

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Escuela Profesional de Minas



**ESTUDIO DE RUIDO CONTINUO PARA
DETERMINAR LA ASIGNACION DE
PROTECTORES AUDITIVOS EN LA
EMPRESA MINERA**

T E S I S

**Para optar El Título Profesional de
INGENIERO DE MINAS**

SERGIO ANTONIO ARRIAGADA MOSCOSO

LIMA - PERU

1992

Yo escogí el difícil camino de una responsabilidad compartida, y antes que reiterar mi adoración hacia un individuo como sol central del sistema, preferí entregar con humildad mis servicios a un considerable Pueblo, que a trechos puede equivocarse, pero que camina sin descanso y avanza día a día, enfrentándose tanto a los anacrónicos recalcitrantes como a los infatuados impacientes..

**Con Todo Mi Amor y Cariño,
dedicado a mis padres,Nelly y
Sergio; a mi esposa María y a
mi hija Gabriela, quienes en
conjunto son mi felicidad....**

I N D I C E

Resumen

Simbología

CAPITULO I.- INTRODUCCION

1.1.- Introducción

1.2.- Objetivos

CAPITULO II.- CONCEPTOS GENERALES

2.1.- El Ruido y sus Propiedades

2.1.1.- Tonos Puros

2.1.2.- Frecuencia

2.1.3.- Longitud de Onda

2.1.4.- Velocidad del Sonido

2.1.5.- Presión Sonora

2.1.6.- Intensidad Sonora

2.1.7.- Presión Sonora Efectiva

2.1.8.- El Decibel

2.1.9.- Potencia Sonora

2.1.10.- Análisis de Frecuencia

2.1.11.- Nivel de Presión Sonora

2.1.12.- Nivel de Intensidad Sonora

2.1.13.- Nivel de Potencia Sonora

2.2.- El Ruido

2.3.- Audibilidad

2.4.- Fone

2.5.- Sone

CAPITULO III.- EL ORGANNO AUDITIVO

3.1.- Descripción del Organno Auditivo

3.1.1.- Estructura del Organno Auditivo

3.1.1.a.- Oído Externo

3.1.1.b.- Oído Medio

3.1.1.c.- Oído Interno

3.2.- Funcionamiento del Organno Auditivo

3.3.- Comportamiento del Oído frente al Sonido

3.4.- Efectos del Ruido frente al Oído

3.5.- Factores que causan daño al Organó Auditivo

CAPITULO IV.- LA SORDERA PROFESIONAL (HIPOACUSIA NEUROSENSORIAL)

- 4.1.- Hipoacusia Neurosensorial
- 4.2.- Grados de Hipoacusia Neurosensorial
- 4.3.- Audiometría Profesional
- 4.4.- Las Consecuencias Generales que Produce el Ruido

CAPITULO V.- INSTRUMENTAL DE MEDICION

- 5.1.- Instrumental Usado
- 5.2.- Sonómetros
 - 5.2.1.- Sonómetro Tipo 2205
 - 5.2.2.- Sonómetro de Precisión Tipo 2209
 - 5.2.2.1.- Principales Aplicaciones
- 5.3.- Filtros de Octava
 - 5.3.1.- Filtros de Octava Tipo 1613
 - 5.3.2.- Usos y Principales Aplicaciones
- 5.4.- Dosímetro Tipo 4425
 - 5.4.1.- Características Sobresalientes
 - 5.4.2.- Principales Aplicaciones
 - 5.4.3.- Calibración del Dosímetro 4425
 - 5.4.4.- Determinación de Dosis de Ruido con Dosímetro

CAPITULO VI.- EVALUACION DEL RUIDO

- 6.1.- Legislación Sobre Exposición a Ruido Industrial.
- 6.2.- Factores a Considerar en la Evaluación de Ruido
- 6.3.- Evaluación del Nivel Sonoro
- 6.4.- Evaluación del Nivel de Presión Sonora con Analizador en Bandas de Octava
- 6.5.- Evaluación de Dosis de Ruido con Dosímetro

CAPITULO VII.- CONTROLES DE RUIDOS

- 7.1.- Generalidades
- 7.2.- Protectores Auditivos
 - 7.2.1.- Tapones Auditivos
 - 7.2.2.- Protectores Auditivos Tipo Fonos
- 7.3.- Niveles de Reducción de Ruidos
 - 7.3.1.- Modelos y Características de Protectores Auditivos.

CAPITULO VIII.- CALCULO DE POTENCIA SONORA Y CALCULO DE REDUCCION DE RUIDO DE PROTECTORES AUDITIVOS EN LA COMPANIA MINERA SAN IGNACIO DE MOROCOCHA S.A., UNIDAD DE SAN VICENTE.

- 8.1.- Cálculo de Potencia Sonora de Máquinas por Sección
 - Cuadro Resumen de Maquinaria Ruidosa por Sección
- 8.2.- Cálculo de Reducción de Ruido para Protectores Auditivos
 - 8.2.1.- Por Análisis de Frecuencias
 - 8.2.2.- Sin Análisis de Frecuencia Previo
- 8.3.- Cálculo de Dosis de Ruido
 - 8.3.1.- Cálculo de Dosis de Ruido con Sonómetros
 - 8.3.2.- Cálculo de Dosis de Ruido con Dosímetro
 - Cuadro Resumen de Población Expuesta por Sección

CAPITULO IX.- IMPACTO TECNICO - ECONOMICO EN LA INDUSTRIA MINERA

- 9.1.- Generalidades
- 9.2.- Costos de Inversión para un Programa de Protección Auditiva.
- 9.3.- Costo Anual de Inversión de Protectores Auditivos respecto al Costo de Producción

CAPITULO X.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

**ANEXO 1.- Fichas de Medición del Nivel de Presión
Sonora con Sonómetros**

**ANEXO 2.- Fichas de Medición del Nivel de Presión
Sonora con Analizador de Bandas de Octava.**

**ANEXO 3.- Fichas de Medición de Dosis de Ruido con
Dosímetro**

MAPAS DE RUIDO

BIBLIOGRAFIA

R E S U M E N

El ruido, por definición es un sonido no deseado. Puede interferir en la comunicación, en el trabajo, en la conducta, puede producir una pérdida temporal de la audición y si el nivel sonoro es muy alto puede ocasionar un daño permanente en el Organó Auditivo.

Lo más significativo, es que el ruido incrementa el costo potencial para la industria, porque puede producir un descenso en la producción y aumentar el número de accidentes.

El presente trabajo, intenta ofrecer una visión del problema del ruido en la Empresa Minera, así como la evaluación de las manifestaciones y el control de éste contaminante ambiental, por cuanto constituye uno de los sectores productivos que genera grandes divisas y que absorbe importante cantidad de mano de obra.

En el Capítulo I, se dan a conocer los antecedentes y objetivos que motivaron al autor a realizar este estudio, como forma de cooperar y dar a conocer uno de los riesgos a que están expuestos los trabajadores que laboran en una empresa minera.

En el Capítulo II, se entregan los conceptos físicos más generales que se deben conocer para poder abordar este tema sobre ruido.

El Capítulo III, describe el Aparato Auditivo, su estructura, funcionamiento, comportamiento frente al ruido, efectos y factores que lo dañan cuando está expuesto sin protección adecuada a altos niveles de presión sonora.

En el Capítulo IV, se da a conocer lo que es la Sordera Profesional. los tipos o grados de sordera que existen, su evaluación con audiómetros y las consecuencias que produce en la persona que irresponsablemente expone o se expone a ruido continuo.

En el Capítulo V, se dan a conocer los instrumentos de medición que se utilizaron para realizar este estudio.

El Capítulo VI, describe lo referente a métodos de evaluación de ruidos. Se dan a conocer los límites permisibles de acuerdo a lo establecido por Ley. Factores que se consideraron para realizar estas mediciones utilizando Sonómetros, Analizador de Bandas de Octava y Dosímetro.

En el Capítulo VII, se describe y se da a conocer los métodos que se utilizan para controlar el ruido y en especial se describen los Protectores Auditivos existentes en el mercado, los cuales fueron asignados a las diferentes secciones de trabajo de la Unidad de San Vicente de SIMSA.

En el Capítulo VIII se entregan antecedentes al Ingeniero de Minas de como poder calcular el Nivel de Potencia Sonora, la Dosis de ruido que reciben los trabajadores expuestos y la eficiencia de los Protectores Auditivos, respecto a la reducción de ruido.

En el Capítulo IX, se realiza un análisis de costos, para la puesta en marcha de un Programa de Conservación de la Agudeza Auditiva en la empresa minera.

En el Capítulo X, se entregan las Conclusiones y Recomendaciones que se desprenden de este estudio.

En los Anexos I, II y III, están consignadas las mediciones efectuadas en las diversas Secciones de la Unidad de San Vicente de la Compañía Minera San Ignacio de Morococha (SIMSA).

S I M B O L O G I A

Hz = Hertz

c.p.s. = Ciclos por Segundo

μ bar = Microbar

Pa = Pascal (Pa = 10 dinas/cm²)

μ Pa = Micropascal

dB = Decibel

dB(A) = Decibel Ponderado en filtro A lento

N.P.S. = Nivel de Presión Sonora

N.I.S. = Nivel de Intensidad Sonora

P.W.L. = Nivel de Potencia Sonora

CAPITULO I.- INTRODUCCION

1.1.- Introducción.

El ruido es un elemento muy común en nuestro ambiente de vida. Estamos tan acostumbrados a él que casi no nos preocupa, lo consideramos algo natural. En las calles, el ruido de los motores, las bocinas de los automóviles, los altoparlantes de los vendedores ambulantes; en el hogar, la radio y el tocadiscos puestos a todo volumen, la lustradora, la enceradora; en el Centro Minero y en general en toda actividad industrial, el ruido de la maquinaria no nos permite comunicarnos con el compañero de trabajo. Y sin embargo, pocos saben que el ruido es un factor altamente nocivo para la salud, que lentamente va dañando no sólo el oído, sino también nuestro comportamiento y la salud en general.

El ruido, es un agente físico el cual ha sido considerado el contaminante ambiental de nuestro siglo, y se define de múltiples maneras:-

Es un sonido no deseado,

Es una fuente de perturbación en un sistema de comunicación,

Es un sonido desagradable, dañino y molesto al oído,

Es la energía acústica excesiva, que descompone con el tiempo el sistema acústico y produce modificaciones en el comportamiento del trabajador.

Cualquiera de las definiciones que aceptemos, es un hecho que a las personas no nos gusta el ruido. Sin embargo, el ruido está presente en nuestra vida diaria, es una molestia pública que puede afectar la comunicación, la conducta, produce daños permanente a la audición, accidentes, trastornos nerviosos y fisiológicos.

En los locales de trabajo, se producen distintos fenómenos acústicos, que se deben principalmente al funcionamiento de la maquinaria, al empleo de herramientas, a la manipulación de objetos y materiales y a diversas causas que se suman para aumentar la intensidad del ruido, los fenómenos acústicos que producen todos estos elementos se pueden denominar sonidos o ruidos, los cuales tienen la misma relación en el oído que la visión a los ojos.

En general hay dos tipos de sonidos dañinos a la salud:- el ruido y los sonidos no escuchables, siendo el ruido el motivo de interés de nuestro estudio, debido a que en las diferentes secciones y lugares de trabajo en los centros mineros podemos encontrar diversos ruidos que nos afectan como por ejemplo.-

El Ruido Continuo.- que es aquel ruido que no se producen variaciones en la intensidad durante el tiempo de exposición.

El Ruido Intermitente.- que es aquel que presenta variaciones de pequeña intensidad por los impulsos repetidos de una máquina o equipo, y

Los Ruidos de Impacto o de Pulso.- que es aquel que pro-

duce bruscos cambios de intensidad.

Se ha comprobado que los ruidos y las trepidaciones, producen en los trabajadores un estado fisiológico que los predispone al accidente y debido a esto existe una íntima relación entre el índice de producción industrial y el ruido.. Un exceso de ruido tiende a disminuir la productividad y es también una de las causas más comunes de la fatiga, que puede conducir a la ocurrencia de accidentes. Por otra parte, una exposición prolongada al ruido, puede causar la sordera.

El Ruido ha sido considerado como un problema de Salud Industrial y a pesar de lo complejo que es su estudio, se está examinando científicamente a fin de evitarlo o reducirlo debido a los problemas que genera, no sólo en la industria, sino en las calles y vías de circulación en las comunidades y en los lugares de reunión de personas.

El Instituto Nacional de Salud Ocupacional (INSO), organismo dependiente del Ministerio de Salud, a través de su Departamento de Higiene y Seguridad Industrial, cumple la loable misión de proteger la integridad física y psicológica de los trabajadores, dentro de sus estudios contempla el Ruido Industrial y su influencia en la productividad, desde el punto de vista del rendimiento laboral de cada trabajador, ya que por estar desarrollando sus actividades en ambientes contaminados de ruido, además de otros agentes nocivos, éste baja su rendimiento, para lo

cual realiza estudios periódicos para poder controlar y mejorar las condiciones ambientales de trabajo.

El riesgo de ruido para los trabajadores en la minería, no se le hga dado la importancia que requiere, especialmente en la mediana y pequeña minería que no tienen en su organización, la implementación necesaria y el especialista idóneo para el tratamiento del problema. Por esta razón el presente trabajo intenta aportar a la reducción de éste problema, para lo cual se ha realizado un estudio tomando como ejemplo específico a la Unidad de San Vicente de la Compañía Minera San Ignacio de Morococha S.A.

Considerando que el Ingeniero de Minas, es un profesional multidisciplinario, que tiene que conocer diversas materias, por tener a su cargo a trabajadores que son de incalculable valor económico, el enfoque del presente trabajo, es de colaborar en la creación de hábitos que deben de existir, tanto de parte del Ingeniero de Minas, para que con su conocimiento y experiencia puedan educar y crear conciencia dentro de los trabajadores, como de los empresarios, respecto a que es el Ruido Industrial y de sus nefastas consecuencias.

Las limitaciones que se pueden derivar al poner en práctica este trabajo, es la de no contar con el instrumental adecuado para mediciones de ruido, ya que el Instituto Nacional de Salud Ocupacional, es el único organismo que

cuenta con dichos equipos para un estudio completo y acabado.

1.2.- Objetivos.

Divulgar el problema del ruido industrial y sus consecuencias , presentando los aspectos más importantes que se deben tener en cuenta, los niveles y tiempos de exposición y como tratar de prevenir los efectos.

Evaluar la exposición de los trabajadores mineros al ruido industrial , para conocer el grado de interferencia de la voz hablada , el confort o disminución de la agudeza auditiva, con la finalidad de obtener información tendiente a tomar medidas de control y realizar programas de conservación de la agudeza auditiva.

Formular las recomendaciones pertinentes para la prevención y control de los ruidos ocupacionales en Mina y Plantas establecida por el Estudio a la Compañía Minera San Ignacio de Morococha, Unidad de San Vicente.

Entregar como pauta de evaluación, los métodos para calcular la reducción de ruidos que ofrecen los diferentes tipos de protectores auditivos, referido al análisis de frecuencias en Bandas de Octava, Nivel Sonoro Ambiental que llega a los oídos de los trabajadores a Nivel Sonoro Equivalente, para así poder determinar la correcta asignación de Protectores Auditivos dependiendo del tipo de

máquina que se opera.

Entregar criterios para poder conocer y determinar la energía que genera cada máquina en forma de Potencia Sonora, Considerando que conocida dicha potencia sonora de la máquina y asignando correctamente el protector auditivo se puede aumentar el periodo ocupacional de los trabajadores mineros.

CAPITULO II.- CONCEPTOS GENERALES

El Ruido ha sido considerado por el hombre como sinónimo de Fuerza, Potencia y Energía, pero a su vez a venido a contaminar su ambiente, transformándolo en un medio de alto riesgo que puede sumirlo en el más terrible aislamiento.

Cuando se produce un movimiento cualquiera, genera un desplazamiento de ondas sonoras que se trasmite a través de un medio, hasta que es captado por nuestros oídos. A continuación entregamos los conceptos más importantes que rigen la física del sonido e inherente a nuestro Estudio.

2.1.- El Ruido y sus Propiedades.

2.1.1.- Tonos Puros.

La vibración generada al golpear un diapasón genera una variación en la presión y densidad de la atmósfera causando como efecto un sonido con una sola frecuencia, esto se define como "Tonos o Sonido Puros y estables."

La ecuación que representa a la variación de presión de este tono puro se define como:-

$$X = A \text{ Sen } Wt \quad (\text{ecuación.- 2.1.1.1.})$$

que corresponde a la ecuación del Movimiento Armónico Simple (M.A.S.), siendo:-

X = Presión para un instante " t "

A = Presión máxima para un ciclo dado
(Amplitud)

$W = 2\pi f$, donde " f " es la Frecuencia

t = Tiempo.

2.1.2.- Frecuencia.

Se define, frecuencia de un sonido, al número de ondas sonoras que se producen en cada segundo, es decir, depende de si estas ondas sonoras atraviezan más rápido o más lento un medio (variación de presión) donde se propaga. Cuando más rápido las ondas atraviezan el medio, la frecuencia será mayor, si es más lenta frecuencia será menor.

Por otra parte, se tiene que al hacer vibrar diapasones cada vez más pequeños, las vibraciones serán más rápidas, es decir, tendrán más ciclos por segundo. La frecuencia aumenta a medida que el diapason es más pequeño y se le designa por la Letra " f ". La

frecuencia se mide en ciclos por segundos (c.p.s.) o Hertz. En relación a la audición humana, se puede decir que la gama audible de frecuencias varía de 20 a 20,000 Hz. (600 a 4,800 c.p.s.), las frecuencias muy bajas son perjudiciales al ser humano, pero no así las muy altas.

2.1.3.- Longitud de Onda.

Se denomina Longitud de Onda a la distancia existente entre el máximo de una compresión y el máximo de la siguiente. Se designa con la letra griega lambda " λ ".

En el caso de ondas de diferentes frecuencias que recorren una misma distancia, la de mayor frecuencia tendrá mayor lambda " λ ".

2.1.4.- Velocidad del Sonido.

La velocidad del sonido en un medio dado está definida por el producto de la longitud de onda y la frecuencia.

$$c = \lambda \times f \quad (\text{ecuación 2.1.4.1.})$$

siendo.-

λ = Longitud de Onda

f = Frecuencia

c = velocidad del sonido

En el caso de que el medio de propagación sea el aire, su velocidad varía someramente con la temperatura y se expresa por la siguiente fórmula.-

$$c = 1.052 + 1.106 T \quad (\text{ecuacion 2.1.4.2.})$$

donde "c" es la velocidad del sonido en pie/seg y "T" la temperatura ambiente en grados Fahrenheit.

Es decir, que a 32°F o 0°C la velocidad es de 1,087 pie/seg o 331.3 m/seg y aumenta 0.65 m/seg para cada °C.

En un medio homogéneo, la velocidad del sonido no depende de la frecuencia, o sea que en este medio todas las frecuencias viajan a una misma velocidad.

2.1.5.- Presión Sonora.

Es la diferencia que existe entre la presión real y la presión atmosférica durante el enrarecimiento o compresión, producto de la onda sonora. Se designa con la letra "P". Podría ser conveniente medir la presión en fracciones de 1 bar, que es la unidad de presión atmosférica, pero debido que las variaciones de presión sonora son infinitamente pequeñas respecto a 1 bar (presión alrededor de 15 lb/pul²), se usa el microbar (ubar) que equivale a 10^{-6} bar.

2.1.6.- Intensidad Sonora.

Es la cantidad de energía acústica por unidad de tiempo que pasa a través de una unidad de área que es normal a la dirección de propagación.

En otras palabras, la Intensidad Acústica es la fuerza que tiene el sonido cuando se desplaza por un medio. Para una onda sonora plana o esférica que se propaga libremente, la intensidad sonora puede expresarse por:-

$$I = \frac{F}{\rho c} \quad (\text{ecuación 2.1.6.1.})$$

Esto es válido para una onda frontal que se propaga libremente, donde F es la presión sonora rms (raíz media cuadrada) respectiva, ρ es la densidad del medio y c , la velocidad del sonido en el medio. El producto ρc , recibe el nombre de impedancia característica del medio.

2.1.7.- Presión Sonora Efectiva (R.M.S).

La abreviación R.M.S., significa raíz media cuadrada, donde las presiones sonoras instantaneas en un intervalo de tiempo, son primero elevadas al cuadrado, luego promediadas y finalmente se le extrae la raíz cuadrada del promedio. De este modo el tono a mil ciclos por segundos más débil que el oído humano puede percibir, corresponde a una presión sonora máxima de 0.00028 microbar, la presión sonora equivalente es 0.0002 microbar.

La presión efectiva para un tono puro en función de la presión sonora máxima es:-

$$P_{\text{RMS}} = \sqrt{\frac{P_1^2 + P_2^2 + P_3^2 + \dots + P_n^2}{n}}$$

(ecuación 2.1.7.1.)

Para un senoide de $X = A \text{ Sen } \omega t$, en que $\theta = \omega t$, la expresión subradical equivale a..-

$$\frac{P_1^2 + P_2^2 + \dots + P_n^2}{n} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} x^2 dx = \frac{1}{\pi}$$

$$x \text{ Sen}^2 \theta d\theta$$

$$= A^2 \int \text{Sen}^2 \theta d\theta$$

$$= \frac{A^2}{\pi} \left[\frac{\theta}{2} - \frac{2}{2} \text{Sen}^2 2\theta \right]_0^{\pi}$$

$$= \frac{A^2}{\pi} \times \frac{\pi}{2} = \frac{A^2}{2} = \frac{A}{\sqrt{2}} = 0.707 A$$

2.1.8.- El Decibel.

Es una unidad adimensional usada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. De esta manera El Decibel es usado para describir niveles de presión, potencia o intensidad acústicos.

En la industria se encuentran presiones sonoras superiores al umbral del dolor que es

de 200 bar a 20 Pascales (1 Pascal = 10 dinas/cm²) y es una expresión alrededor de un millón de veces mayor que la presión mínima que un oído humano normal puede captar y que equivale a 0.0002 microbar a 20 microPascal.

En el caso de la potencias sonoras tenemos que el susurro puede ser de 1×10^{-9} watts y la de un avión a reacción 1×10^5 watts. Estos amplios márgenes que debemos considerar corresponde al primero de los dos problemas para la selección de una escala práctica de mediciones sonoras. El segundo problema es el hecho de que el oído no responde linealmente al sonido. Los experimentos realizados por los institutos de investigación referente a acústica han demostrado que en relación a la audibilidad de un estímulo aplicado, el oído responde logarítmicamente, estos dos problemas se solucionan de buena forma al emplear el Decibel que es una unidad usada en la terminología eléctrica para expresiones voltaje y potencia eléctrica.

2.1.9.- Potencia Sonora.

Es la cantidad de energía acústica producida por la fuente sonora en uan unidad de tiempo

contenida en una esfera imaginaria cuyo centro es la fuente , luego su relación es.-

$$W = \bar{I} \times 4 \pi r^2 \quad (\text{ecuación 2.1.9.1.})$$

Donde.-

\bar{I} = Es la intensidad promedio a una distancia r de la fuente

$4 \pi r^2$ = Superficie de una esfera de radio " r " y cuyo centro es la fuente.

Esta fórmula es valida para una fuente de ruido en un campo libre.

2.1.10.- Análisis de Frecuencias.

Un análisis de frecuencia consiste en conocer la frecuencia de los componentes de un ruido. En otras palabras es un método alternativo para describir sonidos, debido a que se prefiere este análisis en algunos casos, que conocer el comportamiento a través de determinados periodos de tiempo. De esta manera se considera el rango de frecuencia audible de 20 c.p.s a 20,000 cps, pero en algunos textos figura un rango de 20 cps a 10,000 cps. Dividiendo este campos en dieciochos segmentos dan lugar estos a las

bandas de octava, al referirse a una octava, se refiere al límite superior que es exactamente el doble del límite inferior, existen además bandas de $1/2$ y $1/3$ de octava.

Es necesario considerar además de los tonos puros, los ruidos de bandas angostas en que su energía acústica comprende un estrecho rango de frecuencias y generalmente es menos de una octava. También mencionaremos los ruidos de banda ancha debido a que es más ancha que una octava y su energía esta repetida en un amplio rango de frecuencia.

2.1.11.- Nivel de Presión Sonora. (N.P.S).

En primer término la palabra Nivel indica que el valor es sobre la base de un valor de presión de referencia dado.

El instrumental para medición de presión sonora esta calibrado de tal manera que lee en términos del logaritmo común de la razón de las presiones sonoras rms. Esta lectura se denomina presión sonora y se expresa en decibeles.

En el aire las mediciones de sonido tendrán como referencia el valor 2×10^{-4} microbares (presión sonora de referencia escogida debido a su proximidad al umbral de la medición en 100 cps).

El nivel de presión sonora está dado por.-

$$\text{N.P.S.} = 20 \log \frac{P_1}{P_0} \quad (\text{dB})$$

(ecuación 2.1.11.1.)

$$\text{N.P.S.} = 10 \log \frac{P_1^2}{P_0^2} \quad (\text{dB})$$

Donde.-

P_1 = Presión Sonora Efectiva medida

P_0 = Presión Sonora rms de referencia

La ventaja del uso de los decibeles, es que sigue las características de respuesta del oído humano mucho más aproximadamente que las unidades de presión directa y facilita la lectura de los instrumentos, debido a que las presiones sonoras varían en un rango de 20 micropascales a 20 pascales, o sea en un millón de veces.

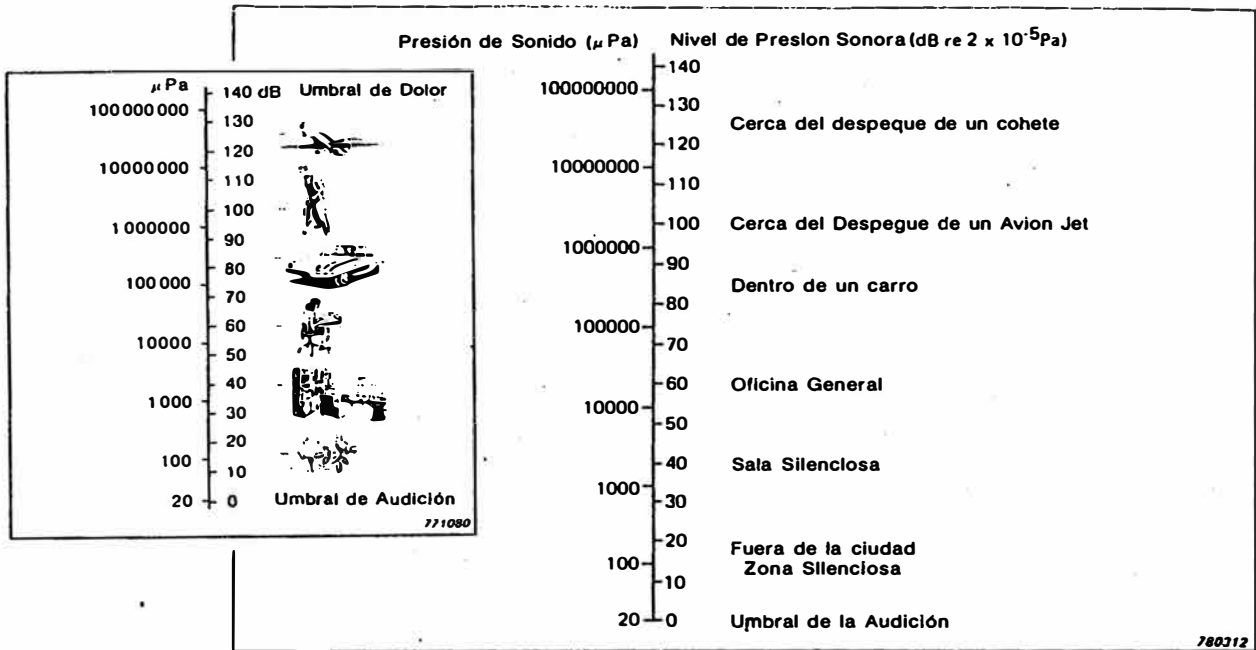


Figura 1.- Algunos niveles de presión sonora típicos

Potencia en vatios	Nivel de Potencia (dB re 10 ⁻¹² W)		
100 000 000	200	Cohete Saturno	(50,000,000 W)
1 000 000	180	Avión con 4 jets	(50,000 W)
10 000	160		
100	140	Gran Orquesta	(10 W)
1	120	Taladro Neumático	(1 W)
0.01	100		
0,000,1	80	Grito	(0,001 W)
0,000,001	60	Conversación	(20 x 10 ⁻⁶ W)
0,000,000,01	40		
0,000,000,000,1	20	Susurro	(10 ⁻⁹ W)
0,000,000,000,001	0		

Tabla 1.2. Algunos niveles de pontencia típicos

2.1.12.- Nivel de Intensidad Sonora. (N.I.S.).

Es una relación logarítmica entre una intensidad medida en un punto (I) y una intensidad de referencia (I_o). Esta intensidad de referencia corresponde a 10 watts/cms. En el aire esta intensidad de referencia corresponde a la presión de referencia de 2×10^{-4} microbares o 20 micropascales

$$\text{N.I.S.} = 10 \log \frac{I}{I_o} \text{ (dB)}$$

(ecuación 2.1.12.1.)

2.1.13.- Nivel de Potencia Sonora. (P.W.L.).

Para reducir el rango de las unidades de potencia sonora, conviene describir una fuente sonora por el nivel de potencia sonora (P.W.L), que se expresa.-

$$\text{P.W.L.} = 10 \log \frac{W}{W_o} \text{ (dB)}$$

(ecuación 2.1.13.1.)

Donde.-

W = Es la potencia de la fuente sonora

W_o = es la potencia de referencia. Esta se escogió arbitrariamente por los

investigadores de acústica, usándose comúnmente $W_0 = 10^{-13}$ watts.

2.2.- El Ruido.

Desde el punto de vista físico no podemos hablar de "Ruido", ya que este término es un concepto subjetivo. A esto se debe que se suele definir al ruido como un sonido que produce desagrado, molestia o interrumpe una faena normal.

Bloomfield define el ruido como una "superposición anárquica de ondas sonoras de diferentes amplitudes y frecuencias".

Si tomamos el ruido desde el punto de vista industrial observaremos que éste concepto no es tan subjetivo, ya que en la industria se encuentran en general sonidos desagradables que involucran una alta intensidad sonora provocando en la población expuesta un alto riesgo de daño auditivo. Así este agente nocivo puede evaluarse a través de instrumentos diseñados especialmente para este objeto, los cuales permiten realizar análisis que proporcionen respuestas físicas del sonido propiamente tal y del "ruido" a través de filtros de ponderación semejantes a la respuesta del oído humano.

2.3.- Audibilidad.

Se define como audibilidad a la magnitud de la sensación auditiva, ya que el oído responde en diferentes formas al estímulo sonoro según como varía la frecuencia y el nivel de presión o intensidad sonora. Por esta razón no se puede comparar el oído con un instrumento de medición sonora, ya que su comportamiento frente al ruido es muchísimo más complejo tal como corresponde a un órgano que tiene características fisiológicas, por lo tanto la audibilidad no puede ser medida con un instrumento en forma directa o menos que este reproduzca las características fisiológicas del oído.

2.4.- Fone.

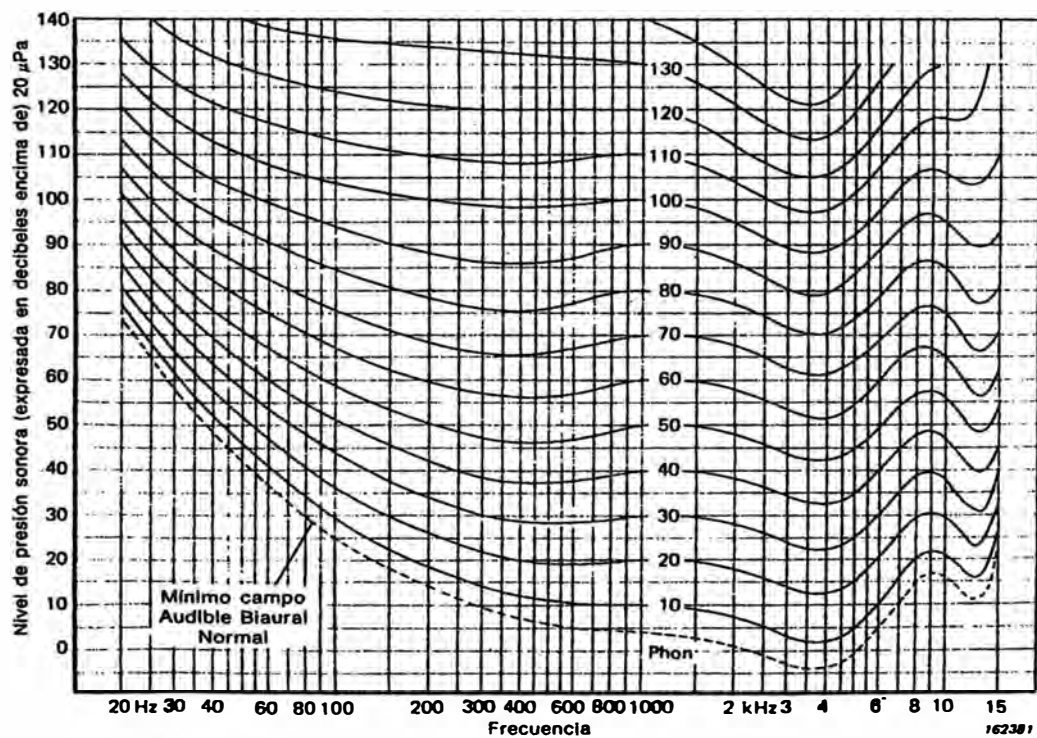
Es la unidad que mide el nivel de audibilidad en forma análoga al decibel, pero sobre la base de una frecuencia fija de comparación de 1,000 cps, y una presión de sonido mínima igual a 20 micropascales.

2.5.- Sone.

Es la unidad que mide la audibilidad (intensidad subjetiva)

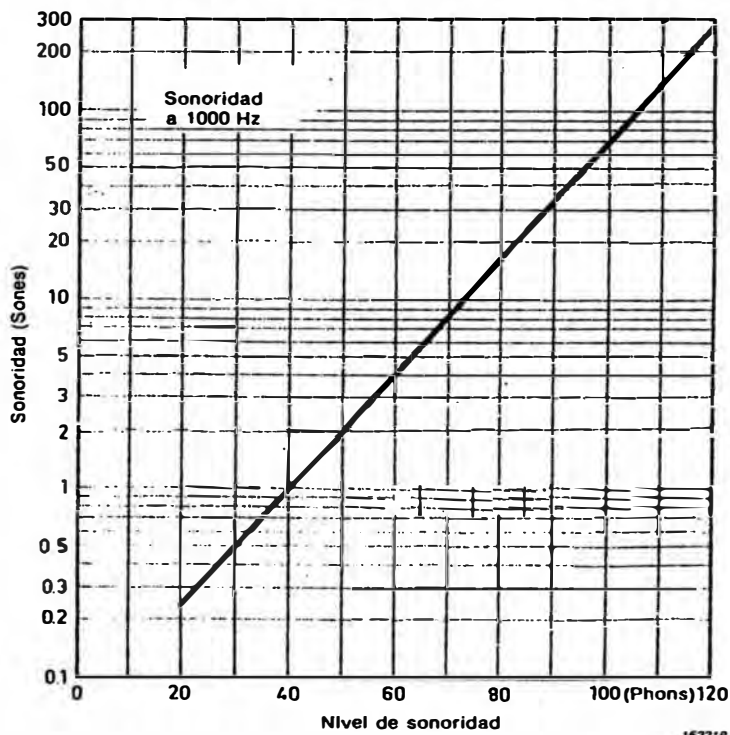
$$\text{SDNE} = \frac{\text{Fon} - 40}{10} \quad (\text{ecuación 2.5.1.})$$

El Sone que como representa unidad de energía, se puede sumar directamente y encontrar su equivalencia en Fones, haciendo uso de la "curva de equivalencia" entre Sone y Fone.



Contornos normales de igual sonoridad para tonos puros

Figura 2.- Curvas de Fletcher y Munzon



Relación entre sonoridad en sones y nivel de sonoridad en Phons

Figura 3.- Relación entre Sones y Phons

CAPITULO III.- EL ORGANO AUDITIVO.

El sonido es un fenómeno complicado, que requiere de una gran cantidad de elementos que se complementan, puede decirse que consta de tres partes (estímulo, sensación e integración), cada una de ellas comprende un estudio diferente tanto de conocimiento, como de localización anatómica.

El órgano auditivo tiene la importancia de determinar el sentido de la orientación en el espacio e interviene en el mantenimiento del equilibrio y del tono muscular, es por eso que cualquier daño en este órgano incide directamente en el comportamiento humano.

3.1.- Descripción Global del Organo Auditivo.

El órgano auditivo es bilateral, tiene como función la de captar y transmitir el sonido al cerebro mediante una transformación de la energía sonora.

3.1.1.- Estructura del Organo Auditivo.

El Organo Auditivo se divide en tres partes importantes:-

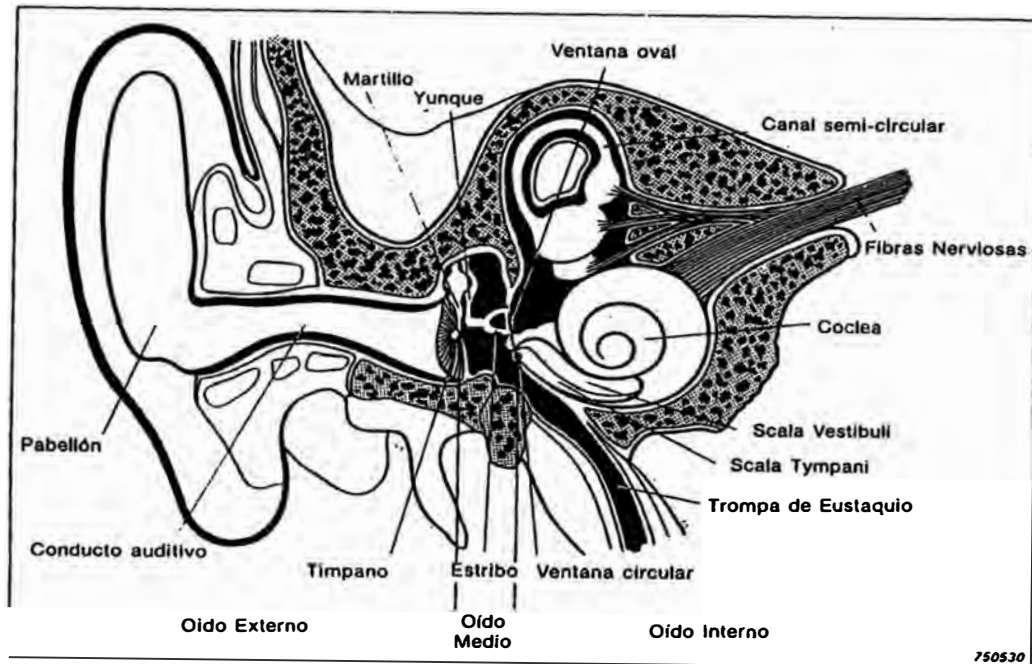


Figura 4.- Las partes principales del oído

3.1.1.A.- Oído Externo

Está compuesto por el Pabellón y el Conducto Auditivo, estas partes recogen el sonido y transmiten las ondas al Tímpano, que es la membrana que cierra el oído externo.

3.1.1.B.- Oído Medio

Es la cavidad ósea ubicada en la región petrosa del hueso temporal que limita por dentro con el oído interno por las ventanas oval y redonda. Contiene los huesos y nervios, para la transmisión del sonido.

El Tímpano esta unido con la Ventana Oval mediante una cadena de huesecillos que son, por orden de afuera hacia adentro.- Martillo, Yunque y Estribo y unido con la faringe o pasajes nasales a través de la Trompa de Eustaquio, que regula las presiones de aire de la cavidad interna.

La Ventana Redonda es un segundo tímpano.

3.1.1.C.- Oído Interno.

Está formado por el Vestibulo o Aparato Vestibular, los conductos semicirculares (que son los que tienen la función de presidir con el cerebelo el equilibrio del cuerpo en el espacio), y el Caracol o Coclea que es el órgano de trasmisión del sonido. El caracol es un canal en forma de espiral que está dividido en tres secciones.-

La Escala Vestibular que se inicia en la ventana oval y

termina en el vertice del caracol

La Escala Timpánica, que termina en la ventana redonda y se une con la anterior en el vértice de la coclea.

Coclea Media o Conducto Coclear donde se encuentra el Organo de Corti que contiene alrededor de 20,000 células ciliadas, las que se encuentran sobre la membrana bacilar, es en ésta región donde llegan las terminaciones nerviosas de la rama coclear al Nervio Auditivo. El canal de la coclea está llena de Endolinfe, que es un líquido que conduce el estímulo sonoro desde la ventana oval en forma de onda líquida.

3.2.- Funcionamiento del Organo Auditivo

Al ser estimulado el tímpano por una presión acústica, este vibra, así se pone en movimiento la cadena de huesecillos que comprende el Oído Medio, estos movimientos a su vez hacen vibrar el líquido que se encuentra en el caracol (Oído Interno), cuando el

liquido vibra (Endolinfe), las células ciliadas son estimuladas enviando corrientes nerviosas o impulsos al centro de la audición que está ubicada en el lóbulo cerebral temporal. Todo este mecanismo en cadena que se desarrolla en el oído es lo que nosotros conocemos como audición.

3.3.- Comportamiento del Oído frente al Sonido.

El órgano auditivo humano responde a frecuencias que abarcan desde 20 c.p.s. a 10,000 c.p.s. . Las frecuencias que son oídas con menor intensidad van desde 20 a 1,000 c.p.s. , que las que se encuentran en el rango de 1,000 a 4,000 c.p.s..Las frecuencias mayores de 4,000 c.p.s., requieren de mayor intensidad para ser oídas.

Las frecuencias que nos permiten escuchar la comunicación de la voz hablada están en el rango de 500 a 2,000 c.p.s.

El oído humano tiene un límite de tolerancia en cuanto a nivel de presión sonora se refiere. Entre 100 y 120 dB, el sonido se hace insoportable, al llegar a los 130 dB el efecto es debastador. Esta tolerancia no depende mucho de las frecuencias, aunque las frecuencias altas producen las sensaciones más desagradables

3.4.- Efectos del Ruido sobre el Oído.

Los efectos pueden ser clasificados en dos tipos:-

a.- Efectos de un Ruido Espontáneo o Intenso, este tipo de ruido corresponden a explosiones o detonaciones, las cuales conducen ondas de alta presión sonora, las que rompen el tímpano y dañan incluso la cadena de huesecillos del oído medio, la lesión que se produce en el oído interno es leve o moderada.

El desgarramiento timpánico, sana generalmente sin dejar alteraciones, pero si la sustitución del tímpano no es realizada puede generarse una alteración permanente.

Los ruidos esporádicos de alta presión sonora en la industria minero-metalúrgica pueden compararse con las de pequeñas detonaciones, por sus efectos en el oído.

b.- Efectos de Exposición a Ruido Continuo, produce una fatiga en el mecanismo conductor del oído medio (sistema osteomuscular) dejando pasar al oído interno más energía de la que puede resistir el Organismo de Corti. A este lapso de fatiga le sigue la vuelta al nivel normal de la audición. De esta forma el Organismo de Corti está en un continuo

estado de fatiga y recuperación. La recuperación puede presentarse en un instante después de haber cesado la exposición al ruido, o después de minutos, horas, días. Este depende del tiempo y del nivel de presión sonora a que estuvo expuesto el oído.

La exposición al ruido continuo poco a poco va destruyendo las células pilosas que se encuentran sobre la membrana bacilar, esta destrucción es irrecuperable y es por tanto indefinida, es por esto que el ruido continuo es más peligroso que el ruido intermitente, razón por la cual el estudio de ruido que trata este trabajo, está realizado con el objeto de determinar la asignación de protectores auditivos a todo el personal que se encuentre expuesto a este tipo de ruido en la empresa minera.

3.5.- Factores que Causan Daño al Órgano Auditivo.

Los factores que intervienen en la pérdida progresiva de la audición o llamado Trauma Acústico son.-

a.- Intensidad del Ruido.- Después de muchos estudios y análisis experimentales, los higienistas industriales, han determinado que las intensidades de ruido que producen daño al oído son las de 85 a

100 dB y más.

- b.- Frecuencias de las Ondas Sonoras.- Los sonidos agudos producen mayor fatiga coclear que los sonidos graves o de baja frecuencia.

- c.- Tiempo de Exposición.- Este es otro de los factores que incide en la pérdida de la audición, por esta razón existen tablas de periodos de exposición para determinados niveles de presión sonora.

- d.- Otros factores:- la susceptibilidad personal al ruido y la edad de la persona que va a estar expuesta a dicho ruido..

CAPITULO IV.- LA SORDERA PROFESIONAL O HIPOACUSIA NEUROSENSORIAL

4.1.- HIPOACUSIA NEUROSENSORIAL.

La Hipoacusia Neurosensorial o también llamada Sordera Ocupacional, ha sido reconocida recientemente en el Perú como Enfermedad Profesional, según el Decreto Supremo 032-89 TR, del 06 de Setiembre de 1989, considerando al ruido como causa que la origina y que afecta al conjunto de personas que labora en la actividad industrial.

El mencionado Decreto Supremo deja de manifiesto los niveles de Sordera Profesional, que se inicia con la Fatiga Acústica, para continuar con el Trauma Acústico de primer, segundo y tercer grado, y evoluciona progresivamente hasta llegar a la Sordera Terminante.

La Sordera Profesional es una enfermedad que ataca a aquellos trabajadores que durante su jornada de trabajo están expuesto a altas dosis de ruido sin una buena protección auditiva, o simplemente que no respetan las políticas de protección de la audición de la respectiva empresa.

Este tipo de enfermedad profesional afecta en forma progresiva el oído interno, siendo este irreversible como

tal, ya que el oído interno va perdiendo su agudeza de audición. Al trabajador le llamará la atención o notará su sordera sólo cuando le sea dificultoso oír la voz hablada, o sea cuando se hayan producido lesiones de cierta magnitud en el Órgano de Corti (abarcando las frecuencias de 500, 1,000, 2,000 y 4,000 c.p.s.).

La Sordera Profesional tiene las siguientes características:-

Es bilateral

Aumenta con el trabajo en un medio ruidoso

Se atenúa con el reposo

Cesa su progresión si el trabajador es retirado del ambiente ruidoso.

4.2.- Grados de Hipoacusia Neurosensorial.

Se ha aceptado internacionalmente que la Sordera Profesional tiene cuatro periodos:-

Primer Periodo o Trauma Acústico de Primer Grado, existe una pérdida de la agudeza auditiva del individuo expuesto al ruido hasta 30 dB en la frecuencia de 4,000 c.p.s.. Este tendrá la sensación de oídos "algodonados" después del término de su jornada de trabajo, ésta sensación se mantiene por algunos minutos en un comienzo, siendo a veces dificultoso su adaptación al medio y acompañados de

sensaciones generales como ansiedad, irritabilidad y falta de fuerza. Este tipo de lesión es recuperable si el individuo es retirado del ambiente ruidoso.

Segundo Periodo o Trauma Acústico de Segundo Grado, llamado de latencia total. este periodo presenta una falta de síntomas clínicos y se produce un déficit permanente de 50 dB o más en la banda de 4,000 c.p.s., pudiendo comprometer a otras frecuencias. Este periodo puede durar inalterado dos, tres o diez a veinte años, según condiciones ambientales de ruido. Esta lesión es recuperable si se aleja al trabajador del ruido a que se expone.

Tercer Periodo o Trauma Acústico de Tercer Grado, llamado de latencia subtotal. En esta fase no se aprecia la voz susurrada y además la persona está consciente de su sordera.

Mediante un Examen Audiométrico se puede observar que existen pérdidas de 50 a 80 dB, en la banda de 4,000 c.p.s., pérdidas que se extienden a bandas de 8,000 c.p.s., 1,000 y 2,000 c.p.s. y en las bandas de 500 a 2,000 c.p.s. no puede haber pérdida de la agudeza auditiva mayores de 45 dB. Este tipo de lesión es irrecuperable puesto que daña directamente el nervio auditivo.

Cuarto Periodo o Sordera Terminal, o de sordera manifiesta. En este periodo el individuo difícilmente sigue la conversación y presenta acúfenos y tinitus (sensación de

silbidos agudos y campanilleos en contacto con el ambiente ruidoso o simplemente con un ruido aislado). El examen de audiometria revela que existe un vasto déficit auditivo de más de 85 dB que compromete las bandas agudas y sobrepasa en las bandas graves la frecuencia de 500 c.p.s. Este tipo de lesión es irrecuperable.

4.3.- La Audiometría Profesional.

La Audiometría Tonal es reconocida en el Perú, según Decreto Supremo 000258 S.A., referente a exámenes médicos exigidos para el correcto control de la agudeza auditiva de los trabajadores de la industria. Este tipo de exámenes tiene por objeto investigar y determinar la agudeza auditiva, mediante la cual se puede realizar un análisis precoz, rápido y exacto, por este motivo se realiza la investigación instrumental para evaluar la pérdida de la audición con los siguientes propósitos:-

a.- Investigación del estado auditivo antes de ingresar al trabajo, para fines preventivos y médicos legales ulteriores.

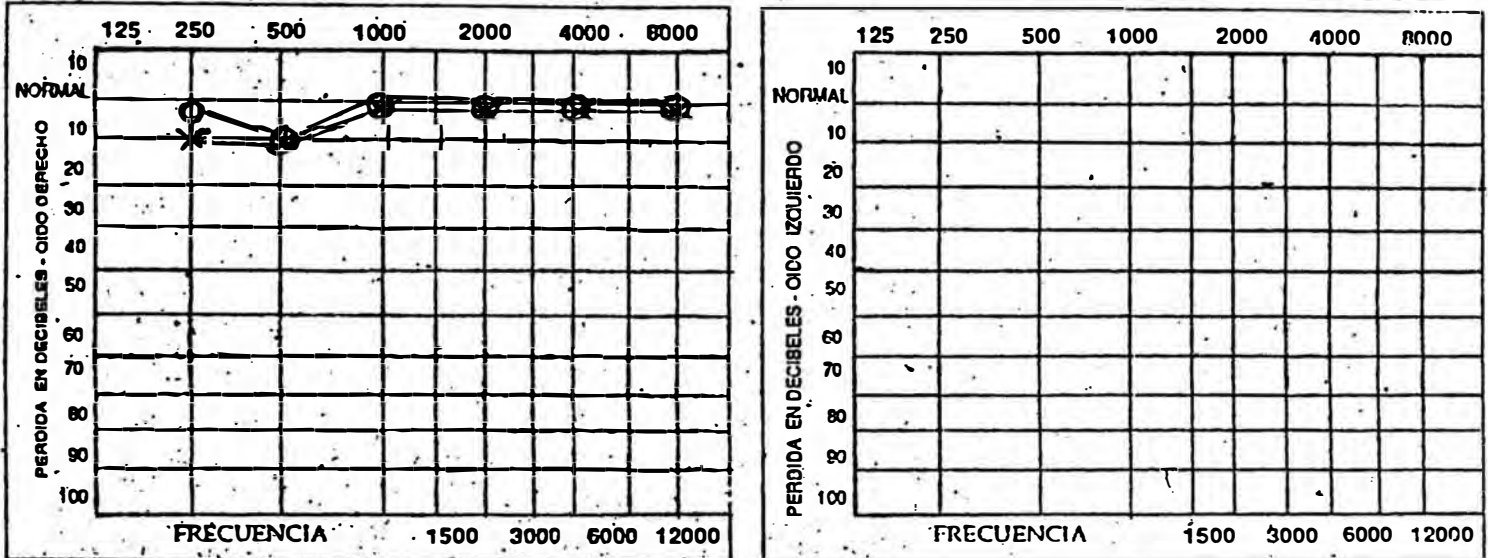
b.- Control periódico durante el trabajo para descubrir oportunamente el daño y evitar su empeoramiento, especialmente en individuos de alta susceptibilidad e iniciar, corregir o aumentar las medidas preventivas.

INSTITUTOS NACIONALES DE SALUD
INSTITUTO DE SALUD OCUPACIONAL

Nº AUDIOGRAMA Nº

FICHA AUDIOMETRICA

Nombre YONRAI GUTIERREZ JOSE ANICIBO Edad 30 Fecha 07-06-91



OIDO DERECHO ROJO CA = O CO = < PERDIDA % OIDO DERECHO PERDIDA % AMBOS OIDOS PERDIDA % OÍDIZQUIERDO OIDO IZQUIERDO AZUL CA = X CO = >

Razón Soc. ACUMULADOS TECNICOS S.A. CIU. Nº _____

Lugar de Trab. ARMADO DE BATERIAS Ocup. Act. _____ Tiempo 3

	SI	NO		SI	NO
Exposición a Ruido	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ha tenido alguna afección al oído?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ocasional	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sordera?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Permanente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Disminución de la audición	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Uso de Impl. Protecc Auditiva	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Otitis supurada?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Algodón	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Otalgia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tapones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Zumbido de oídos?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Orejeras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Apreciación Subjetiva del Ruido en Centro de Trabajo			Vértigo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muy intenso	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ha usado estreptomicina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Moderado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Le han hecho test, aud ant?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Poco intenso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Trabajó con Ant. en ind. ruidosas?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Resultado del Ex Otoscópico _____

Resultado del Ex Audiométrico AAAN

Se lee 1 - VAAPA

2 - CAA

02-8-91 CMP 8313

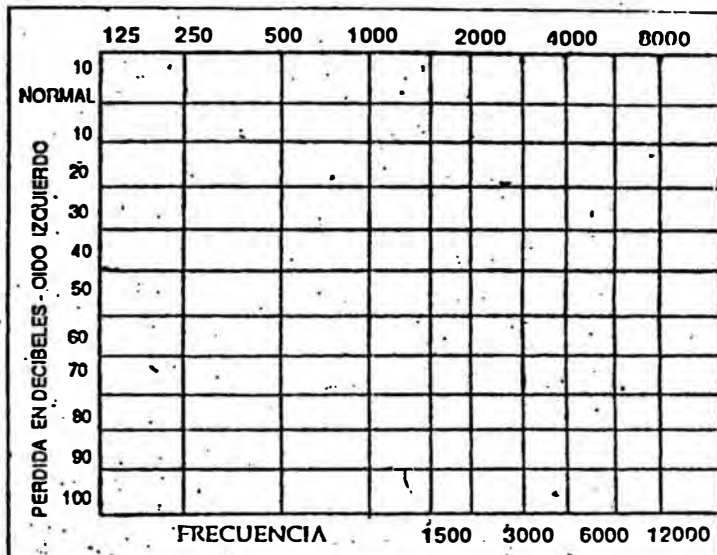
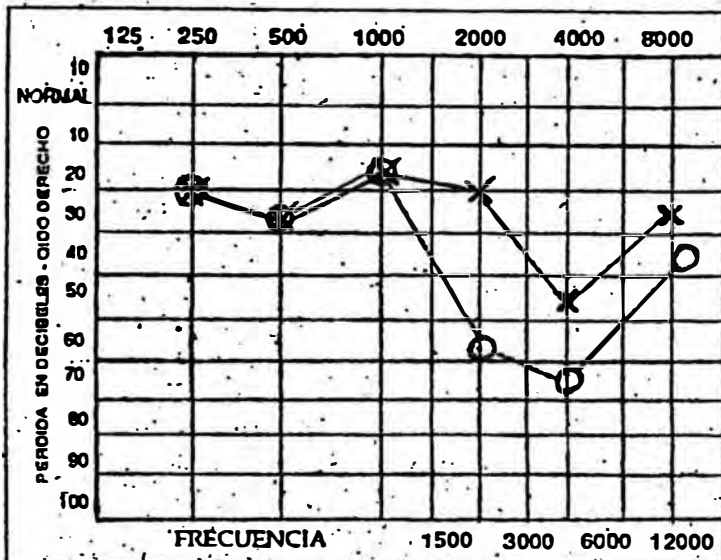
Figura 5.- Audiograma representativo de un Oído Normal.

INSTITUTOS NACIONALES DE SALUD
INSTITUTO DE SALUD OCUPACIONAL

AUDIOGRAMA N° _____

FICHA AUDIOMETRICA

Nombre ROMERO DIAZ JOSE ANDRÉS Edad 35 Fecha 07-06-91



OIDO DERECHO ROJO CA = O CO = <
 PERDIDA % OIDO DERECHO
 PERDIDA % AMBOS OIDOS
 PERDIDA % OIDO IZQUIERDO
 OIDO IZQUIERDO AZUL CA = X CO = >

Razón Soc. SIMSA - UNIDAD MINERA SAN VICENTE CIU. N° _____
 Lugar de Trab. CASO FUERZA Ocup. Act. OPERADOR Tiempo 10

	SI	NO		SI	NO
Exposición a Ruido	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ha tenido alguna afección al oído?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ocasional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sordera?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Permanente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Disminución de la audición	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Uso de Impl. Protec. Auditiva	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Otitis supurada?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Algodón	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Otalgia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tapones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Zumbido de oídos?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Orejeras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Apreciación Subjetiva del Ruido en Centro de Trabajo			Vértigo?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muy Intenso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ha usado estreptomocina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Moderado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Le han hecho test, aud ant?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Poco intenso	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Trabajó con Ant. en Ind. ruidosas?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Resultado del Ex Otoroscópico _____
 Resultado del Ex Audiométrico AAN + PAIR 2º GRADO EN OIDO DERECHO + DESNIVEL PERMANENTE DEL UMBRAL AUDITIVO DE 25 dB EN 4000 CPS EN OIDO IZQ.
SE lee 1 - VADPA
2 - CAA

[Signature]
CMP. 8313

02.8.91

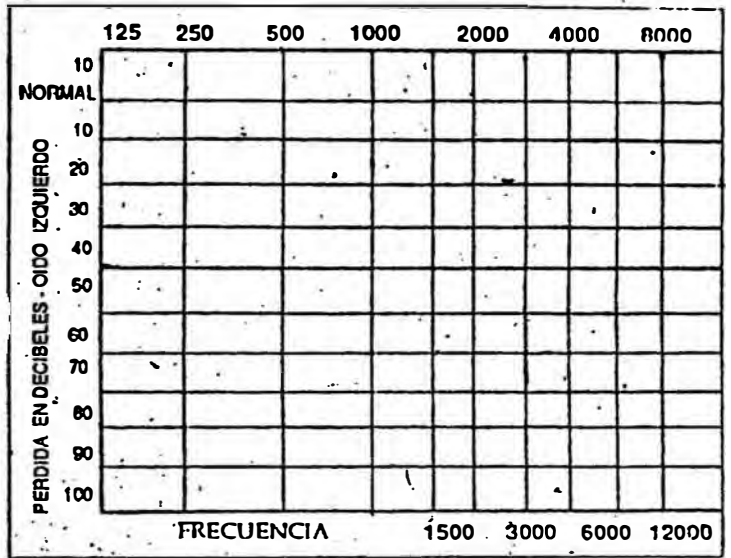
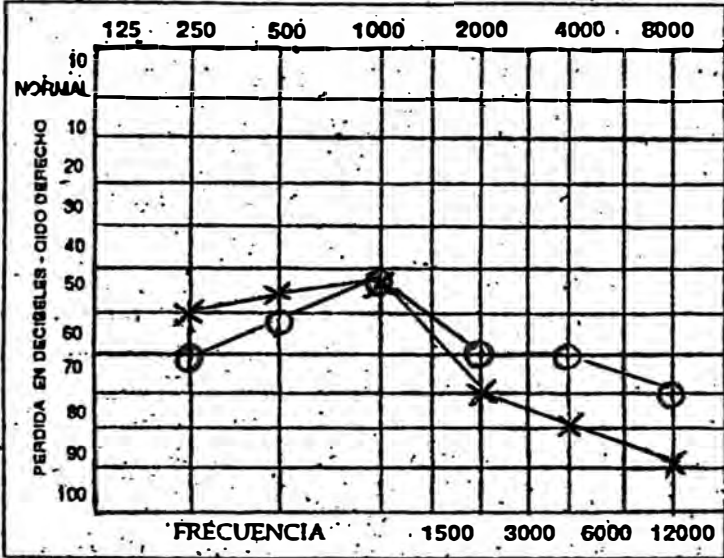
Figura 6.- Audiograma representativo de la Caída del Umbral de Audición

INSTITUTOS NACIONALES DE SALUD
INSTITUTO DE SALUD OCUPACIONAL

AUDIOGRAMA N° _____

FICHA AUDIOMETRICA

Nombre SANDOVAL PEREZ ALBERTO LIS Edad 40 Fecha 07-06-91



OIDO DERECHO ROJO PERDIDA % OIDO DERECHO PERDIDA % AMBOS OIDOS PERDIDA % OIDO IZQUIERDO OIDO IZQUIERDO AZUL

CA = O CO = < CA = X CO = >

Razón Soc. C.M.P. FUNDICIÓN LA OROYA CIU. N° _____

Lugar de Trab. PLANTA CONCENTRADA Ocup. Act. _____ Tiempo 16

	SI	NO		SI	NO
Exposición a Ruido	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ha tenido alguna afección al oído?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ocasional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sordera?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Permanente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Disminución de la audición	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Uso de Impl. Protecc Auditiva	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Otitis supurada?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Algodón	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Otalgia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tapones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Zumbido de oídos?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Orejeras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Apreciación Subjetiva del Ruido en Centro de Trabajo			Vértigo?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muy intenso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ha usado estreptomicina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Moderado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Le han hecho test, aud ant?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Poco intenso	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajó con Ant. en ind. ruidosas?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Resultado del Ex Otoscópico _____
 Resultado del Ex Audiométrico MODERADA HIPOACUSIA BILATERAL PROBABLEMENTE NEUROSENSORIAL
SE LEE 1- V A A P A
2- C A A

22-8-91

CMP 8313

Figura 7.- Audiograma representativo de la Llamada Sordera Terminal o Manifiesta.

Para un programa de conservación de la audición, la audiometría es imprescindible por lo descrito.

Una audiometría standard tiene en las ordenadas, las pérdidas en número de decibeles de 0 a 100 y en las abcisas las bandas de frecuencias de 123, 250, 500, 1,000, 2,000, 4,000 y 8,000 c.p.s.. Este examen es realizado por un profesional paramédico especializado y efectuado en una cámara silente. El instrumento que se utiliza para efectuar este examen se llama audiómetro. Existen audiómetros para realizar este tipo de exámenes por vía aérea y vía osea. Se recomienda que el paciente, haya sido separado de la zona ruidosa alrededor de 16 horas, en caso contrario la audiometría puede arrojar resultados erróneos.

4.4.- Consecuencias Generales que Produce el Ruido.

Se puede decir, que los efectos generales que produce el ruido no son tan objetivos, como los efectos auditivos que genera. Aún no existe un cuadro definitivo de enfermedades generales causadas por ruido, pero las investigaciones apuntan en esa dirección.

Los factores que pueden incidir en los efectos generales son:- ña intensidad, la frecuencia, la continuidad de ruido, etc.y además está la susceptibilidad personal que puede rechazar o captar diversos tipos de ruidos.

Las recomendaciones realizadas por la American Conference Of Government Higienist (ACGIH) en cuanto a estudios para determinar ciertos efectos generales, han llegado a describir una escala de ruido en la cual se tiene que:- entre 30 y 65 fones se pueden producir trastornos psicológicos.

Entre 65 y 80 fones, trastornos somáticos y psíquicos y entre 90 y 120 fones, trastornos psíquicos, somáticos y específicos.

Trastornos somáticos son la manifestación de la transmisión de los impulsos nerviosos hacia los numerosos centros cerebrales y su repercusión orgánica general. Ejemplo de ello son:-

- Aumento de la presión arterial, aceleración de la actividad cardiaca y del metabolismo, vaso contricción perisférica, reducción de la actividad digestiva y aumento de la tensión muscular.

Algunos investigadores explican que los síntomas psíquicos son mucho mas difíciles de determinar, ya que aquí juega un rol muy importante la actitud individual de la persona que está expuesta a ruido.

La carga nerviosa que representa el ruido puede estimarse por lo siguiente:-

a.- Un ruido inesperado y discontinuo, molesta mucho más que un ruido regular en formas aislada.

b.- Un trabajo en el cual interviene la comunicación verbal resulta alterado por el ruido.

c.- Los ruidos de frecuencias altas molestan más que los de baja frecuencia.

d.- El nivel alto de ruido no esta en relación directa con las molestias que provoca, porque afecta especialmente a los trabajadores intelectuales.

También es interesante agregar que autores como Kryter, Polman, Lehmann, Blonmfield y G.H. Miller, despues de sus estyudios realizados han dado argumentos clínicos y expereimentales por las cuales se observa que se producen aumentos de rendimientos laborales cuando se eliminan o se mejoran las cobndiciones ruidosas de trabajo. En la disminución del rendimiento intervendrán factores psíquicos ya que el ruido interfiere la comunicación hablada entre los trabajadores, provocando una insatisfacción y sus consecuencias psíquicas, o una fatiga secundaria debido al constante esfuerzo de hablar en voz alta

CAPITULO V.- INSTRUMENTAL DE MEDICION.

5.1.- Instrumental Utilizado.

En nuestro estudio se utilizaron dos Sonómetros, un juego de Filtros de Bandas de Octava y un Dosímetro. Todo este instrumental corresponde a la marca Bruel and Kjaer.

Para nuestro chequeo previo se utilizó un Sonómetro o Decibelímetro tipo 2205 con que cuenta el Departamento de Higiene y Seguridad Industrial del Instituto Nacional de Seguridad Ocupacional (INSO), con el objeto de obtener información básica sobre los niveles de ruido existente en cada sección de trabajo.

Para ésto se procedió a realizar las mediciones de las diferentes secciones de la Compañía Minera San Ignacio de Morococha, Unidad de San Vicente, incluyendo:- Mina, Planta y Talleres.

En la Mina Subterranea se realizaron las mediciones en las diversas areas de actividad.- Tajeos 200, 300, 600-6I-6II-6IV, Rampa 725, Echaderos 395 y 435, Nivel 1750, Nivel 1570 y Túnel Uncush.

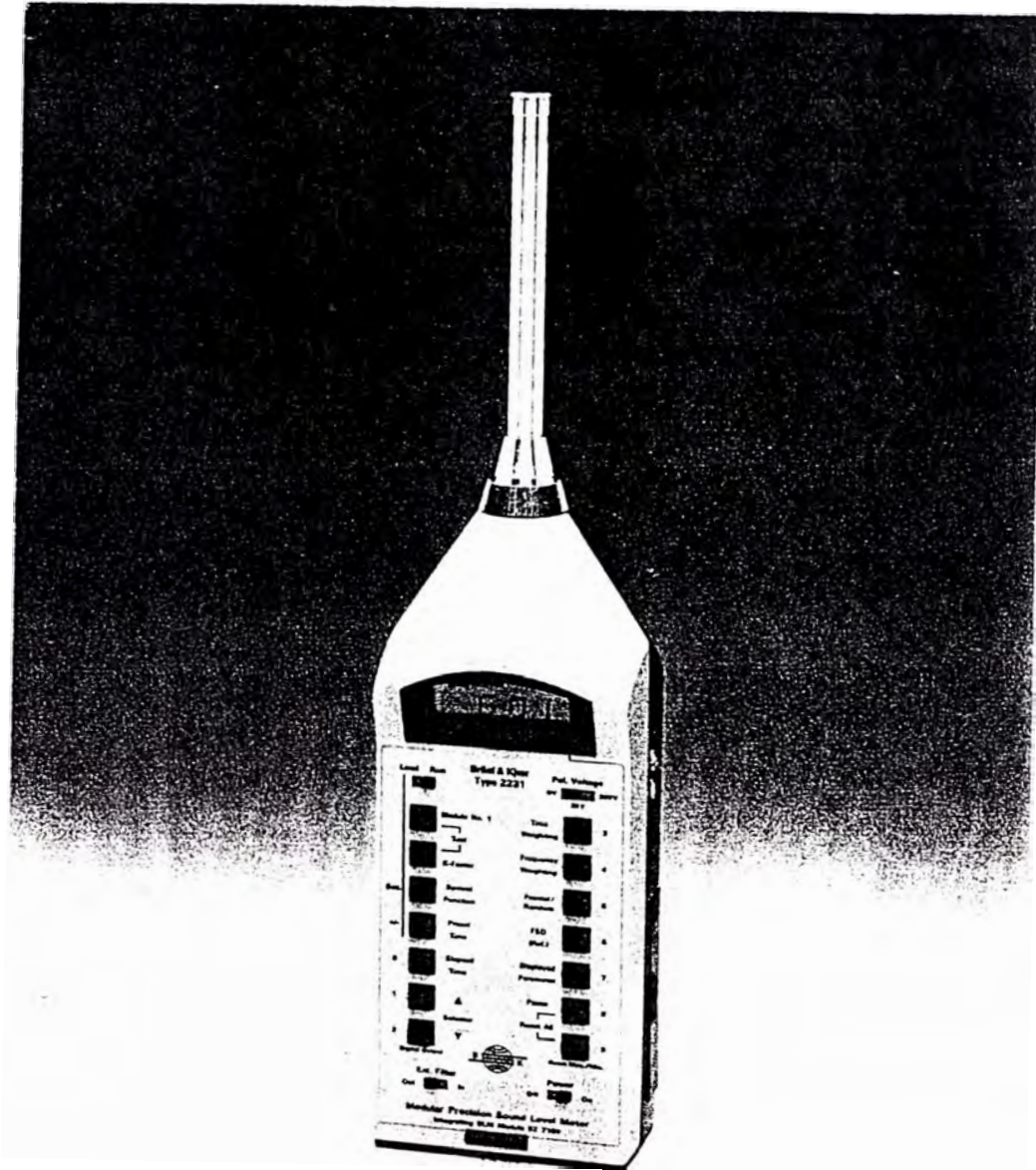
En la Planta Concentradora, se efectuaron mediciones en.-Chancadoras, Celdas de Flotación, Molienda.

En los Talleres se incluyò las zonas de.- Hidroeléctrica de Monobamba, Bombas de Relleno Hidráulico.Casa Fuerza, Maestranza Mina. Taller de Reparación de Carros Mineros, Taller de Servicios Auxiliares, Taller Eléctrico, Laboratorio Metalúrgico, Reparación de Carros Livianos 1 y 2, Mantenimiento de Planta de Concentrado.

Para este Estudio se realizó un recorrido a través de las diversas áreas y secciones para un reconocimiento previo de las zonas más ruidosas y de las maquinarias que operan en ellas, tomando las mediciones desde el punto de vista "fuente sonora". Es así como en este chequeo previo se descartan zonas relativamente ruidosas, en los cuales no existe personal expuesto a ruido, donde la circulación de personal es esporádica sin que requiera de protección auditiva en este último caso, dependiendo esto del tiempo de exposición

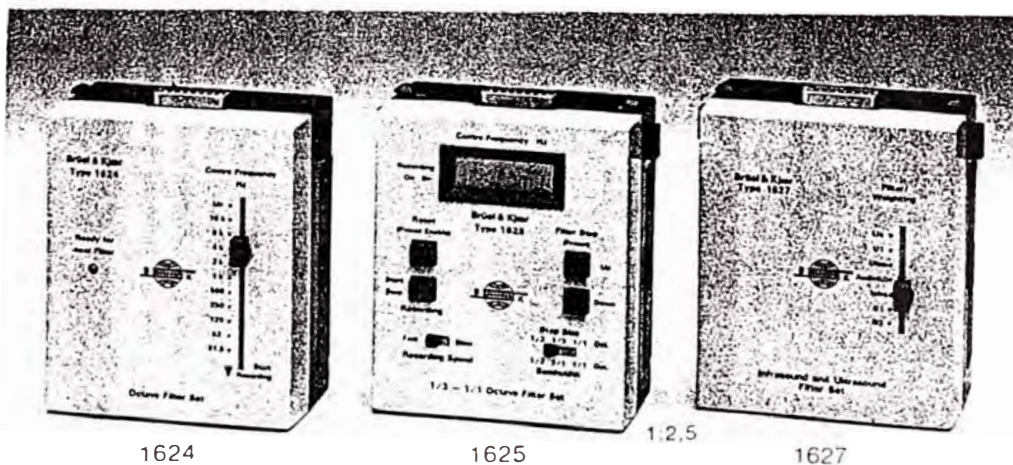
En el caso de mediciones de ruido en maquinaria se seleccionaron algunas de las más importantes en relación a maquinarias de perforación, carguío y transporte.

Esta selección se efectuó con el propósito de evaluar las zonas ruidosas más importantes con un instrumental más complejo, como es el Sonómetro tipo 2209, el Filtro de Bandas de Octava tipo 1613 y el Dosímetro tipo 4425, todos de marca Bruel and Kjaer.



Sonómetro Modular

Figura 8.- Sonómetro de Medición



Juego de Filtros de Octavas

Figura 9.- Juego de Filtros de Bandas de Octava

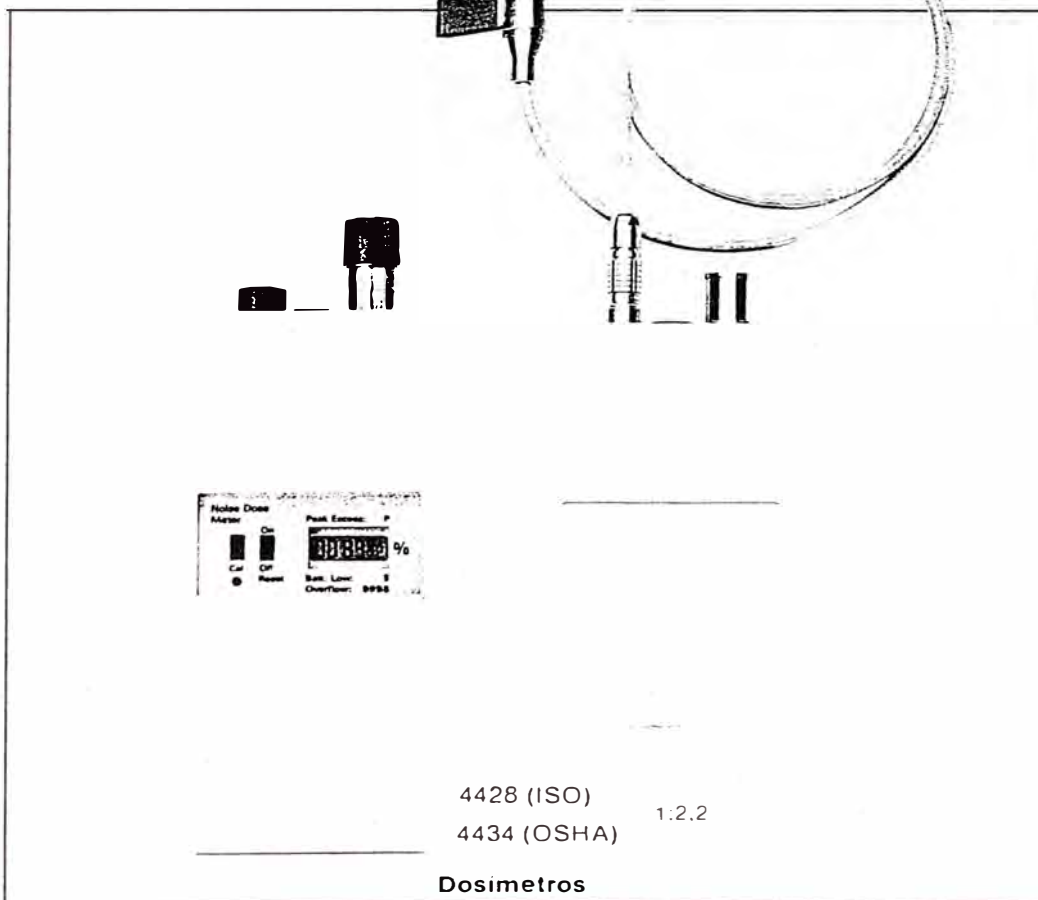
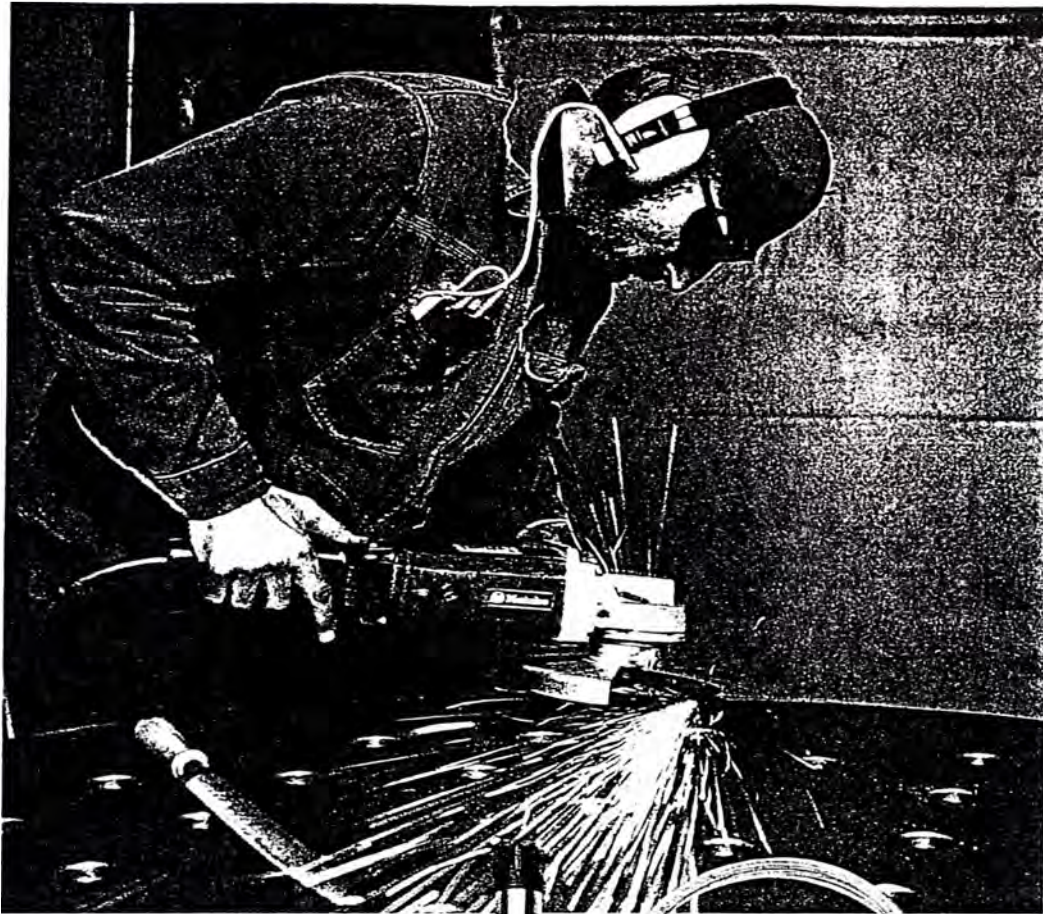


figura 10.- Dosímetro Personal

Se deja constancia que este instrumental específico para realizar estudios de ruido está a disposición de cualquier Centro Minero que lo requiera y cuyo propietario es el Instituto de Seguridad Ocupacional.

5.2.- Sonómetros.

Existen diversos tipos y modelos de Sonómetros, unos mas sofisticados que otros, según sea su fabricante, pero cada uno de ellos están confeccionados bajo los mismos principios tecnológicos y por tanto destinados a fines similares.

El Sonómetro es un instrumento que realiza mediciones de nivel de ruido en decibeles, por lo que también se le llama decibelímetro.

El Sonómetro sólo sirve para realizar mediciones de chequeo de nivel de ruido, ya que la seriedad de una exposición al ruido no se puede determinar solamente en forma aislada por el nivel de presión sonora en decibeles "A".

El Sonómetro consta generalmente, de un micrófono, que convierte las ondas sonoras en ondas eléctricas y de un circuito electrónico compuesto de atenuador, amplificador, un conjunto de filtros eléctricos, rectificador e indicador de las mediciones. La energía es suministrada a través de

pilas o baterías eléctricas colocadas dentro del instrumento. Las ondas eléctricas producidas por el micrófono son amplificadas suficientemente y registradas por el indicador. El amplificador opera por acción manual en forma discontinua, en saltos de 10 decibeles. Los filtros eléctricos (Filtros de ponderación A,B y C), son operadas con un control manual, generalmente estos suelen ser tres o cuatros y tienen por objeto aproximar las mediciones del nivel de ruido que da el instrumento a las respuestas que para el mismo sonido da el oido.

El rango de medición de estos instrumentos alcanzan generalmente hasta 140 decibeles. El Sonómetro indica el valor numérico que corresponde al ruido como un todo, es decir, como una resultante de los diversos sonidos que lo componen. Desde el punto de vista del efecto nocivo que el ruido tiene sobre el oido, o la identificación de los componentes del ruido, esto no es suficiente, por lo que se hace necesario conocer los valores del nivel de ruido en diversas regiones de frecuencias dentro del rango audible.

5.2.1.- Sonómetro Tipo 2205.

El Sonómetro Tipo 2205 proporciona las medidas de un sonómetro de aplicación general.

Posee filtros de ponderaciones de escala A, B y C que semeja las respuestas del ciclo al sonido expuesto, posee amortiguamiento rápido y lento (movimiento de la aguja en la lectura) y salida para conexiones de registradores de cintas o nivel.

Un cable prolongador opcional permite situar la distancia al micrófono de condensador de 1/2" del sonómetro cuando el medio ambiente donde se realiza el muestreo puede ser peligroso para el operador.

Su aplicación esta limitada a mediciones y exploraciones del ruido tanto industrial como urbano, posee bastante exactitud y estabilidad.

Su calibración se efectua con un pistófono, tipo 4230, que produce 94 dB más menos 0.25 dB a 1,000 c.p.s.. En general el pistófono es un calibrador acústico que hace de fuente sonora garantizando la precisión de las medidas con la señal de referencia que proporciona para los sonómetros y cumple los requisitos legales.

La desventaja más grande que posee sobre otros sonómetros es que a este instrumento no se le puede acoplar un juego de filtros para análisis de frecuencia.

5.2.2.- Sonómetro de Precisión Tipo 2209.

Este sonómetro portátil permite realizar mediciones de precisión y de impulsos. Está equipado con:- un micrófono de condensador calibrado individualmente, un voltaje de referencia interno para calibración, filtro ponderador (lineal A, B, C y D), detector de impulsos y de máximo impulso (peak) con circuito por retención, medidor de respuesta "rápido", "lento" e "impulso", lámparas de aviso de sobrecarga y conexiones AC y DC de salida para grabaciones, etc.

5.2.2.1.- Facetas Sobresalientes del Tipo 2209.

Tensión de referencia incorporada para verificación de la calibración electrónica.

Ponderación A, B, C y D , y respuesta "lineal" esta última ponderación registra el sonido en forma física no de acuerdo como lo captaría el oído humano.

Indicación del estado de las pilas durante el registro.

Zócalos para filtros exteriores.

Salida de c.a de baja impedancias para registradores de cinta o

gráfico de nivel y auriculares.

Salida de c.a para registradores de carta.

Respuestas seleccionables de 20 10 Hz. a 70 KHz.

Funcionamiento continuo de 20 horas con acumuladores alcalinos suministrado o de 8 horas con pilas ordinarias.

Indicadores de sobrecarga de los amplificadores.

Factor de cresta de 40:1 para medir ruidos impulsivos.

Preamplificador separable para uso de micrófono separado.

Se calibra con el pistófono 4200 que produce 124 más menos 0.2 dB a 250 Hz.

5.2.2.2.- Principales aplicaciones.

Análisis de ruido y vibraciones en desarrollos de máquinas.

Monitorado del ruido para valorar riesgo de lesión auditiva.

Estudios de ruidos urbanos.

Medidas acústicas y edificios para distribuciones y aislamientos

sonoros.

Medidas de ruidos impulsivos y
ruidos mecánicos

.5.3.- Filtros de Octavas.

Para alcanzar el objetivo principal de nuestro estudio, fue necesario efectuar análisis de frecuencias. En general un Sonómetro Tipo 2203, 2209, 2210 o 2218, se convierte en un analizador portátil de frecuencias, al acoplársele un filtro de octava adecuado.

Existe una variedad de filtros que se emplean en aplicaciones en la reducción de ruido de los fabricados, es decir, identificando los productos ruidosos para su rechazo y posterior reemplazo por productos que estén dentro de una tolerancia máxima del espectro de ruido.

En nuestro caso el filtro de octava acoplado al sonómetro adecuado, nos proporciona la información necesaria sobre los diversos niveles de presión sonora en sus respectivas bandas de frecuencias.

Para los estudios de ruido industrial se utiliza solamente los rangos de frecuencias que van desde 125 cps a 7,000 cps, debido a que el centro de frecuencia de 8,000 cps abarca el máximo de rango audible del ciclo humano que es de 10,000 cps o Hz.

5.3.1.- Filtro de Octava Tipo 1613.

En nuestro estudio se utilizó un juego de Filtros de Octava Tipo 1613 de Briel and Kjaer.

Se compone de 11 filtros de octavas de acuerdo con las normas IEC, DIN y ANSI.

Tiene frecuencias centrales desde 31.5 Hz a 31.5 KHz del rango de frecuencias de 22 Hz a 45 KHz.

Decibel de atenuación en el filtro individualmente ajustable de 0 a 50 dB.

Tiene la ventaja de sincronizarlo de nivel Tipo 2306.

Consta de soquetes para la conexión del filtro (IN y OUT) con los soquetes del Sonómetro. Posee un Filtro Switch que es un selector para los filtros de octavas requeridos. Las frecuencias centrales están indicadas alrededor del switch.

Posee un potenciómetro, estos tornillos ubicados bajo la cavidad alrededor del filtro switch son usados para dar una atenuación diferente (entre 0 y 50 dB) en cada paso de banda, cuando el switch ponderador está en la posición "ON".

Consta de switch ponderador, cuando este está puesto en "ON" las atenuaciones efectuadas por el potenciómetro ponderador son aplicadas a las señales en el adecuado paso de bandas. Cuando el switch es puesto en "OFF", no hay atenuación de la señal filtrada.

5.3.2.- Usos y Principales Aplicaciones.

En combinación con Sonómetros Tipos 2203 y 2209, siendo este último el más ventajoso es utilizado para-

- Análisis de ruido y vibración.
- Atenuación de ruido de fondo.
- Mediciones de distorsión.
- Calibración de Audiómetros.
- Evaluación de audibilidad de acuerdo con ISO R 532 (Stevens y Zwicker).
- Ruido y vibración chequeando en tercios de octavas y octavas.
- Mediciones de construcciones acústicas
- Potencias sonoras en máquinas.

5.4.- Dosímetro Tipo 4425.

En general los Dosímetros personales miden la exposición del ruido del personal expuesto a este agente contaminante durante su jornada de trabajo o que por cualquier otro motivo está expuesto a niveles de ruidos imprevisibles.

El Dosímetro es un instrumento electrónico portátil que sirve para medir la Dosis de Ruido. El Dosímetro indica la proporción recibida de la dosis de ruido tolerable, es decir, el porcentaje de máxima exposición permisible al ruido.

La indicación del 100% se basa en una exposición de 90 dB (A) durante una jornada de trabajo de ocho horas o una combinación equivalente de exposiciones mayores o menores.

Los Dosímetros de la Bruel and Kjaer, constan de una forma acelerada de medida que permiten una valoración rápida del medio ambiente de máquinas cíclicas. Los que no poseen este modo acelerado de trabajo acumulan los datos con excesiva lentitud y no puede valorarse el medio ruidoso antes de imponerse la medida durante toda la jornada, es decir, los dosímetros de la Bruel and Kjaer y en especial el 4425 actúan con Sonómetros integradores.

Un Dosímetro se compone de las siguientes partes, todas estas formando parte de una unidad in situ:-

Micrófono.

Ponderador escala "A".

Amplificador.

Detector RMS.

Ponderador de amplitudes.

Acumulador.

Pantalla digital (% display)

La energía es suministrada por dos baterías
eléctricas de 9 Volt

Controles.

Soquetes para conexión de micrófonos
preamplificador.

Botón de lectura (Read OUT)

Indicador intermitente sobre 115 dB (A)

Interruptor de uso múltiple (off/resser) para las
posiciones ON, CAL, CAL BATT.

Potenciómetro de calibración.

5.4.1.- Características Sobresalientes.

Micrófono de condensador de 1/2 pulgada.

Montaje separado de micrófono con
preamplificador opcional.

Placas de cobertura para presentación
visible u oculta.

Pilote indicador de exposición superior a
115 dB (A) "lento".

Modo acelerado para valoración rápida para medios ruidosos cíclicos.

Totalmente integral. No requiere de dispositivos exteriores de presentación de resultados.

Se puede calibrar in situ.

Lecturas intermedias durante las medidas.

Prueba de pilas para garantizar 8 horas de funcionamiento.

5.4.2.- Principales Aplicaciones.

Valoración del riesgo de lesión auditiva.

Estudios de ruidos en industrias.

5.4.3.- Calibración del Dosímetro 4425.

Este aparato se puede calibrar con los pistófonos tipo 4230 y 4220. Resulta más ventajoso usar el pistófono tipo 4230, ya que la calibración se efectúa alrededor de 90 dB (A), debido a que este es un criterio establecido de punto óptimo de calibración.

El proceso de calibración consta de los siguientes pasos:-

- Chequeo de baterías.

Ajuste del calibrador al micrófono.

Conmutar el interruptor de uso múltiple OFF/RESSER hacia "CAL" y presione el calibrador al Dosímetro. Este se efectúa durante un tiempo razonable, luego se presiona el botón de lectura READ OUT y se anota la lectura indicada en la pantalla (% display).

Una vez transcurrido 30 segundos, se presiona de nuevo el botón de lectura y se anota la lectura indicada en la pantalla. Se resta la primera cuenta de la segunda, cuando está correctamente calibrado el Dosímetro, resultará un índice de 1% por segundo con la señal del calibrador de sonido aplicada al micrófono y estando el interruptor de uso múltiple conmutado "CAL". Para un tercer período de calibración el resultado de la resta debería ser aproximadamente de 30%. Sin embargo, para errores de más menos 0.5 dB (A) la cuenta requiere estar sobre los límites dados en la siguiente tabla:-

Instrumento	Standard	% Count Limit.
4425	OSHA q=5	28 - 32

Si el resultado no está entre los límites se debe ajustar el tornillo para calibración.

Cuando se tiene una calibración adecuada se coloca el interruptor de uso múltiple en OFF y se remueve el calibrador del micrófono y se le vuelve a colocar el protector de polvo al micrófono.

5.4.4.- Determinación de la Dosis de Ruido con Dosímetro.

La definición de Dosis para la aplicación con Dosímetro es la siguiente.

$$D = 100 \int_0^{T/8} \left(\frac{P(t)}{0.632} \right)^n dt \quad (\text{ecuación 5.4.4.1.})$$

Donde.-

D = Dosis de ruido en porcentaje.

P(t) = Es la presión sonora que varía con el tiempo, medida con el filtro (A) y expresada en Pascales (1 Pascal = 10 Dinas/cm)

t = Duración de la medición en horas.

La ecuación 5.4.4.1.- se deja adimensional mediante la comparación con la presión correspondiente a 90 dB (A) que es de 0.632 Pascales (6.32 Dinas/cm) y la duración de la medición también se deja sin dimensión al compararla con la jornada normal de 8 horas. Así la ecuación completa está referida al criterio de dosis de ruido de 90 dB (A) para ocho horas

El factor se introduce en la ecuación para obtener $D=100\%$ como criterio de Dosis.

En la ecuación 5.4.4.1.- se tiene que la presión $P(t)$ esta elevada a una potencia "n", que recibe el nombre de "Ponderación de Amplitud".

Efectuando la integración de la "amplitud moderada" sobre la duración de la medición obtendremos la dosis de ruido. En las normas de conservación auditiva la potencia "n" no esta definida directamente, sino que a través de un parámetro "q", que corresponde al número de decibeles (A) que deben ser sumados a un ruido para obtener la misma dosis al reducir a la mitad la duración de la exposición.

Como el Dosímetro que se uso para nuestro Estudio se rige por la norma que corresponde al Reglamento de Salud Ocupacional y Seguridad (OSHA), que sucede a la ley

de Wash Healey en Norteamérica. OSHA especifica para "q" un valor igual a 5. Con este valor de "q", 95 dB (A) para cuatro horas sería una dosis de ruido equivalente a 90 dB (A) para 8 horas, donde se aprecia que al reducirlo a la mitad el tiempo de exposición al nivel de presión sonora aumenta en 5 dB (A).

Estas dos situaciones pueden usarse en la ecuación 5.4.4.1. para obtener un valor de "n" para OSHA, considerando que 95 dB (A) corresponden a una presión sonora de 1.124 Pa.

$$\int_0^{4/8} \left(\frac{1.124}{0.632} \right)^n dt = \int_0^{8/8} \left(\frac{0.632}{0.632} \right)^n dt$$

Después de la integración queda.-

$$\left(1.780 t \right) \Big|_0^{4/8} = \left(1^n t \right) \Big|_0^{8/8}$$

Aplicando los límites de integración, se tiene que.-

$$1.780^n \times 0.5 = 1 \quad \text{ó}$$

$$1.780^n = 2$$

Para $1.780^{1.2} = 2$ Luego al efectuar la

igualdad

$$bn = 1.2$$

Así para el criterio OSHA para un valor $q=5$, la presión sonora debe ser elevada a la potencia 1.2 para obtener la "ponderación de amplitud correcta".

Para este valor de "q" la ecuación 5.4.4.1. se reduce a.-

$$D_{\text{OSHA}} = 100 \int_0^{T/8} \left(\frac{P(t)}{0.632} \right)^{1.2} dt \% \text{ (ecuación 5.4.4.2.)}$$

CAPITULO VI.- EVALUACION DEL RUIDO

6.1.- Legislación Sobre Exposición a Ruido Industrial.

La legislación actual sobre ruido industrial en el Perú, ha permitido normar los límites máximos permisibles para exposición a ruido continuo e intermitente, consignado en el Artículo 290 del Decreto Supremo 0.34-73 EM-DEM, lo cual significó aumentar la protección de la población trabajadora, que incurría en pérdidas auditivas por ruido y dañaban su capacidad de comprender el lenguaje diario.

Tal reglamentación posibilita la reducción de otras formas de daños y enfermedades profesionales relativas al ruido, pero aún se hace insuficiente frente a lo establecido internacionalmente, cuya normativa es más rigida en cuanto a tiempo de exposición, como al nivel sonoro a que se exponen los trabajadores, tal es el caso del Instituto de Salud Ocupacional Norteamericano.

Para demostrar lo señalado anteriormente, se entrega la legislación vigente tanto en el Perú, como las aceptadas internacionalmente, para tal efecto se muestran las siguientes Tablas.-

**RUIDO CONTINUOS E INTERMITENTES EN EL PERU
(DECRETO SUPREMO 034-EM-DEM)**

Nivel Sonoro dB (A) lento	Tiempos de Exposición (Horas)
90	8
92	6
95	4
97	3
100	2
102	1.5
105	1
107	0.75
110	0.50
115	0.25

**RUIDO CONTINUO E INTERMITENTE INTERNACIONAL
(Norma OANSI - 1971)**

Presión Sonora dB (A) lento	Tiempo de Exposición (Horas)
80	16
85	8
90	4
95	2
100	1
105	0.5
110	0.25
115	0.12

Los distintos niveles sonoros y sus correspondientes tiempos de exposición señalados, corresponden a exposiciones continuas equivalentes en que la dosis de ruido diaria (D=1).

En el caso de las exposiciones intermitentes a ruido continuo, debe considerarse el efecto combinado de aquellos niveles sonoros que son iguales o que exceden de 85

dB (A). Para tal efecto la dosis de ruido diaria (D) se calcula de la siguiente manera y no debe ser mayor que 1.

$$D = \frac{C}{T} + \frac{C}{T} + \dots + \frac{C_n}{T_n}$$

C = Tiempo total de exposición a un nivel sonoro específico

T = Tiempo total permitido a ese nivel sonoro.

El Decreto Supremo 034-73 EM-DEM, cita en su Artículo 290.- "en ningún caso se permitirá sobrepasar el nivel de 115 dB(A) cualquiera que sea el tipo de trabajo"

En lo concerniente a ruido de impacto, se reconoce lo siguiente:

Ruido de Impacto.- Se considera ruido de impacto a aquel cuya frecuencia de impulso no sobrepasa un impacto por segundo y aquel cuya frecuencia sea superior se considerará ruido continuo.

Los niveles de presión sonora máximos de exposición por jornada de trabajo de 8 horas dependerá del número total de impactos de dicho periodo, de acuerdo a la siguiente tabla.-

Número de Impactos por Jornada de 8 Horas	Nivel Presión Sonora Máximo en dB (A)
100	140
500	135
1000	130
5000	125
10000	120

6.2.- Factores a considerar en Evaluación de Ruido.

El objetivo que se persigue al realizar evaluaciones de ruido en la industria es conocer el grado de interferencia a la palabra hablada, el comfort, o disminución de la agudeza auditiva con el fin de obtener información tendientes a tomar medidas de control y realizar programas de conservación de la agudeza auditiva.

Para realizar este tipo de evaluaciones se puede hacer uso de un Sonómetro, un Analizador de Frecuencias en Bandas de Octavas, el Sonómetro registra solamente el nivel sonoro en forma global, sin tener en cuenta los diversos tipos de frecuencias que pparticipan en el. El Analizador de Bandas de Octavas, como su nombre lo indica, mide los niveles de presión en las distintas bandas de frecuencias que componen el espectro de ruido a medir sobre la gama auditiva del oído humano.

Además de realizar las mediciones de nivel sonoro se deben considerar los siguientes factores.-

Tipo de ruido.

Ubicación de los trabajadores expuestos.

Tipo de fuente sonora.

Lugar de trabajo.

Fecha de medición.

Distancia entre el operasdor y la fuente

En nuestro estudio realizado en la Unidad de San Vicente de la Compañía Minera San Ignacio de Morococha S.A., se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones.-

Las mediciones se realizaron promediando los valores que son utilizados para los cálculos.

El chequeo previo fue realizado por una plana de Ingenieros Industriales del Departamento de Higiene y Seguridad Industrial del Instituto Nacional de Salud Ocupacional.

El estudio final efectuado con analizador de frecuencias en bandas de octava, fue asesorado por personal especializado del Departamento de Higiene y Seguridad Industrial del INSO.

En cuanto a factores se considera la maquinaria muestreada como una fuente sonora generadora de energía acústica, no considerandio sus detalles como.- construcción, capacidad, cualidades mecánicas, etc,

Los efectos de reflexión y refracción sonora no se han considerado como características preponderamnte debido a que el estudio compremnde sólo mediciones de la maquinaria misma y a un metro de la fuente sonora, a la altura del oido del trabajador, sin embargo, estos efectos están presentes y aunque el trabajador está reflejando y refractando este sonido, su influecia es mínima y no incide mayormente en los cálculos posteriores.

Todas las mediciones de nivel sonoro se registraron con Sonómetros con filtros de ponderación "A" lento

Las mediciones de nivel de presión sonora de la frecuencias centrales de las bandas de octava se realizaron con filtro exterior para análisis de frecuencias en bandas de octavas.

El margen de error de las mediciones es de +/- 1 dB, debido a variaciones como como. dirección del viento en campo libre o sin barreras y fluctuaciones de potencia sonora de las máquinas, además de los errores aleatorios que pueden cometerse por la

apreciación de las lecturas de los instrumentos.

Las mediciones que se realizaron para nuestro estudio corresponden solamente a mediciones de ruido continuo e intermitente, dependiendo del periodo de operación de la maquinaria o fuente sonora (máquina acelerando, desacelerando, cargando, descargando, perforando, etc.)

Los tipos de ruido industrial como ruido continuo son conceptos que encierran un amplio margen de variaciones, de esta forma hemos definido algunos de los diferentes tipos de ruidos muestreados, según nuestra apreciación, para un mejor entendimiento.

6.3.- Evaluación del Nivel Sonoro.

La evaluación del nivel sonoro en la Unidad de Sai Vicente, fueron realizadas entre las fechas 12.06.91 al 02.07.91, correspondiente al periodo de chequeo previo con Sonómetro Tipo 2205 de la Bruel and Kjaer, usando el criterio de dB (A) lento, ya que la respuesta de del oído humano es mejor producida por el uso de la curva de ponderación "A", la que atenúa los sonidos de frecuencias bajas y muy altas.

Este criterio se corresponde muy bien con otros de valoración más complejas, por ello, la mayor parte de las medidas de ruido se realizan hoy en dB (A) lento.

Las mediciones de nivel sonoro realizadas con Sonómetros se encuentran registradas en el Anexo 1 (Ficha 1 a Ficha 32).

Las Fichas contienen información detallada de las zonas muestreadas en San Vicente de SIMSA.

6.4.- Evaluación del Nivel de Presión Sonora con Analizador en Bandas de Octavas.

Después de haber analizado los valores registrados en el chequeo previo de reconocimiento, se seleccionaron los lugares más importantes de las secciones donde existen fuentes de altos niveles sonoros.

El objetivo que se perseguía para este muestreo, es el de conocer los niveles de presión sonora en las distintas bandas de octavas en la que está dividido el espectro de la audición.

Estas mediciones se encuentran registradas en el Anexo 2 (Ficha 33 a Ficha 44).

6.5.- Evaluación de Dosis de Ruido con Dosímetro.

Las evaluaciones de Dosis de Ruido se encuentran registradas en el Anexo 3 (Ficha 45 a Ficha 50).

CAPITULO VII.- CONTROLES DE RUIDOS

7.1.- Generalidades.

Si las máquinas existentes en una industria fueran silenciosas en su funcionamiento, el problema de ruido no se presentaría, pero cuando se establece el ruido sobre los 85 dB (A) (que es considerado el límite superior para la audición normal) producidos por las máquinas en el proceso de trabajo u otra causa cualquiera que perturbe el ambiente de trabajo, entonces se requiere utilizar diversos métodos que estén destinados a mejorar las condiciones del ambiente laboral.

Para realizar la prevención de los daños que produce el ruido, debemos estudiar el mecanismo de acción del mismo. En primer lugar sabemos que existe una fuente de ruido, que este ruido se trasmite por un medio que puede ser el aire, las paredes, los tabiques o el agua, y que finalmente llega al oído humano que es donde genera el daño, entonces las medidas preventivas se pueden dar en estos tres niveles:- Fuente, Trasmisor y Receptor.

Las medidas preventivas a Nivel de Fuente Sonora, debe ser el primer y más importante nivel de control, evitando que el ruido se produzca. Entre las medidas técnicas para dicho control se puede citar:- la revisión de la maquinaria que incluye equilibrio de la misma, lubricación, modificación de

las partes en movimiento, montaje sobre base sólida y firmes independientes, para evitar las vibraciones o el empleo de amortiguamiento, colocación en las paredes, techos, etc de paneles absorbentes de ruidos, fabricados con material antisonoro.

El control a Nivel de Medio de Trasmisión, cuando no se pueden eliminar en el origen, muchas veces pueden evitarse, aislando o segregando los aparatos productores de ruidos, consistiendo en aislarlos herméticamente en recintos especiales con pisos, techos y paredes construidas de material antisonoro, como el linoleo, lana de vidrio, cartón, espuma, arena, tecknopor, etc.

Como generalmente sucede, que es imposible introducir modificaciones en los sistemas de trabajos o en las máquinas, para reducir o eliminar los ruidos, se debe recurrir a la última solución a Nivel del Receptor, dotando al trabajador de equipos de protección individual contra el ruido, denominados Protectores Auditivos.

7.2.- Protectores Auditivos.

El objetivo de controlar el ruido a nivel del receptor, consiste en evitar que el oído humano sea lesionado y por ende se produzcan dificultades en la comunicación oral. Es importante señalar que este tipo de control, debe de realizarse cuando los otros controles hayan

fracasado y el trabajador siga expuesto a altos niveles de ruidos.

El Cerumen, es el protector auditivo natural, que produce el organismo para proteger el oído humano, pero en la actividad industrial, se requieren de dispositivos más sofisticados para la conservación de la audición.

Los equipos de protección individual se presentan de diferentes formas, que son.-

- a.- Protectores de Inserción
- b.- Protectores Superauriculares
- c.- Yelmos, y
- d.- Protectores Circunauriculares.

Existen en el mercado una gran variedad de implementos para la protección de la audición, pero los recomendados para la industria minero-metalúrgica, se dividen de la siguiente manera:-

- 1.- Tapones de Inserción
- 2.- Protectores Auditivos Tipo Fonos

7.2.1.- Tapones de Inserción.

El Tapón Auditivo puede ser clasificado de la siguiente manera.-

Puede ser aural (insertarse en el canal auditivo).

Ser supraaural (que cierre herméticamente los bordes externos del canal auditivo).

Los protectores aurales que se ofrecen para la implementación de los programas de conservación de la audición, están confeccionados de distintos materiales como.- caucho, silicona, plástico, cera y algodón. Los tapones premoldeados vienen en distintos tamaños, los que deben ser asignados por personal debidamente entrenado. También dentro de esta categoría de tapones de inserción, existe una clase de tapones que son moldeados por el usuario, en el conducto auditivo (lana mineral, espuma plástica, etc.), muchos de estos productos son desechables.

7.2.2.- Protectores Auditivos Tipo Fonos.

Es un dispositivo que tiene la función de proteger el oído externo en forma de barrera acústica, y consiste de las siguientes partes:-

- a.- Conchas
- b.- Revestimiento Interno
- c.- Almohadillas
- d.- Asa o Banda de la Cabeza
- e.- Fijador o Ajuste.

Todos estos componentes forman en conjunto el Protector Tipo Fonos, el cual es el mecanismo más seguro para la conservación de la agudeza auditiva.

Los niveles de atenuación de muchos protectores varían no solamente en la reducción real de decibeles, sino también, en la reducción de las distintas bandas de octavas.

Estos niveles de atenuación difieren también en la forma de colocar el protector auditivo:- Sobre la Cabeza, Bajo la Barbilla, Sobre el Cuello.

7.3.- Niveles de Reducción de Ruidos.

Para realizar la correcta asignación de protectores auditivos, se debe de realizar un estudio de ruido y así poder determinar en decibeles los niveles reales de presión sonora en bandas de octavas en el área de trabajo determinada de "ruidosa". Estudiar las especificaciones por el fabricante sobre los niveles de atenuación de los distintos protectores auditivos, a fin de poder establecer

cual es el más apto para el problema en particular de exposición a ruido. Además de considerar para la elección de un protector auditivo la atenuación que ofreciese debe tenerse cuenta la comodidad, este es un factor importante para que pueda ser utilizado con agrado.

La asignación de protectores auriculares es algo muy delicado que debe ser supervisado periódicamente, ya que al usuario le produce diversas reacciones, como alergias, dolores de cabeza, infecciones, etc.

Hablando de un tipo de protector ideal se podría decir lo siguiente.-

Deberá de proporcionar una atenuación eficaz del ruido, uso confortable, estéticamente aceptable, no provocar reacciones tóxicas y no impedir la comunicación hablada.

7.3.1.- Modelos y Características de Protectores Auditivos.

Es frecuente constatar que valores obtenidos en la práctica no guardan relación con lo recomendado y proporcionado por el fabricante.

Los factores que alteran el rendimiento de los dispositivos de seguridad tenemos al tamaño de la máquina

que se opera, al tiempo de vida de los protectores, etc, que obviamente afectan los rendimientos de lo recomendado.

Estas razones lleva a la necesidad de tener información técnica de las mediciones de trabajo en la mina, para poder determinar la efectividad de dichos dispositivos de protección.

Para poder tener un conocimiento más exacto de los protectores auditivos existentes en el mercado, utilizaremos como guía la recomendada por los fabricantes, sin considerar los factores que bajan su efectividad, considerando que la protección debe ser evaluada periódicamente.

A.- Tapones de Inserción.

1.- Marca:- BILSOM

Modelo:- Soft

Niveles de Atenuación.-

Frecuenc. (Hz)	Atenuación (dB)
125	22
250	25
500	28
1000	34
2000	37
3000	45
4000	45
6000	41
8000	38

2.- Marca:- MSA
 Modelo:- Ear Defenders

Niveles de Atenuación:-

Frecuenc. (Hz)	Atenuación (dB)
125	22
250	22
500	25
1000	28
2000	31
3000	36
4000	28
6000	30
8000	25

B.- Protectores Auditivos Tipo Fonos.

1.- Marca:- MSA
 Modelo:- Mark V

Niveles de Atenuación:-

Frecuenc. (Hz)	Sobre la Cabeza (dB)	Bajo el Mentón (dN)	Sobre el Cuello (dB)
125	15.5	13.7	14.1
250	21.5	21.3	21.5
500	29.1	28.2	28.1
1000	37.3	37.0	36.9
2000	36.7	36.8	34.6
3000	36.2	36.7	36.2
4000	34.5	33.8	33.5
6000	34.3	32.8	32.6
8000	33.2	32.9	32.5

2.- Marca:- MSA

Modelo:- Mark IV

Niveles de Atenuación:-

Frecuanc.	Sobre la Cabeza	Bajo el Mentón	Sobre el Cuello
(Hz)	(dB)	(dB)	(dB)
125	12	17	17
250	16	18	18
500	27	29	29
1000	35	36	36
2000	37	38	38
3000	41	44	44
4000	47	44	44
6000	42	43	43
8000	43	43	43

3.- Marca:- MSA

Modelo:- Comfo 500

Niveles de Atenuación:-

Frecuen.	Sobre la Cabeza	Bajo el Mentón	Sobre el Cuello
(Hz)	(dB)	(dB)	(dB)
125	13	9	9
250	20	17	17
500	26	23	23
1000	32	33	33
2000	35	37	37
3000	41	40	40
4000	48	46	46
6000	38	36	37
8000	36	31	32

4.- Marca:- MSA
 Modelo:- Mark II
 Niveles de Atenuación:-

Frecuenc.	Sobre la Cabeza
(Hz)	(dB)
125	19
250	25
500	35
1000	42
2000	37
3000	34
4000	36
6000	36
8000	36

5.- Marca:- SILENTA POP
 Modelo:- Standard
 Niveles de Atenuación:-

Frecuanc.	Sobre el Cuello
(Hz)	(dB)
125	18
250	18.5
500	28.5
1000	44
2000	39
3000	44
4000	47
6000	43
8000	38

Protección Contra el Ruido

Ruidos Continuos..Erráticos. Fluctuantes. Transitorios

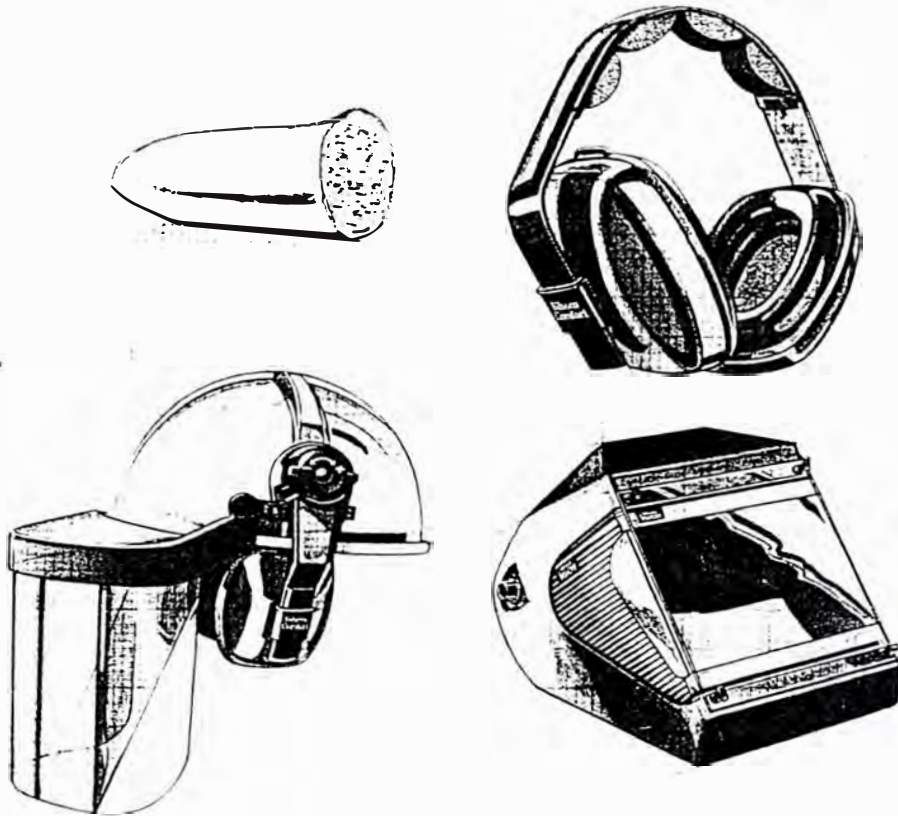
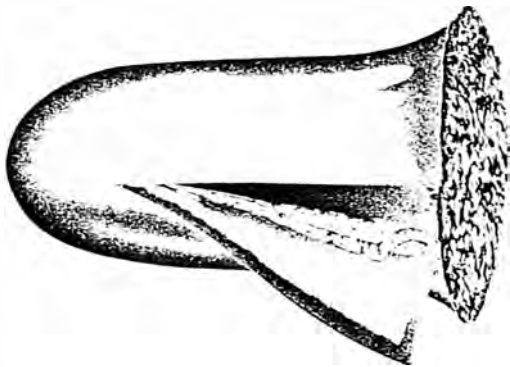


Figura 11.-.Diversos Tipos de Equipos de
Protección Auditiva Individual

- **Verificación sencilla.** La distintiva tapa azul hace que sea fácil ver quienes llevan los oídos adecuadamente protegidos

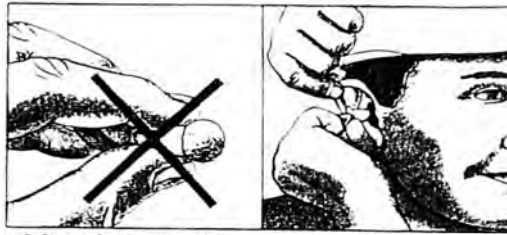
Descripción: Tapón endoaural ya formado.
 Materiales: Cuerpo: lana mineral acústica.
 Núcleo y tapa de cierre: espuma de poliéter.
 Funda: película perforada de polietileno.
 Peso: 0,20 g.

EL TAPÓN ENDOAURAL MÁS MODERNO.
 Ningún material tiene por sí solo todo lo que se requiere para hacer un tapón endoaural perfecto. Bilsom Soft, el tapón de tres componentes, con un conjunto de lana mineral acústica, espuma y película, se acerca lo más posible a la perfección.



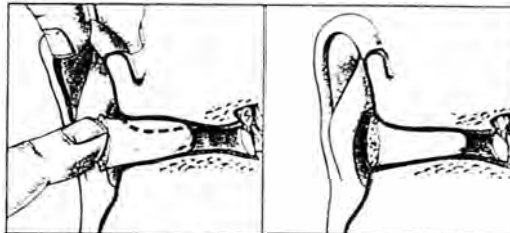
- **Atenuación.** La lana mineral absorbente del sonido protege eficazmente contra el ruido, pero deja pasar el sonido de la conversación normal.
- **Comodidad.** El núcleo de espuma esponjosa proporciona estabilidad, se expande y contrae para ajustarse perfectamente a la mayoría de los oídos sin causar una presión irritante.
- **Higiene.** La suave funda de película de plástico mantiene limpio el Bilsom Soft, protegiendo los oídos sensibles contra la irritación y las infecciones. No precisa preformado – tampoco hay transmisión de suciedad de los dedos.
- **Manejo fácil.** Se introduce y saca, usando la tapa antideslizante de espuma plástica para agarrarlo.

LA FORMA DE ASIR DE BILSOM



1. El Bilsom Soft está listo para ser usado. No enrollarlo ni estrujarlo.

2. Agarre el tapón por la tapa usando la mano derecha para la oreja derecha y viceversa. Tire hacia arriba de la parte superior de la oreja con la otra mano, a fin de enderezar el conducto auditivo.



3. Meta el tapón en su sitio con un ligero movimiento de enroscado.

4. Para sacarlo, agarre de la tapa y tire.



El Bilsom Soft correctamente introducido

BILSOM SOFT: ATENUACIÓN EN dB
 (Según las normas ANSI S3.19-1974)

Frecuencias. Hz	125	250	500	1000	2000
Valor medio	22	25	29	34	37
1 Desviación Std	3.5	2.3	2.5	3.1	2.4
Frecuencias. Hz	3150	4000	6300	8000	
Valor medio	45	46	41	38	
1 Desviación Std	3.4	4.2	4.4	3.9	

Figura 12.- Tapón de Inserción

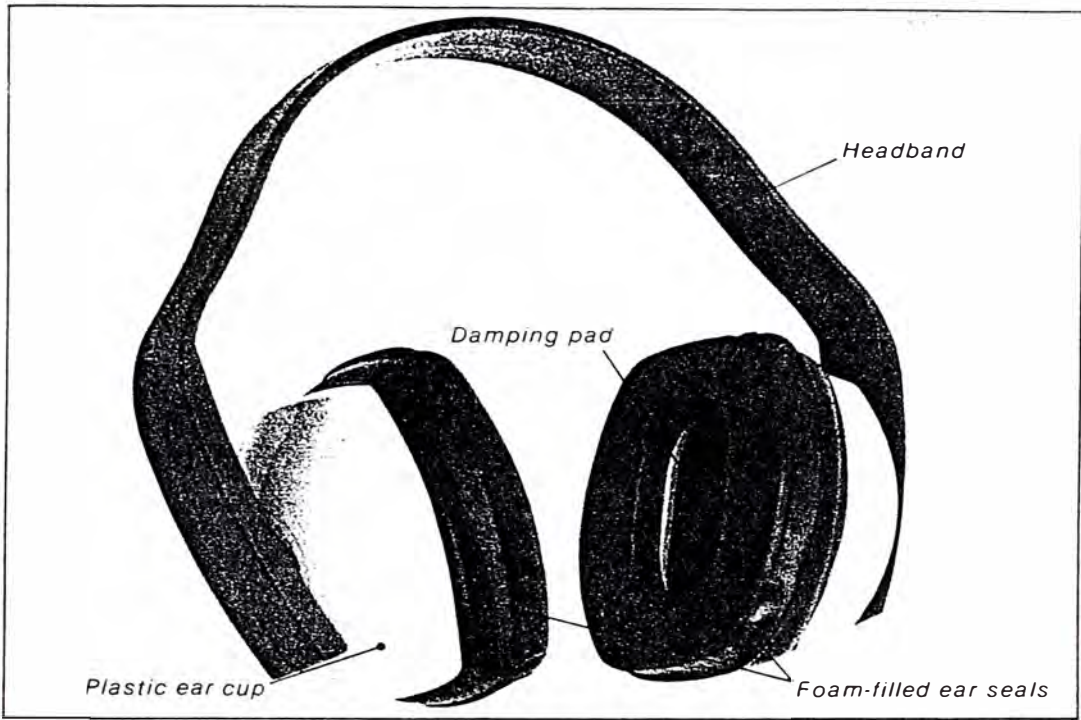
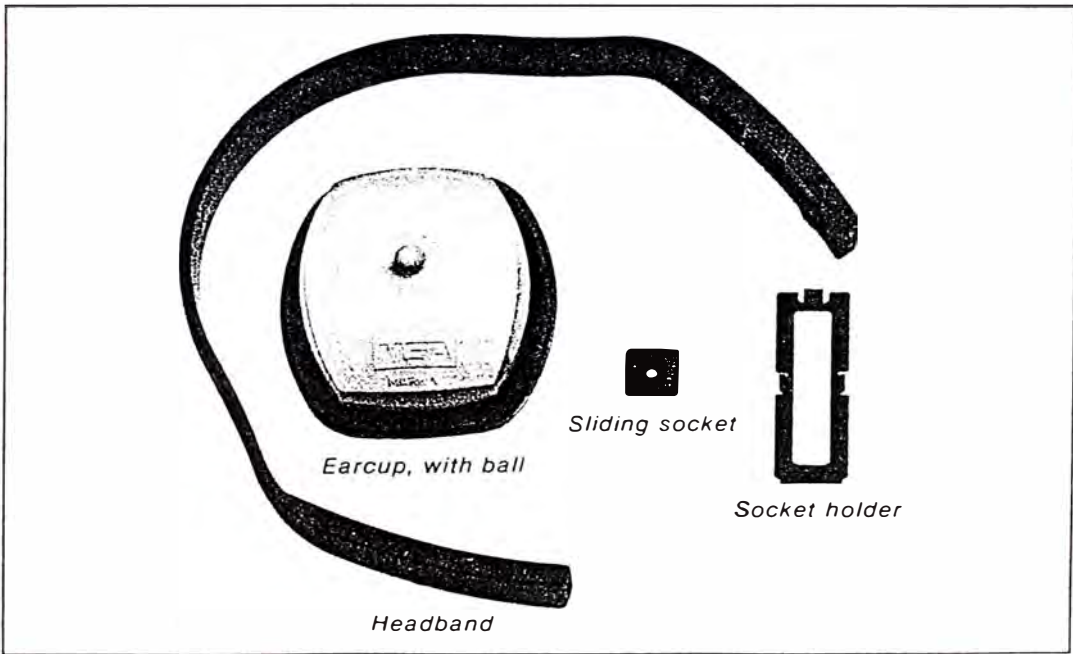


Figura 13.- Partes Componentes de Protectores Tipo Fonos



When an earcup is taken off the headband to be cleaned or replaced, place the earcup at the bottom of the band before pulling it off. If it is taken off elsewhere, the socket and the socket slide holder may also come

off. If they do come off, they can be replaced by placing the socket in the socket holder and then pressing the socket holder into position.

Figura 14.- Partes Integrantes del Protector Auditivo Tipo Fonos.



Sobre la cabeza

2.- Sobre el Cuello

3.- Bajo el Mentón

Figura 15.- Formas de Utilización de los Protectores Auditivos Tipo Fonos

Mean attenuation characteristics of Mark V Circumaural Protectors. (Tested in accordance with ANSI S3.19-1974.)						
Frequency (Hz)	Worn over the head		Worn behind the head		Worn under the chin	
	Mean attenuation (dB)	Standard deviation (dB)	Mean attenuation (dB)	Standard deviation (dB)	Mean attenuation (dB)	Standard deviation (dB)
125	15.5	2.4	14.1	2.6	13.7	3.3
250	21.5	1.6	21.5	2.3	21.3	2.8
500	29.1	1.7	28.1	1.6	28.2	2.4
1000	37.3	2.9	36.9	2.4	37.0	2.6
2000	36.7	2.9	34.9	2.0	35.6	2.0
3150	36.2	2.6	36.2	3.2	36.7	3.7
4000	34.5	3.6	33.5	3.1	33.6	3.6
6300	34.3	3.4	32.6	4.1	32.8	2.8
8000	33.2	3.5	32.5	4.3	32.9	3.5
NRR	25		23		23	



Offices and representatives in principal cities worldwide
 In U.S. call nearest stocking location toll free at 1-800-MSA-2222.
 To reach MSA International, call (412) 273-5000 or Telex 812453.

Corporate Headquarters P.O. Box 428 Pittsburgh, PA 15230 USA

Figura 16.- niveles de Atenuación para diversas formas de utilización del Protector MSA-Mark V.

CAPITULO VIII.- CALCULO DE POTENCIA SONORA Y CALCULO DE REDUCCION DE RUIDO DE PROTECTORES AUDITIVOS EN LA COMPANIA MINERA SAN IGNACIO DE MOROCOCHA, UNIDAD MINERA SAN VICENTE.

8.1.- Cálculo de Potencia Sonora de Máquinas por Sección.

Se procederá a efectuar el cálculo de potencia sonora por cada maquinaria considerada "ruidosa", con el objeto de obtener un parámetro que identifique a cada maquinaria como una "Fuente Sonora".

Este cálculo se llevará a cabo considerando el máximo valor medido obtenidos en los chequeos, por ser este valor, el más dañino durante el tiempo de exposición de los operarios.

Las mediciones se efectuaron a un metro aproximadamente de la fuente y en casos justificados a una distancia mayor.

Para efectuar los cálculos de Potencia Sonora, se usará la siguiente metodología.-

De la Ecuación 2.1.11.1.-

$$N.P.S. = 20 \text{ Log } P_g - 20 \text{ Log } P_o$$

$$\text{N.P.S.} = 20 \text{ Log } P_1 - 20 \text{ Log } 0.0002$$

$$\text{N.P.S.} = 20 \text{ Log } P_1 - 20 (-3.7)$$

$$\text{N.P.S.} = 20 \text{ Log } P_1 + 74$$

$$\text{Log } P_1 = \frac{\text{N.P.S.} - 74}{20}$$

$$P_1 = \text{Antilog } \frac{\text{N.P.S.} - 74}{20}$$

$$P_1 = A \text{ (Microbar)}$$

$$1 \text{ Microbar} = 15 \times 10^{-6} \text{ (lb/pulg}^2 \text{)}$$

$$\frac{15 \times 10}{2.2} \times 1550 \times \frac{(\text{lb} \times \text{pulg}^2 \times \text{Kg})}{(\text{pulg}^2 \times \text{microbar} \times \text{m}^2 \times \text{lb})}$$

$$B = 0.01057 \frac{\text{Kg}}{\text{Microbar} \times \text{m}^2}$$

$$P = A \times B \text{ Kg/m}^2$$

Luego se eleva P al cuadrado y se introduce en la ecuación 2.1.6.1., donde la densidad del aire () es 1.293 Kg/m. para una temperatura de 23 grados celcius, "c"

$$c = 331.3 + 0.65 (23) = 346.25 \text{ m/seg}$$

Luego la impedancia del medio es.-

$$\rho_c = 447.70125 \text{ Kg/ m}^2 \text{ seg}$$

Luego la Intensidad obtenida se introduce en la ecuación 2.1.9.1.-, para el cálculo de potencia sonora. Este valor de potencia sonora se introduce en la ecuación 2.1.13.1.-

8.1.1.- Cálculo de Potencia Sonora en el Nivel 1750.

Tipo de Máquina.- Escariador Paurat E-134

(Anexo 1, Ficha 1)

N.P.S. Máximo.- 113 dB (A)

$$P_1 = \text{Antilog} \frac{113 - 74}{20} = 89.1251 \text{ (Microbar)}$$

$$P_1 = 89.1251 \times 0.01057 = 0.94205 \text{ Kg/m}^2$$

$$P_1^2 = 0.887462 \text{ Kg}^2 / \text{m}^4$$

$$I = \frac{0.887462}{447.7012} = 1.98226 \times 10^{-3} \text{ Kg / m}^2$$

$$W = 4 I l \times 1 \text{ (} 1.9822 \times 10^{-4} \text{)}$$

$$W = 2.4991 \times 10^{-2} \text{ Watts}$$

$$\text{PWL} = 10 \text{ Log} \frac{2.4991 \times 10^{-2}}{10^{-13}} = 113.96 \text{ dB}$$

8.1.2.- Cálculo de Potencia Sonora en Tajeo 600-6IV

Tipo de Máquina.- Jumbo Cavo Drill 008

(Anexo 1, Ficha 2)

N.P.S. Máximo.- 89 dB (A)

$$P_1 = 5.6234132 \text{ (Microbar)}$$

$$\begin{aligned}
 P_1 &= 0.0594394 \text{ Kg/m}^2 \\
 P_1^2 &= 0.0035332 \text{ Kg}^2/\text{m}^4 \\
 I &= 7.8915 \times 10^{-6} \text{ Kg/m}^2 \\
 W &= 9.9163 \times 10^{-5} \text{ Watts} \\
 \text{PWL} &= 89.96 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

8.1.3.- Cálculo de Potencia Sonora en Tajeo 600-6IV.

Tipo de Máquina.- Camión Wagner 006 MT
(Anexo 1, Ficha 3)

N.P.S. Máximo.- 101 dB (A)

$$\begin{aligned}
 P_1 &= 31.62277 \text{ (microbar)} \\
 P_1 &= 0.334252 \text{ Kg/m}^2 \\
 P_1^2 &= 0.111724 \text{ Kg}^2/\text{m}^4 \\
 I &= 2.4955 \times 10^{-4} \text{ Kg/m}^2 \\
 W &= 3.135 \times 10^{-3} \text{ Watts} \\
 \text{PWL} &= 104.96 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

8.1.4.- Cálculo de Potencia Sonora en Tajeo 600-6IV

Tipo de Máquina.- Scoop Wagner ST-6C
(Anexo 1, Ficha 4)

N.P.S. Máximo.- 110 dB (A)

$$\begin{aligned}
 P_1 &= 63.09573 \text{ (Microbar)} \\
 P_1 &= 0.666923 \text{ Kg/m}^2 \\
 P_1^2 &= 0.444784 \text{ Kg}^2/\text{m}^4 \\
 I &= 9.93485 \times 10^{-4} \text{ Kg/m}^2 \\
 W &= 1.248 \times 10^{-2} \text{ Watts} \\
 \text{PWL} &= 110.96 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

**8.1.5.- Cálculo de Potencia Sonora Nivel 1620-
Echadero 435.**

Tipo de Máquina.- -----

(Anexo 1, Ficha 6)

N.P.S. Máximo.- 102 dB (A)

$$P_1 = 25.11885 \text{ (Microbar)}$$

$$P_1 = 0,265506 \text{ Kg/m}^2$$

$$P_1^2 = 0.070492 \text{ Kg}^2 / \text{m}^4$$

$$I = 1.5745 \times 10^{-4} \text{ Kg / m}^2$$

$$W = 1.9786 \times 10^{-3} \text{ Watts}$$

$$\text{PWL} = 102.96 \text{ dB}$$

8.1.6.- Cálculo de Potencia Sonora en Tajeo 600-6I

Tipo de Máquina.- Cargador Frontal 061

(Anexo 1, Ficha 7)

N.P.S. Máximo.- 104 dB (A)

$$P_1 = 31.62277 \text{ (Microbar)}$$

$$P_1 = 0.334252 \text{ Kg/m}^2$$

$$P_1^2 = 0.112724 \text{ Kg}^2 / \text{m}^4$$

$$I = 2.4955 \times 10^{-4} \text{ Kg/m}^2$$

$$W = 3.1355 \times 10^{-3} \text{ Watts}$$

$$\text{PWL} = 104.96 \text{ dB}$$

8.1.7.- Cálculo de Potencia Sonora en Rampa 725.

Tipo de Máquina.- Caterpillar 006.

(Anexo 1, Ficha 9)

N.P.S. Máximo.- 111 dB (A)

$$P_1 = 70.79458 \text{ (Microbar)}$$

$$P_1 = 0.74829 \text{ Kg/m}^2$$

$$P_1^2 = 0.55995 \text{ Kg}^2 / \text{m}^4$$

$$I = 1.2763 \times 10^{-3} \text{ Kg / m}^2$$

$$W = 1.5711 \times 10^{-2} \text{ watts}$$

$$\text{PWL} = 111.96 \text{ dB}$$

8.1.8.- Cálculo de Potencia Sonora en Rampa 725

Tipo de Máquina.- Jumbo Cavo Drill P150

(Anexo 1, Ficha 10)

N.P.S. Máximo.- 97 dB (A)

$$P_1 = 14.12537 \text{ (Microbar)}$$

$$P_1 = 0.149372 \text{ Kg/m}^2$$

$$P_1^2 = 0.022292 \text{ Kg}^2 / \text{m}^4$$

$$I = 4.979 \times 10^{-5} \text{ Kg / m}$$

$$W = 6.256 \times 10^{-4} \text{ Watts}$$

$$\text{PWL} = 97.96 \text{ dB}$$

8.1.9.- Cálculo de Potencia Sonora en Tajeo 200

Tipo de Máquina.- Jumbo Boomer H126

(Anexo 1, Ficha 11)

N.P.S. Máximo.- 95 dB (A)

$$P_1 = 11.22018 \text{ (Microbar)}$$

$$P_1 = 0.118523 \text{ Kg/m}^2$$

$$P_1^2 = 0.014265 \text{ Kg}^2 / \text{m}^4$$

$$I = 3.1416 \times 10^{-5} \text{ Kg / m}^2$$

$$W = 7.877 \times 10^{-4} \text{ Watts}$$

$$\text{FWL} = 95.96 \text{ dB}$$

8.1.10.- Cálculo de Potencia Sonora en Tajeo 200.

Tipo de Máquina.- Perforador Lassoka

(Anexo 1, Ficha 12)

N.P.S. Máximo.- 100 dB (A)

$$P_1 = 19.9526 \text{ (Microbar)}$$

$$P_1 = 0.10893 \text{ Kg / m}^2$$

$$P_1^2 = 0.44735 \text{ Kg}^2 / \text{m}^4$$

$$I = 9.94 \times 10^{-5} \text{ Kg / m}^2$$

$$W = 1.24 \times 10^{-3} \text{ Watts}$$

$$\text{FWL} = 100.96 \text{ dB}$$

8.1.11.- Cálculo de Potencia Sonora Crucero 650.

Tipo de Máquina.- Perforador Labodrel

(Anexo 1, Ficha 13)

N.P.S.Máximo.- 104 dB (A)

$P_1 = 31.6226$ (microbar)

$P_1 = 0.33425$ Kg/m²

$P_1^2 = 0.11172$ Kg²/m⁴

$I = 2.4995 \times 10^{-4}$ Kg/m²

$W = 0.003135$ Watts

PWL = 104.96 dB

8.1.12.- Cálculo de Potencia Sonora en Planta

Concentradora - Zona de Chancado.

Tipo de Máquinas.- Chancador Primario

Chancador Secundario
(Fil Smith)

Chancador Terciario
(Kueken)

(Anexo 1, Ficha 14)

N.P.S.Máximo.- 98 dB (A)

$P_1 = 15.9489$ (Microbar)

$P_1 = 0.16752$ Kg/m²

$P_1^2 = 0.02876$ Kg²/m⁴

$I = 6.388 \times 10^{-5}$ Kg/m²

$W = 7.876 \times 10$ Watts

PWL = 98.96 dB

8.1.13.- Cálculo de Potencia Sonora en Planta

Concentradora . Zona Harneros.

Tipo de Máquinas.- 2 Harneros Vibratorios
Allis - Chalmers.

(Anexo 1, Ficha 15)

N.P.S.Máximo.- 102 dB (A)

$$P_1 = 25.1185 \text{ (Microbar)}$$

$$P_1 = 0.2655 \text{ Kg/m}^2$$

$$P_1^2 = 0.0704 \text{ Kg}^2 / \text{m}^4$$

$$I = 1.574 \times 10^{-4} \text{ Kg/m}^2$$

$$W = 1.973 \times 10^{-3} \text{ Watts}$$

$$\text{FWL} = 102.96 \text{ dB}$$

8.1.14.- Cálculo de Potencia Sonora en Sección

Molienda.

Tipo de Máquinas.- 4 Molinos de Bolas
(Comesa)

1 Molino de Barras
(hordinke)

(Anexo 1, Ficha 16)

N.P.S.Máximo.- 102 dB (A)

$$P_1 = 25.1896 \text{ (Microbar)}$$

$$P_1 = 0.2565 \text{ Kg/m}^2$$

$$P_1^2 = 0.0704 \text{ Kg}^2 / \text{m}^4$$

$$I = 1.574 \times 10^{-4} \text{ Kg /m}^2$$

$$W = 1.975 \times 10^{-3} \text{ Watts}$$

$$\text{FWL} = 102.06 \text{ dB}$$

8.1.15.- Cálculo de Potencia Sonora en Sección de Flotación de Concentrados.

Tipo de Máquinas.- 5 Celdas de Flotación
(Denver)

1 Celda de Flotación
(Outokumbo)

(Anexo 1, Ficha 17)

N.P.S.Máximo.- 108 dB (A)

$$P_1 = 50.1187 \text{ (Microbar)}$$

$$P_1 = 0.5597 \text{ Kg/m}^2$$

$$P_1^2 = 0.2906 \text{ Kg}^2/\text{m}^4$$

$$I = 6.268 \times 10^{-4} \text{ Kg /m}^2$$

$$W = 7.876 \times 10^{-3} \text{ Watts}$$

$$\text{PWL} = 108.96 \text{ dB}$$

8.1.16.- Cálculo de Potencia Sonora en Zona de Lixiviación.

Tipo de Máquinas.- 6 Tanques de Lixiviación

2 Celda de Flotación W.S

(Anexo 1, Ficha 18)

N.P.S. Máximo.- 100 dB (A)

$$P_1 = 19.951 \text{ (Microbar)}$$

$$P_1 = 0.2108 \text{ Kg/m}^2$$

$$P_1^2 = 0.0444 \text{ Kg}^2/\text{m}^4$$

$$= 9.934 \times 10^{-5} \text{ Kg/m}$$

$$W = 1.248 \times 10^{-3} \text{ Watts}$$

$$PWL = 100.96 \text{ dB}$$

8.1.17.- Cálculo de Potencia Sonora en Sección de Filtración.

Tipo de Máquinas.- 3 Tanques de Espesamiento
(Denver)

3 Filtros de Discos FL
(Comesa)

(Anexo 1, Ficha 19)

N.P.S. Máximo.- 89 dB (A)

$$P_1 = 5.6234 \text{ (microbar)}$$

$$P_1 = 0.0594 \text{ Kg/m}^2$$

$$P_1^2 = 0.0035 \text{ Kg}^2/\text{m}^4$$

$$I = 7.891 \times 10^{-6} \text{ Kg(m}^2)$$

$$W = 9.9165 \times 10^{-5} \text{ Watts}$$

$$PWL = 89.96 \text{ dB}$$

8.1.18.- Cálculo de Potencia Sonora en Casa de Fuerza.

Tipo de Máquinas.- 2 Motores Fairbanks
Morse

(Anexo 1, Ficha 20)

N.P.S. Máximo.- 107 dB (A)

$$P_1 = 44.668 \text{ (Microbar)}$$

$$P_1 = 0.4721 \text{ Kg/m}^2$$

$$P_1^2 = 0.229 \text{ Kg}^2/\text{m}^4$$

$$I = 4.979 \times 10^{-4} \text{ Kg/m}$$

$$W = 6.256 \times 10^{-3} \text{ Watts}$$

$$PWL = 107.96$$

8.1.19.- Cálculo de Potencia Sonora en Casa

Fuerza.

Tipo de Máquinas.- 2 Motores Caterpillar
(Anexo 1, Ficha 21)

N.P.S.Máximo.- 107 dB

$$P_1 = 44.687 \text{ (Microbar)}$$

$$P_1 = 0.4721 \text{ Kg/m}^2$$

$$P_1^2 = 0.2229 \text{ Kg}^2/\text{m}^4$$

$$I = 4.979 \times 10^{-4} \text{ Kg/m}^2$$

$$W = 6.256 \times 10^{-3} \text{ Watts}$$

$$PWL = 107.96 \text{ dB}$$

8.1.20.- Cálculo de Potencia Sonora en Hidroeléctrica de Monobomba.

Tipo de Máquinas.- Turbinas
Regulador de velocidad
Generadores
(Anexo 1, Ficha 22)

N.P.S.Máximo.- 95 dB (A)

$$P_1 = 15.848 \text{ (Microbar)}$$

$$P_1 = 0.1695 \text{ Kg/m}$$

$$P_1^2 = 0.0283 \text{ Kg}^2/\text{m}$$

$$I = 6.368 \times 10^{-5} \text{ Kg/m}^2$$

$$W = 7.874 \times 10^{-4} \text{ Watts}$$

$$PWL = 95.96 \text{ dB}$$

8.1.21.- Cálculo de Potencia Sonora en Sección

Relleno Hidráulico- Bombas Mars.

Tipo de Máquina.-. 3 Bombas Mars

(Anexo 1, Ficha 23)

N.P.S.Máximo.- 89 dB (A)

$$P_1 = 17.985 \text{ (Microbar)}$$

$$P_1 = 0.1879 \text{ Kg/m}$$

$$P_1^2 = 0.0356 \text{ Kg}^2/\text{m}^4$$

$$I = 7.891 \times 10^{-5} \text{ Kg/m}^2$$

$$W = 9.916 \times 10^{-4} \text{ Watts}$$

$$PWL = 89.96$$

8.1.22.- Cálculo de Potencia Sonora en Casa de

Compresoras Mina.

Tipo de Máquinas.- 3 Motores Eléctricos.

2 Motores Centac

(Anexo 1, Ficha 24)

N.P.S.Máximo.- 92 dB (A)

$$- 7.9432 \text{ (microbar)}$$

$$P_1 = 0.08396 \text{ Kg/m}^2$$

$$\begin{aligned}
 P_1^2 &= 0.00754 \text{ Kg}^2/\text{m}^4 \\
 I &= 1.574 \times 10^{-5} \text{ Kg}/\text{m}^2 \\
 W &= 1.978 \times 10^{-4} \text{ Watts} \\
 \text{PWL} &= 92.96 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

8.1.23.- Cálculo de Potencia Sonora en Laboratorio Metalúrgico.

Tipo de Máquinas.- Pulverizador de Muestras
 Extractores
 (Anexo 1, Ficha 25)

$$\begin{aligned}
 \text{N.P.S. Máximo.} &= 92 \text{ dB (A)} \\
 P_1 &= 7.9432 \text{ (Microbar)} \\
 P_1 &= 0.0839 \text{ Kg}/\text{m}^2 \\
 P_1^2 &= 7.0493 \text{ Kg}^2/\text{m}^4 \\
 I &= 1.5745 \times 10^{-5} \text{ Kg}/\text{m}^2 \\
 W &= 1.9782 \times 10^{-4} \text{ Watts} \\
 \text{PWL} &= 92.96 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

8.1.24.- Cálculo de Potencia Sonora en Taller Maestranza General.

Tipo de Máquinas.- Taladros, Esmeriles,
 Soldadora de Impacto
 etc.
 (Anexo 1, Ficha 26)

$$\begin{aligned}
 \text{N.P.S. Máximo.} &= 102 \text{ dB (A)} \\
 P_1 &= 25.118 \text{ (Microbar)}
 \end{aligned}$$

$$P_1 = 0.2655 \text{ Kg/m}^2$$

$$P_1^2 = 0.0704 \text{ Kg}^2/\text{m}^4$$

$$I = 1.5745 \times 10^{-4} \text{ Kg/m}^2$$

$$W = 1.9786 \times 10^{-4} \text{ Watts}$$

$$\text{PWL} = 102.96 \text{ dB}$$

T A B L A Na 1

POTENCIA SONORACuadro Resumen de Maquinaria "Ruidosa" por Sección.

SECCION	TIPO DE MAQUINA	POTENCIA SONORA (Watts)
- Nivel 1750	Escariador Paurat	2.4919×10^{-2}
- Tajeo 600-6IV	Jumbo Cavo Drill	9.9165×10^{-5}
- Tajeo 600-6IV	Camión Wagnwe 006	3.1351×10^{-3}
- Tajeo 600.6IV	Scoop Wagner ST	1.2489×10^{-2}
- Nivel 1620	Echadero 435	1.9786×10^{-3}
- Tajeo 600-6I	Cargador Frontal	3.1355×10^{-3}
- Rampa 725	Caterpillar 006	1.5711×10^{-2}
- Rampa 725	Jumbo Cavo Drill	6.2568×10^{-4}
- Tajeo 200	Jumbo Boomer H126	3.9478×10^{-4}
- Tajeo 200	Perforador Lassoka	1.2484×10^{-3}
- Crucero 650	Perforador Labodrel	2.1355×10^{-3}
- Planta Conccent	Chancadores	7.8769×10^{-4}
- Planta Conccent	Harneros Vibrator.	1.9786×10^{-3}
- Molienda	Molinos de Bolas	1.9786×10^{-3}
- Flotación	Celdas de Flotación	6.8762×10^{-3}
- Lixiviación	Tanques de Lixiviac.	1.2484×10^{-3}
- Filtración	Espesadores y Filtr	9.9165×10^{-5}
- Casa Fuerza	Motores Fairbanks	6.2565×10^{-3}
- Casa Fuerza	Motores caterpillar	6.2568×10^{-3}
- Hidroelectr	Turbina y Generador	7.8769×10^{-4}
- Relleno Hidráulico	Bombas Mars	9.9165×10^{-4}
- Casa Compresora	Motores Centac	1.9786×10^{-4}

- Lab. Metalurgi-	Pulverizadores	1.8786×10^{-4}
- Maestranza Gen.	Taladros, esmeriles	1.9786×10^{-4}
<hr/>		

8.2.- Cálculo de Reducción de Ruido para Protectores

Auditivos.

Para conseguir el objetivo central del presente estudio, es decir, la correcta asignación de Protectores Auditivos en la empresa minera, se procedió a evaluar las diversas secciones ruidosas de la Unidad de San Vicente de SIMSA.

Posteriormente se asignó un Protector Auditivo (Tipo Fonos o Tapones de Inserción), consignados en el Capítulo VII del presente trabajo, utilizando fundamentalmente los dispositivos de marca MSA en sus diversos modelos existentes, por ser los más recomendados para la industria minero-metalúrgica. y se determinó su nivel de atenuación correspondiente al análisis en bandas de octava.

A continuación se procedió a efectuar el cálculo de "Reducción de Ruido", utilizando la siguiente metodología.-

8.2.1.- Por Análisis de Frecuencias.

R.R = Reducción de Ruido

$$R.R = L.A. - 10 \log S - 10$$

Donde.-

L.A.- Es el Nivel Sonoro Ambiental (Filtro A Lento)

$$S = \text{Antilog} (0.1 (L_1 - Q_1)) + \dots + \text{Antilog} (0.1(L_7 - Q_7))$$

Donde.-

$L_1, L_2, L_3, \dots, L_7$.- son los niveles de presión para cada centro de frecuencias medida con el analizador de bandas de octava

$Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_7$.- Es la atenuación que entrega el Protector Auditivo para cada centro de frecuencia.

Q_1 = Atenuación en 125 c.p.s., se suman 16.2 dB al Nivel de Presión Sonora

Q_2 = Atenuación en 250 c.p.s., se suman 8.7 dB al Nivel de Presión Sonora

Q_3 = Atenuación en 500 c.p.s., se suman 3.3 dB al Nivel de Presión Sonora

Q_4 = Atenuación en 1000 c.p.s. -----

Q_5 = Atenuación en 2000 c.p.s., se restan 1.2 dB al Nivel de Presión Sonora

Q_6 = Atenuación promedio entre 3000 y 4000 c.p.s., se resta 1 dB al N.P.S.

Q_7 = Atenuación promedio entre 6000 y 8000 c.p.s., se suman 1.1 dB al N.P.S.

8.2.2.- Sin Análisis de Frecuencias Previo.

$$R.R = -10 \text{ Log } S - 3$$

Donde.-

$$S = \text{Antilog} (-0.1 Q_1) + \dots + \text{Antilog} (0.1 Q_7)$$

Se debe conocer el Nivel de Presión Sonora Ambiental (L.A.), del lugar donde se evalúe el Protector Auditivo

Hemos definido los siguientes términos para hacer más fácil la tabulación.-

$$Z_i = (L_i - Q_i)$$

$$Y_i = 0.1 \times Q_i$$

8.2.1.1.- Cálculo de Reducción de Ruido para Protectores

Asignado en Tajeo 600-6I

ANALISIS DE BANDAS DE OCTAVA.- (Anexo 2, Ficha 36)

Frec.central	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
N.P.S.-	87	97.5	97	94.5	90.5	95	83.5	dB

- Tipo de Máquina.- Cargador Frontal
- L.A.- 104 dB (A)
- Tipo Protector Asignado.- M.S.A. Mark IV

a.- Sujetos de la Cabeza.- Características.

Frec.	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	Hz
Atenua.	12	16	27	35	37	41	47	42	43	dB

TABLA 8.2.1.1.1.-

FREC (Hz)	TABLA DE ATENUACION	Qi	Li	Zi	Yi	Antilog	Yi
125	12 + 16.2	28.2	87.0	58.8	5.88		758577.57
250	16 + 8.7	24.7	97.5	72.8	7.28		19054607.00
500	27 + 3.3	30.3	97.0	66.7	6.67		4677351.40
1000	35 + 0	35.0	94.5	59.5	5.95		891250.94
2000	37 - 1.2	35.8	90.5	54.7	5.47		295120.32
3000	41 - 1.0	40.0	95.0	52.0	5.20		158489.32
4000	47						
6000	42 + 1.1	43.1	83.5	39.9	3.99		9772.37

S = 25845169.52

$$R.R. = 104 - 10 (7.4423794) - 10$$

$$R.R. = 19.8762 \text{ dB}$$

Por lo tanto el operario que se le asigna el Protector en esta zona esta sometido a un Nivel Sonoro de 84.12 dB (A)

b.- Sobre el Cuello.-Características.-

Frec.	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	Hz
Atenua.	17	18	29	36	38	44	44	43	43	dB

TABLA 8.2.1.1.2.-

FREC (Hz)	TABLA DE ATENUACION	Qi	Li	Zi	Yi	Antilog	Yi
125	17 + 16.2	33.2	87.0	53.8	5.38		239883.29
250	18 + 8.7	26.7	97.5	70.8	7.08		2022644.00
500	29 + 3.3	32.3	97.0	64.7	6.47		2951209.20
1000	36 + 0	36.0	94.5	58.5	5.85		707945.78
2000	38 - 1.2	36.8	90.5	53.7	5.37		234422.88
3000	44 - 1.0	43.0	95.0	52.0	5.20		158489.32
4000	44						
6000	43						
8000	43 + 1.1	44.7	83.5	39.4	3.94		8709.63

$$S = 8448119.79$$

$$R.R. = 104 - 10 (7.21281) - 10$$

$$R.R. = 21.8719 \text{ dB (A)}$$

El operario esta sometido en esta zona, usando el Protector Sobre el Cuello a un Nivel Sonoro de 82.12 dB (A)

c.- Bajo el Menton.- Características.-

La Reducción de Ruido (R.R) obtenida es de 18.8762 dB (A), debido a que las características del Protector MSA Mark IV, son idénticas a la de la posición "Sobre el Cuello".

- Tipo de Máquina.- Cargador Frontal
- L.A.- 104 dB (A)
- Tipo de Protector Asignado.- MSA, Comfo 500

a.- Sobre la cabeza.- Características.-

Frec.	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	Hz
Atenua.	13	20	26	32	35	41	48	38	36	dB

TABLA 8.2.1.1.3.

FREC (Hz)	TABLA DE ATENUACION	Qi	Li	Zi	Yi	Antilog Yi
125	13 + 16.2	29.2	87.0	57.8	5.78	682569.99
250	20 + 8.7	29.7	97.5	68.8	6.88	7585775.70
500	26 + 3.3	29.3	97.0	67.7	6.77	5888436.50
1000	32 + 0	32.0	94.5	62.5	6.25	1778279.40
2000	35 - 1.2	33.8	90.5	56.7	5.67	467735.14
3000	41 - 1.0	43.5	95.0	51.5	5.15	141253.75
4000	48					
6000	38					
8000	36 + 1.1	38.1	83.5	45.4	4.54	34673.6

$$S = 16498710.76$$

$$R.R. = 104 - 10 (7.21745) - 10$$

R.R. = 21.826 dB (A)

El operario está sometido en esta zona cuando usa este tipo de Protector sujeto sobre la cabeza, a un Nivel Sonoro de 82.174 dB (A).

b.- Sujeto Sobre el Cuello.- Características

Frec.	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	Hz
Atenua.	9	17	23	33	37	40	46	36	32	dB

TABLA 8.2.1.1.4.-

FREC (Hz)	TABLA DE ATENUACION	Qi	Li	Zi	Yi	Antilog Yi
125	9 + 16.2	25.2	87.0	61.8	6.18	1513561.20
250	17 + 8.7	25.7	97.5	71.8	7.18	15135612.00
500	23 + 3.3	26.3	97.0	70.7	7.07	11748976.00
1000	33 + 0	33.0	94.5	61.5	6.15	1412537.50
2000	37 - 1.2	35.8	90.5	54.7	5.47	295120.92
3000	40					
4000	- 1.0	42.0	95.0	53.0	5.30	199526.23
6000	36					
8000	+ 1.1	35.1	83.5	48.4	4.84	69183.09

$$S = 30374516.94$$

R.R. = 104 - 10 (7.48251) - 10

R.R. = 19.175 dB (A)

El operario está sometido en esta zona, cuando utiliza este

tipo de Protector, sujeto sobre el cuello, a un Nivel Sonoro de 84.825 DB (A).

b.- Sujeto Bajo el Mentón.- Características.-

Frec.	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	Hz
Atenua.	9	17	23	33	36	40	46	37	31	dB

TABLA 8.2.1.1.5.-

FREC (Hz)	TABLA DE ATENUACION	Qi	Li	Zi	Yi	Antilog Yi
125	9 + 16.2	25.2	87.0	61.8	6.18	1513561.20
250	17 + 8.7	25.7	97.5	71.8	7.18	15135612.00
500	23 + 3.3	26.3	97.0	70.7	7.07	11748976.00
1000	33 + 0	33.0	94.5	61.5	6.15	1412537.50
2000	36 - 1.2	34.8	90.5	55.7	5.57	371535.23
3000	40					
4000	- 1.0	42.0	95.0	53.0	5.30	199526.23
6000	46					
8000	37					
	+ 1.1	35.1	83.5	48.4	4.84	69183.09
8000	31					

$$S = 30450931.25$$

$$R.R. = 104 - 10 (7.4836) - 10$$

$$R.R. = 19.164 \text{ dB (A)}$$

El operario en esta zona, cuando usa este tipo de Protector, sujeto Bajo el Mentón, está expuesto a un Nivel Sonoro de 84.836 dB (A).

Tipo de Máquina.- Cargador Frontal.

L.A.- 104 dB (A)

Tipo de Protector Asignado.- M.S.A. Mark II.

a.- Sobre la Cabeza.- Características.-

Frec.	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	Hz
Atenua.	19	25	35	42	37	34	36	36	35	dB

TABLA 8.2.1.1.6.-

FREC (Hz)	TABLA DE ATENUACION	Qi	Li	Zi	Yi	Antilog Yi
125	19 + 16.2	35.2	87.0	51.8	5.18	151356.12
250	25 + 8.7	33.7	97.5	63.8	6.38	2398832.90
500	35 + 3.3	38.3	97.0	58.7	5.87	741310.24
1000	42 + 0	42.0	94.5	52.5	5.25	177827.94
2000	37 - 1.2	35.8	90.5	54.7	5.47	295128.92
3000	34					
4000	- 1.0	34.0	95.0	61.0	6.10	1258925.40
6000	36					
8000	+ 1.1	36.6	83.5	46.9	4.69	48977.88

$$S = 5072354.402$$

$$R.R. = 104 - 10 (6.7052) - 10$$

$$R.R. = 26.948 \text{ dB (A)}$$

El operario está expuesto a un Nivel Sonoro de 77.052 dB (A), usando este tipo de protector en las condiciones dadas

8.2.1.2.- Calculo de Reducción de Ruidos para Protector
Asignado en Zona de Molienda.

ANALISIS DE BANDAS DE OCTAVA.- (Anexo 2, Ficha 40)

Frec.central	125	250	500	1000	2000	4000	8000 Hz
N.P.S.-	90.5	93	93	91	85.5	88	82 dB

Tipo de Máquina.- Molino de Bolas y de Barras

L.A.- 97.5 dB (A)

Tipo de Protector Asignado.- M.S.A. Comfo 500

a.- Sujetos Sobre la Cabeza.- Características

Frec.	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	Hz
Atenua.	13	20	26	32	35	41	48	38	36	dB

TABLA 8.2.1.2.1.-

FREC (Hz)	TABLA DE ATENUACION	Qi	Li	Zi	Yi	Antilog Yi
125	13 + 16.2	29.2	90.5	61.3	6.13	1348982.90
250	20 + 8.7	29.7	93.0	64.3	6.43	2691534.80
500	26 + 3.3	29.3	93.0	63.7	6.37	2344228.80
1000	32 + 0	32.0	91.0	59.0	5.90	794328.23
2000	35 - 1.2	33.8	95.5	51.7	5.17	147910.84
3000	41 - 1.0	43.5	88.0	44.5	4.55	28183.82
4000	48					
6000	38					
8000	36 + 1.1	38.1	82.0	43.9	4.39	24547.08

S = 7379696.48

$$R.R. = 97.5 - 10 (6.86804) - 10$$

$$R.R. = 18.82 \text{ dB (A)}$$

El operario percibe un nivel sonoro de 78.68 dB (A) de acuerdo a esta reducción de ruido en las condiciones dadas.

b.- Sujeto Sobre el Cuello.- Características.-

Frec.	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	Hz
Atenua.	9	17	23	33	37	40	46	36	32	dB

TABLA 8.2.1.2.2.-

FREC (Hz)	TABLA DE ATENUACION	Qi	Li	Zi	Yi	Antilog Yi
125	9 + 16.2	25.2	90.5	65.3	6.53	3388441.60
250	17 + 8.7	25.7	93.0	67.3	6.73	5370318.00
500	23 + 3.3	26.3	93.0	66.7	6.67	4677351.40
1000	33 + 0	33.0	91.0	58.0	5.80	630957.34
2000	37 - 1.2	35.8	85.5	49.7	4.97	93325.43
3000	40					
4000	- 1.0	42.0	88.0	46.0	4.60	39810.71
6000	36					
8000	+ 1.1	35.1	82.0	46.9	4.69	48977.88

$$S = 14249182.36$$

$$R.R. = 97.5 - 10 (7.15379) - 10$$

$$R.R. = 15.962 \text{ dB (A)}$$

El operario percibe un nivel sonoro de 81.538 dB (A) de acuerdo a esta reducción de ruido en las condiciones dadas.

b.- Sujeto Bajo el Mentón.- Características.-

Frec.	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	Hz
Atenua.	9	17	23	33	37	40	46	37	31	dB

TABLA 8.2.1.2.3.-

FREC (Hz)	TABLA DE ATENUACION	Qi	Li	Zi	Yi	Antilog Yi
125	9 + 16.2	25.2	90.5	65.3	6.53	3388441.60
250	17 + 8.7	25.7	93.0	67.3	6.73	5370318.00
500	23 + 3.3	26.3	93.0	66.7	6.67	4677351.40
1000	33 + 0	33.0	91.0	58.0	5.80	630957.34
2000	37 - 1.2	35.8	85.5	49.7	4.97	93325.43
3000	40					
4000	- 1.0	42.0	88.0	46.0	4.60	39810.71
6000	46					
8000	37					
	+ 1.1	35.1	82.0	46.9	4.69	48977.88
	31					

$$S = 14249182.36$$

$$R.R. = 97.5 - 10 (7.15490) - 10$$

$$R.R. = 15.955 \text{ dB (A)}$$

El operario percibe un nivel sonoro de 81.545 dB (A) de acuerdo a esta reducción de ruido en las condiciones dadas

8.2.1.3.- Calculo de Reducción de Ruido para Protector**Asignado en Planta Concentradoraa**

ANALISIS DE BANDAS DE OCTAVA.- (Anexo 2, Ficha 39)

Frec.central	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
N.P.S.-	88	93.5	91	92	88.5	91	89	dB

- Tipo de Máquina.- Chancadores:- Primerio, Secundario y Terciario.

- L.A.- 98.5 dB (A)

- Tipo de Protector Asignado.- Silenta Pop

a.- Sujeto Sobre el Cuello.- Características.-

Frec.	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	Hz
Atenua.	18	18.5	28.5	44	39	44	47	43	38	dB

TABLA 8.2.1.3.1.-

FREC (Hz)	TABLA DE ATENUACION	Qi	Li	Zi	Yi	Antilog Yi
125	18 + 16.2	34.2	88.0	53.0	5.30	289883.29
250	18.5+ 8.7	27.2	93.5	66.3	6.63	4265795.20
500	29.5+ 3.3	31.8	91.0	59.2	5.92	831763.77
1000	44 + 0	44.0	92.0	48.0	4.80	43095.73
2000	39 - 1.2	37.8	88.5	50.7	5.07	117489.76
3000	44 - 1.0	44.5	91.0	46.5	4.65	44668.35
4000	47					
6000	43 + 1.1	41.6	89.0	47.4	4.74	54954.08
8000	38					

$$S = 5617650.20$$

$$R.R. = 98.5 - 10 (6.719555) - 10$$

$$R.R. = 21.00 \text{ dB (A)}$$

El operario percibe un nivel sonoro de 77.496 dB (A) de acuerdo a esta reducción de ruido a las condiciones dadas.

8.2.1.4.- Calculo de Reducción de Ruido para Protector
Asignado en Hidoeléctrica de Monobomba.

ANALISIS DE BANDAS DE OCTAVA.- (Anexo 2, Ficha 42)

Frec.central	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
N.P.S.-	86.5	90	96	89.5	86.5	89	86.5	dB

- Tipo de Máquinas.- Generadores, Turbinas, Regulador de Velocidad.

- L.A.- 96 dB (A)

- Tipo de Protector Asignado.- Silenta Pop

a.- Sobre el Cuello.- Características.-

Frec.	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	Hz
Atenua.	18	18.5	28.5	44	39	44	47	43	38	dB

TABLA 8.2.1.4.1.-

FREC (Hz)	TABLA DE ATENUACION	Qi	Li	Zi	Yi	Antilog Yi
125	18 + 16.2	34.2	86.5	52.0	5.20	169824.37
250	18.5+ 8.7	27.2	90.0	62.0	6.20	1906460.70
500	29.5+ 3.3	31.8	86.0	54.2	5.42	263026.88
1000	44 + 0	44.0	89.5	45.5	4.55	35481.33
2000	39 - 1.2	37.8	86.5	48.7	4.87	74131.02
3000	44					
4000	- 1.0	44.5	89.0	44.5	4.45	28183.82
6000	47					
8000	+ 1.1	41.6	86.5	44.9	4.49	30902.95

$$S = 2507011.016$$

$$R.R. = 96 - 10 (6.3991) - 10$$

$$R.R. = 22.008 \text{ dB (A)}$$

El trabajador percibe un nivel sonoro de 73.991 dB (A) de acuerdo a esta reducción de ruido en las condiciones dadas.

8.2.1.5.- Calculo de Reducción de Ruidos para Protectores Asignados en el Nivel 1750

ANALISIS DE BANDAS DE OCTAVA.- (Anexo 2, Ficha 33)

Frec.central	125	250	500	1000	2000	4000	8000 Hz
N.P.S.-	108.5	111.5	108	104.5	102	105	103 dB

- Tipo de Máquinas.- Escariador Paurat E - 134

L.A.- 116 dB (A)

Tipo de Protector Asignado.- **Silenta Pop**
Tapones MSA, Ear Defenders

a.- Sobre el Cuello.- Características.-

Frec.	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	Hz
Atenua.	18	18.5	28.5	44	39	44	47	43	38	dB

TABLA 8.2.1.5.1.-

FREC (Hz)	TABLA DE ATENUACION	Qi	Li	Zi	Yi	Antilog Yi
125	18 + 16.2	34.2	108.5	74.3	7.43	26915348.0
250	18.5+ 8.7	27.2	111.5	84.3	8.43	269153480.0
500	29.5+ 3.3	31.8	108	76.2	7.62	41686938.0
1000	44 + 0	44.0	104.5	60.5	6.05	1122018.5
2000	39 1.2	37.8	102	64.2	6.42	2630268.0
3000	44					
4000	47 1.0	44.5	105	60.5	6.05	1122018.5
6000	43					
8000	38 + 1.1	41.6	103	61.4	6.14	1122018.3

$$S = 344010455.3$$

R.R. - 116 - 10 (8.53657) - 10

R.R. = 20.6343 dB (A)

El protector auditivo Silenta Pop, deja pasar un nivel sonoro de 95.366 dB (A), que para el cálculo de reducción de

ruido del Tapon de Inserción MSA, Ear Defenders, se tomará como nivel sonoro ambiental.

Tapón de Inserción Asignado.- MSA, Ear Defenders

Frec.	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	Hz
Atenua.	22	22	25	28	31	36	28	30	25	dB

Nota.- Para efectuar el cálculo de reducción de ruido del Tapón Ear Defenders, se debe utilizar el Método "Sin Análisis de Frecuencias", que corresponde al descrito en el punto 8.2.2.

- Tipo de Máquina.- Escariador Paurat E- 134

- L.A.- 95.366 dB (A)

TABLA 8.2.1.6.1.-

FREC (Hz)	TABLA DE ATENUACION	Q_i	$-0.1 Q_i$	Q_i	Antilog ($-0.1 Q_i$)
125	22 + 16.2	38.2	- 3.82		1.5135613 x 10
250	22 + 8.7	30.7	- 3.07		8.5113804 x 10
500	25.+ 3.3	28.3	- 2.83		1.4791084 x 10
1000	28 + 0	28.0	- 2.80		1.5848932 x 10
2000	31 - 1.2	29.8	- 2.98		1.0471285 x 10
3000	36				
4000	- 1.0	31.0	- 3.10		7.9432824 x 10
6000	30				
8000	+ 1.1	28.6	- 2.86		1.3803843 x 10
8000	25				

$$S = 7.28833 \times 10$$

R.R. - 18.3737 dB (A)

Por lo tanto, el operario percibe sólomente un Nivel Sonoro de 76.99 dB (A)

**8.2.1.6.- Cálculo de Reducción de Ruido para Protectores
Asignados en Tajeo 600-6IV.**

ANALISIS DE BANDAS DE OCTAVA.- (Anexo 2, Ficha 34)

Frec.central	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
N.P.S.-	107	102.6	106	104	101	103	100	dB

- Tipo de Máquinas.- Scoop Wagner
- L.A.- 111.5 dB (A)
- Tipo de Protector Asignado.- Silenta Pop

a.- Sobre el Cuello.- Características.-

Frec.	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	Hz
Atenua.	18	18.5	28.5	44	39	44	47	43	38	dB

TABLA 8.2.1.6.1.-

FREC (Hz)	TABLA DE ATENUACION	Qi	Li	Zi	Yi	Antilog Yi
125	18 + 16.2	34.2	107	72.8	7.28	19054607.0
250	18.5+ 8.7	27.2	102.6	75.4	7.54	34673685.0
500	29.5+ 3.3	31.8	106	74.2	7.42	26302680.0
1000	44 + 0	44.0	104	60.0	6.00	1000000.0
2000	39 - 1.2	37.8	101	63.2	6.32	2089296.1
3000	44					
4000	- 1.0	44.5	103	58.5	5.85	707945.7
6000	47					
8000	+ 1.1	41.6	100	58.4	5.84	691830.9

$$S = 94520044.85$$

$$R.R. = 111.5 - 10 (7.92698) - 10$$

$$R.R. = 22.23 \text{ dB (A)}$$

El operario está expuesto a un nivel sonoro de 89.27 dB (A), usando este tipo de protector en las condiciones dadas.

8.2.1.7.- Cálculo de Reducción de Ruidos para Protector

Asignado en Maestranza General.

ANALISIS DE BANDAS DE OCTAVA.- (Anexo 2, Ficha 44)

Frec.central	125	250	500	1000	2000	4000	8000 Hz
N.P.S.-	99.7	93	97	95.5	92	92.5	72 dB

- Tipo de Máquinas.- Taladros de Banco, Rocco-500, Esmeril,
Soldadura de Impacto, Torno Sideral,
Sierra Mecánica, etc.

L.A.- 102.0 dB (A)

Tipo de Protector Asignado.- Silenta Pop

a.- Sobre el Cuello.- Características.-

Frec.	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	Hz
Atenua.	18	18.5	28.5	44	39	44	47	43	38	dB

TABLA 8.2.1.7.1.-

FREC (Hz)	TABLA DE ATENUACION	Qi	Li	Zi	Yi	Antilog Yi
125	18 + 16.2	34.2	98.7	64.5	6.45	2818382.90
250	18.5+ 8.7	27.2	93.0	65.8	6.58	3801894.00
500	29.5+ 3.3	31.8	97.0	65.2	6.52	3311311.20
1000	44 + 0	44.0	95.5	51.5	5.15	141253.75
2000	39 - 1.2	37.8	92.0	54.2	5.42	263026.80
3000	44					
4000	- 1.0	44.5	92.5	48.0	4.80	63095.73
6000	43					
8000	+ 1.1	44.6	72.0	30.4	3.04	1096.47

$$S = 10400060.85$$

$$R.R. = 102 - 10 (7.0170) - 10$$

$$R.R. = 21.33 \text{ dB (A)}$$

El operario está expuesto a un nivel sonoro de 80.17 dB (A),

usando este tipo de protector en las condiciones dadas.

8.2.2.1.- Cálculo de Reducción de Ruido para Protector

Asignado en Tajeo 600-6I

- DOSIS DE RUIDO.- 926 % (Anexo 3, Ficha 45)
- NIVEL SONORO EQUIVALENTE.- 102 dB (A)
- TIPO DE MAQUINA.- Cargador Frontal
- L.A.- 102 dB (A)
- TIPO PROTECTOR ASIGNADO.- Silenta Pop

a.- Sujetos Sobre el Cuello.- Características.-

Frec.	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	Hz
Atenua.	18	18.5	28.5	44	39	44	47	43	38	dB

TABLA 8.2.2.1.1.-

FREC (Hz)	TABLA DE ATENUACION	Qi	-0.1 Qi	Antilog (-0.1 Qi)
125	18 + 16.2	34.2	- 3.42	3.801894 x 10
250	18.5+ 8.7	27.2	- 2.72	1.9054607 x 10
500	28.5+ 3.3	31.8	- 3.18	6.6069345 x 10
1000	44 + 0	44.0	- 4.40	3.9810717 x 10
2000	39 - 1.2	37.8	- 3.78	1.6595869 x 10
3000	44			
4000	47			
6000	43			
8000	38 + 1.1	44.6	- 4.46	6.9183097 x 10

$$S = 3.2567 \times 10$$

$$R.R. = -10 (-2.4872119) - 3$$

$$R.R. = 21.8720 \text{ dB (A)}$$

El operario percibe un nivel sonoro de 80.128 dB (A),
utilizando este tipo de protector.

**8.2.2.2.- Cálculo de Reducción de Ruido para Protector
Asignado en Nivel 376, Rampa 725.**

- DOSIS DE RUIDO.- 1375 % (Anexo 3, Ficha 446)
- NIVEL SONORO EQUIVALENTE.- 97 dB (A)
- TIPO DE MAQUINA.- Jumbo Cavo-Drill F 150
- TIPO PROTECTOR ASIGNADO.- M.S.A., Comfo 500

a.- Sujeto Sobre el Cuello.- Características.-

Frec.	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	Hz
Atenua.	13	20	26	32	35	41	48	38	36	dB

TABLA 8.2.2.2.1.-

FREC (Hz)	TABLA DE ATENUACION	Qi	-0.1 Qi	Antilog (-0.1 Qi)
125	9 + 16.2	25.2	- 2.52	3.0199517 x 10
250	17 + 8.7	25.7	- 2.57	2.6915348 x 10
500	23 + 3.3	26.3	- 2.63	2.3442288 x 10
1000	33 + 0	33.0	- 3.30	5.0118723 x 10
2000	37 - 1.2	35.8	- 3.58	2.6302680 x 10
3000	40			
4000	- 1.0	42.0	- 4.20	6.3095735 x 10
6000	46			
8000	36 + 1.1	35.1	- 3.51	3.8902954 x 10
	32			

$$S = 9.1920 \times 10$$

$$R.R. = - 10 (- 2.0365874) - 3$$

$$R.R. = 17.3660 \text{ dB (A)}$$

El operario percibe un nivel sonoro de 79.634 dB (A),
utilizando este tipo de protector.

8.2.2.3.- Cálculo de Reducción de Ruido para Protector

Asignado en Nivel 1750

- DOSIS DE RUIDO.- 3191% (Anexo 3, Ficha 47)
- NIVEL SONORO EQUIVALENTE.- 111 dB (A)
- TIPO DE MAQUINA.- Escariador Paurat E-134
- TIPO PROTECTOR ASIGNADO.- **Silenta Pop**

a.- Sujetos Sobre el Cuello.- Características.-

Frec.	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	Hz
Atenua.	18	18.5	28.5	44	39	44	47	43	38	dB

TABLA 8.2.2.3.1.-

FREC (Hz)	TABLA DE ATENUACION	Qi	-0.1 Qi	Antilog (-0.1 Qi)
125	18 + 16.2	34.2	- 3.42	3.801894 × 10
250	18.5+ 8.7	27.2	- 2.72	1.9054607 × 10
500	28.5+ 3.3	31.8	- 3.18	6.6069345 × 10
1000	44 + 0	44.0	- 4.40	3.9810717 × 10
2000	39 - 1.2	37.8	- 3.78	1.6595869 × 10
3000	44			
4000	47			
6000	43			
8000	38			

$$S = 3.2567 \times 10$$

$$R.R. = - 10 (- 2.4872119) - 3$$

$$R.R. = 21.8720 \text{ dB (A)}$$

Por tanto el operador percibe un nivel sonoro de 89.128 dB (A), usando este tipo de dispositivo auditivo.

8.2.2.4.- Cálculo de Reducción de Ruido para Protector**Asignado en Tajeo 600-6IV.**

- DOSIS DE RUIDO.- 101 % (Anexo 3, Ficha 48)
- NIVEL SONORO EQUIVALENTE.- 102.3 dB (A)
- TIPO DE MAQUINA.- Camión Wagner
- TIPO PROTECTOR ASIGNADO.- Silenta Pop.

a.- Sujetos Sobre el Cuello.- Características.-

Frec.	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	Hz
Atenua.	18	18.5	28.5	44	39	44	47	43	38	dB

TABLA 8.2.2.4.1.-

FREC (Hz)	TABLA DE ATENUACION	Qi	-0.1 Qi	Antilog (-0.1 Qi)
125	18 + 16.2	34.2	- 3.42	3.801894 x 10
250	18.5+ 8.7	27.2	- 2.72	1.9054607 x 10
500	28.5+ 3.3	31.8	- 3.18	6.6069345 x 10
1000	44 + 0	44.0	- 4.40	3.9810717 x 10
2000	39 - 1.2	37.8	- 3.78	1.6595869 x 10
3000	44			
4000	47			
6000	43			
8000	38			

$$S = 3.2567 \times 10$$

$$R.R. = - 10 (- 2.4872119) - 3$$

$$R.R. = 21.8720 \text{ dB (A)}$$

Por tanto el operador percibe un nivel sonoro de 80.428 dB (A), usando este tipo de dispositivo auditivo.

**8.2.2.5.- Cálculo de Reducción de Ruido para Protector
Asignado en Planta Concentradora.**

DOSIS DE RUIDO.- 3495% (Anexo 3, Ficha 49)

NIVEL SONORO EQUIVALENTE.- 101 dB (A)

TIPO DE MAQUINA.- Chancadores:- Primario, Secundario y Terciario.

- TIPO PROTECTOR ASIGNADO.- **Silenta Pop**

a.- Sujetos Sobre el Cuello.- Características.-

Frec.	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	Hz
Atenua.	18	18.5	28.5	44	39	44	47	43	38	dB

TABLA 8.2.2.5.1.-

FREC (Hz)	TABLA DE ATENUACION	Qi	-0.1 Qi	Antilog (-0.1 Qi)
125	18 + 16.2	34.2	- 3.42	3.801894 x 10
250	18.5+ 8.7	27.2	- 2.72	1.9054607 x 10
500	28.5+ 3.3	31.8	- 3.18	6.6069345 x 10
1000	44 + 0	44.0	- 4.40	3.9810717 x 10
2000	39 - 1.2	37.8	- 3.78	1.6595869 x 10
3000	44 - 1.0	44.5	- 4.45	3.5481339 x 10
4000	47			
6000	43 + 1.1	44.6	- 4.46	6.9183097 x 10
8000	38			

$$S = 3.2567 \times 10$$

$$R.R. = -10 (-2.4872119) - 3$$

$$R.R. = 21.8720 \text{ dB (A)}$$

Por tanto el operador percibe un nivel sonoro de 79.128 dB (A), usando este tipo de dispositivo auditivo.

8.3.- Cálculo de Dosis de Ruido

8.3.1.- Cálculo de Dosis de Ruido con Sonómetro.

Para los efectos de cálculo de Dosis de Ruido, se tomará a la población expuesta por sección y en forma global, ya que estas personas cumplen su jornada de trabajo en un mismo ambiente "ruidoso", permaneciendo bajo un nivel sonoro constante para este periodo de exposición.

El cálculo de Dosis de ruido con Sonómetro o Decibelímetro es determinado mediante la siguiente ecuación.-

$$D = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_n}{T_n} \quad (\text{Ecuación 8.3.1.1.})$$

Donde.-

D = Dosis de Ruido Diaria

$C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$.- Son los tiempos reales de

exposición a un nivel de ruido específico.

$T_1, T_2, T_3, \dots, T_n$.- Tiempos de Exposición permitidos

Para determinar el tiempo permitido de exposición, se calculan a partir del nivel sonoro ambiental, mediante la siguiente fórmula.-

$$T = \frac{16}{2 \left(\frac{L - 80}{5} \right)} \quad (\text{Ecuación 8.3.1.2.})$$

Donde.-.

T = Tiempo permitido para un ruido específico

L = Nivel Sonoro Efectivo (Ambiental)

8.3.1.1.- Cálculo de Dosis de Ruido en Tajeo 600

- 6IV.

Tipo de Máquina.- Scoop Wagner

(Anexo 2, Ficha N^o 34)

L = 111.6 dB (A)

C = 7 Horas

De Ecuación 8.3.1.2.-

T = 1.2658 Horas

De Ecuación 8.3.1.1.-

D = 5.533

8.3.1.2.- Cálculo de Dosis de Ruido en Tajeo 200

Tipo de Máquina.- Jumbo Boomer H 126

(Anexo 2, Ficha N^o 38)

L = 94 dB (A)

C = 6 Horas

De Ecuación 8.3.1.2.-

T = 2.857

De Ecuación 8.3.1.1.-

D = 2.100

8.3.1.3.- Cálculo de Dosis de Ruido en Hidroeléctrica de Monobomba.

Tipo de Máquina.- Turbinas, Generadores.

(Anexo 2, Ficha N^o 42)

L = 96 dB (A)

C = 7 Horas

De Ecuación 8.3.1.2.-

T = 2.50 Horas

De Ecuación 8.3.1.1.-

D = 2.80

8.3.1.4.- Cálculo de Dosis de Ruido en Zona de Molienda.

Tipo de Máquina.- Molinos de Bolas y Barras

(Anexo 2, Ficha Na 40)

$L = 97.5 \text{ dB (A)}$

$C = 7.5 \text{ Horas}$

De Ecuación 8.3.1.2.-

$T = 2.235 \text{ Horas}$

De Ecuación 8.3.1.1.-

$D = 3.282$

8.3.1.5.- Cálculo de Dosis de Ruido en Nivel 1750

Tipo de Máquina.- Escariador Paurat

(Anexo 2, Ficha Na 33)

$L = 118 \text{ dB (A)}$

$C = 7 \text{ Horas}$

De Ecuación 8.3.1.2.-

$T = 1.111 \text{ Horas}$

De Ecuación 8.3.1.1.-

$D = 6.300$

8.3.2.- Cálculo de Dosis de Ruido con Dosímetro.

La Dosis calculadas con Dosímetro están referidas a 90 dB (A), que equivale a una dosis de ruido igual a 1, para un tiempo de exposición de 8 horas. Considerando que la Dosis de Ruido, $D = 1$, pero que las investigaciones epidemiológicas realizadas por diversos institutos de investigaciones, demuestran que existe daño auditivo a partir del Nivel de Presión Sonora de 85 dB (A), es por tanto 85 dB (A), para un tiempo de exposición de 8 horas. Se tendrá que efectuar una conversión a través de la cual, el valor de dosis obtenido se tendrá que multiplicar por 2, para obtener la dosis correspondiente en 8 horas de exposición, referidas a un nivel de presión sonora de 85 dB (A). Esto se puede constatar si se observa la Tabla de límites permisibles que hace referencia el D.S. 034 EM-DEM, y consignada en el presente Estudio en el Capítulo VI, punto 6.1

Sin embargo, con Dosímetro el tiempo de exposición permitido, se calcula de la siguiente manera..-

$D = 1$, para 90 dB (A), luego

$$T = \frac{16}{2 \left(\frac{L - 85}{5} \right)}$$

Si $L = 90$ dB (A), $T = 8$ Horas

Si $L = 85$ dB (A), $T = 16$ Horas

Vemos que el tiempo de exposición aumenta el doble, lo que deja de manifiesto que la Dosis de Ruido de 85 dB (A), es el doble de una Dosis de Ruido de 90 dB (A), para un mismo tiempo de exposición.

$$D_{85} = 2 D_{90}$$

Para los efectos del cálculo de Dosis con Dosímetro se hace uso de la siguiente fórmula.-

$$CD_{on} = \frac{T_D}{T_M} \times C_m = \% \text{ (Ecuación 8.3.2.1.)}$$

Donde.-

CD = Dosis Diaria (%)

C_m = Lectura del Dosímetro para el tiempo de muestreo (%)

T_D = Tiempo de duración de la Jornada de Trabajo en Horas

T_M = Tiempo de muestreo en horas

Para analizar la conversión de "cal" a "on", cuando se usa módulo acelerado, se debe multiplicar C_m "cal" por el factor de conversión de 1/166, para obtener C_m "on"

$$C_m \text{ "on"} = C_m \text{ "cal"} \times 1/166$$

(Ecuación 8.3.2.2.)

8.3.2.1.- Cálculo de Dosis de Ruido en Tajeo**600-6I. Cargador Frontal.-**

$C_m = 926 \%$ "cal"

(Anexo 3, Ficha 45)

$T = 0.0833$ Horas

De la Ecuación 8.3.2.2.-

$C_m = 5.570\%$ "on"

De la Ecuación 8.3.2.1.-

$CD = 460.7 \%$

$D(90) = 4.687 \%$

$D(85) = 9.374 \%$

8.3.2.2.- Cálculo de Dosis de Ruido en Rampa**725. Jumbo Cavo Drill P 159.-**

$C_m = 1375\%$ "cal"

(Anexo 3, Ficha 46)

$T = 0.25$ Horas

De la Ecuación 8.3.2.2.-

$C_m = 8.283\%$ "on"

De la Ecuación 8.3.2.1.-

$CD = 215.4 \%$

$D(90) = 2.15 \%$

$D(85) = 4.30 \%$

8.3.2.3.- Cálculo de Dosis de Ruido en Nivel**1750. Escariador Paurat.-**

$$C_m = 3191\% \text{ "cal"}$$

(Anexo 3, Ficha 47)

$$T = 0.0833 \text{ Horas}$$

De la Ecuación 8.3.2.2.-

$$C_m = 19.22\% \text{ "on"}$$

De la Ecuación 8.3.2.1.-

$$CD = 1615 \%$$

$$D(90) = 16.15 \%$$

$$D(85) = 32.30 \%$$

8.3.2.4.- Cálculo de Dosis de Ruido en Tajeo**600-6IV. Camión Wagner.-**

$$C_m = 101\% \text{ "on"}$$

(Anexo 3, Ficha 48)

$$T = 1.5 \text{ Horas}$$

De la Ecuación 8.3.2.1.-

$$CD = 471.3 \%$$

$$D(90) = 4.71 \%$$

$$D(85) = 9.42 \%$$

8.3.2.5.- Cálculo de Dosis de Ruido en Planta**Concentradora.Zona Chancadores.-**

$$C_m = 3495\% \text{ "cal"}$$

(Anexo 3, Ficha 49)

$$T = 0.367 \text{ Horas}$$

De la Ecuación 8.3.2.2.-

$$C_m = 21.05\% \text{ "on"}$$

De la Ecuación 8.3.2.1.-

$$CD = 430.1 \%$$

$$D(90) = 4.30 \%$$

$$D(85) = 8.60 \%$$

8.3.2.6.- Cálculo de Dosis de Ruido en Casa de Fuerza.-

$$C_m = 5511\% \text{ "cal"}$$

(Anexo 3, Ficha 50)

$$T = 0.0833 \text{ Horas}$$

De la Ecuación 8.3.2.2.-

$$C_m = 33.19\% \text{ "on"}$$

De la Ecuación 8.3.2.1.-

$$CD = 2789 \%$$

$$D(90) = 27.89 \%$$

$$D(85) = 55.78 \%$$

T A B L A N a 3DOSIS DE RUIDO DIARIACUADRO RESUMEN DE POBLACION EXPUESTA POR SECCION

<u>SECCION</u>	<u>MAQUINA</u>	<u>POB. EXPUESTA</u>	<u>DOSIS</u>
Tajeo 600-6IV	Scoop Wagner	1	* 5.533
Tajeo 200	Jumbo Boomer	2	* 2.100
Hidroeléctrica de Monobomba	Generadores, Turbinas.etc.	3	* 2.800
Molienda	Molinos	3	* 3.282
Nivel 1750	Escariador	8	* 6.300
Tajeo 600-6I	Cargador Frontal	1	^ 9.374
Rampa 725	Jumbo Cavo Drill	2	^ 4.300
Nivel 1750	Escariador Faurat	8	^ 32.80
Tajeo 600-6IV	Camión Wagner	1	^ 9.420
Zona Chancado	Chancadores	3	^ 8.600
Casa Fuerza	Motores Caterpillar	3	^ 55.98

NOTA.-

* Dosis calculadas con Sonómetros

^ Dosis calculada con Dosímetros.

CAPITULO IX.- IMPACTO TECNICO - ECONOMICO EN LA INDUSTRIA MINERA

9.1.- Generalidades.-

Para poner en marcha cualquier proyecto, se debe de tener en cuenta el costo que significa su implementación.

Hemos considerado y señalamos, que para ir a la consaecución de un programa tendiente a conservar la agudeza auditiva de la población trabajadora, se debe de realizar una inversión de parte de la empresa minera, para la compra de instrumewntos de medición (Sonómetros, Analizador de Bandas de Octava, Dosímetro), y además para la compra de implementos de seguridad auditiva (Taponos de Inserción, Protectores Auditivo Tipo Fonos), estos dos parámetros son los fundamentales para éxito de dicho programa de Seguridad e Higiene Minera, en lo relativo a Agentes Fisicos.

La inversión relativa a Instrumentos de Medición, se realizará por única vez, puesto que dicho instrumental tiene una vida útil indefinida en el tiempo, siendo esta inversión relativamente pequeña respecto del costo de producción.

Por otro lado, la inversión de protectores auditivos, se realizará cada 6 meses, en lo que respecta a Taponos de

Inserción, sin embargo, para los Protectores Auditivos Tipo Fonos, esta inversión se realizará cada 3 años, que es la vida útil de estos dispositivos de seguridad.

9.2.- Costos de Inversión para un Programa de Protección Auditiva

A.- Costo de Inversión de Equipos de Medición de Ruidos.

Instrumental	Vida Util (Años)	Costos (US\$)
Sonómetro	n	3,000
Analizador de Bandas de Octava	n	2,500
Dosímetro	n	1,500

B.- Costos de Equipos de Protección Auditiva.

Para la inversión en este rubro, necesitamos de la adquisición de dos tipos de protectores.- Tapones de Inserción y Protectores Auditivos Tipo Fonos, cuyo costo y vida útil se encuentran consignados en la siguiente tabla.-

Marca	Tipo	Vida Util (Años)	Costo (US\$)
MSA	Ear Defenders	0.5	3.1
Bilsom	Soft	0.5	3.0
MSA	Mark II	3.0	36.5
MSA	Mark IV	3.0	36.5
MSA	Mark V	3.0	36.5
MSA	Comfo 500	3.0	30.0
Silenta Pop	Standard	3.0	35.0

C.- Requerimientos de Protectores Auditivos por Sección.

SECCION	TIPO DE MAQUINA	POB EXP.	TIPO DE PROTECC.
Nivel 1750	Escariador Paurat	8	8T + 8F
Tajeo 600-6IV	Jumbo Cavo Drill	2	2F
Tajeo 600-6IV	Camión Wagner 006	1	1F
Tajeo 600.6IV	Scoop Wagner ST	1	1F
Nivel 1620	Echadero 435	2	2T
Tajeo 600-6I	Cargador Frontal	1	2F
Rampa 725	Caterpillar 006	1	1T + 1F
Rampa 725	Jumbo Cavo Drill	2	2T
Tajeo 200	Jumbo Boomer H126	1	1T0
Tajeo 200	Perforador Lassoka	2	2F
Crucero 650	Perforador Labodrel	2	2F
Nivel 1709	Echadero 250	2	2T + 2F
Tajeo 300	Cragador Frontal	1	1F
Planta Conccent	Chancadores	4	4T
Planta Conccent	Harneros Vibrator.	3	3T
Molienda	Molinos de Bolas	3	3F
Flotación	Celdas de Flotacion	2	2T
Filtración	Espesadores y Filtr	2	2T
Casa Fuerza	Motores Fairbanks	6	6F
Casa Fuerza	Motores Caterpillar	3	3F
Hidroelectr	Turbina y Generador	3	3F
Relleno Hi- draulico	Bombas Mars	3	3T
Casa Compresora	Motores Centac	3	3T
Lab. Metalurgi-	Pulverizadores	3	3T

Maestranza Gen.	Taladros, esmeriles	10	10F
Maestranza Fla.	Taller Yunque, Zan.	3	3T
Reparacion Carr.	Soldaduras, Ejes	10	10F
Equipo Livia. 1	Esmeril, Prensa	5	5T
Equipo Livia. 2	Vulcanizadora	8	8T
Taller Electric.	Bodega	2	2t
Casa de Lamparas	Taller Reoarac.	4	4T

TOTAL		98	54T = 61F

NOTA.- T= Tapones de Inserción

F= Protectores Tipo Fonos

D.- Costo de Inversión para Protección Auditiva

- Número de Trabajadores con Tapones de Inserción.- 54
- Número de trabajadores con Protectores Tipo Fonos.- 61
- Costo Promedio de cada Tapón de Inserción.- US\$ 3.0
- Costo Promedio de cada Protector de Fono.- US\$ 35.0

Entonces.- $C_t = N.- \text{Tapones Inserción} \times \text{Costo}$

$$C_t = 54 \times 3.0 =$$

$$C_t = \text{US\$ } 162$$

Para .-

$C_f = N.- \text{de Protectores de Fonos} \times \text{Costo}$

$$C_f = 61 \times 35.0$$

$$C_f = \text{US\$ } 2,135$$

Por lo tanto.-

$$C_{PA} = C + C$$

$$C_{PA} = \text{US\$ } 162 + \text{US\$ } 2,135$$

$$C_{PA} = \text{US\$ } 2,297$$

E.- Cuadro Resumen de Inversión.-

En el cuadro que se entrega a continuación podemos notar que la inversión correspondiente a instrumental de medición, se realizará por una sólo vez, no siendo necesaria una nueva inversión, sólo se debe tener cuidado en la conservación del instrumental.

Además se observa que la inversión que se realizará en forma permanente, es referente a la compra de protectores auditivos, el cual es insignificante como veremos más adelante.-

EQUIPOS	CANTIDAD	VIDA UTIL (Años)	COSTO (US\$)
Sonómetro	1	n	3,000
Analizador de Bandas Octava	1	n	3,500
Dosímetro	1	n	1,500
Tapón de Inser- ción	54	0.5	162
Tipo Fonos	61	3	2,135
T O T A L.-		US\$	9,297

9.3.- Costo Anual de Inversión de Protectores Auditivos

Respecto al Costo de Producción.-

A.- Costo Anual para Tapones de Inserción.-

$$C_T = \text{US\$ } 162 \times 2 = \text{US\$ } 324$$

B.- Costo Anual para Protectores Tipo Fonos.-

$$C_F = \text{US\$ } 2,135 / 3 = \text{US\$ } 712$$

C.- Costo Total Anual para Protectores Auditivos.-

$$C_T = \text{US\$ } 324 + \text{US\$ } 712 =$$

$$C_T = \text{US\$ } 1.036$$

E.- Costo de Producción Anual en San Vicente.-

- Costos Fijos de Producción.-

	(Miles de US\$)
- Mina	356
- Concentradora	107
- Energía	101
- Servicios Generales	284
COSTO TOTAL MENSUAL.-	848
COSTO TOTAL ANUAL.-	10,174

- Costos Variables de Producción.-

(Miles de US\$)	
- Mina	5.23
- Concentradora	1.29
- Energía	0.00
- Servicios Generales	0.00
COSTO TOTAL VARIABLE.-	6.52
PRODUCCION (MILES TMS).-	1.024
COSTO TOTAL ANUAL.-	6,806

- Costo Total de Producción.-

$$C = \text{Costos Fijos} + \text{Costos Variables}$$

$$C = \text{US\$ } 10,174 + \text{US\$ } 6,806$$

$$C = \text{US\$ } 16,980.000$$

E.- Costo Anual de Inversión de Protectores Auditivos
Respecto al Costo de Producción

- Costo Anual de Producción.- US\$ 16,980.000

- Costo Anual para Protectores Auditivos.- US\$ 1,036

Por lo Tanto.-

$$C = \frac{\text{US\$ } 1.036}{\text{US\$ } 16,980.000}$$

$$C = 0.0067\%$$

F.- Costo de Inversión de Instrumental de Medición.-

- Costo Anual de Producción.- US\$ 16,980.000
- Costo de Inversión de Instrumental.- US\$ 7,000

Por lo Tanto.-

$$C = \frac{\text{US\$ } 7,000}{\text{US\$ } 16,980.000}$$

$$C = 0.047\%$$

CAPITULO X.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CONCLUSIONES.-

10.1.- El ruido es el contaminante industrial de nuestro siglo, que interfiere en la comunicación, en el trabajo, en la conducta y que produce la pérdida temporal de la audición (Trauma Acústico), la que progresivamente ocasiona un daño permanente en el órgano auditivo (Hipoacusia Neurosensorial)

10.2.- El ruido representa un costo potencial en la industria, ya que predispone a los operarios al accidente, debido a la fatiga que produce y a los bajos índices de productividad.

10.3.- El ruido va destruyendo poco a poco las células del nervio acústico, las cuales la cirugía no puede reparar, sino que sólo reconstruye los huesos del órgano auditivo.

10.4.- Este agente contaminante y nocivo para la salud del trabajador industrial, adquiere caracteres dramáticos en la industria minero-metalúrgica, debido a la gran concentración de fuentes sonoras, pero a la cual no se le ha dado la importancia que requiere, especialmente en la pequeña y mediana minería que no cuentan con una organización médica y profesionales idóneos para el tratamiento del problema.

10.5.- La Hipoacusia Neurosensorial es la enfermedad profesional que origina el ruido, la cual significa la reducción de la capacidad de audición, llamada comúnmente sordera ocupacional y que se produce por.- exposiciones a frecuencias mayores de 4000 cps y sobre los 70 dB, Ruidos Continuos e Intermitentes por encima de los 85 dB (A), Ruidos de Impactos sobre 120 dB, y por exposiciones prolongadas por años a ruidos de 80 o más dB.

10.6.- Para medir el ruido se requiere de un elemento capaz de transformar las presiones acústicas en ondas electromagnéticas, de una serie de correctores de este ruido y de un instrumental de medición de la magnitud de las mismas. Un método de medición, apropiado es aquel que proporciona el resultado mas apegado a la realidad con el mínimo esfuerzo posible.

10.7.- Para el caso de nuestro Estudio, la Unidad de San Vicente de la Compañía Minera San Ignacio de Morococha, se procedió a determinar la potencia sonora que generan las máquinas muestreadas, y que conociendo el nivel de potencia sonora, se pudo concluir que todas las máquinas de esta empresa, representan para los trabajadores que las operan un inminente riesgo de daño auditivo, considerandose algunos casos como críticos (Ver tabla N^o 2).

10.8.- Calculada la Dosis de ruido diaria de acuerdo a tiempo de exposición y comparando estos niveles los permisibles legalmente, se deduce que existen altísimos

riesgos de daño auditivo para la población expuesta, algunos de los cuales figuran en la Tabla N^o3.

10.9.- Los operadores de máquinas tales como.- Escariador Paurat, Camión Wagner, Scoop Wagner, cargadores Frontales y Jumbos de Perforación, están expuestos a altas dosis de ruidos.

En caso de la población expuesta en Planta Concentradora, Zona de Chancadores, están expuestos a dosis de ruido continuo entre 4.3 y 8.6, la cual es un rango que produce un inminente daño auditivo.

Asimismo los trabajadores de Casa Fuerza, están expuesto a una dosis diaria entre 27.8 y 55 %, los cuales están muy por sobre el límite permisible.

La población expuesta en Talleres, Hidroeléctrica y relleno Hidráulico, están también expuestos sobre el límite permisible para un tiempo de exposición de 8 horas.

10.10.- Se puede concluir que la población expuesta a altas dosis de ruidos y que están siendo afectadas por los niveles de presión sonora por ~~sobre~~ la normativa legal, pueden solucionar dicho problema que les afecta utilizando una adecuada protección auditiva, ya sea con tapones de Inserción o Protectores Tipos Fonos.

10.11.- Conociendo los niveles de presión sonora para cada centro de bandas de octava y que conociendo las atenuaciones medias que ofrece cada Protector Auditivo se puede concluir en una correcta asignación de protectores auditivos para mantener a la población expuesta a niveles bajos los límites permisibles

10.12.- Se puede concluir que en casos similares a los del Escariador Paurat en Mina Subterranea, es necesario asignar protectores Tipo Fonos, combinados con Tapones de Inserción, para mantener a los operarios bajo límites adecuados.

10.13.- Se puede concluir que aplicando los criterios de calculos de reducción de ruidos para los distintos dispositivos de protección auditiva, se puede mantener a la población expuesta a ruido continuo en cierta medida controlados.

10.14.- La solución ideal para el control de ruido, sería mantener atención en la fuente sonora, o en el medio que lo generan y propagan, pero esto es muy difícil y a veces imposible poder realizarlo, como puede ser el caso de las máquinas en movimiento.

10.15.- Los costos de inversión relativos a la puesta en marcha de un plan de conservación de la agudeza auditiva, son relativamente pequeños, respecto al costo de producción (0.047%).

- RECOMENDACIONES. -

10.16.- La Reglamentación vigente sobre ruido industrial debe ser revisada constantemente, para poder estar a las actuales investigaciones por la seriedad del problema. Entre los aspectos a considerar, debe contemplar los niveles de presión sonora y los tiempos de exposición, como asimismo la indemnización correspondiente.

10.17.- La Empresa que considere la adquisición de Protectores Auditivos, para la prevención de la agudeza auditiva, deben de tener presente el estudio de los niveles de presión sonora, o de Dosis de ruido, pero sobretodo un estudio de la Frecuencias de bandas de octava y de los niveles reales en atenuación de ruido.

10.18.- Cuando la población trabajadora expuesta a altas dosis de ruido no use su protector auditivo, o bien lo utilice en el bolsillo, habrá que efectuar charlas de motivación y crearle el hábito del buen uso y cuidado de dicho protector, hacerle responsable del cuidado que le permite estar "conectado" con el mundo. explicar y dar a conocer a fondo lo que es la Sordera Profesional y todos los males que implica.

10.19.- No debe permitirse el uso de comedores improvisados de los trabajadores o de la empresa, donde no haya ambientes seguros contra el ruido, estos deben adecuarse cumpliendo requisitos mínimos.

10.20.- A las empresas mineras de la pequeña y mediana minería, se les debe de obligar a que suministren a sus trabajadores que laboran en ambientes ruidosos, por lo menos tapones de algodón cubiertos en vaselina.

10.21.- A fin de dar cumplimiento al Reglamento de Bienestar y Seguridad Minera, a los trabajadores mineros-metalúrgicos que adolecen de hipoacusia neurosensorial o de una sordera crónica, se les debe de cambiar de ambientes excentos de ruidos, a fin de evitarles accidentes de trabajo, o finalmente indemnizarlos por enfermedad profesional.

10.22.- La Unidad de San Vicente, debe de tratar de implementar un Programa de Control de Ruidos, pues los costos que representan, es insignificante respecto a los costos de producción anual, y además por ser una empresa altamente mecanizada, representa un serio peligro para la seguridad del trabajador.

A N E X O N o 1.

MEDICIONES DE NIVEL DE PRESION SONORA

SONOMETRO 2209

(FICHAS 1 HASTA FICHA 32)

FICHA No1.-

SECCION.- Mina Subterranea
 LUGAR.- Nivel 1750.
 TIPO DE MAQUINA.- Escariador PAURAT E-134 (Ø50).
 TIPO DE RUIDO.- Continuo
 POB. EXPUESTA.- 8 personas
 TIEMPO DE EXPOSICION.- 6.5 a 7.5 Horas
 NIVEL PRESION SONORA.- 113 dB (A)

OBSERVACIONES.- La medición se efectuó a tres metros de la "fuente" donde opera la máquina y a un metro del operador por razones de seguridad.

- La medición se realizó con la máquina trabajando en el primer turno.

- El Nivel sonoro es sumamente alto, por lo cual es muy importante comprobar que el operario use protector auditivo adecuado.

- Hay que considerar que la máquina trabaja con personal para servicios y mantención, por lo tanto es una considerable cantidad de personal expuesto al ruido.

FICHA No2.-

SECCION.- Mina Subterranea
 LUGAR.- Tajero 600 - 6IV
 TIPO DE MAQUINA.- Jumbo Cavo Drill P550.
 TIPO DE RUIDO.- Intermitente

TIEMPO DE EXPOSICION.- 7 Horas
 POB EXPUESTA.- 2 Personas
 NIVEL PRESION SONORA.- 89 dB (A)

OBSERVACIONES.- Los operarios no utilizan protectores auditivos.

- Esta máquina trabaja con un brazo y de accionamiento neumático.

FICHA No3.-.

SECCION.- Mina Subterranea
 LUGAR.- Tajeo 600 - 6IV
 TIPO DE MAQUINA.- Camión Wagner 006. MT-413.
 TIPO DE RUIDO.- Continuo de Período Variable
 POB. EXPUESTA.- 1 Persona
 TIEMPO DE EXPOSICION.- 7 Horas
 NIVEL PRESION SONORA.- 75 A 104 dB (A)

OBSERVACIONES.- Se registran los siguientes datos en la variación del ruido:-

Motor en marcha 80 dB (A)

Camión en subida cargado 94 dB (A).

Camión de bajada vacío 87 dB (A)

La variación de decibeles en subida se debe a los diversos cambios que realiza el operario.

FICHA No 4.-

SECCION.- Nina Subterranea
LUGAR.- Tajeo 600 - 6IV
TIPO DE MAQUINA.- Scoop Wagner ST-6C
TIPO DE RUIDO.- Continuo de Período variable
POB. EXPUESTA.- 1 Persona
TIEMPO DE EXPOSICION.- 8 Horas.
NIVEL PRESION SONORA.- 90 a 110 dB (A)

OBSERVACIONES.- Este Scoop registra una variedad de niveles sonoros, debido a los cambios que adopta el conductor para el traslado, carga y descarga del mineral.

Scoop en marcha 90 dB (A)

Cargando el mineral 106 dB (A)

Descargando el mineral 110 dB (A)

Hemos considerado estas mediciones para tener un chequeo más completo de este tipo de maquinarias

- El Scoop es de 6 yardas cúbicas de capacidad.

- Generalmente el operario trabaja con problemas debido a la alta temperatura en el interior de la mina.

FICHA No5.-

SECCION.- Mina Subterranea.
LUGAR.- Nivel 1709-Echadero 250
TIPO DE MAQUINA.-
TIPO DE RUIDO.- Continuo de Período Variable.
POB. EXPUESTA.- 2 personas
TIEMPO DE EXPOSICION.- 6.5 a 7.5 Horas
NIVEL PRESION SONORA.- 112 a 116 dB (A)

OBSERVACIONES.- Se chequeó este Echadero debido a la gran actividad que allí se realiza en la descarga del mineral

- Se ha podido determinar que es uno de los lugares donde existe los más altos niveles de presión sonora en el interior de la mina. Cuando comienza la descarga del mineral se efectuó la toma de medidas
- Los operarios no utilizan ni tapones auditivos, ni protectores auditivos.

FICHA No 6.-

SECCION.- Mina Subterranea
LUGAR.- Nivel 1620-Echadero 435
TIPO DE MAQUINA.-
TIPO DE RUIDO.- Continuo de período variable
POB. EXPUESTA.- 2 Personas
TIEMPO DE EXPOSICION.- 7 Horas
NIVEL PRESION SONORA.- 102 dB (A)

OBSERVACIONES. - Zona de gran actividad en la descarga del mineral, donde se producen altas dosis de ruido.

- Los operarios no utilizan protectores auditivos.

- La toma de medidas se realizó en el primer turno.

FICHA No 7. -

SECCION.- Mina Subterranea
LUGAR.- Tajero 600 - 6I
TIPO DE MAQUINA.- Cargador Frontal 061.
TIPO DE RUIDO.- Continuo
POB. EXPUESTA.- 1 Persona
TIEMPO DE EXPOSICION.- 7.5 Horas
NIVEL PRESION SONORA.- 90 a 104 dB (A)

OBSERVACIONES. - 95 dB (A) corresponden a estacionada motor en marcha, 102 dB (A) cuando el balde penetra en el mineral y 104 dB (A) descargando

- Este alto nivel de ruido (104 dB (A)) tiene un corto período de duración.

FICHA No 8. -

SECCION.- Mina Subterranea
LUGAR.- Tajero 300
TIPO DE MAQUINA.- Cargador Frontal 062
TIPO DE RUIDO.- Continuo

POB. EXPUESTA.- 1 Persona
TIEMPO DE EXPOSICION.- 7.5 Horas
NIVEL PRESION SONORA.- 81 a 100 dB (A)

OBSERVACIONES.- Las variaciones en las maniobras produce un nivel sonoro variable. El más bajo nivel sonoro corresponde cuando la máquina se encuentra estacionada con el motor en marcha y la más alta medida se registra cuando el balde penetra en el mineral.

FICHA No 9.-

SECCION.- Mina Subterranea
NUGAR.- Rampa 725
TIPO DE MAQUINA.- Caterpillar 006-007
TIPO DE RUIDO.- Continuo
POB. EXPUESTA.- 1 Persona
TIEMPO DE EXPOSICION.- 6.5 a 7.5 Horas
NIVEL PRESION SONORA.- 111 dB (A)

OBSERVACIONES.- La máquina se encontraba trabajando en el primer turno.

- En general no se ha considerado ocho horas de trabajo a causa de reparación y mantenimiento de la máquina, etc.

FICHA No 10.-

SECCION.- Mina Subterranea
LUGAR.- Rampa 725
TIPO DE MAQUINA.- Jumbo Cavo Drill P150 006
POB. EXPUESTA.- 2 Personas
TIEMPO DE EXPOSICION.- 7.5 Horas
TIPO DE RUIDO.- Continuo
NIVEL PRESION SONORA.- 85 A 97 Db (a)

OBSERVACIONES.- 85 dB (A) corresponden al inicio de la actividad de perforación y 97 dB (A) se registra cuando los motores son exigidos al máximo

- La máquina es neumática de 2 brazos.

FICHA No 11.-

SECCION.- Mina Subterranea
LUGAR.- Tajero 200
TIPO DE MAQUINA.- Jumbo Boomer H126
TIPO DE RUIDO.- Continuo
POB. EXPUESTA.- 1 Persona
TIEMPO DE EXPOSICION.- 6 Horas
NIVEL PRESION SONORA.- 90 a 95 dB (A).

OBSERVACIONES.- La variación de maniobras produce estos cambios de nivel sonoro.

- 90 dB (A) corresponden al inicio de la actividad de perforación

- 95 dB (A) corresponde al momento en que los motores son exigidos al máximo

- La medición se realizó en la cabina del operario.

FICHA No 12.-

SECCION.-	Mina Subterranea
LUGAR.-	Tajeo 200
TIPO DE MAQUINA.-	Perforadora Lassoka
TIPO DE RUIDO.-	Continuo de período variable
POB. EXPUESTA.-	2 Personas
TIEMPO DE EXPOSICION.-	7 Horas
NIVEL PRESION SONORA.-	98 a 100 dB (A)

OBSERVACIONES.- El ayudante se encuentra en un lugar circundante a la perforadora y está afectado por un nivel sonoro de 87 a 86 dB (A)

FICHA No 13.-

SECCION.-	Mina Subterranea
LUGAR.-	Crucero 650
TIPO DE MAQUINA.-	Perforador Labodrel
TIPO DE RUIDO.-	Continuo
POB. EXPUESTA.-	2 Personas

TIEMPO DE EXPOSICION.- 7 Horas.

NIVEL PRESION SONORA.- 100 a 104 dB (A)

OBSERVACIONES.- El ayudante está expuesto a niveles de ruido de 94 a 100 dB (A) alrededor de la máquina.

La medición correspondiente a 100 a 104 dB (A) corresponde a la realizada a un metro de donde se está perforando

FICHA No 14.-

SECCION.-	Planta Concentradora
LUGAR.-	Zona de Chancado
TIPO DE MAQUINA.-	Chancador Primario (16"x24") Chancador Secundario Fil Smith Chancador Terciario Kueken
TIPO DE RUIDO.-	Continuo
POB. EXPUESTA.-	4 Personas
TIEMPO DE EXPOSICION.-	7.5 Horas
NIVEL PRESION SONORA.-	93 a 98 dB (A)

OBSERVACIONES.- El nivel de presión sonora más alto en este recinto se encuentra en la zona del chancado secundario con 98 dB (A), siendo la zona del chancado terciario la de más bajos niveles con 93 dB (A).

- Los operarios que se encuentran en el Panel de Control reciben niveles superior al permitido de 96 dB (A), implicando un alto riesgo de lesión auditiva.

- El pasadizo de esta zona registra niveles de 92 dB (A).

FICHA No 15.-

SECCION.- Planta Concentradora
 LUGAR.- Harneros Vibratorios.
 TIPO DE MAQUINAS.- 2 Harneros Vibratorios Allis Chalmers
 TIPO DE RUIDO.- Continuo
 POB. EXPUESTA.- 3 Personas
 TIEWMPO DE EXPOSICION.- 8 Horas
 NIVEL PRESION SONORA.- 94 a 102 dB (A)

OBSERVACIONES.- Existe caseta de protección construida de madera que en su interior a puerta cerrada registra el nivel sonoro fde 84.5 dB (A)

El Vibrador Nq1, Allis Chalmers (3"x6") es el que registra mayor nivel sonoro de 102 dB (A).

FICHA No 16.-

SECCION.- Planta Concentradora
 LUGAR.- Zona de Molienda
 TIPO DE MAQUINA.- 4 Molinos de Bolas (3 Molinos Comesa y un Molino Hordinke)
 1 Molino de Barras, Comesa.
 TIPO DE RUIDO.- Continuo
 POB. EXPUESTA.- 3 Personas

TIEMPO DE EXPOSICION.- 8 Horas

NIVEL PRESION SONORA.- 97 A 102 dB (A)

OBSERVACIONES.- Los niveles más altos se encuentran en la zona circundante al Molino de Bolas no1 de 102 dB (A).

Los niveles más bajos en los alrededores del Molino de Bolas no5, 97 dB (A)

En el interior de la caseta de control se registran 97 dB (A).

Por esta zona circula personal sin protección auditiva.

FICHA Na 17.-

SECCION.- Flotación de Concentrados Pb y Zn.

LUGAR.- Celdas de Flotación.

TIPO DE MAQUINA.- 4 Celdas de Flotación Denver DR.
1 Celda de Flotación Outokumbo
1 Tanque de Agitación Denver.

TIPO DE RUIDO.- Continuo.

POB. EXPUESTA.- 2 Personas.

NIVEL PRESION SONORA.- 98 a 100 dB (A)

OBSERVACIONES.- Los niveles más altos de ruidos existentes en esta zona, corresponden a las cercanías del Tanque de agitación con 100 dB (A).

La sección de reactivos, es la que presenta los niveles más bajos para este lugar con 98 dB (A), pero lo suficiente para producir daño auditivo.

-- El tránsito del personal por este sitio es esporádico.

FICHA Na 18.-

SECCION.- Lixiviación
 LUGAR.- Tanques de Lixiviación
 Celdas de Flotación W.S.
 TIPO DE MAQUINA.- 6 Tanques de Lixiviación
 2 Celdas de Flotación W.S.
 TIPO DE RUIDO.- Continuo
 POB. EXPUESTA.- 3 personas
 TIEMPO EXPOSICION.- 8 Horas
 NIVEL PRESION SONORA.- 96 a 100 dB (A)

OBSERVACIONES.- En los alrededores de las Celda de Flotación Na 1, se ha medido el más bajo nivel de sonido 96 dB (A), sin embargo en la zona del Tanque de Lixiviación Na3, se registra el más alto nivel de presión sonora con 100 dB (A).

FICHA Na 19.-

SECCION.- Planta de Filtración
 LUGAR.- Tanques de Espesamiento y Filtros
 TIPO DE MAQUINA.- 1 Tanque de Espesamiento de Pb
 Sp Comesa
 2 Tanques de Espesamiento de Zn
 Sp Comesa
 2 Filtros de Discos de Zn, Fl
 Denver
 1 Filtro de Disco de Pb, Fl Comesa
 TIPO DE RUIDO.- Continuo
 POB. EXPUESTA.- 2 Personas

TIEMPO EXPOSICION.- 8 Horas
 NIVEL PRESION SONORA.- 76 a 89 dB (A)

OBSERVACIONES.- Los niveles de ruido existentes están por debajo de los límites establecidos por la legislación peruana, para 8 de horas de exposición.

El nivel de ruido más bajo se registra en los Tanques de espesamiento con 76 dB (A) y los más altos en los Filtros de discos con 89 dB (A).

FICHA Na 20.-

SECCION.- Casa de Fuerza
 LUGAR.- Nave de Motores
 TIPO DE MAQUINA.-. 2 Motores Fairbanks Morse
 TIPO DE RUIDO.- Continuo
 POB. EXPUESTA.- 6 Personas
 TIEMPO EXPOSICION.- 8 Horas
 NIVEL PRESION SONORA.- 102 a 107 DB (A)

OBSERVACIONES.- Distancia entre motores aproximadamente 2 metros, las mediciones se realizaron a 1 metro de distancia de la fuente sonora y en otros puntos.

En el momento que se realizó la medición estaban los dos motores funcionando.

Este lugar de Casa Fuerza es altamente ruidoso y es conveniente realizar estudios con análisis de frecuencias cada cierto período de tiempo

- Hay algunos trabajadores que doblan tiempo en este lugar, lo cual lo hace altamente peligroso.

FICHA Na 21.-

SECCION.- Casa Fuerza
 LUGAR.- Nave de Motores
 TIPO DE MAQUINA.- 2 Motores Caterpillar
 TIPO DE RUIDO.- Continuo
 POB. EXPUESTA.- 3 Personas
 TIEMPO EXPOSICION.- 8 Horas
 NIVEL PRESION SONORA.- 105 a 107 dB (A)

OBSERVACIONES.- Estos motores se encuentran en la misma Nave con los motores Fairbanks Morse.

El Nivel sonoro existente en este lugar corresponde a nivel sonoro ambiental, y está sobre el nivel permisible de ruido continuo para una exposición de 8 horas

FICHA Na 22.-

SECCION.- Hidroeléctrica de Monobomba
 LUGAR.- Tablero de Control
 TIPO DE MAQUINA.- Turbinas, Generadores, Regulador de Velocidad
 TIPO DE RUIDO.- Continuo, proveniente de la Nave de Motores
 POB. EXPUESTA.- 3 Personas

TIEMPO EXPOSICION.- 8 Horas
 NIVEL PRESION SONORA.- 91 a 98 dB (A)

OBSERVACIONES.- El alto nivel sonoro que se mide en el interior del tablero de control, puede ser ocasionado por las fisuras existentes en las aristas comunes a las paredes que dan hacia el lugar de las maquinarias, los cuales por el efecto de vibración, permite el paso de la onda sonora con mayor presión.

En las ventanas la masilla se ha desprendido, disminuyendo la efectividad de estas

El personal encargado del Tablero de Control está expuesto a altos niveles de presión sonora.

FICHA Na 23.-

SECCION.- Relleno Hidráulico
 LUGAR.- Sala de Bombas
 TIPO DE MAQUINAS.- 2 Bombas Mars H180
 1 Bomba Mars H225
 TIPO DE RUIDO.- Continuo
 POB. EXPUESTA.- 3 Personas
 TIEMPO EXPOSICION.- 5 Horas
 NIVEL PRESION SONORA.- 94 a 99 dB (A)

OBSERVACIONES.- Los niveles más bajos se registraron en la bomba H 225.

- Un operario realiza chequeos de inspección durante 15 minutos aproximadamente.

- Existe un ventilador ubicado a un costado de la entrada de la sala de bombas, el que produce un nivel sonoro de 96 dB(A), que no incide mayormente con las mediciones efectuadas en el pasillo de las bombas para relleno.

FICHA Na 24.-

SECCION.-	Casa de Compresoras Mina
LUGAR.-	Nave de Motores
TIPO DE MAQUINAS.-	3 Motores Eléctricos 2 Motores Centac
TIPO DE RUIDO.-	Continuo
POB. EXPUESTA.-	3 Personas
TIEMPO DE EXPOSICION.-	8 Horas
NIVEL PRESION SONORA.-	85 a 92 dB (A)

OBSERVACIONES.- Los 5 motores estaban funcionado en el momento de la medición, alrededor de los cuales el nivel es de 90 a 92 dB (A)

En el recinto circundante a los motores el nivel sonoro es de 85 dB(A).

La distancia existente entre motores es de alrededor de 2 metros.

Existe una caseta del operador ubicada en una de las esquinas del recinto, en la que en su interior a puerta cerrada registra un nivel de 78 a 80 dB (A)

FICHA Na 25.-

SECCION.- Laboratorios
 LUGAR.- Laboratorio Metalúrgico
 TIPO DE MAQUINAS.- Pulverizador de Muestras
 Extractores
 TIPO DE RUIDO.- Continuo
 POB. EXPUESTA.- 3 Personas
 TIEMPO EXPOSICION.- 8 Horas
 NIVEL PRESION SONORA.- 84 a 92 dB (A)

OBSERVACIONES.- Los niveles más bajos se registraron en la mesa de preparación de muestras, que se debe a la cercanía de la Planta Concentradora, registrándose 85 dB (A)

- Los niveles más altos de encuentran en la zona del pulverizador de muestras con 92 dB (A)

FICHA Na 26.-

SECCION.- Talleres
 LUGAR.- Maestranza General
 TIPO DE MAQUINAS.- Taladros de Banco, Esmeriles,
 Sierra Mecánica, Rocco 500,
 Torno Sideral, Soldadura de
 Impacto, etc
 TIPO DE RUIDO.- Continuo
 POB. EXPUESTA.- 10 Personas
 TIEMPO EXPOSICION.- 8 Horas
 NIVEL PRESION SONORA.- 79 a 102 dB (A)

OBSERVACIONES.— En esta zona se producen un conjunto de ruidos que se suman en cuanto a intensidades.

— En la Oficina del Superintendente de Maestranza se registran niveles de 79 dB (A), siendo los mas bajos en esta zona.

— Los niveles más altos se registraron en el taller de soldadura por impacto de 102 dB (A), siendo este peligroso y no permitido por la ley.

FICHA Na 27.—

SECCION.—	Talleres
LUGAR.—	Maestranza de Planta Concentradora
TIPO DE MAQUINAS.—	Taller de Yunque Bodegas
TIPO DE RUIDO.—	Continuo
POB. EXPUESTA.—	3 Personas
TIEMPO EXPOSICION.—	8 Horas
NIVEL PRESION SONORA.—	84 a 95 dB (A)

OBSERVACIONES.— Los ruidos de esta sección son a nivel de presiones sonoras ambiental, es decir, provenientes de unidades circundantes, en este caso la planta concentradora

— En el escritorio del Jefe se registraron 85 dB (A)

— En la Bodega que colinda con la Planta, a través de una de sus paredes, se registraron 95 dB (A)

FICHA Na 28.-

SECCION.- Talleres
 LUGAR.- Reparación de carros Mineros
 TIPO DE MAQUINAS.- Mesas de Soldaduras
 Zanja de Reparación
 Armado de Ejes
 TIPO DE RUIDO.- Continuo
 POB. EXPUESTA.- 14 Personas
 TIEMPO EXPOSICION.- 5 Horas
 NIVEL PRESION SONORA.- 86 a 104 dB (A)

OBSERVACIONES.- En el escritorio del Jefe se registraron ruidos de 86 dB (A)

En la Zona de la Zanja de Reparación y en Armado de Ejes varía entre 91 a 95 dB (A)

- En Soldadura se registraron los niveles más altos de ruidos de 104 dB (A)

FICHA Na 29.-

SECCION.- Talleres
 LUGAR.- Equipos Livianos Na 1
 TIPO DE MAQUINA.- Esmeril, Prensa de Banco
 TIPO DE RUIDO.- Continuo, proveniente de Maquinaria circundante
 POB. EXPUESTA.- 5 Personas
 TIEMPO EXPOSICION.- 8 Horas
 NIVEL PRESION SONORA.- 70 a 90 dB (A)

OBSERVACIONES. - En el escritorio del jefe del taller se registraron niveles de 70 dB (A). En la Prensa de Banco se registraron por su parte 90 dB (A), siendo el límite permisible legalmente.

- En este lugar los operarios no sienten la necesidad de utilizar protectores, debido al bajo nivel sonoro.

FICHA Na 30.

SECCION.-	Talleres
LUGAR.-	Equipos Livianos Na 2
TIPO DE MAQUINAS.-	Zanja de Reparación Patio de Desllante Vulcanizadora de Cámaras
TIPO DE RUIDO.-	Continuo, de período variable
POB. EXPUESTA.-	8 Personas
TIEMPO EXPOSICION.-	8 Horas
NIVEL PRESION SONORA.-	85 a 98 dB (A)

OBSERVACIONES. - A pesar de no producir altos niveles de ruidos en este lugar, esta sección está afectada por las secciones circundantes, registrando en el escritorio del Jefe de Taller 89 dB (A), casi el límite permitido por la legislación

FICHA Na 31.-

SECCION.- Talleres
 LUGAR.- Taller Eléctrico
 TIPO DE MAQUINAS.- Bodega
 TIPO DE RUIDO.- Continuo, proveniente de Casa Fuerza
 POB. EXPUESTA.- 2 Personas
 TIEMPO EXPOSICION.- 8 Horas
 NIVEL PRESION SONORA.- 71 dB (A)

OBSERVACIONES.- Esta zona apesar de ser una bodega recibe el ruido prproveniente de la Casa Fuerza, ya que limita con ella a través de una muralla existente en el recinto

FICHA Na 32.-

SECCION.- Talleres
 LUGAR.- Casa de Lámparas
 TIPO DE MAQUINA.- Tablero de Reparación
 Cabina de Despacho
 Lugar del Fichero
 TIPO DE RUIDO.- Continuo
 POB. EXPUESTA.- 4 Personas
 TIEMPO EXPOSICION.- 8 Horas
 NIVEL PRESION SONORA.- 65 a 71 dB (A)

OBSERVACIONES.- El nivel más alto se registro en la cabina del fichero

A N E X O N - 2

MEDICION EN BANDAS DE OCTAVAS

FILTROS DE OCTAVA TIPO 1613

(FICHAS 33 HASTA FICHA 44)

FICHA N.- 33.-

SECCION.- Mina Subterranea
 LUGAR.- Nivel 1750
 TIPO DE MAQUINA.- Escariador Paurat E 134
 TIPO DE RUIDO.- Continuo
 POB. EXPUESTA.- 8 Personas
 TIEMPO EXPOSICION.- 7 Horas
 N.P.S. AMBIENTAL.- 116 dB (A)
 ANALISIS EN BANDAS DE OCTAVAS.-

Frec. Central	125	250	500	1000	2000	4000	8000 Hz
N.P.S.	108.5	101.5	108	104.5	102	105.4	108 dB

OBSERVACIONES.- La medición se realizó a mitad de guardia.

- En esta sección los operarios deberían usar Protectores Auditivos conjuntamente con tapones de inserción para disminuir los niveles de presión a que están expuestos.

FICHA N.- 34.-

SECCION.- Mina Subterranea
 LUGAR.- Tajeo 600 6IV
 TIPO DE MAQUINA.- Scoop Wagner ST
 TIPO DE RUIDO.- Continuo, de período variable
 POB. EXPUESTA.- 1 Persona
 TIEMPO EXPOSICION.- 7 Horas
 N.P.S. AMBIENTAL.- 111.5 dB (A)

ANALISIS DE BANDAS DE OCTAVA.-

Frec, Central	125	250	500	1000	2000	4000	8000 Hz
N.P.S.-	107	102.6	106	104	101	103	100 dB

OBSERVACIONES.- En la operación de carga, traslado y descarga, se producen variaciones en los niveles de presión por los cambios de marchas.

- Existen altos niveles de ruidos que se deben controlar a tiempo

FICHA N.- 33.-

SECCION.- Mina Subterranea
 LUGAR.- Tajeo 600 6IV
 TIPO DE MAQUINA.- Camión Wagner 006 MT
 TIPO DE RUIDO.- Continuo de período variable
 POB. EXPUESTA.- 1 Persona
 N.P.S. AMBIENTAL.- 101 dB (A)

ANALISIS DE BANDAS DE OCTAVA.-

Frec. Central	125	250	500	1000	2000	4000	8000 Hz
N.P.S.-	89	93	96	97	93	83	72 Db

OBSERVACIONES.- Las mediciones con análisis de frecuencias registran gran variedad de presiones sonoras existentes, puesto que no mantiene los mismos niveles debido a los cambios de marchas que realiza el conductor.

FICHA N.- 36.-

SECCION.- Mina Subterranea
 LUGAR.- Tajeo 600 6I
 TIPO DE MAQUINA.- Cargador Frontal 061
 TIPO DE RUIDO.- Continuo
 POB. EXPUESTA.- 1 Persona
 TIEMPO EXPOSICION.- 7.5 Horas
 N.P.S. AMBIENTAL.- 104 dB (A)

ANALISIS EN BANDAS DE OCTAVA.-

Frec. Central	125	250	500	1000	2000	4000	8000 Hz
N.P.S.-	87	97.5	97	94.5	90.5	95	83.5 dB

OBSERVACIONES.- Estos altos niveles de ruidos tienen
 períodos cortos de duración

- El muestreo se realizó en el segundo turno
 de trabajo

FICHA N.- 37.-

SECCION.- Mina Subterranea
 LUGAR.- Rampa 725
 TIPO DE MAQUINA.- Jumbo Cavo Drill P150
 TIPO DE RUIDO.- Continuo
 POB. EXPUESTA.- 2 Personas
 TIEMPO EXPOSICION.- 7.5 Horas
 N.P.S. AMBIENTAL.- 97 dB (A)

ANALISIS DE BANDAS DE OCTAVA.-

Frec. Central	125	250	500	1000	2000	4000	8000 Hz
N.P.S.-	84	84.5	85	86	80	72.5	27 dB

OBSERVACIONES.- Las mediciones para esta sección se realizaron en la mitad del segundo turno.

FICHA N.- 38.-

SECCION.- Mina Subterranea
 LUGAR.- Tajeo 200
 TIPO DE MAQUINA.- Jumbo Boomer H126
 TIPO DE RUIDO.- Continuo
 POB. EXPUESTA.- 2 Personas
 TIEMPO EXPOSICION.- 6 Horas
 N.P.S. AMBIENTAL.- 94 dB (A)

ANALISIS DE BANDAS DE OCTAVA.-

Frec. Central	125	250	500	1000	2000	4000	8000 Hz
N.P.S.-	85	88	89	89.5	83	75.5	63 dB

OBSERVACIONES.- Los trabajadores no usan protectores auditivos de ningún tipo

- En esta zona existe gran tránsito de personal.

- La medición se realizó en la cabina del operador, en el segundo turno de trabajo.

FICHA N.- 39.-

SECCION.- Planta Concentradora
 LUGAR.- Zona de Chancado
 TIPO DE MAQUINA.- Chancador Primario
 Chancador Secundario
 Fil Smith
 Chancador terciario
 Kueken
 TIPO DE RUIDO.- Continuo
 POB. EXPUESTA.- 2 Personas
 TIEMPO EXPOSICION.- 7.5 Horas
 N.P.S. AMBIENTAL.- 98.5 dB (A)
 ANALISIS DE BANDAS DE OCTAVA.-

Frec. Central	125	250	500	1000	2000	4000	8000 Hz
N.P.S.-	98	93.5	91	92	88.5	91	89 dB

OBSERVACIONES.- El nivel de ruido más bajo fue medido en la zona del Chancador Terciario
 - El nivel de ruido más alto se registro en la zona del Chancador Secundaio

FICHA N.- 40.-

SECCION.- Zona de Molienda
 LUGAR.- Molinos de Bolas y Barras
 TIPO DE MAQUINA.- 4 Molinos de Bolas (3 Molinos Comesa
 1 Molino Hordinge)
 1 Molino de barras Comesa
 TIPO DE RUIDO.- Continuo
 POB. EXPUESTA.- 2 Personas

TIEMPO EXPOSICION.- 8 Horas
 N.P.S. AMBIENTAL.- 97.5 dB (A)
 ANALISIS EN BANDAS DE OCTAVA.-

Frec.Central	125	250	500	1000	2000	4000	8000 Hz
N.P.S.-	90.5	93	93	91	85.5	88	82 dB

OBSERVACIONES.- En esta zona se encuentran dos personas encagadas e realizar mantenimeinto a las piezas de los motores de los molinos de bolas y de barras

- Los niveles de ruido mas alto se encuentran en la zona circundante al Molino de Bolas N.- 1

FICHA N.- 41.-

SECCION.- Casa de Fuerza
 LUGAR.- Nave de Motores
 TIPO DE MAQUINAS.- 2 Motores Caterpillar
 TIPO DE RUIDO.- Continuo
 POB. EXPUESTA.- 3 Personas
 TIEMPO EXPOSICION.- 7 Horas
 N.P.S.AMBIENTAL.- 107 dB (A)
 ANALISIS DE BANDAS DE OCTAVA.-

Frec, Central	125	250	500	1000	2000	4000	8000 Hz
N.P.S.-	70	78.5	77.5	74.5	65.5	61	53 dB

OBSERVACIONES.- Estos motores se encuentran en contacto diecto con los motores Fairbanks, distante 6 metros.

Las mediciones se realizaron en el segundo

turno de trabajo a 2 metros de los motores.

FICHA N.- 42.-

SECCION.- Hidroeléctrica de Monobomba
LUGAR.- Tablero de Control
TIPO DE MAQUINA.- Turbinas, Regulador de Velocidad, Generadores
TIPO DE RUIDO.- Continuo, proveniente de la Nave de Motores
POB. EXPUESTA.- 3 Personas
TIEMPO EXPOSICION.- 7 Horas
N.P.S. AMBIENTAL.- 96 dB (A)
ANALISIS DE BANDAS DE OCTAVA.-

Frec. Central	125	250	500	1000	2000	4000	8000 Hz
N.P.S.-	86.5	90	86	89.5	86.5	89	86.5 dB

OBSERVACIONES.- El alto nivel de ruido medido en el tablero de control, puede debese a las fisuras existentes en las aristas comunes de las paredes que dan hacia el lugar de la maquinaria, los cuales por efecto de la vibración, permiten el paso de la onda sonora con mayor presión

FICHA N.- 43.-

SECCION.- Relleno Hidráulico
LUGAR.- Sala de Control de Bombas
TIPO DE MAQUINA.- 3 Bombas Mars:- H125 y H180
TIPO DE RUIDO.- Continuo
POB. EXPUESTA.- 3 Personas

TIEMPO EXPOSICION.- 5 Horas

N.P.S. AMBIENTAL.- 99 dB (A)

ANALISIS DE BANDAS DE OCTAVA.-

Frec. Central	125	250	500	1000	2000	4000	8000 Hz
N.P.S.=	75	79.5	78.5	73.5	64	60.5	55 dB

OBSERVACIONES.- La medición se realizó en la mitad del primer turno de trabajo

- Los trabajadores no utilizan ningún tipo de protector auditivo.

FICHA N.- 44.-

SECCION.- Talleres

LUGAR.- Maestranza General

TIPO DE MAQUINA.- Taladros de Banco, Esmeriles, Torno Sideral, Sierra Mecánica, Soldadura de Impacto, Rocco 500

TIPO DE RUIDO.- Continuo

POB. EXPUESTA.- 10 Personas

TIEMPO EXPOSICION.- 8 Horas

N.P.S. AMBIENTAL.- 102 dB (A)

ANALISIS DE BANDAS DE OCTAVA.-

Frec. Central	125	250	500	1000	2000	4000	8000 Hz
N.P.S.-	98.5	93	97	95.5	92	92.5	72 dB

OBSERVACIONES.- En este lugar se producen una serie de ruidos diversos los que en conjunto se suman en intensidades

- Los niveles de ruidos más altos se

registraron en el taller de soldadura por impacto

- Las mediciones se registraron en la mitad del primer turno de trabajo.

A N E X O N 3

MEDICION DE DOSIS DE RUIDOS

DOSIMETRO TIPO 4425

(FICHAS 45 HASTA FICHA 50)

FICHA N.- 45.-

SECCION.- Mina Subterranea
 LUGAR.- Tajeo 600-6I
 TIPO DE MAQUINA.- Cargador Frontal 061
 TIPO DE RUIDO.- Continuo
 POB. EXPUESTA.- 1 Persona
 TIEMPO EXPOSICION.- 7.5 Horas
 DOSIS DE RUIDO.- 926 %
 TIEMPO DE MUESTREO.- 5 Minutos (Modulo Acelerado "cal")

OBSERVACIONES.- Este muestreo se instaló con Dosímetro 4425 de Bruel and Kjaer.

. El micrófono se instaló en una de las orejeras de los fonos asignados Silenta Pop

El nivel sonoro equivalente para esta clase de ruido según tabla de conversión "Cal" para Dosímetro Tipo 4425 de la B y K OH 0010, corresponde aproximadamente de 102 dB (A)

FICHA N.- 46.-

SECCION.- Mina Subterranea
 LUGAR.- Nivel 736- Rampa 725
 TIPO DE MAQUINA.- Jumbo Cavo Drill P150
 TIPO DE RUIDO.- Continuo
 POB. EXPUESTA.- 2 Personas
 TIEMPO EXPOSICION.- 6.5 Horas
 DOSIS DE RUIDO.- 1375 %
 TIEMPO DE MUESTREO.- 15 minutos (Modulo Acelerado "cal")

OBSERVACIONES. - El micrófono se instaló en una de las orejeras del protector asignado MSA, Comfo 500

- El nivel sonoro equivalente para esta Dosis de ruido según tabla de conversión OH 0010 corresponde a un nivel sonoro equivalente de 97 dB (A)

FICHA N. - 47. -

SECCION.-	Mina Subterranea
LUGAR.-	Nivel 1750
TIPO DE MAQUINA.-	Escariador Paurat E134
TIPO DE RUIDO.-	Continuo
POB. EXPUESTA.-	8 Personas
TIEMPO EXPOSICION.-	7 Horas
DOSIS DE RUIDO.-	3191 %
TIEMPO DE MUESTREO.-	5 minutos (Módulo Acelerado "cal")

OBSERVACIONES. - El nivel sonoro equivale para este porcentaje de Dosis de Ruido, según tabla OH 0010 corresponde aproximadamente a 111 dB (A)

- El micrófono exterior del Dosímetro se instaló en una de las orejeras del protector asignado Silenta Pop

FICHA N. - 48. -

SECCION.-	Mina Subterranea
LUGAR.-	Tajeo 600-6IV
TIPO DE MAQUINA.-	Camión Wagner
TIPO DE RUIDO.-	Continuo de período variable

POB. EXPUESTA.- 1 Persona
 TIEMPO DE EXPOSICION.- 7 Horas
 DOSIS DE RUIDO.- 101 %
 TIEMPO MUESTREO.- 1.5 Horas (Módulo "on")

OBSERVACIONES.- Se utilizó un Dosímetro conmutado en "on", debido a que el Camión Wagner posee un espectro de ruido con períodos variables, en que los niveles de ruido cuando el camión va cargado, difieren de cuando el camión va vacío o en bajada.

- El micrófono exterior del Dosímetro se instaló en una de las orejeras del protector asignado Silenta Pop

- El nivel sonoro equivalente para este porcentaje de dosis de ruido se determinó haciendo uso de un monograma perteneciente al catálogo del instrumento y que se rige por el criterio OH 0010.

FICHA N.- 49.-

SECCION.- Planta Concentradora
 LUGAR.- Zona de Chancadores
 TIPO DE MAQUINA.- Chancador Primario
 Chancador Secundario, Fil Smith
 Chancador terciario, Kusken
 TIPO DE RUIDO.- Continuo
 POB. EXPUESTA.- 2 Personas
 TIEMPO EXPOSICION.- 7.5 Horas
 DOSIS DE RUIDO.- 3195 %
 TIEMPO DE MUESTREO.- 22 Minutos

OBSERVACIONES. - Se utilizó el Dosímetro en Módulo acelerado "cal"

- A los operarios se le asignó el protector Silenta Pop

- El micrófono se instaló en una de las orejeras del auricular.

- El nivel sonoro equivalente para este porcentaje de dosis de ruido corresponde aproximadamente a 101 dB (A)

FICHA N.- 50.-

SECCION.-	Casa Fuerza
LUGAR.-	Nave de Motores
TIPO DE MAQUINA.-	2 Motores Caterpillar
TIPO DE RUIDO.-	Continuo
POB. EXPUESTA.-	3 Personas
TIEMPO EXPOSICION.-	7 horas
DOSIS DE RUIDO.-	5511 &
TIEMPO DE MUESTREO.-	5 minutos

OBSERVACIONES. - El micrófono se instaló en una de las orejeras el proector asignado Silenta Pop

- El nivel sonoro equivalente para este porcentaje de dosis de ruido corresponde aproximadamente a 115 dB (A) segun tabla OH 0010.

MAPAS DE RUIDO

(ESQUEMATICOS)

El objetivo de controlar el ruido a nivel de receptor, consiste en evitar que el ser humano salga lesionado y tenga dificultades con la conversación oral. Es importante señalar que el control de ruido a nivel de receptor debe realizarse cuando todos los otros medios hayan fracasado, y el trabajador siga expuesto a altos niveles de ruidos.

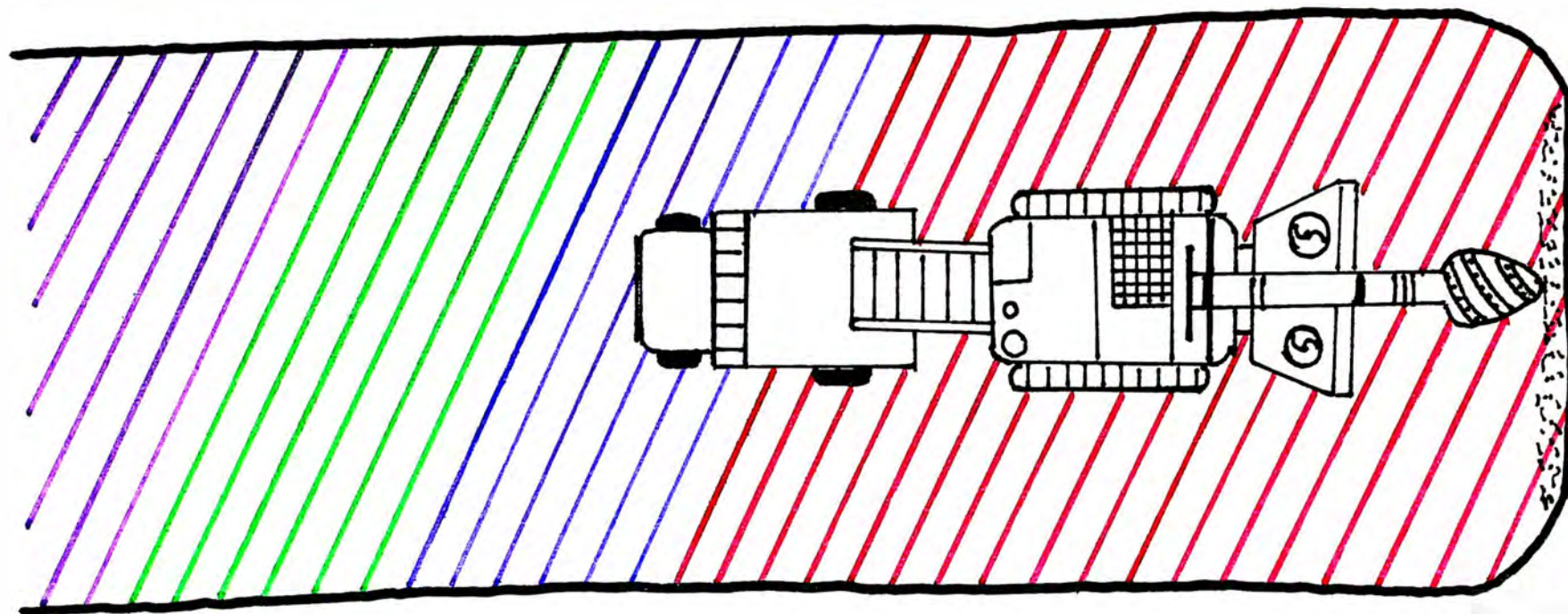
Una de las técnicas más importantes para conocer una forma de control de ruido, consiste en el trazado de Mapas de Ruidos. Un mapa de ruido es una planta con las instalaciones industriales, donde se muestran en diversos colores los distintos niveles de ruidos presentes.

Todas estas líneas son consideradas paralelas al piso y a la altura de los oídos del trabajador (normalmente en latinoamérica esta altura varía entre 1.40 metros a 1.55 metros.

Este mapa construido debe de mostrar los límites de las zonas donde los niveles de ruidos sean iguales o superiores a 80 dB, 85 dB., 90 dB, 100 dB y 115 dB (A).

Cuando los resultados del nivel de presión sonora son superiores a 85 dB (A), debe de establecerse un mapa de la zona ruidosa, para determinar la forma en que se debe de

mover y trasladar el trabajador dentro de las instalaciones para poder de esta manera mantenerlo dentro de los límites de tolerancia.



MAPA DE RUIDOS 1.-

Nivel 1750

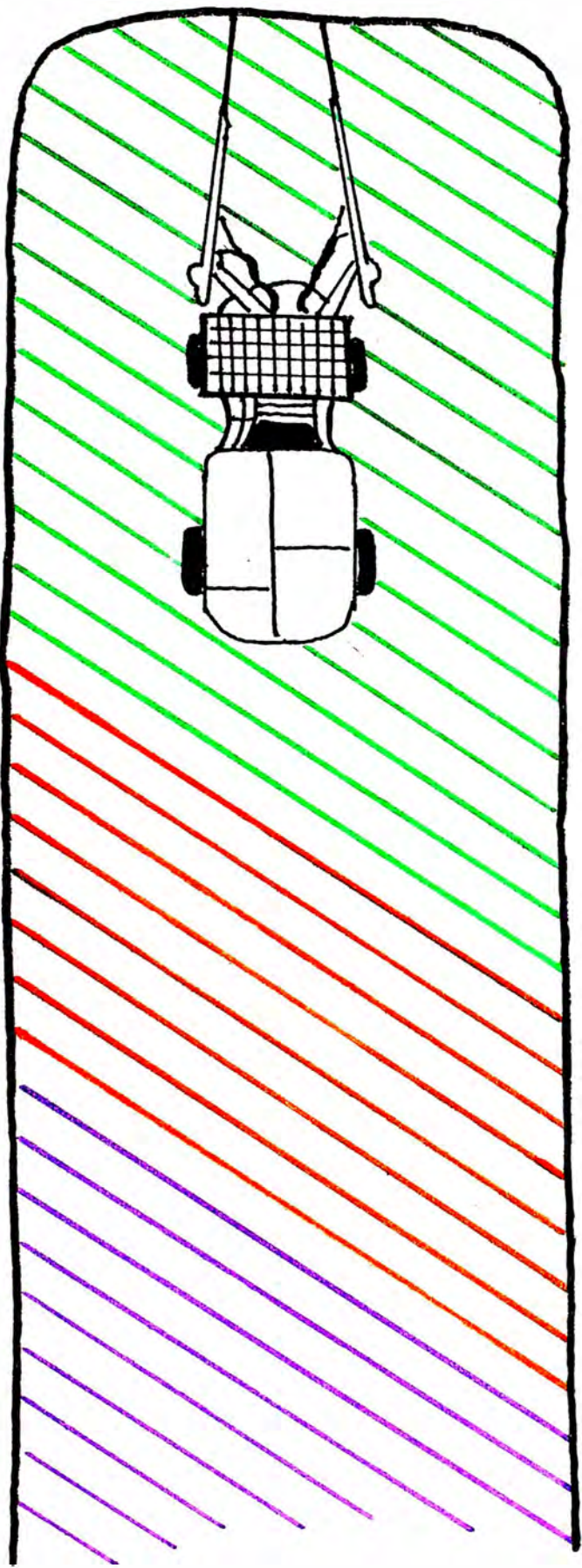
Escariador Paurat E-134

CODIGO DE COLORES.-

- 70 - 85 dB (A) ●
- 85 - 90 dB (A) ●
- 90 - 100 dB (A) ●
- 100 - 115 dB (A) ●

DIBUJADO.- SERGIO A. ARRIAGADA M.

FECHA.- 04-12-1991



MAPA DE RUIDOS 2.-

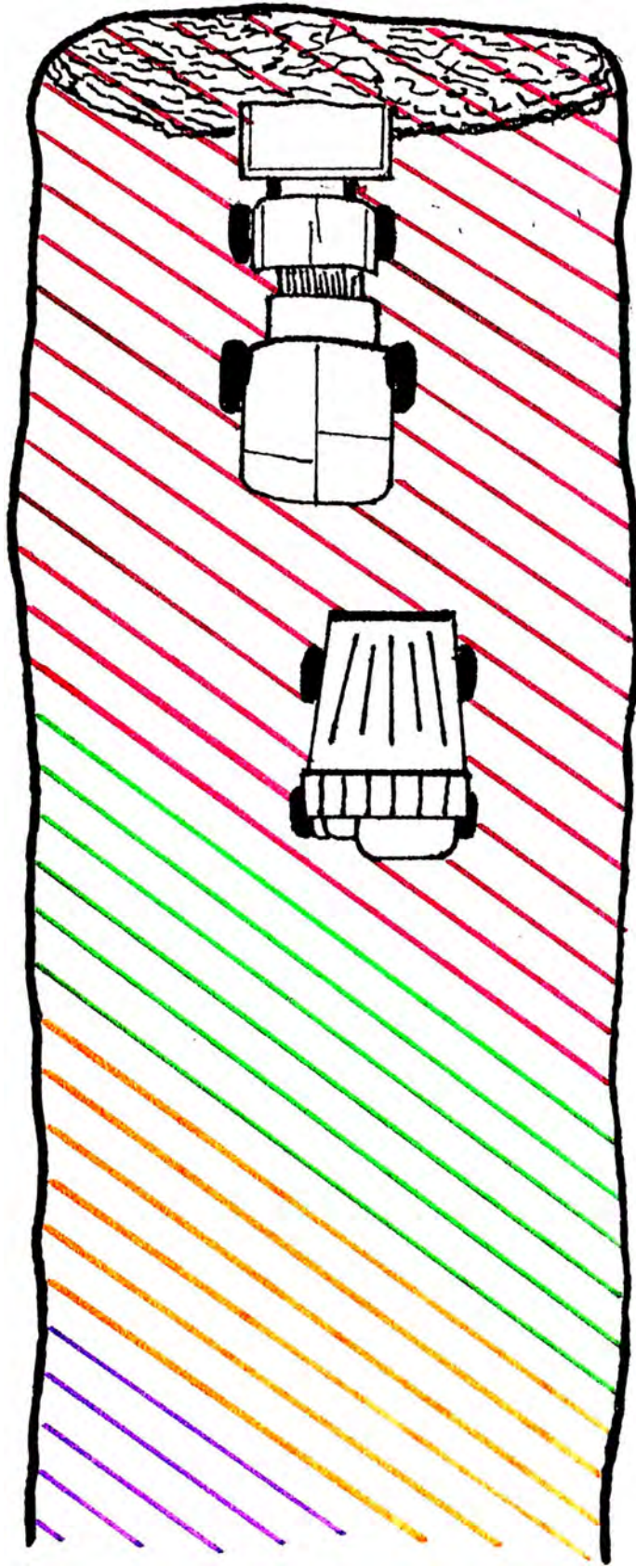
Tajeo 600-61V
 Jumbo Cavo Drill

CODIGO DE COLORES.-

- 70 - 85 dB (A) ●
- 85 - 90 dB (A) ●
- 90 - 100 dB (A) ●
- 100 - 115 dB (A) ●

DIBUJADO.- SARGIO A. BARRIGADA M.

FECHA.- 04-12-1991



MAPA DE RUIDOS 3.-

Tajeo 600-6IV

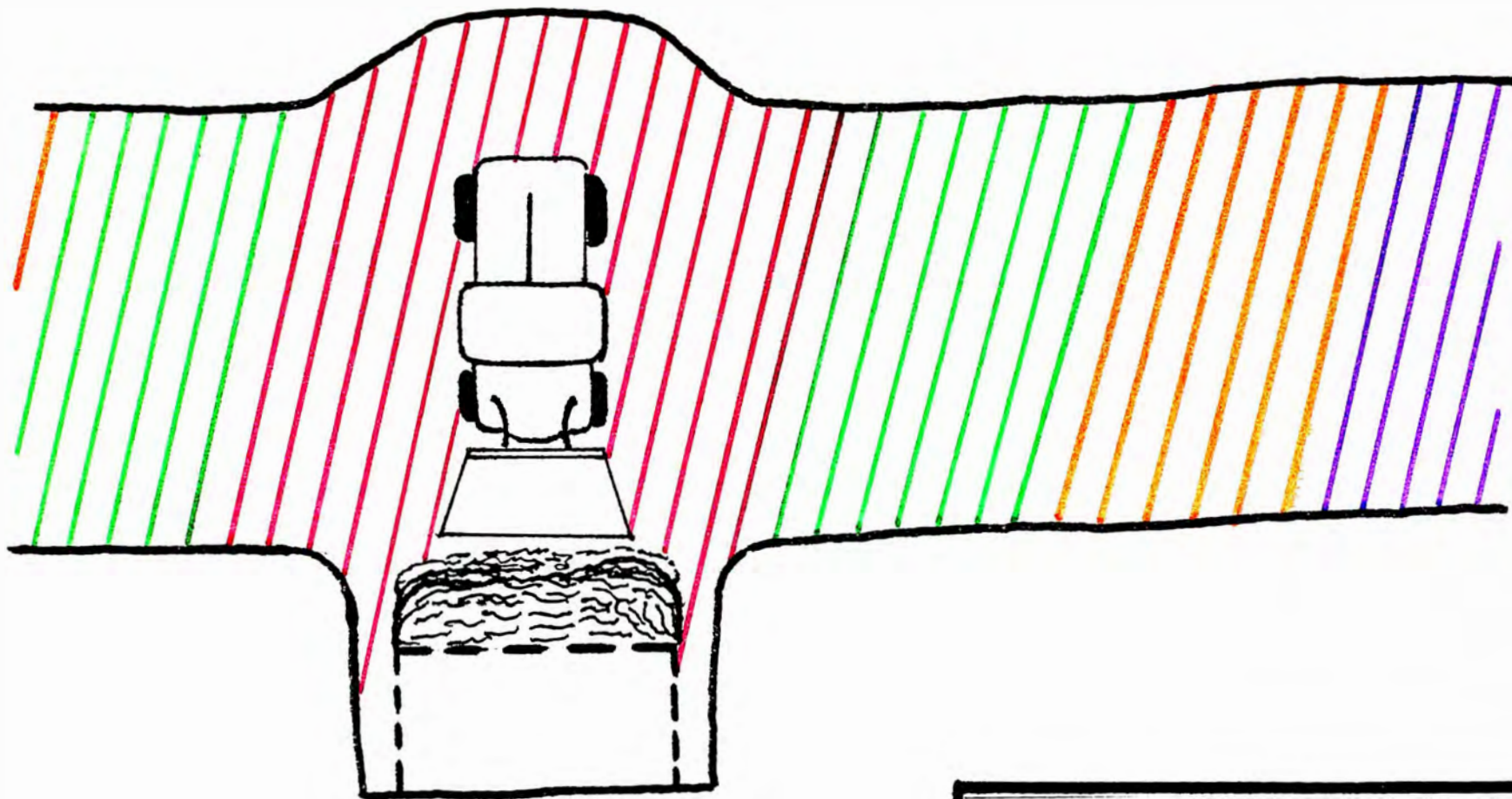
Camión Wagner-Scoop Wagner

CODIGO DE COLORES.-

- 70 - 85 dB (A) ●
- 85 - 90 dB (A) ●
- 90 - 100 dB (A) ●
- 100 - 115 dB (A) ●

DIBUJADO.- SERGIO A. ARRIGADA M.

FICHA.- 04-12-1991



MAPA DE RUIDOS 4.-

Tajeo 600-6I

Cargador Frontal

CODIGO DE COLORES.-

70 - 85 dB (A) ●

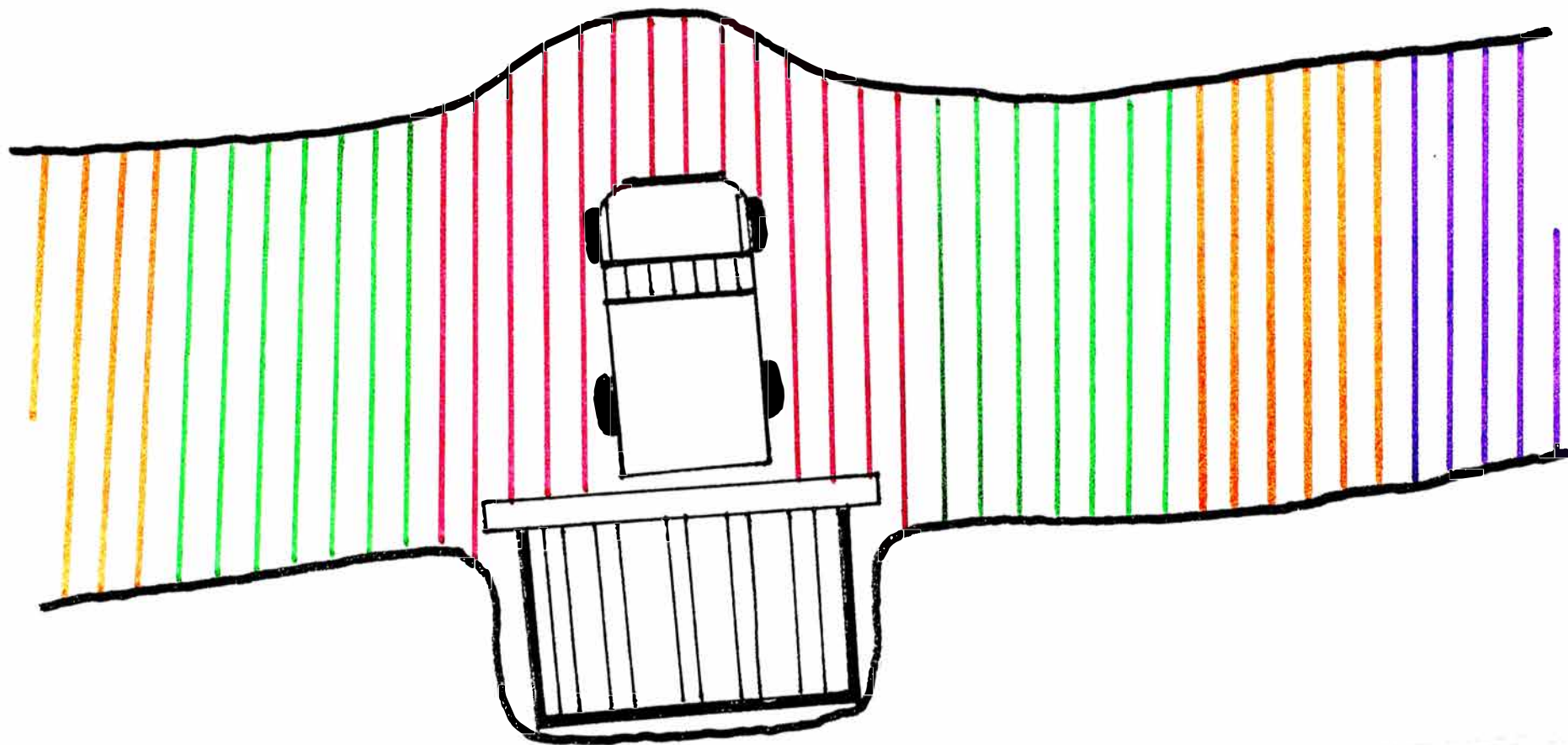
85 - 90 dB (A) ●

90 - 100 dB (A) ●

100 - 115 dB (A) ●

DEBUJADO.- SERGIO A. ARRIAGADA M.

FECHA.- 04-12-1991



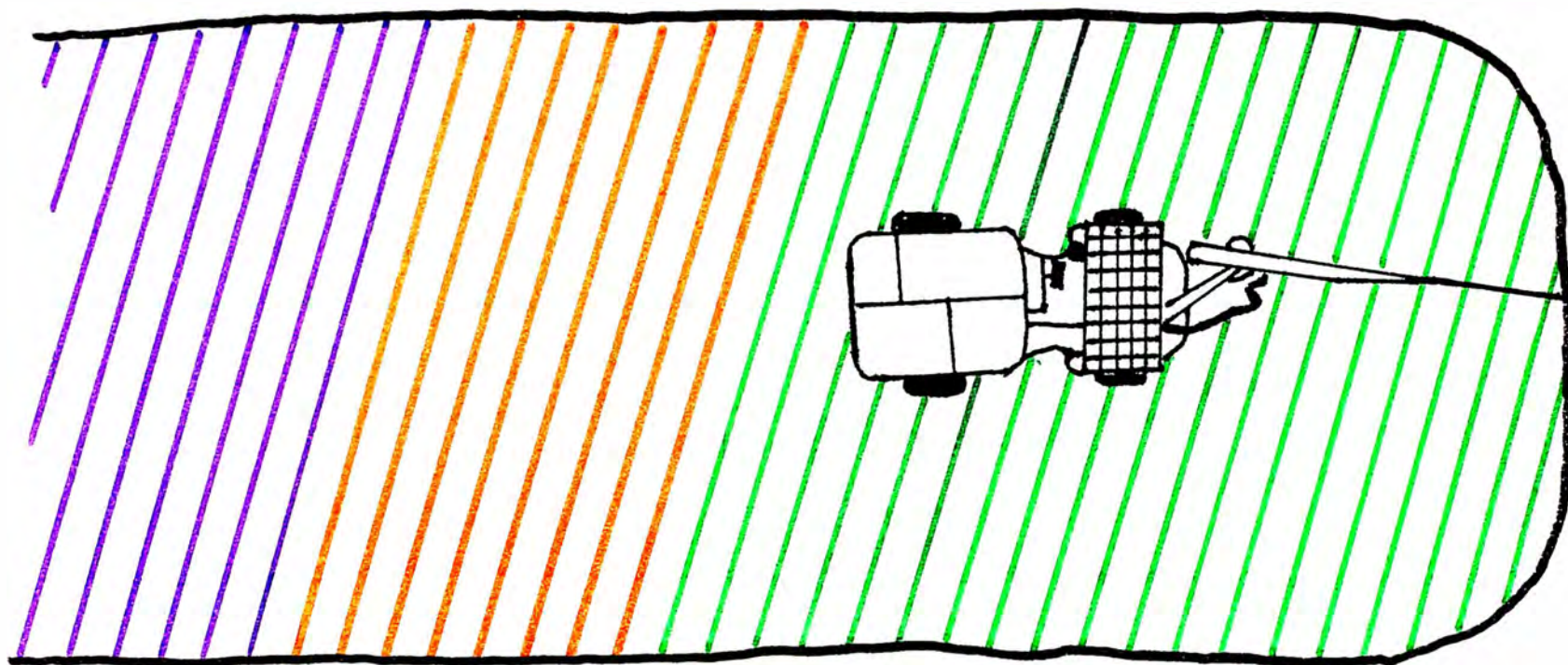
MAPA DE RUIDOS 5.-

Nivel 1620

Echadero 435

CODIGO DE COLORES.-

- 70 - 85 dB (A) ●
- 85 - 90 dB (A) ●
- 90 - 100 dB (A) ●
- 100 - 115 dB (A) ●



MAPA DE RUIDOS 6.-

Tajeo 200

Jumbo Boomer

CODIGO DE COLORES.-

70 - 85 dB (A) ●

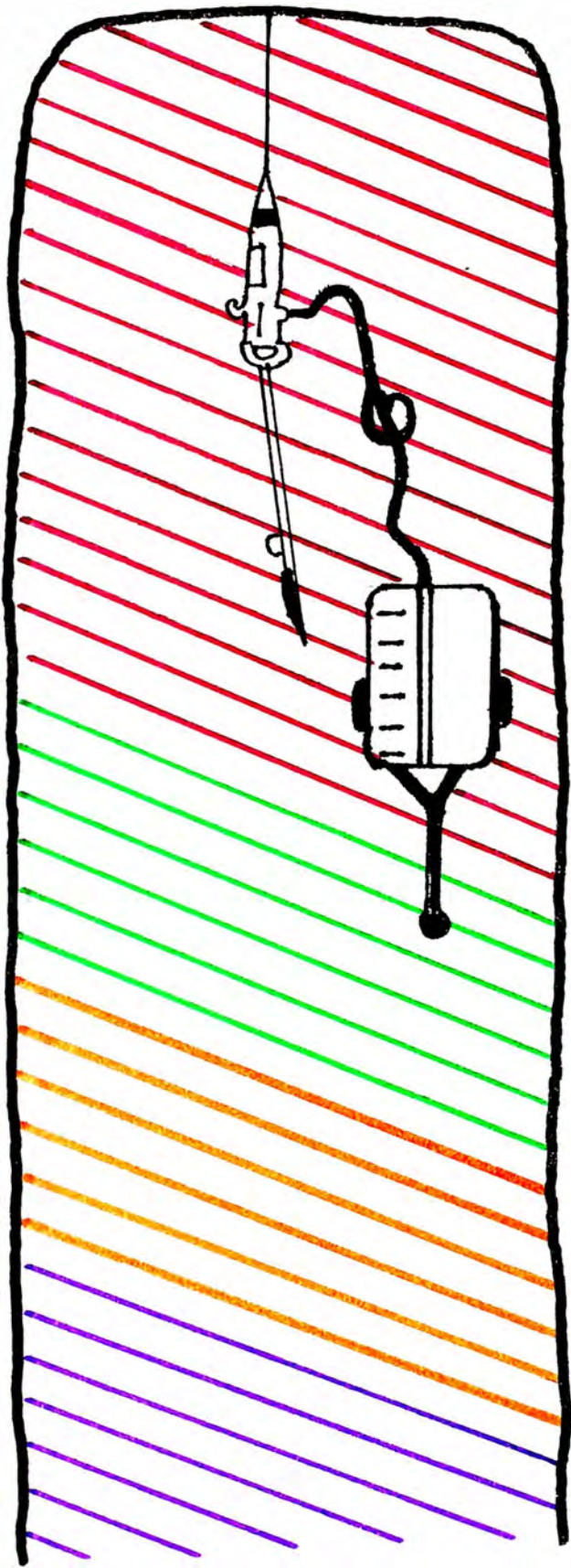
85 - 90 dB (A) ●

90 - 100 dB (A) ●

100 - 115 dB (A) ●

DIBUJADO.- SERGIO A. ARRIAGADA M.

FECHA.- 04-12-1991



MAPA DE RUIDOS 7.-

Cruceiro 650

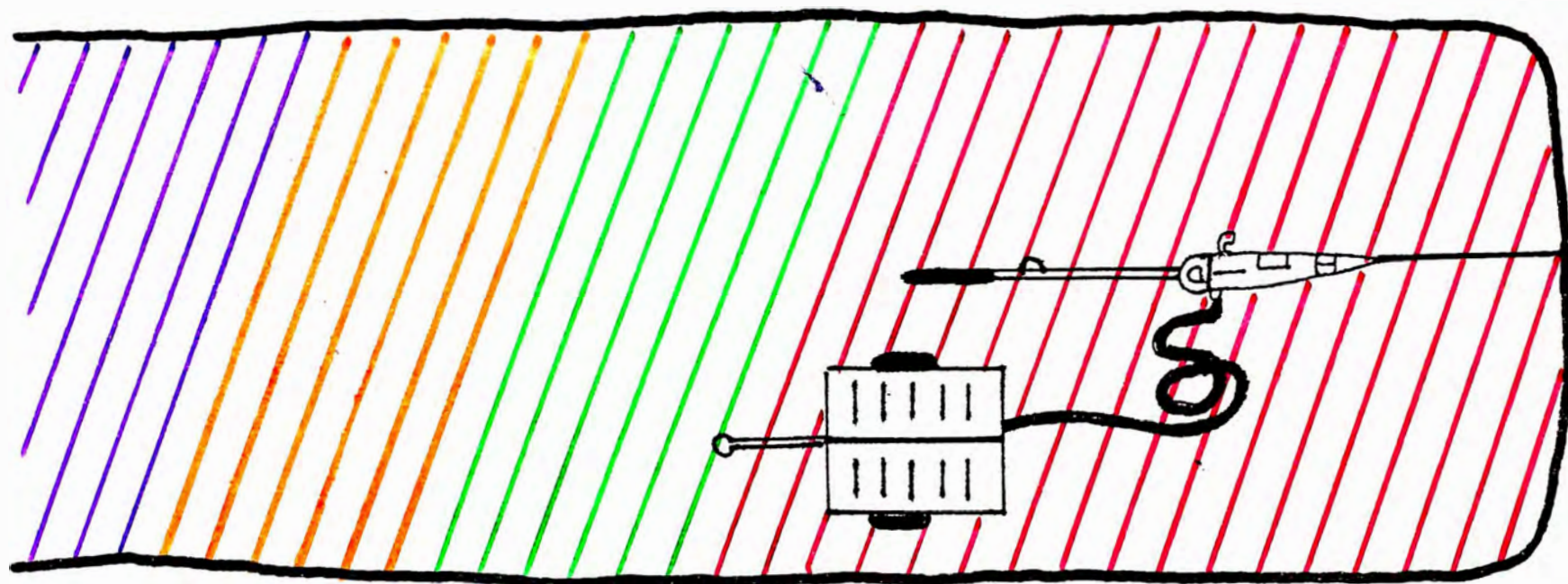
Perforador Labodrel

CODIGO DE COLORES.-

- 70 - 85 dB (A) ●
- 85 - 90 dB (A) ●
- 90 - 100 dB (A) ●
- 100 - 115 dB (A) ●

DIBUJADO.- JERGIO A. ARRIGADA M.

FECHA.- 04-12-1991



MAPA DE RUIDOS 8.-

Tajeo 200

Perforador Lassoka

CODIGO DE COLORES.-

70 - 85 dB (A) ●

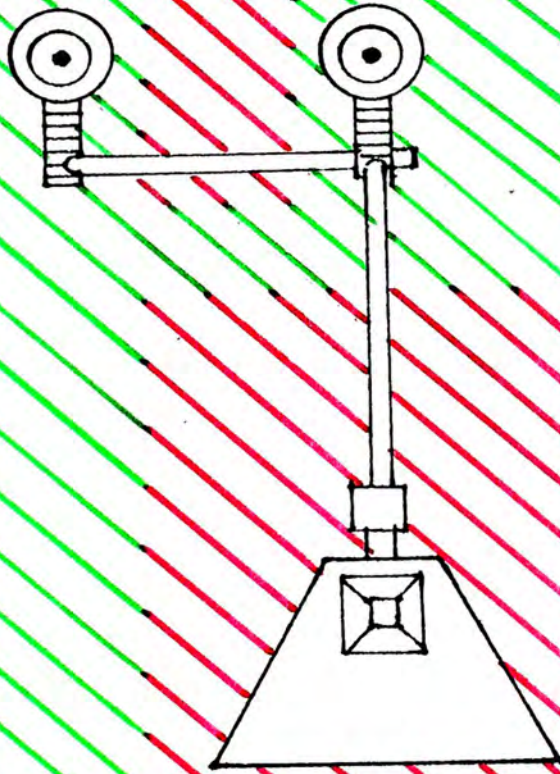
85 - 90 dB (A) ●

90 - 100 dB (A) ●

100 - 115 dB (A) ●

DEBUNDO.- SERGIO A. ARRIAGADA M.

FECHA.- 04-12-1991



MAPA DE RUIDOS 9.-

Planta Concentradora

Zona Chancadores-H. Vibratorios

CODIGO DE COLORES.-

70 -	85 dB (A)	●
85 -	90 dB (A)	●
90 -	100 dB (A)	●
100 -	115 dB (A)	●

DISEÑADO.- SERGIO A. ARRIAGADA M.

FECHA.- 04-12-1991



MAPA DE RUIDOS 10.-

Zona de Molienda

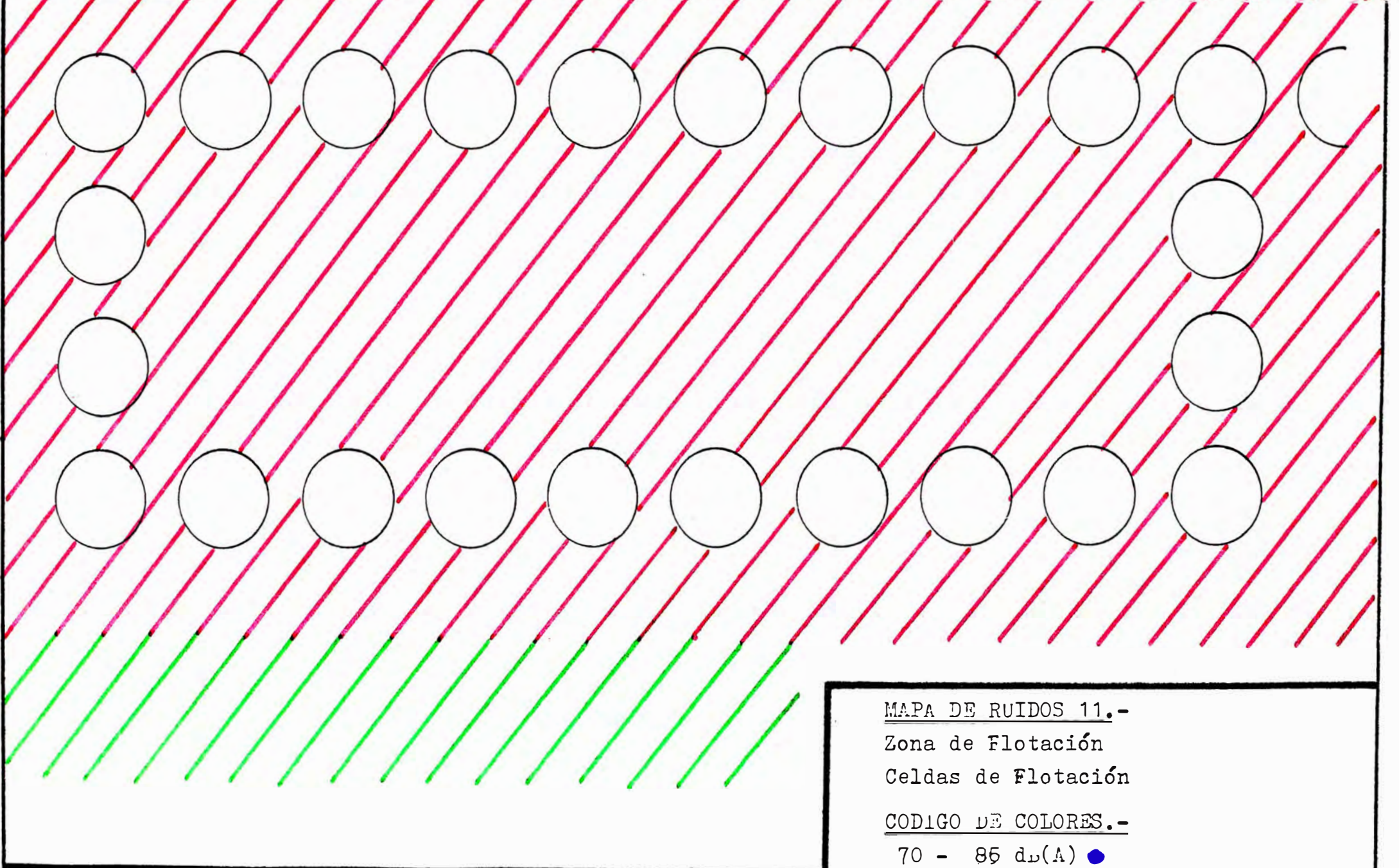
Molinos de Bolas y Barras

CODIGO DE COLORES.-

- 70 - 85 dB (A) ●
- 85 - 90 dB (A) ●
- 90 - 100 dB (A) ●
- 100 - 115 dB (A) ●

DIBUJADO.- SERGIO A. ARRIAGADA M.

FECHA.- 04-12-1991



MAPA DE RUIDOS 11.-

Zona de Flotación
Celdas de Flotación

CODIGO DE COLORES.-

- 70 - 85 dB(A) ●
- 85 - 90 dB(A) ●
- 90 - 100 dB(A) ●
- 100 - 115 dB(A) ●

DIBUJADO.- SERGIO A. ARRIAGADA M.

FECHA.- 04-12-1991



DIBUJADO.- SERGIO A. ARRIAGADA M.

FECHA.- 04-12-1991

MAPA DE RUIDOS 12.-

Zona de Filtración

Tanques de Espesamiento y Filtros

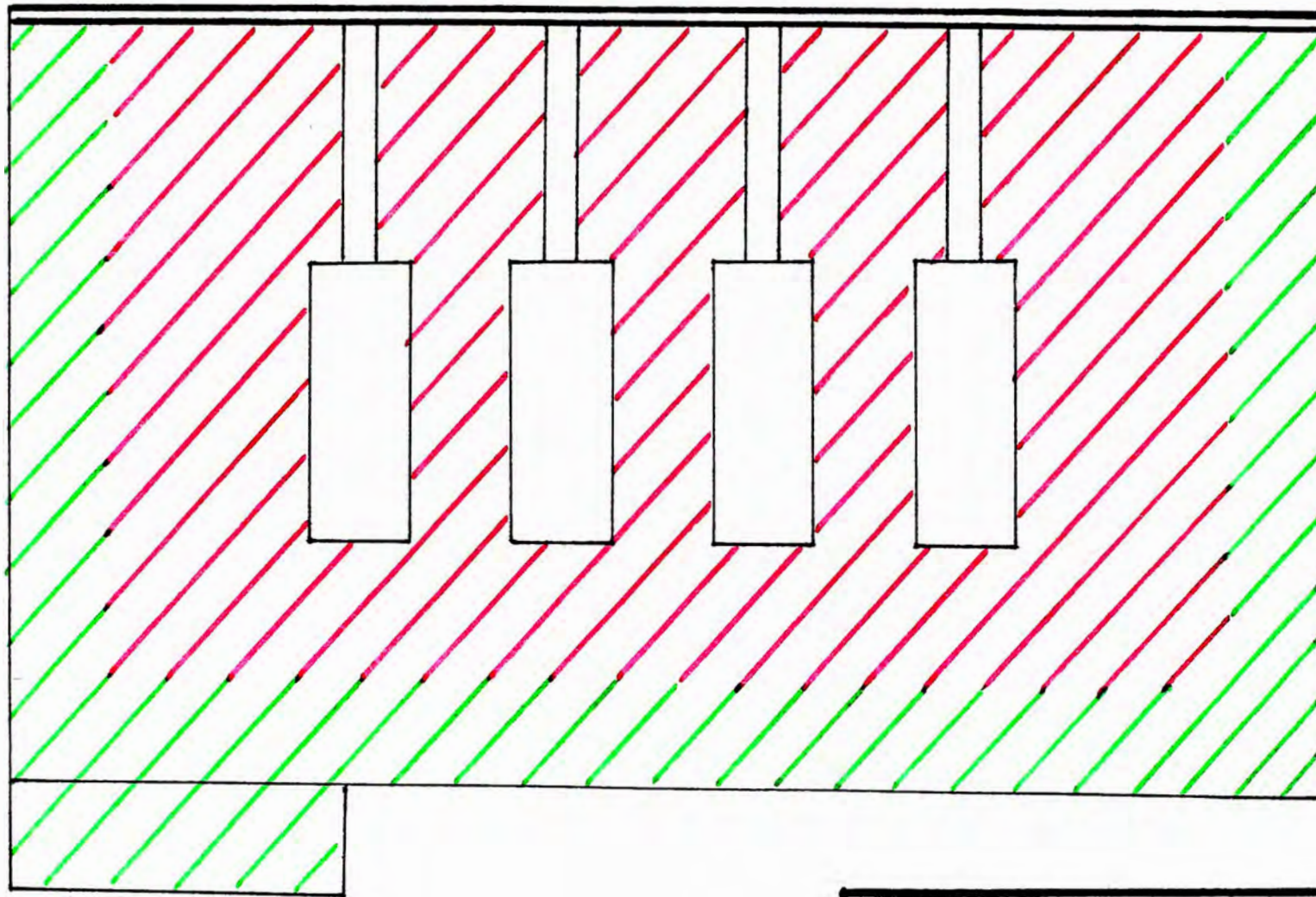
CODIGO DE COLORES.-

70 - 85 dB (A) ●

85 - 90 dB (A) ●

90 - 100 dB (A) ●

100 - 115 dB (A) ●



MAPA DE RUIDOS 13.-

Casa Fuerza

Motores Fairbanks y Caterpillar

CODIGO DE COLORES.-

70 - 85 dB (A) ●

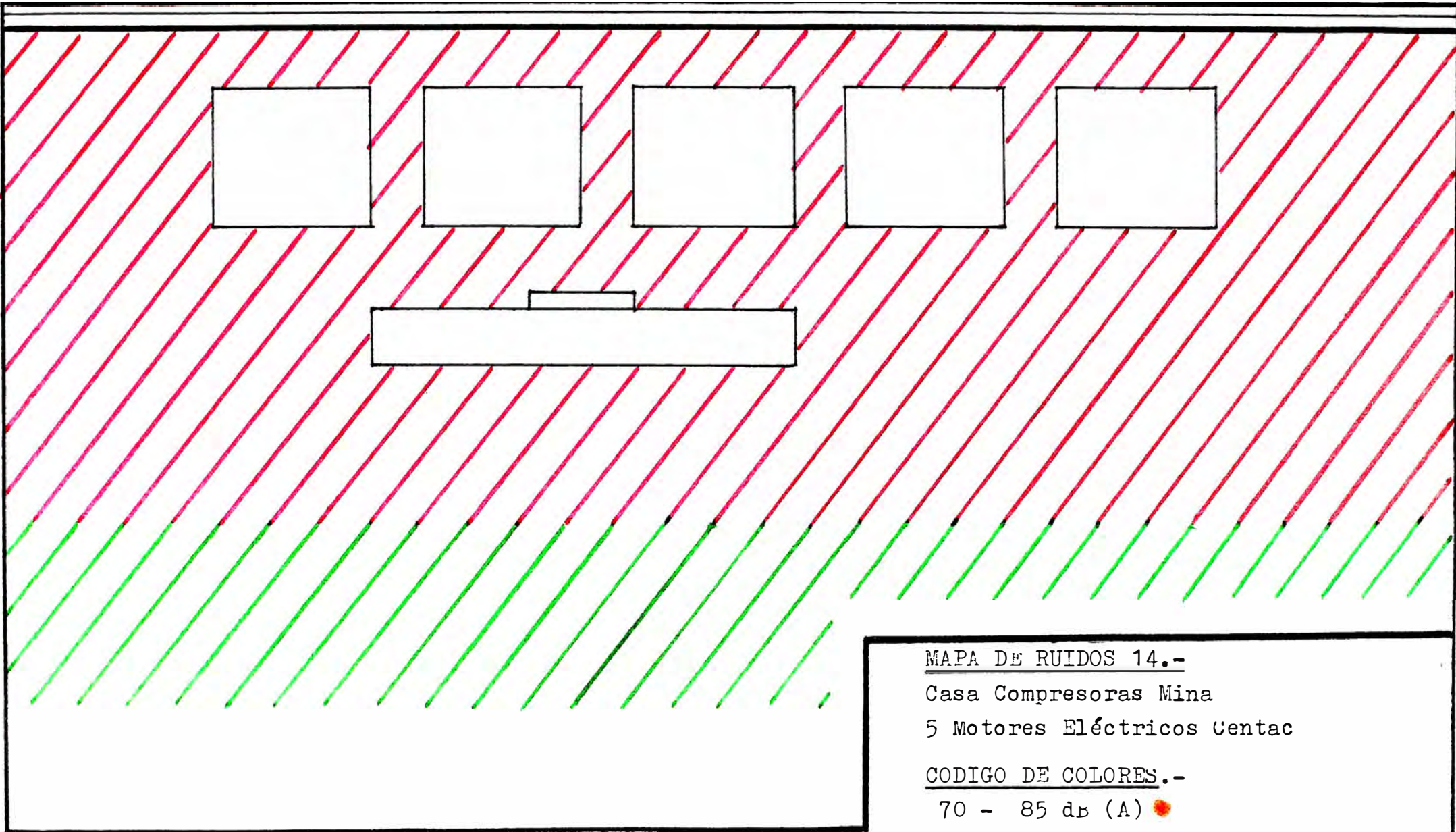
85 - 90 dB (A) ●

90 - 100 dB (A) ●

100 - 115 dB (A) ●

DIBUJADO.- SERGIO A. ARRIAGADA M.

FECHA.- 04-12-1991



MAPA DE RUIDOS 14.-

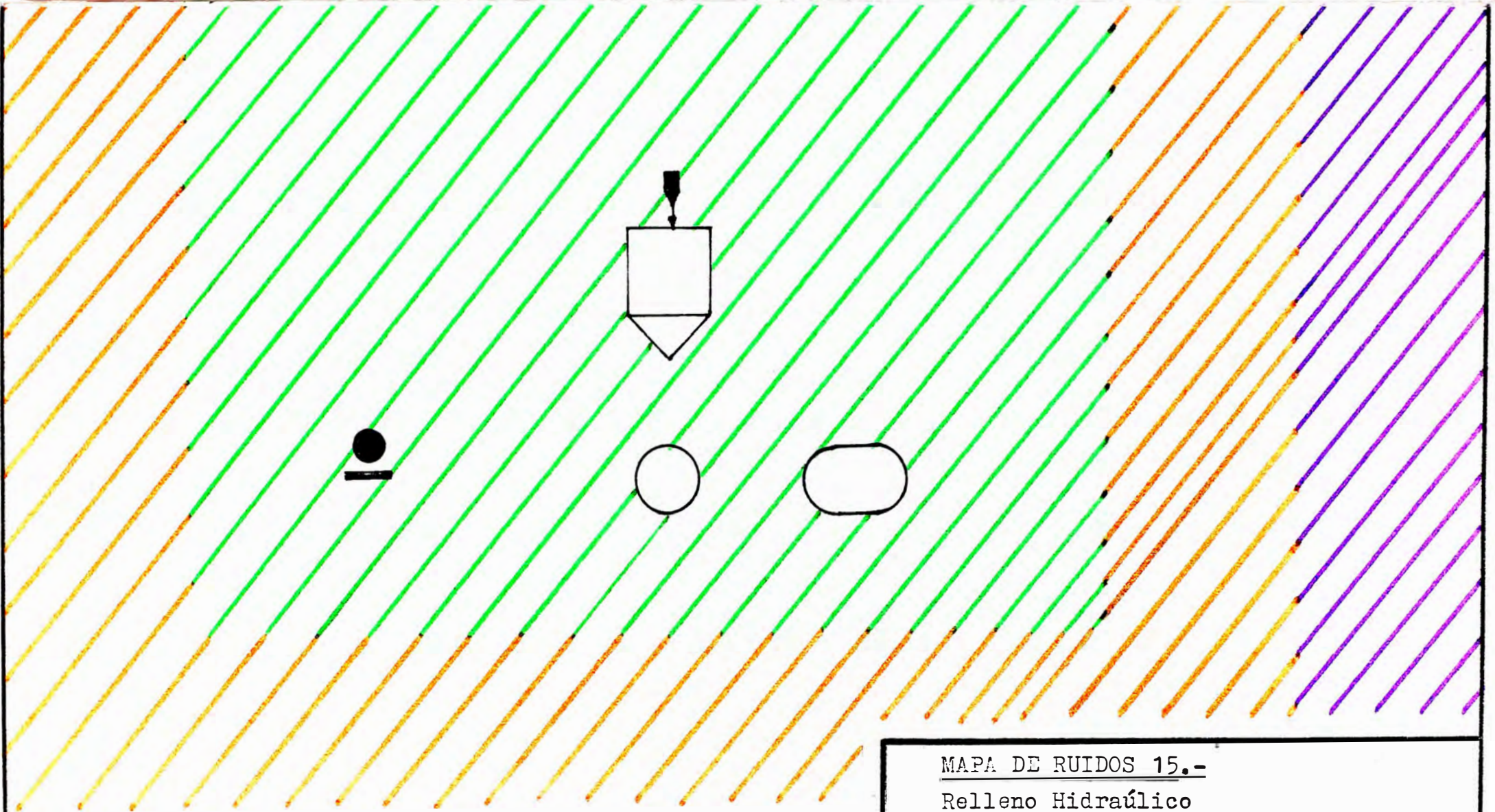
Casa Compresoras Mina
5 Motores Eléctricos Centac

CODIGO DE COLORES.-

- 70 - 85 dB (A) ●
- 85 - 90 dB (A) ●
- 90 - 100 dB (A) ●
- 100 - 115 dB (A) ●

DIBUJADO.- SERGIO A. ARRIAGADA M.

FECHA.- 04-12-1991



MAPA DE RUIDOS 15.-

Relleno Hidráulico

Bombas Mars

CODIGO DE COLORES.-

70 - 85 dB (A) ●

85 - 90 dB (A) ●

90 - 100 dB (A) ●

100 - 115 dB (A) ●

DIBUJADO.- SERGIO A. ARRIAGADA M.

FECHA.- 04-12-1991

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Manual sobre Ruido Industrial y su Control
Centro Interamericano de Administracion del Trabajo,
Proyecto regional (OIT/PNUD)
Autor.- Federico Groenewold
Año.- 1975

- 2.- Manual de seguridad e Higiene Industrial para la Ins-
peccion del Trabajo. Volumen II
(CIAT/OIT)
Autor.- J.T. Cabrera
Año.- 1988

- 3.- Seminario nacional Tripartito sobre Condiciones y Medio
Ambiente de Trabajo
Paracas, 27 al 28 de Abril de 1984
Articulo.- Condiciones y Medio Ambiente de trabajo en la
Mineria
Autor.- Heriberto Ruiz y Ruiz

- 4.- Charla sobre Ruido Industrial
Autor.- Dr. Julio Piscocoya Arbañil. Jefe del Servicio de
Medicina Ocupacional de Petroperu-Talara
Lima, 26 de Agosto de 1991

- 5.- Introduccion a la Higiene Industrial
Autor.- J.J. Bloomfield

Editorial Neverte S.A. 1973

Capitulo I.

- 6.- Manual de Instrucciones de Sonometro Tipo 2205
Brueel and Kjaer, Dinamarca
- 7.- Manual de Instruccion de Sonometro Tipo 2209
Brueel and Kjaer, Dinamarca
- 8.- Manual de Instruccion de Dosimetro Tipo 4425 y 4424
Brueel and Kajer, Dinamarca
- 9.- Aplicaciones de los Equipos de Brueel and Kjaer para
Mediciones de Ruidos Acusticos
J.J:Hassell, MSc, K. saveri y M.Phil
Manual Impreso por la Brueel and Kajer, tercera Edicion - Julio 1972
- 10.- Medidas y Analisis del Sonido - Sonometros
Revistas editadas por la Brueel and Kjaer
- 11.- O.I.T. Enciclopedia de Medicina, Higiene y Seguridad
del Trabajo.
España, talleres de la OIT, 1974
- 12.- D.S. 032-89 TR del 06.09.89
D.S. 00258-75 S.A.
Decreto Ley 18880 del 08.06.71

D.S. 034-73.EM.DEM, Reglamento de Seguridad e Higiene
Minera.