

2. E. No. 91



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE QUIMICA**

**"IMPORTANCIA DEL RUIDO DENTRO DE LA SEGURIDAD  
INDUSTRIAL EN UNA FABRICA DE PINTURAS"**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO QUIMICO**

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

***Rafael Serrano Pérez***



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

CONTENIDO:

CAPITULOS	Pag.
I.- INTRODUCCION .....	1
II.- GENERALIDADES .....	10
III.- PROCESOS Y MATERIALES .....	28
IV.- EQUIPO Y MAQUINARIA .....	53
V.- ANALISIS DEL RUIDO .....	79
VI.- RUIDO POR EQUIPO UTILIZADO .....	110
VII.- EFECTOS EN EL ORGANISMO .....	133
VIII.- COMPARACION CON OTRAS INDUSTRIAS,	195
IX.- MEDIDAS PREVENTIVAS .....	204
X.- CONCLUSIONES .....	234
XI.- BIBLIOGRAFIA .....	243

## **CAPITULO I.**

### **INTRODUCCION**

## CAPITULO I

## INTRODUCCION

El progreso de la civilización se asienta entre otros pilares fundamentales, en la disposición de importantes fuentes de energía, bajo cuyo impulso la ciencia, la industria las artes y todas las manifestaciones de la actividad humana emprenden la veloz carrera que ha de conducir las a metas aún insospechadas y que sobrepasarán toda previsión por ambiciosa que parezca.

Estas fuentes de energía descubiertas encauzadas y dominadas por el hombre, cada día con más precisión son sometidas a sus planes creadores en función de las necesidades de sus contemporáneos, aprovechando las experiencias de sus antecesores, facilitando y abonando las futuras aspiraciones de sus sucesores, con conocimientos e iniciativas que, ordenadas y calibradas, constituyen lo que de manera general denominamos progreso.

Por el mismo motivo, la demanda imperiosa de más y más energía utilizable tiene lugar ante el estímulo de dos circunstancias persistentes; de una parte la necesidad de incrementar continuamente la actividad humana, para disminuir las servidumbres propias de las condiciones ambientales, y de otra parte por el estímulo de superación, la capacidad de síntesis y de adquisi-

ción que cada generación tiene con respecto a sus antecesores -- para utilizar en propio beneficio todo el esfuerzo de la especie. Esta necesidad consustancial del hombre de crear a partir de lo ya creado y de mejorar las posibilidades de utilización -- de los medios con que fué previsto por la naturaleza, son las características que marcan de manera rotunda la diferencia existente entre la especie humana y el resto de las especies animales.

Pues bien, toda esta energía puesta en la mano del -- hombre no siempre es utilizada para su exclusivo beneficio, sino que en el laborioso proceso de su conversión una parte importante de ella se transforma, a pesar de sus deseos, en otro -- tipo de energía que no solamente no les útil, sino que se convierte con frecuencia en peligrosa o al menos molesta para él; -- Ruido.

El ruido, consecuencia inmediata y casi ineludible de -- la técnica, se cierne como uno de los peligros más insistentes -- que hoy comprometen la salud del hombre, persiguiéndole cualesquiera que sea su situación: En el trabajo, en la diversión, -- en la calle y finalmente en su hogar.

Hoy en día casi todas las manifestaciones de la actividad humana van acompañadas de su ruido característico, más o menos intenso, más o menos molesto, que no sólo afecta al propio ejecutor, sino que extiende su acción a todo el que se encuentra en su proximidad. Son ruidos múltiples, intensos, desacordes -- continuos o extemporáneos, que mantienen el organismo en continua tensión defensiva, que frecuentemente dan lugar, por este mismo hecho, a perturbaciones psicofísicas, pasajeras al principio, pero indudablemente perennes en período de tiempo más o menos largo, esto es, de persistir su incidencia nociva.

Y este mar de fondo de ruido, no respeta lugares, ni edades, ni profesiones. Todo lo invade con simultánea avidez y todo lo perturba con particular insistencia.

Es un problema que atañe a todos y a todos corresponde su resolución.

Ya desde el siglo XVIII, este problema inquietaba a -- científicos y filósofos de la época que trataban de darle la importancia que merece. Pero no basta con la promulgación de leyes ó normas, si la población general no está impuesta en la necesidad de disminuir y evitar todo aquello capaz de perturbar --

su tranquilidad. La propia industria no puede decir que progresa, si junto a la evolución técnica que nos brinda, nos obliga a soportar consecuencias más desagradables que los mismos beneficios que nos proporciona.

La lucha contra el ruido no pretende ni mucho menos, oponerse a la evolución de la técnica, sino que exige que junto al progreso técnico necesario de cada país, éste se realice de manera más completa y que junto al estudio de los nuevos procedimientos industriales, sean sus mismos promotores los que se ocupen por igual de conseguir los medios precisos para anular cualquier posibilidad de agresión individual o colectiva que pudiera acaecer por el efecto del ruido.

Ante la progresión y alarmante incremento de las perturbaciones de toda índole que acompaña al aumento general del nivel del ruido en todo el ámbito de la vida nacional, comenzaron a surgir en distintos países una serie de asociaciones o ligas que agrupan a profesionales de todas las categorías, con el objeto principal de estudiar y divulgar los peligros ligados a este aumento de los ruidos, llamando la atención de los organismos gubernamentales hacia la conveniencia de promulgar las disposiciones precisas encaminadas a limitar las fuentes del ruido

do existentes y evitar la aparición de otras nuevas. Los resultados obtenidos aún no han sido todo lo brillante que fuera deseado; por lo que sí es evidente es que han despertado el interés de todas las gentes ante este problema común y han conseguido la intervención directa de las autoridades para controlarlo.

Tras la creación de estos organismos nacionales para la lucha contra el ruido en algunos países europeos comenzó a patentizarse la necesidad de intercambiar los resultados de las experiencias y estudios realizados en cada uno de ellos, a veces de manera simultánea, a la vez que esta misma idea comenzaba a florecer en un número cada vez mayor de naciones, cuyo común interés se plasmó en la creación de la Asociación Internacional contra el Ruido que tuvo lugar en 1959 y cuya sede se fijó en Zurich.

En México el problema del ruido no es de menor importancia que en el resto de los países; quizá en algunos aspectos alcance términos de mayor gravedad, tal como sucede en el sector industrial y en el urbano. Refiriéndonos al primero de ellos, aunque la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente, dependiente de la Secretaría de Salubridad y Asistencia ha emanado

normas y sanciones para prevenir la contaminación ambiental por ruidos, es un hecho comparable con reiterada frecuencia, que la protección contra el ruido tanto personal como colectiva puede considerarse en la práctica como inexistente, salvo contadas y escasas excepciones.

Es evidente que en México no se le ha dado la importancia que esto merece y no por desconocimiento de la magnitud del problema, sino porque quizá se dedica una preferente atención a la necesidad de alcanzar una meta de desarrollo industrial tan imprescindible para la seguridad económica del país, que mantienen en un segundo plano éste como otros problemas similares, cuyas consecuencias comenzarán a apreciarse cuando quizá no sea fácil ni factible remediar sus consecuencias.

Muchas enfermedades nerviosas, psíquicas ó vasculares están vinculadas en su evolución, cuando no en su aparición al agente irritante más característico de este siglo: El Ruido.

La disminución de la curva de rendimiento laborar de un hombre o de una serie de hombres sometidos a la acción de un nivel sonoro de cierta cuantía, puede evidenciarse por simples experiencias fáciles de realizar por cualquiera; ese aturdimien

to o embotamiento que se inicia a los pocos momentos de estar -- sometido al ruido intenso es el que dificulta la atención en un trabajo frecuentemente peligroso y que facilita y desencadena el accidente, siempre de funestas consecuencias. Ese mismo aturdimiento es el que acelera la aparición precoz de la fatiga y dificulta su recuperación en las breves pausas que toda actividad permite.

Dentro del panorama industrial mexicano hay una gran cantidad de actividades donde la agresión acústica se deja sentir con toda su violencia.

Hay actividades en las que el ruido por ir estrechamente ligado al proceso industrial, inicia su aparición desde el mismo momento en que la máquina se pone en movimiento, comenzando a afectar al hombre desde las primeras horas del día y le acompañan durante el transcurso de toda su jornada laboral, que generalmente se amplía con la realización de horas extraordinarias.

Tal sucede en las factorías textiles, talleres de calderería, industria minera, etc. Así como también en la industria de las pinturas, cuyo proceso implica la utilización de equipo, que no está exento de este problema y sus funestas con-

secuencias y de cuyo estudio nos ocuparemos.

Consideramos suficientemente completo el objetivo del presente trabajo, si conseguimos despertar, aunque sea tenuemente, pero como un punto de partida, el interés de todas aquellas personas, que tanto por sus conocimientos y preparación específica, como por su colaboración en organismos y entidades oficiales y particulares pueden aportar su consejo, su iniciativa y su estímulo en todo cuanto pueda significar una posibilidad de librarnos de los disturbios que diariamente tienen como causa principal el ruido existente.

## CAPITULO II

### - GENERALIDADES -

## CAPITULO II

### GENERALIDADES DE SEGURIDAD ENFOCADAS AL RUIDO

En nuestro tiempo la industria química ha alcanzado un gran desarrollo en todas sus áreas; siendo la industria de las pinturas una de las más importantes. Incrementándose cada día por la misma demanda que el progreso nos implica.

Si bien, dentro del desarrollo tecnológico, de cualquier industria también se incrementan los riesgos, dentro de lo referido a las pinturas no quedan exentos y ésto es debido a la gran variedad de materiales empleados en su elaboración -- tales como resina, solventes, pigmentos, aceites, secantes, plastificantes, catalizadores, etc., que contribuyen a la obtención de recubrimientos específicos para usos determinados.

Los riesgos dentro de una planta de pinturas son muchos y muy variados; ya sean los riesgos comunes de cualquier industria que mueve y transforma sus materiales, así como también los riesgos propios debido a las características fisicoquímicas, -- como: volatilidad, toxicidad, inflamabilidad, presión de vapor, etc. de los materiales que se manejan. Es importante considerar un estudio dentro de la seguridad de una fábrica de pinturas

debido a los siguientes puntos:

- 1.- La gran variedad y tipo de materiales que se emplean.
- 2.- Por su carácter de combustión.
- 3.- Por sus propiedades toxicológicas.
- 4.- Por los riesgos y enfermedades de carácter profesional derivados del proceso.
- 5.- Por la manipulación inadecuada de equipo y material.
- 6.- Por los riesgos mecánicos y actos ó condiciones inseguras - en el recinto laboral, donde se manifiestan las perturbaciones y daños ocasionadas por el ruido: y que podemos considerar en 3 puntos:
  - A - Tipo de ruido-contínuo o intermitente.
  - B - Intensidad por equipo.
  - C - Tiempo de exposición.

Nos enfocamos a este último punto(6)no porque los primeros sean de menor importancia, sino porque ya han sido tratados más detalladamente.

El ruido dentro de la industria crece con el paso de los años, se puede apreciar no sólo desde el punto de vista -- del incremento de las perturbacio-

nes y la pérdida parcial o total del oído de las personas expuestas, sino del punto de vista económico y técnico.

Es importante considerar algunos aspectos generales - para una mejor comprensión de este estudio.

La acústica nos dice que el sonido es la sensación que experimentamos a consecuencia de las vibraciones de los cuerpos transmitidas en nuestros oídos y cuando ese sonido nos produce una sensación desagradable más o menos intensa generalmente decimos que es un ruido. Entre las definiciones del ruido una de las acertadas es: La que define al ruido como una señal (o sonido) indeseada .

Producción de los sonidos.- Siempre que percibamos una sensación auditiva, encontramos un cuerpo vibrante que la determina: deja de vibrar el cuerpo y deja de emitir el sonido.

El sonido propagará por cualquier medio elástico, líquido, sólido o gaseoso y especialmente el aire que nos rodea será el medio transmisor ordinario. Propagación del sonido en los sólidos.- Probaremos que la madera conduce bien el sonido, aplicando el oído al extremo de una tabla larga mientras otra persona rasga débilmente con un cuerpo duro hacia el otro extremo, de

modo que el mismo que lo produce y se halla más próximo al centro vibrante no percibe ruido alguno; sin embargo oiremos nosotros a través de la madera.

Propagación del sonido en los líquidos.- El agua también transmite el sonido mejor que el aire. Al sumergirnos en el agua se puede demostrar que si al principio la diferencia de presión que del exterior al interior sufre el tímpano no le permite percibir los ruidos de afuera, sin embargo se podrá distinguir perfectamente el sonido que procede del interior del líquido.

Transmisión del sonido en los gases.- Existe un experimento que demuestra la necesidad de un medio ponderable para la transmisión del sonido. Al efecto se extrae el aire por medio de una máquina neumática de un globo que lleva suspendida una campanilla, y aún cuando se agite ésta, moviendo el globo, no se percibe el sonido mientras no abramos la llave que permita la entrada del gas.

Añadiremos también otra característica muy importante -- del sonido y es su duración en el tiempo. Los sonidos se denominan puros o tonos cuando contienen más que una frecuencia, en la-

naturaleza no existen los tonos. Las fuentes sonoras o ruidosas producen sonidos compuestos por una gran cantidad de tonos.

Las dos principales características de la calidad del ruido son su frecuencia y su intensidad, y son importantes al evaluar el efecto del ruido en el oído del hombre. La presión o intensidad de los sonidos sigue la ley de la inversa de los cuadrados, es decir según aumenta la distancia de la fuente disminuye el nivel del sonido como el cuadrado de la distancia y -- para medir esta intensidad el instrumento más popular lo constituye el medidor de nivel sonoro (decibelímetro o sonómetro).

El sonómetro es el instrumento básico para medir ruidos. Comprende un micrófono y un circuito eléctrico, incluyendo un atenuador, un amplificador, redes eléctricas de respuesta de frecuencia, red de atenuación predeterminada, y un medidor indicador. El atenuador en el circuito controla la corriente dentro de los límites de capacidad del medidor indicando que está calibrado en decibeles. El valor obtenido en ese nivel de presión es el sonido efectivo expresado en decibeles.

En el sonómetro estándar se han incorporado 3 redes de atenuación predeterminada (a, b y c) su objeto es dar un número

que es una evaluación aproximada del nivel sonoro total, la respuesta humana del ruido varía con su frecuencia e intensidad. El oído es menos sensible a las frecuencias altas y bajas, a intensidades sonoras más bajas, a niveles sonoros más altos hay muy poca diferencia en la respuesta a las distintas frecuencias, las tres redes de atenuación predeterminada proveen un medio para compensar por estas variaciones en respuesta.

La red A es menos sensible a las frecuencias bajas y se usa para los niveles de presiones acústicas de menos de 55 decibeles. La red B es un paso intermedio para la gama de 55 a 85 dB, - La red C tiene una respuesta plana y se usa para las que sean de más de 85 dB. Los valores obtenidos por el uso de las tres redes de atenuación predeterminada darán una medición de las intensidades del ruido, pero para muchos problemas se necesita información adicional en cuyo caso el sonómetro tendría que usarse con un medidor de frecuencia.

Como ya mencionamos el ruido se mide por decibeles en lo que respecta a su intensidad o gasto de energía por unidad de superficie y ésta es una unidad logarítmica, es la cual la presión acústica del ruido está unida a un valor de referencia cuyo valor

es de:  $2 \times 10.4 \text{ dina/cm}^2 \text{ ó } (20 \times 10^{-5} \text{ NW/m}^2)$

La representación logarítmica del decibel es la siguiente:

$$\text{dB} = 20 \log_{10} \frac{I}{I_0}$$

donde:  $I$  = Presión acústica de un punto considerado

$I_0$  = Presión acústica de referencia.

Debido a que los dB son unidades logarítmicas no pueden añadirse o sustraerse aritméticamente.

En la escala de decibeles el cero es el umbral de la facultad auditiva y 120 el del dolor. Puesto que el oído es un órgano extraordinario que responde a presiones sonoras de 0.0002 a 2000 dinas/cm<sup>2</sup> se ha adaptado esta unidad logarítmica para evitar trabajar con números larguísimos; a continuación transcribimos una tabla con valores de niveles sonoros en la vida diaria.

## - ESCALA DECIBELICA -

- 0 UMBRAL DE LA AUDICION
- 10 RESPIRACION NORMAL
- 20 HOJAS ARRASTRADAS POR LA BRISA
- 30 CALLE SIN TRANSITO
- 40 RUIDO NOCTURNO
- 50 AUTOMOVIL A 10 METROS
- 60 CONVERSACION DE 10 PERSONAS
- 70 TRAFICO INTENSO
- 80 ASPIRADOR DE POLVO
- 90 TALADRO NEUMATICO
- 100 REMACHADOR A 10 METROS
- 110 RADIO 10 WATTS A 3 METROS
- 120 UMBRAL DEL DOLOR; AVION DE HELICE AL DESPEGAR
- 130 AMETRALLADORA DE CERCA
- 140 JET MILITAR AL DESPEGAR
- 160 TUNEL AERODINAMICO (SORDERA TOTAL)
- 175 COHETES ESPACIALES.

Frecuencia.- La frecuencia es el número de variaciones en la presión sonora por unidad de tiempo, expresada generalmen-

te en .... ciclos/seg.

Los sonidos que se producen generalmente en la industria son de un gran número de frecuencias dependiendo del tamaño, forma y acciones de la fuente del ruido. Cada frecuencia de un sonido dado, contribuye al nivel total de presión o intensidad. El adulto joven normal puede oír sonidos en una amplia banda de frecuencia, desde unos 20 ciclos/seg a 15000 ciclos/seg.

Es notable la gran ingeniería que representa el oído y - que describiremos a continuación:

El oído se divide en 3 partes: Externo, Medio e Interno.

Oído externo: consta de pabellón ú oreja y es el conducto auditivo externo. La oreja es de forma irregular y se compone de cartílago y tejido fibroso, excepto en su parte más inferior, - el lóbulo de la oreja que es principalmente adiposo. Tres grupos de músculos existen por delante, por encima y por detrás de la oreja. Pero en el hombre sólo permiten movimientos muy ligeros.

Oído Medio-denominado también cavidad timpánica, es una pequeña cavidad por dentro de la membrana del tímpano que lo sepa

ra del conducto auditivo externo, posee paredes óseas y membranosas y se comunica por detrás por medio de una abertura denominada conducto tímpanomastoideo, con el antromastoideo, con la apófisis magtoidea. La trompa de Eustaquio se dirige hacia adelante, desde la cavidad del oído medio hasta el interior de la nasofaringe, endonde se abre; de esta forma puede equilibrarse el aire de cada lado de la membrana, por la vía del conducto auditivo externo y por la de la trompa de Eustaquio.

La cavidad timpánica siempre contiene aire, normalmente se haya cerrada la abertura de la trompa de Eustaquio, pero se abre cada vez que se produce la degusión. De esta forma, se mantiene invariable la presión del aire en la cavidad timpánica respecto a la presión atmosférica y se evitan las lesiones y sordera debidas a una mayor o menor presión. En esta comunicación con la nasofaringe es donde puede producirse hacia el oído medio la disminación de las infecciones procedentes de la nariz o de la garganta.

Los huesecillos del oído son tres pequeños huesos dispuestos a través del oído medio, como una cadena extendida desde la membrana timpánica hasta el oído interno. El hueso externo es

el martillo debido a su forma, cuyo mango se inserta en la membrana timpánica, mientras que la cabeza se proyecta en el interior de la cavidad timpánica. El hueso medio es el yunque que se articula con el martillo por el lado externo y con el más interno de los tres huesos, el estribo, en el lado interno. El hueso del estribo se une mediante su pequeña apófisis con el yunque y por su base oval con la membrana que cubre la membrana del vestíbulo. Esta cadena de huesos sirve para transmitir las vibraciones del sonido -- desde la membrana hasta el oído interno.

OIDO INTERNO.- Está contenido en la porción petrosa del hueso temporal. Consta de varias cavidades labradas en el hueso temporal. Dichas cavidades se denominan laberinto óseo y están recubiertas con membrana, que forma el laberinto membranoso. Estos conductos membranosos contienen líquido y las terminaciones nerviosas para la audición y el equilibrio.

El laberinto óseo consta de tres partes. El vestíbulo es de la parte central con la que se comunican las otras, como las puertas que se abren en el vestíbulo de una casa.

Los conductos semicirculares que comunican con el vestíbulo con en número de tres: superior, posterior y externo; es-

te último está dispuesto horizontalmente y los tres conductos se hallan entre sí en ángulo recto, cada uno tiene una dilatación en uno de sus extremos, denominada ampolla. Mediante los movimientos del líquido que estimula las terminaciones nerviosas especiales de las ampollas, tenemos conciencia de nuestra posición. La función de esta parte del sonido interno es la de ayudar al cerebro en el gobierno del equilibrio y en el sentido de la posición del cuerpo.

La Coclea es un tubo arrollado sobre si mismo en espiral, semejante a la concha de un caracol. Los repliegues se hallan dispuestos alrededor de un eje óseo central en forma de cono, denominado mediolo.

Los tubos empiezan en la ventana vestibular y terminan en la ventana coclear; contienen un líquido denominado perilínea.

En su interior existe un molde membranoso en el que se insertan las terminaciones del medio auditivo. El líquido contenido en el interior del laberinto membranoso se denomina endolínea; el líquido del exterior y del interior del laberinto óseo se denomina perilínea.

Existen dos membranas en esta caja ósea:

1.- La membrana vestibular, que se halla cerrada por el estribo y 2.- la ventana coclear que está cerrada por una membrana. Ambas están dirigidas hacia el oído medio. El objeto de estas membranas en el laberinto óseo es permitir que las vibraciones se transmiten desde el oído a la perilínea.

Las vibraciones de la perilínea se transmiten a la endolínea y así excitan las terminaciones del nervio auditivo.

El Nervio Auditivo: Consta de dos partes. Una que recoge las sensaciones de la porción vestibular del oído interno y que se haya relacionado con el equilibrio. Sus fibras pasan al núcleo vestibular, en la unión de la protuberancia y el bulbo, y desde aquí se dirigen al cerebelo. la porción coclear del nervio auditivo es el verdadero nervio de la audición, sus fibras se detienen primeramente en un núcleo especial situado inmediatamente por detrás del tálamo y de aquí se dirigen a la estación receptora final de la corteza cerebral, que se haya situada en la porción inferior del lóbulo temporal del cerebro.

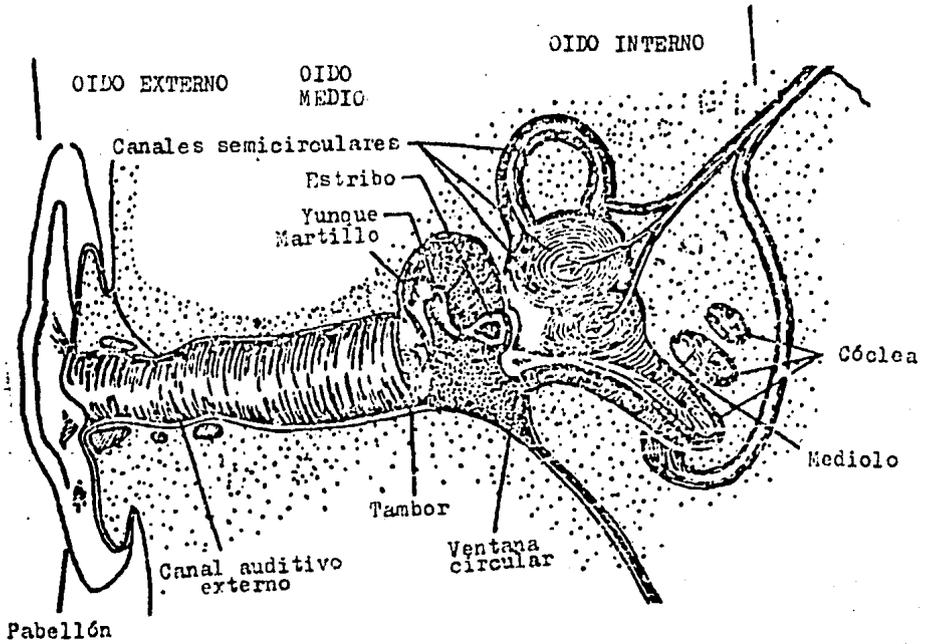
## AUDICION (SU MECANISMO)

El sonido es debido a las vibraciones de la atmósfera - o cualquier otro medio transmisor conocidas con la denominación - de ondas sonoras variables en frecuencia y volumen.

Las ondas sonoras pasan a lo largo del conducto auditivo externo y producen la vibración de la membrana timpánica. El martillo se inserta en esta membrana y la vibración de la membrana se transmite por medio de él al yunque y al estribo. El movimiento - sucesivo de estos huesos amplifica las vibraciones que son trans--mitidas a través de la ventana vestibular hasta la perilínea. Las vibraciones de la perilínea se transmiten a través de la membrana- a la endolínea situada en el canal de la coclea, y el estímulo alcanza las terminaciones nerviosas del órgano de corti, para ser --transmitidas al cerebro por el nervio auditivo.

La sensación de la audición es interpretada por el cere--bro como un sonido agradable o desagradable, o como un ruido o un-sonido musical.

Estos términos se usan en su más amplio sentido. Las on--das sonoras irregulares producen ruido, las ondas rítmicas regula--res producen sonidos musicales o agradables.



ESQUEMA TRANSVERSAL DEL OIDO



SISTEMA DE ALTA FIDELIDAD 15-30000

EMISION DE SONIDO ( CICLOS POR SEGUNDO ).



ORGANO 10-8000



TIMBALES 95-180



CLARINETE 75-1800



PIANO 30-4100



TROMPETA 190-990



VIOLIN 200-2600



CABALLO 320-3050



LEON 110-1100



SILBATO  
PARA PERROS  
12000-14000



MURCIELAGO  
10000-120000



SALTAMONTES  
7000-100000



HOMBRE 85-1100



GATO 750-1500



PERRO 450-1100



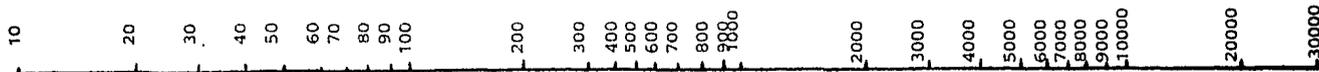
PETIRROJO 2000-13000



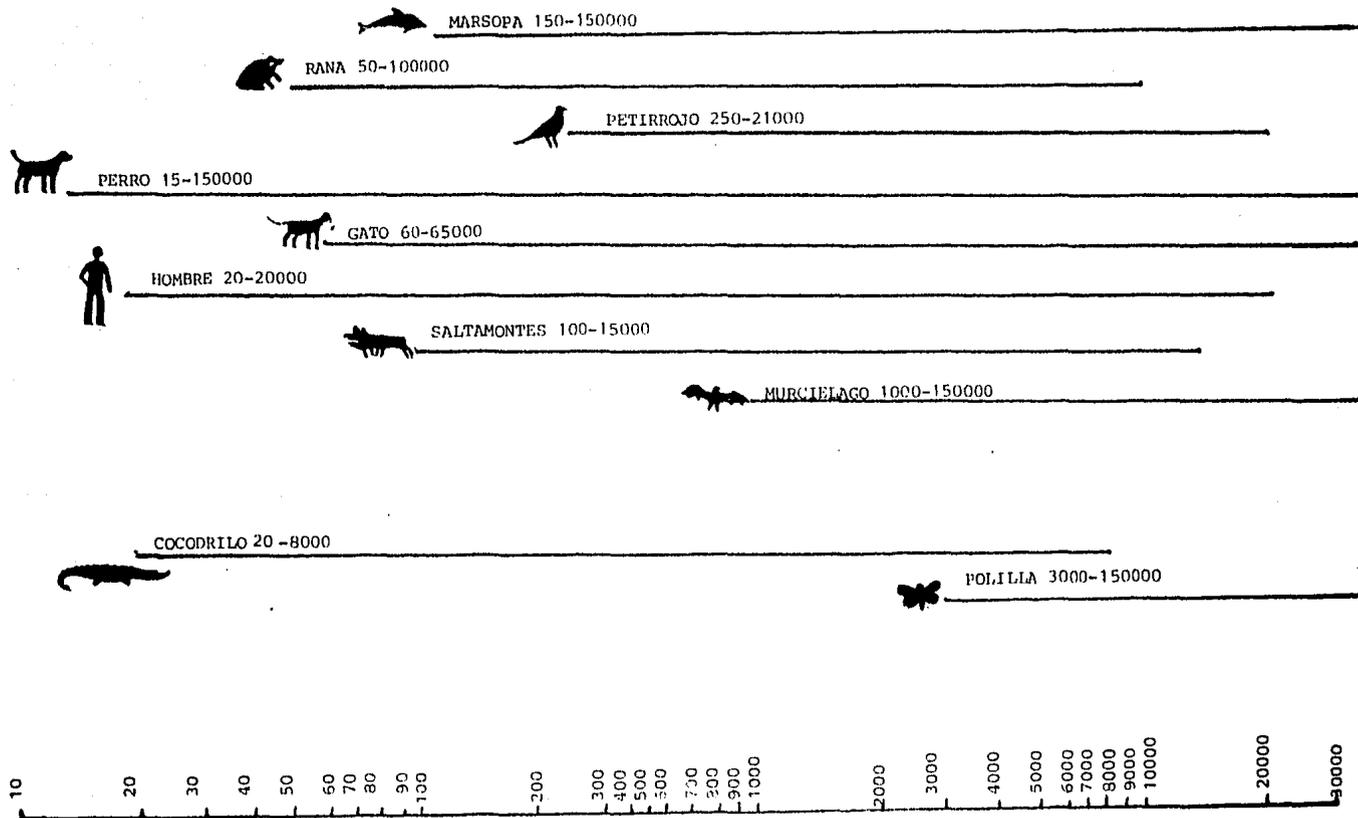
RANA 50-8000



MARSOPA 7000-120000



RECEPCION DE SONIDO ( CICLOS POR SEGUNDO ).



**CAPITULO III**

**PROCESOS Y MATERIALES.**

## CAPITULO III

Estudio de Procesos y Materiales empleados.

Es tan grande la variedad de pinturas que existen en la actualidad que sería muy difícil clasificarla adecuadamente por lo que en nuestro caso consideramos conveniente separarlas en 3 importantes grupos, tal como se trabaja en nuestra industria.

I.- LINEA DOMESTICA.

II.- LINEA AUTOMOTIVA.

III.- LINEA DE PRODUCTOS LITOGRAFICOS Y OTROS PARA USO INDUSTRIAL.

El proceso de fabricación de una pintura consiste básicamente en realizar una mezcla perfectamente homogénea de: -- Pigmento, Vehículo, Solventes y Aditivos.

**Vehículos:** son las sustancias formadoras de película, en ellas se dispersa el pigmento y pueden ser: Resinas naturales ó sintéticas, polímeros y aceites.

**Pigmentos:** Son las partículas sólidas, coloridas, insolubles y dispersables en el vehículo. Pueden ser orgánicas e

inorgánicas.

**Solventes ó Disolventes:** Son líquidos volátiles. Sirven para disolver las resinas, polímeros y aceites, también bajan su viscosidad y de esta manera puede aplicarse la pintura, porque en estado sólido sería imposible hacerlo.

El solvente una vez que cumple con su función escapa a la atmósfera.

**Aditivos:** Son sustancias químicas que se agregan a las pinturas para cambiar sus propiedades físicas y de comportamiento como son: dureza, brillo, sedimentación, secado, viscosidad y aplicación.

El proceso de fabricación es similar en cuando a la elaboración para las 3 líneas mencionadas aunque sus diferencias se presenten de acuerdo al uso a que estén destinadas.

Por lo general todas las pinturas fabricadas en cualquier industria pueden ser clasificadas atendiendo a diferentes factores:

- A) Según el medio ambiente: En interiores o Exteriores.
- B) Según el brillo deseado: Brillantes, semibrillantes, matizadas y semimatizadas.

- C) Según su secado: al aire rápido, lento, dependiendo del grado de evaporación de los solventes empleados: Secado forzado a alta y baja temperatura, dependiendo del tipo de esmalte requerido.
- D) Según su aplicación: con brocha, aspersion, aplicación con rodillos, con barra y aplicación por inmersión.
- E) Según el sustrato en donde se aplique: lámina negra ó boulderizada, lamina fosfátizada, madera, hule, aluminio, plástico, tela, etc.
- F) Según su uso a que estén destinadas: ornamentales ó decorativas, anticorrosivas, protectoras, para altas temperaturas etc.
- G) Según la resina de que estén formadas, acrílicas, alquidálicas, fenólicas, epoxicas, vinílicas, etc.

Podemos apreciar mejor las líneas mencionadas en el siguiente cuadro:

## LINEA AUTOMOTIVA

## TIPO

## PRIMARIOS-

Epóxico para horneado uso industrial

Epóxico secado al aire modificado

Nitrocelulosa para repintado

Acrílico

Acrílico (Resina Sintética)

## ACABADOS AUTOMOTRICES-

Alquidal (Resina Modificada)

Intermedio de automotivos (alquidal modificado ó semibrillantes)

Laca acrílica de reflujo termoplástica.

Laca acrílica de secado al aire.

Laca de nitrocelulosa ó piroxilina.

## COMERCIALES-

Alquidales.

Selladores: de nitro celulosa y acrílicos.

## LITOGRAFICA (CAN COATINGS )

Se trabajan los recubrimientos para todo tipo de --  
 envases metálicos:

- a) Latas de conservas vegetales y de carnes
  - Barnices interiores tipo epoxy-fenólico
  - Barnices exteriores tipo alquidal-acrílico
  - Barnices de costura, tapas y fondos
  
- b) Latas para bebidas (jugos, refresco, cerveza etc.)
  - Barnices interiores epoxy-fenolicos y vinilicos
  - Barnices exteriores alquidal-acrílico y vinilicos tanto para botes de 2 y 3 piezas.
  
- c) Botes aerosol
  - Barnices internos epoxy-fenolicos
  - Barnices externos vinilicos y epoxys
  - Esmaltes externos vinilicos y epoxys
  
- d) Coronas
  - Barnices internos vinilicos
  - Organosol interno vinilicos
  - Barniz externo ester-epoxy

## e) Tapas para frascos y precintos para botellas

Barnices internos      vinilicos

Barnices externos      vinilicos o ester epoxy

Esmaltes externos      vinilicos, ester epoxy

## f) Latas para sardina y pescado

Barnices internos      epoxy-fenolicos

Barnices externos      vinilicos y epoxy

## g) Tubos colapsibles

Barniz interno      fenólico ó epoxyfenólico

Barniz externo      vinilico

Esmalte externo      vinilico

## h) Tambores y cubetas

Barniz epoxyfenolico interno

Laca epoxy pigmentada interno

Esmalte alquidales externos.

En esta línea se incluyen algunos coil coatings y --  
 otros productos. Se han mencionado los más importantes.

Actualmente un servidor ha trabajado como formulador  
 y supervisor en esta línea.

## LINEA DOMESTICA

	Línea económica
PINTURA VINILICA	Vinil acrílica mate
	Vinil acrílica satinada
	Vinil acrílica con nylon
	Alquidial
ESMALTES	Alquidial anticorrosivo.
	Tipo alquidial
PRIMARIOS	Para estructuras metalicas
PINTURA PARA ALBERCAS	Tipo epoxico
PINTURA PARA MANTENIMIENTO	Tipo epoxico y hule clorado
BARNICES Y SELLADORES PARA MADERA	Alquidales y oleorresinosos
PINTURAS PARA REPINTADO O REACABADO DE AUTOMOVILES	Lacas de nitro
	Lacas acrílicas
	Esmaltes alquidales
	Esmaltes acrílicos

Señalaremos en el siguiente cuadro las etapas fundamentales en la fabricación de pinturas.

CUADRO (II) PROCESO EN LA FABRICACION DE PINTURAS  
(ETAPAS FUNDAMENTALES)

- I FORMULACION PREELIMINAR  
EN EL LABORATORIO.
- II SELECCION Y SURTIDO DE MATERIALES A USAR.
- III CARGA DE MATERIALES DE ACUERDO A LA FORMULACION.  
MEZCLA DE ESTOS POR AGITACION EN RECIPIENTES Y SISTEMA ADECUADO.
- IV MOLIENDA ó DISPERSION DE ACUERDO A LA LINEA DE PRODUCCION.
- V PROCESO DE ENTINTADO ó ENTONACION.
- VI AJUSTE DE PROPIEDADES POR MEDIO DE PRUEBAS FISICAS O QUIMICAS.
- VII APROBACION DEL PRODUCTO TERMINADO POR EL CONTROL DE CALIDAD.
- VIII ENVASADO DEL PRODUCTO TERMINADO.

## DESCRIPCION DEL PROCESO

## I.- FORMULACION PRELIMINAR.

Esta operación se realiza a nivel de laboratorio, de acuerdo a las necesidades del mercado para cada producto específico; con la variación de ciertas propiedades basándose en desarrollos realizados con tecnología nacional propia ó extranjera. Habiéndose desarrollado el producto requerido, se procede a establecer una formulación básica que será usada posteriormente en el área de producción.

Antes de formular cualquier producto, debemos obtener toda la información a cerca de él. Los siguientes datos son indispensables en toda especificación:

- 1.- Tipo de producto (esmalte, Laca, Primario etc.)
- 2.- Color exacto (con muestra húmeda y sustrato aplicado de ser posible).
- 3.- Necesidades en el comportamiento (resistencia al agua, ácido, alcalis, intemperie, calor, etc.).
- 4.- % de materia sólida.
- 5.- Tipo de solventes ó materia volátil.
- 6.- Solvente ó mezcla de solvente para diluir.

- 7.- Método de aplicación..
- 8.- Condiciones de secado. (al aire ó al horno)..
- 9.- Precio de venta del competidor..
- 10.- Costo de materia prima requerida..

Debe tomarse en cuenta que habrá pequeñas ó grandes - diferencias entre las formulaciones producidas en escala industrial debido a las reacciones fisicoquímicas que difieren según la cantidad, temperatura y método de fabricación.."

## II.- SELECCION Y SURTIDO DE MATERIALES A USAR:-

ESTA ETAPA PUEDE CLASIFICARSE EN 3 GRUPOS PRINCIPALES.

- a) RESINAS
- b) MATERIAS PRIMAS (incluyendo solventes y aditivos)
- c) PRODUCTOS INTERMEDIOS.

a) RESINAS.- Las resinas pueden ser sólidas quebradizas o duras y también líquidos viscosos no volátiles. Pueden ablandarse con el calor sin mostrar un punto de fusión exacto, indicando esto que no poseen forma cristalina. Sin embargo en esta industria se habla de "punto de fusión" de las resinas pero en realidad es sólo un punto de ---

ablandamiento ó reblandecimiento.

Según su comportamiento podemos clasificar a las resinas en dos tipos:

**TERMOFIJAS**- Son aquellas que bajo la acción del calor se endurecen formando moléculas tridimensionales, en las cuales se logra primero su descomposición que su fusión.

**TERMOPLASTICAS**- Son aquellas que bajo la acción del calor pasan a un estado pastoso y finalmente a un líquido más o menos viscoso recuperando su estado natural mediante el proceso inverso, enfriamiento.

Las resinas son capaces de formar películas continuas, cuando se extiende después de la fusión ó cuando se evapora el solvente después de la aplicación de una solución.

Ahora bien, dependiendo el tipo de pintura a la que están destinadas, las resinas pueden ser: Alquidales secante, alquidales no secantes, copolímeros, alquidálicos, resinas nitrogenadas (del tipo melamina y urea fromaldehído) acrílicas, políester, resinas epoxy, vinílicas, ester-epoxy, alquidales solubles-

en agua, fenólicas puras, fenólicas modificadas, resinas emulsionadas, impermeabilizantes, etc.

b) MATERIA PRIMA-

Existe una gran variedad de materiales que intervienen en la formulación de las pinturas, por lo que para obtener un producto de óptima calidad es esencial tomar en consideración un análisis minucioso de cada una de ellas; que pueden clasificarse de la manera siguiente:

- 1.- Ácidos, alcalis y agua.
- 2.- Alcoholes y polialcoholes.
- 3.- Aceites minerales, vegetales ó animales; ácidos grasos u éteres: residuos, combustibles y gases.
- 4.- Pigmentos de varios tipos: metálicos, inertes, amarillos, rojos, blancos, azules, etc. (orgánicos e inorgánicos).
- 5.- Dispersantes, espesantes, fungicidas y coloides -- protectores.
- 6.- Fenoles, fosfatos, fosfitos, ftalatos y aldehídos.
- 7.- Monómeros activos, clorhidrinas e isocianatos.
- 8.- Secantes, óxidos, peróxidos y estabilizadores.
- 9.- Resina sintéticas.

- 10.- Resinas naturales del mercado.
- 11.- Solventes del tipo: Aliaticos, aromáticos, cetóni-  
cas cellosolventes, etc.
- 12.- Sales orgánicas e inorgánicas.
- 13.- Aminas, amidas y compuestos terpénicos.
- 14.- Productos celulósicos y productos varios.

c) PRODUCTOS INTERMEDIOS.-

Estos consisten principalmente en pigmentos dispersados ó molidos con resinas y solventes y se les denomina base, para - que se les pueda utilizar de una manera más práctica en el proce- so de entintando. Pueden ser de diferentes tipos: Bases alquida- les, bases para epoxy, bases de secamiento rápido, base para la- cas acrílicas, cortes y soluciones coloidales, bases para viní- licas, bases para esmaltes automotivos, para pinturas marinas, - para productos litográficos, etc.

III.- CARGA DE MATERIALES DE ACUERDO A LA FORMULACION-

La principal función de ésta etapa consiste en la in- corporación de todos los componentes descritos anteriormente por medios mecánicos o manuales formando una pasta de consistencia -

ó viscosidad adecuada para poder ser manipulada .

En el mezclado de materiales debe tenerse una técnica adecuada de dispersión u homogenización, dependiendo de los materiales de que se trate, así como la verificación de que los equipos usados sean los correctos para estas funciones y evitar se problemas de tipo técnico ó de diversa índole que puedan afectar la calidad del producto final, así por ejemplo: la dispersión de resina vinílica deberá hacerse a velocidades de agitación apropiada, adicionando primero solventes lentos para humedecer resina y luego los más activos y rápidos para disolverla convenientemente; un uso de velocidades inconvenientes ocasionarían una mala dispersión y de disolución así como problemas de tixotropía debido a la gran evaporación de solventes.

Podemos establecer una técnica conveniente de mezclado considerando algunos puntos.

1.- Vaciar parte del vehículo a utilizar (resina, y melanina) con buena agitación en el recipiente adecuado y adicionar secantes, humectantes o aditivos no evaporables para lograr una correcta incorporación inicial y evitar problemas posteriores de tono.

2.- Adicionar los polvos en general pigmentos que sean de bajo índice de refracción (talco, mistrone , carbonato de calcio,etc.).

3.- Adicionar los pigmentos de alto índice de refracción (amarillo tolvidina, azul, de ftalocianina, pigmentos del tipo --sincuacia etc.).

4.- Completar la cantidad del vehículo fijada, y adicionarla para ajuste de propiedades tales como: poder, cubriente, --brillo etc.

5.- Adicionar el solvente necesario, para que la pasta formada tenga la viscosidad requerida y evitar problemas de evaporación si estos son adicionados al principio.

#### IV.- MOLIENDA O DISPERSION DE ACUERDO A LA LINEA DE PRODUCCION

El objeto principal de esta etapa consiste en la incorporación de un pigmento sólido a un vehículo líquido para así --obtener una partícula lo más pequeña posible, reflejandose esta operación en un buen acabado.

Esta incorporación se efectúa casi al mismo tiempo en tres etapas:

MOJADO

MOLIENDA

DISPERSION

MOJADO- Consiste en el desplazamiento de gases ó partículas - contaminantes por un solvente adecuado, el cual es -- absorbido en la superficie del pigmento.

MOLIENDA- Es la ruptura de los pigmentos en partículas más peque ñas y en separación de grupos a partículas primarias - aisladas.

DISPERSION- Es el movimiento de las partículas mojadas en el -- cuerpo del vehículo para obtener así una separación - permanente entre las partículas.

La dispersión y estabilización del pigmento, esta basado en fenómenos combinados que tienden a evitar problemas, ta les como la floculación y asentamiento del pigmento. Estos fenómenos son: Tensión superficial, velocidad de penetración en una masa del pigmento, trabajo de adhesión, naturaleza de las fuerzas de atracción en la superficie, etc. La molienda se puede efectuar

en 3 tipos de molinos: Molino de arena, Molino de 3 rodillos y molino de bolas de acero ó porcelana ó agitadores de dispersión - ( Disco dentado ).

#### V- PROCESO DE ENTINTADO Ó ENTONACION.

Este proceso sirve para mezclar varios pigmentos en -- forma de base para obtener un tono deseado. Los básicos utilizados para dar origen a una variedad infinita de tonos son: Blanco Azul y Amarillo.

El tono deseado es desarrollado de acuerdo a las necesidades del cliente ó a la competencia del mercado. Estos tonos pueden ser apreciados en un acabado de dos formas: Visual ó usando una cabina ó lámpara de igualación provista de lámparas que - simulen una manera artificial la luz del día ó del atardecer.

La verificación del tono correcto ó resultante se efectúa comparándolo con un estandar de color establecido ó propor-- cionado por el cliente.

Uno de los problemas que se puede presentar en esta - etapa es el Flit, ó inversión del color que puede resultar por las características del pigmento utilizado.

## VI- AJUSTE DE PROPIEDADES -

Una vez que se ha llevado a cabo el proceso de fabricación y cuando se ha obtenido el tono deseado, se llega a una -- etapa muy importante que es el ajuste de propiedades; ya sea por medios físicos o químicos que van de acuerdo a ciertas especificaciones establecidas por el producto, según la línea a que esté destinado ó por requerimientos del cliente.

Según la línea a que pertenece el producto y considerando las características tan especiales que cada una implica se requiere de un análisis específico y sus pruebas correspondientes. Esto se muestra con más detalle en la siguiente tabla:

PRUEBA	LINEA AUTOMOTIVA	LINEA LITOGRAFICA	LINEA DOMESTICA
PESO/ GALON	X	X	X
DENSIDAD	X	X	X
VISCOSIDAD	X	X	X
VISCOSIDAD REDUCIDA	X	X	X
PESO DE PELICULA	-	X	-
ESPEJOR DE PELICULA	X	X	X
PODER CUBRIENTE	X	X	X
NUMERO DE ACIDO	-	X	-

SOLIDOS NO VOLATILES	X	X	X
BRILLO	X	X	X
SUBSTRATO	LAMINA BONDERIZADA ó FOSFATIZADA	LAMINA ESTAÑADA DE ALUMINIO, MA DERA, HULE, PO- LIESTIRENO, etc.	PAPEL, LAMINA MADERA, etc.
APLICACION	PISTOLA, ASPERSION	ASPERSION, BARRA Y BARNIZADORA DE RODILLOS	ASPERSION, BROCHA
FLEXIBILIDAD	X	X	X
IMPACTO	X	X	X
ADHERENCIA	X	X	X
HORNEO	X (HAY SECADO AL AIRE)	X ( HAY SECADO AL AIRE)	X (HAY SECADO AL AIRE)
DUREZA	X	X	X
CAMARA SALINA	X	-	X
ESTABILIDAD TERMICA	X	X	-
PASTEURIZACION	-	X	-
BLUSHING	-	X	-
SECADO	X	X	X
LAVABILIDAD	-	-	X
FILTRADO ó ESCURRIDO	X	X	X
COLGADO DE LA PELICULA	X	X	X

NOTA: X = PRUEBA QUE SE LLEVA A CABO.

## CONTROL DE CALIDAD

CLIENTE \_\_\_\_\_ LOTE \_\_\_\_\_  
 MATERIAL \_\_\_\_\_ CANTIDAD \_\_\_\_\_  
 CLAVE CLIENTE \_\_\_\_\_ CLAVE \_\_\_\_\_

	ESPECIFICACIONES	RESULTADOS
Peso específico		
Viscosidad de entrega		
Sólidos directos		
Reductor		
Porcentaje de reductor		
Viscosidad de aplicación		
Poder cubriente reducido		
Sólidos reducidos		
Superficie de aplicación		
Finura		
Aplicación		
Flash		
Sec. polvo		
Sec. tacto		
Sec. manejo		
Horneo		
Nivelación		
Primario		
Espesor de primario		
Esmalte		
Espesor de esmalte		
Color		
Brillo		
Apariencia		
Dureza		
Impacto		
Flexibilidad		
Embutido		
Adherencia al rayado		
Adherencia cuadrícula		
Adhesión entre capas		
Sensibilidad al calor:		
Color		
Brillo		
Dureza		
Sangrado		
Estabilidad		
Propiedades de resistencia:		
Niebla salina		
Humedad		
Inmersión		
Acido		
Agua y jabón		
Solventes		
Intemperismo		
Tono catalizado		
Burbuja		
Escurecido		
Cissing		
Aspecto general		
Otras		

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_ Vo. Bo. \_\_\_\_\_



VII- Todas las pruebas anteriores y sus ajustes finales, cuando son necesarios; son realizados dentro del departamento de control de calidad.

Una vez aprobados se procede al siguiente y último paso:

#### VIII- ENVASE DEL PRODUCTO TERMINADO.

Esta etapa consiste en el vaciado de la pintura obtenida (una vez filtrada y libre de cualquier posible contaminación) en recipientes adecuados, según el uso, almacenaje ó movimiento a que estén destinadas.

La operación se lleva a cabo en tres pasos:

a) (llenado de envases de diferentes capacidades en:

Botes con capacidades de: 125 ml, 250,500, 1 lt.,  
4 lts. cubetas de 18 y 20 lts. y tambores de 200  
lts. máximo.

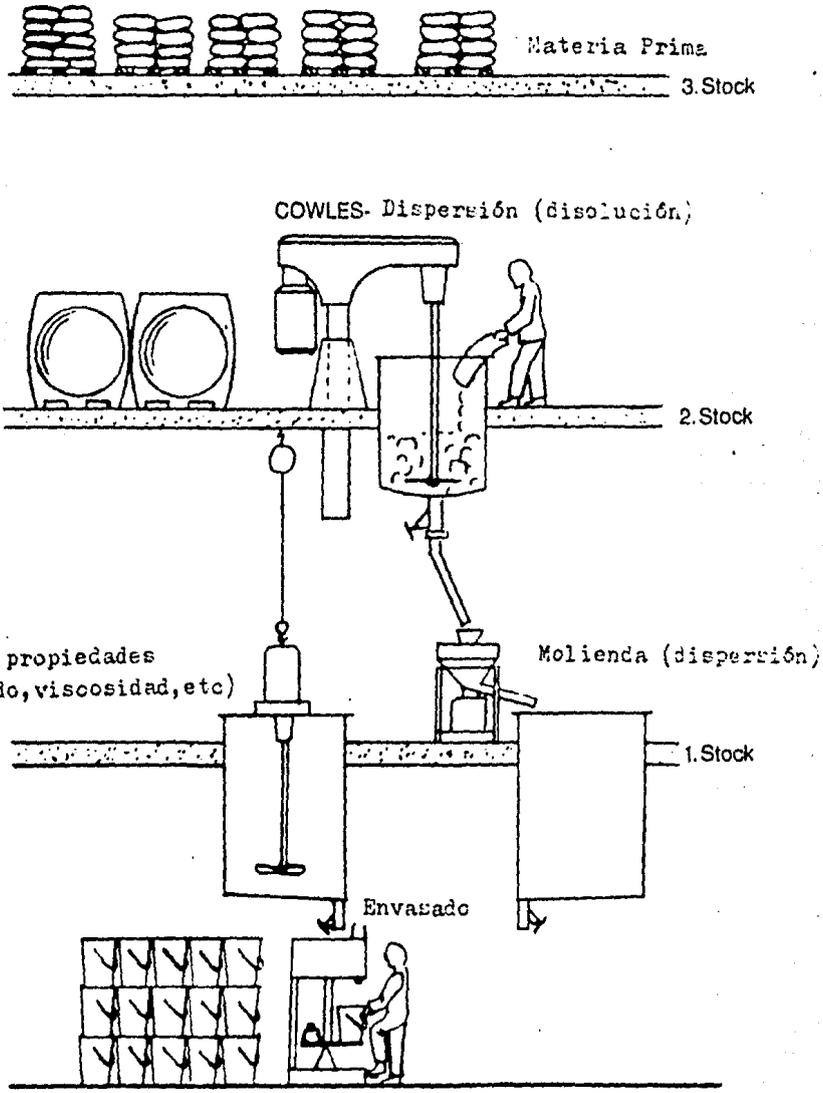
b) El etiquetado de estos envases indicando:

Nombre del producto, clave del producto, No. de lote, capacidad y fecha de fabricación y riesgos tóxicos que representa.

c) El cierre hermético y almacenaje para ser surtido al cliente, en el momento adecuado.

Es conveniente señalar que el vaciado de pintura en los recipientes, se puede llevar a cabo mediante equipo automático. Sistema Manual ó con dosificadores calibrados adecuadamente a la cantidad de producto requerido a envasar.

ESQUEMA DE FABRICACION



## CAPITULO IV

### EQUIPO Y MAQUINARIA

CAPITULO IV  
EQUIPO Y MAQUINARIA UTILIZADOS EN LA FABRICACION  
DE PINTURA

Básicamente el equipo utilizado en la fabricación de una pintura o barníz, independientemente de la línea de que se trataría agruparse en dos áreas principales:

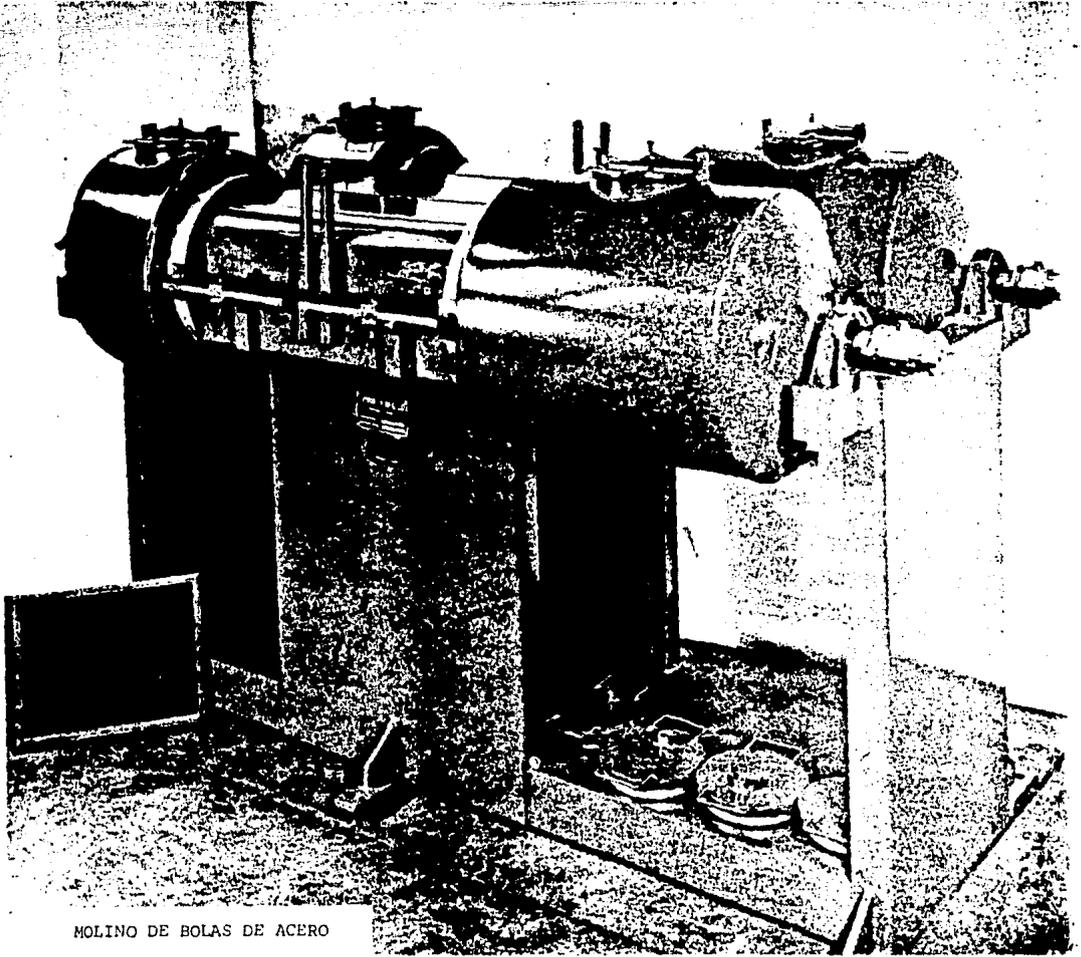
- a) LABORATORIO
- b) PRODUCCION

Dependiendo de la función a que esté destinado el equipo y de acuerdo a la etapa de fabricación se puede clasificar de -- acuerdo al cuadro que presentaremos.

CUADRO DE EQUIPO UTILIZADO

ETAPA	EQUIPO LABORATORIO	PRODUCCION
a) Selección y surtido de materiales.	Manual	Montacarga
b) Carga de materiales y mezcla de éstos en recipientes adecuados con sistema de agitación.	Botes, cubetas, polimixer y tinas.	Tanques cilíndricos, cuadrados, tinas, polimixer, kady invertido

c) Molienda	Molino de arena " " tres rodillos. Molino de bolas de acero o porcelana	Molino de tres <u>ro</u> <u>dillos</u> Molino de bolas de acero ó porcelana Molino de arena
d) Dispersión	Agitadores,	Agitadores cowles- y de diversos tipos.
e) Proceso de entintado y entonación.	Manual y visual Mackbeth	Manual y visual Mackbeth
f) Ajuste de propiedades por medio de pruebas - físicas o químicas.	Tipo de prueba Equipo: Peso/galón-Pigno- metro.  Viscosidad: Copa Ford # 4 y #2 Copa ZAHN Copa DIN  Determinación de <u>so</u> <u>nidos</u> : Horno estufas, balan- za volumétrica  Aplicaciones: caseta de aplicación con -- sistema de aspersión  Horneos: Estufas (Hornos)	Tipo de prueba- <u>equi</u> <u>po</u> Peso/galón=Pignóme- tro Visual copa aoro #4 #2 y ZAHN y DIN Determinado de: Sólidos: Estufas.  Aplicaciones: Case- ta, de aplicación con sistema de - aspersión.  Horneos: estufas (Hornos)
g) Filtración	Manual usando mallas, bolsas de seda, centrí- fuga y filtro cun <u>o</u> .	Manual usando ma- llas, bolsas de <u>se</u> da centrífuga. fil- tro cun <u>o</u> y filtro sparkler.



MOLINO DE BOLAS DE ACERO

h) Envase del producto	Manual en cubetas de 18 y 20 lts y botes - de $\frac{1}{4}$ a 4 lts.	Manual en tambores de 200 lts y cubetas y botes - en general
i) Almacenamiento	Manual	Montacarga.

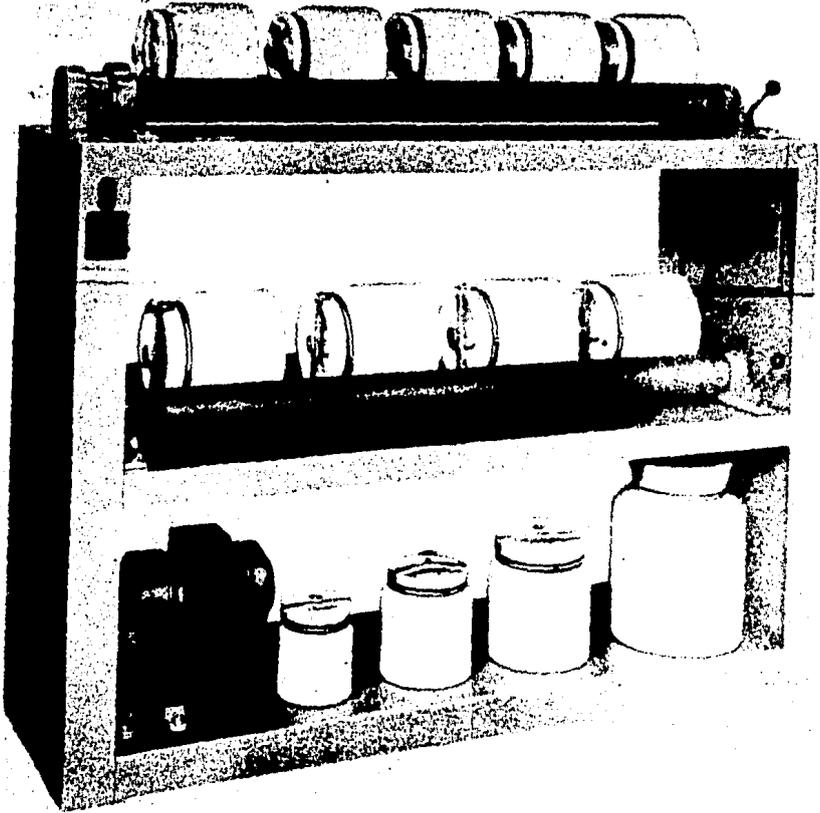
Del equipo utilizado en la planta se puede hacer una -- clasificación de acuerdo a los riesgos que se presentan y principalmente por sus diferentes efectos dañinos al organismo.

- 1 - MOLINO DE BOLAS DE ACERO Y PORCELANA
- 2 - TANQUES PARA ALMACENAMIENTO DE SOLVENTES
- 3 - TANQUES CON SISTEMA DE AGITACION PARA EL AREA DE PRODUCCION - Y TINAS DE PREMEZCLADO.
- 4 - MOLINO DE ARENA
- 5 - MOLINO DE 3 RODILLOS.

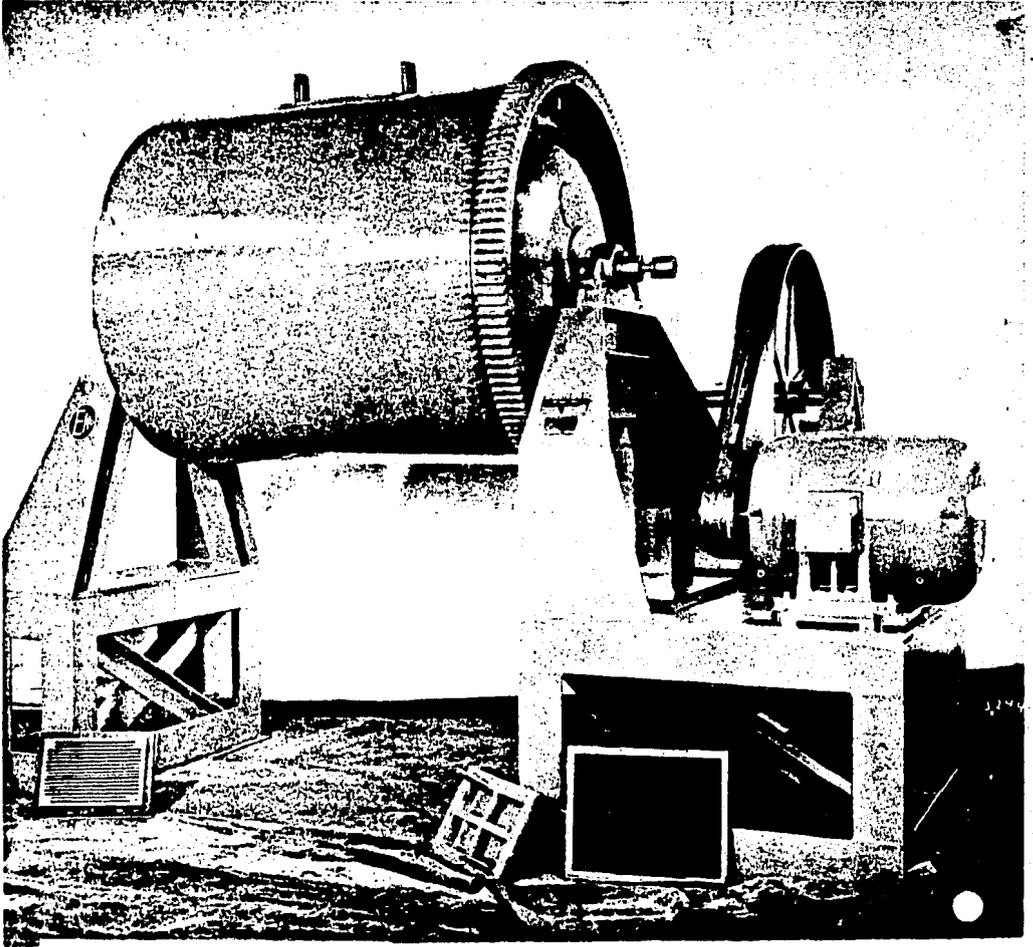
I - Molino de bolas de acero y porcelana

Consta esencialmente de un recipiente cilíndrico horizontal, parcialmente lleno con bolas de acero y porcelana como - medio de molienda. Al cilindro se le alimentan los componentes - a moler, para lograr la obtención de una pasta, esto es sistema - húmedo y sus componentes son: Pigmento, vehículo y solvente.

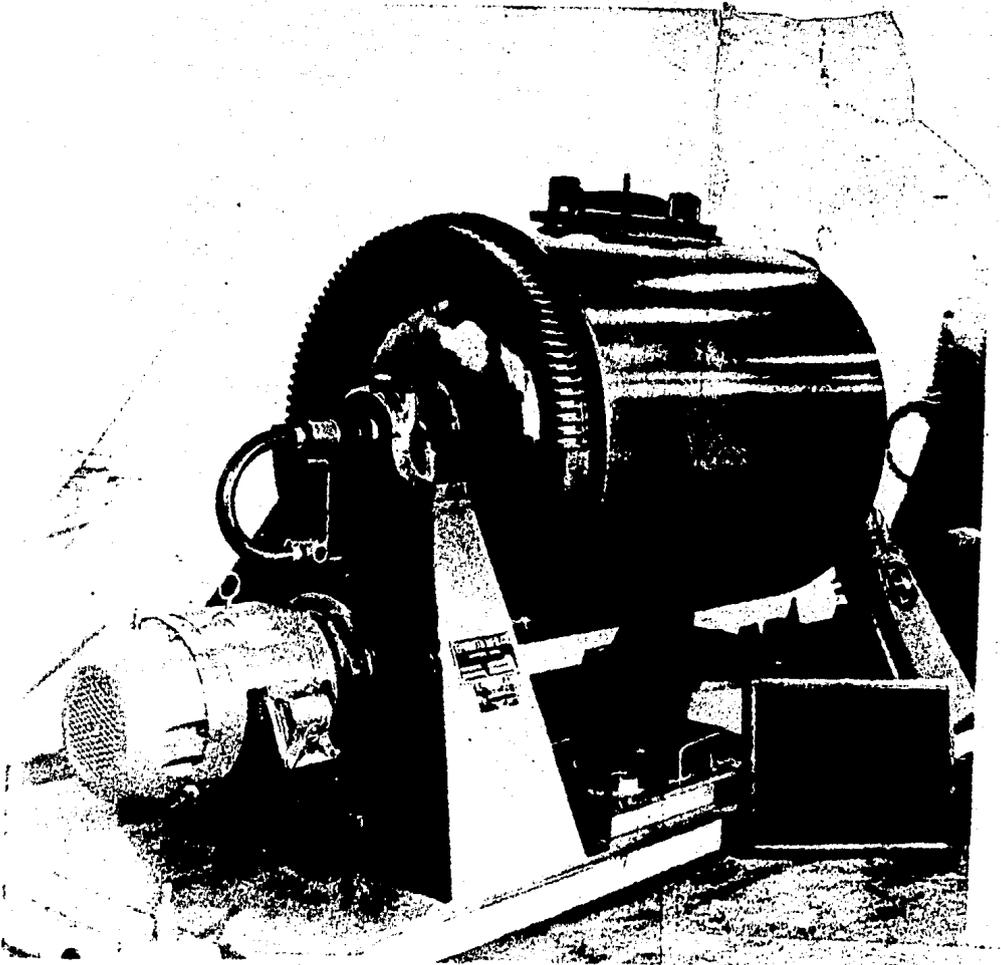
Para lograr la dispersión de la base o intermedio, el -



MOLINOS DE BOLAS DE PORCELANA ( LABORATORIO )



MOLINO DE BOLAS DE ACERO



MOLINO DE BOLAS DE ACEPO

molino es rodeado en forma horizontal a una velocidad tal que -- permita levantar las bolas de un lado empujarlas a que rueden, - giren o choquen a la parte más baja, formando la acción de una cascada.

En esta acción las bolas que caen aprioxionan las partí culas del pigmento y las sujetan tanto al impacto como al corte - intensivo.

Como una acción turbulenta y continua, se imparte el - efecto requerido para la dispersión.

Se pueden citar algunas ventajas y desventajas en la -- operación y manejo de este equipo.

a) Ventajas

1.- Por ser un recipiente cerrado no se requiere un -- premezclado del vehículo y del pigmento, con el consecuente des-- prendimiento de vapores tóxicos.

2.- La pérdida de volátiles y la contaminación produ-- cida por éstos en el aire, con la consecuente exposición de vapo-- res por parte del trabajador son nulos.

3.- Todo tipo de pigmentos pueden ser dispersados en este tipo de molinos, pero dependiendo de la dureza del pigmento se usarán molinos de bolas de acero, para pigmentos naranjas, rojos óxidos, negros, verdes, azules, inertes; para bolas de porcelana; pigmentos amarillos claros, blancos, etc.

4.- Su costo de operación es bajo debido a que no requiere una operación especial para el proceso; sus costos de mantenimiento son bajos, ya que no se originan fugas continuas de pastas con solventes.

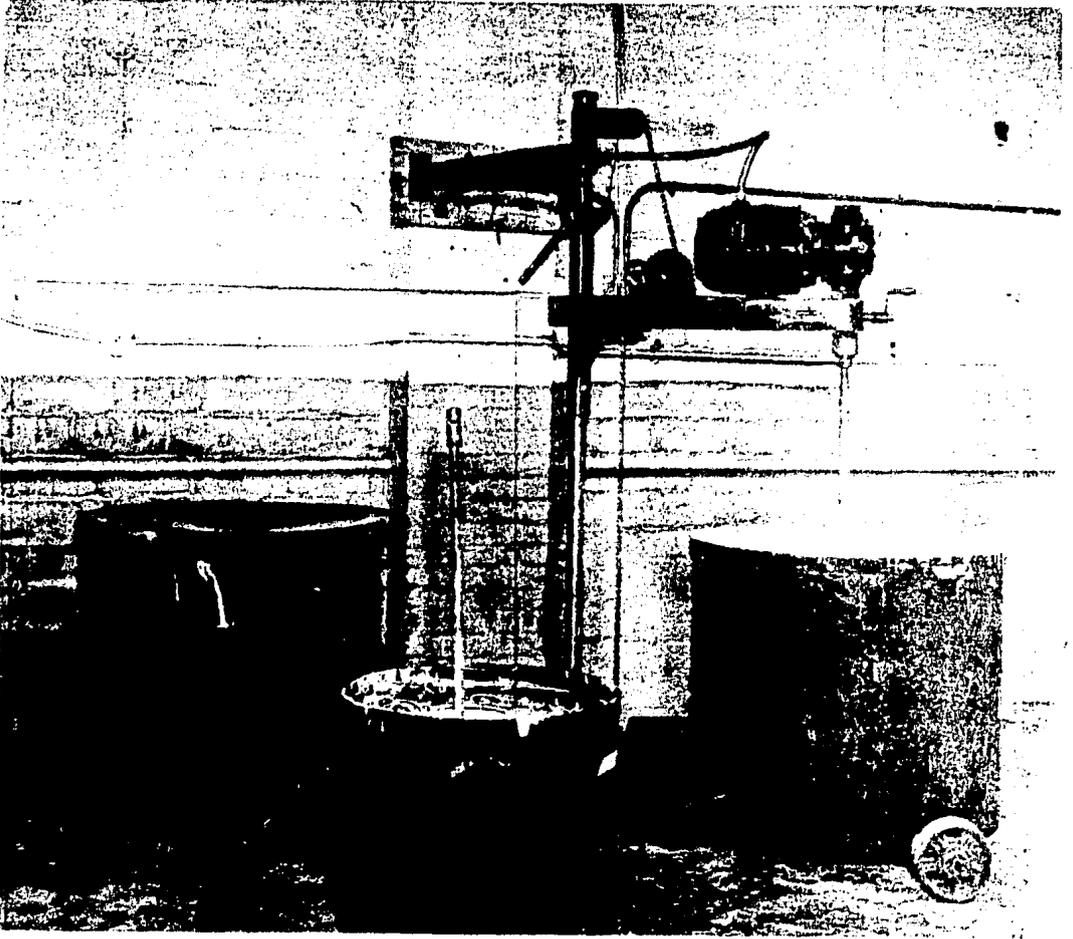
5.- Facilidad para el lavado del equipo, ya que la cantidad de solventes utilizado para esta finalidad es relativamente baja y fácil de recuperar.

#### Desventajas.

1.- Sistemas pigmento vehículo que originen altas viscosidades, no son recomendables para su uso en estos molinos, puesto que implicaría utilizar una mayor cantidad de solvente.

2.- La descarga de los molinos se realiza en una forma lenta.

3.- El volumen de carga que se maneja es pequeño, lo-



TANQUES PARA DISPERSION



TANKS AND GENERAL

que implica un contacto frecuente con pigmentos, vehículo y solventes.

5.- El diámetro de las bolas, inicialmente de  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{1}{2}$  - de pulgada, por ejemplo se ve reducido, conforme pasa el tiempo - de operación del molino, originando una mala dispersión, bajando consecuentemente el rendimiento.

6.- Por la acción de la cascada estos molinos producen mucho ruido, siendo mayor en los molinos de bolas de acero, - de lo cual trataremos más ampliamente en el capítulo correspondiente.

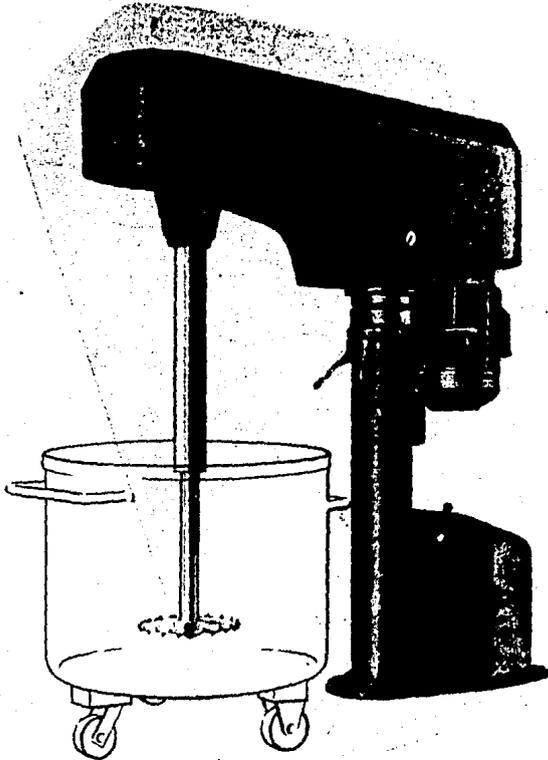
## II.- Tanques para almacenamiento de solventes.

Los tanques utilizados para el almacenamiento se encuentran localizados en una área perfectamente delimitada en la planta, dentro de la cual se realizan maniobras de carga y descarga. Tomando en consideración que el área disponible para el almacenamiento de solventes es muy reducida, en relación con el volumen que se maneja. La formación de vapores inflamables y tóxicos es sin embargo muy frecuente, con los consecuentes riesgos de incendio. Se propone los tanques.

Otro riesgo radica en la mala ubicación de esta área, ya que en caso de incendio o expulsión únicamente se cuenta con un solo acceso del área que puede quedar bloqueada por pipas al efectuar maniobras de descarga o almacenamiento de tambores o -- equipo. Se propone la descarga en una zona alejada de los tan-- ques y por sistema de bombeo.

Los tanques disponibles para los solventes son de acero al carbón, los cuales son de varias formas (horizontales, -- cilíndricos, verticales, cilíndricos con tapas toriesféricas, -- verticales de base cuadrada) y de diferentes capacidades tam-- bién se almacenan solventes en tambores con capacidad máxima de 200 lts. los riesgos que normalmente se presentan en esta área, son al efectuar las maniobras de descarga de solventes de las-- pipas, puesto que los derrames continuos en mayor o menor pro-- porción, producidos en las válvulas de descarga, pueden provocar incendios por la cercanía con el área de resinas y cocimiento.

Es conveniente enfatizar lo referente a la falta de -- señales de aviso cuando se efectúan estas maniobras. Otro peli-- gro latente es el paso de locomotoras en la zona posterior ya -- que se encuentra completamente descubierta, además debido a su--



AGITADOR TIPO COWLES



AGITADOR MANUAL

mal diseño original, estos tanques de solvente no tienen la facilidad de una adecuada operación de limpieza, con la constante contaminación de los productos y riesgos para el personal que trate de efectuar estas maniobras.

### III.- TANQUES CON SISTEMA DE AGITACION PARA EL AREA DE PRODUCCION Y TINAS DE PREMEZCLADO

Puesto que los ingredientes de una pintura lo constituyen principalmente vehículo, pigmento y solventes, éstas ocasionan un gran efecto tóxico en el organismo al iniciar la incorporación o agitación y premezclado, según la formación de cualquier acabado industrial (pintura, automotivas, barnices litográficos, etc.).

Su uso puede ser empleado aún a premezclado de productos intermedios o de un entintado. Los recipientes utilizados para este premezclado lo constituyen tanques de acero, de formas y capacidades variables. Están adaptados con sistemas de agitación cuyas velocidades varían según la viscosidad de la mezcla de los materiales a homogenizar.

Se pueden distinguir dos tipos de recipientes, los de alta velocidad y los de baja. Los primeros los constituyen dis-

persores de alta velocidad de tipo cowles; esencialmente estos dispersadores consisten de un impulsor con una hoja circular del tipo sierra, adaptada a una flecha que gira a altas velocidades y centrada verticalmente en un tanque cilíndrico abierto.

Como la mezcla de pigmentos con vehículos servirán para obtener pastas homogéneas de una viscosidad adecuada para ser alimentadas a los molinos de arenas o bolas, es necesario el uso de altas velocidades para romper los grumos y no para moler o -- reducir la medida del pigmento. Esto ocasiona un gran desprendimiento de vapores tóxicos, provenientes de los solventes que -- constituyen las resinas o de las bases que intervengan.

Otro tipo de dispersor de alta velocidad es el llamado tipo Kady, en el cual, las masas de pigmento aglomerado, mediante una rápida aceleración en un medio poco viscoso, originan un gran impacto. Como la acción de la dispersión depende sobre todo del impacto, se deduce que es necesario una viscosidad baja en la base, lo cual implica el uso de tanta cantidad de solvente -- como sea necesaria, estos dispersores generalmente se usan para las pastas vinílicas, pero en ocasiones su uso va encaminado a la dispersión de resinas epóxicas o fenólicas utilizadas en la fabricación de barnices litográficos.

Los sistemas de agitación de baja velocidad lo constituyen tanques o tinas con impulsores o agitadores para líquidos--cuyas capacidades varían entre 3000 y 7000 lts. para los tanques y para las tinas de 1000 a 2000 lts.

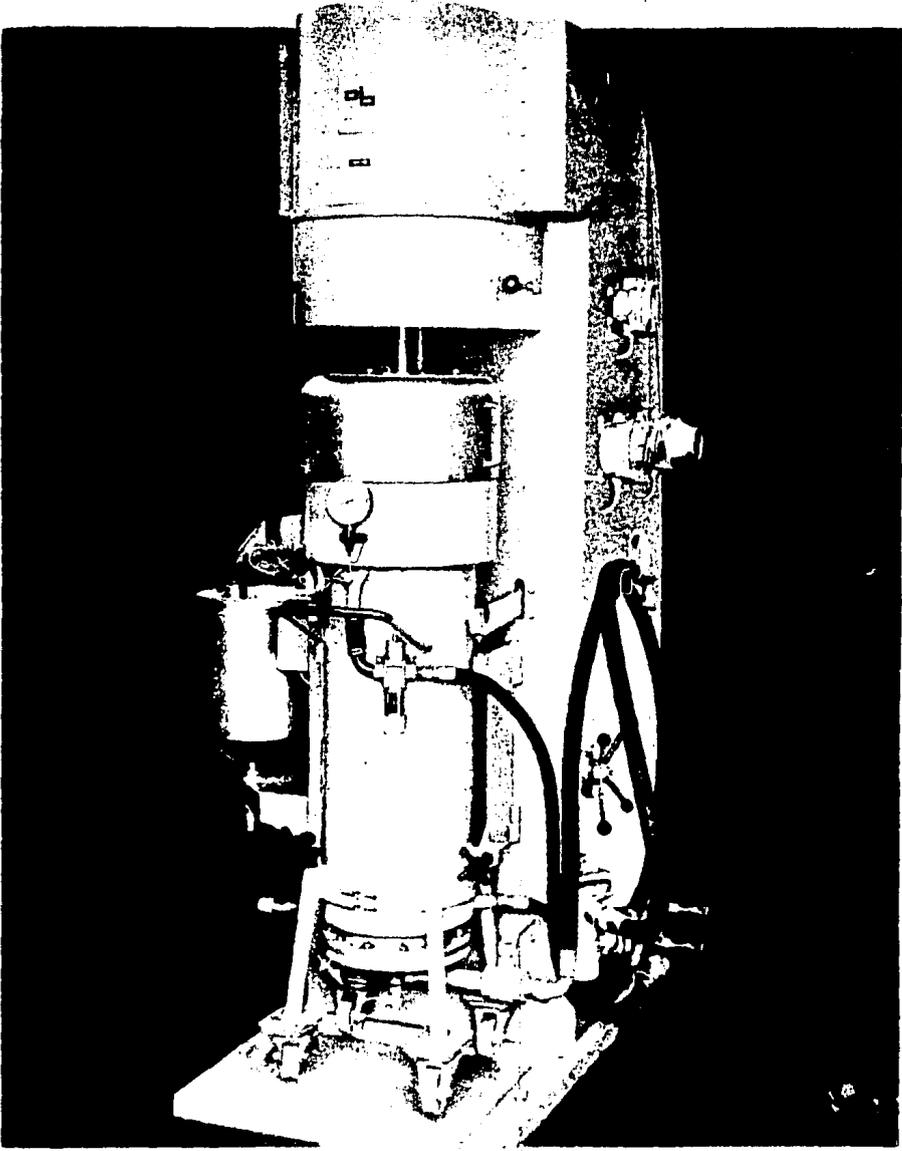
Debido a que en varias plantas los lotes de producción a fabricar son pequeños (de 400 a 1000 lts.). Es necesario el uso de tanques portátiles o estacionarios.

#### IV.- MOLINO DE ARENA

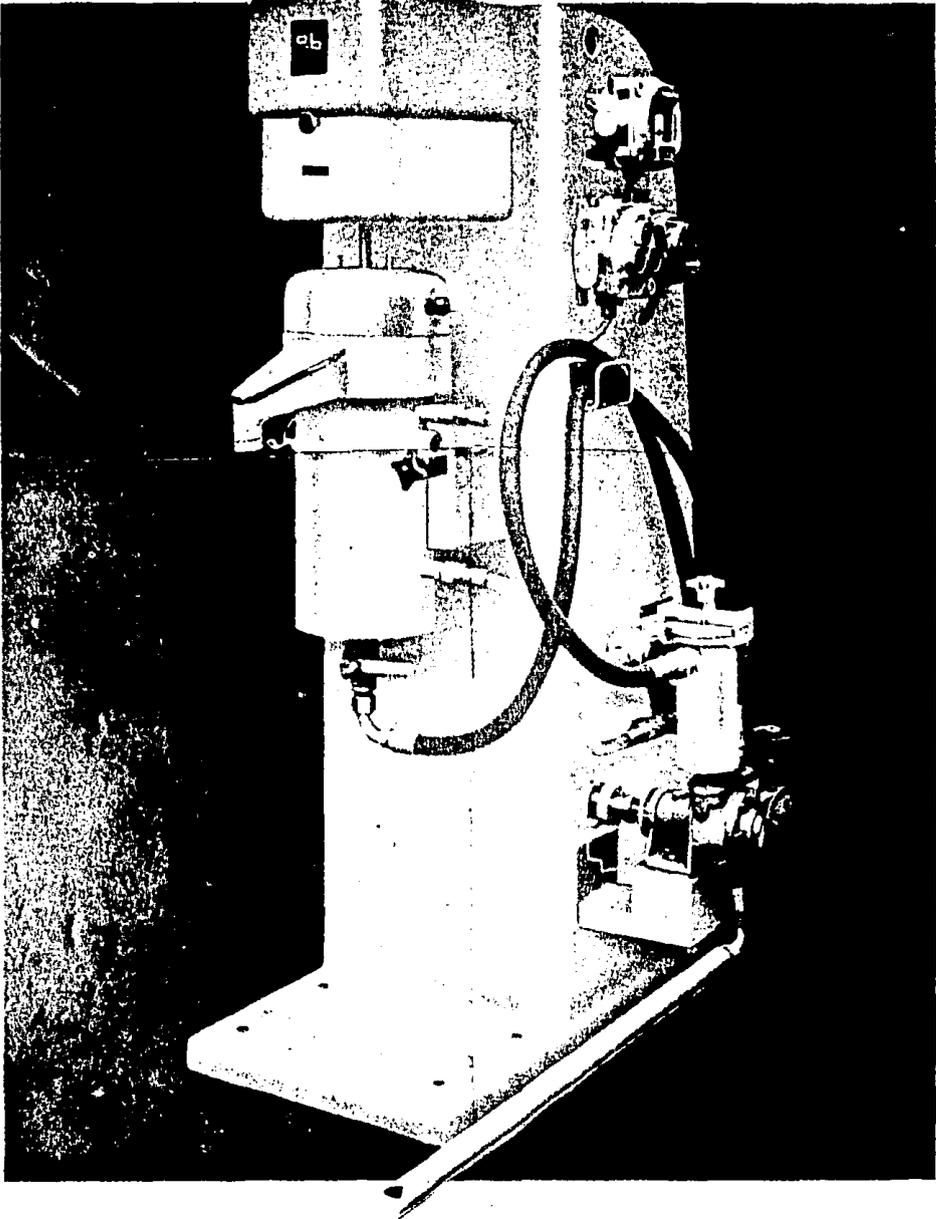
Un equipo muy importante utilizado para ayudar a la --mejor dispersión del pigmento (técnica de molienda) es el molino de arena.

Básicamente, el proceso de dispersión del pigmento en un molino en un molino de arena, consiste en el bombeo de una --mezcla homogénea de pigmento y vehículo alimentado en la parte inferior del molino y pasado a través de un depósito cilíndrico --lleno de arena que posee una serie de discos anulares los cuales están siendo sometidos a una agitación intensa.

Durante el paso ascendente a través de la zona de agitación de la arena la pasta o base es retenida y molida entre --



MÓLINO DE ARENA



MOLINO DE ARENA

las partículas de arena, lo que origina una acción de fuerza -- cortante que ayuda a la dispersión del pigmento dentro del vehículo resultante, descargándose el producto molido por la parte superior pasando previamente por una malla de retención.

Como la fuerza de fricción entre las partículas de -- arena es grande, se origina un incremento en la temperatura de la pasta. Para disminuir la temperatura, este molino está provisto de una chaqueta de enfriamiento, que en ocasiones es insuficiente, ya que algunas veces la temperatura que se alcanza en la pasta -- varía entre 70 y 90°C.

Es importante señalar que la temperatura de operación-- permisible para este molino, varía entre 45 y 65° C.

#### V.- MOLINO DE TRES RODILLOS.

Tal vez de los equipos utilizados en la fabricación de una pintura el molino de 3 rodillos constituye uno de los equi-- pos de más alto riesgo para el operador por su manejo.

Consta esencialmente, como su nombre lo indica de 3 ro-- dillos metálicos que giran adentro a diferentes velocidades y en sentidos contrarios así como de un sistema de enfriamiento inter

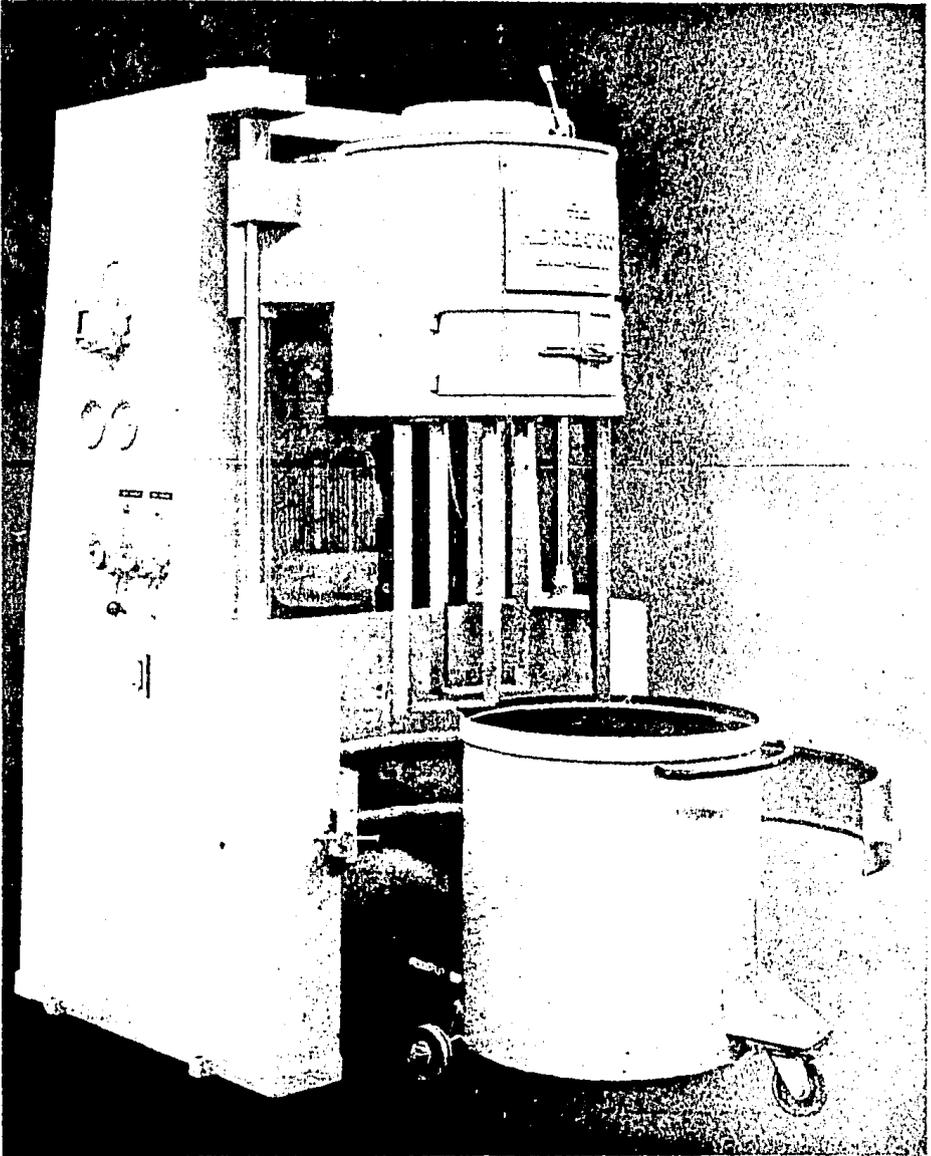
no y un par de manivelas para ajustar la presión de los rodillos.

De los tres rodillos, uno tiene como función ser el rodillo alimentador, el rodillo central origina efectos cortantes a la pasta y finalmente el 3o. como de descarga de la pasta ya molida.

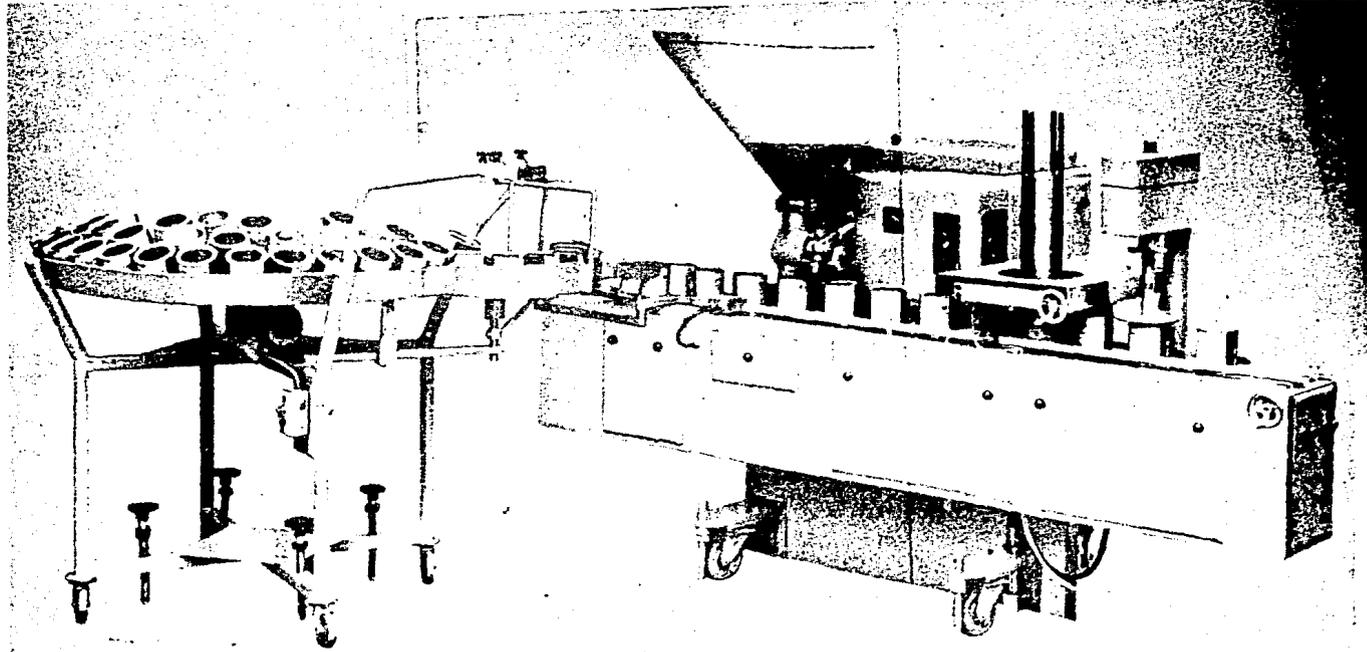
El rodillo alimentador deberá ajustarse a un poco menos de presión que la del rodillo de descarga para así mantener una dotación apropiada del producto entre el rodillo central y el de descarga. Si la presión de los rodillos es demasiada y la temperatura del agua muy fría, el producto se irá hacia el centro de la tolva de descarga, más rápido que hacia los lados de la misma. La presión alta en los rodillos causa que los extremos se sobrecalientes y se expandan.

El agua fría causa que la presión central de los rodillos se contraiga; esto permite que el producto pase a través del área central, sin que haya sido molido apropiadamente.

Cuando los rodillos mal ajustados quedan demasiado flojos y la temperatura del agua es muy alta, el producto bajará con más fluidez hacia los extremos de la tolva de descarga y más rápido que hacia el área central. El bajo suministro de agua cau-



MEZCLADORA



EQUIPO PARA ENVASADO

sa que el centro de los rodillos se expanda y por efectos de la fricción la temperatura aumente fuera de los límites de operación.

#### VI.- OTROS EQUIPOS.

Hay otra serie de equipos, tanto en el laboratorio, como en la planta; tales como: Centrífugas, Compresoras, Estufas, Ventiladores, etc. que producen su ruido característico.

La falta de mantenimiento en engranes, poleas, motores, etc. (su lubricación y ajuste) es causa de la gran emisión de ruido dentro de cualquier medio. Aunque hay equipos que por su propia estructura y uso ya son fuentes ruidosas.

En el capítulo 6 se muestra una tabla con mediciones hechas en el recinto laboral, equipo por equipo.

CAPITULO V

ANALISIS DEL RUIDO

CAPITULO V  
ANALISIS DEL RUIDO

INTRODUCCION

Si en el centro de un bosque profundo, a miles de kms. - de cualquier ser humano un árbol cayera al suelo ¿se produciría - un sonido? Con esta pregunta puede iniciarse una controversia: - "No, dice una persona" si no hay quien escuche, no hay sonido". - Pero quizá algún animal lo oiga" - dice otra . ¿había entonces -- sonido? "Seguro" , dice algún otro "el sonido no es precisamente lo que uno oye, el sonido es una cosa por si misma". Y así la - discusión sigue.

Esta discusión puede seguir eternamente sin resolverse - ¿porqué? porque los participantes están empleando dos definicio- nes diferentes de la palabra "sonido".

En tanto que una persona piensa en el sonido como algo- que se oye, la otra cree que es algo que existe por "si mismo" - no puede haber acuerdo. Los físicos generalmente consideran el - sonido como una forma de energía que existe sin importar si es o- no percibida y parten de ésto para investigar su naturaleza.

Aunque el sonido es muy importante en nuestras vidas, -  
muy pocas personas saben realmente lo que es.

En este capítulo veremos la naturaleza, producción, pro-  
pagación y comportamiento del sonido.

### NATURALEZA Y PROPAGACION

La naturaleza del sonido como fenómeno físico se vió --  
con más claridad después de un sencillo experimento que hizo en -  
1660 el inglés Robert Boyle, mediante un delgado hilo suspendió-  
"un buen reloj despertador en el interior de un recipiente de vi--  
drio del que extrajo el aire; esperamos el momento en que empeza-  
ría a sonar el timbre.... y nos satisfizo no oírlo. En seguida --  
dejamos entrar un poco de aire y poniendo mucha atención se empezó  
a oír el timbre.

Boyle había demostrado que el sonido requiere de un me-  
dio, de alguna sustancia a través de la cual puedan transmitirse  
sus vibraciones. No es necesario que el medio sea el aire, según  
ocurrió en el experimento de Boyle, pues el sonido se transmite  
con claridad en el agua y viaja excepcionalmente bien a través de  
los metales. Sin embargo por lo común oímos sonidos que transmite  
el aire que en movimiento o reposo es un elemento elástico en el

cual el sonido se propaga en forma ondulatoria, las moléculas - que componen el medio transmisor transmiten las vibraciones. Las cuales son recibidas, clasificadas y analizadas por el oído y - cerebro.

¿Porqué el ruido no se propaga en el vacío?

Pensemos por un momento en las vibraciones de un - - diapazón; al oscilar las ramas, golpean las moléculas de aire - y estas rebotan.

El resultado final, es que las moléculas del aire osci- lan y el movimiento se extiende de molécula a molécula a través- del medio. Las moléculas en el extremo lejano del recorrido pue- den golpear el tímpano de un observador, haciendo vibrar de modo que ésta persona perciba el sonido. Por supuesto, si no hay mo- léculas- si el espacio entre el diapazón y el oído se encuentra- vacío no puede transmitirse ninguna energía.

La energía sonora, por tanto, es energía mecánica trans- mitida como una onda mediante moléculas en vibración. Cuando una rama del diapazón se mueve a la derecha, se inicia una compresión que avanza en el mismo sentido. Cuando se mueve a la izquierda, una dilatación se forma a la derecha. Una vibración del diapa-

zón envía una compresión y una dilatación; en otras palabras, - una longitud de onda completa. La frecuencia de la onda es la - misma que la del diapazón o de la fuente sonora correspondiente.

Las vibraciones de un diapazón del tímpano no consti- tuyen una onda; podrán tener movimiento armónico simple, pero - no movimiento ondulatorio. Por esto su energía no será sonora.- La energía sonora es la que pasa de molécula a molécula como com presiones y dilataciones que avanzan a través del material. En- los gases y líquidos la onda es solo longitudinal.

Como podemos apreciar, cuando las partículas de un me- dio material vibran, con respecto a su posición de equilibrio, - se produce un movimiento ondulatorio desplazándose una onda de - energía. El medio, sin embargo, no sufre desplazamiento alguno.

Las ondas se pueden clasificar en dos tipos: Longitu- dinales y Transversales. Una onda transversal es aquella en la - que la vibración de las partículas del medio es perpendicular a - la dirección de propagación de la onda de energía. Una onda lon- gitudinal es aquella en la que la vibración del medio es parale- la a la dirección de propagación de la onda.

En una onda uniforme podemos distinguir las siguientes características: Longitud de onda ( $\lambda$ ) que es la distancia de cualquier punto de la onda al punto siguiente que le corresponde exactamente en el mismo tren de ondas, como puede verse en la figura (5-1).

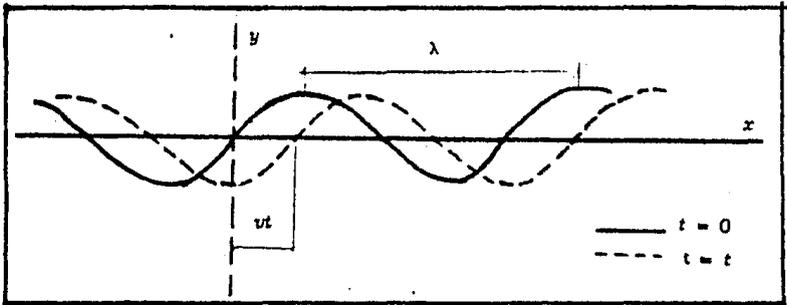


Fig.5-1 Para  $t = 0$ , la cuerda tiene una forma  $y = v_m \sin 2\pi x/\lambda$  (línea llena). Para un cierto tiempo después  $t$ , la onda senoidal se ha movido hacia la derecha una distancia  $x = vt$ , y la cuerda tiene una forma dada por  $y = v_m \sin 2\pi(x - vt)/\lambda$

La amplitud de onda es la distancia que hay perpendicular entre el eje del desplazamiento de la onda y la máxima elongación o cresta.

La frecuencia es el número de ondas completas que pasan por un punto dado en la unidad de tiempo, y es también igual al número de vibraciones completas de una partícula en la onda, por unidad de tiempo, el período es el tiempo que tarda en pasar una onda completa por un punto determinado, o el tiempo que emplea una partícula en completar una vibración, o sea el inverso de la frecuencia.

- PROPAGACION Y VELOCIDAD DE LAS ONDAS LINGITUDINALES.

Las ondas sonoras, si no son obstruidas se propagan en todas direcciones a partir de una fuente sonora. Sin embargo, es más sencillo estudiar la propagación en una sola dimensión - que en 3 dimensiones, de manera que consideremos primero la transmisión de ondas longitudinales en un tubo.

En la figura 5-2 muestra un émbolo colocado en un extremo de un tubo largo lleno de un medio comprensible. Las líneas-verticales dividen el medio comprensible (fluido) en "tajadas"--delgadas, cada una de las cuales contiene la misma masa de fluído. En los sitios en donde las líneas están relativamente próximas, la presión y la densidad del fluido son mayores que en la -región normal no alterada del mismo, y recíprocamente. Consideraremos al fluido como un medio continuo y de momento no tomare-mos en cuenta el hecho de que está constituido por moléculas que se encuentran en continuo movimiento.

Si empujamos el émbolo de la figura 5-2 hacia adelante el fluido que tiene enfrente es comprimido, aumentando la presión y la densidad del mismo a valores mayores que los que tiene en -

las condiciones normales no perturbadas. El fluido comprimido - se mueve hacia adelante, comprimiendo las capas de fluido inme-- diatas a él y avanza un impulso de compresión a lo largo del -- tubo. Si despues sacamos el émbolo, el fluido frente a él se -- dilata, su presión y velocidad se reducen a valores inferiores - a sus valores no perturbados; avanza por el tubo un impulso de - rarefacción. Estos impulsos son similares a los impulsos trans-- versales que avanzan por una cuerda, con la diferencia de que -- los elementos oscilantes del fluido se desplacen en la misma di-- rección de propagación (longitudinal) y no perpendicularmente a ella (transversal).

Si el émbolo oscila en un sentido y en otro, avanzará a lo largo del tubo un tren continuo de compresiones y rarefrac-- ciones (fig. 5-3) lo mismo que para las ondas transversales en - una cuerda, aplicando las leyes de Newton del movimiento, debe-- mos estar en posibilidad, de expresar la velocidad de propaga--- ción de ésta onda longitudinal en función de una propiedad elás-- tica y de una propiedad inercia del medio. Así lo haremos aho-- ra.

FIG. 5-2 Ondas sonoras generadas en un tubo por un émbolo que oscila. Las líneas verticales dividen el medio compresible en el tubo en capas de igual masa

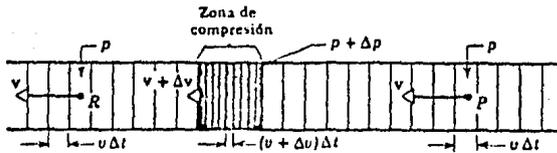
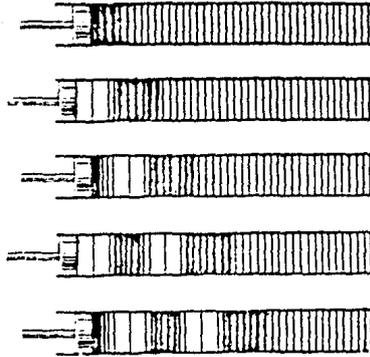


FIG 5-3 Un impulso de compresión avanza por un tubo lleno de gas. En un marco de referencia en el cual el gas no perturbado se encuentra en reposo, el impulso se mueve de izquierda a derecha con una velocidad  $v$ . Pero nosotros veremos al impulso desde un marco de referencia en el cual el impulso está fijo; en este marco, el gas exterior al impulso fluye a través del mismo de derecha a izquierda con la velocidad  $v$ , según se muestra. Nótese que  $\Delta v$  es negativa

TABLA 5-4 VELOCIDAD DEL SONIDO

Medio	Temperatura, °C	Velocidad	
		Metros/seg	Pie/seg
Aire	0	331.3	1 087
Hidrógeno	0	1 286	4 220
Oxígeno	0	317.2	1 041
Agua	15	1 450	4 760
Plomo	20	1 230	4 030
Aluminio	20	5 100	16 700
Cobre	20	3 560	11 700
Hierro	20	5 130	16 800
Valores extremos			
Granito		6 000	19 700
Goma vulcanizada	0	54	177

Por el momento supongamos que el tubo es muy largo, de manera que podamos despreocuparnos de reflexiones en el otro extremo. Consideramos no una onda completa sino un sólo impulso - (de compresión) que podríamos generar dando al émbolo un golpe corto y rápido hacia adentro.

La figura 5-3 muestra ese impulso (marcado "Zona de compresión"), que avanza con una velocidad  $v$  a lo largo del tubo de izquierda a derecha. Para simplificar, suponemos que este impulso tiene límites perfectamente definidos, tanto en su cara frontal como en la posterior, y que contiene un fluido de presión y velocidad uniforme. Cuando analizamos el movimiento de un impulso transversal en una cuerda, encontramos conveniente escoger un sistema de referencia, en el cual el impulso permanecerá estacionario; también aquí haremos lo mismo. Entonces, en la figura 5-3, la zona de compresión permanece estacionario en nuestro marco de referencia, en tanto que el fluido se mueve pasando por él, de derecha a izquierda, con la velocidad  $v$ , como se muestra en la figura.

Sigamos el movimiento del elemento del fluido contenido entre las líneas verticales en P de fig. 5-3. Este elemento avanza con una velocidad  $v$  hasta que choca con la zona de com-

presión. Al ir entrando en ésta zona encuentra una diferencia de presión  $\Delta p$  entre sus caras frontal y posterior. El elemento es comprimido y desacelerado moviéndose con una velocidad inferior.  $v + \Delta v$  dentro de la Zona siendo negativa la cantidad  $\Delta v$ . -- En un momento dado, el elemento sale de la cara izquierda de la zona y se dilata hasta adquirir su volumen original y la presión diferencial  $\Delta p$  interviene acelerándolo a su velocidad original  $v$ . La figura muestra al elemento en el punto R, después de pasar por la zona de compresión y moviéndose nuevamente con la velocidad  $v$ , como iba en P.

Apliquemos las leyes de Newton al elemento del fluido al ir entrando en la zona de compresión. La fuerza resultante que obra durante la entrada apunta hacia la derecha en la fig. 5-3 y su magnitud es:

$$F = (p + \Delta p)A - pA = \Delta p A$$

Siendo  $A$  la sección transversal del tubo, La longitud del elemento, fuera de la zona de compresión (digamos, en  $p$ ) es  $v \Delta t$  siendo  $\Delta t$  el tiempo requerido para el elemento pase por un punto cualquiera. Así pues, el volumen del elemento es  $v A \Delta t$  y su masa es  $\rho_0 v A \Delta t$ , siendo  $\rho_0$  la densidad del fluído fuera de

la zona de compresión.

La desaceleración  $a$  que experimenta el elemento al entrar a la zona es  $-\Delta v/\Delta t$ ; como  $\Delta v$  es negativa por definición,  $a$  es positiva, lo que significa que, lo mismo que la fuerza  $\Delta pA$  en la Fig. 5-3, apunta hacia la derecha.

Así pues, la segunda ley de Newton;

$$F = ma$$

da

$$\Delta pA = (\rho_0 v A \Delta t) \frac{-\Delta v}{\Delta t},$$

que podemos escribir así:

$$\rho_0 v^2 = \frac{-\Delta p}{\Delta v/v}.$$

Entonces el fluido que ocuparía un volumen  $V = Av \Delta t$  en P ha sufrido una compresión  $A(\Delta v)\Delta t = \Delta V$  al entrar a la zona de compresión.

Por consiguiente;

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{A \Delta v \Delta t}{Av \Delta t} = \frac{\Delta v}{v}$$

y Obtendremos

$$\rho v^2 = \frac{-\Delta p}{\Delta V/V}$$

La relación del campo de presión sobre un cuerpo,  $\Delta p$ , con respecto al cambio de volumen por unidad de volumen resultante,  $-\Delta V/V$ , se llama *módulo de elasticidad de volumen*  $B$  del --- cuerpo. Esto es,

$$B = -V \Delta p / \Delta V$$

$B$  es positiva por que un aumento de presión produce una disminución de volumen. En función de  $B$ , la velocidad del impulso longitudinal en el medio de la fig. 5-3 es:

$$v = \sqrt{B/\rho_0} \quad (1)$$

Un análisis más amplio que el anterior muestra que la ecuación (1) se aplica no sólo a impulsos rectangulares del tipo representado en la fig. 5-3 sino también a impulsos de una forma cualquiera y a través de ondas extensas. Notese que la velocidad de la onda queda determinada por las propiedades del medio en que se propaga y que interviene una propiedad elástica  $B$  y una propiedad inercial  $\rho_0$ .

La tabla (5-4) da la velocidad de ondas longitudinales (sonoras) en diversos medios.

Si el medio es un gas, tal como el aire, es posible expresar a  $B$  en función de la presión  $P_0$  del gas no perturbado.

Para una onda sonora en un gas obtendremos:

$$v = \sqrt{\gamma P_0 / \rho_0}$$

Siendo  $\gamma$  una cte llamada: la relación de los calores específicos del gas de que se trate.

$$\gamma = \frac{\text{calor específico del gas a presión cte}}{\text{calor específico del gas a vol cte.}} = \frac{C_p}{C_v}$$

Tipo de gas	Gas	$C_p$ , cal/mol K°	$C_v$ , cal/mol K°	$C_p - C_v$	$\gamma = C_p/C_v$
Monoatómico	He	4.97	2.98	1.99	1.67
	Ar	4.97	2.98	1.99	1.67
Diatómico	H <sub>2</sub>	6.87	4.88	1.99	1.41
	O <sub>2</sub>	7.03	5.03	2.00	1.40
	N <sub>2</sub>	6.95	4.96	1.99	1.40
	Cl <sub>2</sub>	8.29	6.15	2.14	1.35
Poliatómico	CO <sub>2</sub>	8.83	6.80	2.03	1.30
	SO <sub>2</sub>	9.65	7.50	2.15	1.29
	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	12.35	10.30	2.05	1.20
	NH <sub>3</sub>	8.80	6.65	2.15	1.31

Entonces, la velocidad del sonido depende de la elasticidad y densidad del medio

$$\text{En líquidos: } v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} = \sqrt{\frac{\text{módulo de compresibilidad}}{\text{densidad del líquido}}}$$

$$\text{En sólidos: } v = \sqrt{\frac{Y}{\rho}} = \sqrt{\frac{\text{módulo de Young}}{\text{densidad del sólido}}}$$

$$\text{En gases: } v = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}} = \sqrt{\frac{\gamma \times \text{presión del gas}}{\text{densidad del gas}}}$$

Tabla (5-4)

Medio	Temperatura		Velocidad	
	°C	m/seg	Pie/seg.	
Aire	0	331.3	1087	
hidrógeno	0	1286	4220	
oxígeno	0	317.2	1041	
agua	15	1450	4760	
plomo	20	1230	4030	
aluminio	20	5100	16700	
cobre	20	3560	11700	
hierro	20	5130	16800	
Valores extremos				
Granito		6000	19700	
Goma vulcanizada	0	54	177	

## Reflexión del sonido

La reflexión de las ondas sonoras se puede demostrar de varias maneras, en la fig. (5-5). Se muestra un dispositivo

en el cual un silbato de Galtón, que produce una nota de tono - muy elevado, actúa como fuente de sonido y una llamada sensitiva como receptor. Una pantalla sólida en medio de las dos, forma - una "sombra de sonido", de modo que sólo las ondas reflejadas en la pared de la habitación pueden llegar a la llama.

Cuando el silbato, accionado con aire comprimido, suena de modo continuo, la llama permanecerá inestable. Si bajo éstas condiciones, el experimentador camina junto a la pared, siguiendo la trayectoria del sonido, la llama seguirá siendo inestable cuando intercepte el haz de ondas en B ó D.

La regla básica de la reflexión del sonido es la misma que la de la luz:

El ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia.

Las sombras de sonido como las que se muestran en éste experimento, son características sólo de las notas de tonos altos, y demuestran que las ondas cortas tienden a propagarse en línea recta. Sin embargo, los sonidos de tono bajo, de las ondas más largas, tienden a curvarse alrededor de las esquinas. -- Este último efecto, se conoce como difracción.

### Difracción - del sonido

La difracción es el giro de las ondas alrededor de un borde y se demuestra fácilmente. Si se arroja una pelota a una persona, debe lanzarse en su dirección no hay aquí rodeos. Sin embargo, si se le quiere lanzar una energía sonora, se puede incluso volverle la espalda y él la escuchará. No se debe éste -- hecho sólo a que el sonido rebote en la pared pues la experiencia se puede realizar al aire libre.

### Refracción - del sonido.

La desviación de las ondas sonoras en las capas de aire a diferentes temperaturas se llama refracción. El fenómeno -- que se puede observar de varias maneras, se debe a la mayor velocidad del sonido en el aire caliente que en el frío, así pues -- cuando las ondas pasan del aire frío al caliente, se aceleran. -- Al entrar con una cierta inclinación en una capa caliente, la -- parte superior de cada onda es la primera en acelerarse; todas -- las ondas se doblan y toman una nueva dirección.

Tanto el ángulo de las ondas como la diferencia de temperatura determinan el grado de la refracción.

Un buen ejemplo es la observación frecuentemente hecha al pasear en lancha por un lago ó un río y escucha de noche la música de un radio muy distante, pero no de día, la razón se muestra en la fig. 5-6, a velocidad más alta de las ondas sonoras en el aire caliente hace que dichas ondas sonoras, sean refractadas hacia abajo en la noche y hacia arriba en el día.

#### INTERFERENCIA

Al tocar un diapazón se oye un tono sostenido, siempre y cuando el instrumento y quien lo oye permanezcan en el mismo lugar. Pero si se da vuelta al diapazón o si el que escucha camina por el salón, sube y baja el volumen de su sonido. Esta variación puede presentarse cada vez que se encuentren dos o más series de ondas:

Se debe a la interferencia, causada en este caso por la interacción de las ondas de las dos puntas del diapazón.

Las ondas sonoras están formadas por zonas alternadas de alta y baja presión llamadas compresiones y rarefacciones. Cuando se mezclan ondas de diferentes fuentes, compresiones con compresiones y rarefacciones; con rarefacciones, hay reforzamiento

to y el sonido aumenta. Pero cuando las compresiones de una serie coinciden con las rarefacciones de otras el sonido disminuye o se anula cuando las ondas tienen la misma frecuencia e intensidad. Los puntos "muertos" de ciertos auditorios se deben en parte a la interferencia, quienes estén en tales sitios oirán, puesto que las ondas les llegarán de diferentes direcciones pero la interferencia disminuirá el volumen del sonido.

Así pues, concluyendo: si dos frentes de ondas de igual longitud y amplitud de onda de una fuente puntual se superponen se produce una interferencia entre ellas, anulándose en aquellos puntos que se encuentren en oposición de fase y reforzándose en los que tengan la misma fase.

#### INTENSIDAD DEL SONIDO

Hay 3 características fundamentales de todos los sonidos.

OBJETIVA		SUBJETIVA
INTENSIDAD	←————→	SONORIDAD
FRECUENCIA	←————→	TONO
FORMA DE LA ONDA	←————→	TIMBRE

La intensidad del sonido está caracterizada por la sonoridad y se mide, científicamente, por la cantidad de energía

de un volumen dado del espacio en que se propaga el sonido. En otras palabras, las ondas sonoras constituyen un flujo de energía a través de la materia. Esto se puede demostrar por un experimento dispuesto como se indica en la fig. (5.7) Se coloca un diapazón vibrante cerca de una apertura de un resonador de Helmholtz y junto a la otra se pone una rueda de aspas muy ligera. Las pulsaciones del aire desde las ramas vibrantes del diapazón se propagan a través del resonador, saliendo reforzadas por la otra abertura y golpeando las aspas de la rueda. Cuando se quita el diapazón, la rueda deja de girar. La sonoridad es una medida subjetiva de la potencia del sonido y, por lo tanto, es una longitud sensorial. Por otra parte la intensidad es una medida objetiva de la potencia liberada del sonido.

Un método para especificar la intensidad del sonido es establecer la cantidad de energía que fluye a través de una unidad de superficie por segundo. Puesto que el grado de flujo de energía en los sonidos más comunes es extremadamente pequeño, la unidad ordinaria de potencia, el watt, es demasiado grande para ser práctica. Por consiguiente se usa una unidad un millón de veces más pequeña, el microwatt°. Un microwatt es equivalente a  $10^{-6}$  watt. La intensidad del sonido se define como la potencia -

que fluye a través de la unidad de superficie, tomada normal a la dirección de las ondas (perpendicular). Un microwatt es equivalente a  $10^{-6}$  julios/seg ó a 10 ergios/seg.

Un método corriente para especificar la intensidad es comparar la potencia de un sonido dado por la potencia de otro. Cuando la potencia de un sonido es 10 veces mayor que la del otro, se dice que la relación de intensidades es un bel. Se llama bel en honor de Alexander Graham Bell, el inventor del teléfono eléctrico. De acuerdo con esta definición, la escala de las intensidades en bels es una escala logarítmica de la potencia.

$$\text{Bel} = \log_{10} \frac{I}{I_0}$$

Donde  $I$  es la intensidad, o potencia de un sonido y  $I_0$  la del otro.

La siguiente tabla aclarará esta ecuación.

TABLA 5-8  
Intensidad del sonido.

Escala en Bels	
Potencia relativa $I/I_0$	Intensidad Relativa Bels
1	0
10	1
100	2
1000	3
10000	4

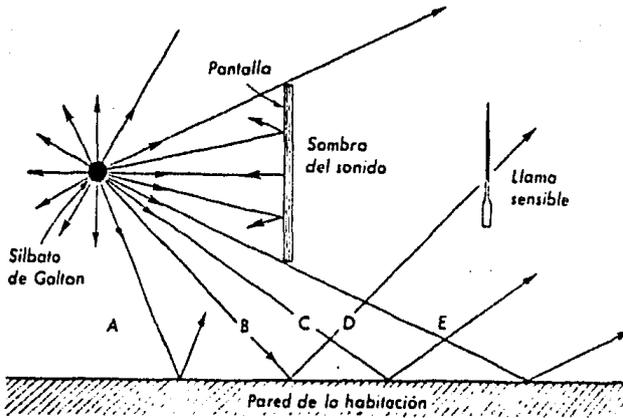


Fig. 5-5 Experimento que demuestra la reflexión de las ondas sonoras en la pared de una habitación.

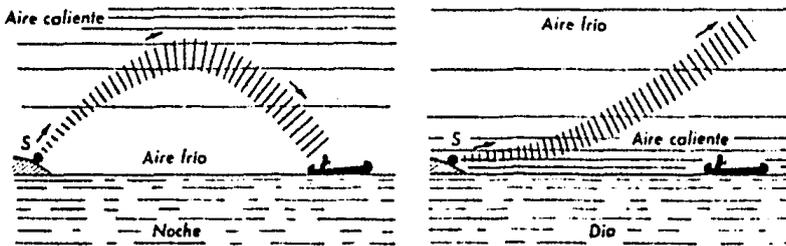


Fig. 5-6. La velocidad más alta de las ondas sonoras en el aire caliente hace que dichas ondas sonoras sean refractadas hacia abajo en la noche y hacia arriba en el día

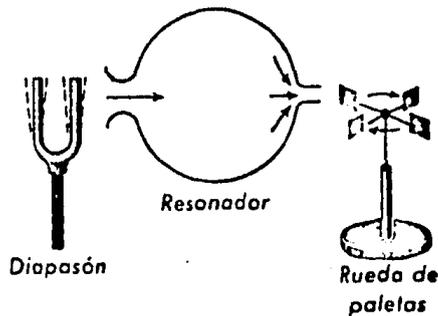


Fig. 5-7 Se puede poner en rotación una rueda de paletas por medio de las ondas sonoras de un diapasón, demostrando que las ondas sonoras tienen energía.

Los números de la derecha son los logaritmos de los de la izquierda. De acuerdo con estas cifras, un sonido con potencia 1 000 veces mayor que otro es 3 Bels más sonoro.

Debido a que el Bel representa una gran diferencia de intensidad, una unidad más pequeña, el decibel ha sido introducida y es usada por los ingenieros de teléfono y de radio, así como los médicos. (otorrinolaringólogos). De acuerdo con esta pequeña unidad, el Bel se divide en 10 partes iguales por la siguiente ecuación.

$$dB = 10 \log_{10} \frac{I}{I_0}$$

La siguiente tabla presenta los valores específicos obtenidos de esta ecuación.

TABLA: 5-9

INTENSIDAD DEL SONIDO  
ESCALA EN DECIBELES.

POTENCIA RELATIVA	INTENSIDAD RELATIVA
$I/I_0$	dB
1,00	0
1,26	1
1.58	2
2.00	3
2.51	4
3.16	5
3.98	6
5.01	7
6.31	8
7.94	9
10.00	10

TABLA 5-8. INTENSIDAD DEL SONIDO.  
ESCALA EN BELS.

Potencia relativa $I/I_0$	Intensidad relativa Bels
1	0
10	1
100	2
1 000	3
10 000	4

TABLA 5-9 INTENSIDAD DEL SONIDO.  
ESCALA EN DECIBELS.

Potencia relativa $I/I_0$	Intensidad relativa dB
1.00	0
1.26	1
1.58	2
2.00	3
2.51	4
3.16	5
3.98	6
5.01	7
6.31	8
7.94	9
10.00	10

TABLA 5-10 NIVELES COMUNES DEL SONIDO

	Intensidad en microwatts/cm <sup>2</sup>	Nivel de sonido en Bels	Nivel de sonido en decibels
Umbral de audibilidad . . . .	$10^{-10}$	0	0
Murmullo de las hojas . . . .	$10^{-8}$	2	20
Conversación (a 1 metro) . . . .	$10^{-6}$	4	40
Ruido en una oficina o tienda . . . .	$10^{-4}$	6	60
Tren subterráneo . . . . .	1	10	100
Limite superior de la sensación	100	12	120

Cada una de las relaciones de potencia de la columna de la izquierda es 26% mayor que el valor precedente. Debido a que tal cambio es todavía detectable por el oído humano, se considera al decibel como una medida práctica.

En la tabla 5-10 a continuación, se comparan los sonidos producidos por las fuentes comunes en diferentes unidades.

#### NIVELES COMUNES DEL SONIDO

	Intensidad en Microwatts/cm <sup>2</sup>	Nivel de Sonido en Bels	Nivel de Sonido Decibeles
Umbral de audibilidad	10 <sup>-10</sup>	0	0
Murmullo de las hojas	10 <sup>-8</sup>	2	20
Conversación (a 1 metro)	10 <sup>-6</sup>	4	40
Ruido en una oficina	10 <sup>-4</sup>	6	60
Tren subterráneo	1	10	100
Límite superior de la <u>sen</u> sación	100	12	120

En la Figura 5-11 se muestra un audiograma para el oído humano. La curva inferior da los sonidos más débiles que se pueden escuchar y la curva superior los sonidos más fuertes que son audibles sin dolor. Se notará que el oído es más sensible a-

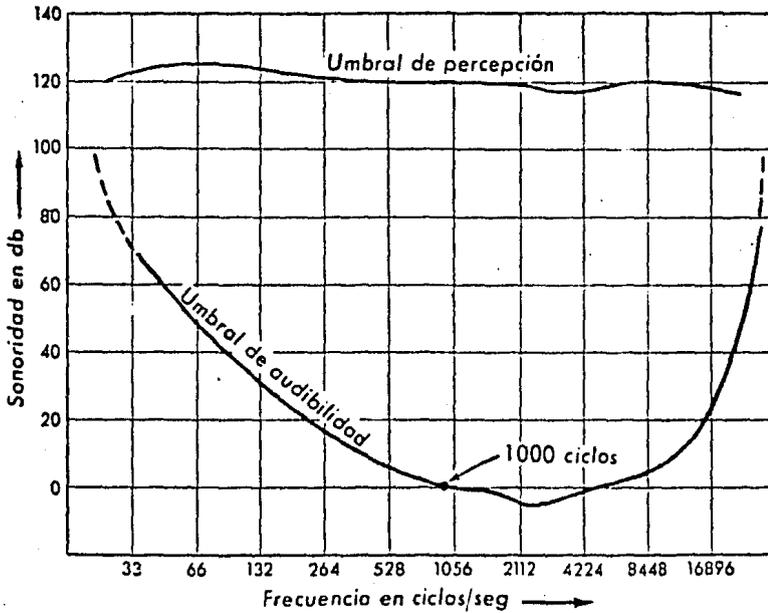


Fig. 5-11 Audiograma medio del ser humano, que indica el umbral de audibilidad para diferentes frecuencias del sonido.

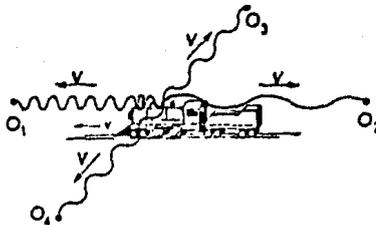


Fig. 5-12 El efecto Doppler. El tono del silbato de un tren en movimiento rápido, suena más alto para un observador situado delante del tren, más bajo para un observador detrás y normal para los observadores a los lados.

las frecuencias entre 2000 y 4000 ciclos y que la sensibilidad disminuye rápidamente para frecuencias mayores y menores.

Como una cuestión práctica, los expertos han adoptado como el nivel cero de la intensidad del sonido  $I_0 = 10^{-10}$  microwatts/cm<sup>2</sup> a la frecuencia de 1000 ciclos. Este es el límite inferior de audibilidad del oído humano medio para una nota de 1000 ciclos.

Para ver cómo afecta la intensidad a los límites de frecuencia para la audibilidad consideremos la línea horizontal a 20 db. En este nivel de intensidad, con un flujo de energía 100 veces mayor que el necesario para escuchar la nota más débil de 1000 ciclos, las frecuencias inferiores a 200 y superiores a 15 000 ciclos no se pueden oír, a 40 decibeles, con un flujo de energía 10000 veces mayor que el umbral de audibilidad a 1000 ciclos, la menor frecuencia que se puede escuchar es de unos 1000 ciclos/seg., mientras que el límite superior puede llegar hasta 20000 ciclos/seg.

La amplitud de las ondas sonoras en el umbral de la audibilidad a 1000 ciclos fué determinada y se encontró que es de  $1 \times 10^{-8}$  cm. Este valor es, aproximadamente, el diámetro del átomo del hidrógeno y dá una idea de la enorme sensibilidad del oído.

humano. Cuando llega un sonido tan intenso que produce dolor en los oídos, la amplitud es del orden de uno o dos milímetros.

#### EFECTO DOPPLER.

Casi todos alguna vez, quizá sin darnos cuenta, hemos observado el efecto Doppler. El sonido del claxón de un automóvil que pasa a alta velocidad por la carretera muestra este fenómeno. El tono de la bocina al alejarse del automóvil disminuye hasta dos notas completas de la escala musical. Una observación similar se puede hacer al escuchar el ruido intenso del motor de un auto de carreras que se aproxima y se aleja de un observador en la pista. Parece como si el motor retardara su marcha mientras va pasando.

Este cambio de tono se debe a los movimientos relativos de la fuente del sonido y del observador.

Para ver cómo esto produce el efecto, consideraremos el siguiente ejemplo. Cuando suena el silbato de un tren parado, envía ondas que se propagan a la misma velocidad en todas direcciones. Todos los observadores fijos, sin importar la dirección en que estén localizados, escucharán el verdadero tono del silbato, -

puesto que llegan al oído tantas ondas por segundo como salen del silbato. Si por otra parte, en tren se mueve como se muestra en la fig. 5-12 el sonido se desplaza alejándose de las ondas que se separan hacia atrás y acercándose las ondas que avanzan hacia adelante.

El resultado de esto, es que las ondas detrás del tren están considerablemente alargadas, mientras que las del frente están apiñadas juntas. Con cada nueva onda enviada por la fuente, el tren está más lejos de la onda precedente enviada para atrás -- y más cerca de la enviada para adelante. Puesto que la velocidad del sonido es la misma en todas las direcciones, un observador colocado en  $O_1$  escucha, por lo tanto más ondas por segundo y un observador en  $O_2$  oye menos.

Para el observador en  $O_3$  ó en  $O_4$  en ángulo recto y cierta distancia de la fuente que se mueve, el tono permanece invariable. Para estas posiciones laterales la fuente ni se aproxima ni se aleja del observador, así que, aproximadamente, se reciben el mismo número de ondas por segundo que salen de la fuente.

Las relaciones generales del efecto Doppler están dadas

Por la ecuación siguiente:

$$\frac{n_o}{v - v_o} = \frac{n_s}{v - v_s}$$

donde:

$n_s$  = Frecuencia de la fuente

$n_o$  = Frecuencia escuchada por el observador

$v$  = Velocidad del sonido

$v_o$  = Velocidad del observador

$v_s$  = Velocidad de la fuente

La dirección de la velocidad del sonido  $v$  hacia el observador se positiva, y su sentido se toma positivo para todas las velocidades. Cada velocidad  $v_o$  ó  $v_s$  es positiva si está dirigida a lo largo de la dirección positiva y negativa si está en sentido opuesto.

Caso 1.- Si la fuente y el observador se aproxima uno al otro,  $v_s$  es + y  $v_o$  es (-)

Caso 2.- Si la fuente y el observador se mueven en el mismo sentido,  $v_s$  y  $v_o$  son ambas positivas.

Caso 3.- El observador está en reposo y la fuente se aproxima a una velocidad  $v_s = 2v$  Aquí  $v_o = 0$  y  $v_s$  es (+). Este es un caso interesante, puesto que no es el valor negativo de

$n_s$ . El observador escucha el sonido invertido como se oiría en una grabadora pasando la cinta hacia atrás, y lo percibe después que la fuente lo ha rebasado.

**CAPITULO VI**

**RUIDO POR EQUIPO UTILIZADO**

## CAPITULO VI

## RUIDO POR EQUIPO UTILIZADO

La industria de las pinturas debido al proceso que implica y por consiguiente al uso de su equipo específico, no esta exenta al problema de la contaminación por ruido. En el capítulo 8 podemos apreciar una estadísticas comparativa con otras industrias; pudiendo observar que sin ser una industria de las más ruidosas, si es necesario considerar los niveles de ruido dentro de los que laboran sus trabajadores para hacer de esta área de las pinturas, una rama industrial segura y eficaz.

En este capítulo podremos conocer los resultados de la medición del sonido en varias área de la planta, consideradas las más elevadas en cuanto a nivel de ruido. Dicha medición se hizo con el fin de determinar el sonido al cual se encuentran sometidos tanto empleado como obrero de la misma.

El objetivo básico, es la prevención y protección de la percepción auditiva para evitar alteraciones posteriores como Hipoacusias, Otoesclerosis y fatiga auditivas que consecuentemente mermen la evolución física y moral del individuo afectado.

Los resultados de medición fueron los siguientes:

I.- DEPARTAMENTO DE PRODUCCION.

	dB
1.- MOLINO DE 3 RODILLOS # 3	70
2.- MOLINO DE 3 RODILLOS # 5	75
3.- MOLINO DE ARENA # 6	70
4.- MOLINO DISPERMIX	75
5.- AGITADORES COWLES .	75
6.- MOLINO DE BOLAS DE PORCELANA # 8	80
7.- CENTRIFUGA	70
8.- TANQUE DISPERSOR	85
9.- MOTOR DE BOMBA	80
10.- MOLINO DE BOLAS DE ACERO #1	92
11.- MOLINO KADY	88
12.- MOLINO DE BOLAS DE ACERO # 9	96
13.- MOLINO DE BOLAS DE PORCELANA # 10	91
14.- MOLINO DE BOLAS DE ACERO # 11	88
15.- COMPRESORA .	75
16.- SISTEMAS DE EXTRACCION (VENTILACION)	74

## II.- DEPARTAMENTO DE RESINA.

	dB
1.- REACTOR BATMIX UNIVERSAL # 1	82
2.- REACTOR BATMIX UNIVERSAL # 2	84
3.- REACTOR BATMIX UNIVERSAL # 3	87
4.- REACTOR BATMIX UNIVERSAL # 5	88
5.- CENTRIFUGA	70
6.- BOMBAS (MOTORES)	80

## III.- DEPARTAMENTO DE LABORATORIO.

	dB
1.- AGITADOR CENTRIFUGO KADY	78
2.- MOLINO DE ARENA LABORATORIO	75
3.- MEZCLADORAS CON SISTEMA DE AGITACION	64
4.- VENTILADORES.	74
5.- CABINA DE APLICACION EN FUNCIONAMIENTO	75
6.- ESTUFAS.	70

Se considera que estos son los departamentos más afectados por el ruido, ya que se presenta en forma continua a lo largo de la jornada de trabajo.

Otros departamentos como: oficinas, bodegas, comedor, etc., no están dentro de los límites riesgosos.

El promedio de los tres departamentos más sometidos -  
al ruido fue:

	dB
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION	80.25
DEPARTAMENTO DE RESINAS	81.80
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO	72.80

El promedio normal es entre 60 y 70 dBs. considerando-  
que una cantidad mayor puede afectar la percepción auditiva, se-  
hace necesario tomar medidas preventivas para mejorar la situación  
y evolución del trabajo dentro del ambiente en que se desarrolla  
durante su jornada diaria.

En el capítulo IX, del presente trabajo, se enumeran una serie  
de MEDIDAS PREVENTIVAS, para evitar al máximo las emisiones produci-  
das por el ruido y así el daño ocasionado al oído, por laborar en un  
ambiente fuera de los límites permitidos.

Los límites permitidos de ruido, están indicados en el REGLA-  
MENTO PARA LA PROTECCION DEL AMBIENTE CONTRA LA CONTAMINACION ORIGI-  
NADA POR LA EMISION DE RUIDO, publicado en el Diario Oficial del 6  
de Enero de 1982, ( Referido en el capítulo X del presente trabajo),  
y que en su Artículo 11 dice:

EL NIVEL DE EMISION DE RUIDO MAXIMO PERMISIBLE EN FUENTES FIJAS ES DE 68 dB DE LAS SEIS A LAS VEINTIDOS HORAS, Y DE 65 dB DE LAS VEINTIDOS A LAS SEIS HORAS. ESTOS NIVELES SE MEDIRAN EN FORMA CONTINUA O SEMICONTINUA EN LAS COLINDANCIAS DEL PREDIO, DURANTE UN LAPSO NO MENOR DE QUINCE MINUTOS, CONFORME A LAS NORMAS CORRESPONDIENTES.

Las Normas para medir los niveles de ruido, están dadas por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, y son las siguientes:

NOM-AA-40 "CLASIFICACION DE RUIDOS"

NOM-AA-43 "DETERMINACION DEL NIVEL SONORO EMITIDO POR FUENTES FIJAS"

NOM-AA-59 "SONOMETROS DE PRECISION"

NOM-AA-62 "DETERMINACION DE LOS NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL"

Por otro lado, la Oficina Internacional del Trabajo; organismo de la O.N.U. con sede en Ginebra, Suiza, en su libro: "Protección de los trabajadores contra el ruido y las vibraciones en los lugares de trabajo". (1977); nos señala en el capítulo 4, apartado 4,2,2; los siguientes límites para la emisión de ruido:

- a) un nivel de alarma de 85 dB;
- b) un nivel de peligro de 90 dB.

CRITERIOS PARA MEDIR LOS NIVELES DE RUIDO EN UNA FABRICA DE PINTURAS.

De acuerdo a los datos que se nos proporcionaron en la Oficina del Departamento de Previsión contra la contaminación por ruido, de la Subdirección de Ecología, dependiente de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE); las mediciones del nivel de ruido dentro de una planta de pinturas podrán hacerse de la forma siguiente:

INSTRUMENTOS: Para medir los niveles de ruido podemos usar:

- a) Un Sonómetro Básico
- b) Equipo periférico Intermedio; con registrador ó grabadora magnética.
- c) Equipo periférico Terminal; con registrador gráfico.
- d) Equipo Sofisticado; capaz de procesar y analizar datos, con computadora análoga de corriente directa.

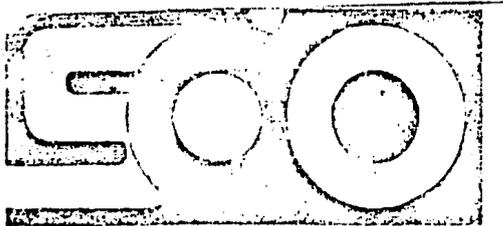
PROCEDIMIENTO: El procedimiento a seguir puede ser el siguiente:

- 1) Levantar un croquis de la fábrica, dividiéndola por áreas, según los recintos, donde se encuentren los equipos de fabricación y el personal laborando.
  - a) Area de Laboratorio
  - b) Area de Molinos
  - c) Area de Resinas

etc.

- 2) No hay una Norma precisa que nos indique las distancias exáctas para medir la emisión de ruido, de acuerdo al equipo de fabricación que se desea evaluar, dentro de una fábrica, yá que la intensidad de éste, está en función de las proporciones del recinto, el tipo de material con que están construidas las paredes y el techo etc.; debido a que puede haber mucho reflejo ó absorción del ruido. Por lo tanto, se debe colocar el micrófono del equipo de medición en el sitio donde se localiza el trabajador ó los trabajadores normalmente durante la jornada de trabajo, a una altura tal que represente el fenómeno a medir, teniendo en cuenta que nunca esté a una distancia menor de un metro del piso.- La membrana del micrófono debe colocarse en un plano tal que transduzca óptimamente la señal percibida.
- 3) Calibrar el Equipo de Medición antes y después de cada toma.
- 4) Dividir el Area a medir en el número de equipos ó fuentes emisoras como sea preciso y evaluarlas unitariamente.
- 5) Una vez medidos todos los equipos unitariamente, calcular el promedio aritmético del Area (promedio del Area).

- 6) Dar un informe de los resultados de la prueba con los siguientes puntos:
- a) Propósito de la prueba.
  - b) Croquis de las Areas medidas.
  - c) Equipo utilizado para la medición.
  - d) Nombres de las personas que hicieron la prueba.
  - e) Fechas.
  - f) Valores obtenidos.
  - g) En caso eventual, indicar las desviaciones respecto al procedimiento, señalando el criterio seguido, y la justificación teórica de la evaluación.



México, D.F., Junio 17 de 1975

CIA. MOBIL ATLAS, S.A.  
P R E S E N T E .

AT R: LIC. CARLOS MORALES

Con fecha 2 de Junio de 1975, se practicó una visita a su Planta con el objeto de medir el sonido al cual se encuentran sometidos tanto empleados como obreros de la misma.

El objeto básico, es la prevención y protección de su percepción auditiva, para evitar alteraciones posteriores como Hipoacusias, Otosclerosis, y Parálisis Auditivas que consecuentemente normen la evolución física y moral del individuo afectado.

La visita se procedio de la forma siguiente :

DEPARTAMENTO DE PRODUCCION DE PINTURAS:

Molino Número	1	92 DB.
Molino Número	4	88 DB.
Molino Número	9	96 DB.
Molino Número	10	91 DB.
Molino Número	11	88 DB.

DEPARTAMENTO DE RESINAS :

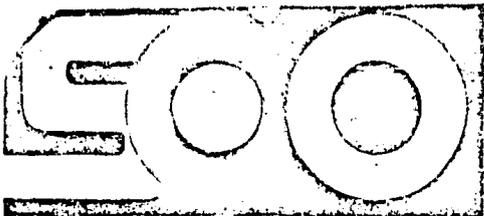
Reactor Número	1	82 DB.
Reactor Número	2	84 DB.
Reactor Número	3	87 DB.
Reactor Número	5	88 DB.

DEPARTAMENTO DE LABORATORIO

Kady	78 DB.
Molino de Arona	75 DB.
Mezcladores con sistema de Agitación	64 DB.

SERVICIOS DE ODONTOLOGIA Y OTOMETRIA, S.A.  
Av. Campeche 315 Bis. 1er. Piso Tel: 555-55-33  
COL. CONDOSA México D., D.F.





Ventilador

74 DB.

La cantidad colocada al extremo derecho corresponde al número en decibelios del sonido originado por cada aparato.

El decibelio es una unidad proporcional que expresa el logaritmo de la excitación sonora o sea la diferencia entre dos sonidos cuyas intensidades son en relación de 10 a 1, por lo tanto es una unidad de sensación acústica.

El resultado obtenido de la visita a su planta es el siguiente:

Producción	Promedio	91 DB.
Resinas	Promedio	85 DB.
Laboratorio	Promedio	72 DB.

El promedio normal es entre 60 y 70 DB., considerando que una cantidad mayor puede afectar la percepción auditiva, presentando posteriormente hipoacusia, otosclerosis y pérdida en la recuperación.

Toda excitación continuada trae como consecuencia una disminución de la respuesta nerviosa.

Un promedio de la fatiga auditiva tomada de todas las frecuencias es entre los 25 a 30 DB. por lo tanto, tomando en consideración el promedio logrado del estudio en su planta, es recomendable practicar a cada uno de sus obreros un estudio audiométrico completo notificando a Usted el resultado del mismo.

Respecto a los decibelios promediados en el departamento de producción y resinas, es indispensable proteger a estos obreros con moldes especiales que amortiguen la intensidad del sonido.

Estos moldes reducan hasta 35 DB. de la excitación sonora. El examen Audiométrico completo tiene un valor de \$100.00 (CIENTOS PESOS, 00/100 M.N.), y el par de moldes Oícos \$125.00 (CIENTO VEINTICINCO PESOS, 00/100 M.N.).

En espera de su amable contestación, como sus attos. y Ss.Ss.

A T E N T A M E N T E SERVICIOS DE ODONTOLOGIA Y OPTOMETRIA, S.A.

Av. CAMPECHE 315 Bld. 1er. Piso Tel. 55-13-15

COL. CONGRESO MEXICO II, D.F.

CLINICA SOOSA.

REGLAMENTO PARA LA PROTECCION DEL AMBIENTE CONTRA LA CONTAMINACION ORIGINADA POR LA EMISION DE RUIDO, 6 DE DICIEMBRE DE 1982.

Disposiciones Generales

ARTICULO 1o.—El presente reglamento es de observancia general en todo el Territorio Nacional y tiene por objeto proveer, en la esfera administrativa, al cumplimiento de la Ley Federal de Protección al Ambiente, en lo que se refiere a emisión contaminante de ruido, proveniente de fuentes artificiales.

ARTICULO 2o.—La aplicación de este Reglamento compete al Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

En su aplicación también serán competentes en coordinación con la Secretaría de Salubridad y Asistencia, las Secretarías de Patrimonio y Fomento Industrial; Hacienda y Crédito Público; Asentamientos Humanos y Obras Públicas, Comunicaciones y Transportes y de Trabajo y Previsión Social.

Para los fines indicados, son auxiliares de la autoridad sanitaria las demás dependencias del Ejecutivo Federal, de los Ejecutivos de los Estados y de los Ayuntamientos.

La Secretaría de Salubridad y Asistencia está facultada para crear y apoyar a los grupos que se formen para el desarrollo de programas de prevención y control del ruido, escuchando en su caso la opinión de la Comisión Intersecretarial de Saneamiento Ambiental.

ARTICULO 3o.—Las autoridades mencionadas en el segundo párrafo del artículo anterior, dentro del ámbito de su competencia, y con coordinación con la Secretaría de Salubridad y Asistencia, expedirán los instructivos, circulares y demás disposiciones generales para proveer al cumplimiento de este Reglamento.

ARTICULO 4o.—El Ejecutivo Federal dictará o, en su caso, promoverá ante el Congreso de

la Unión las medidas fiscales convenientes para procurar la descentralización industrial, con objeto de reducir la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido, así como para facilitar a las industrias establecidas y a las que en lo futuro se establezcan, la fabricación, adquisición e instalación de equipos y aditamentos que tengan por objeto medir, controlar o abatir la contaminación provocada por la emisión de ruido.

CAPITULO II

De las Definiciones

ARTICULO 5o.—Para los fines de este Reglamento, se entiende por: FUENTE EMISORA DE RUIDO.—Toda causa capaz de emitir al ambiente ruido contaminante.

BANDA DE FRECUENCIAS.—Intervalo de frecuencia donde se presentan componentes preponderantes de ruido.

BEL.—Índice empleado en la cuantificación de la diferencia de los logaritmos decimales de dos cantidades cualesquiera.

CICLO.—Cada uno de los movimientos repetitivos de una vibración simple.

DECIBEL.—Décima parte de un Bel; su símbolo es dB.

DECIBEL "A".—Decibel sopesado con la malla de ponderación "A"; su símbolo es dB (A).

FRECUENCIA.—El número de ciclos por unidad de tiempo de un tono puro; su unidad es el Hertz, cuyo símbolo es Hz.

NIVEL DE PRESION ACUSTICA.—Es la relación entre la presión acústica de un sonido cualquiera y una presión acústica de referencia. Equivale a diez veces el logaritmo decimal del cociente de los cuadros de la presión acústica señalada y la de referencia que es de 20 micropascales. Se expresa en dB re 20<sub>Pa</sub>.

NIVEL EQUIVALENTE.—Es nivel de presión acústica uniforme y constante que contiene

la misma energía que el ruido producido en forma fluctuante por una fuente, durante un período de observación.

PRESION ACUSTICA.—Es el incremento en la presión atmosférica debido a una perturbación acústica cualquiera.

PESO BRUTO VEHICULAR.—Peso vehicular más la capacidad de pasaje y/o carga útil del vehículo, según la especificación del fabricante.

RESPONSABLE DE FUENTE DE CONTAMINACION AMBIENTAL POR EFECTOS DEL RUIDO.—Toda persona física o moral, pública o privada, que sea responsable legal de la operación, funcionamiento o administración de cualquier fuente que emita ruido contaminante.

RUIDO.—Todo sonido indeseable que moleste o perjudique a las personas.

DISPERSION ACUSTICA.—Fenómeno físico consistente en que la intensidad de la energía disminuye a medida que se aleja de la fuente.

ARTICULO 6o.—Se consideran como fuentes artificiales de contaminación ambiental originada por la emisión de ruido las siguientes:

I.—Fijas.—Todo tipo de industria, máquinas con motores de combustión, terminales y bases de autobuses y ferrocarriles, aeropuertos, clubes cinesgéticos y polígonos de tiro; ferias, tianguis, circos y otras semejantes;

II.—Móviles.—Aviones, helicópteros, ferrocarriles, tranvías, tractocaminiones, autobuses integrales, camiones, automóviles, motocicletas, embarcaciones, equipo y maquinaria con motores de combustión y similares.

La Secretaría de Salubridad y Asistencia podrá adicionar la lista de las fuentes antes mencionadas, escuchando la opinión de la Comisión Intersecretarial de Saneamiento Ambiental.

CAPITULO III

De la Emisión de Ruido

ARTICULO 7o.—La Secretaría de Salubridad

dad y Asistencia, en coordinación, en su caso, con las demás dependencias del Ejecutivo Federal, dentro de sus ámbitos de competencia, realizará los estudios e investigaciones necesarios para determinar:

I.—Los efectos molestos y peligrosos en las personas, por la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido;

II.—La planeación, los programas y las normas que deban ponerse en práctica para prevenir y controlar las causas de contaminación ambiental originada por la emisión de ruido;

III.—El nivel de presión acústica, banda de frecuencia, duración y demás características de la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido en las zonas industriales, comerciales y habitacionales;

IV.—La presencia de ruido específico contaminante del ambiente en zonas determinadas, señalando, cuando proceda, zonas de restricción temporal o permanente, y,

V.—Las características de las emisiones de ruido de algunos dispositivos de alarma o de situación que utilicen las fuentes fijas y las móviles.

**ARTICULO 8o.**—Los responsables de las fuentes emisoras de ruido, deberán proporcionar a las autoridades competentes la información que se les requiera, respecto a la emisión de ruido contaminante, de acuerdo con las disposiciones de este reglamento.

**ARTICULO 9o.**—Para determinar si se rebasan los niveles máximos permitidos de emisión de ruido establecidos en este reglamento, la Secretaría de Salubridad y Asistencia y las autoridades auxiliares competentes realizarán mediciones según los procedimientos que se señalan en el propio reglamento y en las normas oficiales aplicables.

**ARTICULO 10.**—La Secretaría de Salubridad y Asistencia en coordinación con la de Patrimonio y Fomento Industrial, determinarán los aparatos electromecánicos o maquinaria de uso

doméstico, industrial, comercial o agropecuario, que por su destino o uso emitan ruido que cause daño a la salud, en cuyo caso los fabricantes estarán obligados a colocar en un lugar visible una etiqueta o señal que indique esa peligrosidad.

De igual manera se procederá en los sitios de reunión donde se considere que el ruido que ahí se emita puede causar daño a la salud, y en este caso el responsable de tal sitio deberá colocar un letrero en lugar visible, donde se indique la peligrosidad del lugar.

\* **ARTICULO 11.**—El nivel de emisión de ruido máximo permisible en fuentes fijas es de 68 dB (A) de las seis a las veintidós horas, y de 65 dB de las veintidós a las seis horas. Estos niveles se medirán en forma continua o semicontinua en las colindancias del predio, durante un lapso no menor de quince minutos, conforme a las normas correspondientes.

El grado de molestia producido por la emisión de ruido máximo permisible será de 5 en una escala Likert modificada de 7 grados. Este grado de molestia será evaluado en un universo estadístico representativo conforme a las normas correspondientes.

**ARTICULO 12.**—Cuando por razones de índole técnica o socio-económica debidamente comprobadas, el responsable de una fuente fija no pueda cumplir con los límites señalados en el artículo anterior, deberá obtener de la Secretaría de Salubridad y Asistencia una autorización para la fijación del nivel permitido específico para esa fuente, para lo cual presentará una solicitud dentro de un plazo de quince días hábiles después del inicio de la operación de dicha fuente, con los siguientes datos:

I.—Ubicación;

II.—Giro y actividad que realiza;

III.—Origen y características del ruido que rebasa los límites señalados en el artículo anterior;

IV.—Razones por las que considere no poder reducir la emisión de ruido;

V.—Horario en que operará dicha fuente, y

VI.—Proposición de un programa de reducción máxima de emisión de ruido incluyendo un nivel máximo alcanzable y un lapso de ejecución.

**ARTICULO 13.**—La Secretaría de Salubridad y Asistencia para el caso previsto en el artículo anterior, fijará en forma provisional el nivel máximo permitido de emisión de ruido para cada fuente.

Hechos los estudios correspondientes, dictará resolución debidamente fundada en la que fijará el nivel máximo permitido, de emisión de ruido para la fuente fija en cuestión, estableciendo las medidas que deberán adoptarse para reducir la emisión de ruido a ese nivel.

El responsable de la fuente emisora deberá cumplir con el nivel máximo permitido de emisión de ruido para esa fuente, dentro del plazo que se le otorgue contado a partir de la notificación, el que no será mayor de un año. Al vencimiento del plazo se medirá el nivel de emisión de ruido para verificar su cumplimiento, sin perjuicio de las verificaciones tendientes a vigilar el desarrollo del programa propuesto.

**ARTICULO 14.**—Para fijar el nivel máximo permitido específico a que se refiere el segundo párrafo del artículo anterior, la Secretaría de Salubridad y Asistencia tomará en consideración los siguientes criterios:

I.—El riesgo que signifique para la salud, la emisión del ruido proveniente de la fuente estudiando con especial cuidado aquellos casos en que exista contaminación ambiental originada por la emisión de ruido, cuyo nivel máximo sea de 115 dB (A) más menos 3 dB durante un lapso no inferior a quince minutos, o de duración inferior a un segundo, cuyo nivel exceda a los 140 dB (A), observada en áreas donde exista la posibilidad de exposición personal inadvertida, no derivada de una relación laboral;

II.—Las repercusiones económicas y sociales que ocasionaría la implantación de las medi-

das para abatir la emisión del ruido a los límites establecidos en el artículo 11 de este Reglamento;

III.—Las posibilidades tecnológicas de control de la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido, proveniente de la fuente fija; y

IV.—Las características de la zona circunvecina que se ve afectada por el ruido proveniente de la fuente fija, y

ARTICULO 15.—Los establecimientos industriales, comerciales, de servicio público y en general toda edificación, deberán construirse de tal forma que permitan un aislamiento acústico suficiente para que el ruido generado en su interior, no rebase los niveles permitidos en el artículo 11 de este Reglamento, al trascender a las construcciones adyacentes, a los predios colindantes o a la vía pública, lo anterior sin perjuicio de las facultades que competen al Departamento del Distrito Federal.

En caso de que técnicamente no sea posible conseguir este aislamiento acústico, dichas construcciones deberán localizarse dentro del predio, de tal forma que la dispersión acústica cumpla con lo dispuesto en el citado artículo.

ARTICULO 16.—La Secretaría de Salubridad y Asistencia y el Departamento del Distrito Federal, en el ámbito de su competencia, vigilarán que en la construcción de obras públicas o privadas no se rebase el nivel máximo permitido de emisión de ruido que establece este Reglamento. Como consecuencia de lo anterior el responsable deberá proporcionar a la Secretaría de Salubridad y Asistencia dentro de un plazo de quince días antes del inicio de la obra los siguientes datos:

I.—Ubicación y tiempo de duración de la operación;

II.—Número y naturaleza de las posibles fuentes productoras del ruido;

III.—Localización de las mismas durante el lapso que dure la obra, y

IV.—Horario en que operarán dichas fuentes.

ARTICULO 17.—La Secretaría de Salubridad y Asistencia dictará las medidas pertinentes, para que en la planificación y ejecución de obras urbanísticas se observen las disposiciones de este Reglamento, para evitar daños ecológicos por la emisión de ruido; para ese efecto se coordinará con la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas y el Departamento del Distrito Federal o la autoridad estatal o municipal competente.

ARTICULO 18.—En las fuentes fijas se podrán usar silbatos, campanas, magnavoces, amplificadores de sonido, timbres y dispositivos para advertir el peligro en situaciones de emergencia, aun cuando se rebasen los niveles máximos permitidos de emisión de ruido correspondientes, durante el tiempo y con la intensidad estrictamente necesarios para la advertencia.

ARTICULO 19.—Los circos, ferias y juegos mecánicos que se instalen en la cercanía de centros hospitalarios, guarderías, escuelas, asilos, lugares de descanso y otros sitios donde el ruido entorpezca cualquier actividad, se deberán ajustar a un nivel máximo permisible de emisión de ruido de 55 dB (A). Este nivel se medirá en forma continua o semicontinua en las colindancias del predio afectado durante un lapso no menor de quince minutos, conforme a las normas correspondientes.

ARTICULO 20.—Las autoridades competentes, de oficio o a petición de parte, podrán señalar zonas de restricción temporal o permanente a la emisión de ruido en áreas colindantes a centros hospitalarios, o en general en aquellos establecimientos donde haya personas sujetas a tratamiento o a recuperación, sin perjuicio de la aplicación de lo dispuesto por el artículo 15 de este Reglamento.

ARTICULO 21.—Las zonas de restricción a que se refiere el artículo anterior se fijarán para cada caso particular, conforme a la dispersión acústica a que se refiere el artículo 15 de este Reglamento, oyendo previamente a los interesados,

a fin de señalar su extensión, los niveles máximos permitidos de emisión de ruido originado en las mismas zonas, medido en las colindancias del predio que se desee proteger, así como las medidas de prevención y control recomendables.

ARTICULO 22.—Los aparatos amplificadores de sonido y otros dispositivos similares que produzcan ruido en la vía pública o en el medio ambiente de la comunidad, sólo podrán ser usados en caso de servicio de beneficio colectivo no comercial y requerirán de permiso, que otorgará la autoridad competente, siempre que no exceda un nivel de 75 dB (A), medido de acuerdo a las normas correspondientes.

ARTICULO 23.—Para autorizar la ubicación, construcción y funcionamiento de aeródromos, aeropuertos y helipuertos públicos y privados, las autoridades competentes tendrán en cuenta la opinión de la Secretaría de Salubridad y Asistencia a fin de determinar:

I.—La distancia a las áreas urbanas de la población;

II.—Las soluciones de ingeniería que resulten convenientes, en particular las distancias y ubicación de las pistas de despegue y aterrizaje, así como de su intersección con las pistas de carrreteo y las áreas de estacionamiento de los aviones, y

III.—Las características de construcción de los servicios auxiliares, con objeto de evitar o disminuir el ruido.

ARTICULO 24.—Queda prohibido sobrevolar aeronaves de hélice a una altura inferior a trescientos metros, y de turbina a una altura inferior a quinientos metros sobre el nivel del suelo en zonas habitacionales, excepto en operaciones del despegue, aproximación, estudio, investigación, búsqueda, rescate o en situaciones de emergencia.

Los niveles máximos de emisión de ruido producidos por las aeronaves que sobrevuelan el territorio nacional, así como la regulación de rutas, callejones de vuelo y de aproximación y operaciones, deberán estar sujetas a las normas es-

tablecidas en tratados internacionales y por las que se provean en coordinación con las autoridades competentes.

**ARTICULO 25.**—Para prevenir y controlar la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido, los organismos y empresas que presten servicios de transporte ferroviario, deberán cuidar del correcto mantenimiento de los rieles, ruedas, durmientes, balasto y, en general del sistema de rodamiento y de enganche, así como de que las maniobras de carga y descarga y las operaciones de patio se realicen en los términos que establecen las normas correspondientes.

**ARTICULO 26.**—Las nuevas instalaciones ferroviarias, incluyendo las vías y las estaciones dentro de las poblaciones, se ubicarán de conformidad con lo que señale la autoridad urbanística competente, en la población de que se trate y de acuerdo con el plano regulador, en su caso, en la inteligencia de que en la construcción de andenes, salas de espera y demás servicios auxiliares, deberán aplicarse las normas técnicas de arquitectura y de ingeniería que resulten convenientes para abatir y controlar el ruido.

**ARTICULO 27.**—Los operadores de ferrocarriles restringirán el uso de silbatos, bocinas, campanas, sirenas y demás aditamentos similares dentro de las zonas urbanas, de las veintidos a las seis horas del día, excepto en casos de emergencia, de conformidad con la velocidad máxima permitida y la reglamentación aplicable en el sistema ferroviario nacional.

Los servicios ferroviarios deberán mejorar o implantar las medidas necesarias para evitar se exceda el nivel máximo permitido de emisión de ruido.

**ARTICULO 28.**—Las autoridades de Tránsito competentes, tomarán en cuenta la opinión de la Secretaría de Salubridad y Asistencia previamente a la fijación de rutas, horarios y límites de velocidad a los servicios públicos de autotransporte conforme a las disposiciones de este Reglamento, con objeto de prevenir y controlar la contaminación por ruido.

**ARTICULO 29.**—Para efectos de prevenir y controlar la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido, ocasionada por automóviles, camiones, autobuses, tracto-camiones y similares, se establecen los siguientes niveles permisibles expresados en dB (A).

Peso Bruto Vehicular	Hasta 2,000 Kg.	Más de 2,000 Kg. y hasta 10,000 Kg.	Más de 10,000 Kg.
Nivel Máximo Permissible dB (A)	79	81	84

Los valores anteriores serán medidos a 10 m. de distancia de la fuente por el método dinámico, de conformidad con la norma correspondiente.

Para el caso de las motocicletas, así como de las bicicletas y triciclos motorizados, el nivel máximo permisible será de 84 dB (A). Este valor será medido a 7.5 m. de distancia de la fuente por método dinámico, de conformidad con la norma correspondiente.

**ARTICULO 30.**—Cuando debido a las características técnicas especiales de los vehículos señalados en el artículo precedente, no sea posible obtener los valores del artículo anterior, el fabricante de vehículos o el responsable de la fuente deberá presentar ante la Secretaría de Salubridad y Asistencia un estudio técnico de la emisión de ruido de la misma, dentro de los quince días hábiles antes del inicio de sus operaciones o de su uso. Dicha dependencia señalará los niveles máximos permisibles de emisión de ruido, así como las condiciones particulares de uso u operación a que se deberá sujetarse la fuente, previa la opinión de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial.

**ARTICULO 31.**—Las Secretarías de Patrimonio y Fomento Industrial y de Comercio, de acuerdo a sus facultades, prohibirán la fabricación, ensamble, importación o distribución de vehículos automotores que rebasen los niveles máximos permisibles de emisión de ruido, establecidos en el artículo 29 de este Reglamento.

**ARTICULO 32.**—Cuando por cualquier circunstancia los vehículos automotores a los que se refiere el artículo 29, rebasen los niveles máximos permisibles de emisión de ruido, el responsable deberá adoptar de inmediato las medidas necesarias, con el objeto de que el vehículo se ajuste a los niveles adecuados.

**ARTICULO 33.**—Las competencias deportivas y sus entrenamientos con vehículos automotores de transportación terrestre o acuática requerirán de un permiso, que otorgará la autoridad competente y deberán contar con la aprobación de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

En dicho permiso se deberá señalar:

I.—Sitio previsto, indicando limitantes y colindancias;

II.—Días y horarios en los que se realizarán las pruebas;

III.—Tipo y características de los vehículos a usar;

IV.—Nivel de emisión de ruido, conforme a la norma correspondiente; y,

V.—Público al que se pretende exponer al ruido.

Queda prohibido realizar estas actividades en calles o predios sin protección acústica adecuada, y en lugares donde puedan causarse daños ecológicos; asimismo, queda prohibido circular vehículos de carreras en zonas urbanas.

**ARTICULO 34.**—Para los efectos de este Reglamento, la construcción y operación de estaciones terminales de autotransporte, deberá ajustarse a los niveles máximos de emisión de ruido establecidos en el artículo 11; asimismo deberá proveerse a la construcción de libramientos que eviten que los vehículos que usen las vías generales de comunicación atraviesen las ciudades.

**ARTICULO 35.**—Queda prohibida en áreas habitacionales la circulación de vehículos con escape abierto y de los que produzcan ruido por el

arrastre de piezas metálicas o por la carga que transporten.

**ARTICULO 36.**—En toda operación de carga o descarga de mercancías u objetos, que se realice en la vía pública, el responsable de la operación no deberá rebasar un nivel de 90 dB (A) de las siete a las veintidós horas y de 85 dB (A) de las veintidós a las siete horas, medidos de acuerdo a las normas correspondientes.

**ARTICULO 37.**—Se prohíbe la emisión de ruidos que produzcan en las zonas urbanas, los dispositivos sonoros, tales como campanas, bocinas, timbres, silbatos o sirenas, instalados en cualquier vehículo, salvo casos de emergencia.

Quedan exceptuados de esta disposición los vehículos de bomberos y policía, así como las ambulancias cuando realicen servicios de urgencias, La Secretaría de Salubridad y Asistencia expedirá una circular sobre las características técnicas del dispositivo sonoro a usar.

Asimismo se prohíbe el uso de cornetas o trompetas instaladas en cualquier vehículo, que requieran para su funcionamiento compresor de aire y que produzcan melodías o sonidos musicales.

**ARTICULO 38.**—La Secretaría de Salubridad y Asistencia, en coordinación con las autoridades auxiliares dentro de su ámbito de competencia, promoverá la elaboración de normas oficiales que contemplen los aspectos básicos de la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido.

**ARTICULO 39.**—El ruido producido en casas habitación por la vida puramente doméstica no es objeto de sanción. La reiterada realización de actividades ruidosas que molesten a los vecinos no se considerarán como domésticas, y en tal caso, la autoridad competente, probados los hechos motivo de la queja, aplicará la sanción que corresponda.

**ARTICULO 40.**—Los carillones, campanas y demás dispositivos similares que emitan ruido a la vía pública, sólo podrán operarse entre las seis y las veintidós horas.

## CAPITULO IV

### De las medidas de Orientación y Educación

**ARTICULO 41.**—Las dependencias del Ejecutivo Federal, dentro de sus correspondientes ámbitos de competencia, se coordinarán con la Secretaría de Salubridad y Asistencia para la elaboración y ejecución de los programas, campañas y cualesquiera otras actividades tendientes a la educación, orientación y difusión del problema de la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido, sus consecuencias, y los medios para prevenirla, controlarla y abatirla.

**ARTICULO 42.**—La Secretaría de Educación Pública incluirá en sus programas educativos y en los libros de texto gratuitos la enseñanza de los aspectos elementales del origen y prevención de la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido, así como de los casos en que signifique un peligro para la salud y el bienestar humano.

**ARTICULO 43.**—La Secretaría de Educación Pública promoverá ante las instituciones de educación superior del país, la realización de investigación científica y tecnológica sobre la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido y formas de combatirla, así como la inclusión del tema dentro de sus programas de estudio, prácticas y seminarios. Promoverá también la difusión de las recomendaciones técnicas y científicas para la prevención, disminución y control de la contaminación ambiental para la emisión de ruido, en tesis, gacetas y revistas.

**ARTICULO 44.**—Las Cámaras de Comercio y las de Industria, así como sus respectivas federaciones, coadyuvarán con las autoridades, orientando a sus asociados respecto al cumplimiento de las medidas que deban adoptar para la prevención de la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido.

**ARTICULO 45.**—Las empresas públicas y privadas promoverán campañas educativas permanentes contra la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido.

## CAPITULO V

### De la vigilancia e inspección

**ARTICULO 46.**—La vigilancia del cumplimiento de las disposiciones del presente Reglamento, estará a cargo de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

La Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial será la encargada del control de la producción de vehículos, fuentes móviles nuevas en las plantas de fabricación, armado, o ensambles en los términos de este Reglamento.

La Secretaría de Hacienda y Crédito Público, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, vigilarán su cumplimiento dentro de sus respectivos ámbitos de competencia.

El Departamento del Distrito Federal, y las demás dependencias del Ejecutivo Federal, de los Ejecutivos de los Estados y de los Ayuntamientos coadyuvarán con la Secretaría de Salubridad y Asistencia, conforme a lo dispuesto por la Ley Federal de Protección al Ambiente.

**ARTICULO 47.**—La vigilancia relativa a fuentes móviles en operación se realizará directamente por la Secretaría de Salubridad y Asistencia. La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, así como el Departamento del Distrito Federal y los Gobiernos de las demás Entidades Federativas y de los Municipios, en su carácter de auxiliares de la autoridad sanitaria, coadyuvarán en la vigilancia del cumplimiento de las disposiciones de este Reglamento.

**ARTICULO 48.**—En caso de presunción de una infracción a lo dispuesto por el artículo 29 del presente reglamento, la autoridad de tránsito competente detendrá momentáneamente el vehículo y procederá a efectuar la medición del ruido emitido por el mismo, por medio del método estático de detección de acuerdo con la norma correspondiente.

**ARTICULO 49.**—Cuando los resultados de la medición a que se refiere el artículo anterior rebasen los niveles máximos expresados en dB (A) de la tabla siguiente:

124

Peso bruto vehicular		Motocicletas	
Hasta	Más de	Más de	
3,000 Kg.	3,000 Kg.	10,000 Kg.	
86	92	99	89

El conductor o responsable del vehículo deberá llevarlo al taller de su elección para que sea reparado y presentarlo dentro de los cinco días hábiles siguientes a una estación de medición autorizada a fin de que se proceda a la medición de sus emisiones por el método dinámico conforme a la norma correspondiente.

En caso de no presentar el vehículo dentro del término señalado en el párrafo anterior, se ordenará su detención para que, previa medición, el propietario lo repare de inmediato o bien se solicite sea retirado de la circulación.

**ARTICULO 50.**—Las autoridades auxiliares competentes deberán, de acuerdo con el resultado de la medición por el método dinámico, conceder un plazo determinado al interesado para que ajuste las emisiones del vehículo contaminante a los límites establecidos en este Reglamento.

**ARTICULO 51.**—Las autoridades auxiliares que practiquen la medición a que se refiere el artículo anterior, previa identificación, deberán levantar el acta correspondiente debidamente motivada y fundamentada, en la que se asienten los hechos que constituyan la violación a los preceptos señalados en este Reglamento.

**ARTICULO 52.**—Para comprobar el cumplimiento de las disposiciones contenidas en este Reglamento, así como de aquellas que del mismo se deriven, la Secretaría de Salubridad y Asistencia y las autoridades competentes de acuerdo a su competencia, realizarán visitas de inspección a las fuentes emisoras de ruido y de medición en los predios colindantes.

**ARTICULO 53.**—Los inspectores que se designen, deberán tener conocimientos técnicos en la materia y contar con los dispositivos adecuados para la medición de la emisión de ruido.

**ARTICULO 54.**—Las visitas de inspección a las fuentes emisoras de ruido y de medición en los predios colindantes, deberán sujetarse a las

órdenes escritas de la autoridad competente, que en cada caso girará oticio en el que se precise el objeto y alcance de la visita.

**ARTICULO 55.**—Al efectuar las visitas a que se refiere el artículo anterior, el personal comisionado se identificará debidamente, exhibirá la orden para la práctica de la inspección y, después de efectuada, procederá a levantar el acta correspondiente.

**ARTICULO 56.**—Los propietarios, encargados u ocupantes del establecimiento objeto de la visita, y de los predios colindantes, están obligados a permitir el acceso y dar todo género de facilidades e informes al personal de la Secretaría de Salubridad y Asistencia para el desarrollo de su labor, debiendo éste advertirles de las sanciones a que se hacen acreedores quienes obstaculicen la diligencia ordenada por la autoridad competente.

**ARTICULO 57.**—Al iniciar la diligencia se requerirá al propietario, encargado u ocupante, que designen dos testigos, los que deberán permanecer durante el desarrollo de la visita. En caso de negativa o ausencia de testigos, el inspector podrá designarlos.

El inspector que practique la diligencia señalará las anomalías, deficiencias o irregularidades en materia de contaminación por la emisión de ruido, lo cual se hará constar en el acta.

**ARTICULO 58.**—Al finalizar la inspección, se dará oportunidad al propietario, encargado u ocupante, de manifestar lo que a su derecho convenga, invitándolo a firmar el acta; en caso de negativa, así se hará constar en la misma, lo que no afectará su validez; asimismo, le hará entrega de una copia del acta, asentando este hecho en el original.

**ARTICULO 59.**—El personal que haya practicado la diligencia deberá entregar o enviar, en su caso, el acta levantada a la autoridad que ordenó la inspección, dentro de un plazo de veinticuatro horas hábiles.

**ARTICULO 60.**—Para los efectos de este Reglamento no serán objeto de inspección las casas habitación, salvo que existan elementos que hagan suponer fundadamente, que se les esté dando un uso distinto o simulado al de habitación.

## CAPITULO VI

### Del Procedimiento para Aplicar las Sanciones

**ARTICULO 61.**—Turnada el acta de inspección a la autoridad competente, se procederá a su calificación, cuyo resultado deberá ser notificado personalmente al interesado o por correo certificado con acuse de recibo. En caso de infracción se le concederán 15 días hábiles para que formule su defensa por escrito, ofrezca rinda pruebas y alegue lo que a su derecho convenga.

**ARTICULO 62.**—Una vez presentado el escrito de defensa, pruebas y alegatos, dentro del término fijado en el artículo anterior, previo desahogo de las pruebas que así lo ameriten, deberá dictarse resolución definitiva fundada y motivada, dentro de los 30 días hábiles siguientes, la cual será notificada al interesado en forma personal o por correo certificado con acuse de recibo.

**ARTICULO 63.**—Para la calificación de las infracciones a que se refiere este Reglamento, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- I.—El carácter intencional o imprudencial de la acción u omisión;
- II.—Las consecuencias que la contaminación origine, tomando en cuenta el daño que cause o el peligro que provoque;
- III.—La actividad desarrollada por el infractor;
- IV.—Las condiciones económicas del infractor, y
- V.—La reincidencia.

## CAPITULO VII

### Del Recurso Administrativo de Inconformidad

**ARTICULO 64.**—El recurso de inconformidad se interpondrá por escrito directamente ante la autoridad que haya impuesto la sanción o por correo certificado con acuse de recibo, dentro

del término de quince días hábiles contados a partir del día siguiente de la notificación de la resolución o acto impugnado. En el caso de interponerse por correo se tendrá como fecha de presentación, la del día en que haya sido depositado el escrito correspondiente en la oficina de correos.

**ARTICULO 65.**—En el escrito a que se refiere el artículo anterior, se deberá precisar el nombre y domicilio de quien promueve la inconformidad, los agravios que le cause la resolución o acto impugnado y la autoridad que haya dictado la resolución u ordenado o ejecutado el acto.

Asimismo deberán anexarse los documentos que acrediten la personalidad del promovente así como las pruebas que se estimen pertinentes.

**ARTICULO 66.**—El infractor o interesado, dispondrá de un término de 30 días hábiles contados a partir de la fecha del ofrecimiento de las pruebas, para el desahogo de las mismas.

**ARTICULO 67.**—Al resolverse el recurso, la infracción que hubiere motivado la resolución o acto impugnado se apreciará tal como aparezca probada ante la autoridad correspondiente, fuera de los casos de aplicación de medidas de seguridad. Por consiguiente, con la salvedad establecida, no se admitirán pruebas distintas a las rendidas durante la tramitación del procedimiento relativo a la aplicación de las sanciones, a no ser que las propuestas por el interesado le hubieran sido desechadas indebidamente o no hubieren sido desahogadas o perfeccionadas por motivos no imputables al oferente. En este caso, se concederá un término de 15 días para el desahogo de las mismas.

**ARTICULO 68.**—Admitido el recurso y, en su caso, desahogadas las pruebas a que se refiere el artículo anterior, la autoridad competente dictará resolución fundada y motivada, la cual deberá notificarse al interesado personalmente o por correo certificado con acuse de recibo.

**ARTICULO 69.**—La interposición del recurso suspenderá la ejecución de las sanciones pecuniarias si el infractor garantiza el interés fiscal en cualquiera de las formas que establece el Código Fiscal de la Federación.

Se comunicará a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público la imposición de sanciones pecuniarias para que en caso de que no se paguen dentro del plazo correspondiente se proceda a su ejecución

#### CAPITULO VIII De la Acción Popular

**ARTICULO 70.**—La acción popular para denunciar la existencia de alguna de las fuentes de contaminación a que se refiere este Reglamento, podrá ejercitarse por cualquier persona ante la Secretaría de Salubridad y Asistencia o ante cualquier autoridad de acuerdo al ámbito de su competencia, requiriendo para darle curso los siguientes datos:

I.—Nombre y domicilio del denunciante;

II.—Ubicación de la fuente de contaminación, indicando calle, número, colonia, zona postal y ciudad, o en caso de sitios no urbanizados, la localización con datos para su identificación;

III.—Lapso en el que se produce la mayor emisión de ruido, y

IV.—Datos o clase de ruido.

**ARTICULO 71.**—La autoridad competente deberá efectuar las inspecciones necesarias para la comprobación de la existencia de la contaminación denunciada, su localización, clasificación y evaluación y procederá en consecuencia.

**ARTICULO 72.**—A petición del interesado, la autoridad correspondiente le informará sobre el curso de su denuncia.

#### CAPITULO IX De las Sanciones

**ARTICULO 73.**—Las infracciones a lo dispuesto en los artículos 10, 22, 27, 29, 30, 35, 36, 37 y 40 se sancionarán con multa de doscientos a mil pesos.

**ARTICULO 74.**—Las infracciones a lo dispuesto en los artículos 8, 49 y 56 se sancionarán con m

**ARTICULO 75.**—Las infracciones a lo dispuesto en los artículos 11, 12, 13, 15, 16, 19, 24, 31 y 33 se sancionarán con multa de mil a cincuenta mil pesos.

**ARTICULO 76.**—Los casos de infracción a las disposiciones de este Reglamento que no es-

tén comprendidos en los artículos anteriores, se sancionarán con multa hasta de quince mil pesos.

**ARTICULO 77.**—En caso de reincidencia podrá sancionarse con multa hasta de veinte mil pesos, tratándose de violaciones a las disposiciones contenidas en el artículo 74, hasta de cien mil pesos en el caso de violaciones a las disposiciones contenidas en el artículo 75 y hasta de treinta mil pesos en los casos previstos en el artículo 76 de este Reglamento.

**ARTICULO 78.**—Independientemente de las sanciones a que se refiere el artículo anterior, podrá sancionarse al infractor con clausura temporal o definitiva de los establecimientos que emitan contaminantes.

**ARTICULO 79.**—El personal de inspección que no observe lo dispuesto en este Reglamento, será sancionado de acuerdo a la gravedad de la falta. La sanción será aplicada previa audiencia del interesado.

**PROTECCION  
DE LOS  
TRABAJADORES  
CONTRA  
EL RUIDO  
Y LAS  
VIBRACIONES  
EN  
LOS LUGARES  
DE TRABAJO**

Repertorio de recomendaciones prácticas de la OIT

**Protección de los trabajadores  
contra el ruido y las vibraciones  
en los lugares de trabajo**

Oficina Internacional del Trabajo Ginebra

### 3. Medición y evaluación del ruido

#### 3.1. Disposiciones generales

3.1.1. Los métodos para la medición y evaluación de la exposición al ruido dependen del objetivo que se desee alcanzar. Esto se aplica, en particular, a la evaluación:

- del riesgo de deterioro de la audición<sup>1</sup>;
- del grado de interferencia con las comunicaciones esenciales para la seguridad;
- del riesgo de fatiga nerviosa, tomando debidamente en cuenta el tipo de trabajo que se realice.

3.1.2. Las mediciones del ruido deberían efectuarse según métodos estandarizados, adaptados al objetivo que se quiera lograr, y con arreglo a normas adoptadas en el plano internacional o a sus equivalentes nacionales<sup>1</sup>.

3.1.3. Las disposiciones de las secciones 3.2, 3.3 y 3.4 pueden ser útiles:

- en la elaboración de normas sobre ruido y vibraciones;
- cuando existan dudas acerca de la oportunidad o la forma de aplicación de cierta norma.

#### 3.2. Protección del oído

3.2.1. Las mediciones del ruido deberían efectuarse de manera que revelen la exposición al ruido con toda la exactitud necesaria, a

<sup>1</sup> Las normas nacionales para la medición del ruido actualmente en vigor no están totalmente armonizadas en el plano internacional. Para un mismo nivel de ruido en los lugares de trabajo, medido con el mismo objetivo, es posible llegar a valores diferentes aplicando diferentes normas nacionales. Por ello deberían preferirse las normas adoptadas en el plano internacional o sus disposiciones que se hayan incorporado en las normas nacionales. De lo contrario, la aplicación de ciertos valores límites puede tener por consecuencia que los trabajadores se hallen expuestos en sus lugares de trabajo a condiciones distintas según los países. En el anexo I se mencionan las normas internacionales actualmente en vigor.

fin de que las cifras que se obtengan puedan compararse con los valores límites consignados en el párrafo 4.2.2.

3.2.2. Cuando se mida el ruido, deberían tenerse en cuenta tanto las condiciones de trabajo normales como aquellas en que los niveles de ruido alcanzan su máximo.

3.2.3. Para el ruido estable<sup>2</sup>, el nivel de presión acústica en los lugares de trabajo y el nivel acústico continuo equivalente<sup>3</sup> deberían determinarse en dB(A) según las normas internacionales<sup>1</sup> o nacionales. El análisis de las frecuencias<sup>2</sup> debería hacerse de conformidad con métodos estandarizados.

3.2.4. 1) Para el ruido impulsivo<sup>4</sup> no estable<sup>3</sup>, los efectos suplementarios de las rápidas fluctuaciones deberían tenerse en cuenta merced a métodos de medición estandarizados adecuados.

2) Para evaluar la verdadera exposición al ruido cuando se trate de ruidos impulsivos no estables, debería utilizarse, de los dos métodos siguientes, aquel con el cual se obtengan las cifras más elevadas:

- medición con el sonómetro en la posición «impulsional»<sup>4</sup> y cálculo del valor medio para una exposición de ocho horas diarias con arreglo al principio de igual energía;

<sup>1</sup> Norma internacional ISO 1999, *op. cit.*, mediante cuya aplicación es posible determinar, en primer lugar y con arreglo a su sección 4 (*Mesurages du bruit*), el nivel acústico de los ruidos estables que permanecen casi invariables en el curso de una semana o que varían de una manera regular entre niveles claramente determinados, y en segundo lugar y con arreglo a su sección 5 (*Calcul du niveau acoustique continu équivalent pour des sons non impulsifs, c'est-à-dire intermittents ou fluctuants*), el nivel acústico continuo equivalente de los ruidos no estables fluctuantes o intermitentes.

<sup>2</sup> Véase «análisis por bandas de frecuencia» en las definiciones.

<sup>3</sup> Cuando se trata de ruido impulsivo no estable, la exposición real al ruido es mayor que la indicada por niveles de ruido medidos según las actuales normas internacionales o nacionales. Se considera que existe un ruido impulsivo no estable cuando al utilizar sucesivamente la reacción «lenta» y la característica dinámica «impulsional» de un sonómetro, como lo define la publicación 179A de la CEI, la diferencia entre las lecturas es mayor de 3 dB(A).

<sup>4</sup> Véase «decibel A, reacción «impulsional»» en las definiciones.

b) aplicación de cierto factor de corrección (positivo), comprendido por lo común entre 3 y 10 dB, que se suma a los valores de reacción «lenta»<sup>1</sup> determinados de acuerdo con normas internacionales<sup>2</sup> o nacionales. El valor que se atribuya a este factor debería guardar relación con la magnitud del carácter «impulsional» del ruido que deba medirse.

3) Para ruidos de fluctuación rápida deberían utilizarse otros métodos especiales de medición cuya adecuación haya sido demostrada.

### 3.3. Comunicación oral

3.3.1. El ruido debería medirse en los lugares de trabajo ruidosos cuando:

- a) revista importancia, por razones de seguridad, que un trabajador pueda oír una comunicación o cualquier señal;
- b) el trabajador pueda verse sometido a mayor tensión o sus tareas puedan ser obstaculizadas a causa de dificultades para comunicarse oralmente.

3.3.2. Debería determinarse la distancia máxima a que la palabra hablada resulta inteligible con una voz de intensidad normal.

### 3.4. Fatiga

3.4.1. El ruido debería medirse en los lugares de trabajo ruidosos cuando:

- a) revista importancia, por razones de seguridad, que no se exponga a un trabajador a la tensión y la fatiga suplementarias resultantes del ruido;

<sup>1</sup> Véase «decibel A, reacción 'lenta'» en las definiciones.

<sup>2</sup> Norma internacional ISO 1999, *op. cit.*, sección 6: «Cálculo del nivel acústico continuo equivalente para ruidos impulsivos casi estables ... En el caso de un ruido impulsivo consistente en una serie de impulsiones de ruido de amplitudes más o menos iguales (por ejemplo, el ruido proveniente de un martillo o de un remachado rápido), una aproximación al índice parcial de exposición al ruido puede basarse en el nivel acústico medido aumentado en 10 dB(A).»

b) la tarea sea de tal índole que el ruido pueda obstaculizarla o hacerla más difícil o ardua.

3.4.2. Los niveles máximos de ruido deberían fijarse teniendo debidamente en cuenta el tipo de tarea que se ejecute.

### 3.5. Instrumentos de medición y de análisis

3.5.1. Los fabricantes de instrumentos de medición y de análisis deberían proporcionar una información completa acerca de éstos, y en particular sobre su uso, contraste, conservación, margen de error, sensibilidad e interpretación de los resultados, así como sobre sus accesorios.

3.5.2. Los instrumentos de medición y de análisis deberían utilizarse de acuerdo con las instrucciones de su fabricante.

3.5.3. Los instrumentos de medición y de análisis que se utilicen deberían satisfacer las normas internacionales y nacionales aplicables.

### 3.6. Precisión y contraste de los instrumentos

3.6.1. Todo el material de medición y de análisis debería conservarse en buen estado y contrastarse cada día que se utilice. Los dispositivos necesarios para el contraste deberían tener una precisión de  $\pm 1$  dB.

3.6.2. Los instrumentos de medición y de análisis deberían someterse a prueba a intervalos adecuados, y la persona competente debería expedir un certificado de contraste que se conservará con el instrumento.

3.6.3. Las personas encargadas de conservar y probar los instrumentos de medición y de análisis deberían poseer una formación especial y tener la obligación de velar por que sean mantenidos siempre en buen estado.

## Protección contra el ruido y las vibraciones

### 3.7. Recopilación y registro de datos

3.7.1. Cuando se mida el ruido en los lugares de trabajo, deberían recopilarse datos suficientes, en especial acerca de:

- a) la ubicación, naturaleza, dimensiones y otras características distintivas del lugar de trabajo en que se hicieron las mediciones;
- b) la fuente o fuentes de ruido, su ubicación en el establecimiento y el tipo de tarea que se estaba realizando;
- c) el instrumento utilizado, sus accesorios, los resultados de las pruebas de contraste y los valores a que se llegó en las mediciones;
- d) el sitio exacto en que se realizaron las mediciones y la dirección del micrófono;
- e) el número de trabajadores expuestos al ruido;
- f) la duración de la exposición;
- g) la fecha y hora de las mediciones y el nombre de quien las realizó.

3.7.2. Los datos recopilados deberían registrarse en forma adecuada. Sería conveniente disponer de un formulario especial para tal fin.

### 4. Niveles límites de ruido

#### 4.1. Disposiciones generales

4.1.1. Los límites de ruido deberían fijarse en función del objetivo buscado<sup>1</sup>, en particular de la prevención:

- a) del riesgo de deterioro de la audición;
- b) de la interferencia con las comunicaciones orales esenciales para la seguridad;
- c) de la fatiga nerviosa, teniendo debidamente en cuenta la índole del trabajo realizado.

4.1.2. Los niveles límites de ruido deberían revisarse periódicamente en función del avance de los conocimientos científicos, el progreso técnico y las posibilidades de prevención.

#### 4.2. Prevención del deterioro de la audición

4.2.1. Deberían fijarse los siguientes valores límites, según el grado de protección deseado:

- a) un nivel de alarma que corresponda al nivel de ruido por debajo del cual sea muy pequeño el riesgo de que un oído no protegido sufra un deterioro como consecuencia de una exposición de ocho horas diarias;
- b) un nivel de peligro que corresponda al nivel de ruido por encima del cual una exposición de ocho horas diarias del oído no protegido puede producir un deterioro de la audición o la sordera.

4.2.2. En el estado actual de los conocimientos, pueden recomendarse los valores siguientes:

- a) un nivel de alarma de 85 dB(A);
- b) un nivel de peligro de 90 dB(A).

Estos valores son niveles acústicos continuos equivalentes y deberían compararse con mediciones del ruido efectuadas de conformidad con los métodos pertinentes expuestos en el capítulo 3.

<sup>1</sup> Véanse la sección D del anexo I, y el anexo II.

#### 4.3. Casos especiales

4.3.1. En caso de urgencia o de necesidad técnica imprevisible, debería poder autorizarse temporalmente a un trabajador a exceder la exposición diaria, a condición de que al día siguiente el exceso sea compensado con una reducción equivalente de modo que se respete la exposición máxima por semana (fijada de conformidad con el párrafo 4.2.2).

4.3.2. Un trabajador no debería penetrar, sin protección auditiva adecuada, en una zona en que el nivel de ruido sea igual o superior a 115 dB(A), por muy breve que deba ser su permanencia en ella.

4.3.3. Donde se produzcan ruidos aislados que puedan exceder de 130 dB(A), reacción «impulsional», o de 120 dB(A), reacción «rápida», deberían utilizarse medios de protección personal.

4.3.4. Ningún trabajador debería penetrar en una zona en que el nivel de ruido exceda de 140 dB(A).

#### 4.4. Ultrasonidos e infrasonidos

4.4.1. Debería realizarse una investigación para averiguar si cualquier trabajador está expuesto a ultrasonidos\* o infrasonidos\* en su lugar de trabajo.

4.4.2. Los niveles de exposición a los ultrasonidos y los infrasonidos deberían reducirse a un valor razonable y mantenerse en él, teniendo debidamente en cuenta las informaciones técnicas recientes en la materia<sup>1</sup>.

#### 4.5. Comunicación oral

4.5.1. Los límites de ruido, expresados en dB(A), deberían fijarse para cada lugar de trabajo y cada tipo de comunicación oral que se prevea, basándose en informaciones técnicas al día.

<sup>1</sup> Véase el anexo II, y un ejemplo de disposiciones nacionales sobre ultrasonidos en el anexo III.

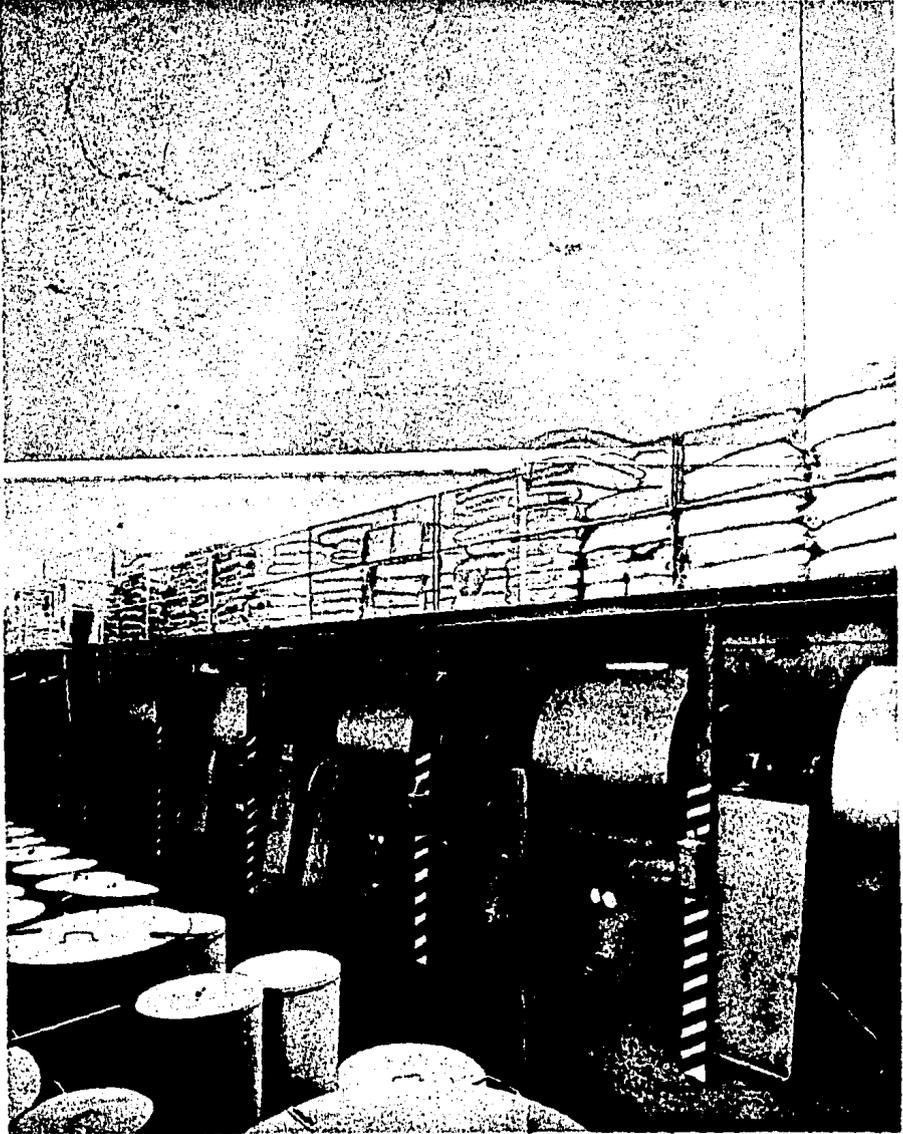
#### 4.6. Fatiga y comodidad

4.6.1. 1) La protección del oído debería constituir una fase importante del mejoramiento de las condiciones en los lugares de trabajo.

2) Los niveles de ruido deberían fijarse de manera que las tareas puedan ejecutarse normalmente y con un mínimo de fatiga e incomodidad.

3) Al fijar estos niveles de ruido, deberían tenerse debidamente en cuenta el tipo de tarea que se realice y los conocimientos en la materia.

4.6.2. Los niveles de ruido fijados deberían garantizar una comodidad suficiente y considerarse como objetivos por alcanzar.



SECCION DE MOLINOS DE BOLAS ( 91 dB )

## **CAPITULO VII**

### **EFFECTOS EN EL ORGANISMO**

## CAPITULO VII

## EFECTOS EN EL ORGANISMO

Las exposiciones a los niveles de ruido, en los lugares de trabajo, particularmente en las industrias mecanizadas, son las más intensas de las que se experimentan en la vida diaria. Tales ruidos, representan la forma más severa de insulto acústico al hombre y en esta situación plantean el más grande daño a la función humana.

Los efectos reales o discutidos a las exposiciones de ruido ocupacional incluyen lo siguiente:

- a) La pérdida temporal o permanente de la sensibilidad auditiva.
- b) Desórdenes físicos y psicológicos.
- c) La interferencia con la comunicación hablada o la recepción de otros sonidos deseados.
- d) Interrupción en el desempeño del trabajo.

Estos diferentes efectos del ruido, pueden ser clasificados en varias maneras. por ejemplo, los dos primeros efectos pueden ser tratados en relación a problemas de salud o médicos debido a su base fundamentalmente biológica. Esto es, in--

ducción del ruido a la pérdida de la audición, como describiré después involucra el daño a las estructuras celulosicas del órgano del oído y desórdenes físicos, o psicológicos debidos a las alteraciones que el ruido provoca en las respuestas normales del sistema nerviosos. En contraste, los dos efectos restantes; interferencia con la recepción de sonido y pérdida del desempeño en la faena de trabajo son clasificados como molestos o problemas económicos, puesto que no involucran disfunciones fisiológicas o patológicas, del organismo.

Los efectos del ruido mencionados, pueden clasificarse como " Auditorios " y " Extraauditorios " de tal manera, que la pérdida del oído y las interferencias en el lenguaje causadas por ruido son llamados efectos auditorios puesto que ambos provocan o involucran disturbios en el órgano auditivo y su funcionamiento. Los efectos del ruido en los estados de salud físicos y psicológicos y el desempeño de la labor representan los efectos extraauditorios pues van más allá o son parte de la experiencia en si. El propósito de éste capítulo es resumir los conocimientos actuales de los efectos adversos del ruido y su relación con las condiciones del medio de trabajo y establecer la importancia de la necesidad del control del ruido de la industria

## PERDIDA DEL OIDO.

La audición es una sensación primaria, ya que existe un órgano destinado a responder a un estímulo específico, producido por una forma de energía llamada sonido.

El fenómeno básico del sonido está constituido por el movimiento oscilatorio molecular. Este se transmite cuando hay un medio homogéneo elástico que rodea la fuente energética. Es importante notar que no son las moléculas las que se transmiten o viajan si no que estas ponen a vibrar a la molécula vecina, por lo que es el fenómeno vibratorio el que viaja, a manera de onda.

Cuando el sonido llega ante una superficie que limita a otro medio ( interfase ), como ante la superficie del agua o de una pared sólida, dependiendo de las características de dicha interfase puede: Reflejarse, absorberse o transmitirse. - Esto dependerá de las características físicas en el nuevo medio en comparación con las del otro, tales como la masa, elasticidad, ángulo de incidencia, etc. La oposición que como consecuencia de dichas propiedades de la materia, encuentra el sonido para su propagación en un medio dado se conoce como impedancia acústica.

En la reflexión, la onda sonora " rebota " por lo que su dirección de propagación cambia. En la absorción, las moléculas son frenadas y su energía se disipa transformandose en calor. El sonido se transmite cuando la vibración molecular de un medio puede libremente hacer que las moléculas del otro vibren igualmente lo que se logra cuando las impedancias de cada medio son compatibles, o sea de magnitudes iguales o muy semejantes. - Cuando el sonido propagándose por un medio gaseoso como el aire, llega a la superficie del agua, la mayor parte del sonido, ( el 99.99 % ), se refleja en la superficie del agua, en tanto que sólo una milésima parte de la energía pasa al interior del líquido. Ante una interfase gaseosa - sólida, la parte proporcional que se transmite es todavía menor.

La relación entre la magnitud del estímulo acústico y a magnitud de la sensación auditiva provocada sigue la llamada - Ley de Weber Fechner.

Esta Ley estipula que para que un estímulo se apenas - diferenciable de otro que lo precedió, aquel debe incrementarse en intensidad, en proporción constante con respecto al estímulo original. Por ejemplo, suponiendo que tenemos un peso de 100 gr. descansando en nuestra mano y que debemos agregar 10 gr. para no

tar alguna diferencia de peso, entonces si solo tuvieramos 50 gr en la mano necesitaríamos agregar sólo 5 gr. más para detectar la diferencia de peso. La proporción que se mantiene constante en este caso es de 1:10.

Esto mismo expresado en forma matemática implica que las respuestas sensoriales a los estímulos varían como los logaritmos de esos estímulos.

El oído tiene dos principales funciones.

La primera consiste en lograr que el medio aéreo a través del cual se transmite el sonido en el exterior y el medio líquido a través del cual se transmite el sonido en el oído interno ( perilinfia, y Endolinfia ), sean compatibles acústicamente ya que si no fuera así, existiría reflexión en la que se perdería la mayor parte de la energía. La segunda función del oído, consiste en transformar la energía mecánica de las oscilaciones moleculares en energía nerviosa, es decir, potenciales bioeléctricos programados, de tal manera que se puedan transmitir por el nervio auditivo y produzcan la sensación apropiada en el cerebro.

En el primer objetivo se necesita que actúe como trans

formador de impedancias ante la interfase aire/agua únicamente -- el 0.1 % de la energía que se llevan las ondas aéreas pueden -- transmitirse al agua. Para evitar esto se requiere acoplar las impedancias del aire y del agua con un transformador acústico que es un aparato destinado a incrementarse la presión sonora, de -- tal manera que se transmita sin pérdidas importantes de uno a -- otro medio. Esta función se lleva a cabo por las estructuras de oído medio debido a que actúan de dos maneras, HELMHOLTZ, hace más de un siglo postuló una acción de palancas de la cadena osci-- cular y una acción debida a la diferencia de áreas de la membrana timpánica y la platina del estribo.

La diferencia relativa en la longitud entre el mango -- del martillo y el proceso largo del yunque constituye una rela-- ción de ventaja en un sistema de palancas. Se ha calculado que -- éste sistema guarda una relación de 1.31:1 en el hombre.

En cuanto el efecto de diferencia de área, la membra-- na timpánica se puede comparar a un pistón plano conectado direc-- tamente con la platina del estribo, de tal manera que la fuerza ejercida sobre toda la membrana timpánica se concentraría en el platina del estribo con una ganancia en la presión igual a la re-- lación de las superficies. Esta ganancia en la presión puede ex

presarse como resultado del area mayor dividida entre la menor.- Se ha calculado que el area de la superficie de la membrana en relación con la platina del estribo. Varía alrededor de 20 a 1.

La combinación de la ganancia de la energía resultante del sistema de palancas de la cadena oscicular y de la diferencia de áreas entre la membrana del tímpano y la platina del estribo, hace que se concentre la energía de tal manera que se venza la resistencia del líquido representado por la perilínea y que las ondas sonoras pudieran transmitirse del medio aéreo como es el aire, que rodea al individuo. A un medio líquido como es del oído interno.

La segunda función del oído es la de transductor. Al llegar las vibraciones hasta el interior del oído interno, movilizan la membrana tectoria y el órgano de Corti, de manera que producen un desplazamiento relativo entre ambos. Esto hace que los cilios de las células sean flexionados y desencadenen un potencial bioeléctrico, que se transmite hasta la base celular, en donde se encuentra la sinapsis con las terminaciones nerviosas.- Esta sinapsis es cruzada por mediadores químicos probablemente colinérgicos. La liberación del mediador produce en la terminación del medio, en contacto con la base de la célula, un estímulo

lo químico que provoca una respuesta eléctrica, la cual viaja a través de la membrana del axón neural como un cambio transitorio de polaridad hasta llegar al sistema nervioso central.

Es así como el oído interno actúa, como un transductor, es decir, como un aparato que cambia un tipo de energía en otra, - en este caso una energía mecánica o el movimiento vibratorio molecular en una energía bioeléctrica de potencial de acción.

Un simil sería la pastilla y el aguja del tocadisco, en el cual las ondulaciones del zurco de l disco producen compresión en un cristal piezo-eléctrico. Esto ocasiona generación de corriente eléctrica, la que transmitida por los alambres, puede ser amplificada y por medio de otro transductor ( las bocinas ) - convertirse en energía sonora. Todos los sistemas que cambien un modo de energía en otro, se llaman transductores; en el caso del oído, el neuroepitelio laberíntico constituye un transductor que cambia la energía mecánica del sonido en energía bioeléctrica.

La función del nervio consiste en transmitir los impulsos bio eléctricos del sitio en donde se generan, es decir, del órgano de Corti, hasta el sitio donde se procesan y se modifi--

can y por último se les da significado simbólico, es decir, hasta el sistema nervioso central.

Existen 3 grandes grupos de alteraciones de la función auditiva entre los cuales puede clasificarse cualquier condición:

A) Sorderas conductivas, en las cuales hay mala conducción del sonido al órgano sensorial.

B) Sorderas sensorineurales que implican anormalidades del órgano sensorial o del nervio auditivo.

C) Sorderas centrales en las cuales hay una lesión o disfunción a nivel del sistema nervioso central.

A) Sorderas conductivas. Por lo general se trata de Hipoacusias moderadas o leves, nunca de anacusias y en ellas el déficit es consecuencia de la incapacidad del oído para realizar el acoplamiento de impedancias entre el medio aéreo exterior y el medio líquido del oído interno, ya sea por bloqueo mecánico de esta función o bien por ausencia de las estructuras encargadas de realizar este acople.

(\*) HIPOACUSIA: Disminución de la capacidad auditiva debido a trastornos

### Bloqueo o fijación de estructuras.

Entre los padecimientos que producen hipoacusia por este mecanismo se encuentran malformaciones del conducto auditivo-externo, impactación de cerumen en el conducto auditivo externo, bloqueándolo completamente, otitis externas cuando el edema del conducto ocasiona su oclusión, otitis medias en que el proceso-inflamatorio reduce la movilidad del tímpano y huesecillos; otoesclerosis, en la que se fija la platina del estribo a la ventana oval y le impide moverse.

En el grupo de hipoacusias conductivas ocasionadas por ausencias de elementos se encuentran perforaciones timpánicas, - las atresias del oído medio y secuelas de otitis medias crónicas en que puede haber ausencia del tímpano o de los huesecillos.

En todas las hipoacusias conductivas al aumentar la intensidad del estímulo, se consigue alcanzar el umbral de exitación de la coclea y la sensación auditiva provocada tiene características cualitativas normales.

Puede ser útil resumir algunas de las características-fisiológicas de las hipoacusias conductivas.

- 1) Una anomalía de tipo conductivo sólo ocasiona --

una atenuación de la energía acústica que llega al órgano sensorial.

2) Con ciertos límites, la atenuación dada por un proceso conductivo puede ser compensada mediante amplificación del sonido.

B) Sorderas sensorineurales. En este grupo el déficit se debe a la incapacidad parcial o total del oído para realizar su función de transductor o de analizador, o bien a la incapacidad de hacer llegar esta información hasta el sistema nervioso central. En estos casos es común que no solo exista una alteración cuantitativa de la sensación sino que también aparecen fenómenos psicoacústicos debidos a alteraciones cualitativas de la sensación sonora.

Estas sorderas pueden ser corregidas parcialmente aumentando la intensidad del estímulo, pero muchas veces no se obtiene ningún beneficio, sino al contrario, el uso de altas intensidades de estimulación puede ocasionar aumento en el deterioro cualitativo de la sensación auditiva y dificultad para reconocer la naturaleza de la información sonora.

La fisiopatología que se encuentra en las lesiones sen

sorineurales puede ser de varios tipos, las principales consisten en ausencia de elementos sensoriales, alteraciones de su excitabilidad y fatiga anormalmente rápida.

C) Sorderas centrales. También conocidas como afasias sensoriales en las cuales la sensación percibida carece de significado simbólico. El paciente reacciona como si le hablarán en un idioma desconocido, oye, pero no sabe lo que dicen.

Los oídos externo y medio son raramente dañados por la exposición al ruido intenso, aunque un sonido explosivo o ráfaga podría dañar el tímpano ( Dolor intenso ) o afectar la cadena osicular. Estos desórdenes evitan y reducen el paso normal de energía sonora del oído externo hacia el interno y por lo tanto se crea una pérdida del oído de tipo conductivo. Más conveniente, la exposición excesiva al ruido produce pérdida del oído de tipo neural que involucra heridas a las células ( filamentos ) del oído interno. Estudios histológicos en oídos de animales -- muestran que donde se manifiesta el mayor daño es en la estructura celular del órgano de Corti.

Estas lesiones observadas se asemejan mucho a aquellas en oídos de humanos post-mortem y que se sabe que tuvieron expo-

siciones prolongadas a altos niveles de ruido. ( Fig. 7-1 )

La figura 7-1 nos muestra los diferentes grados de herida que el ruido excesivo puede causar en una sección del órgano de Corti. Para una perspectiva apropiada es importante considerar que el grado de pérdida del oído producido por el ruido no depende sólo de la severidad del daño en un sólo punto, sino a todo lo largo del órgano de Corti. En esta evaluación la parte superior de la coclea es ampliamente receptiva a estimulaciones de baja frecuencia y la pérdida o daño en las células filamentosas puede ser bastante, sin que ésto muestre algún cambio de la sensibilidad a bajas frecuencias. Por otro lado, muchas porciones de la región basal de la coclea son responsables de las sensaciones en sonidos de alta frecuencia. Por consiguiente menos pérdidas de células filamentosas en esas porciones bajas son reflejadas en cambios de sensibilidad para tales sonidos.

Muchas teorías se han propuesto para explicar las heridas inducidas al órgano de Corti.

Una es que las estimulaciones vigorosas de las estructuras celulares filamentosas debidas a altos niveles de ruidos - las someten a tensiones mecánicas que puede desprenderlas de sus

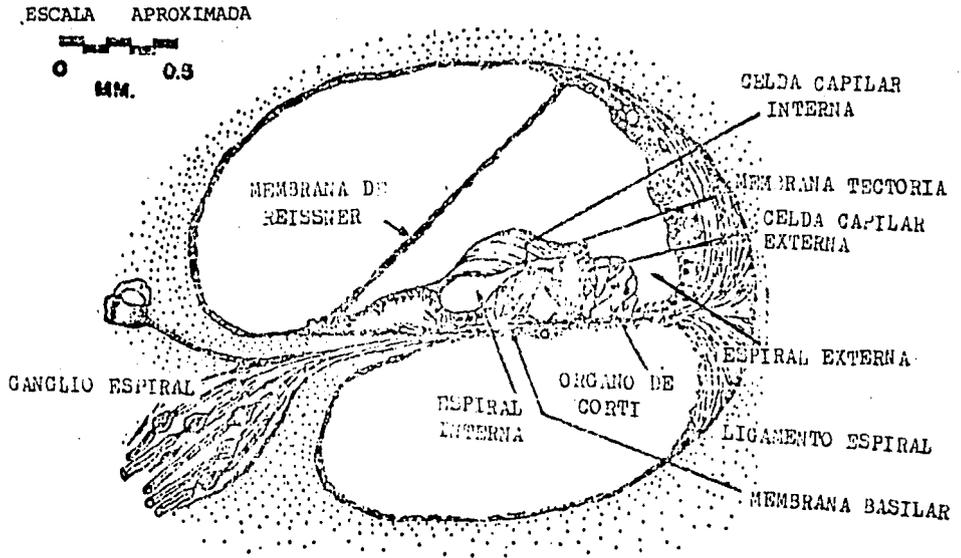
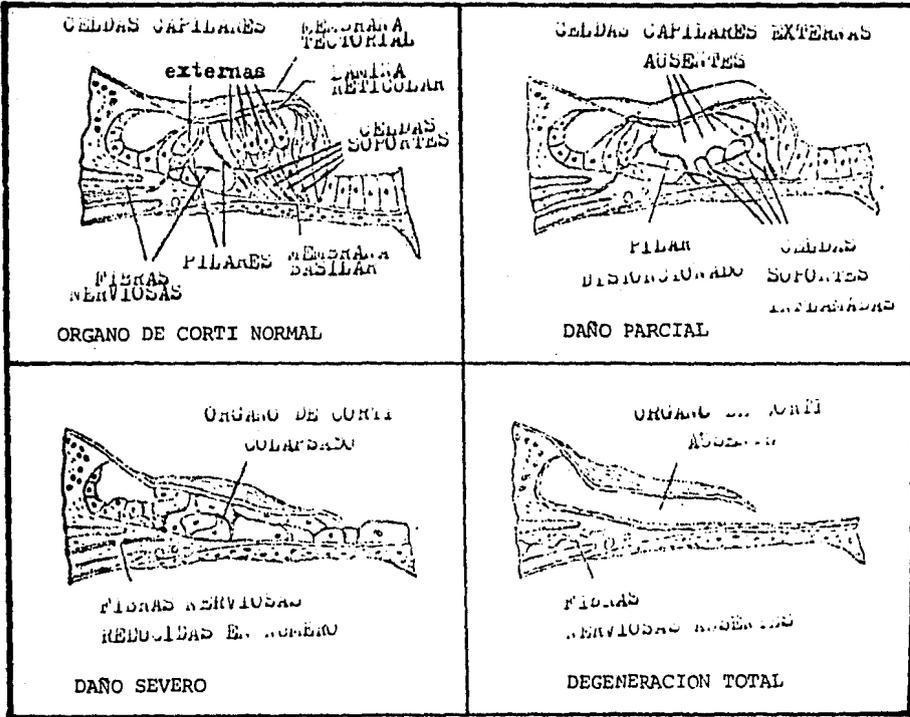


FIG. 7.1.- ESQUEMA TRANSVERSAL DEL ORGANNO DE CORTI.



CORTE DE LA MEMBRANA BASILAR MOSTRANDO; EL ESTADO NORMAL Y LOS GRADOS PROGRESIVOS DE DAÑO, DEBIDO AL ALTO NIVEL DE RUIDO.

soportes o dañarlas de alguna otra manera. Otro es que el sonido intenso y constante fuerza a los receptores de las células filamentosas a altos niveles; metabólicos que no pueden ser mantenidos. Como un resultado, el proceso metabólico esencial para la vida celular se agota o envenena, provocando la muerte de sus células involucradas. Ya que las observaciones directas de las estructuras sobre el oído humano vivo es imposible, los daños en estas partes se detectan por audiogramas los cuales nos muestran las pérdidas del oído para ciertos niveles de tonos puros y las frecuencias relativas a algunos valores de referencia. Tales pérdidas cuando son debidas al ruido pueden ser de naturaleza temporal o permanente. Las pérdidas temporales de la audición pueden ser producidas por exposiciones cortas a altos niveles de sonido y se puede recobrar después de un período de tiempo en silencio, la figura 7-2 nos muestra un ejemplo de pérdida temporal causada por una exposición de dos horas en el laboratorio a un ruido de banda ancho cercano a los 103 dB. En éste caso se tomó un audiograma del escuchante al inicio y varias veces después de cesar la exposición al ruido. Las diferencias entre la pre y la post-exposición en los niveles de entrada para frecuencias probadas específicas muestran la cantidad de pérdida temporal por el ruido. La pérdida temporal es mayor inmediatamente después de la exposición y va disminuyendo progresivamente

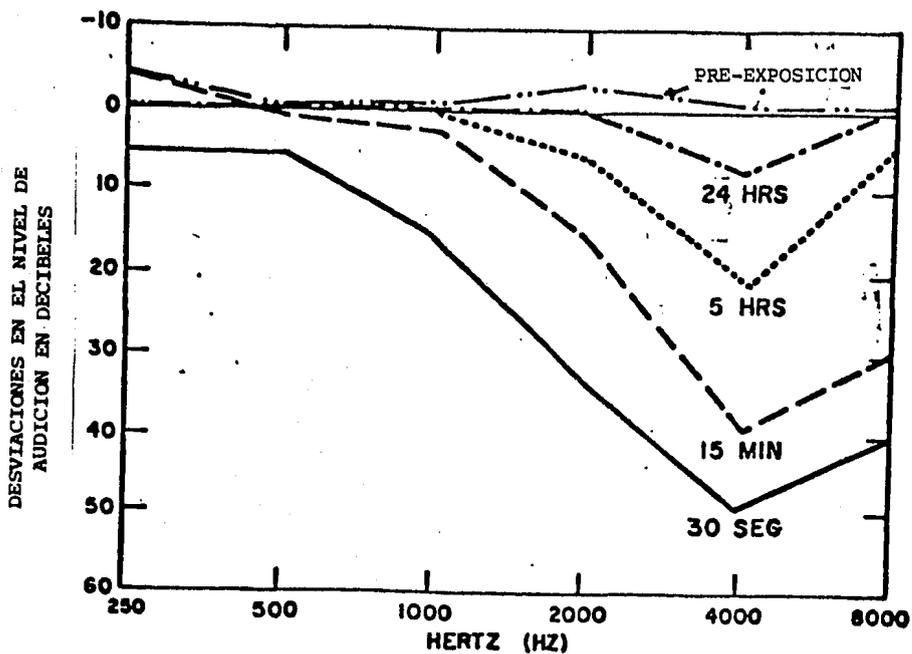


FIG. 7.2 NIVELES DE AUDICION MEDIDOS A VARIOS TIEMPOS DESPUES DE 2 HORAS DE EXPOSICION EN UNA BANDA AMPLIA DE RUIDO A -- 103 dB. EN COMPARACION CON DETERMINACIONES DE PREEXPOSICION.

con el incremento del tiempo en silencio, reflejando un restablecimiento del oído. Como una regla general un ruido capaz de causar una pérdida temporal del oído significativa con exposiciones cortas es probablemente capaz de causar una pérdida permanente del oído en exposiciones prolongadas o recurrentes. En efecto algunas evidencias de estudios sobre animales sugieren la presencia de un daño menor de las células auditivas en aquellos oídos que muestran una completa recuperación cuando hubo pérdida temporal. En cualquier caso la exposición diaria, a ruidos que producen pérdida temporal, durante muchas horas por día, por meses y años se actuará como un riesgo de pérdida permanente del oído. Esto es, el oído no se recupera completamente con exposiciones recurrentes de éste tipo. Más bien, puede ocurrir solamente una recuperación parcial cuando el descanso establecido es poco. La pérdida residual del oído es una indicación de un daño permanente la figura 7-3 describe éstas pérdidas permanentes en un grupo de empleados como una función de sus años de exposición a los niveles de ruido del lugar de trabajo muy próximo al nivel usado en el ejemplo anterior de pérdida permanente.

La figura 7-3 indica que las pérdidas de oído inducidas más significativas ocurren primero en rangos altos de frecuencia,

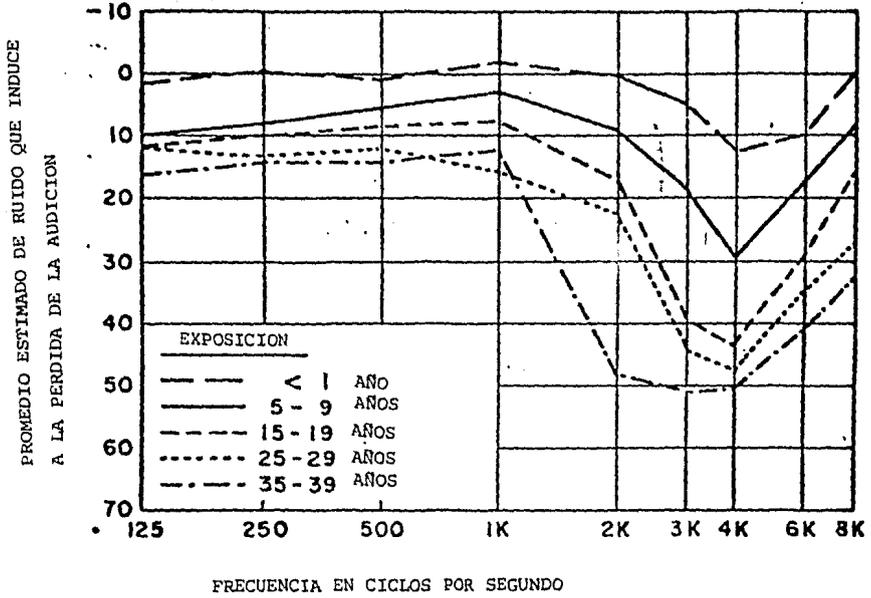


FIG. 7.3 PROMEDIO DE DESVIACION EN LOS NIVELES DE AUDICION COMO  
UNA CONSECUENCIA DE EXPOSICION AL RUIDO POR AÑOS.

mas prominentemente a 4,000 ciclos por segundos o Hertz (Hz). La sensibilidad decrece a éstos sonidos de alta frecuencia y pueden no ser notados por el escuchante mientras no afecten la recepción del lenguaje.

Con incremento en la exposición las pérdidas aumentan y superar otras frecuencias que hacen crítica la recepción del lenguaje, es decir, éstas dentro de rangos de 500 a 3 000 tHz. En la actualidad, se acepta, como rango de impedimento para la recepción del lenguaje frecuencias de 500, 1000 y 2 000 Hz, en el audiograma.

El porqué las frecuencias alrededor de los 4,000 Hz. muestran mayor vulnerabilidad al ruido no esta completamente claro una posible explicación es que la frecuencia resonante en el canal del oído está dentro de 2000 y 5000 Hz, y aumenta la frecuencia cuando hay una señal de ruido.

Las complicaciones evaluadas de la pérdida del oído al ruido industrial dependen de varios factores. Primero, la sensibilidad auditiva decrece normalmente con la edad y éstas pérdidas son muy similares a aquellas causadas por el ruido excesivo, -- comparativamente hay mayores pérdidas a frecuencias mayores, con

secuentemente ¿ Cuanta de la pérdida del oído de un empleado es debido a la exposición al ruido ocupacional ? y ¿ cuánta es debido a la edad ? . Datos de audición para grupos de diferentes edades y sexo expuestos a ruidos agresivos pueden ser usados para obtener factores que eliminen el factor edad de los audiogramas tomados en empleados expuestos al ruido. Estas correcciones de pérdidas se han incorporado en las compensaciones de los trabajadores por diferentes estados en los rangos de pérdida del oído perjudicado por la exposición al ruido ocupacional. Otras causas de la pérdida del oído, además del ruido y la edad incluye el uso de drogas, enfermedades y golpes en la cabeza, procesos audiométricos especiales son necesarios a veces para diagnosticar algún caso dado y determinar si fue dañado por ruido o algún otro agente.

Aún cuando la evidencia audiométrica muestra una clara pérdida del oído inducida por ruido, surgen cuestiones como la de que si el daño fué producido totalmente por el ruido del lugar del trabajo. Es apreciable que las condiciones de ruido fuera del trabajo, particularmente en las recreaciones pueden suponer algún riesgo al oído ya sea por si mismos o asociados a las condiciones en el trabajo. Mientras indica la necesidad para resul

tados audiométricos confiables, los factores mencionados no deben subestimarse dentro de los problemas del ruido industrial. Debe tomarse en cuenta, como ya se vió antes en los exámenes -- hechos en varias fábricas que muchas de las operaciones industriales son condiciones potencialmente dañinas para millones de trabajadores. Datos audiométricos tomados a trabajadores expuestos a ruidos excesivos muestran que, tienen un oído pobre en comparación a trabajadores no expuestos.

El reconocimiento al ruido industrial a estimulado la investigación para identificar los factores y las variables que intervienen. Estas variables se citan a continuación junto con un resumen que describe su implicación dentro de las pérdidas -- temporales del oído.

a).- NIVEL TOTAL DE SONIDO: Los niveles de sonido deberán exceder los 60 - 80 dB antes de que una persona experimente una pérdida temporal del oído siempre y cuando esté expuesto de 12 a 24 horas. Mientras más se exceda el rango de los 60 - 80 dB más será la cantidad de pérdida temporal. La relación entre la pérdida permanente del oído y la exposición al ruido de trabajo sugiere que tal pérdida puede ocurrir bajo condiciones simila

res y con duración mayor y exposición repetida.

B).- Espectro del ruido: La mayoría de los sonidos comunes y ruidos se componen de muchas frecuencias diferentes dentro de un rango de frecuencia audible. El espectro de estos sonidos está referido de tal manera que la energía acústica de cada uno está distribuido a través de frecuencias componentes. En general, los ruidos tienen una energía mayor a los 1,500 Hz y son más potentes para causar una pérdida temporal. Así también los tonos puros fuertes son potencialmente mas nocivos al oído que aquellas estimulaciones de igual nivel sonoro y banda más ancha de sonido.

C).- Duracion Total.

Una -  
duración de exposición mayor de las 8 - 16 horas pueden no producir un incremento en la magnitud de la pérdida, sin embargo, resulta una más lenta recuperación, la cantidad de pérdida permanente es la máxima a los 4,000 hz, pero puede aumentar después de 10 ó 12 años a la exposición al mismo ruido. Pérdidas adicionales a ésta frecuencia con exposiciones continuas aparecen debidas al proceso de la edad. Para frecuencias probadas abajo de -

los 4,000 hz., esto no es cierto.

D).- Distribución Temporal de Exposición al ruido: Las interrupciones en la exposición del ruido ( Intermitencia ) reduce la cantidad de pérdida temporal y permanente comparada a aquella de ruido contínuo dentro de los mismo niveles y períodos de duración. La tolerancia incrementada del oído para la exposición al ruido intermitente depende del nivel del sonido presente durante los intervalos callados y de los segmentos de ruido. El número y longitudes de los períodos callados son potencialmente influenciables.

E).- Diferencias individuales de la tolerancia al ruido: La susceptibilidad a la pérdida temporal y permanente varía entre los individuos, esto induce a desarrollar técnicas para identificar aquellas personas con oídos delicado. Tales pruebas involucran mediciones de la pérdida temporal, de acuerdo a ciertos exámenes se ve que las personas que muestran mayor pérdida temporal son los más vulnerables a la pérdida permanente. Desafortunadamente las diferencias en la susceptibilidad no son uniformes a lo largo de un rango de frecuencias audibles. Esto es la vulnerabilidad a la pérdida temporal o baja, media, y alta frecuencia es relativamente independiente. Aún más importante, los

datos relacionados entre la pérdida temporal y la permanente en un mismo grupo son deficientes.

#### Interferencia con la Recepción Sonora.

El efecto más demostrable del ruido es incubrir o interferir con la recepción de señales auditivas deseadas, la más notable es el lenguaje. Condiciones ruidosas que no son lo sufi---

TABLA 7.4

INTERFERENCIA EN LA RECEPCION SONORA, Y COMUNICACION.

NIVEL DEL RUIDO dB	NIVEL DE LA VOZ Y DISTANCIA.	NATURALEZA DE LA COMUNICACION	USA DEL TELEFONO
55	Voz Normal 3 m.	Buena comunicación	Satisfactorio
65	Voz Normal 1 m. Voz Alta 2 m. Voz Muy Alta 4 m.	Comunicación continua	Satisfactorio
75	Voz Alta 70 cm. Voz Muy Alta 4 m. Grito 6 m.	Comunicación Intermitente	Límite
85	Voz Muy Alta 30 cm. Grito 1 m.	Comunicación mínima y restringida a un vocabulario preestablecido ( señales )	Imposible.

cientemente intensas para causar daño al oído pueden, sin embargo interferir con la transmisión de sonidos deseados. La tabla-7.4 describe la naturaleza de las posibles comunicaciones bajo diferentes niveles de ruido ambiental. Así, a niveles moderados de ruidos se requiere elevar la voz o gritar para comunicarse efectivamente, especialmente para distancias de 4 metros o más entre el hablante y el escuchante. El uso del teléfono puede afectarse también.

En la Industria, la carencia de una recepción adecuada del lenguaje debido al ruido puede degradar la eficiencia de aquellos trabajos que dependen de éstas funciones.

La inhabilidad de oír señales de advertencia o gritos de precaución por causa de ruido ha sido un factor de accidentes entre los trabajadores. Mientras esto es lógico y razonable, los datos suponen que éste último argumento no es muy evaluable.

Se han hecho mediciones en ciertos rangos para precedir los efectos del ruido y tomar la energía acústica encontrada dentro de esas bandas de frecuencia de ruido que abarcan los rangos donde la comunicación es crítica. Estas mediciones se usan para definir los requerimientos acústicos en oficinas y otros lugares-

de trabajo donde la comunicación hablada y otras formas de recepción sonora son funciones importantes.

La interferencia con la recepción por el ruido puede tomar lugar bajo condiciones sin riesgo al oído. Este problema es específico de las oficinas y otras áreas de trabajo donde la comunicación es necesaria para el trabajo.

#### Interrupciones en El Desempeño del Trabajo

Los efectos del ruido para realizar una faena en la -- cual la comunicación vocal no es necesaria y son bastante diferentes y sin embargo, parecen depender de las condiciones acústicas presentes, una fracción de la faena se empieza a desempeñar y el trabajador se predispone. Considerando los factores acústicos, los impulsos repetidos y los sonidos intermitentes de alto nivel interrumpen el desempeño de la faena en forma mas significativa que un sonido de igual nivel pero constante. Sonidos impulsivos tienen mayores efectos que los Sonidos Constantes una exposición a ruido intermitente puede causar pérdidas en el desempeño y que no se especifican dentro de un tiempo de ruido. Esto es, las pérdidas en el desempeño pueden ocurrir cuando el ruido aparece y también cuando desaparece. Aparentemente, el cambio en el ni

vel de ruido es el factor degradante: En estas condiciones tal-nivel de sonido que cause cambios notables en el desarrollo puede exceder los límites de exposición diarios.

Niveles más moderados de ruido permiten el desarrollo de la faena y la benefician en relación con las condiciones silenciosas. La presencia de tales ruidos proveen de un fondo acústico uniforme, desviando los sonidos que de otro modo serán audibles, en una area de trabajo causando destrucción. También del lado positivo los sonidos de tipo pulsación pueden ayudar al desempeño, en efecto reducen la fatiga durante la faena. El componente ritmo de la música puede servir para este propósito.

No todas las capacidades de desarrollo sufren iguales-interrupciones por los efectos del ruido. En efecto, el ruido puede ayudar al desempeño de una faena simple practicada repetidamente despertando interés en un trabajo aburrido. Hay indicios en efecto, de que solamente aquellas faenas que requieren una atención constante (vigilancia de una máquina o inspección de productos) o aquellas que demanden una concentración mental del empleado pueden ser más vulnerables a efectuarse por los efectos del ruido.

Esto es, las faenas que por si mismas imponen la total capacidad del individuo no permiten ninguna predisposición al ruido y consecuentemente hay pérdidas en algunas circunstancias, el ruido parece más inclinado a interrumpir que a cuantificar el trabajo, el ruido puede no afectar al rendimiento del trabajo pero sin causar más errores. De esta manera el desempeño del trabajo cuando hay ruido puede causar fluctuaciones en el trabajador con períodos de gran esfuerzo realizado estos cambios en el desarrollo a lo largo de la sesión de trabajo, pueden provocar un decremento parcial en la eficiencia.

Se pueden encontrar diferencias individuales en los efectos del ruido. Las actividades hacia el ruido son un factor básico en esta variación. Un reciente estudio de laboratorio de mostró que algunos individuos son muy sensibles y no tienen control sobre el ruido y su conducta fue deficiente durante su labor. Otro factor del desempeño bajo condiciones ruidosas fue el de la personalidad. La tensión y la ansiedad de la persona son factores de la personalidad y ciertos indicadores psicológicos que determinan la pobre capacidad para ciertas faenas, comparadas aquellos de mas relajamiento.

La importancia del factor actitud en el comportamiento en situación ruidosa es evidente en el campo de la investigación. Por ejemplo, el compromiso moral del trabajo puede rechazarse - por efecto del ruido.

Otros trabajadores insatisfechos con su situación en el trabajo pueden usar al ruido como un pretexto para justificar su pobre labor. Debe mencionarse, también que por una selección personal los empleados más tolerantes permanecerán en un trabajo ruidoso. Las personas más sensibles se promoverán por sí mismas de una situación ruidosa.

El ausentismo y los retardos no se pueden relacionar fácilmente al ruido.

Son muchos los factores que influyen en el desempeño de la tarea. En forma general los ruidos intensos, preferentemente impulsivos y el imponer a una persona tensa a cierta labor bajo estas condiciones, ofrece una combinación tal, que muestra una baja en el rendimiento inducida por el ruido.

Como conclusión a éste capítulo , se hará una revisión de las investigaciones acústicas recientes, tendientes a encontrar un criterio que permita establecer los niveles de ruido máximos permisibles.

Se establecerá la relación que existe entre la pérdida temporal de audición y la pérdida permanente, con lo cuál es posible determinar los valores máximos permisibles.

Considerando, como ya se dijo, que el sonido es una transmisión de energía a través de un medio en forma de vibraciones y que estas vibraciones o variaciones constituyen cambios en la presión o en la densidad del medio, podremos definir, en forma subjetiva, que el sonido es la sensación auditiva provocada cuando tales vibraciones normalmente en el aire, hacen impacto en el individuo.

El umbral mínimo de audicional se muestra en la figura 7-5 , en donde se ve que el rango audible de frecuencia está entre 20 y 20 000 Hz.

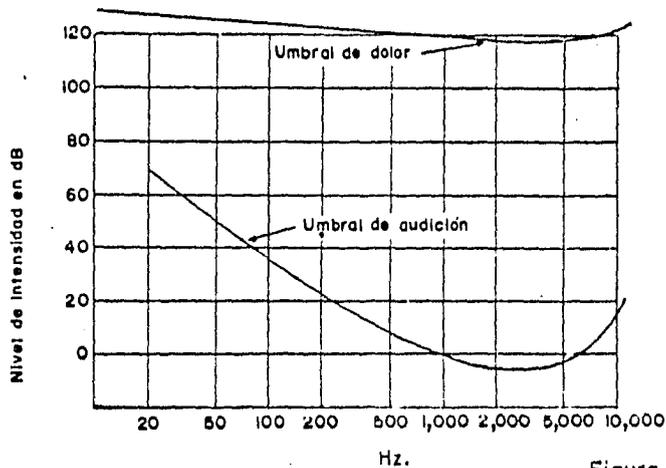
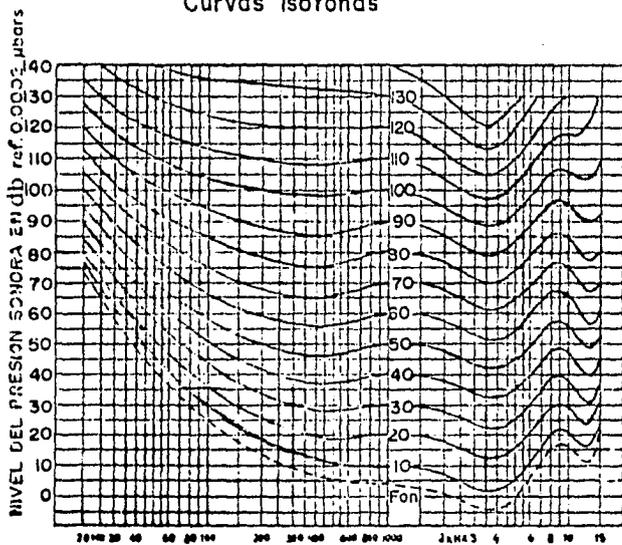


Figura Nº 7-5

CARACTERISTICAS DE LA AUDICION NORMAL  
Curvas Isófonas



CURVAS ISOFONAS

Figura Nº 7-6

Los instrumentos acústicos para la medición de variaciones de presión están graduados en decibeles ( dB )

Como también ya se indicó, un dB, es una medida relativa de potencia en forma logarítmica:

$$dB = 10 \log_{10} \frac{I}{I_0}$$

Donde:

I = La potencia medida  
I<sub>0</sub> = La potencia de referencia

Sin embargo la potencia transmitida por una onda de sonido es proporcional al cuadrado de las variaciones de presión, - de modo que:

$$dB = 10 \log_{10} \frac{p^2}{p_0^2} = 20 \log_{10} \frac{p}{p_0}$$

Donde:

p<sub>0</sub> = Presión de referencia y p el valor cuadrático medio de las variaciones de presión.

Cuando la presión de sonido se mide en dB referidos a 0.0002 microbar, con la misma escala dada para todas las frecuencias, se denomina NIVEL DE PRESION del sonido. El oído puede - detectar variaciones tanbajas como 0.0002 microbar y soportar ni veles mayores de 200 microbar.

## CURVAS ISOFONAS

Un conjunto llamado contornos isófonos se da a continuación en las curvas de la figura 7-6 . Estas curvas con los niveles de intensidad en DB referidos a 0.0002 microbar, las -- cuales a varias frecuencias, son juzgadas por el promedio humano, con sonido igualmente intenso. Recomendadas como patrón -- por la organización Internacional de normalización.

El nivel de referencia se ajusta normalmente a 1000 Hz, y las curvas dan el nivel de presión sonora en dB, necesarios pa ra un tono de una frecuencia diferente que suene con igual inten sidad subjetiva. El nivel de intensidad subjetiva se mide en -- iones, y a 1000 Hz. El valor en iones es igual al valor en dB. - Se podrá ver que las curvas de ión constantes se hacen más y más rectas al incrementarse el nivel de intensidad subjetiva. A un nivel de 120 iones el oído es aproximadamente igual de sensible a todas las frecuencias en el rango audible. Mientras que a 0 - iones la variación en el nivel de presión sonora con la frecuencia es grande.

Aunque la respuesta del oído humano depende de muchos-

otros factores, además de la frecuencia, los medidores de nivel de sonido modernos usualmente contienen mallas de compensación - en orden de tratar de incorporar en el medidor una respuesta de-frecuencia similar a la del oído humano.

Tres curvas diferentes han sido acordadas y normaliza-das internacionalmente. Estas son referidas como A, B y C y se-muestran en la figura 7-7 .

Cuando la presión sonora se mide usando una de las esca-las A, B o C y acotadas en dB referidos a 0.0002 microbar, se -denomina nivel de ruido o sonido.

La escala utilizadas debe aclararse siempre, por ejem-plo; si el nivel de sonido medido en la escala A, es de 70 dB, se debe anotar 70 dBA.

#### PERDIDA TEMPORAL Y PERMANENTE DE LA AUDICION POR EFECTO DEL RUIDO.

##### A) PERDIDA TEMPORAL

El estudio de las pérdidas temporales de la audición - ha sido realizado por W. Dixon Ward, Aram Glorig y J. Nixon en-el comité para la conservación de la audición en E.U.A. mediante

CARACTERISTICAS DE LA AUDICION NORMAL  
Curvas Normalizadas Internacionalmente

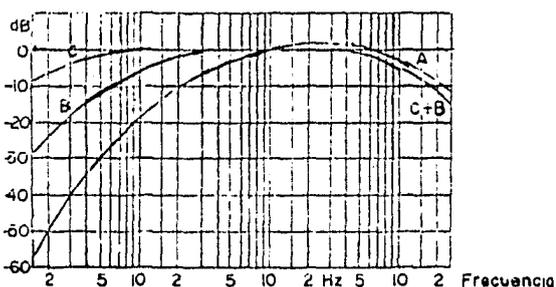
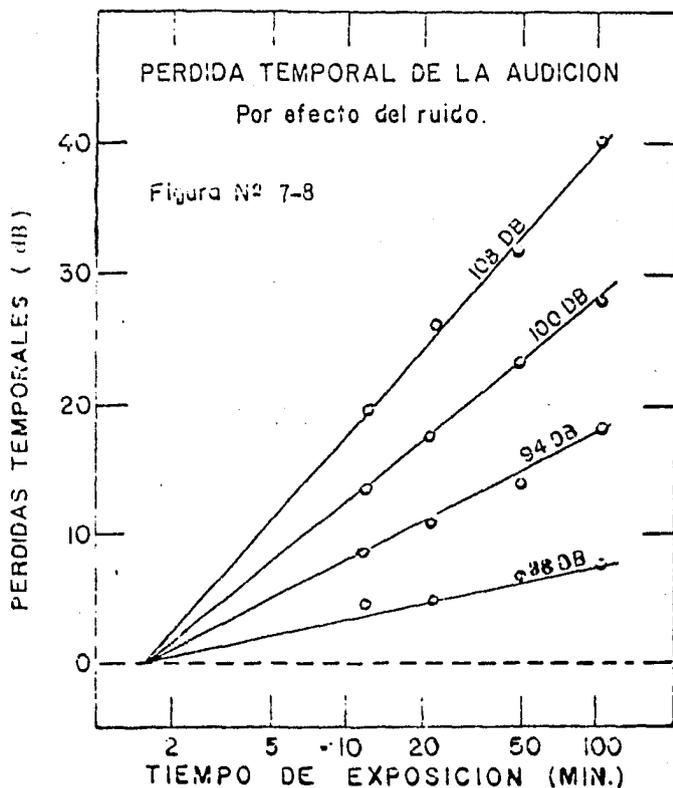


Figura N° 7-7 RESPUESTA DE LAS MALLAS DE COMPENSACION



pruebas realizadas en un laboratorio de psicología.

Para hacer estas pruebas se escogieron personas sin antecedentes de exposición en ambientes ruidosos. Las pruebas indican que la elevación del umbral temporal ( P.T.A. ) a la frecuencia de 4 Khz, medida 2 minutos después que cesó la exposición al ruido, era directamente proporcional al logaritmo del tiempo de exposición, dependía del nivel total de ruido y de la fracción de tiempo en que se produjo el ruido, y del tiempo total de exposición.

Los resultados obtenidos se graficaron como se vé en la figura 7-8

De la figura 7-8 se dedujo la ecuación correspondiente y fué:

$$P.T.A._2 = 1.06 R (S-85) \log \frac{T}{1.7}$$

Donde:

P.T.A.<sub>2</sub> = Pérdida temporal auditiva a 4 Khz, 2 minutos después de que cesó la exposición.

T = Tiempo de exposición total en minutos

R = Relación entre el tiempo total de exposición y el tiempo en que se produjo el ruido.

S = Nivel de la banda dB.

Variando el tiempo de exposición al ruido se obtuvieron los siguientes resultados gráficos de la P.T.A. fig. 7-9 .

Se han estudiado los efectos que producen bandas de -- ruido de una octava, las pérdidas temporales que sufren diferentes individuos expuestos al ruido en 4 khz, han sido determinadas y los datos obtenidos se graficaron en la fig 7-10 . De estos datos gráficos se dedujeron las ecuaciones correspondientes:

Para la banda de 1200 -- 2400 Hz

$$P.T.A. = 0.61 (S-70) (\log T + 0.33) - 9.5$$

Para la banda 2400 -- 4800 Hz.

$$P.T.A. = 0.91 (S-75) (\log T + 0.19) - 8.0$$

Se estudiaron los efectos del ruido a 2 khz en las mismas condiciones anteriores y para la banda de 600 a 1200 Hz, se obtuvo su gráfica: fig. 7-10

De estos datos se dedujo la ecuación para la banda 600-

PERDIDA TEMPORAL DE LA AUDICION  
Por efecto del ruido

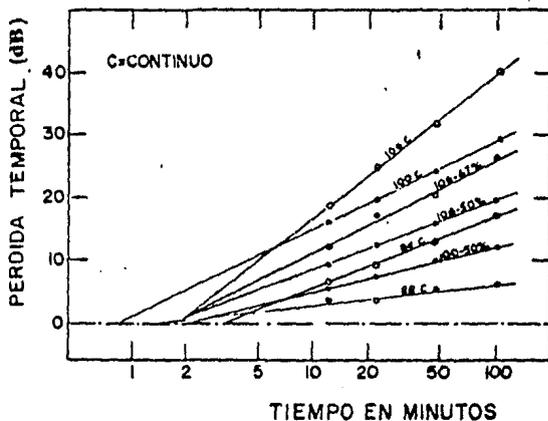


Figura N° 7-9

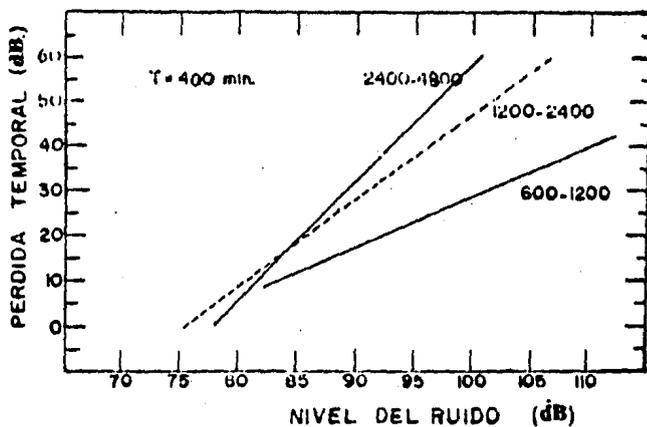


Figura N° 7-10

1200 Hz.

$$P.T.A. = 0.41 (S-68) (\log T + 0.15) - 8.0$$

Cuando el oído tiene ya una elevación inicial ( P.T.A. INICIAL ) al exponerse al ruido, el efecto producido por el ruido dependerá de la desviación inicial.

La desviación correspondiente, ha sido determinada -- cuando el tiempo de exposición y el nivel de ruido permanecen -- constantes: fig. 7-11 . .

Se observa claramente que a medida que el umbral inicial se ha elevado, el efecto producido por el ruido es menor: hasta que el umbral inicial llega a 75 dB donde ya no es afectado por el ruido.

El oído sufre diferentes efectos en las demás frecuencias percibidas, la relación con la sufrida a 4 khz y respecto a otras se ha determinado. Fig. 7-12 . .

En esta gráfica se presenta la pérdida sufrida a diferentes frecuencias cuando el nivel total del ruido y el tiempo de exposición permanecen constantes. Nótese que el mayor efecto se produce a 4 Hz.

PERDIDA TEMPORAL DE LA AUDICION  
Por efecto del ruido.

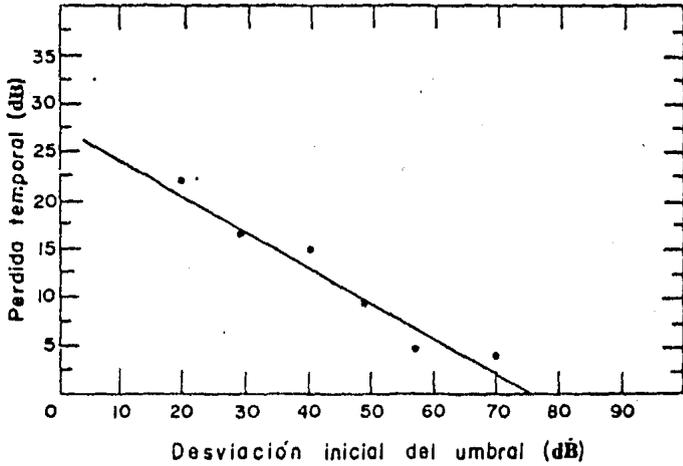


Figura N° 7-11

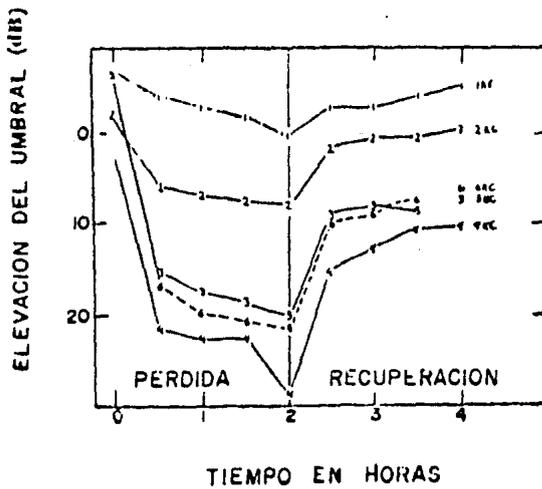


Figura N° 7-12

Los resultados anteriores son válidos cuando la pérdida sufrida ya no siguen las mismas leyes. Pero son muy pocos los casos en que se llega a producir estas lesiones.

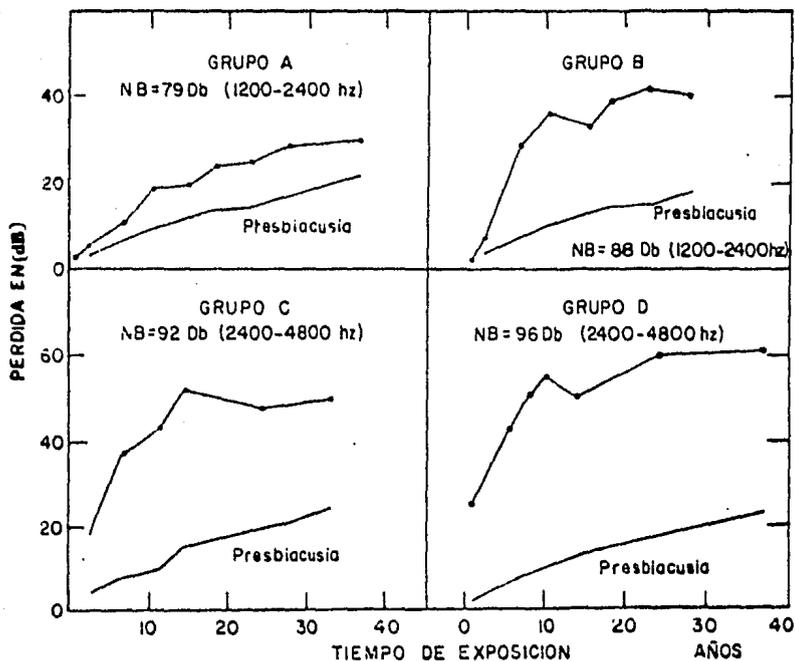
#### PERDIDA PERMANENTE.

En estudios realizados, se obtuvieron pérdidas auditivas promedio de individuos expuestos al ruido industria, los resultados graficados se dan en la figura 7-13 .

El nivel de ruido fue medido en bandas de una octava - de ancho entre 150 a 4800 Hz y se encontró que en los grupos A y B, las pérdidas sufridas en 4 khz estaban en relación con los niveles medidos en la banda comprendida entre 1200 y 2400 Hz, -- mientras que los grupos C y D, estaban relacionados con el nivel de ruido medido en la banda comprendida entre 2400 y 4800 Hz. Fig. 7-13 . La línea superior representa la elevación del umbral mínimos a 4 khz, en función del tiempo de exposición la línea inferior representará la pérdida debida a la presbiacusia. Las pérdidas debidas a este fenómeno han sido determinadas y los valores promedio encontrados se muestran en la figura 7-14

De estos resultados se puede resumir:

PERDIDA PERMANENTE DE LA AUDICION  
Por efectos del ruido



PRESBIACUSIA: Disminución paulatina de la capacidad auditiva debido a la edad.

Figura N° 7-13

1) El máximo efecto producido por el ruido ocurre entre los 10 y 12 años de exposición.

2) Las pérdidas continúan después de los 10 años pero estas son paralelas a las producidas por la presbiacusia (\*)

3) A cada nivel de ruido, corresponde una elevación - definida del umbral, con el mismo tiempo de exposición.

Los resultados encontrados en otro estudio realizado de las pérdidas sufridas a diferentes frecuencias debidas al ruido industrial, se muestran en las figuras 7-15, 7-16, 7-17 y 7-18. El nivel de ruido total fué de 104 dB.

Se puede observar que las lesiones producidas en los diferentes grupos tienden a acercarse a medida que el tiempo de exposición aumenta, lo que muestra que la susceptibilidad de los individuos al ruido, solo se manifiesta en los primeros -- años de exposición.

(\*) PRESBIACUSIA : Disminución paulatina de la capacidad auditiva debido a la edad.

#### RELACION ENTRE LA P.T.A. Y LA P.P.A.

Analizando los resultados obtenidos de las pérdidas - temporales y las pérdidas permanentes de la audición, se ha lle

Efectos de la presbiacusia

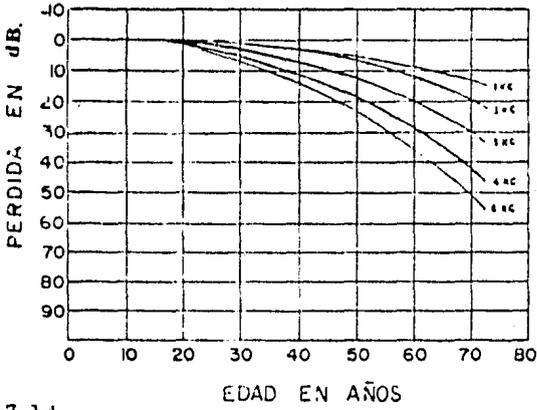


Figura N° 7-14

PERDIDA PERMANENTE DE LA AUDICION  
Por efectos del ruido

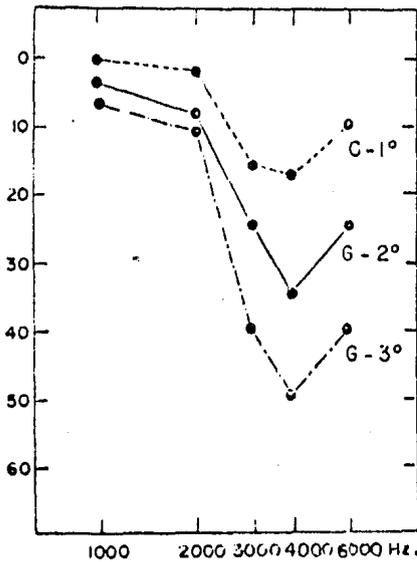
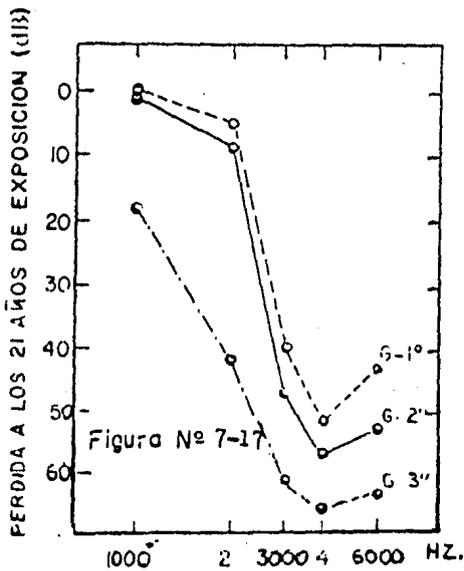
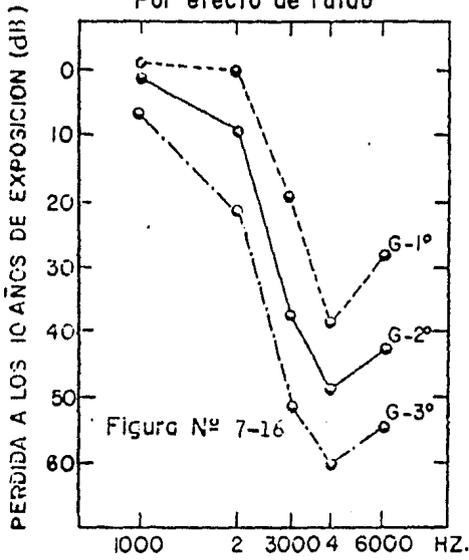


Figura N° 7-15 Pérdida a los 4 años de exposición.

PERDIDA PERMANENTE DE LA AUDICION  
Por efecto de ruido



PERDIDA PERMANENTE DE LA AUDICION  
Por efecto de ruido

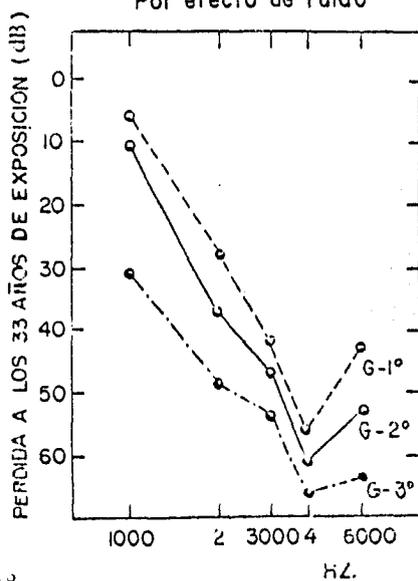


Figura N° 7-18

RELACION ENTRE LAS PERDIDAS PERMANENTES Y  
PERDIDAS TEMPORALES DE LA AUDICION.

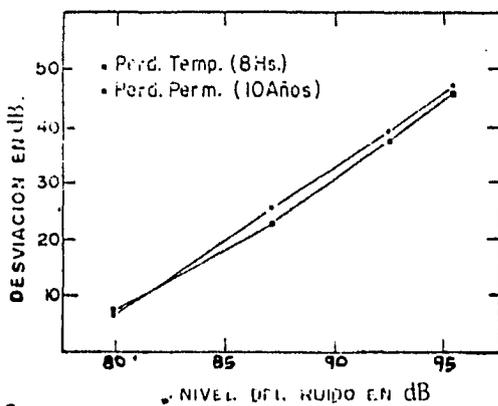


Figura N° 7-19

gado a las siguientes conclusiones:

1. El oído deja de producir pérdidas, tanto temporales como permanentes, a los mismos niveles ( si no hay P.T.A. - tampoco habrá P.P.A.)

2. Las pérdidas temporales como permanentes varían proporcionalmente con el nivel total del ruido producido en las bandas de 1200 a 2400 ó 2400 a 4800 Hz.

3. Comparando las pérdidas permanentes que grupos, - sufridas a los 10 años, con pérdidas temporales de grupos, sufridas en 8 horas, se observa que prácticamente tienen los mismos valores. fig. 7-19 .

Lo anterior nos permite predecir cuál será la pérdida permanente conociendo la pérdida temporal.

#### TIEMPO MAXIMO DE EXPOSICION EN FUNCION DEL NIVEL DE RUIDO

De las gráficas anteriormente estudiadas ( figuras 7-3 y 7-9 ) podemos decir:

La elevación temporal del umbral es:

- a) Directamente proporcional al logaritmo del tiempo - de exposición al ruido.
- b) Depende del nivel total de ruido.
- c) Depende de la fracción de tiempo en que se produjo - el ruido.

Consecuentemente, es posible determinar los niveles de ruido máximos permisibles, cuantificando los niveles máximos de ruido que produzcan una pérdida temporal menor de 12 dB.

Se supone que 12 dB de pérdida no producen ningún efecto apreciable en las funciones auditivas.

Tomando en cuenta los factores anteriores, y los resultados de las investigaciones realizadas por otros autores, se han determinado los niveles máximos que se indican a continuación.

#### NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES.

El valor máximo permisible del nivel del ruido, dependerá del aspecto del ruido y de la duración del mismo. El tiempo de exposición máximo permisible durante un período de 8 horas en función del nivel máximo de ruido medido en la escala A, se mues

tra en la tabla 7-20.

TABLA : 7-20 :

Tiempo de exposición máximo permisible en minutos, en una jornada de trabajo de 8 horas	Niveles máximos de ruido en dB en la escala A
480	90
360	92
240	95
180	97
120	100
90	102
60	105
30	110
15	115

Los valores de los niveles máximos para tiempos de exposición diferentes a los que aparecen en la tabla I - 10, se deberán calcular aplicando la siguiente fórmula.

$$N_{\text{máx}} = 134.7 - 16.8 \log t$$

válida para:

$$1 \leq T \leq 480 \text{ minutos}$$

Donde:

$N_{max}$  = Nivel máximo de ruido en dB

$t$  = Tiempo de exposición en minutos.

Cuando el valor del nivel máximo permisible sea excedido, se debe hacer un análisis por bandas de una octava del ruido producido y el valor máximo del nivel de cada banda no deberá exceder el valor ( mínimo ) límite establecido en la tabla 7-21 o en la gráfica de la figura 7-22 ; para obtener valores diferentes a los anotados en la gráfica, se puede hacer una interpolación lineal.

#### EFFECTO COMBINADO DE LA EXPOSICION A NIVELES DE RUIDO DIFERENTE:

Cuando la exposición durante una jornada de trabajo de ocho horas, esté compuesta por ruidos de diferente nivel y duración, debe ser considerado en efecto combinado.

Si se tienen varios niveles de valores  $N_1, N_2 \dots N_n$  expresados en dB, con duración  $D_1, D_2 \dots D_n$  minutos, respectivamente, se determinan los tiempos  $T_1, T_2 \dots T_n$  que son los máximos especificados en la tabla 7-20 o calculados por medio de

la fórmula siguiente:

$$T = \text{antilog} \frac{134.7 - N}{16.8}$$

Donde:

T = Tiempo máximo de exposición en minutos

N = Nivel de ruido en dB logaritmo base 10

El efecto combinado se considerará aceptable si la suma de las fracciones

$$\frac{D_1}{T_1} + \frac{D_2}{T_2} + \dots + \frac{D_n}{T_n} \quad \text{es menor o igual a la}$$

unidad. Si la suma es mayor a la unidad se considerará que los valores límites están excedidos.

#### RUIDO POR IMPULSO

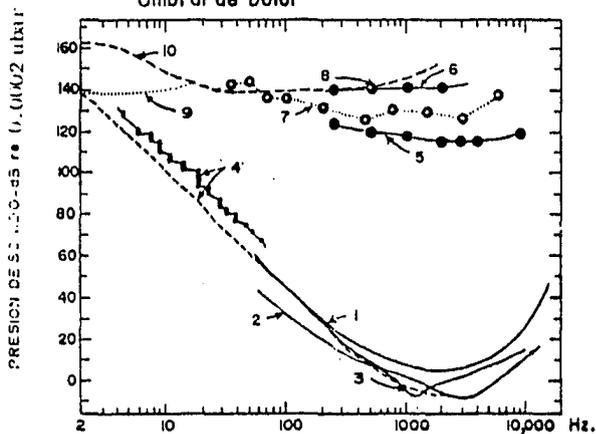
Este tipo de ruido se produce en ambientes industriales tales como: remachado, martillado, troquelado etc. en el caso de la industria de las pinturas en los molinos de bolas ( acero y porcelana ). Tal ruido frecuentemente se combina con otro -- ruido de fondo o ruidos similares producidos por grupos del mis

**TABLA 7-21**  
**RUIDO INDUSTRIAL**  
**NIVEL MAXIMO EN BANDAS DE UNA OCTAVA EN DECIBELES (REF. 10<sup>-12</sup> WATTS/M<sup>2</sup>)**

Frecuencia Central de la Banda en Hz.	Tiempo de exposición máxima en minutos en una jornada de trabajo en 8 horas							
	480	360	240	180	120	60	30	5
125	97 dB	101 dB	107 dB	111 dB	115 dB	126 dB	135 dB	135 dB
250	90 dB	93 dB	98 dB	101 dB	105 dB	113 dB	120 dB	128 dB
500	85 dB	87 dB	91 dB	93 dB	97 dB	103 dB	109 dB	115 dB
1000	82 dB	84 dB	87 dB	89 dB	93 dB	98 dB	104 dB	109 dB
2000	81 dB	83 dB	86 dB	88 dB	91 dB	96 dB	101 dB	106 dB
4000	81 dB	83 dB	86 dB	88 dB	91 dB	96 dB	101 dB	106 dB
8000	83 dB	85 dB	88 dB	90 dB	93 dB	98 dB	103 dB	108 dB
16000	86 dB	88 dB	91 dB	93 dB	96 dB	101 dB	106 dB	111 dB

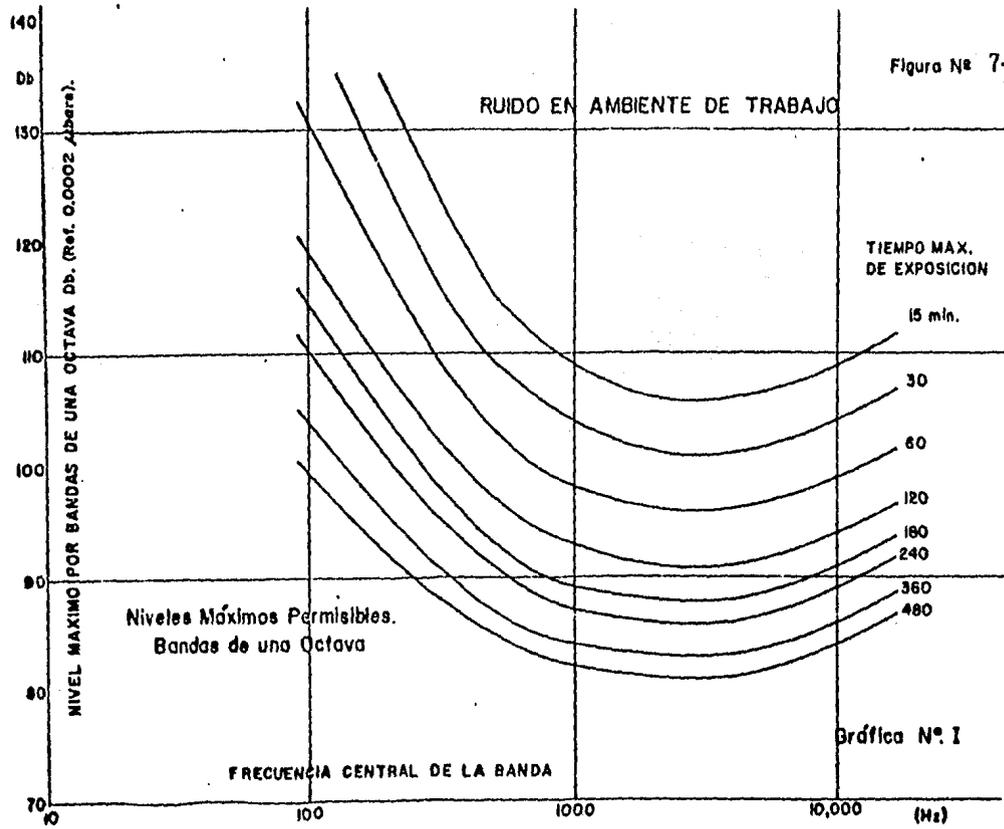
**CARACTERISTICAS DE LA AUDICION NORMAL**

Umbral Mínimo de Audición  
 Umbral de Dolor



1.- MAPA DE SIVIAN Y WHITE  
 2.- MAPA DE SIVIAN Y WHITE  
 3.- MAPA DE WAETZMAN Y KEIBS  
 4.- MAPA DE BEKESY  
 5.- DESCONFORT DE CID

6.- COSQUILLEO DE CID  
 7.- SENTIMIENTO DE WEGEL  
 8.- COSQUILLEO DE BEKESY  
 9.- "TOQUE" DE BEKESY  
 10.- PUNZADAS EN EL OIDO MEDIO BEKESY



mo tipo de herramienta, operando en la misma area.

Los principales factores físicos que se deben considerar son:

- a) Nivel pico
- b) Tiempo de duración ( elevación )
- c) Duración de la onda, en el caso de una forma de onda simple.
- d) Duración de la presión envolvente, en el caso de onda compleja.
- e) Ecos
- f) Campos de sonido reverberantes.

La base de la especificación ( fig. 7-23 y 7-24 ) es la pérdida temporal de la audición.

En virtud de que la recomendación anterior está actualmente en etapa de investigación no es posible aceptar como una norma para evaluar los efectos del ruido por impulso, por lo que solo se puede aceptar que si los ruidos son de duración igual o menor a un segundo, el valor del nivel pico no deberá exceder la

cantidad de 140 dB.

Es preciso reconocer que el problema del ruido es muy-complejo, por lo que éste trabajo no pretende descubrir nuevas-teorías, sino establecer una realidad existente que es el proble-ma de contaminación por ruido, enfocado a un ambiente ocupacio-nal en particular, como lo es la industria de las pinturas.

Es una finalidad de este trabajo:

- a) Establecer un procedimiento para evaluar los valo--res máximos permisibles de los niveles de ruidos.
- b) Presentar sugerencias de cuáles deben ser los valo-res máximos permisibles en el area industrial.
- c) Despertar la inquietud y abrir ruta para nuevos es-tudios sobre éste tema.

(P.T.A.) producida en un 25 % o más de personas otológi-camente normales, medida dos minutos después de la exposición.

El ruido producido fue de 200 impulsos ocurriendo a ra-zón de 6 a 30 por minuto.

La P.T.A. permitida es la misma que el criterio Kryter,

Ward, Miller o sea:

10 dB, o abajo de 1000 Hz.

15 dB, o abajo de 2000 Hz.

20 dB, o abajo de 3000 Hz.

La especificación se usa de la forma siguiente:

Para poder especificar el ruido, se debe tener en cuenta la forma de onda del mismo.

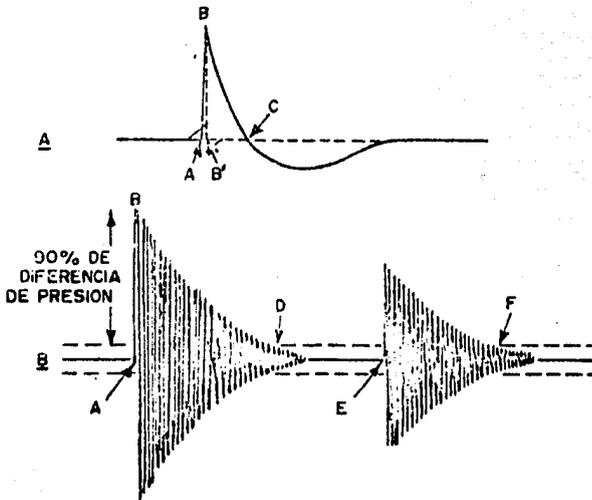
Los oscilogramas de impulso de ruido ( fig 7-23 A ) se clasifican como ruidos de tipo A y la duración se toma como AC.

La presión máxima es como se indica BB' y se especifica como nivel pico.

Así pues, habiendo obtenido los valores para nivel pico en dB y para la duración en segundos, se hace referencia a la figura 7-24 y se determina el nivel máximo permisible al compararlo con la curva tipo A.

Los ruidos tipo B son los impulsos que se producen en ambientes reverberantes, con forma de onda compleja y decaimiento prolongado. Su forma de onda se ve en la fig 7-23 B en la --

RUIDOS POR IMPULSO  
 Oscilogramas de Impulso de Ruido  
 Duración - A      Duración - B

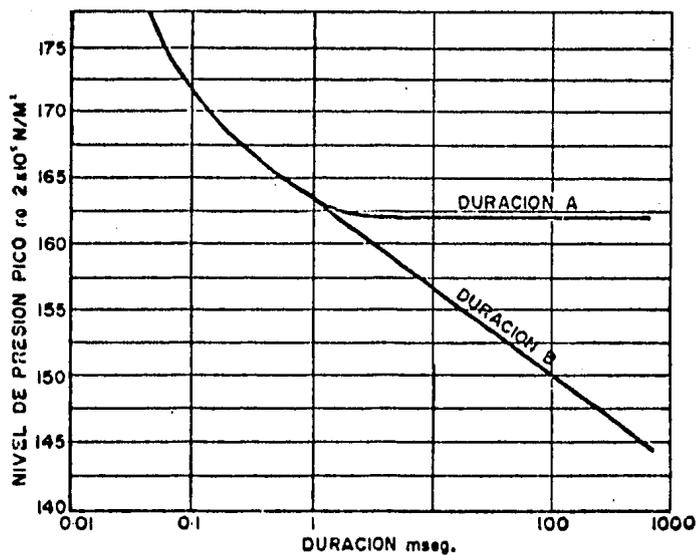


NIVEL PICO = DIFERENCIA DE PRESION BB'  
 TIEMPO DE ELEVACION = DIFERENCIA DE TIEMPO AB'  
 DURACION - A = DIFERENCIA DE TIEMPO AC  
 DURACION - B = DIFERENCIA DE TIEMPO AD (+EF POR EJEMPLO  
 EN EL CASO DE UNA REVERBERACION RELATI-  
 VAMENTE GRANDE

EVALUACION DE FORMAS DE ONDA OSCILOGRAFICAS DEL  
 RUIDO POR IMPULSO

Figura N° 7-23

### RUIDOS POR IMPULSO Curvas de Especificación



ESPECIFICACION DE RIEZGO DE DAÑO PARA RUIDO POR IMPULSO

Figura N.º. 7-24

cual el nivel de presión pico es AB. El tiempo de duración es - el intervalo AD.

El punto D es aquel al cual la envolvente de la forma de onda ha decaído en amplitud al 10 % del valor pico.

Si ocurren pulsos secundarios, su duración E-F, se - determinará usando el mismo criterio y el tiempo de duración total será la suma de los dos. Para determinar el valor máximo -- permisible se hace referencia de nuevo a la fig. 7-24 .

Las curvas de especificación deben considerarse desplazables hacia arriba o hacia abajo de acuerdo a las diferentes -- circunstancias.

Así, Coles y Rice recomiendan que para impulsos en campos no reverberantes, llegando al oído en incidencia normal, esto es, llegando directamente al lado de la cabeza, la curva debe ser desplazada hacia abajo 5 dB.

Para personas que se sabe están en el rango mas sensitivo de susceptibilidad al ruido, la curva puede tener que llegar a bajarse hasta 5-15 dB.

Para impulsos simples ocasionales, la curva puede ser elevada 10 dB.

**CAPITULO VIII**

**COMPARACION CON OTRAS INDUSTRIAS**

## CAPITULO VIII

## ESTADISTICAS COMPARATIVAS CON OTRAS INDUSTRIAS.

En este capítulo se muestra la existencia de un número considerable de empleados industriales que están expuestos a niveles potencialmente altos de ruido.

Se muestran también los niveles de ruido seleccionados de operaciones industriales.

En respuesta a un cuestionario conducido por National-Institute for Occupational Safety and Health 341 plantas en 24 estados que pertenecen a 18 tipos de procesos de manufacturas reportaron la tabla ( 8 - 1 ). La tabla no muestra el dato preciso del número de empleados expuestos; sin embargo vemos sustancialmente el ruido como un riesgo ocupacional que puede afectar a un gran número de empleados.

De la tabla podemos considerar algunos puntos.

1) No es posible determinar con precisión cuantos empleados están expuestos a un ruido de nivel riesgoso ya que la información concierne a la duración del tiempo de exposición y el nivel exacto de exposición y el nivel exacto de exposición no-

TABLA 8-1

EXPOSICION AL RUIDO ARRIBA DE 90 dB EN VARIAS MANUFACTURERAS

TIPO	NUMERO DE PLANTAS MUESTREADAS	No. DE EMPLEADOS LABORANDO	No. LOCALIZADO EN AREAS DE 90 dB 6 +	PORCENTAJE DE FUERZA DE TRABAJO EXPUESTA	FUERZA TOTAL DE TRABAJO	No. PROYECTADO A SER LOCALIZADO EN AREAS DE 90 dB 6 +
1.- PLANTA TEXTIL	23	12775	5634	44.1	963300	424815
2.- PRODUCTOS DE PETROLEO Y CARBON	16	20541	5875	28.6	192800	55140
3.- PRODUCTOS DE MADERA	14	5658	1460	25.8	601000	155058
4.- ALIMENTOS Y DERIVADOS	17	23741	5959	25.1	1898600	476549
5.- MUEBLES	11	10387	1849	17.8	465400	82841
6.- PRODUCTOS METALICOS	56	41397	7079	17.1	1335000	228285
7.- PRODUCTOS PIEDRA, BARRO Y VIDRIO	5	2506	416	16.6	6433800	1068010
8.- INDUSTRIA DEL METAL	51	71435	11001	15.4	1190000	183260
9.- PRODUCTOS DE HULE Y PLASTICO	4	7673	1105	14.4	589500	84888
10.- EQUIPO DE TRANSPORTACION	46	200384	23445	11.7	1705500	199543
11.- PRODUCTOS QUIMICOS	8	3223	324	10.05	1014400	101947
12.- FABRICA DE ROPA	1	50	5	10.0	1353100	135310
13.- PAPEL Y DERIVADOS	21	15054	1385	9.2	687400	63240
14.- ARTILLERIA	12	39545	3480	8.8	193900	17063
15.- INSTRUMENTAL	6	3271	193	5.9	433800	25594
16.- MAQUINARIA	5	5642	237	4.2	1085900	45607
TOTAL	296	463282	69447	14.99	20143400	3019495

están evaluados.

2) Las 341 plantas dieron la información voluntariamente y ésta información esta basada en sus propias evaluaciones de niveles de ruidos. Algunas no los determinaron con precisión.

3) La tabla no contiene información concerniente con los trabajadores de la transportación, los de la construcción, la minería y la agricultura.

El número proyectado de empleados localizados en áreas de ruido de 90 dba o mas alto se computó multiplicando el número total de la población trabajadora por el porcentaje reportado como expuesto a 90 dB.

Niveles de ruido para operaciones.

Industriales seleccionadas.

Durante los últimos 25 años, numerosas mediciones de ruido han sido hechas en una gran variedad de sitios de trabajo. Una lista de mediciones del ruido se muestra en la tabla 8-II

La tabla 8-II, presenta ejemplos de niveles de ruido medidos recientemente para una variedad de operaciones industria

les. En cada caso el ruido fue generado por la maquinaria en -- operación y cada nivel dba muestra las observaciones tomadas en áreas de operación. La intención es dar la impresión de los niveles de ruido industrial; es posible una variación de  $\pm 20$  dB en algunas de las mediciones de la lista debido a diferentes factores, tales como: tipo de máquina, estructura y antigüedad ; -- características acústicas del local; tipo de material manufactu--rado por la máquina; idiosincrasia del operador; localización--del operador con respecto a la máquina; condiciones y lubrica--ción de la máquina.

TABLA 8-II

- NIVELES DE RUIDO MEDIDOS EN DIFERENTES OPERACIONES -  
INDUSTRIALES.

## I - INDUSTRIA TEXTIL

- 1.- TELARES - 106 dB
- 2.- ENREDADO DE ALGODON - 83 dB

## II - PRODUCTOS DE MADERA.

- 1.- CEPILLADORA - 106 dB.
- 2.- MOLDEADORA - 106 dB .
- 3.- REFINADORA - 104 dB
- 4.- BARRENADORA - 94 dB

## III - MUEBLES.

- 1.- SIERRA CORTADORA - 112 dB
- 2.- SIERRA RADIAL - 98 dB .
- 3.- MOLDEADORA - 100 dB .

## IV - PRODUCTOS DE PAPEL

- 1.- CORTADORA DE PAPEL - 96 dB
- 2.- FORMADORA DE BOLSAS Y ASAS - 89 dB

## V - IMPRENTAS.

- 1.- PRENSA DE PERIODICO - 97 dB
- 2.- PRENSA DE TARJETAS - 91 dB
- 3.- TECLADOS TIPOGRAFIA - 84 dB
- 4.- PRENSA OFFSET - 88 dB
- 5.- MAQUINA PLEGADORA - 85 dB
- 6.- ENCUADERNADORA - 86 dB .

## VI - REFINERIA DE PETROLEO

- 1.- ENLATADO - 96 dB
- 2.- COLUMNAS DE DESTILACION Y HORNO DE CALENTAMIENTO -  
100 dB .
- 3.- BAJADA DE VAPOR - 130 dB .
- 4.- HORNO ROTATORIOS DE ALTA VELOCIDAD - 100 dB

5.- BOMBAS - 103 dB

VII - TRANSPORTACION

1.- CAMION 1 TON - 70 dB

2.- " 5 TON - 73 dB

3.- " 20 TON - 92 dB

VIII - PRODUCTOS DE VIDRIO

1.- FORMADORA DE ENVASES - 106 dB

2.- CORTADORA - 99 dB

IX - PRODUCTOS DE ACERO.

1.- HORNOS DE ACERO.

2.- VENTILADOR DE LOS HORNOS - 100 dB

3.- HORNO DE OXIGENO - 91 dB .

4.- HORNO ELECTRICO ( 150 TON ) - 112 dB

5.- MOLINOS J60" - 98 dB

X - PRODUCTOS DE METAL

1.- MAQUINA PARA MOLER - 83 dB

2.- TORNO - 90 dB

3.- AFILADOR - 85 dB

4.- REMACHADORA - 110 dB

5.- MARTINETE - 105 dB .

6.- PRENSA AUTOMATIVA - 95 dB

7.- CINCEL NEUMATICO 101 dB

XI - ENLATADO DE ALIMENTOS.

1.- COMPRESORA DE ENLATADO - 97 dB

2.- OPERACION DEL FORMADO DE LA LATA - 95 dB .

3.- LLENADORA DE BOTES - 100 dB

XII - MINERIA SUBTERRANEA.

1.- VENTILADOR DE ASPAS AXIALES - 107 dB ,

2.- TALADRO ESTOPEROLES 115 dB

3.- TALADRO MARTILLO 113 dB

4.- PALA MECANICO - 96 dB

5.- TRANSPORTADOR - 93 dB

XIII - MINERIA EN FOSA ABIERTA.

1.- TALADRO JUMBO - 107 dB

2.- TALADRO ROTATORIO - 93 dB

3.- MOLEDOR - 96 dB

4.- SOPLETES DE OXIGENO - 120 dB

XIV - EQUIPO PESADO ( MOVIMIENTO EN TIERRA )

1.- ESCARBADORA - 117 dB

2.- BULL DOZER - 110 dB

3.- TRAILER - 95 dB ..

XV - EQUIPO AGRICOLA.

- 1.- TRACTOR - 98 dB
- 2.- MOLINO DE GRANO - 85 dB
- 3.- DESGRANADORA - 106 dB

**CAPITULO IX**

**MEDIDAS PREVENTIVAS**

## CAPITULO IX

## MEDIDAS PREVENTIVAS.

Es importante acentuar que la exposición continua y prolongada durante bastante tiempo a ruidos preferentemente de frecuencias agudas y de gran intensidad ( dentro de los límites de conservación anatómica del oído ), origina una entidad patológica perfectamente estudiada y por ende conocida a la que se denomina trauma acústico. Es por su importancia y frecuencia una de las enfermedades de trabajo que más preocupan desde hace muchos años y que se le ha dado por llamar " sordera profesional o del trabajo ". La sordera por ruido, como también se le puede llamar, es una sordera generalmente bilateral, aproximadamente simétrica e irreversible; hay destrucción de las células ciliadas y degeneración de las fibras de asociación, nunca es evolutiva por ella misma y cuando cesa la exposición, se detiene; la lesión es coclear, demostrada audimetricamente por la presencia de reclutamiento y por el mismo procedimiento de exploración, se obtienen curvas tonales aéreas mas profundas de 4000 Hz.

En su producción intervienen algunos factores que son importantes de analizar y que están íntimamente relacionados con-

la necesidad de establecer, en forma absolutamente precisa, la relación de causa y efecto entre la exposición al riesgo y la -- aparición de síntoma y signos de hipoacusia, que son conocidos como " factores etiológicos del trauma acústico " estos son:

a) Los caracteres físicos de los ruidos ( intensidad y frecuencia ); la peligrosidad del riesgo no puede concebirse por el conocimiento aislado de uno de éstos factores, ya que siendo inseparables, deben analizarse en forma simultánea. Son más le sivos los ruidos de intensidad mayor a 80 db con frecuencia - entrè 500 y 8000 ciclos/seg. De acuerdo con este concepto, que es común para una buena cantidad de investigadores en el mundo, - es posible afirmar que los ruidos de intensidad menor a las que - se indican en el límite máximo permisible que a continuación se - expondrá, no son capaces de engendrar sordera por ruido, aunque puede haber excepciones. El comité Internacional para la Preven ción del ruido ha propuesto los siguientes valores como límites - permisibles en exposición no mayor de 40 horas semanarias y es, - además del más lógico, el más aceptado, razones por las que -- nosotros también lo hemos adoptado.

FRECUENCIA EN CICLOS/SEG.	INTENSIDAD EN dB
63	95
125	90
250	85
500	80
1000	80
2000	80
4000	80
8000	80

b) El tiempo de exposición, que como queda asentado en los párrafos anteriores, no deberá exceder en jornada a su equivalente de 40 horas por semana, es valedero únicamente para las intensidades y frecuencias del límite propuesto; cualquier exposición que rebase estas cifras obliga al establecimiento de medidas preventivas y aunada a la prolongación del contacto con el agente a través de los años, hacen nacer la sospecha de consumación del riesgo.

c) El ritmo de los ruidos tiene indudable importancia en la aparición del trauma acústico. Son más peligrosos los ruidos intermitentes o cadentes que los continuos, por razón de ma

yor fatigabilidad del órgano de Corti. Ante la presencia de un estímulo sonoro con características que lo hacen dañino, las células ciliadas caen en fatiga fisiológica y si la estimulación se prolonga más allá de la tolerancia en estas estructuras nerviosas la lesión se establece en forma permanente.

d) Sin embargo, no todas las personas responde de la misma manera ante estímulos semejantes. Lo habitual es que frente a un agente agresor el organismo trate de adaptarse resistiendo a la lesión; pero con bastante frecuencia se encuentran sujetos que por circunstancias individuales responden mal ante los agentes agresores, enfermando en un período más corto o con una intensidad menor del riesgo, a esta forma de reacción se le conoce como " susceptibilidad personal ". En otras ocasiones, algunos padecimientos ontológicos previos a la exposición a ruido pueden ser la causa de que la lesión por éste agente se instale prematuramente; en todo caso se habla de causas predisponentes.

La evolución de las sorderas por ruido industrial está en relación directa con los factores que hemos enunciado, pero sobre todo con la magnitud del riesgo y el tiempo de exposición al mismo.

Ante este panorama, surge la pregunta: ¿ Que hacer - para evitarlo ?.

La profilaxis de las sorderas causadas por ruido revis te interesantes consideraciones principalmente por las dificultades técnicas que plantea nuestra industria actualmente en funcionamiento.

La prevención de los efectos causados por el ruido industrial, pueden dividirse en tres puntos: prevención técnica, control administrativo y profilaxis médica.

#### I.- PREVENCIÓN TÉCNICA.

La primera acción que debe ponerse en práctica es el reconocimiento y la evaluación del riesgo mediante la medición y análisis instrumental. Es imprescindible investigar la intensidad en la que se producen cada una de las frecuencias que componen el ruido problema, para que comparadas con los valores correspondientes del límite máximo permisible, pueda concluirse la magnitud del riesgo.

Una vez comprobada la peligrosidad del ruido, deben investigarse las fuentes productoras del mismo para que, de ser-

posible, se sustituya el procedimiento de trabajo por otro que no sea ruidoso o, en otro caso, uno que sea menos ruidoso. Cuando la sustitución no es posible se debe recurrir a la atenuación.

Un buen control sobre el ruido se puede implantar por el mismo personal de la planta o compañía con eficiencia y economía a continuación se dan algunos ejemplos:

A) Reemplazo de equipo deteriorado.

Al haber un reemplazo de equipo deteriorado por equipo nuevo, se pueden considerar variaciones en los límites de exposición. En aquellas áreas donde se han de operar varias piezas del equipo al mismo tiempo, es conveniente especificar los niveles de ruido individuales por pieza o equipo y establecer un estándar ( con el nivel más bajo de ruido por pieza de equipo nuevo, o en otros usados ), para después estar trabajando bajo el cumplimiento de ese nivel de ruido que queda fijo como estándar.

B) Mantenimiento

- a) Reemplazar piezas rotas o desbalanceadas del equipo
- b) Mantener el ajuste propio del equipo
- c) Asegurar tapas, resguardos y defensas de máquinas

- d) Lubricar todas las partes movibles del equipo
  - e) Cimentación independiente y absorbente a las máquinas.
  - f) Recubrimientos con materiales aislantes.
- C) Modificación de Máquinas.
- a) Usar volantes de bandas en lugar de engranes
  - D) Amortiguadores para la Vibración.
    - a) Aumentar la masa de los mismos.
    - b) Hacerlos más rígidos o más flexibles según el caso
    - c) Usar forros de hule o plástico para amortiguar el ruido.
    - d) Mejorar y ajustar soportes.
  - E) Reducir el número de soportes sólidos en transmisión
    - a) Armaduras flexibles para motores y otros tipos de maquinaria.
    - b) Mangueras flexibles en conexiones y conductores eléctricos.
    - c) Conexiones flexibles también en ejes.

F) Reducción del ruido causado por flujo de fluidos -

a) Instalar o reemplazar silenciadores en máquinas de combustión interna y compresoras.

b) Revisión, Lubricación y reemplazo en ejes, sopores y poleas de bombas y motores en general.

G) Aislamiento de las fuentes de ruido.

a) Construir recintos reductores de ruido alrededor - del equipo.

b) Tratamiento acústico a recintos, edificios y locales de trabajo donde hay fuentes emisoras.

En estos ejemplos, se reduce directamente el ruido,-- actuando en la fuente emisora. Estos procesos han demostrado -- gran eficacia, procurando una protección tanto al operador, como al equipo. Otro ejemplo, aunque menos eficiente es el siguiente:

H) Aislamiento del operador

a) Proporcionar un local a prueba del ruido ( aislado) para el operador o asistente de una o más máquinas.

b) Proporcionar sorderas al operador.

## II.- CONTROL ADMINISTRATIVO.

Todos los problemas del ruido tienen 3 componentes.

- 1.- Una fuente radiante de energía sonora.
- 2.- La trayectoria por donde vá la energía sonora.
- 3.- Un receptor tal como el oído humano.

De esto que tengamos que considerar otros métodos y técnicas ( control administrativo ) que ayudan en forma efectiva a reducir el riesgo por exceso de ruido y una de ellas es limitar la exposición diaria que cada empleado recibe, por medio de un control estricto del horario de trabajo.

A continuación se mencionan algunos métodos.

A) Planear un horario de trabajo, de tal forma que los empleados que trabajan la mayor parte del día en las zonas críticas, no estén expuestos a niveles tan altos de ruido.

B) Asegurar que aquellos empleados que han alcanzado el límite superior de duración para un nivel de ruido alto, trabajen el resto del día en un ambiente con nivel de ruido debajo del límite crítico.

C) Donde la hora n<sup>o</sup>mbre requerida por un trabajo excede el tiempo permisible para un hombre en un día a nivel alto de ruido, dividir el trabajo entre dos, tres o tantos hombres como sea necesario y cada uno sucesivamente guardar el tiempo límite permisible de exposición individual.

D) Si para una máquina ruidosa se requiere menos de su tiempo completo de operación, es mejor trabajarla un corto tiempo cada día, que operarla todo el día varias veces a la semana.

E) Ocasionalmente realizar las operaciones que producen un alto nivel de ruido en la noche o días libres, en horas cuando esté expuesto el menor número de empleados.

F) Cuando el personal es rotado, se debe asegurar que ningún empleado quede expuesto en forma individual a un nivel de ruido alto por un tiempo mayor al permitido por los límites de exposición.

Si vemos la figura 9 - 1, podemos determinar un control para el ruido ocupacional. Esto es, la exposición al ruido ocupacional debe controlarse de tal manera que los trabajado-

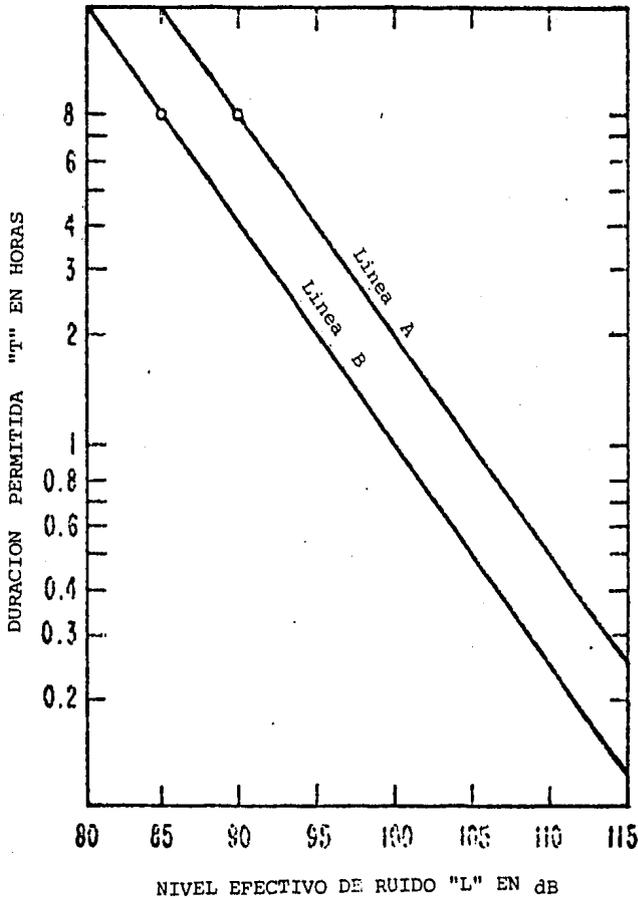


Fig. 9-1. LA EXPOSICION AL RUIDO OCUPACIONAL DEBE SER CONTROLADA PARA QUE EL TRABAJADOR NO QUEDE EXPUESTO FUERA DE LOS LIMITES DE LA LINEA B. LA LINEA A DESCRIBE LOS LIMITES A LOS QUE SE DEBE LLEGAR A LABORAR.

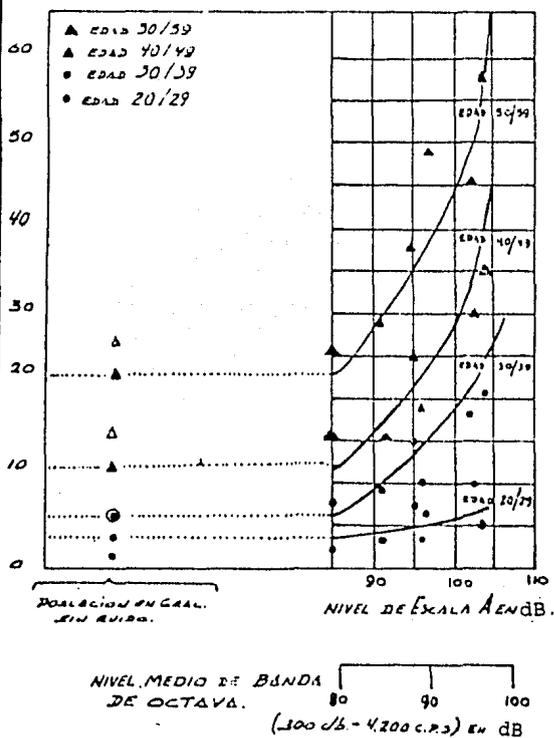
LINEA A  
RANGO: de 80 a 115 dB

LINEA B  
RANGO: de 85 a 115 dB

### INCIDENCIA DE PRIVACION AUDITIVA.

EN LA POBLACION EN GENERAL Y EN GRUPOS,  
ESCOGIDOS POR EDADES Y POR EXPOSICION

A RUIDOS OCUPACIONALES.



res no queden expuesto arriba del límite señalado por la línea B de la figura. Deben tomarse las medidas necesarias ( prevención técnica ) para tener un control de ruido tal, que no se excedan los límites descritos en la línea A de la misma figura. Es reco mendable que el límite descrito en la línea A sea efectivo en to dos los lugares de actividad.

En ningún momento debe exponerse a trabajar alguno a un nivel de ruido efectivo que exceda los 115 dB.

### III.- PROFILAXIS MEDICA.

La acción del médico industrial y en especial del audio logo se orienta hacia el control del personal expuesto. El mejor parámetro ante los riesgos ambientales del trabajo lo constituye la respuesta del organismo del hombre expuesto a estos, porque la ocurrencia de buen número de sorderas en un ambiente de trabajo, hablará elocuentemente de la peligrosidad del mismo.

Sin embargo, los estudios iniciales del padecimiento no son identificados por el sujeto que lo porta: sólo el examen audiométrico podrá efectuar el descubrimiento en fase temprana y oportuna. El mismo estudio especializado podrá informar de los candidatos a un puesto con riesgos de ruido, cuando estos mues-

tren indicios de susceptibilidad personal o alteraciones auditivas previas que puedan obrar como predisponentes, para evitar que se expongan al riesgo.

A continuación se mencionan algunos puntos importantes dentro del control médico.

a) Es requerida una supervisión médica en forma de pruebas audiométricas para cuando los empleados están en el límite permisible o que algunas veces lo rebasen o para aquellos que expuestos al ruido ocupacional están controlados por equipo de protección.

b) La prueba audiométrica debe considerar aspectos tales como:

Horario de trabajo y de ahí el tiempo de exposición.

Antigüedad en el empleo

Edad del empleado etc.

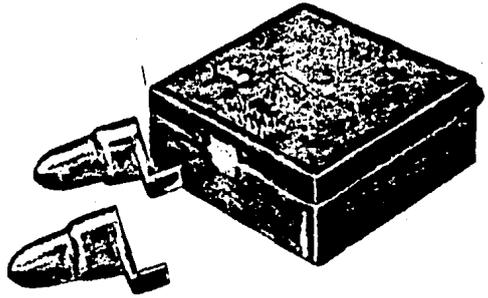
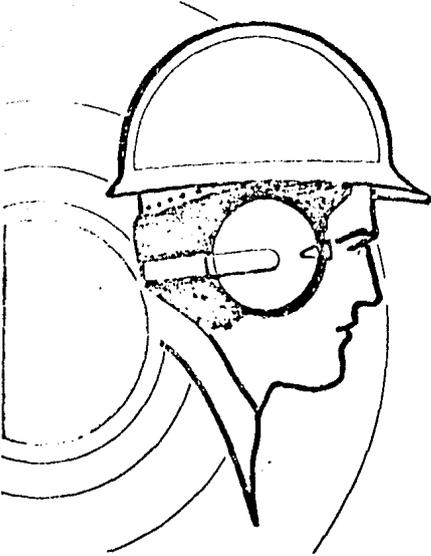
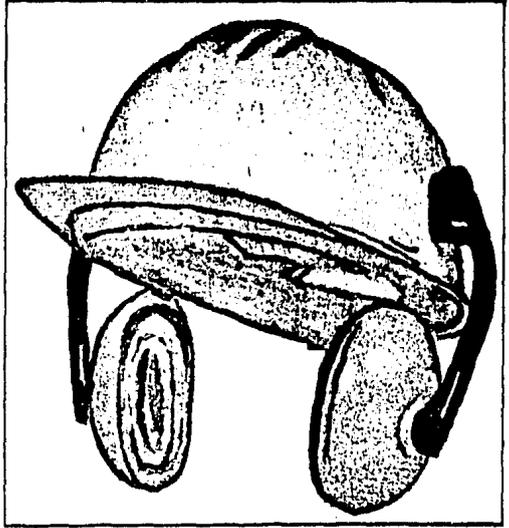
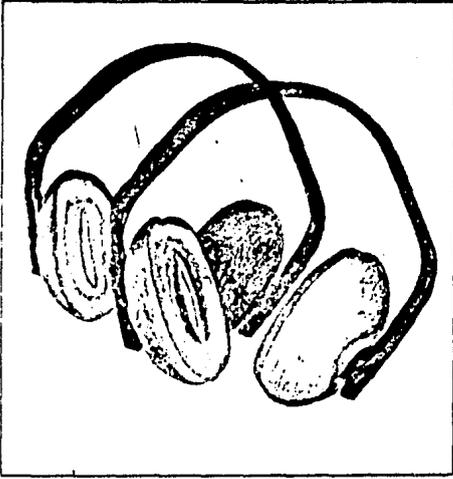
Es recomendable, de esta manera, el examen médico --- orientado tanto para una buena selección de personal, como para eficiente control periódico.

Con base a éste control médico y con la ayuda imprescindible de la evaluación instrumental del ruido, podrán establecerse sistemas de reducción en el tiempo de exposición aplicando un control administrativo, esto es, intercalando en la jornada de trabajo períodos de descanso en zonas de las plantas exentas totalmente de este riesgo.

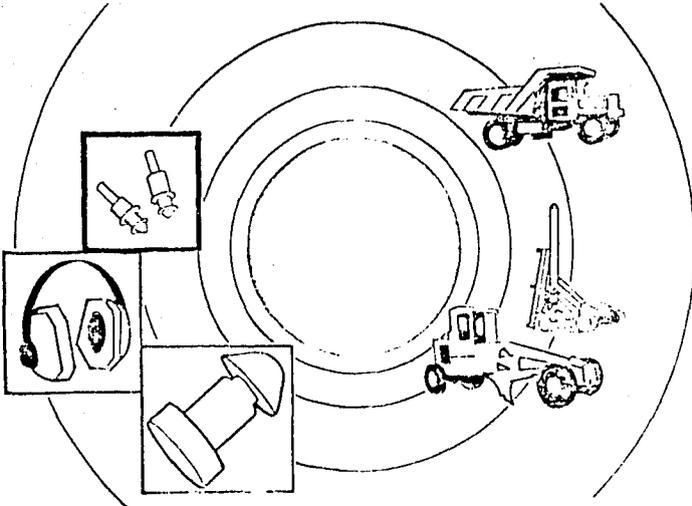
#### EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL.

Sólo cuando los recursos de la prevención técnica hayan sido agotados o definitivamente no puedan ser puestos en práctica, habrá necesidad de recomendar el uso de equipo personal de protección. Pero aún con éste, hay que ser cautos; los más recomendables son los protectores auditivos de tipo audífonos para ambos oídos con filtros y materiales aislantes, que si garantizan una atenuación eficiente, tanto para la penetración del sonido por vía aérea, como para la transmisión del mismo por vía ósea.

Hubo un tiempo en que se recomendaba el uso de tapaoresjas amortiguadoras de ruidos con preferencia a los tapones, ya que los primeros ofrecían unos decibeles más de protección que los segundos. Pero la experiencia en programas de protección auditiva industrial ha demostrado que un exceso de protección --



TAPAOREJAS



puede ser el enemigo del éxito y que existen objeciones psicológicas tan fuertes contra el uso de cualquier protector auditivo, que a veces un poco menos de amortiguación del ruido vale más si el dispositivo provee mayor confort y tiene la aceptación de los usuarios.

Los tapaorejas ofrecen la mayor atenuación, debe exigirse su uso cuando haya una exposición a ruidos de alta intensidad ( más de 90 dB ). Se ajustan fácilmente, cubren todo el pabellón de la oreja dando protección contra ruidos que pudieran ser conducidos por los huesos del cráneo. Sin embargo, ofrecen algunas desventajas como son: que algunas veces los trabajadores se quejan de incomodidad, sofocación, dolores de cabeza, etc.

Los tapones, cuando se colocan bien, son más cómodos que tapaorejas y son preferibles donde la exposición sea de 8 horas diarias a niveles de ruidos moderados ( hasta de 95 dB ). Los tapones son de varios tipos: sólidos, esponjosos o llenos de aire. Los materiales son: Caucho, Neopropeno y Plástico; es importante indicar que no proveen suficiente atenuación en las exposiciones de alta intensidad. Los tapones deben ser ajustados por expertos del personal facultativo y los trabajadores tienen -

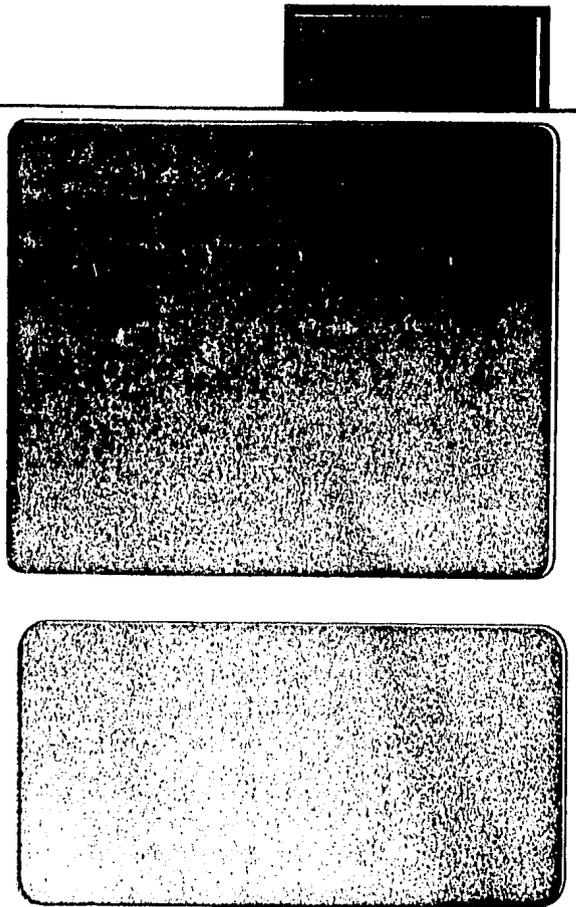
que ponérselos correctamente para lograr el máximo de comodidad y eficacia.

Es necesario que el empleado obtenga un adiestramiento apropiado del uso y cuidado del equipo protector y procurar su mantenimiento y funcionamiento adecuado.

#### INFORMACION AL EMPLEADO DEL RIESGO.

Cada trabajador expuesto al ruido debe ser informado de todos los riesgos, síntomas relevantes, condiciones y precauciones apropiadas para el trabajo en áreas ruidosas.

Para este fin, la Asociación Mexicana de Higiene y Seguridad, A.C. ha publicado un folleto titulado: " EL RUIDO U USTED ", que da información sencilla sobre éste tema. A continuación presentamos dicho folleto.



# QUE ES EL RUIDO?

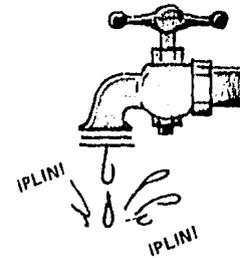
El ruido es un sonido no deseado.



Demasiado ruido por períodos largos de tiempo, o cierto tipo de ruidos aun por poco tiempo, pueden causar trastornos en el oído.

El ruido constante puede causar enajenación mental...

Un ruido pequeño puede no causar ningún daño...  
**PERO USTED DEBE SABER** que el ruido excesivo es una causa que conduce a la pérdida del oído.  
(Lesión y edad son otras)

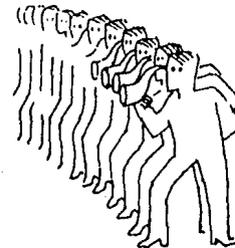


## HOY EN DIA

**20 MILLONES DE MEXICANOS SUFREN LESIONES CONSIDERABLES'**

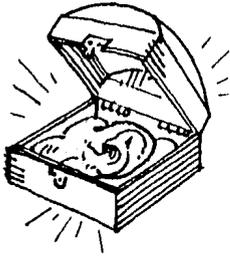
Aproximadamente la mitad está severamente incapacitada.

Y cerca de 16 millones están expuestos en su trabajo, a niveles de ruido que pueden dañar permanentemente el oído.



La respuesta es:

**MEJOR PROTECCION PARA EL OIDO.**



El oído es una de sus posesiones de más valor.

(Por estas razones)

1. **APRENDIZAJE:** Gran parte de nuestra información se obtiene escuchando.
2. **COMUNICACIÓN:** La forma más importante de convivir con los demás es hablando y escuchando.
3. **SEGURIDAD:** Muchos aspectos de prevención de accidentes dependen del oído.

## PARTES DEL OIDO

**OIDO EXTERNO**  
Dirige las ondas del sonido al oído medio e interno y protege estas partes.

**OIDO MEDIO**  
Proteje el oído interno e iguala la presión en el tímpano.

**OIDO INTERNO**  
Transmite los impulsos del sonido al cerebro.

**NERVIO AUDITIVO**  
Se conecta con el cerebro.

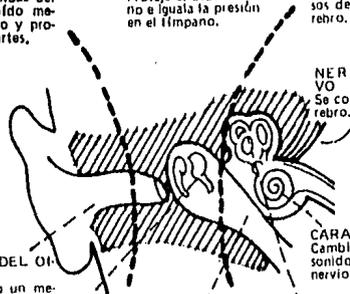
**CAVIDAD DEL OIDO**  
Actúa como un megáfono.

**HUESOS**  
Transmiten las vibraciones del sonido al oído interno.

**CONDUCTO A LA BOCA Y A LA NARIZ**  
Iguala la presión en ambos lados.

**CANALES SEMICIRCULARES.**  
Controlan el sentido del equilibrio.

**CARACOL.**  
Cambia las ondas del sonido en impulsos nerviosos.



## COMO OIMOS

LOS ELEMENTOS DEL SONIDO



Convertidos en impulsos son enviados al cerebro que los lee como sonido.

Pequeños huesillos captan las vibraciones.



FUENTE

Ondas del sonido.

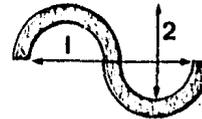


El tímpano empieza a vibrar.

Las vibraciones pasan al nervio del oído.

## EL SONIDO SE MIDE EN 2 FORMAS

**FRECUENCIA**  
Es el tono bajo o agudo expresado en ciclos por segundo, (CPS) la mayor parte de la gente puede oír frecuencias 20 CPS y 20,000 CPS.



**2. INTENSIDAD**  
Es lo fuerte o ruido del sonido.  
Expresado en unidades llamadas Decibelios (dB). A más dB es más intenso el sonido. Un Decibel es la unidad más pequeña de sonido que puede captar la mayoría de la gente.

Algunas personas son más sensibles al ruido que otras. Hasta cierto grado el ruido puede afectar a unos y otros...



## DEPENDIENDO DE

<b>SONORIDAD.</b> 	<b>GRADO.</b> 	<b>TIEMPO DE EXPOSICIÓN.</b> 	<b>ALREDEDORES.</b> 
<b>EDAD.</b> 	<b>PROBLEMA PREVIO DE OÍDO.</b> 	<b>DISTANCIA DE LA FUENTE.</b> 	<b>POSICIÓN DE LA FUENTE.</b> 

Y NADIE ES INMUNE A LOS EFECTOS DEL RUIDO EN UN PERÍODO LARGO DE EXPOSICIÓN.

## ¿QUE CANTIDAD DE RUIDO ES DEMASIADO?



### DECIBELES

Lanzamiento de un cohete.	180	Arriba de 140 db el ruido puede causar dolor.
Avión jet.	160	
Disparo de pistola de ráfaga	140	
Revestimiento de tanque de acero	140	
Escape de automóvil	130	Exposición prolongada o ruidos súbitos a 90 dB pueden eventualmente lastimar el oído.
Taller de carpintería	120	
Prensa de punzón	100	
Batero neumático	100	
Taller de caldería	100	
Prensa hidráulica	100	
Planta manufacturera de latas.	100	Medir la intensidad del ruido es un trabajo para expertos y requiere de instrumentos complejos de medición.
Metro	100	
Fábrica promedio	80-90	
Computadora verificadora de tarjetas	80-90	
Restaurante ruidoso	85	
Tabulador de oficina	80	
Tráfico	80	
Hogar promedio	75	
Oficina tranquila	50-60	



ES UN HECHO que en este mundo mecanizado e industrializado, todos estamos expuestos al ruido en exceso, ya sea en el trabajo, en la calle, en el hogar o en las diversiones etc.

# ENTERESE ACERCA DEL RUIDO Y LA PERDIDA DEL OIDO!

Todas las personas tenemos síntomas iniciales, que nos señalan cuando estamos entrando en el umbral que mide la pérdida de capacidad auditiva.

## 1. DESVIACION TEMPORAL DEL UMBRAL



Trabajadores industriales pueden dejar de oír sonidos abajo de 40 dB al final del día.



La mayor parte de la pérdida ocurre en las primeras 2 horas de exposición al ruido.



El oído se recupera 2 horas después de haber cesado la exposición al ruido.



La lesión puede ser permanente si la exposición continúa por tiempo prolongado.

## 2. DESVIACION PERMANENTE DEL UMBRAL



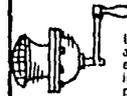
Generalmente no hay señal física. El oído se presenta normal y no hay dolor ni vértigo.



Las primeras señales pueden ser un zumbido como de timbre o un ligero ruido sordo en los oídos.



En esta etapa al recuperar el oído, el sonido tiene que ser más fuerte para escucharlo.



La pérdida se inicia a altas frecuencias o en otras de menor intensidad, si la exposición es continua.

## 3. PERDIDA TRAUMATICA DEL OIDO.

Puede ser causada por exposición repentina a un ruido extremadamente fuerte.



Este causa es menos común que otras que dañan el oído.



### INTERFERENCIA EN EL HABLAR:

En un ambiente muy ruidoso es difícil oír lo que habla la gente. Esto puede ser causa de un sentimiento de inseguridad en sí mismo.



### MOLESTIA:

Sonidos poco gratos particularmente repentinos e irregulares, causa miedo, enojo etc.



### INEFICIENCIA:

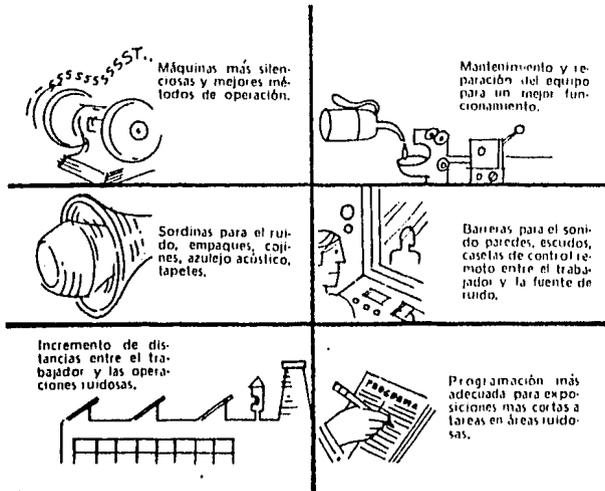
El ruido puede causar fatiga o distraer la atención que requieren las tareas difíciles.

Todas estas son muy buenas razones para practicar normas preventivas en la conservación del oído.

**LOS PROGRAMAS DE CONTROL DEL RUIDO PUEDEN PREVENIR O**

Los millones de trabajadores que están expuestos a niveles de ruido excesivo, por razones de trabajo pueden protegerse.

**LA INDUSTRIA ESTA TRABAJANDO CONSTANTEMENTE PARA DISMINUIR ESTOS NIVELES.**



**Y CUANDO ES IMPOSIBLE REDUCIR EL RUIDO, LA PROTECCION PERSONAL ES NECESARIA.**

**DETENER LA MAYOR PARTE DE LOS DAÑOS DEL OIDO...**

**NADIE ES MAS RESPONSABLE DE SU SALUD QUE EL PROPIO TRABAJADOR, POR ESO DEBE OBSERVAR ESTAS NORMAS DE SEGURIDAD:**

No improvisar protectores



La mayoría de los protectores hechos por uno mismo, como tapones de algodón, realmente no disminuyen el ruido, embotan mal y son antihigiénicos.

Tapones para los oídos



Son muy efectivos para la mayoría de los niveles de ruido. Deben colocarse cuidadosamente y limpiarse en forma periódica.

Orejeras



Ofrecen un amplio margen de protección y no requieren frecuentes ajustes.

**ASI COMO LOS CASCOS Y ANTEOJOS DE SEGURIDAD UD. DEBE USAR LOS PROTECTORES PARA LOS OIDOS Y ASI EVITAR LESIONES QUE PUEDEN INCAPACITARLO PARA SIEMPRE.**

## ALGUNAS

## PREGUNTAS

**¿COMO SE QUE NECESITO PROTECCION?**

Si usted tiene que levantar la voz para ser oído por otra persona a menos de un metro de distancia, debe usar cuanto antes el dispositivo de protección.

**¿LOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD NO DIFICULTAN OIR LAS INSTRUCCIONES Y ADVERTENCIAS?**

No... y además, al disminuir el ruido será más fácil oír las instrucciones.

**¿SI SE ELIMINA EL RUIDO EN MI MAQUINA COMO SABRE QUE ESTA TRABAJANDO CORRECTAMENTE?**

Usted se adapta rápidamente a las nuevas intensidades del sonido cuando utiliza protectores.

**¿EN UN AMBIENTE RUIDOSO LA GENTE SE ACOSTUMBRA AL RUIDO?**

No... ni después de un período largo de exposición, el organismo humano se adapta al ruido.

**¿CUAL ES EL PEOR DE LOS RUIDOS?**

Es el de alta frecuencia, fuerte e irregular o intermitente... sin embargo cualquier clase de ruido excesivo puede dañar el oído.

**¿DESPUES DE AÑOS SIN PROTECTORES PORQUE EMPEZAR A UTILIZARLOS AHORA?**

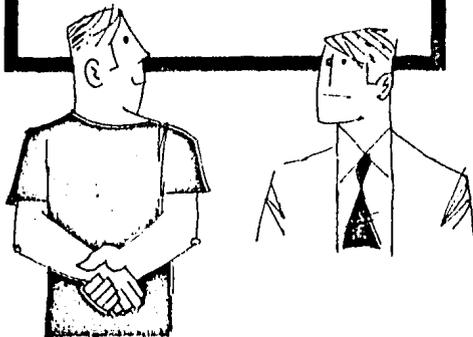
Los dispositivos de seguridad pueden prevenir un futuro daño a su oído. La sordera no se debe exclusivamente a causas laborales.

**VALE LA PENA EL TIEMPO QUE INVIERTE  
EN LA CONSERVACION DEL OIDO.**

...Para continuar comunicandose con sus familiares y amigos

...Para sentirse menos cansado al final del día.

...Para disfrutar de los sonidos agradables de la naturaleza y  
también de la música, las diversiones, las voces de sus hijos  
etc.



# ENTONCES **¿QUE?**

**ENTONCES...** Tenga cuidado de su oído, no puede ser reemplazado.

1. Hágase chequear periódicamente por un médico especialista.

2. Utilice el equipo protector que requiere su trabajo y verifique que se encuentre en buenas condiciones.

3. En caso de accidente o infección consulte a un médico.



## RECUERDE

Usted es el responsable directo del  
buen funcionamiento de su oído.

Otra forma para dar información inmediata y adecuada, es estableciendo señales de advertencia, que deberán estar localizadas apropiadamente a las entradas y en la periferia de las áreas donde existe un ruido ambiental -- permanente arriba del límite permitido. Esta señalización puede hacerse de la siguiente manera.

### Señalización de zonas ruidosas

El programa del Comité Técnico ISO/TC 80 (Colores y señales de seguridad) abarca el establecimiento de señales estandarizadas, pero la ISO no ha creado todavía ninguna para indicar las zonas ruidosas.

Como ejemplos pueden sugerirse las siguientes señales (véanse las figuras 1, 2 y 3):

- para la zona de 85 dB(A) (nivel de alarma): una señal triangular amarilla con borde negro, que se colocará en el límite exterior de la zona;
- para la zona de 90 dB(A) (nivel de peligro): una señal circular que muestra, en blanco sobre fondo azul, la silueta de una cabeza provista de dispositivos de protección del oído y que se colocará en el límite exterior de la zona para indicar la necesidad de tomar medidas de protección auditiva;
- para la zona de 140 dB(A): una señal circular blanca con borde rojo, y en negro una mano abierta en el ademán que ordena detenerse, que se colocará en el límite de la zona para que no se ingrese en ella (véase el párrafo 4.3.4 del repertorio).

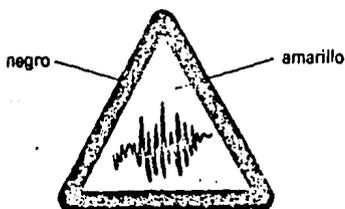


Figura 1  
85 dB y más  
Señal de advertencia

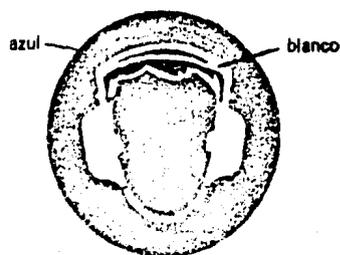


Figura 2  
90 dB y más  
Es obligatorio  
proteger los oídos

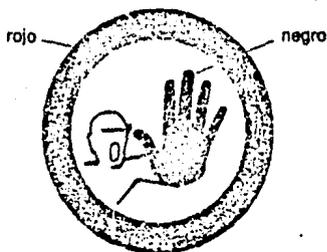


Figura 3  
140 dB y más  
Está prohibido  
rebasar esta señal

## EL "RUIDO BLANCO" COMBATE AL RUIDO.

El sonido de fondo más recomendado por los ingenieros acústicos se conoce con el nombre técnico de "RUIDO BLANCO", y es una mezcla de frecuencias audibles en una amplia gama. Al común de la gente le parece casi un suave susurro de un escape de vapor. El ruido blanco se emplea no solo para convertir el inquietante silencio en moderada calma, sino también para disfrazar ruidos que podrían ser molestos. En cierto sentido tiene el mismo fin que la música en los restaurantes, que disimula el varullo de la conversación y el chocar de los platos. Según ciertos ingenieros acústicos, el ruido blanco puede usarse incluso, como una forma de control de sonidos. Así, por ejemplo, en un moderno hospital, los consultorios de los médicos habían sido construidos en hilera; como las paredes divisorias eran delgadas, el ruido las atravesaba con facilidad y molestaba a pacientes y médicos. Por las aberturas de la calefacción un ingeniero acústico introdujo ruido, ruido blanco, y éste ruido de fondo dió a los médicos la sensación de aislamiento que requerían.

El ruido blanco, (música ó ruido leve), ha dado a los que luchan contra los ruidos, una nueva y valiosa arma.

**CAPITULO X**

**CONCLUSIONES**

## CAPITULO X

## CONCLUSIONES

Desde que el hombre inició la carrera hacia la industrialización y hacia el desarrollo entabló una lucha irracional contra la naturaleza, desestimando por completo la ecología. Este problema empezó a agudizarse en los albores de éste siglo y se ha ido agravando a medida que pasa el tiempo, hasta llegar a la situación crítica que enfrentamos en la época actual, en que la contaminación ambiental es un reto al que debemos responder adecuadamente si queremos sobrevivir.

En general, la contaminación ambiental es generada por - sustancias o por energía, pudiendo ser aquéllas sólidas, líquidas o gaseosas, y ésta -la energía- de diverso carácter: eléctrica, nuclear, o energía sónica, como se llama a la producida por el sonido.

Por eso el ruido (que es el tema de éste trabajo) puede considerarse también como un contaminante, y no de los menos peligrosos, ya que puede causar grandes perjuicios a la salud del hombre.

El ruido se manifiesta en nuestro oído a través de variaciones de presión de aire. Como la gama de variaciones de presión que es capaz de percibir el oído humano es muy amplia, para expresar sus magnitudes se utiliza el microbar que es igual a la millo-nésima parte de un bar. Y un bar, en física, es la unidad de presión, igual a un millón de dinas sobre un centímetro cuadrado. Es casi igual a una atmósfera de presión. Un bar es igual a la presión atmosférica normal =  $1.033 \text{ Kg/cm}^2$  a nivel del mar

La variación de presión que ejerce en el oído el ruido de menor intensidad que éste es capaz de percibir, es de 0.0002 - de microbar. En cambio, un ruido que origina una variación de presión de 200 microbares puede causar dolor.

Debido al margen tan amplio de variaciones de presión - que pueden ser captadas por el oído, fué necesario utilizar la unidad conocida como decibel.

Un decibel es la décima parte de un bel. Y un bel, en física, es la unidad de variación de la intensidad del sonido perceptible por el oído humano, que es la relación entre las intensidades de dos sonidos, cuando la diferencia de sus logaritmos - vale uno. El decibel expresa una proporción entre dos cantidades por lo que no tiene dimensiones. Las mediciones con aparatos simples que registran las intensidades en decibeles no corresponden a las respuestas del oído. Por tal motivo fué necesario modificarlas, agregando una red de ponderación que atenúa el ruido igual - que el oído. Las lecturas, cuando se utiliza esta red, se expresan en dB.

La frecuencia es otra de las principales características del ruido, y de manera simple puede definirse como el número de veces por segundo que se repite una onda, y se expresa en ciclos por segundo o en hertz. Cabe mencionar que el ruido es una forma de energía vibratoria, semejante a la onda que se produce en el agua de un estanque al arrojar una piedra. El oído humano es capaz de percibir sonidos cuyas frecuencias pueden estar comprendidas entre 16 y 20000 ciclos/seg.

Podríamos agregar que el ruido origina una percepción acústica desagradable que produce un estado de tensión, y puede

ocasionar daños a la salud, cuya magnitud depende de las características físicas del mismo, del tiempo de exposición, así como de la susceptibilidad individual.

Como se habrá podido apreciar por lo que aquí hemos anotado, el problema es grave y afecta a la salud pública. Usted puede ser afectado si está expuesto a percibir ruidos de intensidad más allá de los límites permisibles durante largos períodos de tiempo (por ejemplo, una jornada de trabajo), puede causar no solo sorderas parciales o totales, sino desarreglos nerviosos de diversa índole.

A veces es difícil asegurarse de si la exposición a un ruido en particular ha producido o producirá pérdida del oído. Sin embargo, el límite entre ruidos que causan pérdidas de oído y aquellos que no la causan parece estar entre 80 y 90 decibeles en cualquiera de las bandas octavas arriba y de 300 hertz. La continua exposición al ruido en el rango de frecuencia oral de 400 a 2000 hertz parece tener los efectos siguientes en la audición, en las edades entre 50 y 59 años:

80 decibeles; ningún daño permanente al oído.

85 decibeles; mínimo riesgo de daño (estadísticamente no significativo)

90 decibeles; daño de aproximadamente 10%

95 decibeles; daño de aproximadamente 22%

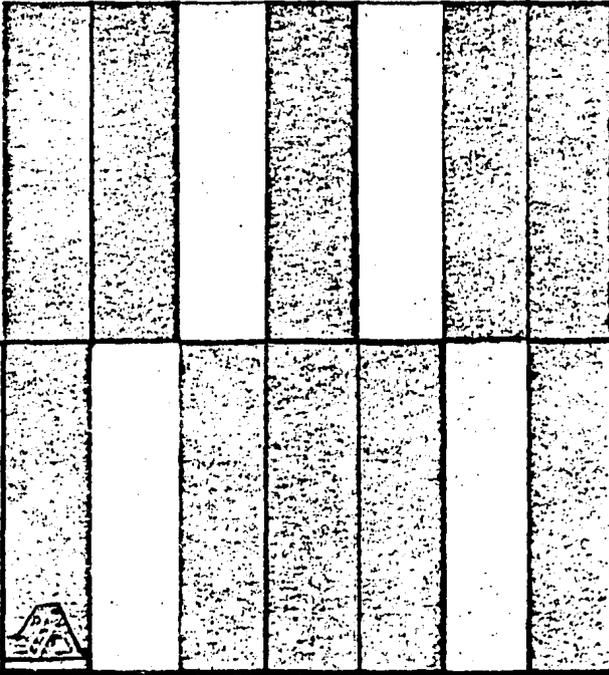
La mayoría de las pérdidas del oído inducidas por ruido pasan inadvertidas a menos que sean detectadas por pruebas de audición adecuadas. La primera indicación de pérdida del oído de alta frecuencia puede estar entre 3000 y 6000 hertz (generalmente 4000 hertz), pero según empeora el oído, la pérdida de estas fre-

cuencias aumenta y entran frecuencias mas bajas. En las primeras etapas de la pérdida del oído el trabajador puede quejarse de molestias en los oídos o depresión temporal de la capacidad auditiva que nota durante su jornada de trabajo y al terminar su diaria actividad; pero que mejora despues de varias horas de haber abandonado el lugar ruidoso. El deterioro del oído por lo general no se nota sino hasza que la pérdida del nivel de audición es de importantes promedios de frecuencias orales (500,1000 y 2000 hertz) de mas de 15 decibeles. Esta marca el límite exterior del oído normal. Una persona que necesita mayor volumen para oír, puede decirse que tiene el oído deteriorado consideradamente.

Desde hace tiempo las autoridades se han preocupado por este problema. En 1972, la Dirección General de Investigación de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente, dependiente de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, emitió el CUADERNO DE TRABAJO DEL PRIMER ANTEPROYECTO DE REGLAMENTO PARA PREVENIR LA CONTAMINACION AMBIENTAL POR RUIDOS. Posteriormente en base a éste trabajo se dió un paso definitivo para la solución del problema del ruido; en el diario oficial del 2 de Enero de 1976, la misma dependencia emitió el REGLAMENTO PARA LA PREVENCION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION AMBIENTAL ORIGINADA POR LA EMISION DE RUIDOS. En el diario oficial del 6 de Diciembre de 1982, se publicó el REGLAMENTO PARA LA PROTECCION DEL AMBIENTE CONTRA LA CONTAMINACION ORIGINADA POR LA EMISION DE RUIDO, ( citado en el capítulo VI del presente trabajo), que es el que está vigente a la fecha, y que a partir de Julio de 1983, es coordinado por la Subsecretaría de Ecología, dependiente de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología ( SEDUE ).

# REGLAMENTO

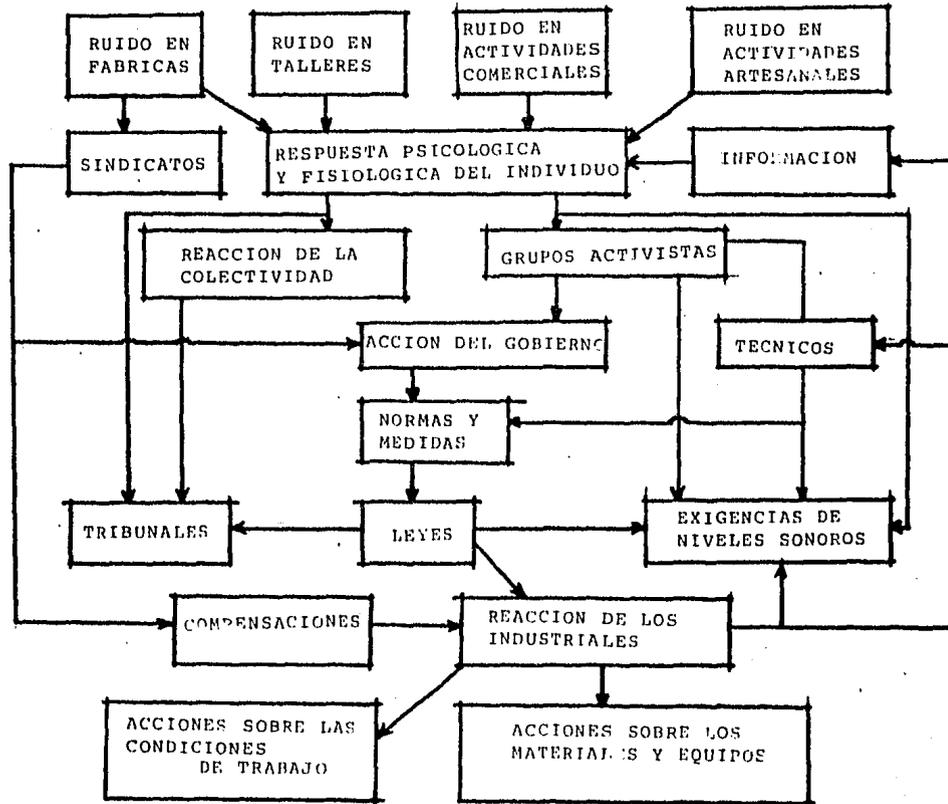
PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL  
DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL  
ORIGINADA POR LA  
**EMISIÓN DE RUIDOS**



SECRETARÍA DE SALUD Y ASISTENCIA - MEXICO, 1976

## INDICE

	Pág.
Reglamento para la prevención y control de la contaminación ambiental originada por la emisión de ruidos .....	7
<b>CAPITULO I</b>	
Disposiciones generales .....	8
<b>CAPITULO II</b>	
Emisión de ruidos .....	10
<b>CAPITULO III</b>	
Medidas de orientación y educación .....	19
<b>CAPITULO IV</b>	
De la vigilancia e inspección .....	20
<b>CAPITULO V</b>	
Sanciones .....	23
<b>CAPITULO VI</b>	
Procedimientos para aplicar las sanciones .....	24
<b>CAPITULO VII</b>	
Recurso administrativo de inconformidad .....	25
<b>CAPITULO VIII</b>	
Acción popular .....	26
<b>CAPITULO IX</b>	
Definiciones .....	27
Transitorios .....	28
Principales disposiciones legales referentes a prevención y control de la contaminación ambiental y temas conexos .....	31



RELACION ENTRE EL RUIDO, LOS INDIVIDUOS, LAS AUTORIDADES Y LOS INDUSTRIALES.

Por ser el ruido causante de daños que algunas veces tienen efectos a la salud a largo plazo, no se le considera urgente su eliminación, pero ahora es el mejor momento de atacarlo.

ELIMINEMOS EL RUIDO.

## **CAPITULO XI**

### **BIBLIOGRAFIA**

## XI

## BIBLIOGRAFIA

1. ARROYO G.M. Dr.- Valuación de las Hipoacúsias de origen profesional.- Resumen Otoralingologo. Vol. 1, No. 4 julio agosto.
2. LEHMANN G. Dr.- Repercusión del ruido sobre las funciones neurovegetativas.- Medicina del trabajo, año XXIV. Nos. 202-203 Nov. Dic. 1959.
3. B STONE RICHARD.- Cockpit Noise Levels. Aerospace Medicine Association Meeting. April 1967.
4. J.E. FOURNIER.- El descubrimiento y medida de las sorderas profesionales. Arch. Mal. Prof. 24, No. 10-11 oct. nov. 1963.
5. J. MORIN.- Investigación sobre la alteración de la capacidad auditiva en Medio Industrial Ruidoso. Arch. Mal. Prof. 26, - No. 25, No. 9 sept. 1964.
6. N. MOURIER KUHN ET J. BONNEFOY.- Sordera engendrada por el traumatismo sonoro prolongado Arch. Mal. prof. 25 No. 9 sept. 1964.

7. HEBERT H. JONES, M.S. AND ALEXANDER COHEN P.B.D.- Noise as a Health Hazard at Work in Community and in the Home.- Public Health Reports; vol 83 No. 7 July 1968
8. D. THANE R. CODY, M.D., P.H. D. TERRY GRIFFIN, M.S. AND WILLIAM TAYLOR, PH D.- Assesment of the newer Test of Auditory Function; and Otol. Rhin. Laryn; Vol 77, No. 4 August 1968.
9. R. HINCHCLIFFE, Dr.- Occupational Noise Induced Hearing loss Proc. R. Soc. Med. Vol. 60 Nov. 1967.
10. PORTMAN, M. y PORTMAN, C.- Sordera por traumatismo sonoro. 1a. Ed. Toray Masson, S.A. 1967.
11. Ocupational Exposure to Noise - U.S. Departament of Health, Education, and Welfare - 1972.
12. RESNIK AND HALLIDAY - Physics for studentes of Science and Engineering - 1971.
13. HARVEY E. WHITE.- Modern College Physics. 1962.
14. ALBERTO BLANCO Y LUIS VILLEGAS.- Tecnología de Pinturas y Recubrimientos Orgánicos, Edit. Química 1974

15. PETERSON, P.G. AND E.E.GROSS.- Handbook of Noise Measurement  
Sixth ed. General Radio Co. West. Concord, Mass. 1967.
16. MILLER, J.D., C.S. WATSON AND W.P. COVELL. Effects of Noise  
on the Quality of Human Life. Central Institute of the Deaf,  
St. Louis 1971.
17. TAYLOR, W.A., A.HAIR, AND. W. BURNS. Study of Noise and hear  
ring in Jute Weaving. J. Acoust Soc. Am. Vol. 38 1965.
18. KRYTER, K.D., C. WILLIAMS AND D.M. GREEN. Auditory Acuity-  
and perception of speech. J. Acoust Soc. Am. Vol. 34.
19. WARD. W.D., A, GLORIG AND D.L. SKLAR. Temporary threshold -  
shift from octave-band noise; aplication to damage risk crite  
teria. J. Acoust Soc. Am. Vol. 39
20. WARD. W.D. Temporary threshold shift and damage risk criteri  
al for intermittent noise expositures J. Acoust. Soc. Am.  
Vol. 48 1961.
21. KRYTER.K.D. General Physicological responses to noise in the  
effects of noise on man. Academic Press. N.Y. 1970

22. BROADBENT, D.E. Effects of noise on Behavior. Handbook of - noise control, C.M. Harris, Ed. Mc. Graw Hill Book Co. N.Y. 1967.
23. KARPLUS, H.B. and G.L. BONVALLET. A noise survey of manufacturing Industries. Am. Ind. Hyg. Assoc Vol. 14. 1953.
24. ROSENBLITH, W.A., Industrial Noise and Industrial deafness J. Acoust Soc. Am. Vol. 13
25. MC. COY D.W.- Industrial noise - Its analysis and interpretation for prefentative treatment. J. Ind. Hyg. and Toxicol Vol. 26
26. DAVID. H.A. Protection of workers against noise J. Ind. Hyg. and toxicol. Vol. 27
27. KRYTER, K.D. the effects of noise on man. J. Speech and Hear Dis. Monograph suppl. 1950.
28. Kryter, K.D., J.D. Miller, and D.H. Eldridge, Hazardous exposure to intermittent and steady-state noise J. Acoust. Soc Am. Vol. 39
29. ROSENBLITH W.A. and K.N. STEVENS. Handbook of Acoustic noise

and man USAF, WADC No. 52

30. SATALOFF, J.L. VASELIO AND H. MENDUKE. Hearing loss from -  
exposure to Interrupted noise. Arch. of Env. Health. Vol. 18  
1969.
31. RILEY, E.C. Eastman Kodak Co. Rochester N.Y. Personal commu  
nication 1972.

FE DE ERRATAS

Página	Línea	Dice	Debe Decir
3	13	les	le es
39	19	formaldehido	formaldehido
61	1	rodeado	rodado
61	4	aprixionan	apricionan
66	2	expulsión	explosión
116	3	caverdo	acuerdo
137	17	se	sea
139	4	auga	agua
143	14	hipoacuslas	hipoacusias
155	9	a	ha
157	15	lucradan	lucran
158	4	incubrir	encubrir
159	2	usa	uso
162	1	degradante	degradante
168	3	DB	dB
171	6	eta	esta
186	15	combina	combina
193	3	Riezgo	Riesgo
196	8	Ana Mealth	And Health
198	9	dba	dB
199	2	dba	dB
238	7	hasza	hasta

---