



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS
DEL RUIDO, EN LOS TRABAJADORES DE UNA PLANTA DE
PRODUCCIÓN DE HARÍNA DE MAÍZ**

Jorge Alberto Monnéy Alvarez

Asesorado por el Ing. Marco Vinicio Monzón Arriola

Guatemala, mayo de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS
DEL RUIDO, EN LOS TRABAJADORES DE UNA PLANTA DE
PRODUCCIÓN DE HARÍNA DE MAÍZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

JORGE ALBERTO MONNÉY ALVAREZ
ASESORADO POR EL ING. MARCO VINICIO MONZÓN ARRIOLA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|--------------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos |
| VOCAL I | Inga. Glenda Patricia García Soria |
| VOCAL II | Inga. Alba Maritza Guerrero de Lòpez |
| VOCAL III | Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón |
| VOCAL IV | Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz |
| VOCAL V | |
| SECRETARIA | Inga. Marcia Ivònne Véliz Vargas |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|------------|---|
| DECANO | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos |
| EXAMINADOR | Ing. Victor Hugo García Roque |
| EXAMINADOR | Ing. Edwin Antonio Echeverria Marroquin |
| EXAMINADOR | Inga. Miriam Patricia Rubio de Akú |
| SECRETARIA | Inga. Marcia Ivònne Véliz Vargas |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PROPUESTA DE UN PLAN DE MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS DEL RUIDO, EN LOS TRABAJADORES DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE HARÍNA DE MAÍZ,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 24 de abril de 2005.

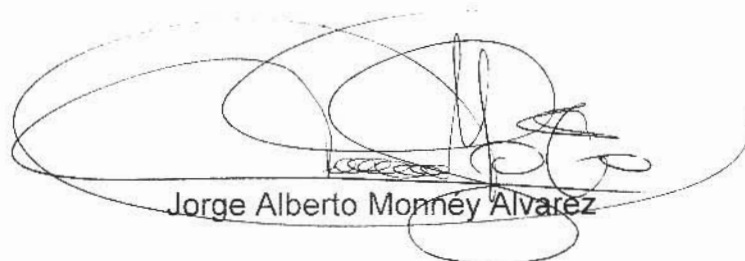
Jorge Alberto Monnéy Alvarez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PROPUESTA DE UN PLAN DE MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS DEL RUIDO, EN LOS TRABAJADORES DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE HARÍNA DE MAÍZ,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 24 de abril de 2005.



Jorge Alberto Momney Álvarez

Guatemala, 25 de julio de 2006

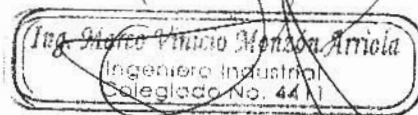
Ingeniero
Francisco Gómez,
Director de Escuela de Mecánica Industrial
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Gómez:

Por este medio le comunico la culminación del trabajo de graduación "PROPUESTA DE UN PLAN DE MITIGACION DE LOS EFECTOS DEL RUIDO EN LOS TRABAJADORES DE UNA PLANTA DE PRODUCCION DE HARINA DE MAIZ" del estudiante Jorge Alberto Monnéy Alvarez quién se identifica con No. De Carnet 199911013, dicho documento resultante es satisfactorio y reúne los requisitos necesarios de un Trabajo de Graduación, por lo que recomiendo su aprobación para ser publicado, asumiendo las responsabilidades intrínsecas que me corresponden.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Ing. Marco Vinicio Monzón Arriola
Colegiado No. 4411
Asesor de Trabajo de Graduación

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA DE UN PLAN DE MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS DEL RUIDO EN LOS TRABAJADORES DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE HARINA DE MAÍZ**, presentado por el estudiante universitario **Jorge Alberto Monnéy Alvarez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

TRABAJAR Y ENSEÑAR A TODOS

Ing. Edwin Josue Ixpatá Reyes
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Edwin Josue Ixpatá Reyes
Ing. Mecánica Industrial
Colegiado No. 7128

Guatemala, agosto de 2006.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROPUESTA DE UN PLAN DE MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS DEL RUIDO, EN LOS TRABAJADORES DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE HARINA DE MAÍZ**, presentado por el estudiante universitario **Jorge Alberto Monnéy Alvarez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAR A TODOS

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, mayo de 2008.



/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE UN PLAN DE MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS DEL RUIDO, EN LOS TRABAJADORES DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE HARINA DE MAÍZ**, presentado por el estudiante universitario **Jorge Alberto Monnéy Alvarez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, mayo de 2008.

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Fuente inagotable de luz, que permitió la culminación de mis estudios.

MI MADRE

Vilma Elizabeth Alvarez Trabanino

Gran mujer que me brindó la fuerza para seguir adelante, porque siempre creyó en mí, por su apoyo y amor incondicional.

MI PADRE

Leopoldo Monnéy Bercian (q.e.p.d.)

Por su amor y esfuerzo, por mi superación personal.

MIS HERMANOS

Victoria, Ariel y Vilma

Por haberme acompañado en los momentos más difíciles de mi carrera.

MIS SOBRINITOS

Andrea, Sofía, André y Sergio José

Que mi triunfo sea un ejemplo para que ellos puedan seguir adelante.

MI ASESOR

Marco Vinicio Monzón

Por su apoyo, consejos y su amistad. Por su valiosa ayuda en el desarrollo de este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|-------------------------------------|-------------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | VII |
| LISTA DE SÍMBOLOS..... | XI |
| GLOSARIO..... | XIII |
| RESUMEN..... | XV |
| OBJETIVOS..... | XVII |
| INTRODUCCIÓN..... | XIX |

1. ESTRUCTURA OCUPACIONAL DE LA ORGANIZACIÓN

| | |
|---|----|
| 1.1 Perfil de la organización..... | 1 |
| 1.2 Estructura ocupacional..... | 2 |
| 1.2.1 Puestos de trabajo por nivel ocupacional..... | 3 |
| 1.2.2 Puestos de trabajo por nivel de calificación.... | 4 |
| 1.3 Descripción de puestos de trabajo..... | 6 |
| 1.3.1 Detalle de puestos de trabajo por departamento | 6 |
| 1.3.2 Organigrama..... | 7 |
| 1.4 Puestos de trabajo representativos..... | 8 |
| 1.5 Puestos de trabajo no representativos | 8 |
| 1.6 Personal empleado por nivel ocupacional..... | 9 |
| 1.6.1 Personal empleado por nivel de calificación.. | 9 |
| 1.7 Distribución de personal por sexo..... | 9 |
| 1.7.1 Distribución de personal por rangos de edades..... | 11 |
| 1.7.2 Distribución de personal por escolaridad..... | 11 |
| 1.8 Requisitos de admisión..... | 12 |

2. ANÁLISIS DE RIESGO ACTUAL EN LA PLANTA

| | | |
|---------|--|----|
| 2.1 | Medición de los niveles de ruido en puestos de trabajo.... | 15 |
| 2.1.1 | Instrumentos para la medición de sonido..... | 15 |
| 2.1.1.1 | Sonómetros..... | 14 |
| 2.1.1.2 | Decibelímetros..... | 16 |
| 2.1.1.3 | Dosímetros..... | 17 |
| 2.1.2 | Estudio previo..... | 19 |
| 2.1.3 | Tipos de ruido..... | 19 |
| 2.1.3.1 | Ruido continuo o estable..... | 19 |
| 2.1.3.2 | Ruido discontinuo o periódico..... | 20 |
| 2.1.3.3 | Ruido aleatorio..... | 22 |
| 2.1.3.4 | Ruido de impacto..... | 23 |
| 2.1.4 | Metodología de estudio..... | 24 |
| 2.1.4.1 | Elección del método de medición.... | 24 |
| 2.1.4.2 | Encuesta preliminar..... | 25 |
| 2.1.4.3 | Encuesta detallada..... | 26 |
| 2.2 | Criterios sobre daño-riesgo ocupacional..... | 32 |
| 2.2.1 | Capacidad auditiva..... | 32 |
| 2.2.2 | Factores de riesgo..... | 33 |
| 2.2.3 | Análisis de la exposición al ruido..... | 34 |
| 2.2.4 | Reglamento sobre exposición al ruido..... | 36 |
| 2.2.4.1 | Legislación nacional..... | 36 |
| 2.2.4.2 | Legislación extranjera..... | 37 |
| 2.3 | Valoración del nivel de ruido..... | 41 |
| 2.3.1 | Métodos de comparación..... | 41 |
| 2.3.1.1 | Elección del instrumento de medición..... | 41 |
| 2.3.1.2 | Elección del método de medición..... | 41 |
| 2.3.1.3 | Encuesta Preliminar..... | 42 |
| 2.3.1.4 | Encuesta detallada..... | 43 |
| 2.3.2 | Resultados del estudio..... | 48 |

3. MÉTODOS DE CONTROL FRENTE AL RUIDO

| | | |
|----------|---|----|
| 3.1 | Método de control para las diferentes áreas de aplicación..... | 51 |
| 3.1.1 | Controles de ingeniería..... | 51 |
| 3.1.1.1 | Mantenimiento..... | 52 |
| 3.1.1.2 | Reemplazo de máquinas..... | 53 |
| 3.1.1.3 | Sustitución de procesos..... | 53 |
| 3.1.1.4 | Manipulaciones técnicas sobre las máquinas..... | 54 |
| 3.1.1.5 | La fuerza impulsora de las superficies puede ser reducida..... | 56 |
| 3.1.1.6 | Las respuestas de las superficies vibratorias pueden ser reducidas..... | 57 |
| 3.1.1.7 | Reducción de la transmisión sonora... | 58 |
| 3.1.1.8 | Reducción de ruido producido por flujo gaseoso..... | 58 |
| 3.1.1.9 | Reducción del ruido disminuyendo su transmisión a través del aire..... | 59 |
| 3.1.1.10 | Aislamiento del trabajador..... | 60 |
| 3.1.1.11 | Aislamiento de las máquinas ruidosas... | 61 |
| 3.1.2 | Controles administrativos..... | 62 |
| 3.1.3 | Protección auditiva personal..... | 63 |
| 3.1.3.1 | Encerramiento..... | 63 |
| 3.1.3.2 | Inserción auricular..... | 64 |
| 3.1.3.3 | Súper auriculares..... | 65 |
| 3.1.3.4 | Circum auriculares..... | 65 |
| 3.2 | Programas de reducción del ruido..... | 66 |
| 3.2.1 | Reducción del ruido en la fuente..... | 68 |
| 3.2.2 | Reducción del ruido en el trayecto..... | 70 |
| 3.2.3 | Reducción del ruido en el receptor..... | 71 |

4. PLAN PILOTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE REDUCCIÓN DE RUIDO

| | | |
|-------|--|----|
| 4.1 | Planificación de actividades..... | 73 |
| 4.1.1 | Adecuación de los trabajadores..... | 74 |
| 4.1.2 | Coordinación de acciones..... | 75 |
| 4.2 | Programación de recursos..... | 75 |
| 4.3 | Programa de instalación..... | 77 |
| 4.4 | Sistema de control de instalación..... | 78 |
| 4.5 | Pruebas y sistemas de validación..... | 78 |
| 4.6 | Control de funcionamiento..... | 79 |
| 4.6.1 | Programa de mantenimiento de mecanismo de control de ruido..... | 80 |
| 4.6.2 | Programa de información periódica a los trabajadores..... | 80 |
| 4.6.3 | Mediciones del nivel del ruido del ambiente..... | 80 |
| 4.6.4 | Supervisión del uso de protectores auditivos..... | 81 |
| 4.6.5 | Supervisión de la aplicación de los procedimientos implantados..... | 81 |

5. SEGUIMIENTO Y MEJORAS CONTINUAS

| | | |
|-----------|---|----|
| 5.1 | Medición de la efectividad de las medidas para el control del ruido..... | 83 |
| 5.1.1 | Audiometría..... | 83 |
| 5.1.1.1 | El examen audiométrico..... | 85 |
| 5.1.1.2 | El audiómetro..... | 87 |
| 5.1.1.2.1 | Signos audiométricos..... | 88 |
| 5.1.1.2.2 | utilización de los signos audiométricos..... | 89 |
| 5.1.1.3 | Audiometría tonal umbral..... | 90 |
| 5.1.1.4 | Audiometría tonal supraliminar..... | 92 |

| | | |
|-------|---|------------|
| 5.2 | Estudio de la adaptación auditiva patológica..... | 93 |
| 5.3 | Programa para la conservación de la audición..... | 94 |
| 5.3.1 | Propósito y objetivos | 94 |
| 5.3.2 | Elaboración | 96 |
| 5.3.3 | Administración..... | 97 |
| | CONCLUSIONES..... | 99 |
| | RECOMENDACIONES..... | 101 |
| | BIBLIOGRAFÍA..... | 103 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|----|--|----|
| 1 | Organigrama de la planta de producción de harina de maíz..... | 7 |
| 2 | Gráfica de la distribución de la muestra por escolaridad..... | 12 |
| 3 | Decibelímetro digital y análogo..... | 17 |
| 4 | Manipulaciones técnicas sobre las máquinas 1..... | 55 |
| 5 | Manipulaciones técnicas sobre las máquinas 2..... | 55 |
| 6 | Aislamiento de la maquinaria para evitar vibraciones..... | 57 |
| 7 | Reducción del ruido disminuyendo su transmisión, a través del aire..... | 60 |
| 8 | Aislamiento del trabajador..... | 61 |
| 9 | Aislamiento de las máquinas ruidosas..... | 62 |
| 10 | Tapones de oídos y orejeras..... | 66 |
| 11 | Esquema del control de ruido..... | 67 |
| 12 | Signos audiométricos..... | 89 |

TABLAS

| | | |
|------|--|----|
| I | Perfil de la muestra de la planta de producción de harina de maíz..... | 2 |
| II | Datos del personal de la muestra en la planta de producción de harina de maíz..... | 10 |
| III | Rangos de edades del personal seleccionado para la muestra.... | 11 |
| IV | Ejemplo de niveles de exposición..... | 31 |
| V | Valores límites permisibles para ruido..... | 35 |
| VI | Exposición permisible al ruido en EE.UU..... | 38 |
| VII | Mediciones en el centro de cada área..... | 43 |
| VIII | Formato de registro. Muestra la información esencial que debe llevar una medición..... | 44 |
| IX | Medición de niveles máximos y mínimos del ciclo de trabajo..... | 44 |
| X | Puestos $L_{pA} \geq 85$, No satisfactorios..... | 45 |
| XI | Puestos con niveles inferiores y superiores a 85 dBA..... | 45 |
| XII | Medición de niveles y tiempo de exposición del ciclo de trabajo 1... | 46 |
| XIII | Medición de niveles y tiempo de exposición del ciclo de trabajo 2... | 47 |
| XIV | Medición de niveles y tiempo de exposición del ciclo de trabajo 3... | 47 |
| XV | Medición de niveles y tiempo de exposición del ciclo de trabajo 4... | 48 |
| XVI | Puestos de trabajo con niveles de exposición no aceptables..... | 49 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|-----------------------------|--|
| Hz | Hertz |
| λ | Longitud de onda |
| f | Frecuencia |
| dB | Decibel |
| dB(A) | Decibel red ponderada "A" |
| Log | Logaritmo |
| L_{Aeq} | Nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A |
| L_{pA} | Nivel de presión acústica ponderada |
| D | Exposición mixta |
| C | Tiempo de exposición total a un nivel determinado de sonido. |
| T | Tiempo total de exposición permitido para determinado nivel de sonido |

GLOSARIO

| | |
|----------------------|---|
| Audiometría | Instrumento electrónico que convierte energía eléctrica en energía sonora. Consiste en un oscilador que produce sonidos de tonos puros con frecuencias predeterminados, en un atenuador que controla la intensidad del sonido o tono producido, un interruptor y auriculares a través de los cuales la persona cuya audición se estudia, percibe los tonos. |
| Baffles | Diafragma fonoabsorbente, diseñado para responder a diversos requerimientos en acústica arquitectónica como el control del ruido ambiental. |
| Decibeles | Unidad de dimensión que permite establecer la potencia de los ruidos. |
| Decibelímetro | Aparato utilizado para medir la intensidad del sonido en cualquier ambiente acústico (fábricas, escuelas, puertos aéreos, salas de conferencias, etc.). |

| | |
|-------------------|---|
| Diapasón | Es un instrumento metálico, en forma de horquilla, que, al vibrar, emite un sonido puro (monotonal). |
| Difracción | División e inflexión de cualquier movimiento ondulatorio al pasar por los bordes cortantes de un cuerpo, por su pequeño agujero o por una estrecha abertura. |
| Poliamida | Termoplástico industrial semicristalino, blanco. Por su viscosidad de fundido suele poder moldearse como monómero (generalmente llamado moldeado) es decir polimerizado en un molde directamente con una forma semiacabada. |
| Sonoridad | (sensibilidad, intensidad) que está en función de la intensidad física, es decir la amplitud de las vibraciones. |

RESUMEN

Se presenta la realización de un recuento de datos generales de la empresa, así como el organigrama de la misma, el número de personas que maneja, los puestos de trabajo y como está distribuido el personal.

Se define la metodología de evaluación en donde se determinan los niveles de exposición son aceptables o no a través de evaluación de niveles de ruido que incluye a toda la planta. El siguiente paso, es planificar los distintos métodos de control de ruido, tales como diseño de ingeniería, medidas administrativas o el uso de dispositivos de protección personal para llegar al nivel de reducción deseado.

Se presenta el recuento de todos los métodos de control existentes, así como los métodos de ingeniería, los métodos administrativos, etc. Y programas para la reducción del ruido en la planta de producción de harina de maíz.

Se propone un plan piloto para la implementación de las medidas propuestas para el control de ruido, así como formas de control de la instalación, pruebas sistemas de validación y control del funcionamiento.

Se presenta un sistema de retroalimentación y medición de la efectividad de las medidas de control. Y un programa auditivo como resultado de la exposición al ruido durante el trabajo.

OBJETIVOS

GENERALES

Determinar a que niveles de ruido se exponen los trabajadores de una empresa dedicada a la producción de harina de maíz.

ESPECÍFICOS

1. Documentar en forma general, la situación en la que se encuentra la planta de producción en la que se elabora el estudio.
2. Proporcionar los conceptos más importantes para determinar el daño que produce el ruido en el ser humano.
3. Definir a que nivel de ruido se exponen los trabajadores en las áreas y puestos de trabajo y zonas aledañas a la empresa.
4. Dar a conocer las conductas adecuadas que se deben seguir para evitar los daños ocasionados por el ruido.
5. Proveer los lineamientos y herramientas para la estructuración y aplicación de un método de la efectividad de las medidas de control y un programa de conservación de la audición.
6. Proporcionar directrices para la implantación de las medidas propuestas para el control de la exposición al ruido.
7. Crear formas de control de la instalación, pruebas y sistemas de validación y control de funcionamiento.

INTRODUCCIÓN

Las operaciones sumamente mecanizadas, la aceleración del ritmo de las máquinas, la densidad de la maquinaria en el lugar de trabajo, y hasta hace poco tiempo, la falta de conocimiento detallado sobre las molestias y los riesgos debido al ruido han sido causa de que en muchas fábricas los trabajadores hayan estado expuestos a niveles de ruido que actualmente se consideran excesivos.

El primer paso que hay que dar para disminuir los ruidos es medirlos. Se ha estandarizado una unidad decibel y se ha construido un instrumento para registrar los sonidos en esa unidad. De acuerdo a la definición de la Colección Científica de sonido y audición, el sonido se produce cuando un cuerpo se mueve de un lado a otro con suficiente rapidez para enviar una onda a través del medio en el que está vibrando, sin embargo, el sonido, como sensación, debe ser recibido por el oído y transmitido al cerebro.

Hay efectos negativos sobre la salud en general (hipertensión arterial, mayor incidencia de accidentes cardiovasculares, alteraciones digestivas, etc.), sobre la salud auditiva (hipoacusia, socioacusia, profesioacusia, trauma acústico) y sobre las actividades humanas (pérdida de la inteligencia por enmascaramiento, dificultades para la comunicación oral, pérdidas en la concentración).

Dicha situación, motiva la realización de este trabajo de investigación, en el cual se busca el reconocimiento, evaluación y control de los niveles de exposición al ruido en una planta de producción de harina de maíz, con el objetivo de determinar si existen niveles de exposición no aceptables que pueden causar daños al trabajador, para luego definir medidas de control de la exposición al ruido.

Principalmente, el trabajo incluye una estimación de los niveles de exposición de los trabajadores al ruido. Métodos de control de las exposiciones no aceptables utilizando los métodos de diseño de ingeniería, medidas administrativas o el uso de dispositivos de protección. Aunque muchas veces, éste resulta poco práctico, el método ideal para el control del ruido es el que se dedica a eliminar el ruido de la fuente.

1. ESTRUCTURA OCUPACIONAL DE LA ORGANIZACIÓN

1.1 Perfil de la organización

El número de departamentos con los que funciona una planta de producción va relacionado directamente con el servicio que presta.

Los departamentos con los que cuenta la planta de producción de harina de maíz son: producción, calidad, bodega de maíz, administración, distribución y mantenimiento.

Puede concluirse que la planta de producción de harina de maíz tiene una estructura bien definida y diversificada, ya que cuenta con los departamentos indispensables que debe tener una planta de producción para su funcionamiento efectivo. (Ver tabla I.)

El departamento que tiene a su cargo la dirección y ejecución de los planes de la planta de producción es el departamento administrativo. El departamento de calidad se encarga de controlar todo lo relacionado con la calidad total del producto, el departamento de producción se encarga de los molinos y el empaque del producto, en la bodega de maíz es donde se almacena el producto terminado.

Tabla I. Perfil de muestra de la planta de producción de harina de maíz

| Departamentos | Núm. de personas |
|---------------------------|-------------------------|
| Producción | 22 |
| Calidad | 3 |
| Bodega de maíz | 7 |
| Administración | 6 |
| Distribución | 8 |
| Mantenimiento | 5 |
| Total del personal | 51 |

1.2 Estructura ocupacional

En cualquier planta de producción existen diferentes niveles ocupacionales, los cuales dan origen a los puestos de trabajo, clasificándose éstos en: nivel ejecutivo, medio y operativo.

Nivel ejecutivo

Grupo ocupacional que comprende el personal encargado de planificar, administrar, dirigir y evaluar las actividades de una planta de producción.

Nivel medio

Grupo ocupacional que comprende los trabajadores que sirven de enlace entre quienes dirigen y administran las organizaciones y el personal de ejecución de las plantas de producción.

Nivel operativo

Grupo ocupacional que comprende los trabajadores que laboran directamente en los procesos de operación y ejecución.

1.1.1 Puestos de trabajo por nivel ocupacional

En la estructura ocupacional de la planta de producción de harina de maíz, se identificó un total de 51 puestos de trabajo, distribuidos de acuerdo al nivel ocupacional, observándose que la mayoría del personal pertenece al nivel operativo.

- Nivel ejecutivo 2 personas
- Nivel medio 4 personas
- Nivel operativo 45 personas

1.1.2 Puestos de trabajo por niveles de calificación

En la sub-clasificación de los niveles ocupacionales medio y operativo, se toman en cuenta los conocimientos, destrezas y habilidades necesarias para desempeñar las tareas que requieren el puesto de trabajo.

La sub-clasificación general es la siguiente:

- a. Nivel ejecutivo.
- b. Nivel medio.
 - b.1 Mando medio,
 - b.2 Técnico medio.
- c. Nivel operativo.
 - c.1 Calificado,
 - c.2 Semi calificado,
 - c.3 No calificado.●¹

Mando medio

Son trabajadores que participan o no, en la ejecución y vigilancia, distribuyen y coordinan las labores de un grupo de empleados.

●¹ En los puestos de trabajo por nivel de calificación, en la planta de producción de harina de maíz, se usó el nivel ejecutivo, medio y operativo sin su respectiva sub-clasificación.

Técnico medio

Está formado por el personal que tiene a su cargo el control y preparación de la producción y de los procesos; ejecutan las tareas de carácter técnico.

Calificado

Es el personal que requiere cierto nivel de conocimientos para poder desempeñar sus actividades. Por el tipo de trabajo a desempeñar se necesita poseer iniciativa.

Semi calificado

El trabajador debe poseer algunos conocimientos y destrezas para realizar operaciones no muy complejas. Las actividades a realizar son dos o más tareas en forma repetitiva; no demandando mayor iniciativa del trabajador para su desempeño.

No calificado

El trabajador no requiere de conocimientos ni habilidades especiales para desempeñar su trabajo y por ser tareas simples no requieren instrucción profesional especial ni iniciativa.

1.3 Descripción de puestos de trabajo

1.3.1 Detalle de puestos de trabajo por departamento

Todas las plantas de producción, para tener un buen funcionamiento, deben contar con un mínimo de puestos, en este caso son:

❖ Gerente de producción

- Coordinadora de recursos humanos y seguridad industrial
- Encargado de materias primas y repuestos
- Jefe de mantenimiento

Técnico electromecánico

- Enlace de bodega de maíz

Descargador

Técnico op. Bodega de maíz

Báscula y control de plagas

- Líder de procesos

Montacarguista

Aseador de molino

Trabajos generales

- Jefe de sistemas de calidad

Analista de laboratorio

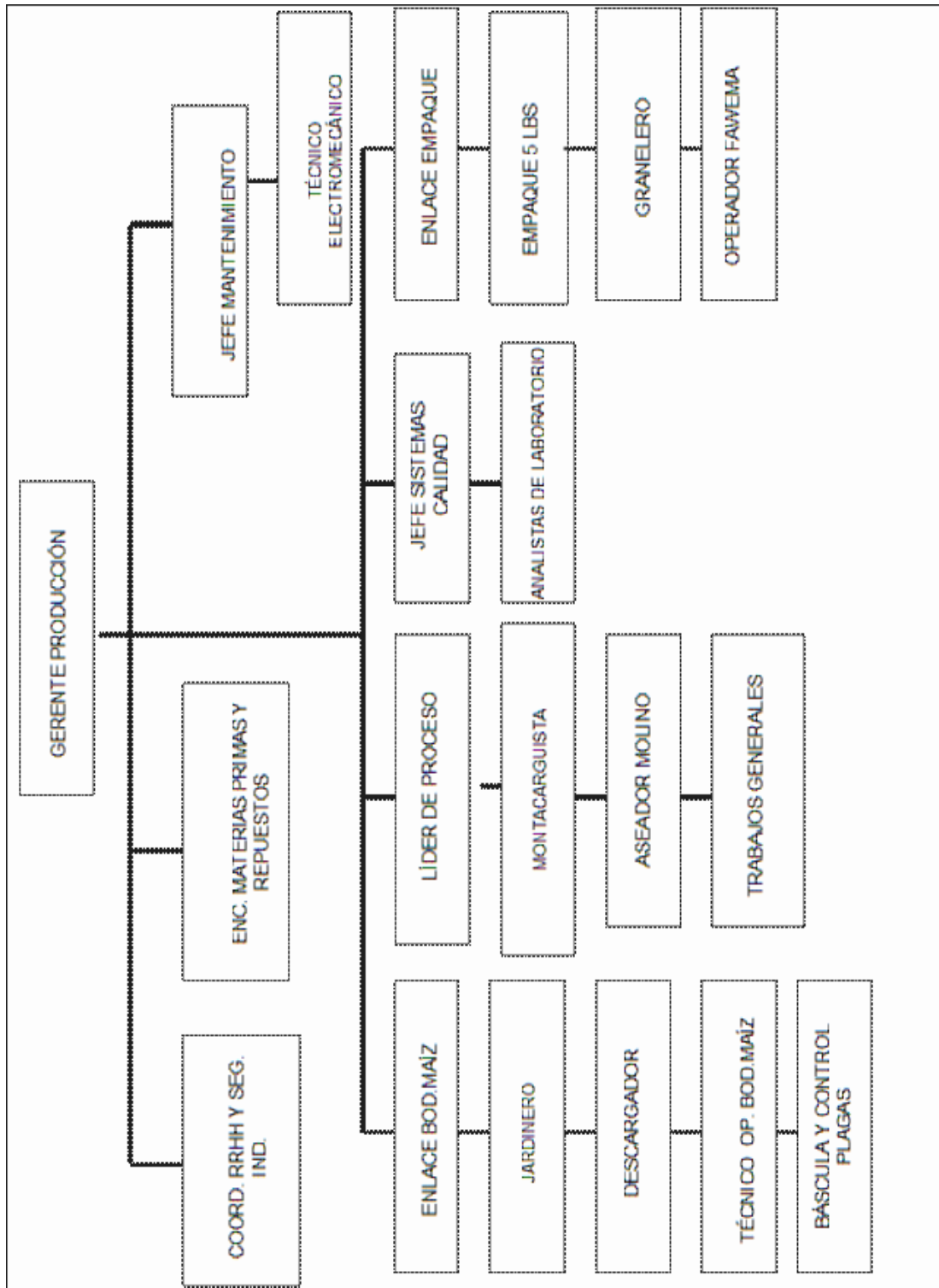
Enlace de empaque

Empaque 5lb

Granelero

1.3.2.1 Organigrama

Figura 1. Organigrama de la planta de producción de harina de maíz



1.4 Puestos de trabajo representativos

Estos puestos son los que más se repiten y a los que se emplean a la mayoría de trabajadores, ya que son los comunes dentro de una planta de producción.

Dentro de la planta de producción de harina de maíz, los puestos más representativos se encuentran en los líderes de procesos, los técnicos electromecánicos y en los auxiliares de despacho.

1.5 Puestos de trabajo no relacionados

Existen los puestos no relacionados, los cuales no son exclusivos de una planta de producción, ya que por sus características se generalizan en su área de aplicación. Por lo tanto, los puestos no relacionados tienen un mayor índice que los relacionados.

Los puestos de trabajo no relacionados son los que tienen su origen en una planta de producción de actividad económica igual (otra planta de producción de harina de maíz por ejemplo). Son los que surgen como consecuencia de una necesidad específica de la planta de producción de harina de maíz. Siendo en este caso, el puesto de gerente de producción por ejemplo.

1.6 Personal empleado por nivel ocupacional

Aquí se muestra la relación que existe en los tres niveles: ejecución, medio y operativo.

1.6.1 Personal empleado por nivel de calificación

El personal existente en los diferentes niveles de calificación varían según el puesto, ya que en unos no es necesario tener requisitos para ingresar a la planta de producción de harina de maíz, saber leer por ejemplo, porque las instrucciones son sencillas; sin embargo, en otros puestos sí se necesita de algún conocimiento, experiencia y en otros casos un título ya sea un diploma de básicos, bachillerato o su equivalente o universitario. Lo anterior obedece, al tipo de actividad que cada uno realiza.

1.7 Distribución de personal por sexo

Actualmente, en la planta de producción de harina de maíz existen 48 trabajadores (90%) del sexo masculino y 3 trabajadores (10%) del sexo femenino. Lo que denota preferencia por trabajadores hombres.

Tabla II. Datos del personal de la muestra en la planta de producción de harina de maíz

| AÑO DE NACIMIENTO | ESCOLARIDAD | DEPARTAMENTO | NIVEL OCUPACIONAL | SEXO |
|-------------------|---------------|--------------------|-------------------|-----------|
| 1968 | Universitario | Administrativo | TM | Masculino |
| 1978 | Universitario | Administrativo | MM | Masculino |
| 1972 | 3ro Básico | Administrativo | OC | Masculino |
| 1967 | 6to Primaria | Bodega de Maíz | OSC | Masculino |
| 1980 | 6to primaria | Distribución | ONC | Masculino |
| 1974 | 6to primaria | Empaque | OSC | Masculino |
| 1976 | Universitario | Recursos Humanos | MM | Femenino |
| 1959 | 3ro Básico | Mantenimiento | ONC | Masculino |
| 1970 | 6to primaria | Molinos | OSC | Masculino |
| 1943 | 6to primaria | Trabajos Generales | ONC | Masculino |
| 1976 | 3ro Básico | Calidad | OC | Masculino |
| 1964 | 6to primaria | Empaque | OSC | Femenino |
| 1971 | 3ro Básico | Mantenimiento | ONC | Masculino |
| 1971 | 3ro Básico | Molinos | OSC | Masculino |
| 1975 | 3ro Básico | Bodega de Maíz | OSC | Masculino |
| 1980 | 6to primaria | Distribución | ONC | Masculino |

| | | | |
|-------------------------|-----|--------------------------|-----|
| OPERATIVO NO CALIFICADO | ONC | OPERATIVO SEMICALIFICADO | OSC |
| OPERATIVO CALIFICADO | OC | TÉCNICO MEDIO | TM |

1.7.1 Distribución de personal por rangos de edad

En la planta de producción de harina de maíz la población económicamente activa está comprendida entre la edad de 23 a 62 años.

Tabla III. Rangos de edades del personal seleccionado para la muestra

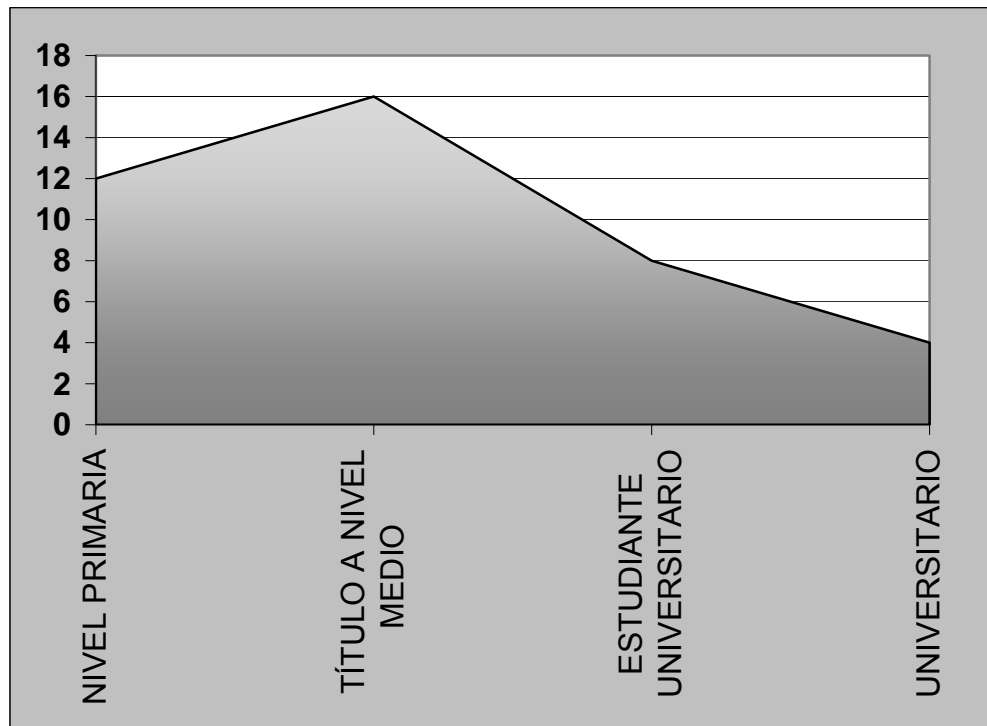
| RANGO DE EDAD | MASCULINO | FEMENINO | SUB-TOTAL |
|----------------------|------------------|-----------------|------------------|
| 18 – 22 | 3 | 0 | 3 |
| 23 – 27 | 0 | 2 | 2 |
| 28 – 31 | 2 | 0 | 2 |
| 33 – 37 | 2 | 0 | 2 |
| 38 – 42 | 2 | 0 | 2 |
| 43 – 47 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | 9 | 2 | 11 |

1.7.2 Distribución de personal por escolaridad

El nivel académico más bajo de la muestra está en las 7 personas que cursaron únicamente la primaria y 6 personas obtuvieron un título a nivel medio.

(Ver figura 2.)

Figura 2. Gráfica de la distribución de la muestra por escolaridad



1.8 Requisitos de admisión

Los requisitos que la planta de producción de harina de maíz utiliza para la evaluación de la futura contratación de las personas son:

Para el nivel ocupacional

1. Habilidad de ejecución
2. Experiencia de 2 años (en la mayoría de los casos)
3. Referencias laborales y personales
4. Cursos profesionales

Para el nivel medio

1. Habilidades de ejecución
2. Experiencia de 3 años
3. Referencias laborales y personales
4. Título de Diversificado
5. Otros cursos
6. Aspiraciones
7. Deseos de superación
8. Aprobar los exámenes psicológicos y de destrezas

Para el nivel ejecutivo

1. Experiencia de 8 años en puestos similares
2. Referencias personales y laborales
3. Otros cursos
4. Título universitario
5. Aspiraciones
6. Deseos de superación
7. Idiomas (por lo menos 2)
8. Aprobación de exámenes psicológicos y de habilidades y destrezas

2. ANÁLISIS DE RIESGO ACTUAL EN LA PLANTA

2.1 Medición de los niveles de ruido en puestos de trabajo

2.1.1 Instrumentos para la medición de sonido

El instrumento que se utiliza para medir las variaciones de presión de sonido en el aire es el medidor de nivel, el cual es básicamente un voltímetro electrónico sensible que mide la señal eléctrica de un micrófono, que generalmente se provee unido al instrumento.

La señal de corriente eléctrica alterna del micrófono es amplificada lo suficiente para que, luego de ser convertida en corriente continua por medio de un rectificador, pueda mover el indicador. A continuación se presentan algunos tipos de instrumentos de medición para diferentes tipos de sonido.

2.1.1.1 Sonómetros

Este instrumento responde ante el sonido de forma aproximada a como lo hace el oído humano y proporciona medidas objetivas y reproducibles.

Mide de forma directa el nivel de presión sonora de un fenómeno acústico, y lo representa en decibeles (dB). Existen dos tipos: convencionales e integradores.

- a) **Convencionales.** Dan mayor énfasis a los sonidos recientes, dentro de un número limitado de tiempos de promediación que están prefijados y que son relativamente cortos. Podrán emplearse únicamente para la medición del “Nivel Promedio Ponderado A (L_{pA})”, cuando el ruido sea estable. La lectura promedio se considerará igual al “Nivel de Presión Acústica Continuo Equivalente Ponderado A (L_{Aeq})”.
- b) **Integradores – promediadores.** Intentan solucionar el problema de medición de los ruidos industriales, proveniente de las fluctuaciones de nivel con que se manifiestan. Por ello, ofrecen tiempos de promediación largos, de minutos u horas. Dan igual énfasis a todos los sonidos existentes en el período de promediación. Y podrán emplearse para la medición del L_{Aeq} de cualquier tipo de ruido.

2.1.1.2 Decibelímetro

El decibelímetro ofrece la posibilidad de medir el equivalente energético del nivel de presión acústica continua. El decibelímetro es apropiado para valoraciones de puestos de trabajo, máquinas, etc. El

decibelímetro cumple todas las normativas establecidas por la ley y sirve para mediciones de sonoras. También se utiliza en puestos que cumplen con las normas establecidas para cada tipo de maquinaria. (Ver Figura 3.)

Figura 3. Decibelímetro digital y análogo



Fuente: <http://www.phelectronica.com.ar/decib.jpg>

2.1.1.3 Dosímetro

Relacionan los niveles de presión sonora con los tiempos de exposición a esos niveles, para mostrar un valor de <<dosis>> del ruido. Añaden el ruido constantemente, al acumular la señal en un condensador una vez que ha sido transformada en energía eléctrica.

Los mencionados apartados de medida tienen estas aplicaciones

- a. **Los sonómetros convencionales**, sólo ante ruidos estables, permiten valorar el nivel de presión acústica ponderada (L_{pA}), la lectura promediada en tiempo (T) y el nivel diario equivalente, aplicando la fórmula correspondiente (Ver sección 2.1.4).

- b. **Los sonómetros integrados**, admiten leer el nivel promediado en tiempo y el nivel diario equivalente, con éste se pueden obtener los datos necesarios, a un costo accesible.

- c. **Los dosímetros**, podrán ser utilizados para la medición directa del L_{Aeq} , de cualquier tipo de ruido. Se utiliza principalmente cuando se necesita medir la exposición de un trabajador en un puesto que implica movimientos a diferentes sitios mientras cumple sus tareas. Pero, tienen la desventaja de que su costo suele ser muy elevado, por lo que a la hora de escoger siempre debe de evaluarse el beneficio / costo, de acuerdo a las necesidades del estudio.

Todos los instrumentos pueden ser de “tipo 1”o de “tipo 2” (prescripciones establecidas por la norma CEI-804) y se considerará, en general, un error de ± 1 dB cuando se utilizan instrumentos del “tipo 2” y ningún error instrumental cuando el aparato sea del “tipo 1”.

2.1.2 Estudio previo

Si se necesita saber si es necesario hacer un estudio sobre niveles de ruido en un ambiente determinado, se debe determinar si es probable que exista un problema de ruido, se ha de hacer una evaluación sobre ruido en aquellas áreas donde resulta difícil comunicarse por medio del habla en tonos normales a un metro de distancia.

Otro indicador de la necesidad de realizar un estudio sobre ruido, es el hecho de que la gente se queje de que luego de estar expuesta a niveles altos de sonido durante su turno de trabajo.

2.1.3 Tipos de ruido

2.1.3.1 Ruido continuo o estable

Se define como el ruido de banda ancha, de nivel y espectro aproximadamente constante, a los cuales un trabajador está expuesto durante una jornada de trabajo. También es definido como “aquél cuyo nivel de presión acústica ponderada A (L_{pA}) permanece esencialmente constante. Se considerará que se cumple tal condición cuando la diferencia entre los valores máximos y mínimos de L_{pA} sea inferior a 5 dB •²

•² Gil y Mendaza, op. Cit.

Siendo el ruido estable durante un período de tiempo (T) determinado de la jornada laboral, no es necesario que la duración total de la medición abarque la totalidad de dicho período.

Si la medición se hace con un sonómetro se realizarán como mínimo 5 mediciones de una duración de 15 segundos cada una y obteniéndose el nivel equivalente del período T ($L_{Aeq, T}$) directamente de la media aritmética.

Si la medición se efectuase con un sonómetro integrador-promediador o con un dosímetro se obtendría directamente el $L_{Aeq, T}$. Como precaución podrían efectuarse un mínimo de tres mediciones de corta duración a lo largo del período T y considerar como $L_{Aeq, T}$ la media aritmética de ellas.

2.1.3.2 Ruido discontinuo o periódico

Es “aquél cuya diferencia entre los valores máximo y mínimo es superior o igual a 5 dB y cuya cadencia es cíclica” •3. La exposición a un ruido intermitente puede definirse como “exposición a un nivel de presión de sonido de banda ancha varias veces durante la jornada normal de trabajo” •4. Está definido como los siguientes factores:

•3 Gil y Mendaza, op. Cit

•4 Consejo Internacional de Seguridad, op. Cit., p. 260

- Tiempo que dura cada pico.
- Tiempo que dura el intervalo entre los picos.
- Intensidad del punto máximo de pico.
- Intensidad del punto más bajo.

A su vez, el ruido discontinuo puede ser “rítmico o periódico o bien aritmético o aleatorio “.

El inspector o el supervisor de planta de planta que periódicamente se traslada de una oficina relativamente silenciosa a las áreas ruidosas de producción es un ejemplo de una persona sometida a este tipo de ruido ambiental.

Si el ruido fluctúa de forma periódica durante un tiempo T , cada intervalo de medición deberá cubrir varios períodos. Las medidas deben ser efectuadas con un sonómetro integrador-promediador o un dosímetro, según lo indicado en el inciso de instrumentos de Medición (2.1.1).

Si la diferencia entre los valores máximos y mínimos del nivel equivalente (L_{Aeq}) obtenidos es inferior o igual a 2dB, el número de mediciones puede limitarse a tres. Si no, el número de mediciones deberá ser como mínimo de cinco.

El $L_{Aeq, T}$ se calcula entonces a partir del valor medio de los L_{Aeq} obtenidos, si difieren entre ellos 5 dB o menos. Si la diferencia es mayor a 5 dB se actuará según se especifica en el siguiente inciso.

2.1.3.3. Ruido aleatorio

Es aquél cuya diferencia entre los valores máximos y mínimos es superior o igual a 5 dB, variando aleatoriamente a lo largo del tiempo. ●5.

Si el ruido fluctúa de forma aleatoria durante un intervalo de tiempo T determinado, las mediciones se efectuarán con un sonómetro integrador-promediador o con un dosímetro. Se pueden utilizar dos métodos:

- **Método directo:** El intervalo de medición debe cubrir la totalidad del intervalo de tiempo considerado.
- **Método de muestreo:** Se efectuarán diversas mediciones, de forma aleatoria, durante el intervalo de tiempo considerado. La incertidumbre asociada será función del número de mediciones efectuadas y la variación de los datos obtenidos.

●5 Gil y Mendaza, op. Cit

2.1.3.4 Ruido de impacto

Es aquél cuyo nivel de presión acústica decrece exponencialmente con el tiempo •6. Es un ruido aislado, que dura menos de un segundo, un sonido repentino y rápido.

La evaluación del ruido de impacto se efectuará mediante la medición del nivel de pico, que se realizará en el momento en que se espera que la presión acústica instantánea alcanza su valor máximo.

Los instrumentos empleados para medir el nivel de pico o para determinar directamente si éste ha superado los 140 dB, deben tener una constante de tiempo en el ascenso no superior a 100 microsegundos. Si se dispone de un sonómetro con ponderación frecuencial A, podrá considerarse que el nivel de pico no ha sobrepasado los 140 dB cuando el L_{pA} no ha sobrepasado los 130 dBA. •7.

•6 Gil y Mendaza, op. Cit

•7 Gil y Mendaza, op. Cit

2.1.4. Metodología de evaluación

2.1.4.1. Elección del método de medición

Antes de iniciar el procedimiento de medición, se selecciona el método a utilizar, según el objetivo del estudio. Los métodos de medición del sonido pertenecen a dos grandes categorías: medición de la fuerza y medición del ruido-ambiente. **Las mediciones de las fuentes** son aquellos que se hacen con el propósito de determinar las características del ruido emitido por la fuente. Ésta puede ser un único equipo o una combinación de equipos. Por ejemplo, un motor eléctrico o una planta entera pueden ser considerados una fuente de ruido.

El número de mediciones a realizar y el tipo de instrumentos necesarios dependen de la información que se desea obtener. Si el objetivo es comprobar el cumplimiento de una especificación predeterminada sobre ruido, la medición será relativamente sencilla y sólo hará falta la elección del instrumento adecuado.

Pero si el objetivo es reducir el ruido producido por las operaciones industriales, como es el caso de éste estudio, la situación es más compleja y se hace necesaria la “medición del ruido-ambiente”. El uso de decibelios en nivel A (dBA), simplificará mucho la recolección de los datos en la medición de los niveles de sonido.

2.1.4.2 Encuesta preliminar

La medición del ruido-ambiente requiere comenzar con una encuesta preliminar de niveles de ruido que incluya a todas las áreas de la industria, para ubicar operaciones o áreas donde los trabajadores puedan estar expuestos a niveles de ruidos peligrosos.

En esta encuesta se utilizan el mismo procedimiento realizado en el Estudio Previo en todas las áreas. Antes del siguiente paso, la empresa deberá decidir si se adquirirá el equipo medidor de nivel de sonido y se entrenará personal para emplearlo o si se contratará en servicio de una empresa externa. La importancia del problema del ruido, el tamaño de la planta y la naturaleza del trabajo influirá sobre esta decisión.

En la mayoría de las industrias, las encuestas sobre ruido son realizadas por un ingeniero calificado, un audiólogo, un higienista industrial o un profesional de prevención de accidentes.

La encuesta preliminar no define el ruido del ambiente con profundidad, sólo proporciona datos suficientes para establecer en cuales áreas existe un problema potencial de ruido.

2.1.4.2. Encuesta detallada

Para determinar los lugares específicos que requieren de un estudio y atención particular, se utiliza la encuesta detallada. En esta encuesta se realiza, de ser necesario, un análisis en cada posición de trabajo, para definir el nivel de exposición promedio ponderada (L_{pA}) en el tiempo de exposición del trabajador.

El propósito de efectuar una encuesta detallada sobre el ruido es: a) obtener información específica sobre los niveles de ruido que existen en cada puesto de trabajo, b) desarrollar guías para establecer controles de ingeniería y/o administrativos; c) definir áreas donde se necesitará protección auditiva; y d) determinar las áreas de trabajo donde es aconsejable y/o necesario realizar los estudios audiométricos de los trabajadores.

Además, los datos de la encuesta detallada sobre ruido serán usados para desarrollar políticas y procedimientos de control y para determinar el cumplimiento de las normas internacionales.

Como guía general, para realizar una encuesta de ruido la información registrada debe ser suficiente para permitir que cualquier otro individuo que tome el informe use el mismo equipo y ubique las diversas posiciones de medición llegue finalmente a reproducir las mediciones y/o el registro de los datos.

La encuesta detallada sobre ruido tiene tres pasos básicos:

Paso 1: Medición en áreas. Usando el medidor de nivel de sonido ajustado para una respuesta ponderada en “A” se registra el nivel máximo de ruido que se produce regularmente en el centro de cada área de trabajo (El tamaño del área de estas mediciones debe limitarse a 93 m² máximo •8).

Si el nivel máximo de ruido no excede los 84 dBA puede suponerse que todos los trabajadores del área medida cumplen sus tareas en un ambiente satisfactorio en lo referente a ruido. Si los niveles medidos en el centro del área caen entre 84 y 92 dBA, entonces se necesita más información por lo que debe pasarse a la siguiente etapa.

Paso 2: Mediciones en los puestos de trabajo. Para evaluar la exposición al ruido de la gente que trabaja en lugares donde las mediciones en el centro del área de trabajo se encuentra entre 84 y 92 dBA, deben realizarse mediciones en la ubicación de trabajo de cada persona.

Si el nivel varía en forma regular se registran tanto el máximo como el mínimo. Si el nivel de ruido medido nunca es mayor de 85 dBA, la dosis acumulativa de ruido será menor que la unidad y la exposición al ruido puede considerarse satisfactoria. A la inversa, si el nivel de ruido nunca desciende de

•8 Consejo Internacional de Seguridad, op. Cit., p. 258

85 dBA, se supone que la dosis acumulativa de ruido en ese puesto de trabajo debe ser mayor que la unidad, lo que indica una exposición al ruido no satisfactoria.

Paso 3: Duración de la exposición. En los puestos de trabajo donde el ruido que se produce varía entre niveles superiores e inferiores a 85 dBA, debe realizarse un análisis usando para el cálculo de esta situación los factores de exposición al ruido y tiempo.

Esto se realiza identificando el ciclo de trabajo, esto es, el mínimo conjunto ordenado de tareas que se repiten cíclica y sucesivamente a lo largo de la jornada de trabajo, constituyendo el quehacer habitual del individuo que ocupa dicho puesto.

Luego se registra el tiempo en minutos que el trabajador pasa en cada área de trabajo y el nivel y tipo de ruido a que está expuesto en cada tarea.

Esta información puede obtenerse consultando al trabajador o a su supervisor o por inspección visual.

Para las actividades de un día determinado, puede emplearse un enfoque de guía y consultar ●9 sobre la información que debe proporcionar.

Para obtener la información básica de cómo funciona el trabajo en lo concerniente a la duración de las operaciones y el porcentaje de tiempo que el trabajador pasa en cada una de sus áreas, el interrogatorio a los supervisores de primera línea es el camino más aconsejable. En cuanto a los tipos de equipos productores de sonido que se hallan en las áreas de trabajo se consulta también al encargado de mantenimiento que regularmente es el experto en el equipo.

“El conocimiento de las fuentes generadoras de ruido y de los ciclos de trabajo permite establecer grupos homogéneos de puestos si la exposición es equivalente. Esto simplifica el número de mediciones a realizar, extrapolando los datos obtenidos para un puesto de trabajo a todo el grupo homogéneo” ●10 .

También pueden estudiarse los registros de producción, una observación visual permite obtener información sobre la extensión del problema provocado por el ruido.

●9 Esto se realiza requiriendo a cada trabajador que mantenga un registro general del área de trabajo / tiempo de sus actividades diarias y luego consultándolo al final del período de trabajo para confirmar si se ha registrado información suficiente.

●10 Gil y Mendaza, op. Cit

Las mediciones de la exposición al ruido deben efectuarse con un instrumento de medición de sonido ponderación frecuencial A, procurando apuntar con el micrófono a la zona donde se obtenga mayor lectura, a unos 10 cm de la oreja del operario.

Se recomienda utilizar un formato para todas las mediciones en el que se incluya como mínimo la siguiente información: nombre de la persona que realiza el estudio sobre ruido, junto con la fecha, ubicación de la medición y tiempo.

Si se desea, se pueden completar los registros con los números de serie de los medidores de niveles de sonido y la fecha de su calibración. Los controles de la calibración de los instrumentos deben realizarse antes, durante y después de la encuesta de nivel de sonido.

Cuando los trabajadores están expuestos a diferentes niveles de sonido durante el día, debe calcularse la “exposición mixta” usando la fórmula:

$$\text{Exposición mixta (D)} \bullet_{11} = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} + \dots + \frac{C_n}{T_n}$$

Donde cada “C” es el tiempo de exposición total a un nivel de ruido determinado a cada “T” el tiempo total de exposición permitido para ese nivel. “Si la suma de las fracciones es igual o mayor a uno, se considera que la exposición mixta sobrepasa el valor límite” •¹²

•¹¹ Consejo Internacional de Seguridad, op. Cit., p. 259

•¹² Consejo Internacional de Seguridad, op. Cit., p. 259

Por ejemplo, a lo largo de su día de trabajo un operador está expuesto a los siguientes niveles de sonido:

Tabla IV. Ejemplo de niveles de exposición

| Nivel de exposición | Tiempo de cada tarea (horas) | Tiempo permitido (horas) |
|----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| 95 dBA | 1.5 | 2 |
| 85 dBA | 6 | 8 |
| 90 dBA | 3.5 | 4 |
| 105 dBA | 0.25 | 1/2 |

El procedimiento a seguir es sumar las fracciones de tiempo transcurrido en cada tarea entre el tiempo permitido para ese nivel.

$$\frac{1.5}{2} + \frac{6}{8} + \frac{3.5}{4} + \frac{0.25}{0.5} = 2.875$$

Como la suma es mayor que uno, se concluye que el operador está expuesto excesivamente al ruido durante su día de trabajo.

2.2. Criterios sobre daño-riesgo ocupacional

“Un criterio es una norma, regla o test, mediante el cual puede formarse un juicio” •13 . En un estudio de la exposición al ruido es necesario definir el criterio sobre daño-riesgo ocupacional, esto significa que se debe saber cuáles son niveles máximos permisibles para intervalos de tiempo determinados, que si son sobrepasados, dan como resultado alteraciones dañinas en los niveles auditivos de los trabajadores expuestos.

La aceptabilidad de un nivel de ruido determinado está en función de muchas variables. En esta investigación la atención se centra en la forma de controlar la exposición al ruido para evitar los efectos de ésta sobre los trabajadores. Por lo anterior, es necesario contar con criterios justos, confiables y prácticos para determinar el daño-riesgo producido por el ruido.

2.2.1 Capacidad auditiva

Un criterio que puede ser utilizado para establecer que los niveles a los que están expuestos son dañinos o no aceptables, son los exámenes de la capacidad auditiva.

•13 Consejo Internacional de Seguridad, op. Cit., p. 248

Para determinar si existe incapacidad auditiva, las evaluaciones deben hacerse en términos de la capacidad satisfactoria de una adecuada capacidad auditiva. La capacidad de un individuo de oír es habla está relacionada con la de oír tonos puros. Por lo que los exámenes auditivos que emplean tonos puros son muy usados.

2.2.2 Factores de riesgo

Si se somete el oído a niveles altos de ruido durante un período suficiente puede producirse cierta pérdida auditiva. Y existen muchos factores que afectan al grado y extensión dicha pérdida: la intensidad o sonoridad del ruido (nivel de presión sonora), el tipo de ruido (espectro de frecuencia), período diario de exposición (ciclo del trabajo diario), duración total del trabajo (años de trabajo), susceptibilidad individual, edad del trabajador, coexistencia de pérdida auditiva y enfermedad del oído, características del ambiente donde se produce el ruido, distancia de la fuente, posición del oído con respecto a las ondas sonoras.

Los primeros cuatro son los factores más importantes y a ellos nos referimos cuando se habla de exposición al ruido. Por lo tanto, no sólo es necesario conocer cuánto ruido, sino también el tipo y tiempo de exposición al mismo.

2.2.3 Análisis de la exposición al ruido

Corrientemente se piensa que cualquier exposición de los oídos sin protección a niveles de sonido superiores a 115 dBA es peligrosa y debe ser evitada. Puede considerarse que la exposición a niveles de sonido inferiores a 70 dBA no es peligrosa y no produce pérdidas auditivas permanentes.

La mayoría de las exposiciones al ruido en la industria se encuentran en el ámbito de 45 dBA y se requiere información adicional, tal como el tipo de ruido y duración de la exposición.

Hasta el momento no han podido ser relacionados directamente el efecto etéreo de la exposición al ruido y la energía del mismo. Por ejemplo, duplicando el contenido de energía no se produce una pérdida auditiva doble, sin embargo, en general, cuando mayor sea la energía total del ruido, menor será el tiempo de exposición requerido para producir la misma pérdida auditiva; pero se desconoce la relación exacta entre tiempo u energía.

También debemos conocer la exposición total durante el período laboral de la vida de una persona para llegar a una conclusión válida acerca de cómo el ruido afectará la pérdida auditiva.

Los niveles que evitan el trauma acústico o dañan el oído que puede llevar a la sordera, son llamados niveles ambientales de referencia. Estos establecen que aquel daño puede alcanzarse con 85-90 dBA de exposición 8 horas al día.

La siguiente tabla relaciona los límites de los diferentes niveles de intensidad sonora del ruido continuo en razón de los tiempos de exposición.

Tabla V. Valores límites permisibles para ruido

| Duración por día (horas) | Niveles de sonido (dBA) |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| 8 | 85 |
| 4 | 90 |
| 2 | 95 |
| 1 | 100 |
| 30 min. | 105 |
| 15 min. | 110 |
| 7.5 min. | 115 |

Fuente. José Luis Puerta y Rafael Ceña Callejo. **Prevención de riesgos laborales: Seguridad, Higiene y Ergonomía.** Pág. 171

2.2.4 Reglamentaciones sobre exposición al ruido

Por otro lado, también puede determinarse si un criterio es aplicable al riesgo de daño por ruido es conveniente analizar varias normas. Por eso, en esta situación se presenta la legislación nacional existente y algunas normas internacionales, para luego, seleccionar las normas en las cuales se basarán los juicios acerca de los niveles aceptables de exposición ocupacional.

2.2.4.1 Legislación Nacional

La legislación que regula la exposición de ruido en Guatemala es el Decreto No. 68-86 del Congreso de la República de Guatemala, “**Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente**”, que en su capítulo IV, Artículo 17, dice: “El Organismo Ejecutivo emitirá los reglamentos correspondientes que sean necesarios, en relación a la emisión de energía en forma de ruido, sonido, microondas, vibraciones, ultrasonido o acciones que perjudiquen la salud física y mental y el bienestar humano, o que cause trastornos al equilibrio ecológico. Se consideran actividades de degradar el ambiente y la salud, los sonidos o ruidos que sobrepasen los límites permisibles cualesquiera que sean las actividades o causas que los originen”.

Los reglamentos a los que se hace referencia en este artículo hasta la fecha no han sido emitidos; según el Ministerio de Ambiente, los límites permisibles pueden ser cualesquiera de los límites dictados por organismos internacionales tales como la Comisión Europea (CE), Occupational Safety and Health Standard (OSHA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), entre otros.

2.2.4.2 Legislación Extranjera

Las normativas sobre exposición ocupacional al ruido en Estados Unidos están dictadas por la OSHA que en 1974, propuso una norma^{•14} que limitaba el nivel de exposición del trabajador a 90 dBA, calculado como un promedio ponderado en 8 horas (Tabla V).

Se ha de notar que la tabla VI define la exposición permisible ante el ruido. Por otro lado, se considera la “exposición” como una función tanto del nivel de sonido, como de la duración de horas por día.

Así por ejemplo, un trabajador puede estar expuesto a 90 dBA durante un total de 8 horas por día, pero si el nivel de sonido aumenta a 95 dBA, el tiempo de exposición máxima permisible desciende a 4 horas por día. Cada aumento de 5 dBA en el nivel de sonido disminuye el tiempo de exposición permisible a la mitad.

•14 29 CFR 1910.95 Occupational Safety and Health Standard Act

Tabla VI. Exposición permisible al ruido en EE.UU.

| Duración por día, respuesta lenta en horas | Nivel de sonido en dBA |
|---|-------------------------------|
| 8 | 90 |
| 6 | 92 |
| 4 | 95 |
| 3 | 97 |
| 2 | 100 |
| 1 | 102 |
| 1 1/2 | 105 |
| 1/2 | 110 |
| ¼ o menos | 115 |

Fuente: Consejo Internacional de Salud, **Manual de funcionamiento de higiene industrial**, Pág. 238.

Otro ejemplo de legislación sobre exposición al ruido es España en donde la misma está regulada por el Real Decreto 1316/89, que si bien establece como límite de exposición absoluto un nivel diario equivalente a 90 dBA, deja bien claro que el empresario está obligado “con carácter general a reducir al nivel más bajo, técnica y razonablemente posible los riesgos derivados de la exposición al ruido, habida cuenta del proceso técnico y de la disponibilidad de medidas de control del ruido, en particular en su origen, aplicadas a las instalaciones u operaciones existentes” •15 .

•15 Fernando G. Benavides et al. **Glosario de prevención de riesgos laborales**. (España: Editorial Masson, 1998) p. 77

Así pues, es esta legislación el valor de 90 dBA no representa el límite de los tolerable, sino la frontera a partir de la cual hay, en cualquier caso, que tomar medidas para reducir la exposición.

En aquellos casos en los que el nivel diario equivalente se sitúa entre 80 y 90 dBA, es obligatorio adoptar progresivamente medidas preventivas en forma de mediciones ambientales, exámenes de salud de los trabajadores, protecciones auditivas para los trabajadores, etc.

La legislación italiana, por otro lado, considera que se pueden causar daños auditivos si se sobrepasa el nivel de presión sonora (LPS por sus siglas en Italiano) que nuestro oído esta en capacidad de soportar. El Decreto Legislativo 277/91 fija tres valores límites de exposición al ruido (80,85 y 90 dBA) a cuya superación está orientado el cumplimiento de ciertas obligaciones para el empleador y para los trabajadores. De cualquier modo, el empleador está obligado a reducir al mínimo el ruido producido también por debajo de 80 dBA (Art. 41 apartado 1D.Lgs. 277/91).

Para evitar el trauma acústico o daño en el oído que conlleva sordera se han impuesto los niveles de 85-90 dBA de exposición durante la jornada laboral, tanto si se trata de exposiciones continuas o de un número elevado y repetido de exposiciones de corta duración.

La reducción del ruido producido por máquinas, equipos e instalaciones es generalmente completa y muy costosa. De ahí que los legisladores suelen considerar límites relativamente conservadores. En otras palabras, se suelen considerar que límites demasiado estrictos podrían representar para las empresas costes excesivos para la salud financiera y, en consecuencia se adoptan decisiones que suelen ser conscientemente gravosas para la salud de los trabajadores.

Prueba de lo anterior es el preámbulo de la Dirección europea del Consejo de 12 de mayo de 1986, relativa a la exposición al ruido durante el trabajo, uno de cuyos párrafos señala: “Considerando que la situación actualmente existente en los Estados miembros no permite fijar un valor de exposición al ruido por debajo del cual no se presente riesgo alguno para el oído de los trabajadores...”.

En consecuencia, para efectos de este estudio se usará como criterio el límite de 85 dBA tomando en cuenta la tabla VI, ya que se desea efectuar una evaluación del nivel de exposición y evaluar lo mejor posible el daño a la salud del trabajador. Luego, se derivarán una serie de recomendaciones que pueden ser aplicados según la capacidad de la industria en estudio.

2.3 Valoración del nivel de ruido

2.3.1 Métodos de comparación

Ya establecido el método, se procederá a la aplicación del mismo, como se mostrara a continuación.

2.3.1.1 Elección del Instrumento de medición

Para la toma de las medidas de los niveles de exposición se ha escogido el Sonómetro Integrador-Promediador. Se decidió emplear este instrumento para facilitar la medición ya que este tipo de instrumento mide cualquier clase de ruido. En el tipo de industria en estudio existe la posibilidad de que aquellos se presenten.

2.3.1.2 Elección del método de medición

Debido a que se tiene como objetivo reducir el ruido generado por las operaciones industriales se necesitó una Medición del ruido ambiente.

2.3.1.3 Encuesta Preliminar

Este paso consiste en determinar en cuales áreas de la industria resulta difícil comunicarse en tonos normales a un metro de distancia. Las áreas evaluadas son las siguientes:

- Área de calderas.
- Área de molinos.
- Área de taller.
- Área de empaque.
- Laboratorio de control de calidad.
- Área de producto terminado.
- Área de silos de maíz.
- Cuarto de neumáticos.

Según las mediciones tomadas en la planta de producción de harina de maíz, las áreas que se encontraron arriba de los 85 dBA fueron: área de empaque, área de talleres, área de calderas y área de molinos. Los datos indicaron que en el cuarto de neumáticos es el más elevado con respecto a dBA de toda la planta, pero no hay peligro, ya que el operario permanece en este cuarto a lo más de 10 min.

2.3.1.4 Encuesta detallada

La información retomada de la encuesta preliminar indica que en aquellas áreas debe hacerse un análisis más detallado siguiendo los pasos de la encuesta detallada como se verá a continuación.

Paso 1: Medición en las áreas

Se registró el nivel máximo que se produce en el centro de las áreas mencionadas anteriormente, los resultados se muestran en la tabla VII y se han marcado con engría las áreas de las cuales se necesita más información pues el nivel medido se encuentra entre 84 dBA y 92dBA.

Tabla VII. Mediciones en el centro de cada área

| Área | Tamaño del área | No de trabajadores | Mediciones en dBA | | | | | – |
|-----------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|--------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | X |
| área de calderas | 16 m ² | 1 | 93 | 94 | 95 | 95 | 94 | 94.2 |
| área de molinos | 22 m ² | 2 | 100 | 102 | 101 | 100 | 103 | 101.2 |
| área de taller | 8 m ² | 2 | 89 | 88 | 89 | 90 | 89 | 89 |
| área de empaque | 18 m ² | 4 | 86 | 87 | 88 | 88 | 87 | 87.2 |
| control de calidad | 9 m ² | 1 | 76 | 77 | 75 | 76 | 77 | 76.2 |
| área de BPT | 32 m ² | 5 | 79 | 78 | 79 | 77 | 78 | 78.2 |
| área de silos de maíz | 65 m ² | 5 | 83 | 82 | 82 | 83 | 81 | 82.2 |

Paso 2: Mediciones en el centro de cada área

Se realizaron mediciones en la ubicación de trabajo de cada persona del área del área de calderas, área de molinos, área de talleres y área de empaque, registrando el máximo y el mínimo de dBA. Como una herramienta de apoyo para la toma de datos se empleó el formato que se muestra a continuación.

Tabla VIII. Formato de registro. Muestra la información esencial que debe llevar una medición

| MEDICIÓN EN LOS PUESTOS DE TRABAJO | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Área:.....No de Trabajadores..... | Documento No.....Hoja:De..... |
| Sección:Máquina y/o equipo..... | Fecha de estudio..... |
| Puesto:Capacidad..... | Elaborado por: |
| Operación: | |

En la tabla IX se muestra los valores máximos y mínimos de las mediciones hechas en la ubicación de cada puesto de trabajo en las Áreas que presentaron un problema potencial de ruido.

Tabla IX. Medición de niveles máximos y mínimos del ciclo de trabajo

| No | Área | Sección | Puesto | Operación | No de trabajadores | Mín. | Máx. |
|----|----------|----------------------|-------------------|--------------------|--------------------|------|------|
| 1 | Empaque | Emp. de granel 50lbs | Graneleros | Llenado y Cofilado | 1 | 84 | 90 |
| 2 | Empaque | Emp. de granel 50lbs | Graneleros | Llenado y Cofilado | 1 | 85 | 89 |
| 3 | Empaque | Emp. de granel 2lbs | Operador de horno | Operar máquina | 1 | 85 | 88 |
| 4 | Empaque | Emp. de granel 5lbs | Empacadores | Operar Horno | 4 | 84 | 89 |
| 5 | Taller | Mantenimiento | Electromecánico | Mant. Preventivo | 2 | 90 | 92 |
| 6 | Calderas | Mant. de Calderas | Electromecánico | Mant. Preventivo | 2 | 104 | 105 |
| 7 | Molinos | Maselación | Lider de Proceso | Control de Calidad | 1 | 101 | 104 |
| 8 | Molinos | Molienda | Lider de Proceso | Supervisa proceso | 1 | 100 | 102 |

De los datos anteriores se listan a continuación los puestos en los que el nivel nunca descendió de 85dBA. Por tanto, se supone que la dosis acumulativa del ruido en estos puestos es mayor que la unidad.

Todo lo mostrado anteriormente, indica una exposición al ruido no satisfactoria y se necesita implantar medidas de control.

Tabla X. Puestos LpA \geq 85, no satisfactorios

| ÁREA | SECCIÓN | OPERACIÓN | PUESTO |
|---------|----------------------|--------------------|--------------------|
| Empaque | Emp. de granel 50lbs | Llenado y Cofilado | Graneleros |
| Empaque | Emp. de granel 50lbs | Llenado y Cofilado | Graneleros |
| Empaque | Emp. de granel 2lbs | Operación máquina | Operador de hornos |
| Empaque | Emp. de granel 5lbs | operación horno | Empacadores |

Paso 3: Duración de la exposición

En el caso de los puestos cuyos niveles de exposición son inferiores y superiores a 85dBA (Tabla XI), el análisis debe hacerse tomando en cuenta varios factores como lo son niveles de exposición al ruido y tiempo de exposición a cada nivel.

Tabla XI. Puestos con niveles inferiores y superiores a 85 dBA

| ÁREA | SECCIÓN | OPERACIÓN | PUESTO |
|----------|---------------------------|--------------------------|------------------|
| Talleres | Mantenimiento | Mantenimiento preventivo | Electromecánico |
| Calderas | Mantenimiento de Calderas | Mantenimiento preventivo | Electromecánico |
| Molinos | Maselación | Control de Calidad | Lider de proceso |
| Molinos | Molienda | Supervisa Procesos | Lider de proceso |

En los puestos que se componen de tareas que no tienen el mismo nivel de exposición, ha sido necesario determinar el nivel de ruido y la duración de la exposición al mismo dentro de cada una de ellas.

Para este proceso se determinó el ciclo de trabajo de cada puesto, luego el tiempo que el trabajador transcurre en cada tarea o subciclo y por último se hicieron mediciones del nivel de exposición en cada subciclo. Este es uno de los últimos pasos a seguir para la realización de un estudio completo. Los resultados se muestran en las tablas XII a la XV.

Tabla XII. Medición de niveles y tiempo de exposición del ciclo de trabajo 1

| Area: Talleres | | No de Trabajador: 2 | | Documento No. 1 | | | | |
|--|---------------------------------------|------------------------------|----|-----------------|----|----|----|--------|
| Equipo: Variado | | Fecha de Estudio: 14/10/2005 | | | | | | |
| Puesto: Tecnico Electromecanico | | Elaborado por: Jorge Monnéy | | | | | | |
| Operación: Mantenimiento Preventivo y Correctivo | | | | | | | | |
| DATOS DEL CICLO | | MEDICIONES (dBA) | | | | | | |
| Tiempo total del ciclo: 26.05 min | | | | | | | | |
| Duración Total de la Jornada: 11:30 horas | | | | | | | | |
| Horas de Descanso: 30 min | | | | | | | | |
| No | DESCRIPCIÓN DEL SUBCICLO | Min | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | — X |
| 1 | Mantenimiento preventivo a maquinaria | 10.6 | 88 | 85 | 84 | 85 | 88 | 86 |
| 2 | Mantenimiento correctivo a maquinaria | 15.45 | 86 | 85 | 88 | 85 | 90 | 86.8 |

Tabla XIII. Medición de niveles y tiempo de exposición del ciclo de trabajo 2

| Area: Calderas | | No de Trabajador: 2 | | Documento No. 2 | | | | |
|---|-------------------------------------|---------------------|-----|------------------------------|-----|-----|----|--------|
| Equipo: Variado | | | | Fecha de Estudio: 14/10/2005 | | | | |
| Puesto: Tecnico Electromecanico | | | | Elaborado por: Jorge Monnéy | | | | |
| Operación: Mantenimiento de Calderas | | | | | | | | |
| DATOS DEL CICLO | | | | MEDICIONES (dBA) | | | | |
| Tiempo total del ciclo: 23.5 Min | | | | | | | | |
| Duración Total de la Jornada: 11:30 horas | | | | | | | | |
| Horas de Descanso: 30 min | | | | | | | | |
| No | DESCRIPCIÓN DEL SUBCICLO | Min | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | — X |
| 1 | Mantenimiento preventivo a Calderas | 9.5 | 100 | 99 | 98 | 104 | 98 | 99.8 |
| 2 | Mantenimiento correctivo a Calderas | 14 | 99 | 98 | 100 | 101 | 99 | 99.4 |

Tabla XIV. Medición de niveles y tiempo de exposición del ciclo de trabajo 3

| Area: Molinos | | No de Trabajador: 1 | | Documento No. 3 | | | | |
|---|---|---------------------|----|------------------------------|----|----|----|--------|
| Sección: Maselación | | Equipo: Variado | | Fecha de Estudio: 14/10/2005 | | | | |
| Puesto: Lider de Proceso | | | | Elaborado por: Jorge Monnéy | | | | |
| Operación: Control de Equipos | | | | | | | | |
| DATOS DEL CICLO | | | | MEDICIONES (dBA) | | | | |
| Tiempo total del ciclo: 26.05 min | | | | | | | | |
| Duración Total de la Jornada: 11:30 horas | | | | | | | | |
| Horas de Descanso: 30 min | | | | | | | | |
| No | DESCRIPCIÓN DEL SUBCICLO | Min | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | — X |
| 1 | Análisis de calidad | 10.6 | 88 | 85 | 84 | 85 | 88 | 86 |
| 2 | Revisión de las desviaciones de proceso | 15.45 | 86 | 85 | 88 | 85 | 90 | 86.8 |
| 3 | Mezclar maíz, cal y agua | 8.16 | 87 | 86 | 87 | 84 | 86 | 86 |

Tabla XV. Medición de niveles y tiempo de exposición del ciclo de trabajo 4

| Área: Molinos No de Trabajador: 1 Sección: Molienda Equipo: Variado Puesto: Líder y asesor de Proceso Operación: revisión de maíz molido y verificar temperatura | | Documento No. 4 Fecha de Estudio: 14/10/2005 Elaborado por: Jorge Monnéy | | | | | | |
|---|--|--|----|----|----|----|----|--------|
| DATOS DEL CICLO Tiempo total del ciclo: 56.25 min Duración Total de la Jornada: 11:30 horas Horas de Descanso: 30 min | | MEDICIONES (dBA) | | | | | | |
| No | DESCRIPCIÓN DEL SUBCICLO | Min | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | — X |
| 1 | Revisión de maíz molido | 10.6 | 88 | 85 | 84 | 85 | 88 | 86 |
| 2 | Verificación de temperatura de la harina | 15.45 | 86 | 85 | 88 | 85 | 90 | 86.8 |
| 3 | Deshidratación por medio de temperatura | 16.5 | 85 | 86 | 86 | 87 | 87 | 86.2 |
| 4 | Verificar Granulometría | 13.7 | 86 | 86 | 86 | 85 | 86 | 85.8 |

Debido a que las mediciones se efectuaron con un sonómetro integrador promediador, las lecturas tomadas representan el promedio de los niveles durante el tiempo (T) de cada medición, para cada una de las mediciones se dejó un lapso de 15 segundos de espacio dentro de cada una de ellas. Pero para tener un dato más exacto se realizaron cinco mediciones a lo largo del período T y se consideró como $L_{Aeq T}$ la media aritmética de ellas.

2.3.2 Resultado del estudio

El estudio realizado indica que las áreas con niveles de exposición no aceptables son:

Tabla XVI. Puestos de trabajo con niveles de exposición no aceptables

| Área | Sección | Puesto | Operación |
|-------------|----------------------------------|-----------------------------|---|
| Empaque | Empaque de granel tipo 1 (50lbs) | Granelero | Llenado, codificado y registro de sacos |
| Empaque | Empaque de granel tipo 2 (50lbs) | Granelero | Llenado, codificado y registro de sacos |
| Empaque | Empaque (2lbs) | Operador de horno y máquina | Operar máquina de llenado |
| Empaque | Empaque (5lbs) | Empacadores de 5lbs | Operar enfardado de producto |
| Talleres | Mantenimiento | Técnico electromecánico | Mantenimiento preventivo |
| Calderas | Mantenimiento de calderas | Técnico electromecánico | Mantenimiento correctivo |
| Molinos | Maselación | Líder de proceso | Control de equipos y analizar calidad |
| Molinos | Molienda | Líder de proceso | Verificar temperatura |

3. MÉTODOS DE CONTROL FRENTE AL RUIDO

3.1 Métodos de control para las diferentes áreas de aplicación

Conociendo ya en su totalidad las áreas en que hay una existencia de ruido, el siguiente de los pasos es aplicar los métodos de control de ruido, tales como diseño de ingeniería, medidas administrativas o el uso de dispositivos de protección personal para llegar al nivel deseado, estos son los métodos que se explicarán a continuación.

3.1.1 Controles de ingeniería

Los controles de Ingeniería se ocupan de los aspectos tanto teóricos como prácticos involucrados en el control de sistemas y procesos, incluyendo aspectos tales como el análisis y diseño de sistemas regulados, diseño y sintonización de reguladores, utilización de sensores y actuadores, procesamiento digital de señal, etc. La Ingeniería Industrial extiende el abanico de salidas profesionales a las numerosas actividades industriales en las que aparecen involucrados el control y la supervisión de sistemas y de procesos.

La totalidad de las herramientas matemáticas en las que se fundamenta la Ingeniería de control, así como numerosos conceptos relacionados con el muestreo de señales, diseño de filtros, procesamiento de

señal, etc. se encuentran ya integrados dentro de la formación básica de un Ingeniero. Desde esta perspectiva, la asignatura complementaría esta formación y extendería la utilización de estas ideas y conceptos al control de sistemas y de procesos, con una aplicabilidad muy importante en la industria.

3.1.1.1 Mantenimiento

Disminución del nivel de presión acústica en el medio de transmisión, mediante:

- a. Reemplazo o ajustes de piezas gastadas o desbalanceadas de las máquinas o equipos utilizados.
- b. Lubricación de las piezas de las máquinas y empleo de aceite de calderas.
- c. Forma y afilado adecuado a las herramientas utilizadas en el área de talleres.
- d. Barreras absorbentes de ruido entre el foco de ruido y el receptor.
- e. Separación máxima entre el foco de ruido y el receptor.

3.1.1.2 Reemplazo de máquinas

Disminución del nivel de presión acústica en el foco (maquinaria), mediante:

- a. Máquinas más grandes y lentas en vez de otras más pequeñas y rápidas.
- b. Prensas en lugar de martillos.
- c. Resulta más factible la adquisición de maquinaria con emisiones de ruido no elevadas durante la fase de realización del proyecto. En el mercado pueden encontrarse equipos con las mismas prestaciones y con emisiones de ruido diferentes.
- d. Diseño de encerramientos para máquinas ruidosas. Puede situarse algún equipo con emisiones de ruido elevadas en un habitáculo especial fuera de la zona de fábrica.

3.1.1.3 Sustitución de procesos

En la planta de producción de harina de maíz, el uso de atenuadores en los procesos es una forma de control del ruido el cual proviene de:

- a. Las pulsaciones de presión en compresores y bombas.
- b. El flujo turbulento a alta velocidad en las válvulas de control.

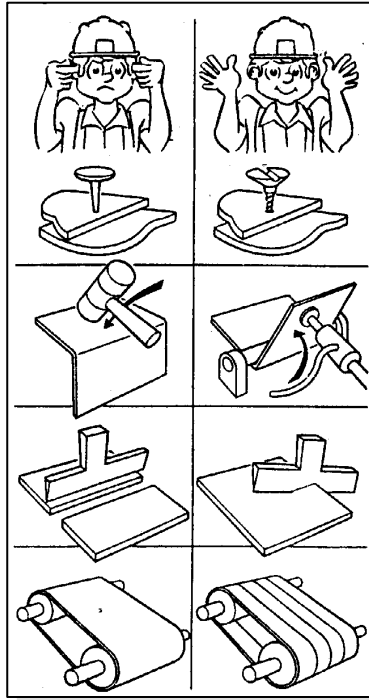
- c. Los escapes de gas a alta presión en equipo neumáticos.
- d. Los flujos de aire creados por los sistemas de ventilación y calefacción.

3.1.1.4 Manipulación técnicas sobre las máquinas

Las principales formas como se producen ruidos es a partir de fenómenos de choque, roce o fricción o golpes que se pueden evitar.

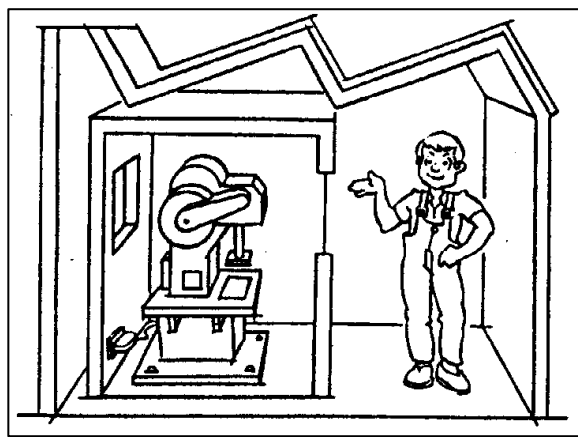
- a. Choques de superficies duras: cambiarlas por otras absorbentes.
- b. Choques bruscos: aumentar el tiempo de impacto.
- c. Turbulencia en las salidas de aire comprimido: regular la presión de salida a la mínima posible.
- d. Fricción en las salidas de gases como escape: colocar silenciadores.
- e. Golpes entre partes móviles de máquinas: evitar picos de fuerza.
- f. Transmisión del ruido a otros elementos de las máquinas: evitar transmisión de energía mecánica de éstas a sus carcasas y unir las a sus conducciones por elementos elásticos.
(Ver Figura 4 y Figura 5).

Figura 4. Manipulaciones técnicas sobre las máquinas 1



Fuente: http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/noise/nomain.htm

Figura 5. Manipulaciones técnicas sobre las máquinas 2



Fuente: http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/noise/nomain.htm

3.1.1.5 Las fuerzas impulsoras de las superficies pueden ser reducida

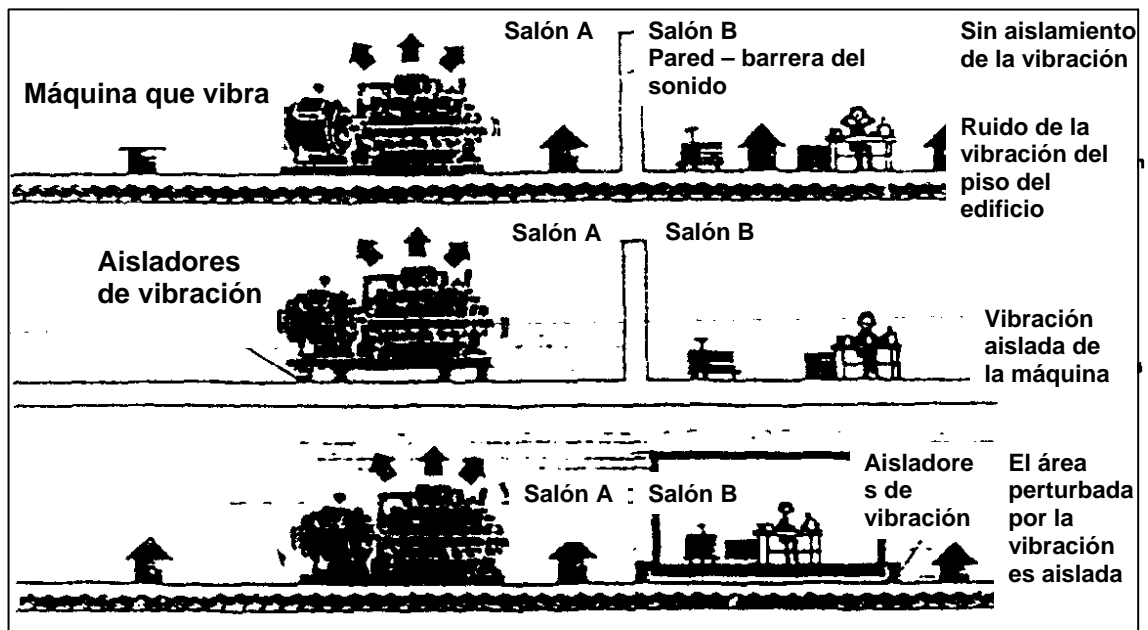
El problema de vibraciones que es más frecuente es el efecto del choque de la energía acústica de una fuente emisora sobre elementos susceptibles de ser excitados y sometidos a oscilación, como vidrios de puertas y ventanas, paneles, objetos sueltos colocados sobre las máquinas o colgados en muros, etc.

Existen vibraciones que a pesar de ser muy poco perceptibles, por su pequeña amplitud de desplazamiento, entrañan un grave peligro para la estructura edilicia por lo que nunca deben subestimarse sin un análisis adecuado.

Algunas formas de reducir las fuerzas impulsoras de las superficies:

- a. Reducción de las fuerzas.
- b. Disminuyendo al mínimo la velocidad de rotación.
- c. Aislamiento. (Ver Figura 6).

Figura 6. Aislamiento de la maquinaria para evitar vibraciones



Fuente: http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/noise/nomain.htm

3.1.1.6 Las respuestas de las superficies vibratorias pueden ser reducidas.

- Amortiguación.
- Soporte adicional.
- Aumento en la rigidez del material.
- Aumento de la masa de las partes que vibran.

3.1.1.7 Reducción de la transmisión sonora

Se reducirá la transmisión sonora a través de sólidos mediante el uso de:

- a. Montajes flexibles.
- b. Secciones flexibles en las cañerías.
- c. Acoplamiento flexible de ejes.
- d. Secciones de tela en conductos
- e. Pisos elásticos.

3.1.1.8 Reducción de ruido producido por flujo gaseoso

Se reducirá el ruido producido por flujo gaseoso mediante:

- a. Silenciadores de entrada y salida.
- b. Paletas de ventiladores diseñadas para reducir turbulencias.
- c. Ventiladores grandes de baja velocidad en vez de los más pequeños y de mayor velocidad.
- d. Reducción del caudal del flujo (aire).
- e. Aumento de la transversal de las corrientes.
- f. Reducción de la presión.
- g. Reducción de la turbulencia de aire.

3.1.1.9 Reducción del ruido disminuyendo su transmisión a través del aire

- a. Uso del material que absorbe ruido en papeles y cielorrasos de las áreas de trabajo.
- b. Empleo de métodos de adsorción de sonido a lo largo del trayecto de transmisión.
- c. Confinamiento total de cada máquina.
- d. Uso de baffles.
- e. Confinamiento de máquinas muy ruidosas en cámaras acústicamente aisladas. (Ver Figura 7).

Figura 7. Reducción del ruido disminuyendo su transmisión, a través del aire

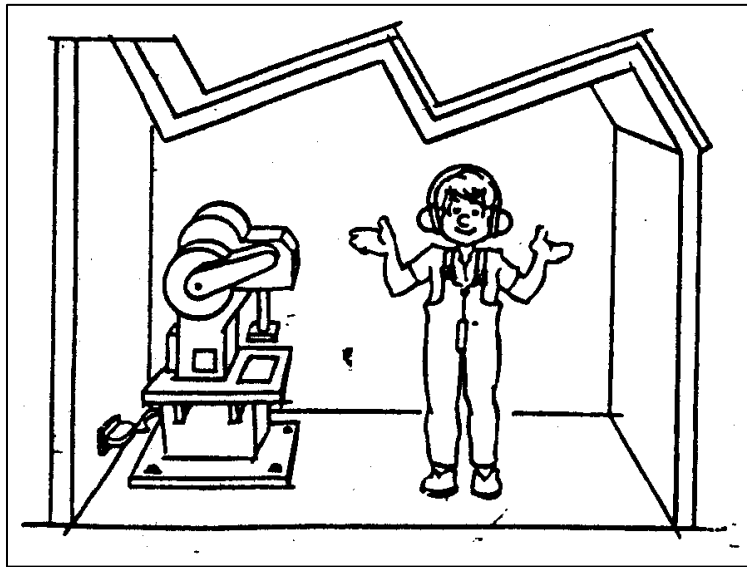


Fuente: http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/noise/nomain.htm

3.1.1.10 Aislamiento del trabajador

Se debe de utilizar una casilla prácticamente a prueba de ruido para él y sus ayudantes, con el fin de aislar por completo al trabajador. (Ver Figura 8 y Figura 9).

Figura 8. Aislamiento del trabajador

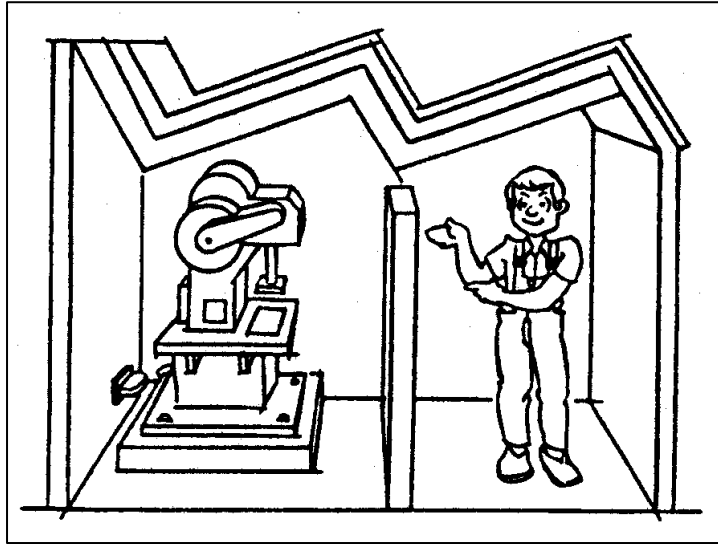


Fuente: http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/noise/nomain.htm

3.1.1.11 Aislamiento de las máquinas ruidosas

Se puede llegar a disponer de instalaciones especiales que aíslen la fuente de ruido. En todo caso, las máquinas fijas deben estar debidamente aisladas en sus apoyos. (Ver Figura 10).

Figura 9. Aislamiento de las máquinas ruidosas



Fuente: http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/noise/nomain.htm

3.1.2 Controles administrativos

Existen también métodos administrativos en los que puede controlarse la exposición de los trabajadores, por medidas administrativas. Cambiando solamente los esquemas de producción o rotando al personal con el objetivo de que el tiempo de exposición se centre dentro de los límites seguros.

Los controles administrativos deben interpretarse como toda decisión administrativa que signifique una menor exposición del trabajador al ruido.

Esto incluye acciones como transferir trabajadores desde un lugar de trabajo donde hay un nivel de ruido alto a otro con un nivel menor, si es que este procedimiento permite que su exposición diaria sea menor.

También en esta categoría está la implementación de procedimientos de compra de equipo que especifiquen niveles máximos de exposición al ruido que se desea en la ubicación del trabajador.

3.1.3 Protección auditiva personal

Cuando las medidas de control no pueden ser puestas en práctica de inmediato y/o mientras se establecen esos controles, el personal debe ser protegido de los efectos de los niveles excesivos de ruido. En la mayoría de los casos esa protección se logra mediante el uso de protectores auditivos.

Los protectores auditivos personales son dispositivos que actúan como barreras acústicas que disminuyen la cantidad de ruido que llega al oído interno. La capacidad de un dispositivo protector para amortiguar (en decibeles) es la diferencia en el nivel medido de audición de un observador con protectores auditivos o sin ellos (umbral de referencia).

Estos programas pueden clasificarse en cuatro grupos:

3.1.3.1 Encerramiento

Está incorporado en un equipo que encierra totalmente la cabeza. Un ejemplo típico es el casco que usa el astronauta. Son adecuados para ser usados sólo en situaciones especiales como frente a niveles de ruido muy

altos, también para reducir el sonido transmitido por conducción ósea y cuando es necesaria la protección de la cabeza contra golpes o proyectiles.

3.1.3.2 Inserción auricular

Generalmente se conocen como tapones. Son baratos, pero su vida útil es limitada: de sólo una vez y a varios meses de uso. La tasa de atenuación que presenta este tipo se encuentra entre 22 y 23 dBA. Existen tres clases de tapones:

Tapones amoldables. Que se ajustan a todos los oídos. Pueden ser desechables o semi-desechables. Desechables, hechos de algodón encerrado o de fibras acústicas, se desechan después de usarlos una vez. Es importante recalcar que materiales solos como el algodón o de tela no ofrecen ninguna protección. Semidesechables, hechos de esponja amoldada o de material espumoso, se introducen a presión al oído donde se expanden hasta quedar ajustados. Se pueden usar hasta por una semana.

Tapones premoldeados. Llamados también reutilizables: son tapones prefabricados hechos de silicio suave, caucho o plástico. Los hay Tipo universal, que se ajustan a la mayor parte de los conductos auditivos; y Tipo tamaño variado, vienen en varios tamaños para un mejor ajuste. Y tienen una vida útil de 3 a 6 meses, según el uso.

Tapones moldeados a la medida, de acuerdo con la forma exacta del oído. Se coloca un compuesto moldeable de silicio, caucho o plástico en cada oído y se deja hasta que se solidifique. Una vez solidificado se puede usar directamente o como molde para los tapones definitivos.

3.1.3.3 Super auriculares

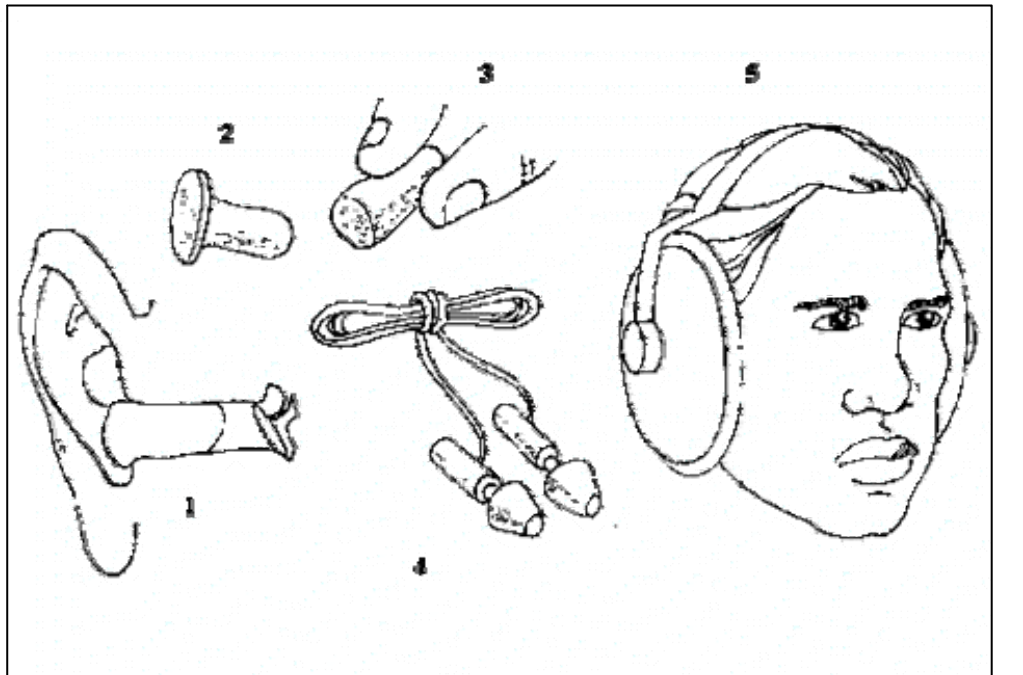
Sellan la abertura externa del canal auditivo para obtener la atenuación del sonido. Son de un material blando, semejante al caucho, que se sostiene en un lugar mediante una banda liviana o sostén que lo sujeta a la cabeza. La tasa de atenuación está entre 22 y 23 dBA.

3.1.3.4 Circum auricular

Generalmente se les llama orejeras y consisten en dos dispositivos en forma de copa o de cúpula que cubren totalmente la oreja y se adhieren al costado de la cabeza mediante una almohada adecuada.

Las copas se mantienen en posición mediante un soporte elástico o banda de plástico que rodea la cabeza. La tasa de atenuación está entre 22 y 29 dBA. (Ver Figura 11).

Figura 10. Tapones de oídos y orejeras



Fuente: http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/noise/nomain.htm

Tapones de oídos y orejeras:

- 1) Fibras refractarias al ruido que se pueden moldear;
- 2) Fibras acústicas recubiertas de plástico;
- 3) Plástico expandible;
- 4) Tapones de oídos de plástico que se pueden utilizar más de una vez

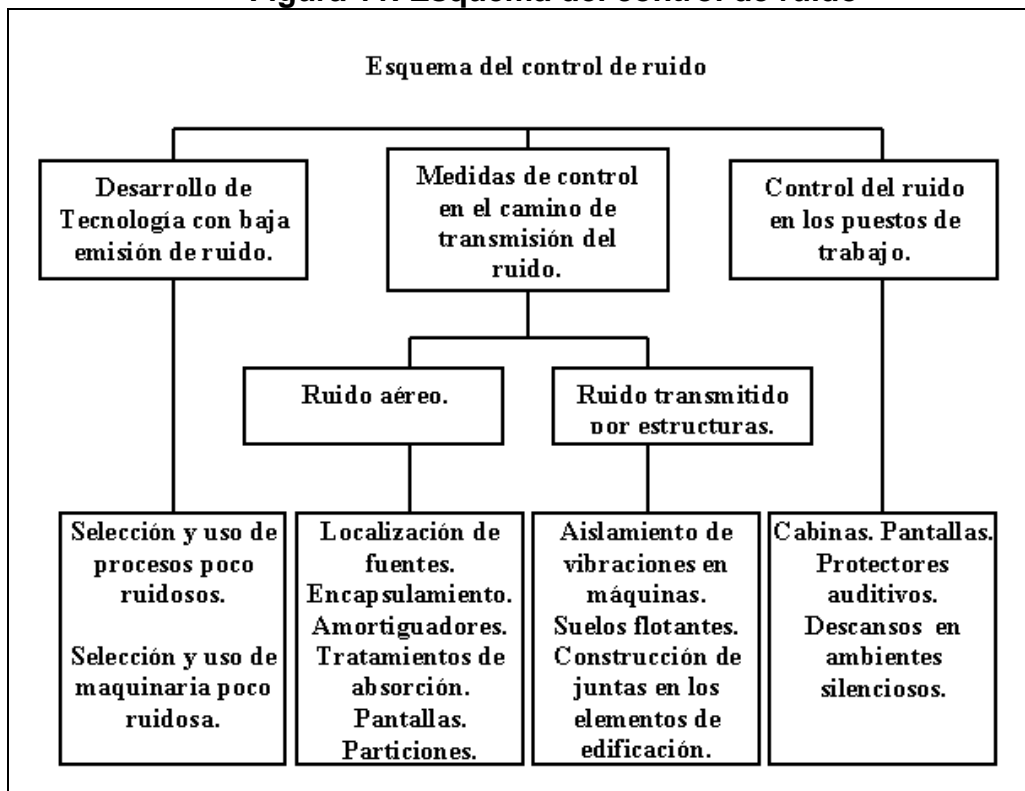
3.2 Programa de reducción del ruido

El programa de control del ruido es el conjunto de medidas de prevención-protección de los métodos de control de actuaciones a realizar en cada problema de ruido, estos se han clasificados en tres partes:

- a. Una fuente de radiación de energía.
- b. Un trayecto que recorre la energía sonora.
- c. Un receptor como el oído humano.

Si cada parte del sistema, fuente, trayecto y receptor, es examinado detalladamente, el problema total será más fácil de resolver. (Ver figura 12)

Figura 11. Esquema del control de ruido



Fuente: <http://www.eie.fceia.unr.edu.ar/~acustica/cursos/ruido.htm>

3.2.1 Reducción de ruido en la fuente

Al igual que con otros tipos de exposición, la mejor manera de evitarlo es eliminar el riesgo. Así pues, combatir el ruido en su fuente es la mejor manera de controlar el ruido y, además, a menudo puede ser más barato que cualquier otro método. Para aplicar este método puede ser necesario sustituir alguna máquina ruidosa. El propio fabricante puede combatir el ruido en la fuente, haciendo que los aparatos no sean ruidosos. Hoy día, muchas máquinas deben ajustarse a las normas vigentes sobre ruidos y, por lo tanto, antes de adquirir nuevas máquinas (por ejemplo, prensas, perforadoras, etc.), se debe comprobar si cumplen las normas sobre ruidos. Lamentablemente, muchas máquinas de segunda mano que producen niveles elevados de ruido (que han sido sustituidas por modelos más silenciosos) se exportan a menudo a los países en desarrollo, haciendo que los trabajadores de éstos paguen la baratura de su compra con pérdida de audición, tensión, etc.

También se puede organizar el control del ruido en la fuente en una máquina haciendo ajustes en piezas de ella o en toda la máquina que disminuyan el ruido. Así, por ejemplo, se puede disminuir el nivel de ruido de una perforadora neumática colocando un paño que disminuye el ruido en torno a la perforadora. Un trozo de tubo de goma en el escape de la perforadora también disminuirá el nivel del ruido. Se puede utilizar una tapa

de caucho para disminuir el ruido que ocasionan las partículas de metal que caen sobre metal.

Otros métodos mecánicos para disminuir el ruido son:

- impedir o disminuir el choque entre piezas de la máquina;
- disminuir suavemente la velocidad entre los movimientos hacia adelante y hacia atrás;
- sustituir piezas de metal por piezas de plástico más silenciosas;
- aislar las piezas de la máquina que sean particularmente ruidosas;
- colocar silenciadores en las salidas de aire de las válvulas neumáticas;
- cambiar de tipo de bomba de los sistemas hidráulicos;
- colocar ventiladores más silenciosos o poner silenciadores en los conductos de los sistemas de ventilación;
- poner silenciadores o amortiguadores en los motores eléctricos;
- poner silenciadores en las tomas de los compresores de aire.

También son eficaces para disminuir los niveles de ruido el mantenimiento y la lubricación periódicos y la sustitución de las piezas gastadas o defectuosas. Se puede reducir el ruido que causa la manera en que se manipulan los materiales con medidas como las siguientes:

- disminuir la altura de la caída de los objetos que se recogen en cubos o tachos y cajas;

- aumentar la rigidez de los recipientes contra los que chocan objetos, o dotarlos de amortiguadores;
- utilizar caucho blando o plástico para los impactos fuertes;
- disminuir la velocidad de las correas o bandas transportadoras;
- utilizar transportadoras de correa en lugar de las de rodillo.

Una máquina que vibra en un piso duro es una fuente habitual de ruido. Si se colocan las máquinas que vibran sobre colchones de caucho u otros materiales amortiguadores disminuyen notablemente el problema.

3.2.2 Reducción del ruido en el trayecto

Debido a que muchas veces no es posible reducir el ruido en la forma deseada mediante control de la fuente, debe considerarse la modificación del trayecto del ruido y del receptor.

La reducción del sonido a lo largo del trayecto puede realizarse de muchas maneras, mediante una pantalla o confinamiento de la fuente, aumentando la distancia entre la fuente y el receptor o colocando una pantalla entre la fuente y el receptor. Puede evitarse que el ruido entre o salga de un lugar cerrado sellando todas las salidas.

El empleo de materiales acústicos (corcho, duroport, fibra de vidrio, plástico, caucho, etc.) en las paredes, cielorrasos y pisos para absorber las ondas sonoras y reducir las reverberaciones puede disminuir el ruido en

forma significativa. El ruido producido por una fuente se traslada en todas direcciones y cuando las ondas sonoras chocan contra objetos sólidos, como máquinas o paredes, son reflejadas.

Por lo tanto, el nivel total de ruido dentro del local depende del ruido directo y del reflejado. La aplicación a las paredes de un material que absorba el sonido puede reducir el nivel de ruido reflejado en el local, pero no tiene ningún efecto sobre el directo proveniente de la fuente.

3.2.3 Reducción del ruido en el receptor

El control del ruido en el propio trabajador, utilizando protección de los oídos es, desafortunadamente, la forma más habitual, pero la menos eficaz, de controlar y combatir el ruido. Obligar al trabajador a adaptarse al lugar de trabajo es siempre la forma menos conveniente de protección frente a cualquier riesgo. Por lo general, hay dos tipos de protección de los oídos: tapones de oídos y orejeras. Ambos tienen por objeto evitar que un ruido excesivo llegue al oído interno.

Los tapones para los oídos se meten en el oído y pueden ser de materias muy distintas, entre ellas caucho, plástico o cualquier otra que se ajuste bien dentro del oído. Son el tipo menos conveniente de protección del oído, porque no protegen en realidad con gran eficacia del ruido y pueden infectar los oídos si queda dentro de ellos algún pedazo del tapón o si se

utiliza un tapón sucio. No se debe utilizar algodón en rama para proteger los oídos.

Las orejeras protegen más que los tapones de oídos si se utilizan correctamente. Cubren toda la zona del oído y lo protegen del ruido. Son menos eficaces si no se ajustan perfectamente o si además de ellas se llevan lentes.

La protección de los oídos es el método menos aceptable de combatir un problema de ruido en el lugar de trabajo, porque:

- el ruido sigue estando ahí: no se ha reducido;
- si hace calor y hay humedad los trabajadores suelen preferir los tapones de oídos (que son menos eficaces) porque las orejeras hacen sudar y estar incómodo;
- la empresa no siempre facilita el tipo adecuado de protección de los oídos, sino que a menudo sigue el principio de "cuanto más barato, mejor";
- los trabajadores no pueden comunicarse entre sí ni pueden oír las señales de alarma;
- si se facilita protección de los oídos en lugar de combatir el ruido en la fábrica, la empresa pasa la responsabilidad al trabajador y éste tiene la culpa si contrae sordera.

4. PLAN PILOTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE REDUCCIÓN DE RUIDO

Por implantación del programa de control del ruido se entiende el conjunto de medidas a tomar y secuencia de acciones a realizar, para asegurar la eficacia operativa del mismo. El plan de implementación busca cumplir el propósito de contar con directrices que marquen el camino a seguir a la hora de ejecutar el programa de control del ruido.

Para la administración de la implementación se tomó en cuenta la planificación al establecer el plan de acción y definir subplanes para coordinar las actividades, la organización se aplica al determinar qué actividades se llevaran a cabo y quién lo debe realizar.

La ejecución del plan se facilita con un programa de instalación y dado que las circunstancias varían en el momento de la ejecución, se ha previsto un sistema de control de la instalación y su funcionamiento.

4.1 Planificación de actividades

La responsabilidad de la implementación del programa de control recae sobre el titular de la actividad en este caso el gerente de producción.

Además, todos deberán participar activamente en la implementación, el personal directivo, técnico, mandos intermedios y trabajadores.

4.1.1 Adecuación de los trabajadores

La adecuación de los trabajadores a las necesidades del programa no se limitará a dotación de equipos y medios de protección. A tal fin se celebrarán reuniones informativas a las que asistirán todos los ocupantes de la planta, en las que se explicará el programa de control, entregando a cada uno por escrito los procedimientos generales de autoprotección a conocer y aplicar. Estas se referirán, al menos a:

- Qué es el ruido y cómo puede afectar al ser humano
- Precauciones a Adoptar para evitar las causas que pueden originar daño al trabajador.
- Forma en la que debe informarse cuando se detecte una anomalía en el programa.
- Forma en que se les transmitirá los cambios e información acerca del programa.
- Información sobre lo que se debe hacer y lo que no para apoyar la implementación del programa.
- Compromiso de los trabajadores a cumplir con las normas para la implementación del programa de reducción de ruido.

Al menos una vez al año se programará cursos y actividades de este tipo.

4.1.2 Coordinación de acciones

La coordinación de acciones necesarias para la implementación y ejecución del programa de reducción de ruido se realizará, designando a un jefe encargado de la implementación y un comité conformado en partes iguales por representantes de los trabajadores y de la planta de producción de harina de maíz

4.2 Programa de recursos

Dentro de la programación de recursos veremos los controles administrativos y controles industriales, asimismo se tomará en cada uno de ellos las áreas en las cuales se aplicaran dichos controles.

Dentro de los controles administrativos y los controles industriales tenemos las siguientes áreas con las siguientes actividades sugeridas para realizar:

- Área de empaque: en el área de empaque se ve el empaque tipo uno que es el de 50lbs, y es el empaque de granel.
 - ✓ Realizar ajustes en las piezas de la Máquina empaquetadora.
 - ✓ Impedir o disminuir choques entre piezas de la máquina.

- ✓ Automatizar el llenado y codificado del peso y registros de sacos.
- Área de empaque: en el área de empaque se ve el empaque de 50lbs.
 - ✓ Realizar ajustes en las piezas de la Máquina empaquetadora.
 - ✓ Impedir o disminuir choques entre piezas de la máquina.
 - ✓ Automatizar al 100% el proceso de empaque.
- Área de empaque: en el área de empaque también se ve el empaque de 5lbs.
 - ✓ Impedir o disminuir choques entre piezas de la máquina.
 - ✓ Aislar las piezas de la máquina que sean realmente ruidosas.
 - ✓ Automatizar al 100% el proceso de empaque.
- Área de Calderas: en esta área es donde se encuentra el horno, el molino, la deshidratadora, enfriadores y la cernedora.
 - ✓ Poner silenciadores o amortiguadores en los motores eléctricos.
 - ✓ colocar ventiladores más silenciosos o poner silenciadores en los conductos de los sistemas de ventilación.

- ✓ Darle mantenimiento a las piezas de la máquina, con el fin de reducir ruidos provocados por desajustes de la misma.
- ✓ Darle lubricación a las piezas periódicamente.

4.3 Programa de Instalación

El programa de instalación se basa en un orden prioritario de las actividades mencionadas con anterioridad, formando un calendario se programan las siguientes actividades:

- Área de empaque:
 - ✓ Realizar ajustes en las piezas de la Máquina empaquetadora.(4 días)
 - ✓ Impedir o disminuir choques entre piezas de la máquina.(2 semanas)
 - ✓ Automatizar el llenado y codificado del peso y registros de sacos. (1 año)
 - ✓ Automatizar al 100% el proceso de empaque. (2 años)
 - ✓ Aislar las piezas de la máquina que sean realmente ruidosas. (6 meses)
- Área de Calderas:

- ✓ Poner silenciadores o amortiguadores en los motores eléctricos. (2 semanas)
- ✓ colocar ventiladores más silenciosos o poner silenciadores en los conductos de los sistemas de ventilación.(3 meses)
- ✓ Darle mantenimiento a las piezas de la máquina con el fin de reducir ruidos provocados por desajustes de la misma.(1 semana)
- ✓ Darle lubricación a las piezas periódicamente.(3 semanas)

4.4 Sistema de control de instalación

Será necesario que se establezca un sistema de control de la instalación, es decir, un procedimiento que tenga como objetivo controlar si la instalación o la implementación de medidas se están desarrollando de acuerdo a lo planificado.

Una forma de controlar algunas anomalías es verificando periódicamente la ejecución del programa de instalación con ayuda de un Diagrama de Gantt y así corregir cualquier desviación.

4.5 Pruebas y sistemas de validación

Implantadas las medidas para controlar el ruido será necesario comprobar si éstas son efectivas, para esto es necesario hacer pruebas y

elaborar sistemas de validación. Se definirán criterios de validación, es decir cuando se dirá que la implementación de una medida es aceptable.

Para contestar a esta interrogante deben realizarse nuevamente una encuesta detallada como la del capítulo dos. Dado que ya se cuenta con datos de las primeras fases, sólo se realizan los últimos pasos, como se muestra a continuación:

- Hacer las mediciones del nivel y duración en cada tarea, en los puestos con niveles no permisibles.
- Dividir el tiempo total transcurrido para cada nivel de ruido, por el tiempo permisible aceptado para ese nivel de ruido.
- Sumar las fracciones resultantes para obtener la clasificación de la exposición de cada puesto. Recordemos que si la sumatoria no excede la unidad, la exposición no es dañina, por lo tanto se ha niveles no perjudiciales y las medidas han sido efectivas.

4.6 Control de funcionamiento

Periódicamente se debe controlar el funcionamiento de las medidas implantadas para lo cual se incluirán las siguientes actividades:

4.6.1 Programa de mantenimiento de mecanismos de control de ruido

Se debe definir un programa de mantenimiento preventivo que incluya los equipos instalados con la aplicación de los controles de ingeniería, controlando que el cambio de equipo funcione adecuadamente para su fin y que no represente peligro para el trabajador.

4.6.2 Programa de información periódica a los trabajadores

El control de ruido no se limitará a la implementación de medidas administrativas o técnicas. Por lo que se celebrará reuniones informativas a las que asistirá todos los trabajadores, en las que se explicarán las respectivas medidas implantadas, realizando charlas y entregando por escrito material con información sobre el riesgo que existe, los efectos y las formas de autoprotegerse.

4.6.3 Mediciones del nivel de ruido en ambientes

Significa que periódicamente se realizarán mediciones del ruido ambiente para determinar si la aplicación de las diferentes medidas de control están dando el resultado esperado: la reducción de la exposición al ruido. Para esto se aplicará la metodología vista en el capítulo dos.

4.6.4 Supervisión del uso de protectores auditivos

Se debe de formar conciencia en los trabajadores sobre la importancia del uso de los protectores auditivos personales, realmente mucho resultan difíciles en el aspecto de la adaptación. La tendencia de la resistencia al cambio puede ser vencida a través de un contrato adecuado de información y el compromiso de la dirección, el cual no solo debe existir sino debe ser transmitido al trabajador.

4.6.5 Supervisión de la aplicación de los procedimientos implantados

Las medidas administrativas podrían parecer que son las más fáciles y rápidas de aplicar. Y en cierto sentido lo son. La poca o casi nula inversión que se necesita para implantarlas hace posible que su inicio sea casi de inmediato. Pero hay un factor muy importante que se debe tomar en cuenta: el recurso humano el cual debe administrarse con astucia. Al igual que para el uso de la protección personal, la aplicación de procedimientos a través de los trabajadores debe ir acompañada de capacitación constante y control del cumplimiento.

5. SEGUIMIENTO Y MEJORAS CONTINUAS

5.1 Medición de la efectividad de las medidas para el control de ruido

Para que el programa de control funcione será fundamental medir su efectividad, el proceso de control será continuo y se llevará siempre registro de los resultados obtenidos. A continuación se presenta un método de medición de dicha efectividad y el programa de conservación de la audición que se recomienda para esta industria.

5.1.1 Audiometría

La Audiometría es **“un examen que tiene por objeto cifrar las alteraciones de la audición en relación con los estímulos acústicos”** •16, resultados que se anotan en un gráfico denominado audiograma.

Para realizar e interpretar la audiometría es necesario entonces conocer:

- a. Las vibraciones acústicas.
- b. La fisiología de la audición.
- c. La fisiopatología de la audición.

•16 Fuente: Escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/ApuntesOtorrino/Audiometria.html

El oído está constituido por dos grupos de estructuras anatómicas:

1. El aparato de conducción (oído externo y oído medio) que transmite las vibraciones acústicas al oído interno; su fisiología está esencialmente regida por las leyes de la física; sus trastornos pueden estar cifrados claramente en relación con las unidades físicas.
2. El aparato de percepción que constituye el órgano sensorial (oído interno, cóclea, fibras nerviosas y centros auditivos superiores).

El fenómeno acústico cesa a nivel de oído interno, donde la estimulación física es traducida en un impulso nervioso; allí la cóclea transforma el mensaje sonoro en potenciales nerviosos característicos que ya no son regidos por las leyes de la físico-acústica, sino por la neurofisiología.

La imagen del impulso nervioso recorre la vía auditiva, donde sufre algunas modificaciones, resultantes de otras referencias periféricas o de otras funciones nerviosas, que terminan integrándola en el funcionamiento del Sistema Nervioso Central.

Esta imagen llega a nivel de las áreas corticales auditivas, donde toma cuerpo la conciencia elemental del sonido que le ha hecho nacer, esto corresponde al fenómeno auditivo neurosensorial puro. El mensaje sonoro se carga de un valor informativo, descifrado por los centros auditivos superiores.

Se pueden jerarquizar los mecanismos fundamentales de la audición en 4 estados:

1. Obtención y reconocimiento de las cualidades acústicas de un estímulo sonoro simple (Por ejemplo: tono puro)
2. Identificación de elementos acústicos más complejos (Por ejemplo: fonemas)
3. Simbolización de los elementos sonoros, uniéndose una significación a cada uno de ellos. Este tercer estado conduce a la noción de conceptos abstractos (vocablos)
4. Comprensión del conjunto de los elementos simbólicos individualmente estructurados en el estado precedente; es la construcción del lenguaje. Este estado parece ser exclusivo del hombre y no tiene que ver con la audición en sí misma.

Puede decirse que para cada uno de estos estados, el mecanismo receptor debe manifestar una actitud particular.

1° grado: La audibilidad

2° grado: La nitidez

3° grado: La inteligibilidad

4° grado: La comprensión

5.1.1.1 El examen audiométrico

La audiometría es un examen que cifra las pérdidas auditivas y determina la magnitud de éstas en relación con las vibraciones acústicas.

Todos los ruidos de la vida corriente, están constituidos por una unión más o menos compleja de sonidos puros; "el sonido es físicamente, una sacudida drástica de los elementos del medio donde existe", siendo éste un gas, un líquido o un sólido, lo que significa que es una oscilación de partículas materiales alrededor de su posición normal de equilibrio o reposo. Este movimiento oscilante es elástico y comparable al de la superficie del agua, debido a sus choques regulares. Se trata pues, de una onda sinusoidal que se traduce groseramente en el plano fisiológico, en dos cualidades sensoriales importantes.

La altura: que traduce la presencia de las vibraciones (ciclos / segundo o hertz)

La sonoridad. (intensidad, sensación) que está en función de la intensidad física, es decir la amplitud de las vibraciones

Los fenómenos, auditivos como otras sensaciones, están regidos por la famosa ley psicofísica de Weber y Fechner: "La sensación crece en progresión aritmética, cuando la excitación lo hace en progresión geométrica." Dicho de otra manera, la sensación crece como el logaritmo de la excitación medida en unidad física.

Para objetivar mejor los crecimientos de sensación auditiva en altura e intensidad se han elegido las siguientes unidades:

- La octava para las frecuencias.
- El decibelio para la intensidad.

5.1.1.2 El audiómetro

Aparato de alta tecnología que consiste básicamente en:

- Un generador de distintas frecuencias de sonido; este instrumento emite tonos puros, sonidos que el ser humano no está acostumbrado a escuchar, ya que no existen como tal en la vida diaria.

Las frecuencias estudiadas son: 125 - 250 - 500 - 1000 - 2000 - 3000 - 4000 - 6000 y 8000 ciclos / segundo o hertz.

- a. Un atenuador de intensidad en decibeles entre los 0 y 110.
- b. Un generador de ruidos enmascarantes.
- c. Un vibrador óseo para el estudio de la audición ósea.
- d. Un micrófono para comunicarse con el paciente y realizar la discriminación de la palabra.

La audiometría electrónica permite estudiar:

1. El umbral auditivo, es decir, la intensidad mínima audible para cada frecuencia, técnica que se conoce con el nombre de audiometría tonal umbral.
2. Ciertos fenómenos fisiopatológicos que se producen en las hipoacusias sensorineurales (pruebas supraliminales).
3. La comprensión de la palabra, es decir, la capacidad que tiene el oído y la vía auditiva de discriminar un término de otro.

5.1.1.2.1 Signos Audiométricos

Los signos audiométricos son utilizados para interpretar los resultados obtenidos en los exámenes audiométrico que se les realiza a los trabajadores de dicha planta, dichos signos son clasificados como vías óseas y vías aéreas. (Ver figura 13)

Figura 12. Signos audiométricos



Fuente: Escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/ApuntesOtorrino/Audiometria.html

5.1.1.2.2 Utilización de los signos audiométricos

El diapason “es un instrumento metálico, en forma de horquilla, que, al vibrar, emite un sonido puro (monotonal)”. •17

•17 Fuente: www.mtas.es/Insht/ntp/ntp_284.htm

Los diapasones utilizados en clínica son de varias frecuencias. Para la acumetría utilizaremos un diapasón de tono grave, de preferencia el de 256 ciclos/segundo.

Para hacerlo vibrar deberemos golpear suavemente la palma de la mano con una de sus ramas ya que de no ser así atenuaríamos el movimiento vibratorio.

La estimulación del oído la haremos por las dos vías clásicas:

- Vía aérea: Acercaremos el diapasón a la oreja del trabajador, colocándolo a dos centímetros de la misma y de forma que las ramas estén alineadas con el eje del conducto auditivo externo.
- Vía ósea: Colocaremos el mango del diapasón sobre la mastoides ejerciendo una ligera presión sobre el punto de contacto.

5.1.1.3 Audiometría tonal umbral

La gráfica clínica está adoptada universalmente. En las abscisas están colocadas las frecuencias de 125 a 8000 Hz o bien desde 128 a 8192 por intervalos iguales de octavas; en las ordenadas, en sentido descendente

están ubicadas las pérdidas en decibeles (dB) en relación al eje O, el que representa el umbral normal para las vías óseas y aéreas.

Cada señal está representada por un pequeño círculo para el oído derecho y por una pequeña cruz para el izquierdo. Así pueden inscribirse ambos oídos en el mismo gráfico, el derecho en rojo y el izquierdo en azul.

Luego de estudiarse la vía aérea, se debe examinar la vía ósea si es que se obtiene una hipoacusia en la vía aérea, de lo contrario no es necesario.

La investigación del umbral óseo es mucho más delicado de realizar y de interpretar, debido a que casi siempre debe eliminarse la audición del oído opuesto a través del enmascaramiento (esto es absolutamente indispensable). Sin enmascaramiento se toma, de hecho, el umbral de audición del oído opuesto (mejor que la del interrogado) atravesando el sonido la base del cráneo por conducción ósea transcraneana.

La mayoría de los audiómetros traen ciertos ruidos enmascaradores tales como el ruido blanco, banda estrecha, sierra, etc.

5.1.1.4 Audiometría tonal supraliminar

Esta técnica se utiliza siempre que se encuentre una hipoacusia sensorineural uni o bilateral y permite así efectuar el diagnóstico diferencial entre una lesión sensorial (cortipatía) y una lesión neural (1° y 2° neuronas).

Ciertamente, la noción de distorsiones de la sensación sonora existen desde hace mucho tiempo, pero es, no obstante, el gran mérito de la audiolología moderna haber permitido elaborar pruebas especiales para testear lo que pasa en el campo auditivo.

Esquemáticamente, existen tres categorías de perturbaciones o distorsiones supraliminales:

- a. Distorsión según el eje de las frecuencias: altura de un sonido anormalmente percibido, o un sonido tomado por un ruido, etc.
La más conocida de estas distorsiones es la diploacusia.
- b. Distorsión según el eje de las intensidades, es decir, una relación anormal entre sonoridad (sensación psíquica de intensidad) e intensidad física del estímulo. El reclutamiento es el ejemplo más conocido (cortipatía).
- c. Distorsión según el eje del tiempo: duración de una sensación anormalmente larga o en otros casos fatiga auditiva.
- d. Tinnitus o acúfenos que afectan la inteligibilidad.

5.2 Estudio de la adaptación auditiva patológica

En condiciones normales, la fibra nerviosa auditiva es capaz de transmitir el impulso nervioso en que se ha codificado el estímulo sonoro continuo, por lo menos durante 60 segundos sin fatigarse.

Algunas pruebas, entre las más interesantes, en el plano clínico son:

- La prueba por impulsos repetidos de ruidos, para el estudio de la remanencia del oído.
- El test de Bekesy modificado e investigado en sonido continuo y discontinuo. La diferencia entre estos dos estímulos es de orden temporal.
- La investigación de la adaptación y de la fatiga, fenómeno en relación con los parámetros de intensidad y duración.
- Investigaciones que conciernen al tiempo de reacción y de latencia del sistema auditivo.
- Una de las pruebas más utilizadas para objetivar la fatiga auditiva patológica es el test de Carhart, que consiste en emitir un tono continuo en el oído, a intensidad normal. Si el sonido se hace inaudible, la intensidad es aumentada y así sucesivamente hasta que se encuentra un nivel en el cual el tono es escuchado por 60 segundos.

Las alteraciones en esta prueba indican una alteración en el nervio auditivo.

5.3 Programa de la adaptación auditiva patológica

Un programa de conservación auditiva efectivo es el que previene la incapacitación auditiva como resultado de la exposición al ruido durante el trabajo. Se requiere un programa de conservación de la audición si la exposición del trabajo excede los límites en vigencia.

5.3.1 Propósito y objetivos

Los propósitos y objetivos del programa de conservación auditiva deberán ser discutidos en todos los niveles de la administración. Para que un programa de conservación de la audición tenga éxito, es esencial una colaboración total entre la dirección de la empresa y los trabajadores.

La gerencia de la empresa, desde los niveles más altos hasta los supervisores de primera línea debe creer, apoyar y comprender las razones y objetivos del programa. Los trabajadores también deben entender que el propósito principal de ese programa es proteger su propia audición.

Los niveles gerenciales más altos deberán establecer la política de conservación de la audición y respaldar los siguientes:

- a. Conjuntamente los ingenieros de planta, de proyectos, de Seguridad e Higiene Industrial y de mantenimiento, deben ser responsables de que todas las medidas de control o reducción del ruido dadas anteriormente sean puestas en práctica;
- b. Los proveedores de maquinaria deben ser información que los nuevos equipos deberán cumplir las específicamente de la empresa sobre niveles permisibles e ruido; y,
- c. Se debe definir un plan de capacitación del personal sobre los riesgos, sus efectos y como protegerse, luego el supervisor debe obligar a usar el protector auditivo personal en áreas donde sea necesario. El personal o gerentes de Seguridad e Higiene Industrial y de recursos humanos deben aconsejar sobre la política y procedimientos que deben ser establecidos, con el fin de obtener el apoyo de los supervisores y trabajadores para el programa. La enfermera y el médico serán, en general, los responsables del archivo de los registros médicos correctos.

5.3.2 Elaboración

Los procedimientos generales que deberán llevarse a cabo de forma constante en el programa de conservación de la audición son:

- a. Evaluación de la exposición al ruido periódicamente y mantener una clasificación de las operaciones o áreas de trabajo, según el nivel de exposición y grado de peligro.
- b. Cuando sea posible, control de exposiciones peligrosas al ruido mediante medidas de ingeniería que se habían definido como parte del plan de control y que no se pudieron aplicar por cualquier causa;
- c. Consideración de la eliminación o reducción de las exposiciones al ruido en el planteamiento de nuevas operaciones y en las compras de nuevo equipo o maquinaria;
- d. Uso de dispositivos auditivos protectores personales: con una tasa de reducción de por lo menos 23 dB mientras el ruido no pueda ser controlado adecuadamente por medidas administrativas o de ingeniería;
- e. Medición de la capacidad auditiva por medio de exámenes audiométricos de los trabajadores expuestos a niveles excesivos de ruido.

5.3.3 Administración

Para una mayor efectividad, la responsabilidad de la administración es un programa de conservación de la audición deberá ser confiada a una sola persona. Son necesarias autoridad y responsabilidad centralizadas para asegurar una total coordinación y dirección.

La decisión acerca de quién debe de ser esa persona generalmente se basa en la importancia del peligro del ruido, el tamaño de la empresa y la naturaleza de las operaciones.

En el caso de esta empresa que posee menos de 500 empleados, el responsable del programa de conservación auditiva podrá ser el gerente de planta u otro jefe de alta jerarquía responsable de las relaciones industriales, de seguridad e higiene industrial o del personal.

Cabe mencionar que en empresas con más de 500 empleados o con operaciones distribuidas en varios locales, el administrador del programa puede ser un vicepresidente o gerente, un director de prevención de accidentes, un director de relaciones industriales, un higienista industrial o un médico. Algunas empresas han contratado a un audiólogo para esta tarea.

Dentro de las actividades establecidas para el administrador del programa para la conservación de la audición son las siguientes:

- a. Presentación de informes regulares, anuales, mensuales o semanales sobre el estado del programa;
- b. Formulación, administración y establecimiento de los cambios necesarios en el programa de conservación de la audición;
- c. Actuar como asesor sobre todos los temas relacionados con la conservación de la audición cuando sea consultado por la administración y por departamentos;
- d. Actualizar en lo materia de leyes que regulan la exposición al ruido, para asegurarse que el programa cumple con los requerimientos de éstas;
- e. Supervisar o cooperar estrechamente con el supervisor en el entrenamiento de los trabajadores acerca del uso apropiado de los protectores auditivos personales;

El éxito del programa de conservación de la audición en esta planta de producción de harina de maíz requiere los esfuerzos conjuntos de la dirección, de los departamentos de producción.

CONCLUSIONES

1. Al realizar la documentación de la situación actual de la planta se puede notar por los resultados obtenidos, que se encuentran áreas, las cuales son más afectadas que otras, a las cuales así se le debe de dar la importancia que sea necesaria para reducir la influencia de ruido que están afectando a los trabajadores en general.
2. El mejor método en combatir el ruido en su fuente, lo cual puede hacerlo el propio fabricante, aplicando cambios mecánicos a la fuente misma; mediante actividades de mantenimiento, lubricado y sustitución periódicas de las piezas, o bien cambiando la manera en que se manipulan los materiales.
3. Se puede combatir el ruido, mediante barreras que confinen la fuente del ruido, alzando barreras reductoras de sonido entre el trabajador y la fuente, o aumentando la distancia entre el trabajador y la fuente.
4. La última línea de defensa consiste en disminuir la exposición al ruido, facilitando a los trabajadores protección para los oídos, ya que es la

forma menos eficaz de luchar contra el ruido. Este método hace que el responsable de proteger su sentido del oído sea el propio trabajador.

5. No es suficiente evaluar las condiciones que existen en la industria en estudio, para luego implantar medidas para su control. Es necesario contar con procedimientos que verifiquen constantemente la efectividad de las medidas aplicadas y un programa de conservación auditiva que controle la capacidad auditiva de los trabajadores expuestos para prevenir la incapacidad auditiva como resultado de la exposición al ruido durante el trabajo.

6. Al realizar capacitaciones constantes a los trabajadores dándoles a entender lo importante del uso de los protectores auditivos, se logrará el bienestar, tanto físico, como mental de los trabajadores de la planta.

RECOMENDACIONES

1. Si los trabajadores tienen que llevar protección de los oídos, es preferible que sean orejeras en lugar de tapones para los oídos. Lea las instrucciones de los distintos protectores de oídos, para averiguar el grado de protección que prestan. Analice la información con el empleador antes que compre los protectores.
2. Es importante que los trabajadores sepan usar adecuadamente los protectores de oídos y que conozcan la importancia de ponérselos cuando haga falta.
3. Si no se puede controlar el ruido en la fuente, puede ser necesario aislar la máquina, alzar barreras que disminuyan el sonido entre la fuente y el trabajador o aumentar la distancia entre el trabajador y la fuente. (Aunque esto puede ser difícil hacerlo en muchos casos.)
4. La fuente de ruido debe estar separada de las otras zonas de trabajo, se debe desviar el ruido de la zona de trabajo mediante un obstáculo que aíse del sonido o lo rechace, de ser posible, se deben utilizar materiales que absorban el sonido en las paredes, los suelos y los techos.

5. Para evitar inversiones mayores para controlar el ruido en el equipo ya existente, es necesario comprar equipo que incluya en el diseño del mismo el control del ruido, ya que generalmente el equipo existente en cualquier planta de producción es seleccionado por ser el método más económico y eficiente para fabricar.

6. Es necesario proveer de inmediato de protectores auditivos a los trabajadores de aquellas áreas en que se determinó que existen niveles de exposición al ruido no aceptables. Si en dado caso los trabajadores ya poseen protectores auditivos, es recomendable que se les dé una revisión constante a los mismos para asegurar que su función está siendo cumplida al 100%.

7. Los estudios auditivos de preadmisión son esenciales para que la empresa quede libre de responsabilidades frente a pérdidas auditivas preexistentes detectadas más adelante en los trabajadores, por el mal uso de los protectores

BIBLIOGRAFÍA

1. Consejo Internacional de Seguridad (CIAS). **Manual de fundamentos de higiene industrial**. EE.UU.:s.e., 1981. p. 1284.
2. Decreto No. 68-86. 27 de octubre de 1986. **Ley de Protección y mejoramiento del Medio Ambiente**.
3. Fernando G. Benavides et al. **Glosario de prevención de riesgos laborales**. (España: Editorial Masson, 1998) p. 77
4. Gil FISA, Antonio y Pablo Luna Mendaza. **NTP 270: Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de niveles representativos**.
www.mtas.es/insht/ntp.htm
5. Oficina Internacional del Trabajo, **Introducción al Estudio del Trabajo**, Cuarta Edición, Editorial: Noriega-Limusa, México D.F., 1998. p. 522.
6. Organización Panamericana de la Salud. **Criterios de salud ambiental.: El Ruido**. México; 1980; p. 125,126,127.

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

www.ruidos.org/normas.html