

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA DE AREQUIPA**

**PROGRAMA PROFESIONAL DE MEDICINA HUMANA**

**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA**



**“RELACIÓN ENTRE LAS CONDICIONES DE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL  
AL RUIDO Y EL DAÑO A LA SALUD AUDITIVA DE TRABAJADORES DE  
MINA, EVALUADOS EN EL CENTRO MÉDICO MONTE CARMELO -  
AREQUIPA - 2013”**

**Tesis presentada por el Bachiller en Medicina Humana:**

**Eduardo José Velarde Zarauz**

**Para optar el Título profesional de:**

**Médico Cirujano**

**AREQUIPA – PERÚ**

**2014**

## Contenido

RESUMEN.....	3
ABSTRACT.....	4
INTRODUCCIÓN.....	5
CAPÍTULO I.....	6
MATERIAL Y MÉTODOS.....	6
1. Técnicas, instrumentos y materiales de verificación:.....	6
2. Campo de verificación:.....	6
a) Ubicación espacial:.....	6
b) Ubicación temporal:.....	6
3. Estrategia de recolección de datos.....	9
a) Organización.....	9
b) Recursos:.....	10
c) Validación de los instrumentos:.....	10
d) Criterios o estrategias para el manejo de resultados:.....	11
CAPÍTULO II.....	12
RESULTADOS.....	12
CAPÍTULO III.....	26
DISCUSIÓN Y COMENTARIOS.....	26
CAPÍTULO IV.....	30
CONCLUSIONES.....	30
RECOMENDACIONES.....	31
BIBLIOGRAFIA.....	32
ANEXOS.....	34
ANEXO 1.....	35
MATRIZ DE SISTEMATIZACIÓN DE INFORMACIÓN.....	35
ANEXO 2.....	41
CÁLCULO MUESTRAL.....	41
ANEXO 3.....	42
PROYECTO DE TESIS.....	42

## RESUMEN

**Antecedentes:** La exposición al ruido en trabajadores puede ocasionar daño auditivo.

**Objetivo:** Establecer la relación entre las condiciones de exposición ocupacional al ruido y el daño a la salud auditiva de los trabajadores de mina evaluados en el Centro Médico Monte Carmelo entre los meses de enero a octubre del año 2013.

**Métodos:** Se aplicó la técnica de revisión documentaria de historias clínicas de la Unidad de Medicina Ocupacional del Centro Médico Monte Carmelo de la ciudad de Arequipa. Mediante la aplicación del instrumento diseñado para la recolección de los datos se obtuvo la información necesaria cuidando la confiabilidad, validez y objetividad. La información obtenida se analizó y procesó con el apoyo de técnicas estadísticas.

**Resultados:** Se evaluaron 227 trabajadores de mina, los cuales estuvieron expuestos a diferentes fuentes de ruido. El rango de edad de más frecuencia fue entre 20 y 29 años (45.8%), existiendo relación entre la edad y el daño a la salud auditiva.

Entre los casos evaluados predominan los de trabajadores que operan maquinaria pesada (34.8%), perforadoras (31.7%) y equipos de planta (20.3%).

Se encontró que el tiempo promedio de exposición por día tiene una mediana de 8 horas y debido a los hallazgos semejantes en distintos grupos de exposición se infiere que no existe relación de ésta con el daño auditivo.

Existe relación entre el daño a la salud auditiva y la cantidad de años de exposición.

El 94.2% de trabajadores usó el Equipo de Protección Personal Auditiva (EPPA) más del 51% del tiempo que estuvieron expuestos al ruido, así como 5.7% de trabajadores usó protección en menos de la mitad del tiempo.

El 68.3% de trabajadores evaluados tuvo una audiometría normal y 31.7% tuvo una audiometría no normal.

**Conclusiones:** Se encontró que a mayor porcentaje de uso del EPPA hay menor daño en la salud auditiva de los trabajadores de mina evaluados y que el tiempo de exposición al ruido en años está relacionado significativamente con el daño a la salud auditiva de los trabajadores de mina evaluados.

## ABSTRACT

**Background:** Exposure to noise can cause hearing damage in workers.

**Objective:** To establish the relationship between the conditions of occupational noise exposure and damage to the hearing health of mine workers tested at Monte Carmelo Medical Center between the months of January to October 2013.

**Methods:** The documentary review of medical records of the Occupational Medicine Unit of Monte Carmelo Medical Center from Arequipa was applied.

By using the chart designed to collect the data, the information was obtained taking care of the reliability, validity and objectivity. Finally the data was analyzed and processed using statistical techniques.

**Results:** 227 mine workers, who were exposed to different noise sources, were evaluated. The age ranges that were found most frequently were between 20 and 29 years (45.8 %). Existing a relationship between the age and damage to hearing health.

Among the cases evaluated there is predominance in those operating heavy machinery (34.8 %), drilling (31.7 %) and plant equipment (20.3%).

It was found that the average exposure time per day has a median of 8 hours and due to the similar findings in different exposure groups is inferred that this relationship does not exist with hearing damage.

There is relationship between the injury to the hearing health and the years of exposure.

The 94.2% of workers used Personal Protective Hearing (PPH) in more than 51 % of time of exposure and 5.7% of workers used protection less than half of the time.

The 68.3% of workers tested had a normal audiometry and 31.7 % had an abnormal audiometry.

**Conclusion:** It was found that the increased use percentage of PPH it's significantly associated with a reduction in the damage to the hearing health of mine workers evaluated, and the time of noise exposure in years is significantly related to the damage of hearing health at the evaluated mine workers.

## INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad el hombre explota los recursos naturales que el planeta brinda y dentro de estas actividades se encuentra la extracción de minerales, labor que a lo largo de la historia ha dado origen a grandes avances tecnológicos y en consecuencia al desarrollo de la humanidad, evolucionando el trabajo desde el simple uso de un martillo y un cincel hasta la actualidad en la que se usan grandes máquinas y alta tecnología para su extracción.

La actividad minera se caracteriza por presentar severas condiciones de riesgo en el ambiente laboral, donde uno de los principales factores de riesgo a la salud es la contaminación acústica entre otros. La constante exposición al ruido excesivo en los ambientes de trabajo más allá de los niveles y condiciones aceptados por la normatividad vigente, podría de manera imperceptible y/o progresiva causar riesgo a la salud o enfermedades ocupacionales como el déficit auditivo en los trabajadores.

Por ello, con el transcurrir de los años, la higiene ocupacional, como disciplina que anticipa, reconoce, evalúa y controla los riesgos para la salud en el ambiente laboral, ha orientado su preocupación a la prevención frente a los diferentes riesgos o factores ambientales que podrían causar daño a la salud de los trabajadores, y en especial a las condiciones asociadas a la exposición al ruido ocupacional y al uso adecuado de Equipos de Protección Personal Auditiva (EPPA) para reducir a valores aceptables los niveles de ruido en la jornada laboral diaria.

Por lo expuesto anteriormente, es que se consideró por conveniente realizar el presente estudio siguiendo las pautas establecidas en el Proyecto de Investigación del anexo y los métodos y técnicas propios de la investigación científica centrados en el análisis documental de las historias clínicas de los trabajadores de mina examinados entre los meses de enero a octubre de 2013 por la Unidad de Medicina Ocupacional del Centro Médico Monte Carmelo de la ciudad de Arequipa. Sin haberse dado limitaciones, el estudio determinó las condiciones de exposición ocupacional por ruido de los trabajadores de mina y las relaciones de éstas con la salud auditiva de los mismos.

## CAPÍTULO I

### MATERIAL Y MÉTODOS

#### 1. Técnicas, instrumentos y materiales de verificación:

- a) **Técnicas:** En la presente investigación se aplicó la técnica de revisión documentaria de historias clínicas de la Unidad de Salud Ocupacional de la Clínica Monte Carmelo de la ciudad de Arequipa.
- b) **Instrumentos:** El instrumento utilizado consistió en una ficha de recolección de datos. El instrumento fue único para la recolección de la información referida a las variables y sus indicadores. El diseño de la ficha es el que se presenta en el Anexo 1 (del proyecto de tesis).
- c) **Materiales:** Computadora personal con software estadístico para procesar datos.

#### 2. Campo de verificación:

- a) **Ubicación espacial:**  
El presente estudio se realizó en la ciudad de Arequipa, distrito de Arequipa.
- b) **Ubicación temporal:**  
Comprendió los exámenes ocupacionales de los trabajadores mineros realizados por el Centro Médico Monte Carmelo entre los meses de enero a octubre del año 2013.
- c) **Unidades de estudio:**
  - Universo: Historias clínicas de trabajadores de mina examinados en el Centro Médico Monte Carmelo de la ciudad de Arequipa entre los meses de enero a octubre del año 2013, que comprende un total de 3564 historias.

- Población: Historias clínicas de trabajadores de mina examinados en el Centro Médico Monte Carmelo de la ciudad de Arequipa entre los meses de enero a octubre del año 2013, expuestos a fuentes generadoras de ruido, que comprende un total de 2927 historias.
- Muestra: La muestra se seleccionó aleatoriamente de la base de datos de las historias clínicas. Se utilizó la tabla de números al azar.

La determinación de la muestra fue probabilística. Para el cálculo del tamaño de la muestra se empleó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N Z^2 p q}{(N-1) e^2 + Z^2 p q}$$

n = Muestra (227 historias clínicas)

Z = Valor de la tabla (1.96)

p = proporción piloto

q = (1-p)

E = error de estimación muestral

N = Población (2927 historias clínicas)

El universo, población y muestra de la unidad de estudio fue detallado según la fuente de ruido (Ver Tabla A).

Tabla A.

*Universo, población y muestra. Fuente: Elaboración propia*

	Fuentes de ruido	Número	Muestra
1	Compresora de aire	41	3
2	Chancadora / Martillo / Molino	79	6
3	Choferes vehículos livianos	133	10
4	Demolición (explosivos)	15	2
5	Equipos de planta / Mantenimiento motores en taller / Equipos eléctricos y generadores	597	46
6	Máquinas pesadas (tractor de oruga, cargador frontal, excavador, camión, mezcladoras)	1015	79
7	Perforadoras (equipos de perforación hidráulica y neumática)	929	72
8	Ventiladores	118	9
	Subtotal (población)	2927	227
	Administrativos y otros no expuestos a ruido	637	
	Total (universo)	3564	

**d) Criterios de inclusión:**

Historias clínicas de trabajadores de mina, de sexo masculino, que operan con equipos generadores de ruido, por cuanto son los que están más expuestos a las severas condiciones laborales de ruido. El reducido número de historias de trabajadores que trabajan en demoliciones promovería que no se incluyan en la muestra, pero por su significancia se han incluido 2 historias representando el 13.33% de las mismas y por ello se redujo a dos segmentos menos significativos como es el caso de las historias de trabajadores de planta.

**e) Criterios de exclusión:**

- Historias clínicas de trabajadores de mina de sexo femenino por cuanto representaban sólo el 2 % del universo, haciendo que el porcentaje sea poco significativo para el estudio.

- Historias clínicas de trabajadores de mina con antecedentes de patología y sintomatología auditiva, para evitar alteración de los resultados.

### 3. Estrategia de recolección de datos

#### a) Organización

- Se coordinó con el Gerente General de la Clínica Monte Carmelo y de las empresas mineras, solicitando su autorización para el uso de las historias clínicas de los trabajadores de mina examinados en la unidad de Salud Ocupacional.
- Se coordinó con el Jefe del Sistema de Informática para que proporcione las historias clínicas digitalizadas.
- Se diseñó un instrumento apropiado para la recolección de datos.
- Se aplicó el instrumento obteniendo la información necesaria cuidando la confiabilidad, validez y objetividad.
- Una vez seleccionada la información se procedió al análisis de los datos cuantitativos con apoyo de técnicas estadísticas infiriendo los resultados de probanza de las hipótesis.
- Se desarrolló el reporte de resultados del proceso cuantitativo para informar los resultados del estudio.

**b) Recursos:**

Se estimaron los recursos e inversión para la realización del estudio (Ver Tabla B).

Tabla B.

*Recursos utilizados durante la investigación - autofinanciados.*

	Rubro	Actividad	Monto
1	Personal	Preparación de historias clínicas	S/.200.00
2	Materiales e insumos consumibles	Material de escritorio	S/ 150.00
3	Impresión	Impresión y empastado de informe	S/ 125.00
4	Software (SPSS 15.0) y Hardware (PC)	Procesamiento estadístico de datos	S/.200.00
		Total	S/ 675.00

**c) Validación de los instrumentos:**

No se requirió de validación por tratarse de una ficha para recolectar los datos previstos, los que se encuentran registrados en las historias clínicas de los trabajadores de mina que en su parte referida al examen ocupacional denominado Audiometría Tonal Liminal sigue la escala de Klockhoff modificada que se muestra a continuación (Ver Tabla C).

Tabla C.  
*Escala de Klockhoff modificada*

Normal	El umbral no es superior a 25 dB a ninguna frecuencia
Trauma acústico	No hay pérdida conversacional
	Leve: escotoma < 55dB
	Avanzado: escotoma > 55dB
Hipoacusia por ruido	Hay pérdida conversacional
	Leve: 1 o más frecuencias conservadas
	Moderada: Todas las frecuencias afectadas pero ninguna > 55 dB
	Avanzada: Todas las frecuencias afectadas pero 1 o más > 55dB
Otras	No debidas a exposición a ruido

**d) Criterios o estrategias para el manejo de resultados:**

De cada ficha se pasaron los datos a una tabla y de ésta a una base de datos empleando el software Excel 2007.

Para el análisis de variables descriptivas (número de participantes, porcentajes, media, desviación estándar y mediana), y de inferencias (Chi cuadrado al nivel de significación de  $p < 0.05$ ). Se utilizó el paquete estadístico SPSS 15.0.

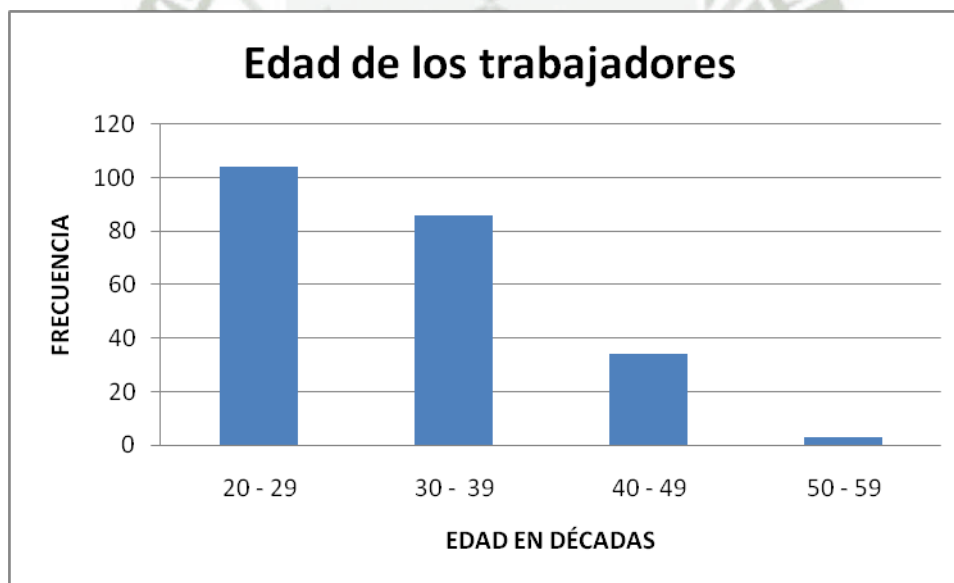
## CAPÍTULO II RESULTADOS

TABLA N° 1

### TRABAJADORES DE MINA EVALUADOS SEGÚN LA EDAD

EDAD (por décadas)	n	%
20 - 29	104	45.8
30 - 39	86	37.9
40 - 49	34	15.0
50 - 59	3	1.3
TOTAL	227	100.0

GRÁFICO N° 1



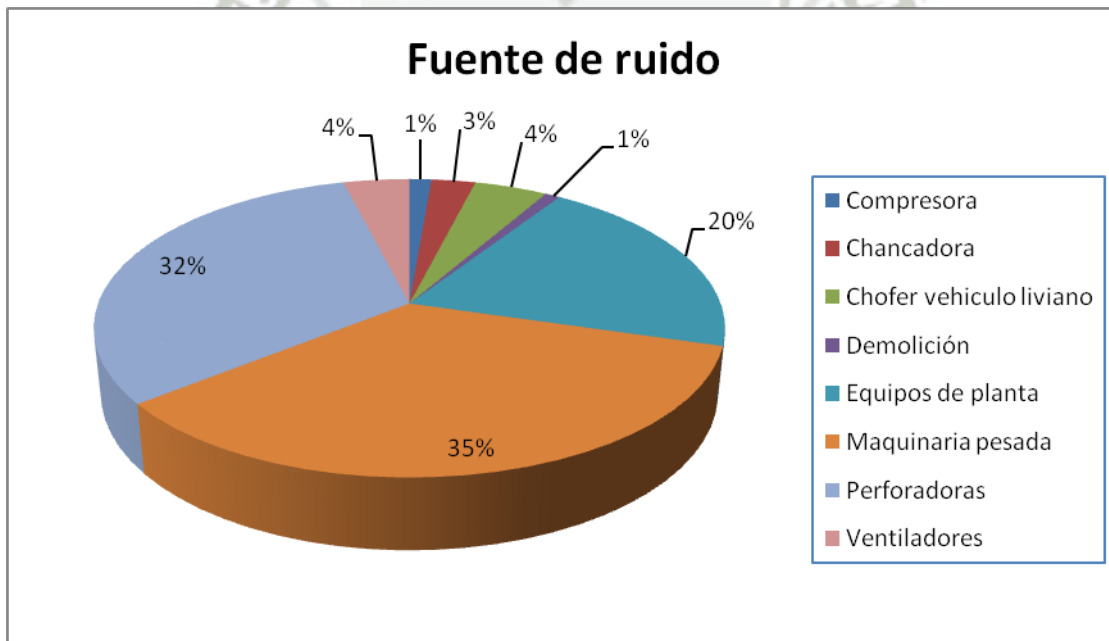
Fuente: Base de datos propia

**TABLA N° 2**

**FUENTES DE RUIDO A LAS QUE ESTÁN EXPUESTOS LOS TRABAJADORES  
DE MINA EVALUADOS**

FUENTE DE RUIDO	n	%
Compresora	3	1.3
Chancadora	6	2.6
Chofer vehículo liviano	10	4.4
Demolición	2	0.9
Equipos de planta	46	20.3
Maquinaria pesada	79	34.8
Perforadoras	72	31.7
Ventiladores	9	4.0
<b>TOTAL</b>	<b>227</b>	<b>100</b>

**GRÁFICO N° 2**



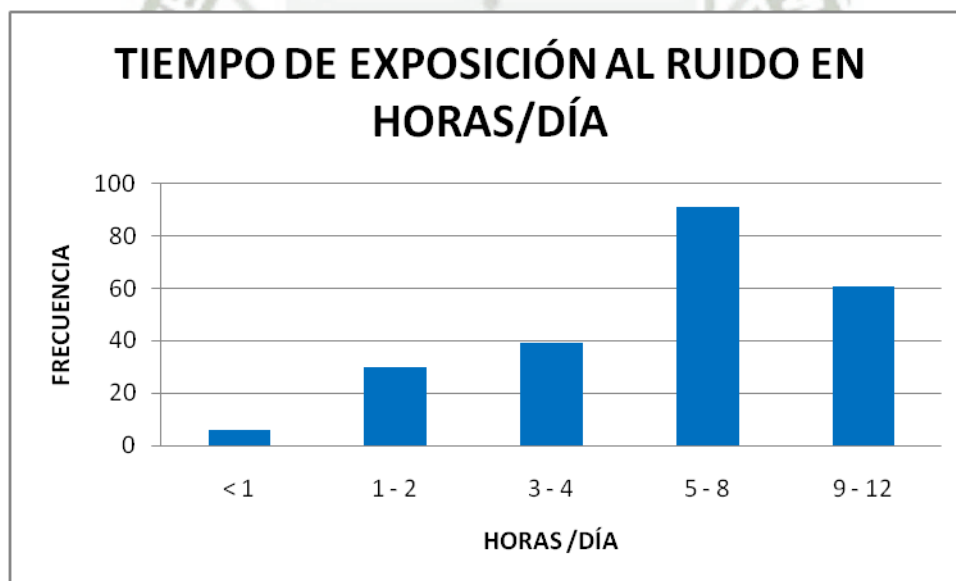
Fuente: Base de datos propia

**TABLA N° 3**

**TIEMPO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO EN HORAS/DÍA DE LOS  
TRABAJADORES DE MINA EVALUADOS**

TIEMPO EXPOSICIÓN AL RUIDO HORAS/DÍA	n	%
< 1	6	2.6
1 - 2	30	13.2
3 - 4	39	17.2
5 - 8	91	40.1
9 - 12	61	26.9
<b>TOTAL</b>	<b>227</b>	<b>100</b>

**GRÁFICO N° 3**



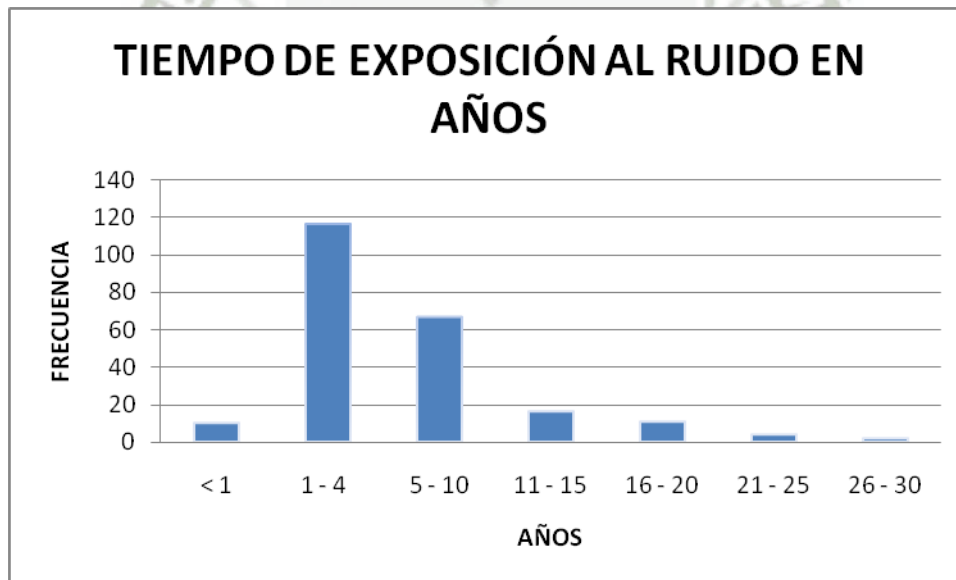
Fuente: Base de datos propia

**TABLA N° 4**

**TRABAJADORES DE MINA EVALUADOS SEGÚN EL TIEMPO DE  
EXPOSICIÓN AL RUIDO EN AÑOS**

TIEMPO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO AÑOS	n	%
< 1	10	4.4
1 - 4	117	51.5
5 - 10	67	29.5
11 - 15	16	7.0
16 - 20	11	4.8
21 - 25	4	1.8
26 - 30	2	0.9
<b>TOTAL</b>	<b>227</b>	<b>100.0</b>

**GRÁFICO N° 4**



Fuente: Base de datos propia

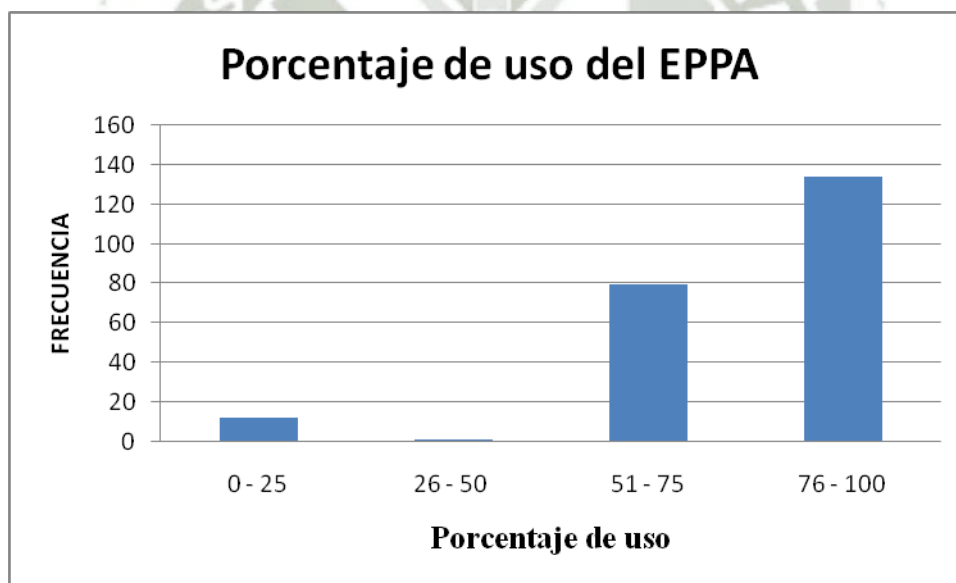
**TABLA N° 5**

**PORCENTAJE DEL USO DE EPPA (\*) EN  
LOS TRABAJADORES DE MINA EVALUADOS**

PORCENTAJE USO DE EPPA	n	%
0 - 25	12	5.3
26 - 50	1	0.4
51 - 75	80	35.2
76 - 100	134	59.0
<b>TOTAL</b>	<b>227</b>	<b>100.0</b>

(\*) Equipo de Protección Personal Auditiva

**GRÁFICO N° 5**



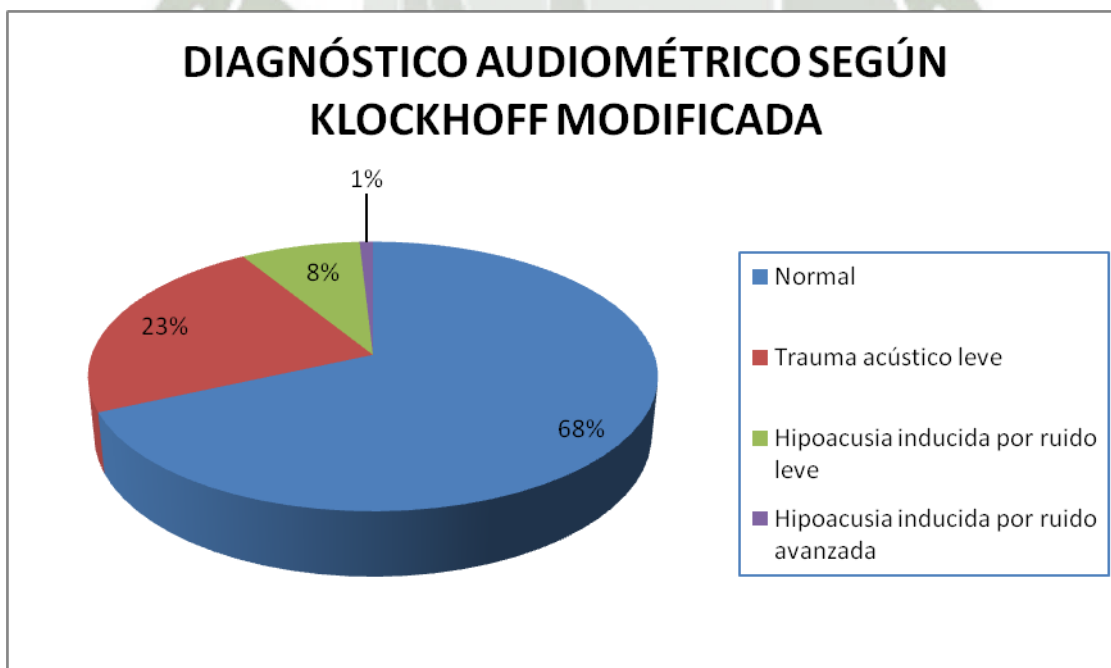
Fuente: Base de datos propia

**TABLA N° 6**

**DIAGNÓSTICO SEGÚN LA CLASIFICACIÓN DE KLOCKHOFF MODIFICADA  
EN LOS TRABAJADORES DE MINA EVALUADOS**

DIAGNÓSTICO AUDIOMÉTRICO KLOCKHOFF MODIFICADA	n	%
Normal	155	68.3
Trauma acústico leve	52	22.9
Hipoacusia inducida por ruido leve	18	7.9
Hipoacusia inducida por ruido avanzada	2	0.9
<b>TOTAL</b>	<b>227</b>	<b>100.0</b>

**GRÁFICO N° 6**



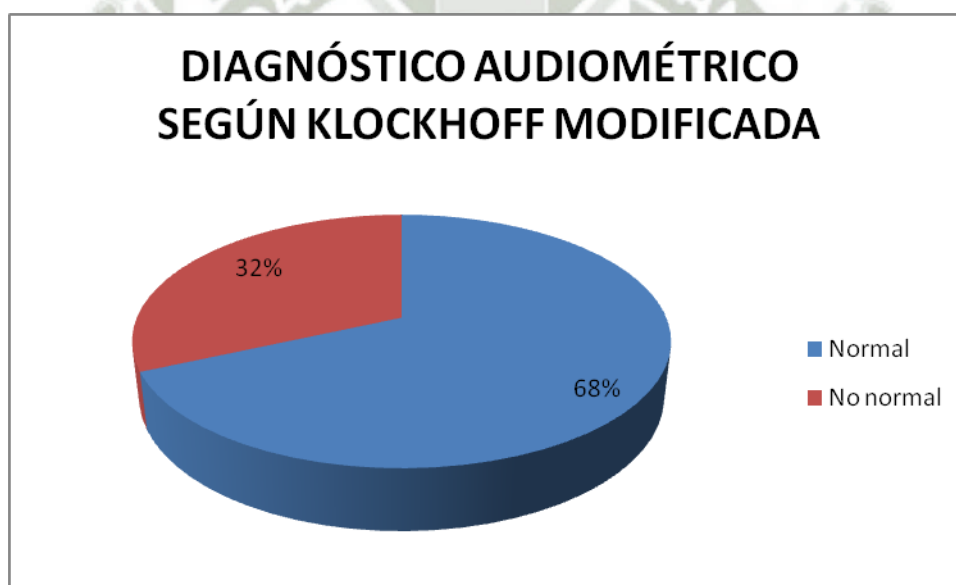
Fuente: Base de datos propia

**TABLA N° 7**

**DIAGNÓSTICO SEGÚN LA CLASIFICACIÓN DE KLOCKHOFF MODIFICADA  
EN LOS TRABAJADORES DE MINA EVALUADOS**

DIAGNÓSTICO AUDIOMÉTRICO KLOCKHOFF MODIFICADA	n	%
Normal	155	68.3
No normal	72	31.7
TOTAL	227	100.0

**GRÁFICO N° 7**



Fuente: Base de datos propia

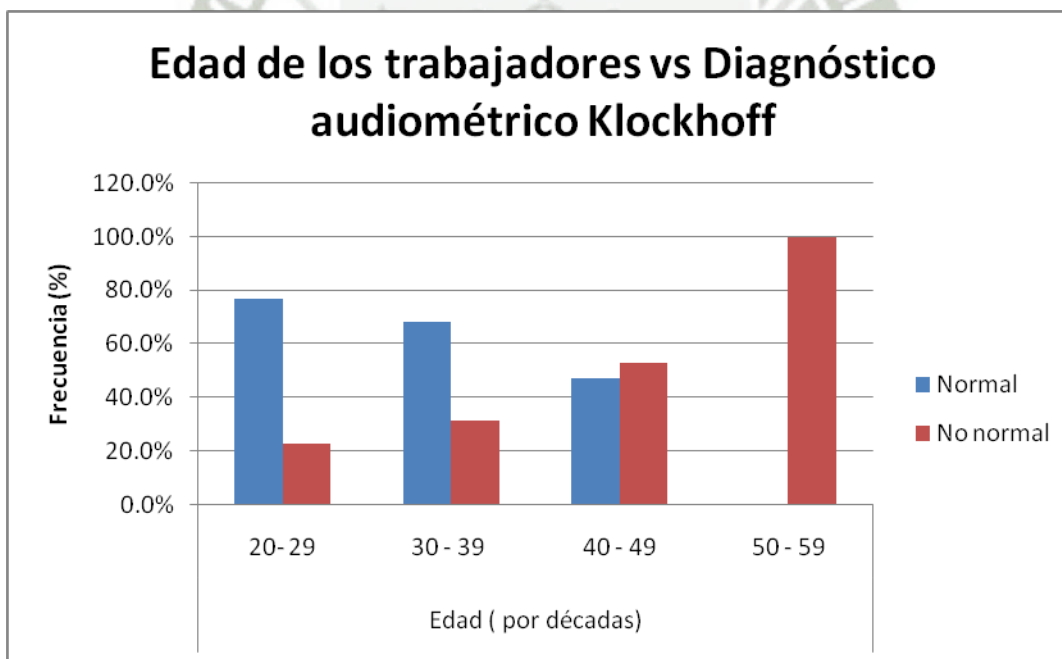
**TABLA N° 8**

**EDAD DE LOS TRABAJADORES DE MINA EVALUADOS VERSUS  
EL DIAGNÓSTICO AUDIOMÉTRICO SEGÚN KLOCKHOFF MODIFICADO**

DIAGNÓSTICO AUDIOMÉTRICO KLOCKHOFF MODIFICADA	EDAD ( por décadas)			
	20- 29	30 - 39	40 - 49	50 - 59
Normal	76.9%	68.6%	47.0%	0.0%
	80	59	16	0
No normal	23.1%	31.4%	53.0%	100.0%
	24	27	18	3
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Chi: 17.119 P < 0.05 G: 3**

**GRÁFICO N° 8**



Fuente: Base de datos propia

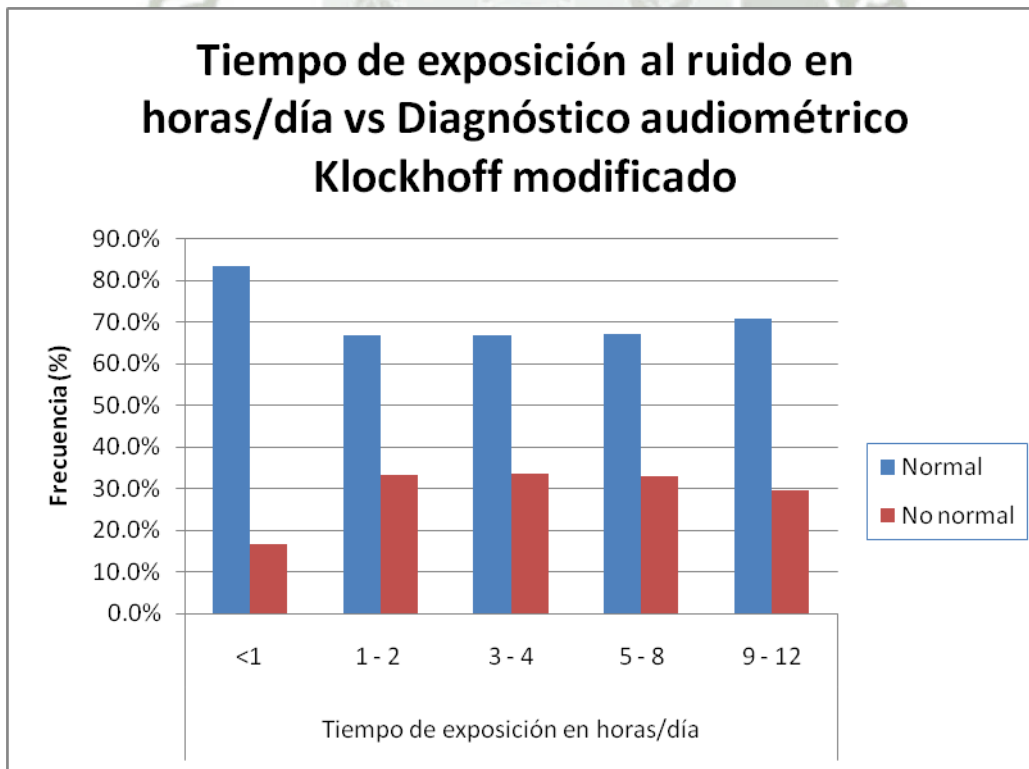
**TABLA N° 9**

**TIEMPO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO EN HORAS/DÍA DE LOS  
TRABAJADORES DE MINA EVALUADOS VERSUS EL DIAGNÓSTICO  
AUDIOMÉTRICO SEGÚN KLOCKHOFF MODIFICADO**

DIAGNÓSTICO AUDIOMÉTRICO KLOCKHOFF MODIFICADA	TIEMPO DE EXPOSICIÓN HORAS/DÍA				
	<1	1 - 2	3 - 4	5 - 8	9 - 12
Normal	83.3%	66.7%	66.7%	67.0%	70.50%
	5	20	26	61	43
No normal	16.7%	33.3%	33.4%	33.0%	29.5%
	1	10	13	30	18
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

**Chi: 0.914    P > 0.05    G: 4**

**GRÁFICO N° 9**



Fuente: Base de datos propia

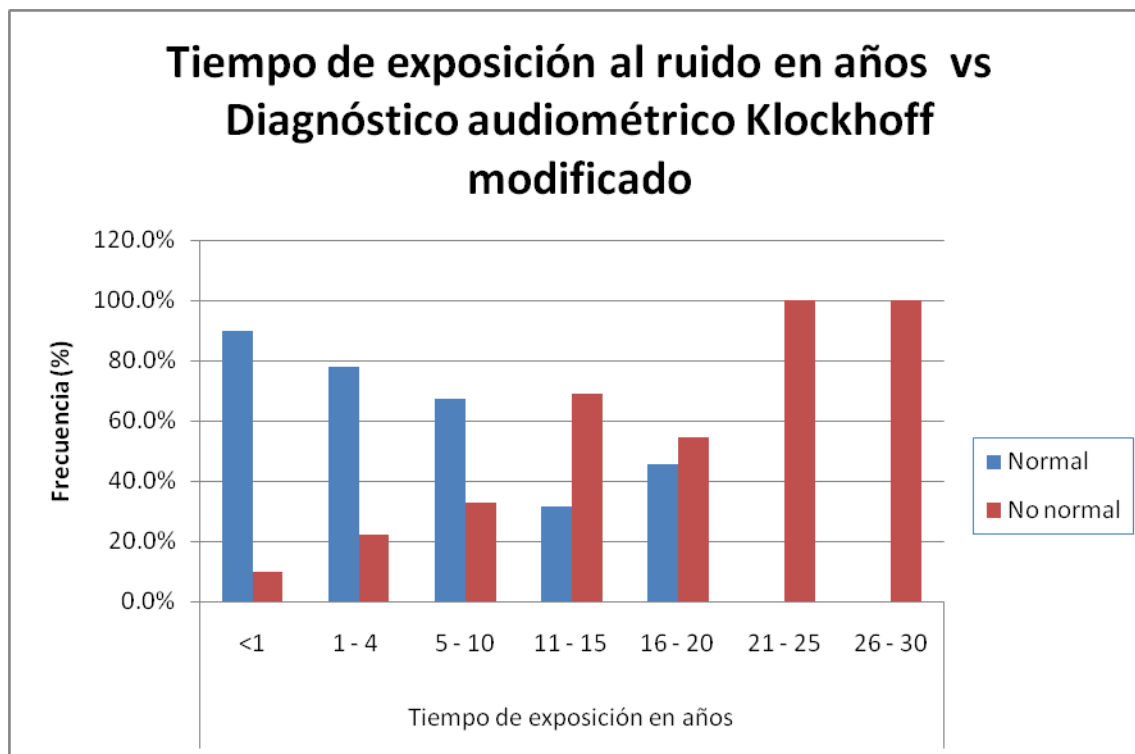
**TABLA N° 10**

**TIEMPO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO EN AÑOS DE LOS TRABAJADORES DE  
MINA EVALUADOS VERSUS EL DIAGNÓSTICO AUDIOMÉTRICO SEGÚN  
KLOCKHOFF MODIFICADO**

DIAGNÓSTICO AUDIOMÉTRICO KLOCKHOFF MODIFICADA	TIEMPO DE EXPOSICIÓN EN AÑOS						
	<1	1 - 4	5 - 10	11 - 15	16 - 20	21 - 25	26 - 30
Normal	90.0%	77.8%	67.2%	31.3%	45.50%	0.00%	0.00%
	9	91	45	5	5	0	0
No normal	10.0%	22.2%	32.9%	68.8%	54.6%	100.0%	100.0%
	1	26	22	11	6	4	2
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

**Chi: 32.782 P < 0.05 G: 6**

GRÁFICO N° 10



Fuente: Base de datos propia



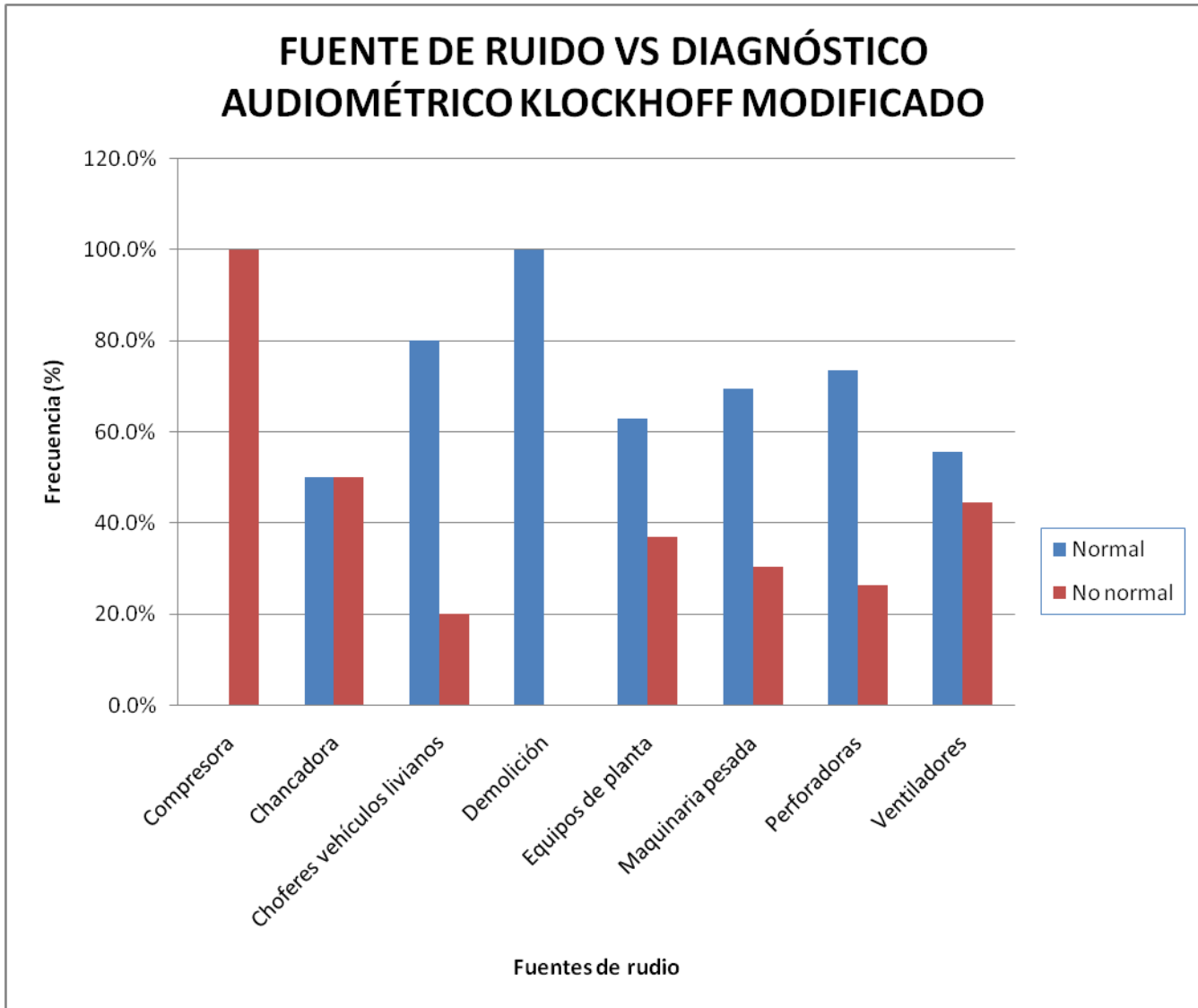
**TABLA N° 11**

**FUENTES DE RUIDO A LAS QUE ESTÁN EXPUESTOS LOS TRABAJADORES DE MINA EVALUADOS VERSUS EL DIAGNÓSTICO DE KLOCKHOFF MODIFICADO**

DIAGNÓSTICO AUDIOMÉTRICO KLOCKHOFF MODIFICADA	FUENTE DE RUIDO							
	Compresora	Chancadora	Choferes vehículos livianos	Demolición	Equipos de planta	Maquinaria pesada	Perforadoras	Ventiladores
Normal	0.0%	50.0%	80.0%	100.0%	63.0%	69.6%	73.6%	55.6%
	0	3	8	2	29	55	53	5
No normal	100.0%	50.0%	20.0%	0.0%	36.9%	30.4%	26.4%	44.4%
	3	3	2	0	17	24	19	4
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Chi: 11.213 P > 0.05 G: 7**

GRÁFICO N° 11



Fuente: Base de datos propia

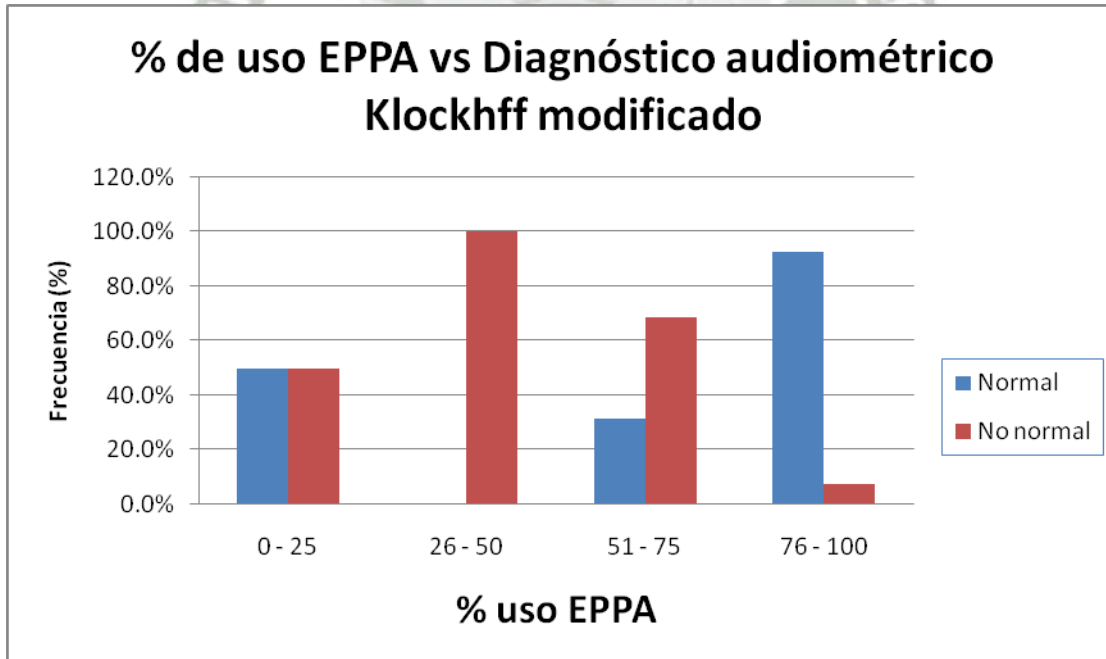
**TABLA N° 12**

**PORCENTAJE DE USO DE EPPA (\*) EN LOS TRABAJADORES MINEROS  
EVALUADOS VERSUS EL DIAGNÓSTICO DE KLOCKHOFF MODIFICADO**

DIAGNÓSTICO AUDIOMÉTRICO KLOCKHOFF MODIFICADA	PORCENTAJE USO EPPA				Total
	0 - 25	26 - 50	51 - 75	76 - 100	
Normal	50.0%	0.0%	31.3%	92.5%	155
	6	0	25	124	
No normal	50.0%	100.0%	68.7%	7.5%	72
	6	1	55	10	
<b>TOTAL</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>227</b>

**Chi: 91.061 P < 0.05 G: 3**

**GRÁFICO N° 12**



Fuente: Base de datos propia

## CAPÍTULO III

### DISCUSIÓN Y COMENTARIOS

El presente estudio se realizó analizando las historias clínicas de trabajadores de minas de del Centro Médico Monte Carmelo de Arequipa, donde desde hace más de 20 años se vienen realizando exámenes médicos a trabajadores de empresas de los diferentes sectores económicos del ámbito local y nacional.

Siendo conocedores que el rubro de la minería es uno de los que mayor movimiento económico genera; así como que demanda gran cantidad de capital humano, es que se consideró por conveniente evaluar las relaciones que podrían haber entre las condiciones de exposición ocupacional al ruido en este ambiente laboral y la salud auditiva de los trabajadores de minas.

Para el estudio se consideraron las historias clínicas de trabajadores de mina del archivo de la Unidad de Medicina Ocupacional del Centro Médico mencionado, comprendidas entre los meses de enero a octubre del año 2013. Se revisaron 3564 historias, que conformaron el universo, de las cuales 2927 muestras cumplían con los criterios de inclusión para el presente estudio, constituyendo la población y de estas se seleccionó el tamaño de la muestra de 227 historias clínicas mediante la técnica de muestreo estadístico.

Consistente con la teoría, se analizaron los factores de riesgo para la salud auditiva como: edad de los trabajadores, tiempo de exposición al ruido en horas/día, tiempo de exposición al ruido en años, intensidad de ruido emitido por maquinaria de mina y el uso de equipo de protección personal auditiva (EPPA).

Entre los resultados del estudio realizado, se encontró que la edad media de los trabajadores fue de  $31.62 \pm 7.64$  años, siendo la menor de 20 y la mayor de 58 años y dentro de este rango, la edad de 28 años fue la más frecuente, conforme se muestra en la

Tabla N° 1 en la cual entre los años 20 y 29 se encontró la mayor cantidad de los trabajadores evaluados.

Con respecto a la importancia de la edad del trabajador en relación al daño auditivo, los resultados demostraron que existe una relación entre estas variables, pues se observó que en el grupo etéreo de 20 a 29 años sólo el 23.1% de los trabajadores evaluados presentó una audiometría anormal, en contraste con el grupo etéreo de 50 a 59 años con una menor cantidad, el 100% de estos presentaron una audiometría anormal. Estos resultados ponen en evidencia lo que refieren estudios de daño auditivo por ruido, respecto a que “existe una mayor fragilidad coclear, en especial a partir de los 50 años en aquellas personas expuestas a ruido”<sup>(11)</sup>. Sin embargo, estos resultados dependen de la cantidad de decibeles (dB) y del tiempo al que está expuesto el trabajador, como se verá más adelante.

Al analizar las fuentes de ruido, como se puede observar en el Gráfico N° 2, la mayoría de trabajadores estuvieron expuestos a ruido emitido por maquinaria pesada, perforadoras y equipos de planta. Al relacionar estos datos con los resultados de las audiometrías catalogadas como no normales, los resultados coinciden con el grupo de personas que están expuestas al ruido de la maquinaria antes descrita. Así mismo se debe mencionar que las otras fuentes de ruido descritas también son causantes de daño a la salud auditiva, pero en menor medida, ya que coincidentemente, la cantidad de trabajadores que están expuestos a estas otras fuentes es menor. Por lo descrito anteriormente se concluye que no existe una relación estadísticamente significativa, como así lo demuestra la prueba del Chi cuadrado donde  $p > 0.05$ . Este resultado concuerda en cierta manera con la mención que hace Falch en su Guía ambiental: “Manejo de problemas de ruido en la industria minera”<sup>(5)</sup>, acerca de agentes productores de ruidos nocivos para la salud auditiva, pues los resultados obtenidos sólo coinciden, en que cierto tipo de maquinaria es la que causa más daño a la salud auditiva, no así por la intensidad de ruido que emite, sino por la cantidad de personal que se concentra en ésta área de trabajo.

Analizando la Tabla N° 3, el tiempo de exposición en horas/día en los trabajadores de mina, la mediana fue de 8 horas, siendo el tiempo de exposición más frecuente entre 5 y 8 horas, lo que indica que la mayoría de trabajadores tuvo una exposición al ruido en el límite

de lo permitido según la Guía Técnica de Vigilancia de las condiciones de exposición a ruido en los ambientes de trabajo del Ministerio de Salud. En esta guía técnica se hace referencia a que “para una exposición de 85 dB (límite máximo permitido considerado seguro para la salud auditiva) corresponde un máximo de 8 horas de exposición diaria”<sup>(7)</sup>.

En el estudio realizado se ha observado que existe un porcentaje semejante de trabajadores con audiometrías no normales expuestos al ruido en los distintos grupos de exposición de horas por día, por lo que se infiere que el tiempo de exposición al ruido en horas/día no está relacionado con el daño a la salud auditiva en los trabajadores de mina evaluados, pues la prueba estadística indica que ésta relación no es estadísticamente significativa. Al respecto es importante destacar que esta variable es dependiente de la cantidad de decibelios y años, como se verá en los siguientes resultados.

En concordancia con la variable descrita anteriormente sobre el tiempo de exposición al ruido en años de los trabajadores de mina evaluados, como se aprecia en la Tabla N°4, el mayor porcentaje de trabajadores de mina evaluados (51.5%), tiene un tiempo de exposición al ruido en años entre 1 y 4 años, seguidamente de un porcentaje importante de 29.5%, entre 5 y 10 años. Al relacionar esta información con el diagnóstico audiométrico, según Klockhoff modificado, en la Tabla N° 10 se observa que existe una relación entre las variables descritas, con lo que se concluye que el tiempo de exposición al ruido en años está relacionado con el daño a la salud auditiva de los trabajadores de mina evaluados. Los resultados expuestos se enmarcan dentro de los criterios de la Tabla N° 1 del Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo, en su artículo sobre “Hipoacusia Laboral”<sup>(10)</sup>.

En general, se puede concluir, respecto al tiempo de exposición a ruido, que tiene mayor importancia en la salud auditiva la cantidad de años que de horas por día a los que una persona está expuesta al ruido; sin dejar de lado la posibilidad de que si una persona se expone a ruido ocupacional más horas de las consideradas seguras en un periodo largo de tiempo pueda ser afectada su salud auditiva en mayor medida.

Con respecto al porcentaje de uso del Equipo de Protección Personal Auditiva (EPPA), expresado en la Tabla N° 5, se encontró que 94.2% de trabajadores usó protección en más

de un 51% del tiempo de exposición al ruido, así como un 5.7% de trabajadores usó protección en menos de la mitad del tiempo de exposición al ruido. Al relacionar estos resultados con el daño auditivo se concluyó, conforme a lo que mostramos en la Tabla N° 12, que a mayor porcentaje de uso del EPPA hay menor daño en la salud auditiva de los trabajadores de mina evaluados; es decir, una relación inversa. Esta información está respaldada con lo mencionado en la Guía para la selección y control de protectores auditivos del Ministerio de Salud de Chile – Instituto de Salud Pública, el cual indica que “el rendimiento y grado de protección que ofrecen estos equipos depende directamente del tiempo de uso”<sup>(15)</sup>.

Es importante destacar que durante la revisión de las historias clínicas no se encontraron trabajadores que hayan usado la protección auditiva el 100% del tiempo de exposición.

En relación a los diagnósticos audiométricos realizados con la escala de Klockhoff modificado, se obtuvo que el 68.3% de trabajadores de mina examinados fueron diagnosticados con una *audiometría normal* y 31.7% con una *audiometría no normal*. Dentro de este último grupo 22.9% tuvieron un diagnóstico de traumatismo acústico leve, 7.9% con hipoacusia inducida por ruido leve y 0.9% con hipoacusia inducida por ruido avanzada. Dentro de otros diagnósticos, que no están comprendidos en la clasificación de Klockhoff modificada, no se halló ningún trabajador.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES

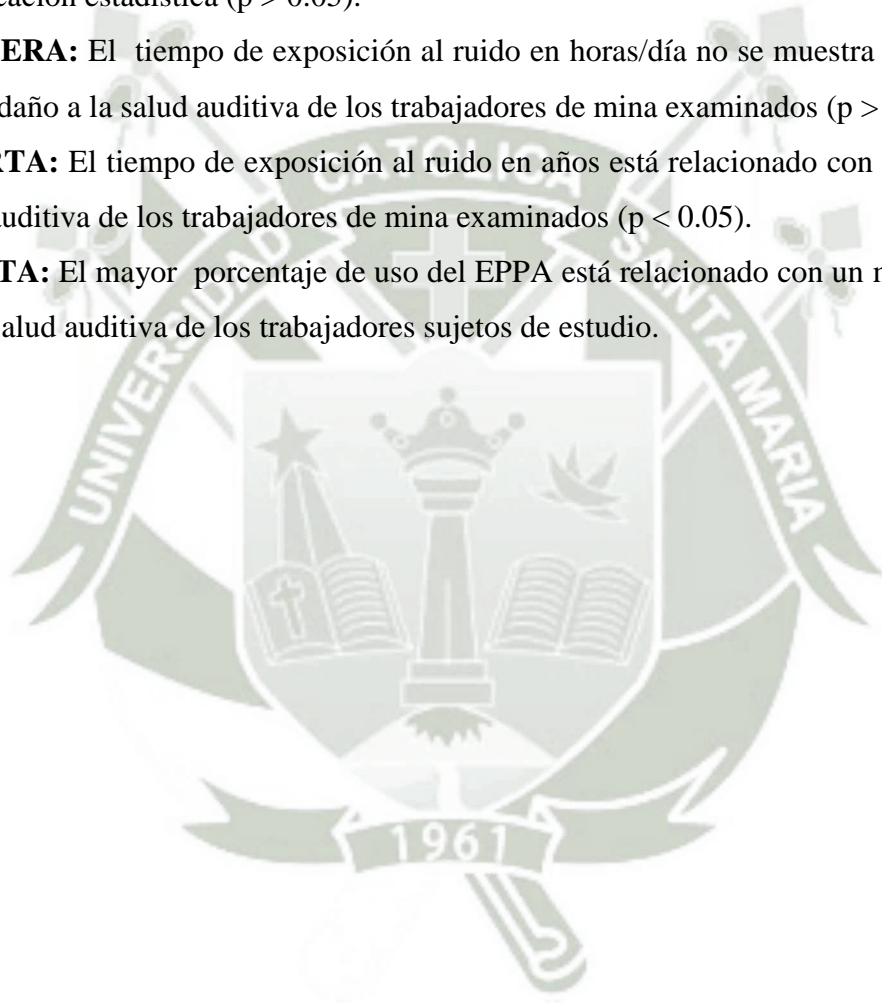
**PRIMERA:** La edad en décadas de los trabajadores en estudio, mostró relación con la exposición al ruido ( $p < 0.05$ )

**SEGUNDA:** La fuente del ruido y el daño a la salud auditiva no mostraron significación estadística ( $p > 0.05$ ).

**TERCERA:** El tiempo de exposición al ruido en horas/día no se muestra relacionado con el daño a la salud auditiva de los trabajadores de mina examinados ( $p > 0.05$ ).

**CUARTA:** El tiempo de exposición al ruido en años está relacionado con el daño a la salud auditiva de los trabajadores de mina examinados ( $p < 0.05$ ).

**QUINTA:** El mayor porcentaje de uso del EPPA está relacionado con un menor daño en la salud auditiva de los trabajadores sujetos de estudio.



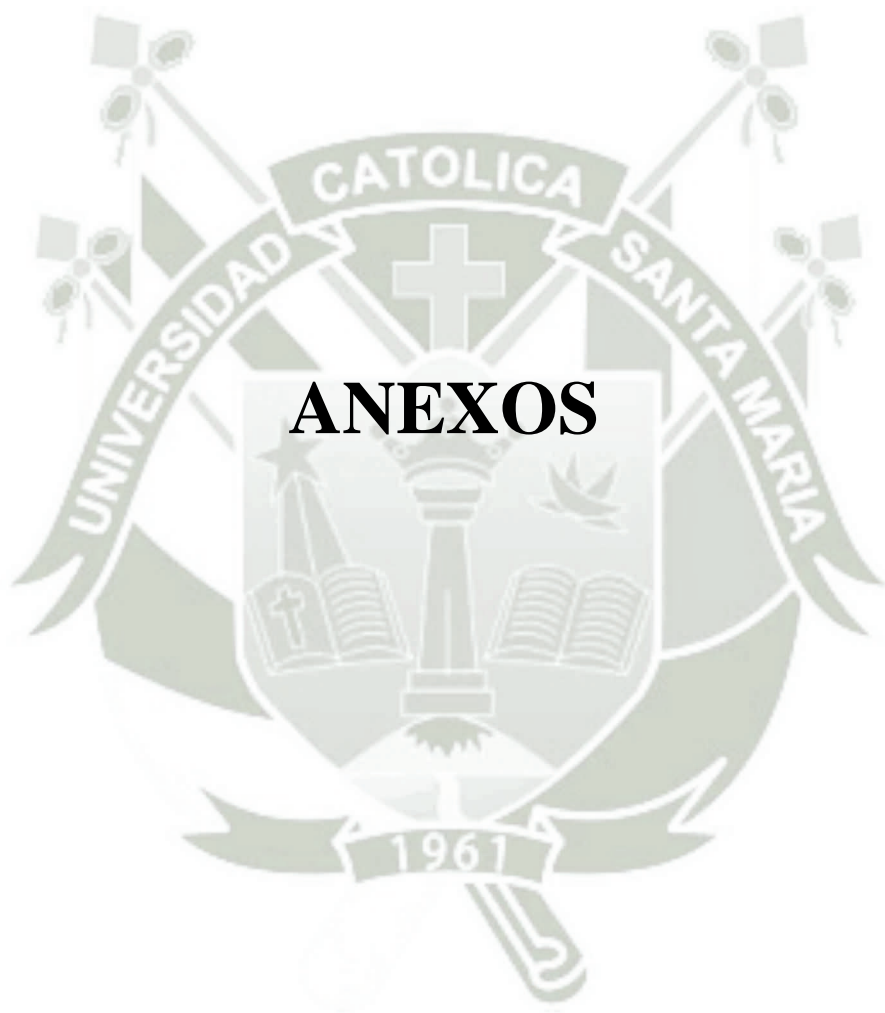
## RECOMENDACIONES

1. Los trabajadores de mina expuestos a ruido deben usar los EPPA en forma permanente y adecuada, para lo cual se debe capacitar a los trabajadores en el uso adecuado de ellos.
2. El personal encargado de seguridad industrial debe dar las pautas necesarias para combatir el ruido, actuando directamente sobre la fuente misma, ya que se sabe que es la manera más eficaz de hacerlo.
3. La Unidad de Medicina Ocupacional del Centro Médico Monte Carmelo debe:
  - a. Sistematizar y uniformizar mediante códigos el tipo de maquinaria que operan los trabajadores y el cargo que desempeñan para mejorar la calidad de la información para la toma de decisiones en seguridad industrial y facilitar el tratamiento de la misma en futuros estudios complementarios.
  - b. Implementar el seguimiento de la evolución de la salud de cada trabajador, sobre todo de aquellos que presentan diagnósticos con mayor riesgo evidenciados en el presente estudio.

## BIBLIOGRAFIA

1. Bernal C. Metodología de la investigación. Tercera edición ed. Colombia: Pearson Educación; 2010.
2. Organización Mundial de la Salud. Manual de Salud Ocupacional. [Online].; 2005 [cited 2013 Septiembre 10. Available from: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/manual\\_deso.PDF](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/manual_deso.PDF).
3. Organización Internacional del trabajo. Salud y seguridad en el trabajo. [Online].; 2013 [cited 2013 Octubre 17. Available from: [http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/documents/publication/wcms\\_180285.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/documents/publication/wcms_180285.pdf).
4. Moore KL, Dalley AF. Anatomía con orientación clínica. Cuarta edición ed. Navascúes I, editor. Madrid: Panamericana; 2002.
5. Falch E. Guía ambiental: Manejo de problemas de ruido en la industria minera. [Online].; 1997 [cited 2013 Diciembre 14. Available from: <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/ruidominera.pdf>.
6. Uña M, García de Ibarreta E, Betegón A. Ruido. [Online].; 2000 [cited 2013 Octubre 17. Available from: <http://www.zerbitzu-orokorrek.ehu.es/p258-shprevct/eu/./RUIDO.pdf>.
7. Ministerio de Salud. Resolución Ministerial N°375-2008.TR - Guía técnica de vigilancia de las condiciones de exposición a ruido en los ambientes de trabajo. [Online].; 2008 [cited 2013 Octubre 16. Available from: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma\\_consulta/Guia\\_Tecnica\\_vigilancia\\_del\\_ambiente\\_de\\_trabajo\\_ruido.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Guia_Tecnica_vigilancia_del_ambiente_de_trabajo_ruido.pdf).
8. Pavón I. Ambientes laborales de ruido en el sector minero de la comunidad de Madrid: Clasificación, predicción y soluciones. [Online].; 2007 [cited 2013 Julio 20. Available from: [http://oa.upm.es/419/1/IGNACIO\\_PAVON\\_GARCIA.pdf](http://oa.upm.es/419/1/IGNACIO_PAVON_GARCIA.pdf).
9. Enriquez L. Factores más frecuentes que determinan la pérdida auditiva en los trabajadores expuestos a ruido en la empresa PAPERHARD SA. con la finalidad de crear un programa de conservación auditiva. [Online].; 2011 [cited 2014 Enero 7. Available from: <http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/657/1/TESIS%20HIPOACUSIA A.pdf>.
10. Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Hipoacusia Laboral. [Online].; 2006 [cited 2014 Enero 7. Available from: <http://higieneyseguridadlaboralcv.files.wordpress.com/2012/04/02-manual-hipoacusia-laboral.pdf>.
1. Gabinete Confederal de Seguridad y Salud Laboral. Ruido en el centro de trabajo. [Online].; 2005 [cited 2013 Octubre 17. Available from:

1. <http://www.usoasturias.com/prevencion/RUIDO%20EN%20EL%20AMBITO%20LABORAL.pdf>.
- 1 Ministerio de Salud. Guía de práctica clínica para evaluación médica a trabajadores de actividades con exposición a ruido. [Online].; 2008 [cited 2013 Octubre 17. Available from: [http://www.usmp.edu.pe/recursoshumanos/pdf/4\)%20GEMO-003%20GUIA%20DE%20EVALUACION%20](http://www.usmp.edu.pe/recursoshumanos/pdf/4)%20GEMO-003%20GUIA%20DE%20EVALUACION%20).
- 13 Palacios A, Muñoz A, Macias A, Lopez A, Ossa S. Revista Facultad de Ciencias de la Salud Universidad del Cauca. [Online].; 2010 [cited 2013 Enero 10. Available from: <http://facultadsalud.unicauca.edu.co/Revista%5CPDF%5C2010%5C120206201009.pdf>.
- 14 Ordoñez C. Otorrino Laringología. Sexta edición ed. Lima: REP SAC; 2013.
- 15 Ministerio de Salud. Guía para la selección y control de protectores auditivos. [Online].; 2010 [cited 2013 Octubre 26. Available from: [http://www.ispch.cl/sites/default/files/documento/2010/01/Guia\\_Seleccion\\_EPA.pdf](http://www.ispch.cl/sites/default/files/documento/2010/01/Guia_Seleccion_EPA.pdf).
- 16 Ministerio de Sanidad y Consumo. Protocolo de vigilancia sanitaria específica para los/as trabajadores/as expuestos a Ruido. [Online].; 2000 [cited 2013 Octubre 17. Available from: [http://www.zerbitzuorokorrak.ehu.es/p258-shprevct/eu/contenidos/informacion/sp\\_legislacion/eu\\_leg\\_upv/adjuntos/RUIDO.pdf](http://www.zerbitzuorokorrak.ehu.es/p258-shprevct/eu/contenidos/informacion/sp_legislacion/eu_leg_upv/adjuntos/RUIDO.pdf).
- 17 Nuñez V. Prevalencia de hipoacusia en vendedores de periódicos en el cercado de Arequipa. [Online].; 2009 [cited 2013 Julio 20. Available from: [http://cybertesis.ucsm.edu.pe/bibl\\_virt/tesis.php?href=at/2009/nunez\\_mv/html/index-frames.html&codtesis=70.1194.M](http://cybertesis.ucsm.edu.pe/bibl_virt/tesis.php?href=at/2009/nunez_mv/html/index-frames.html&codtesis=70.1194.M).
- 18 Urbina R. Hipoacusia de origen laboral. [Online].; 2011 [cited 2013 Diciembre 20. Available from: <http://www.binasss.sa.cr/revistas/rmcc/599/art11.pdf>.
- 19 D. M. Noise induced hearing loss and hearing conservation in mining. [Online].; 2004 [cited 2013 Diciembre 20. Available from: <http://occmmed.oxfordjournals.org/content/54/5/290.long>.
- 20 Hernández , Fernández , Baptista. Metodología de la investigación. Quinta edición ed. Mexico: McGraw-Hill; 2010.



## ANEXO 1

### MATRIZ DE SISTEMATIZACIÓN DE INFORMACIÓN

Número	Edad	Fuente ruido	Tiempo exposición H/D	Tiempo exposición años	% EPPA	Diagnóstico
1	40	7	10	7	80	1
2	45	5	6	22.33	75	2
3	28	7	11	2.66	70	2
4	29	3	2	3.25	0	2
5	43	8	3	20	85	1
6	23	7	8	1.41	80	1
7	25	6	5	3	80	1
8	25	5	8	2.83	80	1
9	45	7	6	14	75	2
10	32	3	0.75	5.58	0	1
11	30	6	10	3.33	90	1
12	29	5	6	8	80	2
13	33	7	8	5.91	85	1
14	28	6	6	2.66	80	1
15	30	7	9	3.66	80	1
16	26	7	11	2.75	80	1
17	22	6	2	1.5	80	1
18	48	6	0.33	5	85	1
19	24	7	4	2	80	1
20	21	6	8	2.75	65	2
21	45	5	4	2.16	60	4
22	30	7	8	1.5	80	1
23	22	5	6	1	85	1
24	35	7	1	2	85	1
25	30	2	0.083	1	85	1
26	31	5	4	6	80	1
27	26	6	12	2	80	2
28	43	7	8	11	80	1
29	47	5	0.16	3	85	1
30	32	7	9	4.5	85	1
31	27	6	8	2.41	80	1
32	27	8	8	5.08	80	1
33	29	7	5	4	75	1
34	37	6	4	3.91	80	1
35	32	7	10	6.16	75	2
36	25	5	11	1.5	75	2

37	29	6	2	7.33	75	2
38	27	7	8	3.91	80	1
39	31	6	8	6.75	85	1
40	26	5	7	4.41	80	1
41	25	4	5	2	85	1
42	41	8	4	6.83	75	2
43	34	6	3	6.41	80	2
44	28	7	8	5.66	85	1
45	34	5	3	5.83	80	1
46	28	7	7	6	85	1
47	42	5	6	22	65	2
48	32	6	2	4.75	80	1
49	39	5	4	7.75	80	1
50	41	5	1	19.08	75	1
51	27	7	10	3.25	80	1
52	25	5	5	2.41	80	1
53	56	6	8	26.75	55	4
54	23	7	11	2.66	80	1
55	34	8	2	5.5	80	2
56	38	5	8	10	65	4
57	28	2	5	3.5	75	2
58	25	6	8	1.41	80	1
59	37	7	11	8	75	1
60	28	5	8	3.58	85	1
61	41	1	10	10.5	75	2
62	29	7	11	9.08	80	1
63	28	5	6	5	80	1
64	35	6	1	8	80	1
65	24	6	10	2.58	80	1
66	31	7	3	13.08	80	2
67	25	7	5	8	80	1
68	35	5	8	14	80	2
69	32	3	3	0.25	0	1
70	30	7	10	3.33	55	2
71	24	5	1	6	80	1
72	23	7	11	2.66	75	1
73	20	6	3	1.91	80	1
74	45	6	8	21.41	75	2
75	23	7	8	1.66	75	2
76	34	2	3	5.75	80	2
77	33	7	11	9	75	2
78	40	6	5	1.58	80	1

79	34	6	11	5.66	75	1
80	33	7	2	6.5	80	1
81	27	7	10	1	90	1
82	27	6	10	2	80	1
83	27	7	11	1	85	1
84	31	6	1	0.5	80	1
85	30	6	12	1	85	1
86	35	6	9	2.91	85	1
87	31	6	6	7.16	85	1
88	35	6	9	2.58	75	1
89	37	6	6	11	75	2
90	29	6	7	3.5	80	1
91	23	6	10	3.75	90	1
92	31	4	4	5	85	1
93	23	6	10	2	75	1
94	37	6	10	6	80	1
95	29	6	10	3.91	75	1
96	23	7	8	3.16	85	1
97	22	5	2	0.08	80	1
98	28	1	11	3	80	2
99	21	3	9	1.83	0	1
100	31	5	8	1	75	1
101	43	5	8	18.41	75	1
102	20	5	7	0.083	75	1
103	23	5	9	1	0	2
104	49	5	4	20	60	4
105	26	5	8	5.16	85	1
106	29	5	3	1.66	85	1
107	39	5	8	1	85	1
108	24	5	4	4.16	80	1
109	24	5	0.16	0.83	80	1
110	46	5	1	19.66	55	4
111	20	5	3	1.25	75	
112	31	1	0.5	12.33	70	4
113	32	3	4	4	0	1
114	28	7	11	9.5	85	1
115	32	5	11	11	75	2
116	34	6	11	11.66	85	1
117	41	6	4	16.83	75	1
118	37	5	2	1	75	1
119	32	7	10	2	70	2
120	20	7	12	2.58	90	1

121	44	6	8	5.5	70	4
122	26	7	8	2.33	85	1
123	42	6	4	8	65	4
124	28	5	8	0.25	45	6
125	38	7	8	16.16	75	2
126	37	6	1	3.16	80	1
127	30	7	2	3.25	85	1
128	27	7	11	3	75	1
129	23	7	8	0.75	80	1
130	20	7	8	2	85	1
131	38	6	10	3.66	80	1
132	30	6	11	7	85	1
133	29	7	6	6.5	85	1
134	25	7	2	4.41	80	1
135	44	7	8	4.58	75	1
136	38	7	1	13.16	55	4
137	34	5	4	2	85	1
138	31	7	1	8	75	2
139	26	7	7	1.83	80	1
140	25	6	5	1.75	85	1
141	21	7	11	0.5	80	1
142	37	7	4	4.16	90	1
143	45	6	8	17	75	2
144	29	7	11	7	85	1
145	28	7	2	3.16	75	1
146	22	6	10	2	85	1
147	39	7	2	15.5	75	2
148	27	7	8	3.16	75	1
149	23	6	8	0.58	80	1
150	45	7	8	18.58	60	4
151	20	7	10	2.75	75	4
152	31	6	5	9.5	75	2
153	35	6	11	6.5	85	1
154	31	6	10	9.75	60	4
155	32	7	4	1.83	80	1
156	29	6	8	2.41	80	1
157	33	7	4	3	85	1
158	49	6	8	22	75	4
159	22	6	10	1.25	90	1
160	57	2	3	34.16	75	2
161	28	6	1	2.83	75	1
162	25	7	8	5	90	1

163	43	2	11	9	80	1
164	26	7	5	6.41	75	2
165	26	7	10	3.25	90	1
166	22	6	8	2.66	80	1
167	41	6	8	14	75	1
168	45	7	4	5.5	80	1
169	39	6	3	3.25	80	1
170	33	8	2	8.5	80	1
171	24	6	8	1.83	75	2
172	29	6	4	3	80	1
173	42	6	8	10	80	1
174	27	6	2	2	80	1
175	37	6	8	3.41	70	4
176	28	6	4	2	60	4
177	25	8	8	4	80	1
178	30	6	8	5.66	75	1
179	36	8	8	16.5	75	1
180	36	2	4	0.75	80	1
181	37	8	11	8.5	75	2
182	25	8	8	2.33	75	2
183	34	7	3	5	75	2
184	24	7	2	3.58	80	2
185	34	7	4	8	75	1
186	30	7	3	1.66	80	1
187	28	7	2	1.16	75	1
188	39	7	4	14.91	75	2
189	38	7	1	1	65	2
190	44	7	6	3.5	80	1
191	33	7	8	7.5	80	1
192	32	7	8	7.25	85	1
193	22	7	8	1.91	80	1
194	20	7	10	1	90	1
195	33	6	10	7	75	2
196	32	6	10	7.83	75	1
197	29	6	13	4.41	75	2
198	34	6	8	4.5	75	2
199	39	6	1	15.25	80	1
200	43	6	10	3.5	85	1
201	43	6	8	2.58	0	4
202	26	6	1	4.83	75	1
203	20	6	8	2.5	80	1
204	32	6	10	3.083	80	1

205	28	6	5	8.83	80	1
206	46	6	2	15	60	4
207	34	6	10	12.66	80	1
208	27	6	8	5.33	0	4
209	24	6	8	6.33	80	1
210	28	6	5	3	80	2
211	37	6	11	6.58	80	1
212	40	6	11	1	70	2
213	26	5	3	8	85	1
214	22	5	5	2	0	2
215	20	5	8	2.83	85	1
216	58	5	10	5	60	6
217	34	5	6	2.5	80	1
218	23	5	3	5	75	2
219	26	5	5	1	90	1
220	26	5	10	2.83	85	1
221	44	5	8	19.083	75	2
222	30	5	3	5.5	80	1
223	24	3	6	4	0	1
224	35	3	8	14	0	2
225	34	3	8	3	80	1
226	30	3	4	9.5	0	1
227	33	3	8	8.75	80	1

## ANEXO 2

### CÁLCULO MUESTRAL

$$\frac{Z}{(N-1) e + z}$$

$$p q p$$

#### CALCULO "n"

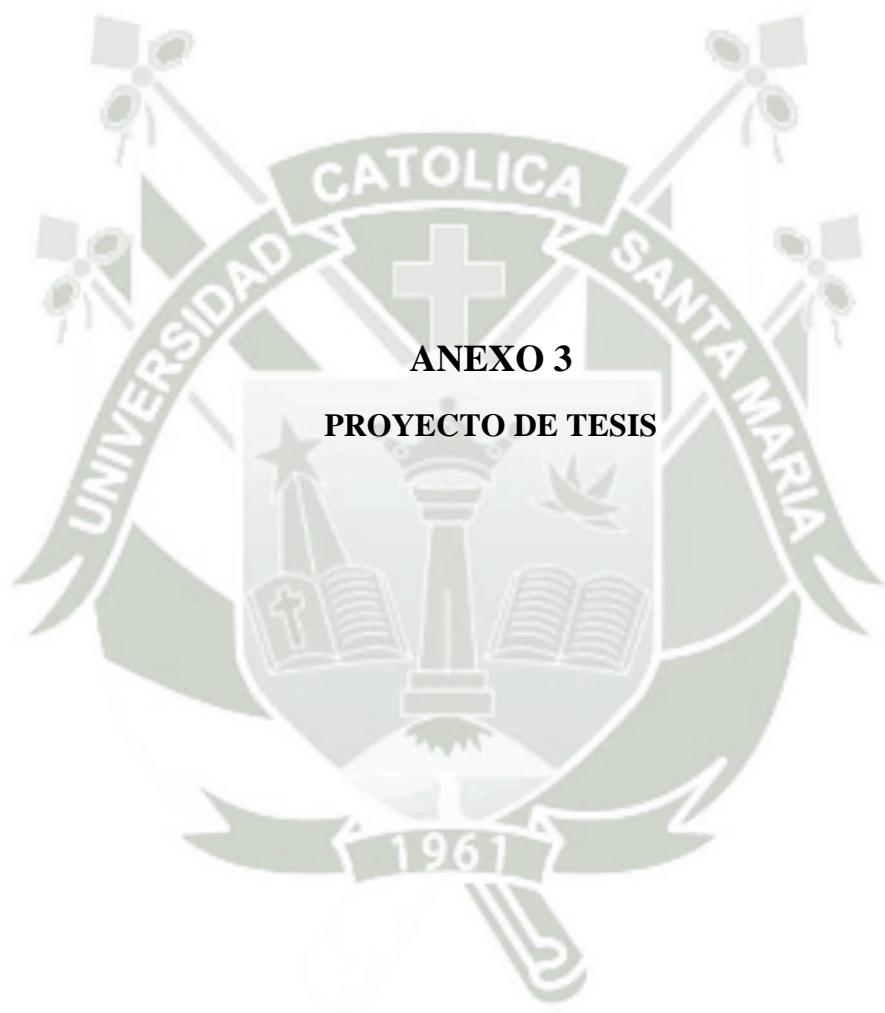
	N	2927	2927	$q$ 2927	
Nivel de confianza al 95%	z2	1.96	1.96	3.8416	
	p	V	0.2	11244.363	<b>Numerador</b>
	q	M	0.8	0.16	<b>1799.10</b>
	N-1	2927	1	2926	<b>n= 227</b>
Error muestral	e2 (5%)	0.05	0.05	0.0025	7.32
	z2	1.96	1.96	3.8416	0.61
	p		0.20		<b>Denominador</b>
	q		0.80	0.16	<b>7.93</b>

#### PONDERAR

GR. ETAREO	<b>1361</b>	0.464981209
N	2927	
n	226.88	

#### RESULTADO PARA GR.ETAREO

**105.50** 1961



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA DE AREQUIPA**

**PROGRAMA PROFESIONAL DE MEDICINA HUMANA**

**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA**



**“RELACIÓN ENTRE LAS CONDICIONES DE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL POR  
RUIDO Y EL DAÑO A LA SALUD AUDITIVA DE TRABAJADORES DE MINA,  
EVALUADOS EN EL CENTRO MÉDICO MONTE CARMELO -AREQUIPA - 2013”**

**Proyecto de tesis presentado por:**

**Eduardo José Velarde Zarauz**

**Para optar el Título profesional de:**

**Médico Cirujano**

**AREQUIPA – PERÚ**

**2014**

Contenido

I. PREAMBULO .....	4
II. PLANTEAMIENTO TEÓRICO .....	5
1. Problema de investigación .....	5
a) Enunciado del problema.....	5
b) Descripción del problema.....	5
c) Justificación del problema.....	8
2. Marco conceptual .....	10
a) Medicina Ocupacional o del Trabajo .....	10
b) Enfermedad ocupacional o profesional .....	10
c) Anatomía y fisiología auditiva .....	11
d) Condiciones de exposición ocupacional por ruido.....	12
e) Daño a la salud auditiva .....	16
f) Escala de Klockhoff .....	19
g) Protección auditiva.....	20
h) Glosario.....	21
3. Análisis de antecedentes investigativos: .....	22
a) Ámbito local.....	22
b) Ámbito internacional.....	23
4. Objetivos .....	24
a) Objetivo General .....	24
b) Objetivos Específicos.....	24
5. Hipótesis.....	24
III. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL .....	25
1. Técnicas, instrumentos y materiales de verificación:.....	25
2. Campo de verificación: .....	25
a) Ubicación espacial: .....	25
b) Ubicación temporal: .....	25
3. Estrategia de recolección de datos.....	27
a) Organización .....	27
b) Recursos: .....	28
c) Validación de los instrumentos: .....	28

d) Criterios o estrategias para el manejo de resultados:.....	28
IV. CRONOGRAMA DE TRABAJO.....	29
V. BIBLIOGRAFIA BÁSICA .....	30
ANEXO 1.....	32
FICHA DE REGISTRO DE DATOS .....	32



## I. PREAMBULO

Desde la antigüedad el hombre explota los recursos naturales que el planeta brinda y dentro de estas actividades se encuentra la extracción de minerales, labor que a lo largo de la historia ha dado origen a grandes avances tecnológicos y en consecuencia al desarrollo de la humanidad, evolucionando el trabajo desde el simple uso de un martillo y un cincel hasta la actualidad en la que se usan grandes máquinas y alta tecnología para su extracción.

La actividad minera se caracteriza por presentar severas condiciones de riesgo en el ambiente laboral donde uno de los principales factores de riesgo a la salud es la contaminación acústica. La constante exposición al ruido excesivo en los ambientes de trabajo más allá de los niveles y condiciones aceptados por la normatividad vigente, ya sea por el golpe de un martillo contra un cincel o por el funcionamiento de grandes máquinas como son los motores, las taladradoras, maquinaria pesada, entre otros, podrían de manera imperceptible y/o progresiva causar riesgos a la salud o enfermedades ocupacionales como la hipoacusia o déficit auditivo en los trabajadores.

Por ello, con el transcurrir de los años la higiene ocupacional, como disciplina que anticipa, reconoce, evalúa y controla los riesgos para la salud en el ambiente laboral, ha orientado su preocupación a la prevención frente a los diferentes riesgos o factores ambientales que podrían causar daño a la salud de los trabajadores, y en especial a las condiciones asociadas a la exposición al ruido ocupacional y a la aplicación de Equipos de Protección Personal Auditiva (EPPA) para reducir a valores aceptables los niveles de ruido en la jornada laboral diaria.

Los nuevos estándares que promueve la medicina ocupacional para cuidar la salud del trabajador y las condiciones ambientales respecto a la exposición al ruido en la actividad minera, motivan el estudio que pretende explorar mediante el análisis documental las historias clínicas disponibles del Centro Médico Monte Carmelo respecto a las condiciones de exposición ocupacional por ruido en el ambiente de trabajo de los trabajadores de mina evaluados en los meses de enero a octubre del 2013 y poder establecer las posibles relaciones con la salud auditiva de los mismos

asistidos por métodos y técnicas propios de la investigación científica, los que a su vez dan la estructura al trabajo empeñado.

Es propio mencionar que para el presente estudio se cuenta con la autorización de la Dirección del Centro Médico Monte Carmelo y de las empresas mineras de donde proceden los trabajadores, para el análisis documentario de las historias clínicas.

## II. PLANTEAMIENTO TEÓRICO

### 1. Problema de investigación

#### a) Enunciado del problema

¿Cuál es la relación entre las condiciones de exposición ocupacional por ruido y el daño a la salud auditiva de los trabajadores de mina de la Región Arequipa evaluados en el Centro Médico Monte Carmelo el año 2013?

#### b) Descripción del problema

##### i. Área del conocimiento

- General: Ciencias de la salud
- Específica: Medicina humana
- Especialidad: Medicina Ocupacional
- Línea: Daño a la salud auditiva.

##### ii. Análisis u Operacionalización de variables e indicadores

Se definen las variables en función de factores estrictamente medibles denominados indicadores, que permitirán la medición de manera empírica y cuantitativa, de acuerdo a valores y escalas (Ver Tabla 1).

Tabla 1.  
*Operacionalización de variables*

Variables	Indicadores	Valor o categoría	Escala	Tipo
VD. Daño a la salud auditiva de los trabajadores mineros evaluados.	Diagnóstico según la clasificación de Klockhoff modificada	Normal		Nominal
		Trauma acústico	Leve Avanzado	
		Hipoacusia inducida por ruido	Leve Moderado Avanzado	
VI. Condiciones de exposición ocupacional por ruido	Tiempo de exposición al ruido por día	Número de horas de exposición al ruido por día	Menos de 1 hora	Nominal
			De 1 a 2 horas De 3 a 4 horas De 5 a 8 horas De 9 a 12 horas	
	Tiempo de exposición al ruido en años	Número de años de exposición al ruido	Menos de 1 año	Nominal
			De 1 a 4 años De 5 a 10 años De 11 a 15 años De 16 a 20 años De 21 a 25 años De 26 a 30 años	
Intensidad de ruido emitido por maquinaria de mina	Fuente de ruido	85 dB y menos Más de 85 dB	Nominal	
Uso de protector auditivo	% de uso de EPPA	De 0 a 25% De 26 a 50% De 51 a 75% De 76 a 100%	Nominal	
Variable demográfica	Edad de los trabajadores mineros	Edad en años (décadas)	De 20 a 29 años De 30 a 39 años De 40 a 49 años De 50 a 59 años	Nominal

**iii. Interrogantes básicas**

- ¿Existe relación entre la edad de los trabajadores de mina y el daño a la salud auditiva?
- ¿Existe relación entre la intensidad sonora emitida por maquinaria de mina en el ambiente de trabajo y el daño a la salud auditiva de los trabajadores de mina?
- ¿Existe relación entre el tiempo de exposición al ruido en horas/día y el daño a la salud auditiva de los trabajadores de mina?
- ¿Existe relación entre el tiempo de exposición al ruido en años y el daño a la salud auditiva de los trabajadores de mina?
- ¿Existe relación entre el porcentaje de uso de Equipo de Protección Personal Auditiva (EPPA) y la prevención del daño a la salud auditiva de los trabajadores de mina?

**iv. Método y Tipo de investigación**

Se entiende el método científico como el “conjunto de postulados, reglas y normas para el estudio y la solución de los problemas de investigación, institucionalizados por la denominada comunidad científica reconocida”(1).

Tipo del estudio a realizar:

- Retrospectivo por cuanto analiza la información registrada en las historias clínicas de los trabajadores de mina evaluados en el Centro Médico Monte Carmelo en el periodo comprendido entre enero y octubre del 2013.
- Transversal pues se procederá a revisar por única vez los datos consignados en las historias clínicas de los trabajadores de mina evaluados.
- Analítico y correlacional, porque se descompone la probable relación entre las condiciones de exposición ocupacional por ruido en el ambiente de trabajo y el daño a la salud auditiva de los trabajadores de mina respecto a la intensidad y tiempo de exposición al ruido por

día, años y el porcentaje de uso de EPPA, aspectos que serán estudiados de forma individual.

**v. Nivel de la investigación**

Se trata de un estudio descriptivo - analítico, ya que se reseñan las características de las condiciones de exposición ocupacional por ruido en el ambiente de trabajo y el daño a la salud auditiva de los trabajadores de minas de la Región Arequipa evaluados en el Centro Médico Monte Carmelo el año 2013, entendido como fenómeno objeto del estudio, seleccionando tres características significativas de los factores de riesgo como son la intensidad del ruido, el tiempo de exposición al ruido y el porcentaje de uso de EPPA.

**c) Justificación del problema**

Originalidad. Se han buscado trabajos de investigación académica que hayan abordado este tema con objetivos similares y/o complementarios en trabajadores mineros en la Región Arequipa, así como en otras zonas mineras del Perú, encontrándose escasos trabajos de investigación que hagan referencia al daño de la salud auditiva en trabajadores de mina. Como antecedente investigativo que cabe mencionar respecto a la hipoacusia, es el trabajo de investigación de Víctor Núñez Morales (2009) para optar el título de médico cirujano en la Universidad Católica Santa María de Arequipa sobre la “Prevalencia de hipoacusia en vendedores de periódicos en el cercado de Arequipa - 2009”. La búsqueda a nivel nacional se ha canalizado a través de enlaces con bibliotecas electrónicas digitalizadas de diferentes centros de estudio, priorizando aquellos que se encuentran en zonas mineras.

Relevancia científica, práctica y social contemporánea. La Medicina Ocupacional es una especialidad que se encuentra en pleno desarrollo en el mundo, situación que no le es ajena al Perú, tanto así que la educación superior y la comunidad científica nacional de la especialidad en medicina humana están en el esfuerzo de dotar a la sociedad de especialistas en medicina ocupacional y del medio ambiente, así como las entidades estatales responsables de la salud de las

personas de lograr nuevos estándares para la prevención de riesgos a la salud en el ambiente laboral, como es el caso de las condiciones de exposición ocupacional por ruido. Conforme a lo reconocido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) el ruido comunitario (Communitynoise) puede afectar directamente generando daños auditivos, que incluyen interferencia en la comunicación, respuestas de enojo, efectos al dormir, en el sistema cardiovascular y psicofisiológico, rendimiento y en el comportamiento social.

Todo esfuerzo académico avalado por el método científico, será contribuyente a la construcción del cuerpo de conocimientos y de experiencias en este novísimo campo de la ciencia. Adicionalmente, se ha de reconocer que la actividad minera, forma parte importante de la actividad económica del Estado para el desarrollo nacional, con los consecuentes beneficios a la sociedad, por lo que la salud de los trabajadores de minas, como seres humanos con derechos fundamentales a respetar y como capital humano real y potencial de la nación a proteger.

Factibilidad. En cuanto el acceso a la información, se dispone de la autorización de los directivos del Centro Médico Monte Carmelo y de las empresas mineras involucradas para poder efectuar el análisis documentario del año 2013, cumpliendo con el compromiso de mantener la reserva del caso circunscrito al ámbito académico. Así mismo, no existen restricciones económicas, de espacio ni de tiempo que pudieran restar factibilidad a su concreción.

Interés personal, contribución académica y concordancia con la política investigativa. Reforzando lo anteriormente expuesto, es de interés personal ampliar las competencias profesionales del investigador en este campo de la medicina ocupacional, por ser parte de la visión de desarrollo profesional a lograr. En este sentido, la contribución académica es a su vez medio y fin, medio como contribuidora al aprendizaje y fin como producto académico a ofrecer a la sociedad.

El estudio está enmarcado dentro de los cánones normativos, valores y objetivos institucionales, expresados en el área del conocimiento que destaca la investigación científica y la calidad educativa de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa.

## 2. Marco conceptual

El ser humano necesita para interrelacionarse con el mundo que lo rodea hacer uso de sus sentidos, siendo por lo tanto, todos muy importantes. El entorno está lleno de estímulos auditivos, visuales, olfativos, gustativos y táctiles, que para su funcionalidad dependen del estado de los órganos que los intermedian y censan.

En el caso de los estímulos auditivos es el oído el que cumple tal función, el que como todo órgano, es susceptible a sufrir alteraciones ya sea por causas exógenas como endógenas, con las consecuentes limitaciones físicas y psicológicas en la persona. En el caso de los factores exógenos, el ruido constituye una de las principales causas de daño especialmente cuando se somete al oído a intensidades, frecuencias y tiempos de exposición superiores a los valores aceptables de acuerdo a los referentes que recomienda la medicina laboral.

Hoy en día se evidencian dos tendencias respecto al ruido en el ambiente laboral, por un lado la existencia de maquinaria altamente ruidosa y por la otra, las cada vez mayores precauciones que impone la medicina ocupacional para el cuidado de la salud de los trabajadores. En este sentido, ambientes laborales severos respecto al ruido, como es el minero, motivan especial atención.

### a) Medicina Ocupacional o del Trabajo

La OMS define Medicina Ocupacional o del Trabajo al “Conjunto de actividades que son realizadas bajo el espectro de las ciencias de la salud, orientadas a la promoción de salud y mejorar la calidad de vida de los trabajadores, así como establecer un diagnóstico precoz, brindar tratamiento, rehabilitar, readaptar a la actividad laboral y atender toda contingencia que se genere producto de accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales, mediante el mantenimiento y mejora de las condiciones de salud.”<sup>(2)</sup>.

### b) Enfermedad ocupacional o profesional

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) define la enfermedad ocupacional o profesional a toda aquella “enfermedad contraída por la exposición a factores de riesgo inherentes a la actividad laboral”<sup>(3)</sup>. Por su parte la OMS y el Ministerio de Salud de Perú (MINSA), presentan las siguientes definiciones:

“Todo estado patológico permanente o temporal que sobrevenga como consecuencia obligada y directa de la clase o tipo de trabajo que desempeña el trabajador o del medio en que se ha visto obligado a trabajar.

Es la enfermedad contraída como consecuencia directa del ejercicio de una determinada ocupación, por la actuación lenta y persistente de un agente de riesgo, inherente al trabajo realizado.

Trastornos en la salud ocasionados por las condiciones de trabajo de riesgo derivado del ambiente laboral y de la organización del trabajo siendo uno de ellos el ruido. Por ello, es relevante prever la presencia de patologías que anteriormente no eran estudiadas o que no se daban con significativa frecuencia”<sup>(2)</sup>.

### c) Anatomía y fisiología auditiva

Según “Moore”<sup>(4)</sup>, el oído está constituido por tres partes, denominadas oído externo, oído medio y oído interno, con la siguiente descripción (Ver Figura 1):

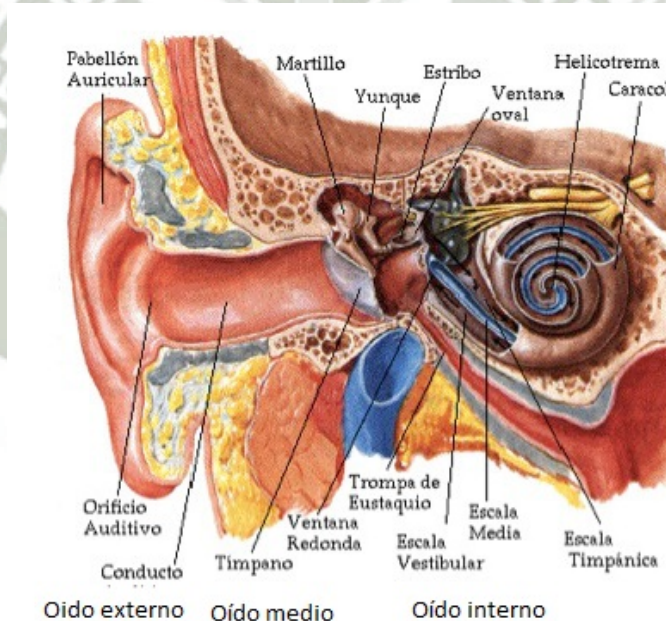


Figura 1. Vía de recepción del sonido  
*Fuente: Netter F. Atlas de Anatomía Humana; 2007.*

- Oído externo, formado por el pabellón auricular y el conducto auditivo externo, que recoge y conduce las ondas sonoras, captadas por el pabellón auricular hasta la membrana timpánica.

- Oído medio, aloja los huesecillos (martillo, yunque y estribo), que se encargan de transmitir las vibraciones que efectúa la membrana timpánica, a la ventana oval y redonda, la cual las transmite a su vez al oído interno.
- Oído interno, en cual se encuentra el órgano del equilibrio, formado por los conductos semicirculares, y el aparato auditivo, formado por la cóclea, donde se hallan las células auditivas ciliadas del órgano de Corti, las cuales generan los impulsos electroquímicos que son transmitidos por el nervio acústico a la corteza auditiva del cerebro donde finalmente es interpretada.

El oído presenta una estructura compleja tanto externa como interna que permite la captación del sonido y la transmisión de este hasta las estructuras ya mencionadas que permiten la audición. (Ver Figura 2).



Figura 2. Oreja derecha y Visión otoscópica de la membrana timpánica derecha.  
Fuente: Netter F. Atlas de Anatomía Humana; 2007

#### d) Condiciones de exposición ocupacional por ruido

Dentro de las actividades industriales que más daño y riesgo de pérdida de la salud auditiva comprenden la industria textil y la minera en la cual más específicamente según el informe emitido por el “Ministerio de Energía y Minas”<sup>(5)</sup> de Perú se tiene identificado, como las más importantes fuentes de ruido, a las compresoras de aire, las chancadoras, vehículos livianos, maquinaria pesada, explosivos, equipos de planta, perforadoras y ventiladores los cuales emiten distinta cantidad de decibeles los cuales se especifican. (Ver Tabla 2).

Tabla 2.

*Fuentes importantes de ruido en la industria de la minería*

*Fuente: Falch E. Guía ambiental: Manejo de problemas de ruido en la industria minera. 1997*

Fuente de ruido	Principales fuentes de Contribución de Ruido	Nivel de Potencia del sonido $L_{wa}$ , (dB)		Remedios principales para la reducción de ruido
		Regular	Aquietado	
Compresores de aire	Escape de aire comprimido. Impactos del pistón interno o del tornillo	100-120	100-110	Encerramientos para la absorción del sonido. (Estándares en modelos nuevos)
Calderas	Ventilador y ductos. Radiación del quemador frontal	100-110	85-95	Encerramiento
Secadores Centrifugos	Flujo de material interno. Ruido de motor y engranajes	100-110	95-100	Sellos acústicos para la carcasa de centrifuga. Aislamiento o amortiguación exterior.
Faja Transportadora	Limpiadores e impactos de las partes mecánicas y material roto. Ruido del motor y engranajes.	100-105	95-100	Cubrir alimentadores. Forros de impacto en los chutes. Control de ruidos en motores y engranajes
Chancadoras	Impacto y flujo de materiales. Ruido de motor y engranaje	110-120	85-105	Encerramiento de la Chancadora. Forros de impacto en el chute de alimentación.
Tractor de oruga, cargador frontal, Excavadores, Camiones	Motor, admisión y escape de aire. (El impacto del ruido puede incrementar los niveles de ruido en 5-10 dB)	110-120	100-115	Encerramiento del motor. Silenciadores de admisión y escape.

Ventiladores y Sopladores	Pulsación del aire. Motores	105-120	90-110	Los sopladores centrifugos son mejores que los axiales. Silenciadores de admisión y escape. Control del ruido en el motor.
Hornos	Turbulencia del aire en el proceso. Ruido de origen aéreo emitido de las paredes del horno.	110-120	90-100	Encerramiento
Molinos	Flujo interno del material Impacto del material.	100-110	85-105	Encerramiento parcial del «lado de caída» del cilindro. Forro de jefe.
Equipo de perforación hidráulica	Ruido del Compresor. Sonido de la perforación	-	120	
Equipo de perforación neumática	Escape de aire comprimido. Sonido de la perforación	130	125	Cámara de expansión en el escape.
Bombas	Radiación del trabajo en las tuberías.	90-100	80-90	Forro aislador en la Tubería
Zarandas vibratorias	Impactos de material. Flujo de material sobre el cedazo. Motores	100-110	90-105	Encerramiento de la zaranda. Bastidor elástico con amortiguadores no metálicos.

La intensidad del ruido está definida como “el umbral de la nocividad del ruido del ambiente y se sitúa entre 85 y 90 dB”<sup>(6)</sup>. Al respecto, en la legislación nacional peruana mediante la Resolución Ministerial N° 375-2008-TR del Ministerio de Salud se aprobó la “Guía técnica de vigilancia de las condiciones de exposición a ruido en los ambientes de trabajo”, la que establece el “límite máximo permitido de exposición a ruido para una jornada de 8 horas en un ambiente laboral es de 85dB antes de que este produzca daño a la salud auditiva”<sup>(7)</sup>.

Otro determinante que constituye daño a la salud auditiva es el tiempo de exposición al ruido el cual es proporcional al daño que produce y está en relación a la cantidad total de decibelios (dB) que llega al oído.

Conforme a lo expresado por Pavón, la máxima exposición diaria permitida “se refiere bien a la exposición sonora máxima, como a la dosis máxima de ruido en cumplimiento de los requisitos de documento normativo de aplicación”<sup>(8)</sup>.

El Ministerio de Salud sobre las Condiciones Ambientales de Trabajo, establece los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción, referidos a los niveles de exposición diaria y a los niveles pico (Ver Tabla 3).

Tabla 3.

*Tiempo de exposición al ruido industrial.*

*Fuente: MINSA. Guía técnica de vigilancia de las condiciones de exposición a ruido en los ambientes de trabajo. 2008*

Duración (horas)	Nivel de Ruido dB
24	80
16	82
12	83
8	85
4	88
2	91
1	94

También es conveniente señalar que así como es importante el número de horas al día a la que se expone una persona al ruido, también constituye un determinante importante el número de años a la que está expuesta la persona al ruido, ya que la posibilidad de sufrir un daño auditivo se incrementa con los años de exposición puesto que “la lesión auditiva inducida por ruido sigue una función exponencial”<sup>(9)</sup>

“En los primeros tres años, salvo exposiciones que sean causa de trauma acústico agudo, las pérdidas de audición no son percibidas por el sujeto. A partir de ahí, y en los próximos cinco a diez años, se pierde de 1 a 5 dB por año en las frecuencias entre los 2.000 a 4.000 Hz. A partir de los 5 a 10 años de trabajo en ambiente expuesto a ruido, la evolución de la pérdida es más lenta. La pérdida es de una media de 0,3 a 1,6 dB por año”<sup>(10)</sup>

Sin embargo como la pérdida auditiva depende directamente de la cantidad de dB a la que está expuesta la persona, la cantidad de años influye de manera relativa como lo menciona el siguiente enunciado. “A partir de cierto nivel de ruido continuo diario

equivalente y durante un número de años de exposición determinado, del total de individuos expuestos a una fuente de ruido la pérdida auditiva la puede padecer un determinado porcentaje, del total de las personas expuestas, variando en función de los años de exposición y el nivel de ruido equivalente”<sup>(10)</sup>(Ver Tabla 4).

Tabla 4.

*Incremento del daño auditivo con el número de años de exposición a ruido.*

*Fuente: Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Hipoacusia Laboral. 2006*

**INCREMENTO DEL DAÑO AUDITIVO CON EL NUMERO DE AÑOS  
DE EXPOSICIÓN A RUIDO QUE SUFRE UN TRABAJADOR.  
ISO 1999:90:**

NIVEL DE RUIDO EQUIVALENTE CONTINUO dB (A)	AÑOS DE EXPOSICIÓN										
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
85	0	1	3	5	6	7	8	9	10	7	
90	0	4	10	14	16	16	18	20	21	15	
95	0	7	17	24	28	29	31	32	29	23	
100	0	12	29	37	42	43	44	44	41	33	
105	0	18	42	53	58	60	62	61	54	41	
110	0	26	55	71	78	78	77	72	62	45	
115	0	36	71	83	87	84	81	75	64	47	

Dentro de los riesgos a los que se someten los trabajadores, diversas investigaciones señalan que hay una mayor probabilidad de que el órgano auditivo se vea afectado en aquellas personas que se encuentran en la edad media de la vida, específicamente que “existe una mayor fragilidad coclear, en especial a partir de los 50 años de edad en aquellas personas expuestas a ruido”<sup>(11)</sup>.

**e) Daño a la salud auditiva**

La OIT establece dos tipos de deterioro auditivo, el de origen laboral y el de origen no laboral. Respecto al deterioro auditivo de origen laboral inducido por ruido que suele considerarse enfermedad laboral, no lesión, porque su progresión es gradual. Es muy raro que se produzca una pérdida auditiva inmediata y permanente por efecto de un incidente ensordecedor, como una explosión, o un proceso muy ruidoso, como el remachado en acero. En tales casos, se entiende que se trata de una lesión y se habla de “traumatismo acústico”<sup>(3)</sup>.

El MINSA establece que los daños sobre la salud auditiva que se ocasionan por la exposición a ruido son:

Hipoacusia es la disminución de la capacidad auditiva no especificada. En el audiograma tonal se considera, niveles escalonados (Ver Tabla 5).

Tabla 5.

*Niveles de disminución auditiva.*

*Fuente: MINSA 2008.*

dB	Nivel de disminución
0 <25 dB	Audición normal
26 a 40 dB	Hipoacusia leve
41 a 55 dB	Hipoacusia moderada
56-70 dB	Hipoacusia moderada a severa
71-90 dB	Hipoacusia severa
>90 dB	Hipoacusia profunda

Para la población adulta y en particular en la expuesta a ruido la clasificación empleada define la pérdida desde 25dB. Desde el punto de vista preventivo, debe plantearse en los programas de conservación auditiva mantener la audición dentro de los límites de normalidad menor a 20 dB.

Tipos de hipoacusia que describe la *Guía de práctica clínica para evaluación médica a trabajadores de actividades con exposición a ruido* del MINSA:

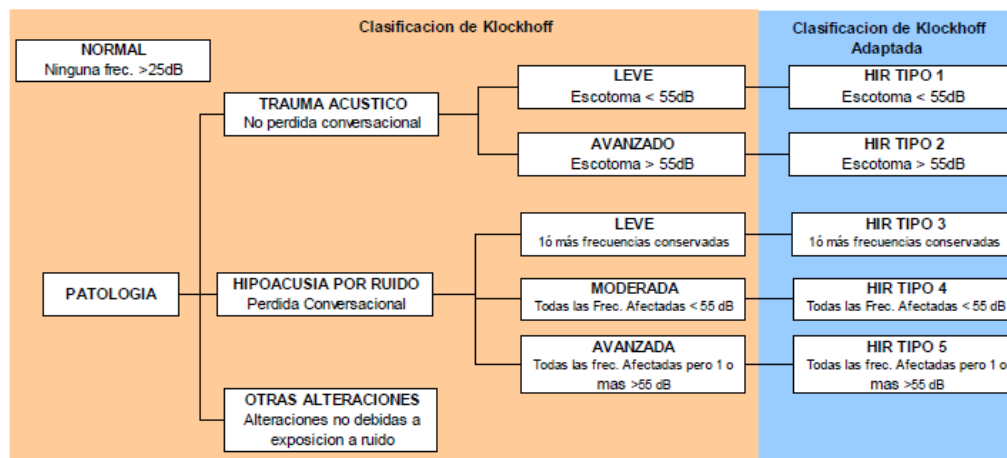
- “Hipoacusia conductiva. Disminución de la capacidad auditiva por alteración a nivel del oído externo o del oído medio que impide la normal conducción del sonido al oído interno”<sup>(12)</sup>.
- “Hipoacusia neurosensorial. Disminución de la capacidad auditiva por alteración a nivel del oído interno (cóclea y/o octavo par craneal). Las alteraciones más frecuentes se relacionan con las modificaciones en la sensibilidad coclear”<sup>(12)</sup>.
- “Hipoacusia mixta. Disminución de la capacidad auditiva por una coexistencia de alteraciones de tipo conductivo y neurosensorial en el mismo oído”<sup>(12)</sup>.
- “Hipoacusia neurosensorial inducida por ruido ocupacional (HIR). Es producida por la exposición aguda o prolongada a niveles peligrosos de ruido en el trabajo. Su compromiso es sensorial por lesión de las células ciliadas externas, también se

han encontrado alteraciones en mucha menor proporción a nivel de las células ciliadas internas y en las fibras del nervio auditivo”<sup>(12)</sup>.

- “Trauma acústico. Es la disminución de la capacidad auditiva producida por la exposición a un ruido único o de impacto de alta intensidad (mayor a 120 dB). Puede causar un daño temporal o permanente, parcial o total”<sup>(12)</sup>.
- “Cambio del Umbral Auditivo Temporal (CUAT). Es el descenso encontrado en los umbrales auditivos, relacionado con la exposición reciente a ruido, que desaparece en las horas o días siguientes a la exposición, para retornar a los umbrales de base”<sup>(12)</sup>.
- “Cambio del Umbral Auditivo Permanente (CUAP). Es el descenso encontrado en los umbrales auditivos, relacionado con la exposición a ruido, que se mantiene en el tiempo sin retornar a los umbrales de base. Puede ser total o parcial”<sup>(12)</sup>.
- “Cambio de Umbral Estándar (STS -Standard ThesholdShift). Es la pérdida de la capacidad auditiva mayor a 10 dB en el promedio de las frecuencias 2000, 3000 y 4000 Hz cuando se compara el audiograma actual con el de línea de base o revisado. Permite seguimiento de la efectividad de las medidas de control implementadas por el empleador”<sup>(12)</sup>.

**f) Escala de Klockhoff**

Del producto de la exposición al ruido en el ambiente laboral del trabajador y con la ayuda de la Audiometría Tonal Liminal se obtienen tres diagnósticos especificados en la escala de Klockhoff modificada, la cuál es la indicada a usarse según el Ministerio de salud para la evaluación médica a trabajadores de actividades con exposición a ruido.(Ver Figura 3).



*Figura 3. Clasificación de la Hipoacusia Inducida a ruido para diagnóstico Klockhoff. Fuente: MINSA. Guía de práctica clínica para evaluación médica a trabajadores de actividades con exposición a ruido; 2008.*

“La escala Klockhoff tiene en cuenta una audiometría tonal, es decir que se determina el umbral auditivo en toda la gama de frecuencias: el problema de ésta calificación radica en el diagnóstico; puesto que se limita a referir la ausencia o presencia de patología por ruido, con o sin compromiso de las frecuencias conversacionales, sin determinar el grado de pérdida auditiva”<sup>(13)</sup>

Respecto a la audiometría se sostiene que “es la mejor prueba de función auditiva en un adulto lucido o en un niño cooperador”<sup>(14)</sup>. Por lo tanto todo daño a la salud auditiva según Ordoñez<sup>(14)</sup>, puede ser medido mediante el uso de un equipo que consiste en una cámara insonorizada y un audiómetro el cual es un equipo electrónico que emite sonidos a distintas frecuencias en intensidades y los resultados de la aplicación de este examen son anotados en un audiograma para su interpretación (Ver Figura 4.)

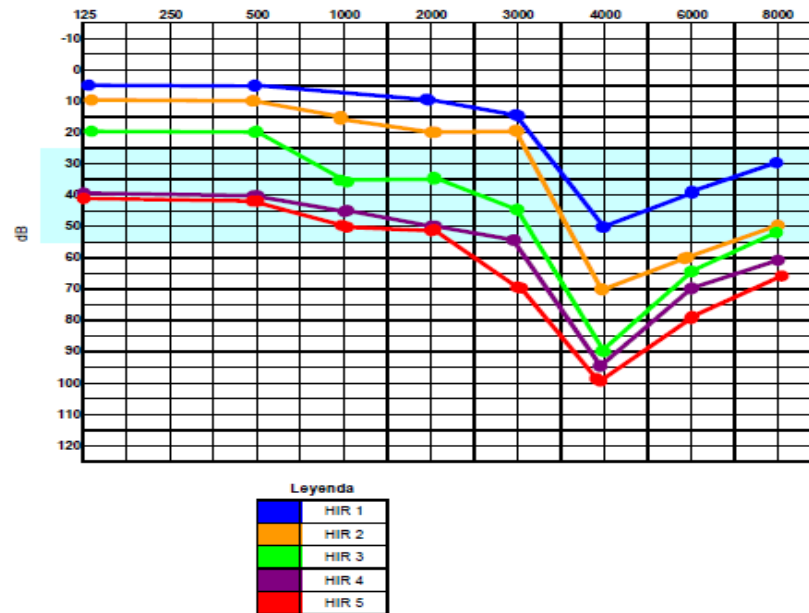


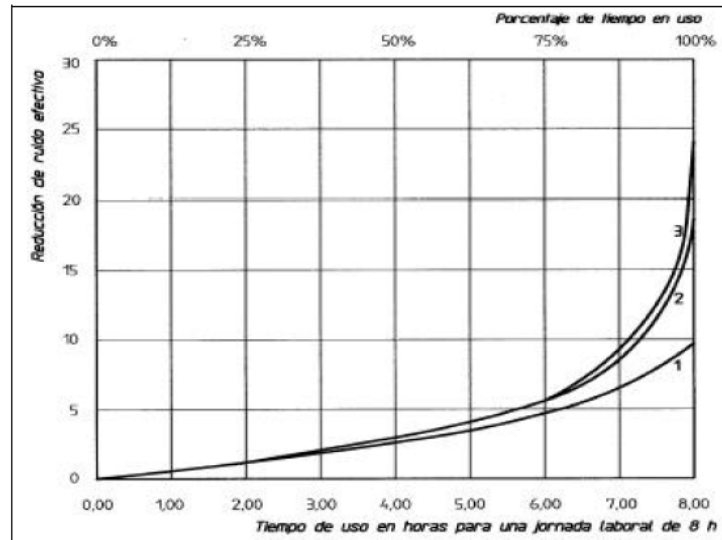
Figura 4. Audiometrías en base a Clasificación elaborada por Klockhoff modificada.  
Fuente: MINSA. Guía de práctica clínica para evaluación médica a trabajadores de actividades con exposición a ruido; 2008.

En base a la audiometría y aplicando la clasificación de Klockhoff es que se establecen los diagnósticos en pacientes expuestos a ruido laboral.

**g) Protección auditiva**

Según la legislación nacional e internacional todas las empresas están obligadas a proporcionar equipos de protección auditiva (EPPA) los cuales se clasifican en orejeras y tapones, los cuales están disponibles en el mercado en diversas formas que se adaptan a la necesidad y actividad del trabajador. A su vez según el Ministerio de Salud de Chile<sup>(15)</sup>, los protectores auditivos se clasifican según el nivel de presión sonora (dB), los cuales tienen distintas curvas de atenuación sonora.

“El rendimiento y grado de protección que ofrecen estos equipos depende directamente del tiempo de uso”<sup>(15)</sup>. Para lograr una máxima protección estos se deben usar durante toda la exposición del trabajador al ruido. Si el trabajador deja de usar la protección por el mínimo tiempo de media hora, la protección efectiva obtenida se reduce significativamente (Ver Figura 5).



1. Protector auditivo que otorga una reducción de ruido de 10 dB.
2. Protector auditivo que otorga una reducción de ruido de 20 dB.
3. Protector auditivo que otorga una reducción de ruido de 30 dB.

*Figura 5.* Relación entre el tiempo de uso de protector auditivo y la reducción de ruido efectiva.

*Fuente:* Ministerio de Salud de Chile – Instituto de Salud Pública. *Guía para la selección y control de protectores auditivos; 2010.*

Estos equipos son especiales para cada tipo de labor que desarrolla el trabajador, basados siempre en la presión sonora medida en el ambiente de trabajo.

Un inconveniente que se ha encontrado respecto al uso de estos protectores es que alteran la capacidad de percepción y localización del estímulo sonoro, tal sea el caso de alarmas en el centro de trabajo que podrían exponer al trabajador a un potencial peligro al no poder percatarse de estas, en especial si el trabajador ya presenta un nivel considerable de daño auditivo.

#### h) Glosario

- “Sonido: Sensación producida en el órgano del oído por el movimiento vibratorio de los cuerpos.//(Física) Efecto de la propagación de las ondas producidas por cambios de densidad y presión en los medios materiales, y en especial el que es audible”<sup>(16)</sup>.
- “Ruido: Sonido desagradable o no deseado”<sup>(12)</sup>.

- “Ruido ocupacional. Sonido en un centro de trabajo, generado por la operación de equipos, maquinarias y/o actividad del personal, cuyo elevado nivel y tipo, puede constituir un factor de riesgo para la salud de los trabajadores”<sup>(7)</sup>.
- “Intensidad: Grado de energía de la onda sonora. Su definición física exacta es: valor promedio en el tiempo del producto de la presión (fuerza aplicada a la unidad de superficie) con la velocidad lineal de vibración (velocidad de desplazamiento de las partículas dada por la presión sonora); se mide en ergios por segundo a través de un centímetro cuadrado normal a la dirección de propagación, también en W/m<sup>2</sup>, o incluso en pascales (Pa)”<sup>(16)</sup>.
- “Frecuencia: Número de vibraciones que tienen lugar en un segundo; Los sonidos audibles tienen una frecuencia comprendida entre 16 y 20.000 hertzios (Hz)”<sup>(16)</sup>.
- “Salud auditiva. Presentar niveles de audición de acuerdo a la edad, sin haber estado, ni estar expuesto a ruido”<sup>(7)</sup>.
- “Sonómetro. Instrumento electrónico que determina la magnitud de la presión sonora, generado por una fuente”<sup>(7)</sup>.
- “Trabajo. Actividad profesional global que desempeña un trabajador, consistente en todas las tareas realizadas por el trabajador durante una jornada laboral completa o un turno de trabajo completo”<sup>(7)</sup>.

### 3. Análisis de antecedentes investigativos:

#### a) Ámbito local

Núñez en su investigación titulada “*Prevalencia de hipoacusia en vendedores de periódicos en el mercado de Arequipa - 2009*”, concluye:

- “Las edades predominantes en el estudio se encuentran en el rango de 29 a 50 años constituyendo un 70,96% del total, con un predominio del sexo femenino en un 77,42% del total, demostrando el 100% de entrevistados no conocer sobre el riesgo de hipoacusia por trauma acústico, así como algún tipo de medida de protección frente a esta”<sup>(17)</sup>.
- “Se concluye que el mayor porcentaje de vendedores (45,16%) estuvieron expuestos al ruido urbano por más de 20 años”<sup>(17)</sup>.
- “Las alteraciones más frecuentes en la agudeza auditiva, corresponden a hipoacusia por trauma acústico de grado I en un 41,94% del total de

vendedores. Siendo la prevalencia de hipoacusia por trauma acústico del total de vendedores de periódicos del Cercado de Arequipa de 58,06%”<sup>(17)</sup>.

#### b) **Ámbito internacional**

- Pavón en su tesis doctoral titulada “*Ambientes laborales de ruido en el sector minero de la comunidad de Madrid: Clasificación, predicción y soluciones*”, concluye:
  - “En todas graveras, canteras de granito y en la planta de procesado de arcillas especiales, en la totalidad de los puestos de trabajo se supera el valor de 80 dB”<sup>(8)</sup>.
  - “Las canteras de granito son el tipo de explotación que presenta los niveles más elevados, donde el 50% de los puestos de trabajo se encuentran expuestos a niveles diarios superiores a los 90 dB y un 35,4% de los mismos supera los 100dB”<sup>(8)</sup>.
  - “Se ha encontrado una elevada tasa de no uso de protección auditiva, donde en un 54% de los casos (66 puestos de trabajo) no se utiliza protección auditiva alguna. En 39 de los 66 casos en los que no se utiliza protección auditiva se superan un nivel diario de 85dB (59%)”<sup>(8)</sup>
- Urbina en su publicación en la Revista Médica de Costa Rica y Centro América titulada “*Hipoacusia de origen laboral*”, concluye:
  - “La sordera producto de la exposición a ruido ambiental especialmente en fábricas constituye hoy en día un problema serio para los médicos de empresa, de medicina del trabajo y los otorrinolaringólogos”<sup>(18)</sup>.
  - “La hipoacusia de origen laboral según el patrón audiométrico realizado en la audiometría de tamizaje, corresponde a un porcentaje relativamente bajo de la población laboral que está expuesta en forma constante a emisiones sonoras”<sup>(18)</sup>.
  - “El uso de tapones reduce el ruido en 25 decibeles y las orejeras a 30dB”<sup>(18)</sup>.
  - “El uso combinado de tapones y orejeras puede reducir hasta 55 dB el ruido”<sup>(18)</sup>

- McBride D.<sup>(19)</sup> en su estudio, concluye:
- La pérdida auditiva por exposición a ruido en la industria minera todavía es prevalente.
  - Gran parte del riesgo está dado por el uso de maquinaria pesada en el subsuelo.
  - El uso de protección auditiva está ampliamente difundido así como los controles audiométricos los cuales son de elección.

#### 4. Objetivos

##### a) Objetivo General

Establecer la relación entre las condiciones de exposición ocupacional por ruido y el daño a la salud auditiva de los trabajadores de mina evaluados en el Centro Médico Monte Carmelo entre los meses de enero a octubre del año 2013.

##### b) Objetivos Específicos

- Establecer la relación entre la edad y el daño a la salud auditiva en los trabajadores de mina
- Establecer la relación entre la intensidad sonora emitida por máquinas de mina en el ambiente de trabajo y el daño a la salud auditiva en los trabajadores de mina.
- Establecer la relación entre el tiempo de exposición al ruido en horas/día y el daño a la salud auditiva en los trabajadores de mina.
- Establecer la relación entre el tiempo de exposición al ruido en años y el daño a la salud auditiva en los trabajadores de mina.
- Establecer la relación entre el porcentaje de uso de EPPA y la prevención de daño a la salud auditiva en los trabajadores de mina.

#### 5. Hipótesis

Dado que la contaminación ambiental por ruido afecta la salud auditiva de las personas; se plantea que en los trabajadores de mina, factores como: el tiempo de exposición al ruido en horas/día o en años, la intensidad sonora en el ambiente de

trabajo, el tiempo de uso de EPPA y la edad; sean probablemente los que influyen negativamente en la salud auditiva de este tipo de trabajadores.

### III. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

#### 1. Técnicas, instrumentos y materiales de verificación:

- a) **Técnicas:** En la presente investigación se aplicará la técnica de revisión documentaria de historias clínicas de la Unidad de Salud Ocupacional de la Clínica Monte Carmelo de Arequipa.
- b) **Instrumentos:** El instrumento a utilizar consistirá en una ficha de recolección de datos. El instrumento será único para recolectar información referida a las variables y sus indicadores. El diseño de la ficha es el del Anexo 1.
- c) **Materiales:** Computadora personal con software estadístico para procesar datos.

#### 2. Campo de verificación:

##### a) Ubicación espacial:

El presente estudio se realizó en la ciudad de Arequipa, distrito de Arequipa.

##### b) Ubicación temporal:

Comprende los exámenes ocupacionales de los trabajadores mineros realizados por el Centro Médico Monte Carmelo entre los meses de enero a octubre del año 2013.

##### c) Unidades de estudio:

- Universo: Historias clínicas de trabajadores de mina examinados en el Centro Médico Monte Carmelo de Arequipa entre los meses de enero a octubre del año 2013, que comprende un total de 3564 historias.
- Población: Historias clínicas de trabajadores de mina examinados en el Centro Médico Monte Carmelo de Arequipa entre los meses de enero a octubre del año 2013, expuestos a fuentes generadoras de ruido, que comprende un total de 2927 historias.
- Muestra: La muestra se seleccionará aleatoriamente de la base de datos de las historias clínicas. La fórmula que se utilizará para la determinación de la muestra es probabilística y se usará el siguiente tamaño de muestra:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{(N-1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

n = Muestra (227 historias clínicas)

Z = Valor de la tabla (1.96)

p = proporción piloto

q = (1-p)

E = error de estimación muestral

N = Población (2927 historias clínicas)

El universo, población y muestra de la unidad de estudio está detallado según la fuente de ruido (Ver Tabla 6).

Tabla 6.

*Universo, población y muestra. Fuente: Elaboración propia*

	<b>Fuentes de ruido</b>	<b>Número</b>	<b>Muestra</b>
1	Compresora de aire	41	3
2	Chancadora / Martillo / Molino	79	6
3	Choferes vehículos livianos	133	10
4	Demolición (explosivos)	15	2
5	Equipos de planta / Mantenimiento motores en taller / Equipos eléctricos y generadores	597	46
6	Máquinas pesadas (tractor de oruga, cargador frontal, excavador, camión, mezcladoras)	1015	79
7	Perforadoras (equipos de perforación hidráulica y neumática)	929	72
8	Ventiladores	118	9
	Subtotal (población)	2927	227
	Administrativos y otros no expuestos a ruido	637	
	Total (universo)	3564	

**d) Criterios de inclusión:**

Historias clínicas de trabajadores de mina que operan con equipos generadores de ruido, por cuanto son los que están más expuestos a las severas condiciones laborales en cuanto al ruido. El reducido número de historias de trabajadores que trabajan en demoliciones promovería que no se incluyan en la muestra, pero por su significancia se han incluido 2 historias que representan el 13.33% de las mismas y por ello reducido a dos segmentos menos significativos como es el caso de las historias de trabajadores de planta.

**e) Criterios de exclusión:**

- Historias clínicas de trabajadores de mina de sexo femenino por cuanto representan el 2 % del universo, lo que hace que el porcentaje sea poco significativo para el estudio.
- Historias clínicas de trabajadores de mina con antecedentes de patología y sintomatología auditiva, para evitar alteración de los resultados que puedan obtenerse del estudio de la exposición al ruido.

**3. Estrategia de recolección de datos****a) Organización**

- Se coordinó con el Gerente General de la Clínica Monte Carmelo y de las empresas mineras, solicitando su autorización para el uso de las historias clínicas de los trabajadores de mina examinados en la unidad de Salud Ocupacional.
- Se coordinó con el Jefe del Sistema de Informática para que proporcione las historias clínicas digitalizadas.
- Construcción de un instrumento apropiado para la recolección de datos.
- Mediante la aplicación del instrumento diseñado para la recolección de los datos se obtendrá la información necesaria cuidando la confiabilidad, validez y objetividad.
- Una vez seleccionada la información se procederá al análisis de los datos cuantitativos con apoyo de técnicas estadísticas e inferirá los resultados de probanza de las hipótesis.

- Se desarrollará el reporte de resultados del proceso cuantitativo para informar los resultados del estudio.

**b) Recursos:**

Se estiman los recursos e inversión para la realización del estudio (Ver Tabla 7).

Tabla 7.

*Recursos a utilizar durante la investigación- autofinanciados.*

	Rubro	Actividad	Monto
1	Personal	Preparación de historias clínicas	S/.200.00
		Asesor de tesis	S/.500.00
2	Materiales e insumos consumibles	Material de escritorio	S/. 150.00
3	Impresión	Impresión y empastado de informe	S/. 125.00
4	Software (paquete estadístico) y Hardware (PC)	Procesamiento estadístico de datos	S/.200.00
		Total	S/. 1175.00

**c) Validación de los instrumentos:**

No se requirió de validación por tratarse de una ficha para recolectar los datos previstos, los que se encuentran registrados en las historias clínicas de los trabajadores mineros que en su parte referida al examen ocupacional denominado Audiometría Tonal Liminal sigue el modelo de Klockhoff modificado.

**d) Criterios o estrategias para el manejo de resultados:**

De cada ficha se pasó los datos a una sábana y de ésta a una base de datos que en este caso fue Excel 2007.

Para el análisis de variables descriptivas y de inferencias no expuestas se utilizó el paquete estadístico SPSS 5.0

#### IV. CRONOGRAMA DE TRABAJO

Se ha previsto desarrollar la tesis de acuerdo al proyecto de investigación siguiendo un cronograma de actividades (Ver Tabla 8).

Tabla 8.

*Cronograma de actividades (Duración en meses a partir de junio 2013)*

Actividad		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Solicitud de autorización de la Gerencia General del Centro Médico Monte Carmelo y de las Empresas mineras	■									
2	Presentación del proyecto al asesor		■	■	■	■	■	■			
3	Presentación del proyecto al Jurado Dictaminador del Proyecto de Tesis							■	■		
4	Desarrollo del marco teórico		■	■	■	■	■	■	■	■	■
5	Recolección de información (Historias clínicas)						■	■	■		
6	Procesamiento de datos								■	■	
7	Análisis de resultados									■	■
8	Informe final y sustentación									■	■

## V. BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. Bernal C. Metodología de la investigación. Tercera edición ed. Colombia: Pearson Educación; 2010.
2. Organización Mundial de la Salud. Manual de Salud Ocupacional. [Online].; 2005 [cited 2013 Septiembre 10. Available from: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/manual\\_deso.PDF](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/manual_deso.PDF).
3. Organización Internacional del trabajo. Salud y seguridad en el trabajo. [Online].; 2013 [cited 2013 Octubre 17. Available from: [http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/documents/publication/wcms\\_180285.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/documents/publication/wcms_180285.pdf).
4. Moore KL, Dalley AF. Anatomía con orientación clínica. Cuarta edición ed. Navascúes I, editor. Madrid: Panamericana; 2002.
5. Falch E. Guía ambiental: Manejo de problemas de ruido en la industria minera. [Online].; 1997 [cited 2013 Diciembre 14. Available from: <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/ruidominera.pdf>.
6. Uña M, García de Ibarreta E, Betegón A. Ruido. [Online].; 2000 [cited 2013 Octubre 17. Available from: <http://www.zerbitzu-orokorrak.ehu.es/p258-shprevct/eu/.RUIDO.pdf>.
7. Ministerio de Salud. Resolución Ministerial Nº375-2008.TR - Guía técnica de vigilancia de las condiciones de exposición a ruido en los ambientes de trabajo. [Online].; 2008 [cited 2013 Octubre 16. Available from: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma\\_consulta/Guia\\_Tecnica\\_vigilancia\\_del\\_ambiente\\_de\\_trabajo\\_ruido.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Guia_Tecnica_vigilancia_del_ambiente_de_trabajo_ruido.pdf).
8. Pavón I. Ambientes laborales de ruido en el sector minero de la comunidad de Madrid: Clasificación, predicción y soluciones. [Online].; 2007 [cited 2013 Julio 20. Available from: [http://oa.upm.es/419/1/IGNACIO\\_PAVON\\_GARCIA.pdf](http://oa.upm.es/419/1/IGNACIO_PAVON_GARCIA.pdf).
9. Enriquez L. Factores más frecuentes que determinan la pérdida auditiva en los trabajadores expuestos a ruido en la empresa PAPERHARD SA. con la finalidad de crear un programa de conservación auditiva. [Online].; 2011 [cited 2014 Enero 7. Available from: <http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/657/1/TESIS%20HIPOACUSIA.pdf>.
- 10 Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Hipoacusia Laboral. [Online].; 2006 [cited . 2014 Enero 7. Available from: <http://higieneysseguridadlaboralcv.files.wordpress.com/2012/04/02-manual-hipoacusia->

[laboral.pdf](#).

- 11 Gabinete Confederal de Seguridad y Salud Laboral. Ruido en el centro de trabajo. [Online].; 2005 . [cited 2013 Octubre 17. Available from: <http://www.usoasturias.com/prevencion/RUIDO%20EN%20EL%20AMBITO%20LABORAL.pdf>.
- 12 Ministerio de Salud. Guía de práctica clínica para evaluación médica a trabajadores de actividades con exposición a ruido. [Online].; 2008 [cited 2013 Octubre 17. Available from: [http://www.usmp.edu.pe/recursos humanos/pdf/4\)%20GEMO-003%20GUIA%20DE%20EVALUACION%20](http://www.usmp.edu.pe/recursos humanos/pdf/4)%20GEMO-003%20GUIA%20DE%20EVALUACION%20).
- 13 Palacios A, Muñoz A, Macias A, Lopez A, Ossa S. Revista Facultad de Ciencias de la Salud . Universidad del Cauca. [Online].; 2010 [cited 2013 Enero 10. Available from: <http://facultadsalud.unicauca.edu.co/Revista%5CPDF%5C2010%5C120206201009.pdf>.
- 14 Ordoñez C. Otorrino Laringología. Sexta edición ed. Lima: REP SAC; 2013.
- 15 Ministerio de Salud. Guía para la selección y control de protectores auditivos. [Online].; 2010 . [cited 2013 Octubre 26. Available from: [http://www.ispch.cl/sites/default/files/documento/2010/01/Guia\\_Seleccion\\_EPA.pdf](http://www.ispch.cl/sites/default/files/documento/2010/01/Guia_Seleccion_EPA.pdf).
- 16 Ministerio de Sanidad y Consumo. Protocolo de vigilancia sanitaria específica para los/as trabajadores/as expuestos a Ruido. [Online].; 2000 [cited 2013 Octubre 17. Available from: [http://www.zerbitzuorokorrak.ehu.es/p258-shprevct/eu/contenidos/informacion/sp\\_legislacion/eu\\_leg\\_upv/adjuntos/RUIDO.pdf](http://www.zerbitzuorokorrak.ehu.es/p258-shprevct/eu/contenidos/informacion/sp_legislacion/eu_leg_upv/adjuntos/RUIDO.pdf).
- 17 Nuñez V. Prevalencia de hipoacusia en vendedores de periódicos en el cercado de Arequipa. [Online].; 2009 [cited 2013 Julio 20. Available from: [http://cybertesis.ucsm.edu.pe/bibl\\_virt/tesis.php?href=at/2009/nunez\\_mv/html/index-frames.html&codtesis=70.1194.M](http://cybertesis.ucsm.edu.pe/bibl_virt/tesis.php?href=at/2009/nunez_mv/html/index-frames.html&codtesis=70.1194.M).
- 18 Urbina R. Hipoacusia de origen laboral. [Online].; 2011 [cited 2013 Diciembre 20. Available from: <http://www.binasss.sa.cr/revistas/rmcc/599/art11.pdf>.
- 19 D. M. Noise induced hearing loss and hearing conservation in mining. [Online].; 2004 [cited 2013 Diciembre 20. Available from: <http://occm.oxfordjournals.org/content/54/5/290.long>.
- 20 Hernández , Fernández , Baptista. Metodología de la investigación. Quinta edición ed. Mexico: McGraw-Hill; 2010.

