



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

ESCUELA PARA EL DESARROLLO AGROINDUSTRIAL

CARRERA EN SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL

Proyecto de Investigación previo a la
obtención del título de Ingeniero en
Seguridad Industrial y Salud
Ocupacional

Título de proyecto de investigación

**“EVALUACIÓN DEL RUIDO EN LOS PUESTOS DE TRABAJO DEL
PERSONAL DEL ÁREA DE MOLINO Y MINERÍA SUBTERRÁNEA DE LA
EMPRESA PROMINE CIA. LTDA, BASADO EN LA NORMA ISO 9612:2009”**

Autores

Shirley Rocio Cañadas Fajardo

Angélica Roxanna Jiménez Zambrano

Director de Proyecto de Investigación

Ing. Cristian Samuel Laverde Albarracín, MSc.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2016

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Shirley Rocio Cañadas Fajardo**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

f. _____

Shirley Rocio Cañadas Fajardo

C.C. # 1205522210

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Angélica Roxanna Jiménez Zambrano**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

f. _____

Angélica Roxanna Jiménez Zambrano

C.C. # 1207198787

CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCION DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO

Quevedo 25 de Agosto del 2016

Sra.

Ing. Marlene Medina Villacís, MSc.

SUBDECANA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA

Presente

De mis consideraciones.-

Mediante la presente cumpla en presentar a usted, el informe de proyecto de investigación cuyo tema es “EVALUACIÓN DEL RUIDO EN LOS PUESTOS DE TRABAJO DEL PERSONAL DEL ÁREA DE MOLINO Y MINERIA SUBTERRÁNEA DE LA EMPRESA PROMINE CIA. LTDA, BASADO EN LA NORMA ISO 9612:2009” presentado por las señoritas: **Shirley Rocio Cañadas Fajardo** y **Angélica Roxanna Jiménez Zambrano**, egresadas de la carrera de Ingeniería en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, que fue revisado y aprobado según resolución del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería que se ha desarrollado de acuerdo al Reglamento General de Graduación de pregrado de la Universidad Técnica estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento del análisis URKUND el cual avala los niveles de originalidad de un 96%, y similitud del 4% de trabajo investigativo.

	
Documento	EVALUACIÓN DEL RUIDO EN LOS PUESTOS DE TRABAJO DEL PERSONAL DEL ÁREA DE MOLINO Y MINERIA SUBTERRÁNEA DE LA EMPRESA PROMINE CIA. LTDA. BASADO EN LA NORMA ISO 96122009-JIMENEZ ROXANNA-CAÑADAS SHIRLEY.docx (D21501442)
Presentado	2016-08-25 13:21 (-05:00)
Presentado por	roxy_1993@hotmail.es
Recibido	sbarzola.uteq@analysis.urkund.com
Mensaje	PROYECTO DE INVESTIGACION-JIMENEZyCAÑADAS-ISISO Mostrar el mensaje completo
4% de esta aprox. 25 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 3 fuentes.	

Valido este documento para que el comité académico de la carrera siga con los trámites pertinentes, de acuerdo a lo que establece el Reglamento de Grado y títulos de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Me despido de usted deseándole éxitos en sus funciones que muy acertadamente dirige.

Atentamente:

Ing.: Sonia Barzola Miranda, MSc.
DIRECTORA DE LA ESCUELA PARA EL DESARROLLO AGROINDUSTRIAL-ISISO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme fortaleza, guiarme y no dejarme vencer ante la adversidad, a mis hijas, mis padres por estar pendiente de ellas mientras yo trabajaba y estudiaba, a mis hermanos y esposo, por estar a mi lado brindándome su apoyo y amor incondicional. Gracias padres por enseñarme que en la vida no hay que dejarse vencer, que si existe un tropiezo hay que volver a levantarse con fuerzas y seguir luchando por lo que quieres y anhelas.

A nuestros docentes en la universidad que fueron nuestra guía, amigos incondicionales que conocí en estos cinco años, quienes me brindaron su amistad y compartimos conocimientos en especial mi compañera con quien vivimos muchas experiencias en la elaboración y estudio de este proyecto.

Shirley Rocio Cañadas Fajardo

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia, a mi PADRE, MADRE, HERMANOS por siempre haberme dado sus fuerzas y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta el bienestar actual.

Son muchas las personas que han formado parte de mi carrera profesional, a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo, otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mi existir, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Angélica Roxanna Jiménez Zambrano

DEDICATORIA

La elaboración del presente Proyecto de Investigación está dedicado con todo mi amor a mis pequeñas hijas Britsney y Brithany por ser mi fuente de motivación para superarme cada día, a mi mamá Ana Fajardo que gracias a su esfuerzo, dedicación y ejemplo de madre aprendí a superarme.

Shirley Rocio Cañadas Fajardo

DEDICATORIA

La concepción de este proyecto está dedicada a mis padres Rodolfo Jiménez y Pilar Zambrano, bases fundamentales en mi vida. Sin ellos, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mis hermanos y familia en general.

Angélica Roxanna Jiménez Zambrano

RESUMEN

El presente estudio se realizó en base a la evaluación del ruido que influye en el ambiente laboral del personal del área de molino e interior mina de la empresa Promine Cía. Ltda., parte de la información se obtuvo mediante entrevista a los mandos medios y gerencia para tomar en consideración su punto de vista referente al proceso de vigilancia de Seguridad y Salud Ocupacional, aquello le brindó mayor énfasis u objetividad al proceso investigativo, pudiendo adquirir mejores referencias al respecto.

La determinación del ruido se lo realizó como trabajo de campo, se analizó varios puestos de trabajo en las áreas de molino e interior mina para verificar las variaciones del nivel de ruido más adheridas a la realidad.

Tomando en consideración que la exposición continua al ruido puede producir efectos y daño auditivo incluso irreparables, se realizó la valoración óptica, evaluación de factor de riesgo físico (ruido) a cada uno de los lugares de trabajo estudiados obteniendo hallazgos que sirvieron para proponer un programa de medidas técnicas o de organización adecuadas para la prevención de enfermedades ocupacionales.

Después de la evaluación, se obtuvo resultados comunes entre las áreas, mostrando un nivel auditivo mayor en las frecuencias más agudas, lo que se relaciona con el perfil de daño auditivo producido por exposición a ruido laboral.

Palabras Claves:

Ruido: Es aquel que causa lesiones irreversibles por elevados niveles de presión sonora, sobre las células ciliadas del órgano de Corti, en el oído interno.

Evaluación: Es la acción de estimar, calcular o señalar el valor de algo. La evaluación es la determinación sistemática del mérito, el valor y el significado de algo o alguien en función de unos criterios respecto a un conjunto de normas.

Daño auditivo: Es aquel que puede terminar en situaciones tales como: fatiga auditiva, hipoacusia, sordera, sordera conversacional, trauma acústico agudo.

Hipoacusia: Es la pérdida total o parcial para distinguir sonidos, la cual puede ser congénita o adquirida, se presenta por la exposición constante a ruidos.

ABSTRACT

This study was conducted based on the assessment of noise influencing the working environment of staff mill area and inside mine Promine company Cia. Ltda., Part of the information was obtained by interviewing middle managers and management to consider their point of view regarding the monitoring process Occupational Safety and Health, that gave him greater emphasis or objectivity to the investigation, can acquire better references to it.

The determination of the noise it made as fieldwork, several jobs were analyzed in the areas inside the mine and mill to verify level variations more attached to reality noise. Considering that continuous exposure to noise can cause effects and hearing damage even irreparable, optical assessment, evaluation of physical hazard (noise) was performed at each of the study sites to obtain findings that served to propose a program technical or organizational measures appropriate for the prevention of occupational diseases.

After evaluation, common results obtained from the areas showing higher hearing level in the higher frequencies, which is related to the profile of hearing damage from exposure to occupational noise.

Keywords:

Noise: It is that which causes irreversible damage by high levels of sound pressure on the hair cells in the organ of Corti in the inner ear.

Evaluation: This is the action to estimate, calculate or report the value of something. Evaluation is the systematic determination of merit, worth and meaning of something or someone on the basis of criteria against a set of standards.

Hearing damage: Is one that may end up in situations such as acute ear fatigue, hearing loss, deafness, conversational deafness, acoustic trauma.

Hearing loss: The total or partial loss to distinguish sounds, which can be congenital or acquired, it is presented by constant exposure to noise.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	iii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iv
APROBACION DEL TRIBUNAL.....	v
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCION DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
AGRADECIMIENTO	viii
DEDICATORIA.....	ix
DEDICATORIA.....	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
TABLA DE CONTENIDO	xiii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xviii
ÍNDICE DE FIGURAS	xviii
ÍNDICE DE ANEXOS	xviii
CÓDIGO DUBLIN	xix
INTRODUCCIÓN.....	xxi
CAPÍTULO I CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Problema de investigación	2
1.1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.1.2. Formulación del Problema	3
1.1.3. Sistematización del problema	3
1.1.4. Delimitación del estudio.	3
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Objetivo General	4
1.2.2. Objetivos Específicos.....	4

1.3.	Justificación	5
CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....		6
2.1.	MARCO CONCEPTUAL	7
2.1.1.	Higiene Industrial.....	7
2.1.2.	Identificación de Riesgos	7
2.1.3.	Evaluaciones de Higiene Industrial.....	8
2.1.4.	Evaluación de la Exposición	9
2.1.5.	Definición de salud	9
2.1.6.	Definición de riesgo	9
2.1.7.	Análisis de riesgos	9
2.1.8.	Ruido	9
2.1.8.1.	Ruido Continuo	10
2.1.8.2.	Ruido Intermitente	10
2.1.8.3.	Ruido de Impulso	10
2.1.8.4.	Medición del ruido	10
2.1.9.	Instrumentos de medida	11
2.1.9.1.	Métodos de medición	12
2.1.9.2.	Procedimientos de medición	12
2.1.9.3.	Evaluación del ruido	12
2.2.	MARCO REFERENCIAL.....	15
2.2.1.	Prevención de riesgos en la industria minera.....	15
2.2.1.1.	Prospección	15
2.2.1.2.	Equipos de protección individual en las minas	16
2.3.	MARCO LEGAL	19
2.3.1.	Constitución de la República del Ecuador	19
2.3.2.	Decisión 584 (Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo).	20
2.3.3.	Resolución 957: Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo	20
2.3.4.	Código de Trabajo.....	20
2.3.5.	Pérdida auditiva	20
2.3.6.	Decreto ejecutivo 2393: Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y Mejoramiento del medio Ambiente de Trabajo.....	21
2.3.7.	Seguridad y salud en el trabajo	21

CAPITULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
3.1. Localización.....	23
3.1.1. Población.....	23
3.2. Tipo de investigación.....	23
3.3. Métodos de investigación	24
3.3.1. Norma UNE-EN ISO 9612:2009 Acústica. Determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de ingeniería. (ISO 9612:2009)....	24
3.3.1.1. Objeto y campo de aplicación	25
3.3.1.2. Equipos de medida.....	25
3.3.1.3. Sonómetro integrador promediador	26
3.3.2. Estrategia de medición.....	27
3.3.2.1. Estrategia de medición basada en la tarea.....	27
3.3.2.2. Medición del $L_{p,A,eqT,m}$ (nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A para la tarea m).	28
3.3.2.3. Contribución de una tarea al nivel de exposición de ruido diario ponderado A ($L_{EX,8h,m}$) se calcula	30
3.3.2.4. Determinación del nivel de exposición al ruido diario	30
3.3.3. Mediciones.....	31
3.3.3.1. Calibración de campo	31
3.3.4. Fuentes de incertidumbre	32
3.3.4.1. Cálculo de la incertidumbre de medición y al balance de incertidumbre	32
3.3.4.2. Desviación típica debido al instrumento.....	32
3.3.4.3. Desviación típica debida a la posición del micrófono	33
3.3.4.4. Coeficiente de sensibilidad asociado a la incertidumbre	33
3.3.4.5. Cálculo de la incertidumbre típica combinada, $u(L_{EX,8h})$	33
3.3.4.6. Cálculo de la incertidumbre expandida, $U(L_{EX,8h})$	33
3.4. Fuentes de recopilación de información	34
3.5. Diseño de la investigación	34
3.6. Instrumentos de la investigación.....	36
3.6.1. Sonómetro integrador – promediador	36
3.6.2. Calibrador acústico	37
3.7. Tratamiento de los datos	37

3.8.	Recursos humanos y materiales	37
CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN		38
CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN		38
4.1.	Resultados	39
4.1.1.	Análisis de los factores de riesgos.	39
4.1.2.	Valoración de presión sonora.....	39
4.1.3.	Propuesta del programa de gestión técnica o de organización.....	65
4.3.	CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE ACTIVIDADES	74
4.4.	Discusión.....	75
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		76
5.1.	Conclusiones	77
5.2.	Recomendaciones	78
CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFÍA.....		79
6.1.	Bibliografía	80
CAPITULO VII ANEXOS		82

ÍNDICE DE TABLA

	Pág.
Tabla N° 1	Incertidumbre típica, u_2 , para los instrumentos utilizados32
Tabla N° 2	Grupos homogéneos de exposición a ruido40
Tabla N° 3	Jornada nominal de los trabajadores.40
Tabla N° 4	Duración de las tareas por puesto de trabajo41
Tabla N° 5	Monitoreo del nivel de ruido en Zaranda 1.....44
Tabla N° 6	Monitoreo del nivel de ruido en Zaranda 2:.....44
Tabla N° 7	Monitoreo del nivel de ruido en Zaranda 3:.....44
Tabla N° 8	Monitoreo del nivel de ruido en Zaranda 4:.....45
Tabla N° 9	Monitoreo del nivel de ruido en Zaranda 5:.....45
Tabla N° 10	Monitoreo del nivel de ruido en Zaranda 6:.....45
Tabla N° 11	Monitoreo del nivel de ruido en Zaranda 7:.....46
Tabla N° 12	Monitoreo del nivel de ruido en Zaranda 8:.....46
Tabla N° 13	Monitoreo del nivel de ruido en Molino 1:.....46
Tabla N° 14	Monitoreo del nivel de ruido en Molino 2:.....47
Tabla N° 15	Monitoreo del nivel de ruido en Molino 3:.....47
Tabla N° 16	Monitoreo del nivel de ruido en Molino 4:.....47
Tabla N° 17	Monitoreo del nivel de ruido en Molino 5:.....48
Tabla N° 18	Monitoreo del nivel de ruido en Molino 6:.....48
Tabla N° 19	Monitoreo del nivel de ruido en Molino 7:.....48
Tabla N° 20	Monitoreo del nivel de ruido en Molino 8:.....49
Tabla N° 21	Monitoreo del nivel de ruido en Barreno 1:.....49
Tabla N° 22	Monitoreo del nivel de ruido en Barreno 2:.....49
Tabla N° 23	Monitoreo del nivel de ruido en Pala Mecánica50
Tabla N° 24	Cálculo de la contribución de la planificación y pausas de trabajo al nivel de exposición al ruido diario.....50
Tabla N° 25	Cálculo de la contribución del proceso productivo al nivel de exposición al ruido diario.....51
Tabla N° 26	Cálculo de la contribución de cada tarea al nivel de exposición al ruido diario52
Tabla N° 27.	Desviación típica debido al instrumento.....54

Tabla N° 28.	Cálculo de la incertidumbre expandida.....	55
Tabla N° 29.	Nivel de riesgo en función de la dosis de ruido	56
Tabla N° 30	Valores límite, para un nivel de criterio Lce 85 dB A y una tasa de intercambio Q de 3 Db	57
Tabla N° 31	Nivel de riesgo en función de la dosis de ruido por puesto de trabajo. ...	57
Tabla N° 32	Actividades a desarrollarse.....	74

ÍNDICE DE GRÁFICO

	Pág.
Gráfico 1	Nivel de riesgo en las áreas evaluadas.....60
Gráfico 2	Nivel de riesgo en las Zarandas61
Gráfico 3	Nivel de riesgo en los Molinos62
Gráfico 4	Nivel de riesgo en los barrenadores.....63
Gráfico 5	Nivel de riesgo en la pala mecánica64

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 1	Ejemplo de tres periodos con situaciones de ruido diferentes y duración real de cada medición.29
Figura N° 2	Instrumento utilizado en los monitoreos.36
Figura N° 3	Sonómetro utilizado en el estudio vista frontal36
Figura N° 4	Partes del calibrador acústico.37

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo1	Partes de un sonómetro83
Anexo 2	Certificado de calibracion del sonometro84
Anexo 3	Calibrador acústico85
Anexo 4.	Certificado de calibrador acústico85
Anexo 5.	Capacitación a los trabajadores de las áreas de Molino y Mina subterránea de la Empresa Promine Cia. Ltda.....86

CÓDIGO DUBLIN

Título:		“Evaluación del ruido en los puestos de trabajo del personal del área de molino y minería subterránea de la empresa Promine Cía. Ltda., basado en la norma ISO 9612:2009”		
Autoras:		Cañadas Shirley, Jiménez Angélica		
Palabras clave:	Ruido	Evaluación	Daño Auditivo	Hipoacusia
Fecha de publicación:				
Editorial:		Quevedo: UTEQ, 2016.		
Resumen:		Resumen .- El presente estudio se realizó en base a la evaluación del ruido que influye en el ambiente laboral del personal del área de molino e interior mina de la empresa Promine Cía. Ltda., parte de la información se obtuvo mediante entrevista a los mandos medios y gerencia para tomar en consideración su punto de vista referente al proceso de vigilancia de Seguridad y Salud Ocupacional, aquello le brindó mayor énfasis u objetividad al proceso investigativo, pudiendo adquirir mejores referencias al respecto. La determinación del ruido se lo realizó como trabajo de campo, se analizó varios puestos de trabajo en las áreas de molino e interior mina para verificar las variaciones del nivel de ruido más adheridas a la realidad. Tomando en consideración que la exposición continua al ruido puede producir efectos y daño auditivo incluso irreparables, se realizó la valoración óptica, evaluación de factor de riesgo físico (ruido) a cada uno de los lugares de trabajo estudiados obteniendo hallazgos que sirvieron para proponer un programa de medidas técnicas o de organización adecuadas para la prevención de enfermedades ocupacionales. Después de la evaluación, se obtuvo resultados comunes entre las áreas, mostrando un nivel auditivo mayor en las frecuencias más agudas, lo que se relaciona con el perfil de daño auditivo producido por exposición a ruido laboral.		

	Abstract .- This study was conducted based on the assessment of noise influencing the working environment of staff mill area and inside mine Promine company Cia. Ltda., Part of the information was obtained by interviewing middle managers and management to consider their point of view regarding the monitoring process Occupational Safety and Health, that gave him greater emphasis or objectivity to the investigation, can acquire better references to it. The determination of the noise it made as fieldwork, several jobs were analyzed in the areas inside the mine and mill to verify level variations more attached to reality noise. Considering that continuous exposure to noise can cause effects and hearing damage even irreparable, optical assessment, evaluation of physical hazard (noise) was performed at each of the study sites to obtain findings that served to propose a program technical or organizational measures appropriate for the prevention of occupational diseases. After evaluation, common results obtained from the areas showing higher hearing level in the higher frequencies, which is related to the profile of hearing damage from exposure to occupational noise.
Descripción:	90 hojas : dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162
URI:	(en blanco hasta cuando se dispongan los repositorios)

INTRODUCCIÓN

La seguridad y salud de los colaboradores es la primordial preocupación de toda organización asegurar las condiciones necesarias de infraestructura, mejorar las condiciones de trabajo para realizar sus labores de una forma más segura y eficiente, reduciendo los factores de riesgo físicos (ruido) y capacitándolos en tema de seguridad y salud ocupacional.

La empresa “Promine Cía. Ltda.” tiene el compromiso y la responsabilidad de garantizar y mantener la salud y seguridad de sus colaboradores, y asegurar el cumplimiento de las leyes, normas y reglamentos establecidos por el Ministerio De Trabajo.

Los factores de riesgos laborales se identifican y evalúan con los riesgos físicos, mecánicos, químicos, biológicos y ergonómicos es decir, con todo aquello que se puede ver.

La seguridad y salud en el trabajo hoy en día es uno de los aspectos de mayor relevancia dentro de las actividades realizadas en las empresas e instituciones. Una extensa lista de leyes, reglamentos, acuerdos han existido en nuestro país desde hace algunos años, y en la actualidad ha tomado fuerza por acciones del gobierno vigente que exige a las empresas e instituciones su cumplimiento.

Los riesgos físicos específicamente el factor ruido, es un factor principal, y posiblemente uno de los más relevantes en materia de seguridad y salud laboral.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.2. Problema de investigación

1.2.1. Planteamiento del problema

La exposición aguda o prolongada al ruido industrial provoca lesiones en el oído, las mismas que dependen de las características o situaciones del ruido generado; y si la intensidad y tiempo de exposición son suficientes podrían conducir a la pérdida de la audición.

En el informe de rendición de cuentas del año 2009 del Seguro General de Riesgos del Trabajo; se registraron 194 avisos de posibles enfermedades ocupacionales, de los cuales 115 fueron presentados en la provincia de Pichincha, de un total de avisos presentados se calificaron 131 a nivel nacional y 102 en la provincia de Pichincha lo que da a entender que los contaminantes ambientales presentes en los sitios de trabajo no se han controlado de una manera eficaz por parte de las empresas, a esto hay que sumar que en el país existe un sub-registro tanto de accidentes de trabajo como de posibles enfermedades de tipo ocupacional.

Diagnóstico

La empresa Promine Cía. Ltda. tiene un profesional encargado de la Seguridad y Salud ocupacional (SSO), con lo que es más factible investigar los niveles de ruido por puesto de trabajo para tener un óptimo bienestar laboral, en el momento no cuenta con registros de dicha evaluación de exposición del nivel de riesgo físico (ruido) que pueden afectar a la salud de sus trabajadores.

Pronóstico

Por exposición de la presión sonora que se presenta en la empresa minera, por los factores de riesgo no controlables es posible adquirir daños auditivos que afecte a la salud del personal de la empresa.

1.2.2. Formulación del Problema

La evaluación del ruido en los puestos de trabajo del personal del área de molino y minería subterránea de la empresa Promine Cía. Ltda., permitirá conocer el estado del entorno laboral y lo que podría ocasionar en lo referente a salud de los trabajadores por la exposición, basado en la norma ISO 9612:2009.

1.2.3. Sistematización del problema

- ¿Cómo se analizan los factores de riesgo físico (ruido) que afecta el entorno laboral del personal de la empresa “Promine Cía. Ltda.”?
- ¿De qué manera se determina la valoración de presión sonora en las áreas de molienda e interior mina de la empresa “Promine Cía. Ltda.”?
- ¿Existe un programa de gestión técnica que reduce el nivel de ruido en las áreas de molienda e interior mina de la empresa “Promine Cía. Ltda.”?

1.2.4. Delimitación del estudio.

a) Objeto de estudio	Evaluación del ruido en la Empresa Promine Cía. Ltda.
b) Campo de acción	Salud Ocupacional
c) Área	Ingeniería en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional
d) Aspecto	Nivel de riesgo de contaminación
e) Sub-aspecto	Calidad de ambiente laboral
f) Delimitación poblacional	Personal expuesto en áreas estudiadas

g) Delimitación espacial	Control del ruido de las diferentes áreas estudiadas
h) Delimitación temporal	60 días (Abril 2016 – Mayo 2016)
i) Unidades de observación	Ministerio de Trabajo – Agencia de Regulación y Control Minero – Instituto Nacional de Investigación Geológico, minero, metalúrgico – La empresa Nacional Minera – Municipalidades en las competencias que les correspondan.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar la contaminación sonora en los puestos de trabajo del personal del área de molino y minería subterránea de la empresa “Promine CIA. LTDA.”, basado en la norma ISO 9612:2009”.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Analizar los factores de riesgo físico (ruido) que afecta el entorno laboral del personal de la empresa “Promine Cía. Ltda.”.
- Determinar la valoración de presión sonora en las áreas de molienda y mina de la empresa “Promine Cía. Ltda.”.
- Proponer un programa de gestión técnica que reduzca el nivel de ruido en las áreas de molienda e interior mina de la empresa “Promine Cía. Ltda.”.

1.4. Justificación

Por la poca importancia que se le da a la prevención de riesgos, se ha convertido en una problemática para la empresa y para los colaboradores de la misma, es necesario hacer conocer las consecuencias que se puede tener en el futuro si continúan en un ambiente contaminado con niveles de ruidos exagerados y sin el debido método de prevención, hay que establecer medidas tendientes al cumplimiento de la normatividad ambiental de ruido, sin olvidar que la Seguridad y Salud Ocupacional es un acto de inversión y no de gastos. La autoridad responsable del medio ambiente de trabajo, dentro de sus funciones y competencias debe asumir y liderar acciones tendientes a garantizar un ambiente sano y una mejor calidad laboral, lo que mejora el recurso humano y previene enfermedades profesionales, reforzando la competitividad y la productividad de los colaboradores de una empresa.

El entorno en el cual se realizan las actividades de la empresa “Promine Cía. Ltda.” se refleja la exposición continua de los colaboradores en las áreas contaminadas acústicamente presentes en sus labores diarias y al no aplicarse medidas para prevenir la exposición de este riesgo, puede afectar de manera significativa a su entorno laboral así como a la salud física y mental.

La presente investigación permitirá otorgar a los colaboradores la ayuda necesaria para mejorar su ambiente de trabajo, identificando y evaluando mediante equipos apropiados los niveles de decibeles a los cuales ellos están expuestos durante su jornada laboral, comprendiendo todos los aspectos del puesto y su entorno de trabajo.

Este estudio está orientado a la obtención de información sobre los diferentes niveles de exposición a ruido y de cómo afecta en la salud de los colaboradores expuestos. Al mismo tiempo se cumpliría con las normativas establecidas por el Ministerio del Trabajo (MT) y el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS).

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

Antecedentes Históricos

El trabajo es un derecho y un deber social, y un derecho económico, fuente de realización personal y base de la economía. El Estado garantizará a las personas trabajadoras el pleno respeto a su dignidad, una vida decorosa, remuneraciones y retribuciones justas y el desempeño de un trabajo saludable y libremente escogido o aceptado. [1].

El ruido es el contaminante ambiental más frecuente en el conjunto de todos los sectores de actividad, La exposición a ruido es la causa de alrededor de un tercio de los 28 millones de casos de sordera en Estados Unidos, y el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) informa que el 14 % de los trabajadores norteamericanos está expuesto a niveles de sonido potencialmente peligrosos, es decir por encima de los 90 decibelios (dB) [2].

2.1. MARCO CONCEPTUAL

2.1.1. Higiene Industrial

La higiene industrial es la ciencia de la anticipación, la identificación, la evaluación y el control de los riesgos que se originan en el lugar de trabajo o en relación con él y que pueden poner en peligro la salud y el bienestar de los trabajadores, teniendo también en cuenta su posible repercusión en las comunidades vecinas y en el medio ambiente en general. Existen diferentes definiciones de la higiene industrial, aunque todas ellas tienen esencialmente el mismo significado y se orientan al mismo objetivo fundamental de proteger y promover la salud y el bienestar de los trabajadores, así como proteger el medio ambiente en general, a través de la adopción de medidas preventivas en el lugar de trabajo. La higiene industrial no ha sido todavía reconocida universalmente como una profesión; sin embargo, en muchos países está creándose un marco legislativo que propiciará su consolidación [3].

2.1.2. Identificación de Riesgos

La identificación de riesgos es una etapa fundamental en la práctica de la higiene industrial, indispensable para una planificación adecuada de la evaluación de riesgos y de las estrategias de control, así como para el establecimiento de prioridades de acción. Un diseño adecuado

de las medidas de control requiere, así mismo, la caracterización física de las fuentes contaminantes y de las vías de propagación de los agentes contaminantes. La identificación de riesgos permite determinar:

- los agentes que pueden estar presentes y en qué circunstancias;
- la naturaleza y la posible magnitud de los efectos nocivos para la salud y el bienestar [3].

La identificación de agentes peligrosos, sus fuentes y las condiciones de exposición requiere un conocimiento exhaustivo y un estudio detenido de los procesos y operaciones de trabajo, las materias primas y las sustancias químicas utilizadas o generadas, los productos finales y los posibles subproductos, así como la eventual formación accidental de sustancias químicas, descomposición de materiales, quema de combustibles o presencia de impurezas. La determinación de la naturaleza y la magnitud potencial de los efectos biológicos que estos agentes pueden causar si se produce una exposición excesiva a ellos exige el acceso a información toxicológica [3].

Los agentes que plantean riesgos para la salud en el medio ambiente de trabajo pueden agruparse en las siguientes categorías: contaminantes atmosféricos; sustancias químicas no suspendidas en el aire; agentes físicos, como el calor y el ruido; agentes biológicos; factores ergonómicos, como unas posturas de trabajo o procedimientos de elevación de pesos inadecuados, y factores de estrés psicosocial [3].

2.1.3. Evaluaciones de Higiene Industrial

Las evaluaciones de higiene industrial se realizan para valorar la exposición de los trabajadores y para obtener información que permita diseñar o establecer la eficiencia de las medidas de control. La evaluación de la exposición de los trabajadores a riesgos profesionales, como contaminantes atmosféricos. Es importante tener en cuenta que la evaluación de riesgos no es un fin en sí misma, sino que debe entenderse como parte de un procedimiento mucho más amplio que comienza en el momento en que se descubre que determinado agente, capaz de producir un daño para la salud, puede estar presente en el medio ambiente de trabajo, y concluye con el control de ese agente para evitar que cause

daños. La evaluación de riesgos facilita la prevención de riesgos, pero en ningún caso la sustituye.

2.1.4. Evaluación de la Exposición

El objetivo de la evaluación de la exposición es determinar la magnitud, frecuencia y duración de la exposición de los trabajadores a un agente. Se han elaborado directrices al respecto tanto en el ámbito nacional como internacional; por ejemplo, la norma UNE – EN ISO 9612 Determinación de la Exposición al Ruido en el Trabajo.

2.1.5. Definición de salud

La salud se define como el estado completo de bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades [4].

2.1.6. Definición de riesgo

Es la posibilidad que se produzca un daño, desgracias o contratiempo o algo que habitualmente se considera como tal, se calcula relacionando la importancia del daño con la probabilidad de que ocurra [5].

2.1.7. Análisis de riesgos

El análisis de riesgo consiste en la identificación de peligros asociados a cada fase o etapa del trabajo y la posterior estimación de los riesgos teniendo en cuenta conjuntamente la probabilidad y las consecuencias en el caso de que el peligro se materialice [6].

2.1.8. Ruido

Se puede definir de acuerdo a la cultura de nuestra sociedad como sonido no deseado o que no es agradable. Se caracteriza por una serie de parámetros: Frecuencia o Tono (número de vibraciones en un segundo); Intensidad (grado de energía de la onda sonora), Timbre (son los armónicos que acompañan a la frecuencia). Duración (relación del tiempo), Pureza (por una o muy pocas frecuencias).

Se ha conocido desde hace tiempo algunos tipos de ruido los cuales podemos definir:

2.1.8.1. Ruido Continuo

Es aquel que el nivel de presión sonora se mantiene constante en el tiempo y si posee máximos, estos se producen en intervalos menores a un segundo. Pueden ser estables o variables.

2.1.8.2. Ruido Intermitente

Cuando el nivel de presión sonora varía en escalones bien definidos, de tiempo relativamente prolongado. Viene a ser como una serie de ruidos continuos de nivel sonoro divergente.

2.1.8.3. Ruido de Impulso

Se considera que un ruido es de impulso cuando el nivel de presión acústica decrece exponencialmente con el tiempo (su duración es del orden de microsegundos), y los sucesivos impactos están separados entre sí más de un segundo.

2.1.8.4. Medición del ruido

Para prevenir los efectos perjudiciales del ruido para los trabajadores, es preciso elegir con cuidado instrumentos, métodos de medición y procedimientos que permitan evaluar el ruido al que se ven expuestos aquéllos. Es importante evaluar correctamente los diferentes tipos de ruido (continuo, intermitente o de impulso), distinguir los ambientes ruidosos con diferentes espectros de frecuencias, y considerar asimismo las diversas situaciones laborales, tales como talleres de forja, salas de compresores de aire, procesos de soldadura por ultrasonidos, etc. Los principales objetivos de la medición del ruido en ambientes laborales son:

- a) Identificar a los trabajadores sometidos a exposiciones excesivas y cuantificar éstas y
- b) Valorar la necesidad de implantar controles técnicos del ruido y demás tipos de control indicados. Otras aplicaciones de la medición del ruido son la evaluación de la eficacia de

determinados controles del ruido y la determinación de los niveles de ruido de fondo en las cabinas audiométricas [7].

2.1.9. Instrumentos de medida

Entre los instrumentos de medida del ruido cabe citar los sonómetros, los dosímetros y los equipos auxiliares. El instrumento básico es el sonómetro, un instrumento electrónico que consta de un micrófono, un amplificador, varios filtros, un circuito de elevación al cuadrado, un promediador exponencial y un medidor calibrado en decibelios (dB).

Los sonómetros se clasifican por su precisión, desde el más preciso (tipo 0) hasta el más impreciso (tipo 3). El tipo 0 suele utilizarse en laboratorios, el tipo 1 se emplea para realizar otras mediciones de precisión del nivel sonoro, el tipo 2 es el medidor de uso general, y el tipo 3, el medidor de inspección, no está recomendado para uso industrial [8].

Para facilitar un análisis acústico más detallado, en los sonómetros modernos es posible conectar o incluir filtros de banda octava y de tercio de banda octava. Los sonómetros actuales son cada vez más pequeños y fáciles de manejar, al tiempo que aumentan sus posibilidades de medición.

Para medir exposiciones a ruido variable, como las que se producen en ambientes de ruido intermitente o de impulso, es más conveniente utilizar un sonómetro integrado. Estos equipos pueden medir simultáneamente los niveles de ruido equivalente, pico y máximo, y calcular, registrar y almacenar varios valores automáticamente.

El medidor de dosis de ruido o “dosímetro” es una modalidad de sonómetro integrado que puede llevarse en el bolsillo de la camisa o sujeto a la ropa del trabajador. Sus datos pueden informatizarse e imprimirse.

Es importante asegurarse de que los instrumentos de medida del ruido estén siempre correctamente calibrados. Para ello hay que comprobar su calibración acústica antes y después de cada uso, además de realizar calibraciones electrónicas a intervalos apropiados.

2.1.9.1. Métodos de medición

Los métodos de medición del ruido dependen de los objetivos perseguidos. De hecho, pueden valorarse:

- El riesgo de deterioro auditivo;
- Los tipos de controles técnicos apropiados y su necesidad;
- La compatibilidad de la “carga de ruido” con el tipo de trabajo a realizar,
- El nivel de ruido de fondo necesario para no perjudicar la comunicación ni la seguridad.

La norma internacional ISO 2204 especifica tres tipos de métodos de medición de ruido: a) el método de control, b) el método de ingeniería y c) el método de precisión.

2.1.9.2. Procedimientos de medición

Existen dos criterios básicos de la medición del ruido en el trabajo:

- Puede medirse la exposición de cada trabajador, de un trabajador tipo o de un trabajador representativo.
- Pueden medirse niveles de ruido en varias áreas, creándose un mapa de ruido para la determinación de áreas de riesgo. En este caso, se utilizaría un sonómetro para tomar mediciones en puntos regulares de una red de coordenadas.

2.1.9.3. Evaluación del ruido

La exposición al ruido debe medirse cerca del oído del trabajador y, para evaluar el riesgo derivado de la exposición del trabajador, no han de realizarse restas que tengan en cuenta la atenuación proporcionada por los protectores auditivos. Si se adopta esta cautela es porque existen sólidas pruebas de que la atenuación proporcionada por los protectores auditivos, tal como se llevan en el trabajo, suele ser inferior a la mitad de la calculada por el fabricante. De hecho, los datos del fabricante se obtienen en condiciones de laboratorio y estos dispositivos no se suelen colocar ni llevar de modo tan eficaz en la práctica. Por una estimación de la atenuación que ofrecen los protectores auditivos tal como se llevan en la práctica, pero una buena norma empírica sería dividir los valores de laboratorio por la mitad.

Puede realizarse una estimación de la interferencia con comunicación hablada de acuerdo con la norma ISO 2204 (1979), aplicando el “índice de articulación”, o más sencillamente, midiendo los niveles de ruido de las bandas de octava de 500, 1.000 y 2.000 Hz, para obtener el “nivel de interferencia conversacional” [9].

La OIT “El nivel de ruido y/o la duración de la exposición no deberían exceder los límites establecidos por las autoridades competentes u otras normas internacionales reconocidas. Las autoridades fijan el Límite de exposición (LE) expresados en dB(A), valores que son aplicables a exposiciones de ocho horas de duración, previéndose una fórmula para calcular los valores correspondientes a otros períodos de exposición, así como, en la mayoría de los casos, también un valor LE techo. Algunas autoridades aplican normas más estrictas en ámbitos determinados [10].

- **Bandas de Octava:** Son las divisiones del espectro sonoro convenidas internacionalmente, se trata de frecuencias limitadas por una relación de dos [11].
- **Decibel (dB):** Unidad adimensional utilizada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. El decibel es utilizado para describir niveles de presión, de potencia o de intensidad sonora [11]
- **Dosímetro:** Son sonómetros integradores en miniatura que el trabajador usa para medir el ruido en forma continua y se lee el porcentaje de la exposición permitida máxima tras monitoreo de 8 horas; cuando se pueden obtener datos representativos en menor tiempo la lectura se puede referir a una exposición equivalente de 8 horas [12].
- **Exposición al contaminante Laboral.** Es la acción de mantenerse en contacto con determinado agente laboral que tiene el potencial de ocasionar daño reversible o no reversible [11].
- **Factor Físico o agente físico:** son manifestaciones energéticas cuya presencia en el ambiente de trabajo puede originar riesgo laboral [11].
- **Frecuencia sonora.** Se define como el número de oscilaciones completas de las ondas sonoras por segundo y se expresa en Hertzio, (Hz), o vibraciones por segundos o ciclos por segundo (cps) [13].
- **Nivel de Presión Sonora (Lp):** Se expresa en decibeles (dB) y se define como veinte veces el logaritmo en base 10 de la relación entre la presión instantánea y la presión de

referencia [14]

- **Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (Leq):** Es aquel nivel de presión sonora constante, expresado en decibelios A, que en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía total (o dosis) que el ruido medido [15].
- **Presión sonora:** Se define como la variación de la presión atmosférica en un punto como consecuencia de la propagación a través del aire de una onda sonora, la unidad de la presión, es N/m² o Pascal. El margen de presión sonora de oír una persona joven y normal oscila entre 20 N/m² y 2×10^{-5} N/m² (umbral auditivo) [11]
- **Riesgo:** Probabilidad de que la exposición a un factor ambiental peligroso cause enfermedad o lesión [16]
- **Ruido:** proviene del latín rugitus. Sonido que no resulta agradable y que no comunica nada útil, aunque esta es una definición subjetiva debido a que el sonido y ruido son distintos principalmente desde el punto de vista psicoacústico, es decir que adquieren su clasificación cuando es juzgado por un individuo. Se considera uno de los principales contaminantes del medio laboral [17]
- **Ruido ocupacional:** cuando se evalúa el impacto en la salud y en el bienestar del ser humano, el ruido es usualmente clasificado como ruido ocupacional y ruido urbano, también llamado ruido ambiental. El ruido ocupacional es el que se genera en condiciones laborales, afecta a millones de trabajadores en el mundo y es la segunda causa más común de pérdida auditiva neurosensorial [18]
- **Sonido:** es una sensación subjetiva que proviene de una vibración y queda definido tanto por su intensidad como por su frecuencia. La intensidad (volumen) se mide en escala logarítmica mediante decibelios (dB). La frecuencia (tono) se mide en Hertz (Hz). Mide el número de vibraciones o ciclos que emite por segundo la fuente de sonidos [18]
- **Sonómetro:** es un instrumento electrónico capaz de medir el nivel de presión sonora expresado en decibelios, independientemente de su efecto fisiológico [11]
- **Sonómetro integrador promediador:** permite medir el LpA de cualquier tipo de ruido. Estos equipos pueden medir simultáneamente los niveles de ruido equivalente, pico y máximo, y calcular, registrar y almacenar varios valores automáticamente.
- **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) [19].

2.2. MARCO REFERENCIAL

2.2.1. Prevención de riesgos en la industria minera

La minería se considera una industria especial con trabajadores que realizan un trabajo sucio y peligroso, cuya comunidad están interrelacionadas. La minería es también un sector en que muchas de las personas que ocupan los niveles más altos de dirección y muchos trabajadores son ingenieros de minas o antiguos mineros con una amplia experiencia directa en las cuestiones que afectan a la empresa y trabajadores.

Los mineros tienen que trabajar en un entorno laboral en constante transformación y la tasa mundial de víctimas mortales, lesiones y enfermedades demuestra que la mayoría de ellos, la minería sigue siendo el trabajo más peligroso en relación con el número total de trabajadores dedicados a esta actividad.

En efecto, aunque la minería sólo emplea al 1% del total de trabajadores, es responsable de cerca del 8% de los accidentes laborales mortales (15,000 al año aproximadamente), además de los afectados con enfermedades profesionales (neumoconiosis, pérdida de audición y lesiones causadas por vibraciones).

De la adopción de 1955 del convenio sobre salud y seguridad en la minas por parte de la OIT derivó el RD 1389/1997, por el que se aprueban las exposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras [20].

2.2.1.1. Prospección

Las tareas de prospección imponen a los trabajadores un duro trabajo físico que pueden incluir el levantamiento de objetos pesados, el empleo de equipos potencialmente peligrosos y la exposición al ambiente atmosférico (calor, frío, lluvias y posiblemente alturas elevadas). Es fundamental que el inicio de trabajo de protección en campo, los trabajadores se encuentre en buenas condiciones físicas y gocen de buena salud.

Deben de haber sido vacunados recientemente y no sufrir enfermedades (hepatitis, tuberculosis, etc.) que puedan propagarse rápidamente por el campamento.

Entre los peligros naturales pueden encontrarse rayos, incendios forestales, avalanchas, deslizamientos de lodos, inundaciones por riadas, etc. Los insectos, reptiles y/o animales de mayor tamaño pueden representarse un peligro. Deben trabajar por parejas y llevar suficiente equipo, alimentos y agua (o poder acceder a un depósito de emergencia) que les permita pasar una o dos noches en el campo en caso de necesidad.

Los aviones y helicópteros se utilizan a menudo para transportar suministros, combustibles, perforadoras o equipos del campamento. Entre los principales peligros de esta operación se encuentran la sobrecarga, la mala sujeción de los equipos transportados, que en el caso de los helicópteros puedan ser lanzados al aire por efecto de las palas, y además, la fatiga de los pilotos, la falta de formación del personal y las condiciones atmosféricas extremas.

La mina subterránea es una verdadera fábrica situada en el interior de la tierra en la que trabajan los mineros para extraer minerales ocultos en los estratos rocosos. Los mineros pican, arrancan y Barrenan para poder acceder y extraer el mineral, es decir, la roca que contiene una mezcla de minerales de los cuales como mínimo uno es procesador y convertible en un producto comercializable.

El mineral se transporta a la superficie para refinarlo y obtener un concentrado de alta calidad [20].

2.2.1.2. Equipos de protección individual en las minas

Protección para la cabeza. - El casco de seguridad va equipado en la mayoría de los casos con una lámpara y también se utiliza como sistema de comunicación de seguridad en las minas.

Protección para ojos y cara. – Es obligatorio el uso de gafas de seguridad, mascarillas protectoras o escafandras autónomas, dependiendo de las operaciones que se realicen y de los riesgos a los que el minero este expuesto.

Protección respiratoria.- La protección respiratoria más habitual en las operaciones mineras es la protección contra el polvo de carbón. El polvo de carbón, como la mayoría de los polvos ambientales, puede filtrarse de forma efectiva utilizando una mascarilla convencional. Ciertos tipos de partículas habituales en las minas, como las fibras de amianto en las minas

de este mineral, el polvo de carbón en las minas de tajos largos y los radionucleidos en las minas de uranio, pueden obligar a utilizar una escafandra autónoma equipada con un filtro absoluto de alta eficiencia para partículas (HEPA), como las escafandras eléctricas de purificación del aire (PAPR) que envían el aire filtrado a una campana, a una mascarilla ajustada o a una mascarilla integrada en el casco.

Protección para los oídos. – se efectúa con orejeras que se montan en las ranuras del casco del minero con tapones de espuma como protección adicional.

Protección para la piel. – guantes de trabajo y cremas de barra.

Protección para los pies. – las botas de trabajo en las minas pueden ser piel o de goma, dependiendo de si la mina es seca o húmeda. Los requisitos mínimos que deben cumplir las botas incluyen una suela gruesa totalmente resistente a la perforación con una capa exterior reforzada para evitar deslizamientos, una puntera de acero y protección para el empeine.

Ropa. – los monos de algodón normal o ignífugo son de uso habitual en las minas. Por lo general, se les añaden tiras de material reflectante para que el minero sea más visible para los conductores de vehículos que trabajen en el interior de las minas.

Protección contra el frío y el calor. – En las minas de cielo abierto en las regiones de clima frío, los mineros llevan ropa de invierno, mientras que en las minas subterráneas se protegen de la fatiga calorífica y de un posible golpe de calor, mediante trajes o ropa interior especiales en los que puedan introducirse paquetes de gel congelado o fabricados por una red de tubos de refrigeración con líquido refrigerante. Necesitan agua potable, preferentemente con electrolitos, que se consumirá para sustituir los fluidos corporales eliminados.

Incendios y explosiones. – La seguridad frente a incendios y explosiones en las minas subterráneas se basa en el principio general de prevención. Las técnicas de prevención de incendios y explosiones en la minería están basadas en la limitación de las fuentes de ignición, la limitación de las fuentes de combustible y la limitación de los contactos entre los combustibles y la fuente de ignición.

Los equipos eléctricos utilizados deben ser intrínsecamente seguros.

Los sistemas de detección y alarma utilizan sensores de calor, llamas, humos, y gases.

La máxima preocupación en caso de incendio subterráneo debe ser la seguridad del personal dentro de la mina. Una detección y una alarma precoces permiten poner en marcha el plan de emergencia, que debe garantizar el desarrollo de las actividades necesarias, como la evacuación y la extinción del incendio. Para asegurar una ejecución fluida del plan de emergencia, los mineros deben recibir una formación exhaustiva y recordatorios periódicos de los procedimientos de la emergencia.

Han de realizarse simulacros de incendio con cierta periodicidad, activando incluso el sistema de alarma de la mina para reforzar el adiestramiento, así como detectar fallos del plan de emergencia.

El monóxido de carbono (CO), que es un gas inodoro, parece en concentraciones medibles alrededor de 50-60 °C antes de que se manifieste el característico olor de la combustión espontánea. Por consiguiente, la mayoría de los sistemas de detección de incendios se basan en el reconocimiento de este aumento de la concentración del monóxido de carbono por encima del nivel normal de una zona concreta de la mina.

Estos detectores se utilizan para los gases: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), sulfuro de hidrógeno (H₂S) y dióxido de azufre (SO₂). El sistema telemétrico automático de la supervisión de gases consta de un módulo de control en la superficie y una serie de cabezas censoras de la seguridad intrínseca colocadas en las áreas subterráneas y conectadas por línea telefónica o cables de fibra óptica.

Se aplican varios tipos de sistemas de ventilación: el primario que entra aire por la caña del pozo, hasta la secundaria o mixta que introduce aire limpio y extrae los gases nocivos.

Los equipos de control ambiental vigilan los pozos las 24 horas del día. Varios ordenadores hacen un seguimiento a los aparatos de control de metano para que, en cuanto se superan los niveles de seguridad, se dé la voz de alarma. Además, cada vigilante lleva consigo un detector manual.

Peligros para la salud- entre los principales riesgos de transmisión a través del aire que presenta la industria minera se encuentran varios tipos de partículas, los gases libres, los escapes de motores y ciertos vapores químicos y, entre los principales riesgos físicos, el

ruido, la vibración por segmentos, el calor, los cambios de presión barométrica y la radiación ionizante. Todos ellos se producen en distintas proporciones dependiendo de la mina o de la cantera, de su profundidad, de la composición del mineral y de las rocas circundantes y del método de explotación, los grupos de personas que viven juntas en lugares aislados corren también un riesgo de transmisión de algunas enfermedades infecciosas, como la tuberculosis, la hepatitis (B y E) y el virus del SIDA.

Debido a una exposición excesiva, la sílice produce silicosis, una neumoconiosis típica que se desarrolla internamente tras muchos años de exposición. Un grado excepcionalmente elevado de exposición puede causar silicosis aguda o acelerada en el plazo de algunos meses, provocando un deterioro significativo o incluso la muerte en el transcurso de los años. La exposición a la sílice también va asociada a un riesgo mayor de tuberculosis, cáncer de pulmón y determinadas enfermedades de autoinmunidad, incluso de escleroderma, el lupus sistémico eritematoso y la artritis reumática [20].

2.3. MARCO LEGAL

Esta investigación tiene su base legal en:

2.3.1. Constitución de la República del Ecuador

“El trabajo es un derecho y un deber social, y un derecho económico, fuente de realización personal y base de la economía. El Estado garantizará a las personas trabajadoras el pleno respeto a su dignidad, una vida decorosa, remuneraciones y retribuciones justas y el desempeño de un trabajo saludable y libremente escogido o aceptado” [1].

“Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar” [1].

2.3.2. Decisión 584 (Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo).

“Identificar y evaluar los riesgos, en forma inicial y periódicamente, con la finalidad de planificar adecuadamente las acciones preventivas, mediante sistemas de vigilancia epidemiológica ocupacional específicos u otros sistemas similares, basados en mapa de riesgos” [21].

“Combatir y controlar los riesgos en su origen, en el medio de transmisión y en el trabajador, privilegiando el control colectivo al individual. En caso de que las medidas de prevención colectivas resulten insuficientes, el empleador deberá proporcionar, sin costo alguno para el trabajador, las ropas y los equipos de protección individual adecuados” [21].

2.3.3. Resolución 957: Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo

“Proponer el método para la identificación, evaluación y control de los factores de riesgos que puedan afectar a la salud en el lugar de trabajo” [22].

2.3.4. Código de Trabajo

“Los empleadores están obligados a asegurar a sus trabajadores condiciones de trabajo que no presenten peligro para su salud o su vida” [23].

2.3.5. Pérdida auditiva

Las hipoacusias que causen incapacidades permanentes parciales debidas a sordera profesional se graduarán en base al porcentaje de pérdida auditiva bilateral del individuo lesionado en las frecuencias de la voz hablada: 500 -1000 - 2000 y 3000 ciclos por segundo (cps), considerando el rango entre quince y ochenta y dos decibels de pérdida a cero y cien por ciento respectivamente.

Para obtener el porcentaje de pérdida auditiva bilateral, se seguirá el siguiente procedimiento:

- a) Promedio de la pérdida de decibels de las cuatro frecuencias citadas;
- b) Por cada decibel de pérdida que pase de quince (15) decibels se aumenta uno coma cinco por ciento (1,5%);
- c) El porcentaje encontrado en el oído mejor, se multiplica por cinco (5), el resultado se añade al porcentaje encontrado en el oído más afectado y la suma total se divide por seis (6), cuyo cociente es la pérdida auditiva bilateral para la conversación normal [24].

2.3.6. Decreto ejecutivo 2393: Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y

Mejoramiento del medio Ambiente de Trabajo

“En los procesos industriales donde existan o se liberen contaminantes físicos, químicos o biológicos, la prevención de riesgos para la salud se realizará evitando en primer lugar su generación, su emisión en segundo lugar, y como tercera acción su transmisión, y sólo cuando resultaren técnicamente imposibles las acciones precedentes, se utilizarán los medios de protección personal, o la exposición limitada a los efectos del contaminante” [25].

2.3.7. Seguridad y salud en el trabajo

La Dirección de Seguridad y Salud en el Trabajo surge como parte de los derechos del trabajo y su protección. El programa existe desde que la ley determinara que “los riesgos del trabajo son de cuenta del empleador” y que hay obligaciones, derechos y deberes que cumplir en cuanto a la prevención de riesgos laborales [26].

A través del Programa de Seguridad y Salud en el trabajo se ha desarrollado el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en los Centros de Trabajo del País, afianzamiento del tema de responsabilidad solidaria en los centros de trabajo respecto a requisitos para contratación de obras y servicios [26].

CAPITULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Para poder responder al problema planteado se aplicará una investigación descriptiva cuantitativa de diseño transversal, para determinar la situación actual y lo más exacta del ruido laboral y de la exposición de los trabajadores a este factor físico de riesgo en el área de molino e interior mina durante el primer semestre del periodo 2016.

Adicionalmente la investigación explicativa cuantitativa permitirá conocer la relación entre el ruido laboral y la exposición de los trabajadores en el área de molino e interior mina, y poder establecer conclusiones del riesgo por ruido.

3.1. Localización

El presente trabajo se realizó en la provincia del Azuay, cantón Ponce Enríquez, sector La López.

3.1.1. Población

La población a la que se le realizará el estudio, está conformada por 54 trabajadores, los que se distribuyen de la siguiente manera.

- Área de mina 6
- Área de molino 48

3.2. Tipo de investigación

La investigación será de campo, por cuanto los datos se recolectarán directamente en los puestos de trabajo del personal expuesto.

La determinación de la exposición a ruido por puesto de trabajo se realizará de acuerdo a la medición de ruidos en la jornada laboral en el área determinada, posterior a lo cual se obtendrán conclusiones para un mejor control auditivo.

3.3. Métodos de investigación

Se realizará una pequeña entrevista a: Gerente de Mina, Gerente de Planta y Jefe de Seguridad y Salud Ocupacional para obtener mayor información sobre la situación de la empresa en cuanto a riesgo físico (ruido).

En función del diseño de la investigación se utilizará el método de observación para lo posterior realizar la medición.

La medición del ruido producido por los molinos, y la operación de equipos en el área de interior mina por el barreno y pala mecánica, permitirá con criterio y reglas específicas determinar la relación que existe entre el ruido producido por el proceso productivo y la capacidad auditiva que posee cada colaborador al estar expuesto a este factor de riesgo, la metodología a utilizarse es la que se presenta a continuación:

3.3.1. Norma UNE-EN ISO 9612:2009 Acústica. Determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de ingeniería. (ISO 9612:2009)

Es un acercamiento para determinar el nivel de exposición al ruido en el trabajo a partir de las mediciones del nivel de ruido. El método consta de un análisis del trabajo, selección de la estrategia, medición, tratamiento de errores y evaluación de la incertidumbre, cálculos y presentación de resultados. Tres estrategias: Medición basada en la tarea, basada en la función y en la jornada de trabajo completa. El apéndice 5 (mediciones del nivel de ruido) de la Guía Técnica del Ruido del INSHT se basa en esta norma.

Esta norma internacional proporciona un acercamiento por etapas para determinar el nivel de exposición al ruido en el trabajo a partir de las mediciones del nivel de ruido. El método consta de las siguientes etapas principales: análisis del trabajo, selección de una estrategia de medición, mediciones, tratamiento de errores y evaluación de la incertidumbre, cálculos y presentación de resultados. Esta norma internacional especifica tres estrategias de medición distintas: medición basada en la tarea; medición basada en la función; y medición de una jornada de trabajo completa. Esta norma internacional indica las directrices relativas a la elección de la estrategia de medición adecuada para una situación laboral u un objetivo de investigación determinados. Esta norma internacional también proporciona una hoja de

cálculo informativa que permite calcular los resultados y las incertidumbres de medición. ISO no es responsable de los errores que puedan surgir u ocurrir haciendo uso de esta hoja de cálculo.

Esta norma internacional reconoce el uso de mediciones con sonómetros así como de exposímetros acústicos individuales. Los métodos descritos optimizan el esfuerzo requerido para la obtención de una precisión dada [27].

3.3.1.1. Objeto y campo de aplicación

Esta norma internacional especifica un método de ingeniería que permite medir la exposición al ruido de los trabajadores en un entorno de trabajo y calcular el nivel de exposición al ruido. Esta norma internacional trata de los niveles ponderados A, pero también es aplicable a los niveles ponderados C. Se especifican tres estrategias diferentes de medición. El método es útil cuando se requiere la determinación de la exposición al ruido con un grado de ingeniería, por ejemplo, para estudios epidemiológicos relativos a un deterioro de la audición o de otros efectos nocivos [27].

El proceso de medición requiere la observación y el análisis de las condiciones de exposición al ruido, de manera que se pueda controlar la calidad de las mediciones. Esta norma internacional proporciona métodos que permiten estimar la incertidumbre de los resultados. Esta norma internacional no está destinada a la evaluación del enmascaramiento de la comunicación oral ni a la evaluación de los efectos de los infrasonidos, de los ultrasonidos o de los efectos no auditivos del ruido. No se aplica a la medición de la exposición al ruido cuando se llevan protectores auditivos. Los resultados de las mediciones realizadas de acuerdo con esta norma internacional pueden aportar información útil a la hora de definir las prioridades para las medidas de control de ruido [27].

3.3.1.2. Equipos de medida

Existen diferentes dispositivos para medir el ruido, cada uno de ellos será más adecuado en función de que valores de ruido se quieran determinar. Es muy importante que los aparatos de medida hayan sido calibrados antes de su utilización con el fin de que los valores obtenidos se acerquen a la realidad lo máximo posible. La calibración es el conjunto de

operaciones que permite, en condiciones especificadas, conocer la precisión e incertidumbre de los equipos de medida, por comparación con los correspondientes valores conocidos de una magnitud medida obtenidos con un equipo patrón. Los aparatos de medida utilizados para determinar niveles de ruido son los dosímetros, sonómetros y sonómetros promediadores integradores.

3.3.1.3. **Sonómetro integrador promediador**

Permite variar el tiempo de medida desde segundos hasta horas. Podrán emplearse para la medición del nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A (L_{Aeq} , T) de cualquier tipo de ruido. Atendiendo al tipo de medición, los sonómetros se colocarán de la siguiente forma:

- Es preferible que el trabajador esté ausente y se colocará el micrófono a la altura donde se encontraría su oído.
- El instrumento de medición, siempre que sea posible, se sujetara con un trípode. Si no se dispone del mismo o no es viable esta opción, se recomienda que el técnico mantenga el brazo bien extendido durante la medición y se coloque de tal forma que no provoque un apantallamiento del ruido con su cuerpo.
- Cuando es imprescindible la presencia del trabajador, el micrófono debe de situar a una distancia entre 10 y 40 cm del oído de éste. Si no su puede colocar a una distancia menor de 40 cm, se debería emplear un dosímetro para realizar la medición.
- Si la situación del trabajador no permite colocar fácilmente el micrófono de esta manera, este se colocaría a una altura de $1,55 \pm 0,075$ m del suelo, si el trabajador está de pie o a $0,80 \pm 0,05$ m del plano del asiento, si el trabajador está sentado.
- El micrófono debe de seguir la dirección de la vista del trabajador cuando éste permanece estático la mayor parte de la jornada laboral.
- Hay que tener en cuenta la distancia de la fuente de ruido al micrófono. Si el micrófono está próximo a la fuente de ruido, se tendrá en cuenta que las pequeñas variaciones en la posición del micrófono pueden ocasionar cambios significativos en los resultados. Se recomienda que el micrófono se mueva en un intervalo de 0,1 a 0,5 m para determinar variaciones locales.

3.3.2. **Estrategia de medición**

3.3.2.1. Estrategia de medición basada en la tarea

La estrategia de medición basada en la tarea es muy útil para trabajadores o grupos de trabajo homogéneos (grupos de trabajadores que están desempeñando la misma función laboral durante la jornada laboral) sometidos a evaluación durante la jornada nominal, (comprende la jornada laboral, incluyendo las pausas) en que la función laboral se puede dividir en tareas. Cada tarea se debe de definir de tal manera que el $L_{p,AeqT}$ (nivel de presión sonora equivalente ponderado A sobre un periodo T) sea con probabilidad repetible. Es necesario garantizar que todas las contribuciones al ruido relevantes estén incluidas. La duración de las tareas es especialmente importante para aquellas fuentes de ruido con niveles de ruido elevados.

Para obtener una correcta determinación de $L_{p,AeqT}$ y del $L_{p,Cpico}$ (nivel de presión sonora de pico ponderado C) es importante la identificación de las fuentes de ruido y de las tareas que provocan los niveles de pico más elevados. A. Duración de las tareas. Se debe de determinar la duración de las tareas. Esto se puede realizar del siguiente modo:

- Entrevistas con los trabajadores y el supervisor.
- La observación y medición de la duración de cada una de las tareas.
- La recopilación de información con respecto al funcionamiento de las fuentes de ruido típicas (por ejemplo, los procesos de trabajo, las máquinas, las actividades de trabajo y su entorno).

La duración de una tarea se puede considerar como variable, por lo que para fijar la duración de una tarea variable, podemos registrar su duración tres veces o también podemos consultar con varios trabajadores, cuánto tiempo se emplea en realizar dicha tarea. Si están disponibles las J observaciones de la tarea T_{mj} , el valor aritmético de la duración de la tarea T_m , se calcula mediante la ecuación:

$$\bar{T}_m = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J T_{m,j}$$

La suma de las duraciones individuales de las tareas T_m , que componen la jornada nominal, debe corresponder a la duración efectiva de la jornada laboral. La duración efectiva de la jornada laboral (T_e) viene dada por la ecuación:

$$T_e = \sum_{m=1}^M \bar{T}_m$$

Dónde:

$\bar{T}_m$ = Es la media aritmética de la duración de la tarea m.

m = Es el número de la tarea.

M = Es el número total de tareas.

3.3.2.2. **Medición del $L_{p,A,eqT,m}$ (nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A para la tarea m).**

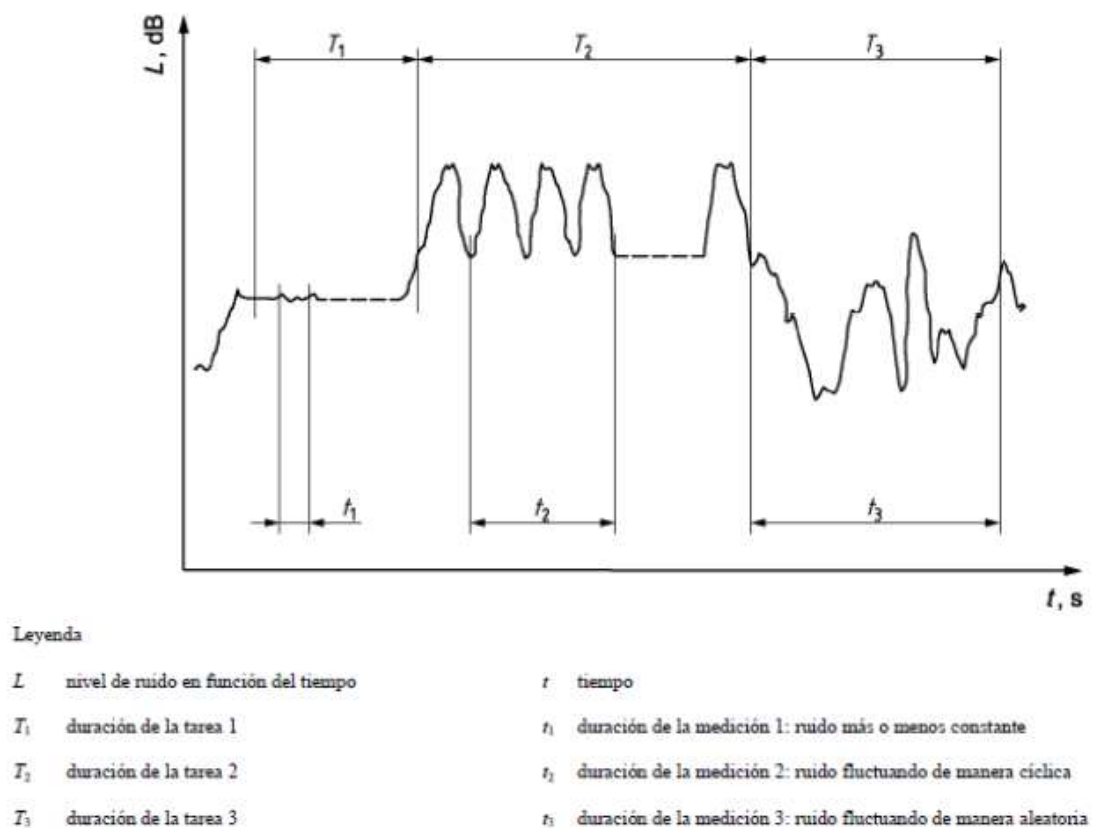
Las mediciones deben de cubrir las valoraciones del nivel de ruido en el seno de cada tarea, en el tiempo, espacio y en las condiciones laborales. El técnico encargado de realizar la medición debe de garantizar que la situación de trabajo, durante el periodo de medición, es representativa de la labor realizada durante la jornada laboral.

A ser posible, el trabajador implicado debe de ser observado durante las mediciones a fin de detectar si las condiciones de operación o de trabajo se desvían de la situación laboral normal. Para cada tarea se deben de realizar al menos tres mediciones, para así cubrir la variación real del nivel de ruido. Se recomienda realizar las mediciones en diferentes momentos durante la tarea o en diferentes trabajadores de un mismo grupo. La duración de cada medición debe de ser lo suficientemente larga como para representar el nivel de presión sonora continuo equivalente medio para la tarea real. Si la duración de la tarea es inferior a 5 min, la duración de cada medición debe de ser igual a la duración de la tarea. Para tareas más largas, la duración de cada medición debe de ser de al menos 5 min. Sin embargo, la duración de cada medición se puede reducir si el nivel es constante o repetitivo.

Si el ruido durante la tarea es cíclico, cada medición debe de cubrir al menos tres ciclos. En el caso de que la duración de los tres ciclos fuera inferior a 5 min, cada medición debe de ser de al menos 5 min. La duración de cada, medición debe corresponder siempre a la duración de un número de ciclos enteros (ver figura 3.1). Si el ruido durante la tarea es aleatorio, la

duración de cada medición debe de ser lo suficientemente larga para garantizar que el $L_{p,A,eqT,m}$ es representativo de la tarea.

Figura N° 1. Ejemplo de tres periodos con situaciones de ruido diferentes y duración real de cada medición.



Fuente: Norma UNE – EN ISO 9612 2009

Los resultados de las tres mediciones de cada una de las tareas, no deben de diferir en más de 3 dB entre ellas. En el caso de que la diferencia entre las tres mediciones fuera superior a 3 dB se debe de tomar alguna de las siguientes alternativas:

- Realizar, al menos, tres mediciones adicionales de la tarea.
- Subdividir la tarea en subtareas, y proceder con cada subtarea, como si se tratase de una tarea.
- Repetir las mediciones con una medición más larga en cada tarea.

Para cada tarea, se calcula $L_{p,A,eqT,m}$ a partir de las I mediciones tomadas para cada tarea, a partir de la siguiente ecuación:

$$L_{p,A,eqT,m} = 10 \log \left[\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 \times L_{p,A,eqT,mi}} \right] dB$$

Donde:

$L_{p,A,eqT,m}$ = Es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A durante una tarea de duración T_m .

i = Es el número de muestra de la tarea m .

I = Es el número total de muestras de la tarea m .

3.3.2.3. Contribución de una tarea al nivel de exposición de ruido diario ponderado A ($L_{EX,8h,m}$) se calcula:

Este cálculo se realiza para determinar un valor para la contribución relativa de cada tarea al nivel de exposición al ruido diario. La contribución al ruido de la tarea m al nivel de exposición al ruido diario ponderado A, $L_{EX,8h,m}$ se calcula como sigue:

$$L_{EX,8h,m} = L_{p,A,eqT,m} + 10 \log \left(\frac{\bar{T}_m}{T_0} \right) dB$$

Donde:

$L_{p,A,eqT,m}$ = Es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A para la tarea m según indica la ecuación.

$\bar{T}_m$ = Es la media aritmética de la duración de la tarea m ,

T_0 = Es la duración de referencia $T_0 = 8$ horas.

3.3.2.4. Determinación del nivel de exposición al ruido diario

Se debe calcular el nivel de exposición al ruido diario ponderado A a partir de $L_{p,A,eqT,m}$ y la duración de cada una de las tareas utilizando el nivel calculado por la ecuación:

$$L_{p,A,eqT,m} = 10 \log \left[\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 \times L_{p,A,eqT,mi}} \right] dB:$$

$$L_{EX,8h} = 10 \log \left[\sum_{m=1}^M \frac{\bar{T}_m}{T_0} 10^{0,1 \times L_{p,A,eqT,m}} \right] dB$$

Dónde:

$L_{p,A,eqT,m}$	es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A para la tarea m
$\bar{T}_m$	es la duración aritmética media de la tarea m
T_0	es la duración de referencia, $T_0=8h$
m	es el número de tareas
M	es el número total de tareas m que contribuyen al nivel de exposición al ruido diario

Mientras que la siguiente ecuación permite el cálculo del nivel de exposición al ruido ponderado A a partir de la contribución al ruido de cada una de las tareas:

$$L_{EX,8h} = 10 \log \left[\sum_{m=1}^M 10^{0,1 \times L_{EX,8h,m}} \right] dB$$

Dónde:

$L_{EX,8h,m}$	es el nivel de exposición sonora ponderado A de la tarea m que contribuye al nivel de exposición al ruido diario
m	es el número de la tarea
M	es el número total de tareas que contribuyen al nivel de exposición al ruido diario

3.3.3. Mediciones

3.3.3.1. Calibración de campo

La calibración de campo incluye una verificación de la calibración acústica del sistema de medición completo, incluyendo el micrófono, y constituye un procedimiento de verificación distinto al de laboratorio. Una calibración debe consistir en aplicar un calibrador acústico que cumple con los requisitos de la clase I de la norma IEC 60942:200, a cada micrófono y registrar el nivel medido a una o más frecuencias dentro del rango de frecuencias de interés. La calibración de campo se debe realizar en un recinto silencioso.

Antes de cada serie de mediciones y al principio de cada serie diaria de mediciones, se debe realizar una calibración de campo con los ajustes adecuados. Al final de cada serie de mediciones y al final de cada serie diaria de mediciones, se debe realizar una calibración de campo sin ajustes. Si la lectura a cualquier frecuencia al final de una serie de mediciones difiere de la lectura de la frecuencia al principio de la serie en más de 0,5 dB se deben desechar los resultados de la serie de mediciones.

3.3.4. Fuentes de incertidumbre

3.3.4.1. Cálculo de la incertidumbre de medición y al balance de incertidumbre

Para una medición basada en la tarea, los coeficientes de sensibilidad son los siguientes:

$$c_{1a,m} = \frac{\partial L_{EX,8h}}{\partial L_{p,A,eqT,m}^*} = \frac{T_m}{T_0} 10^{0,1x(L_{p,A,eqT,m}^* - L_{EX,8h})}$$

$$c_{1b,m} = \frac{\partial L_{EX,8h}}{\partial T_m} = 4,34x \frac{c_{1a,m}}{T_m}$$

La incertidumbre típica, $u_{1a,m}$, del nivel de ruido debida al muestreo para la tarea m viene dada por:

$$u_{1a,m} = \sqrt{\frac{1}{I(I-1)} \left[\sum_{i=1}^I (L_{p,A,eqT,mi} - \bar{L}_{p,A,eqT,m})^2 \right]}$$

Dónde:

$\bar{L}_{p,A,eqT,m}$ = es la media aritmética de I niveles de presión sonora continuos equivalentes ponderados A para la tarea m , es decir, $\bar{L}_{p,A,eqT,m} = \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I L_{p,A,eqT,mi}$

i = es el número de muestra de la tarea

I = es el número total de muestras de la tarea

3.3.4.2. Desviación típica debido al instrumento

La siguiente tabla indica la incertidumbre típica, u_2 , para los instrumentos utilizados.

Tabla N° 1.- Incertidumbre típica, u_2 , para los instrumentos utilizados

Tipo de Instrumento	Desviación típica u_2 (o $u_{2,m}$) dB
Sonómetro clase 1, según se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002	0,7
Exposímetro sonoro personal, según se especifica en la Norma IEC 61252	1,5
Sonómetro clase 2, según se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002	1,5

Fuente: Norma UNE – EN ISO 9612 2009.

3.3.4.3. Desviación típica debida a la posición del micrófono

La desviación típica u_3 , debida a la posición de medición es de 1,0 dB.

3.3.4.4. Coeficiente de sensibilidad asociado a la incertidumbre

El coeficiente de sensibilidad asociado a la incertidumbre debido a la duración de la tarea se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$c_{1b,m} = 4,34x \frac{c_{1a,m}}{T_m}$$

3.3.4.5. Cálculo de la incertidumbre típica combinada, $u(L_{EX,8h})$

La incertidumbre típica combinada se calcula del siguiente modo:

$$u_{(L_{EX,8h})}^2 = \left(\sum_{m=1}^M [c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2) + (c_{1b,m} \cdot u_{1b,m})^2] \right)$$

Dónde:

$u_{1a,m}$ = es la incertidumbre estándar debida al muestreo del nivel de ruido en la tarea m ;

$u_{1b,m}$ = es la incertidumbre estándar debida a la estimación de la duración en la tarea m ;

$u_{2,m}$ = es la incertidumbre estándar debida a los instrumentos utilizados en la medición de la tarea m .

u_3 = es la incertidumbre estándar debida a la posición del micrófono que será, en todo caso de 1 dB;

$c_{1a,m}$ = los coeficientes de sensibilidad relativos a la instrumentación, $c_{2,m}$, a la posición del micrófono, $c_{3,m}$ y al muestreo del nivel de ruido, $c_{1a,m}$, tienen el mismo valor, es decir, $c_{2,m} = c_{3,m} = c_{1a,m}$.

M = es el número total de tareas.

3.3.4.6. Cálculo de la incertidumbre expandida, $U(L_{EX,8h})$

La incertidumbre expandida del nivel de ruido de la tarea m se calcula del siguiente modo:

$$U(L_{EX,8h}) = 1,65xu$$

3.4. Fuentes de recopilación de información

Se utilizó dos tipos de fuentes: primarias y secundarias.

La primaria consistió en realizar observaciones directas y una pequeña entrevista a: Gerente de Mina, Gerente de Planta y Jefe de Seguridad y Salud Ocupacional para obtener mayor información sobre la situación de la empresa en cuanto a riesgo físico (ruido); y la secundaria se basó en revistas, enciclopedias, normas ya antes mencionadas.

3.5. Diseño de la investigación

La investigación a utilizarse es la no experimental que es también conocida como investigación Ex Post Facto, término que proviene del latín y significa después de ocurridos los hechos. Consideran que la variación de las variables se logra no por manipulación directa sino por medio de la selección de las unidades de análisis en las que la variable estudiada tiene presencia.

El investigador no puede manipular directamente las variables independientes como ocurre en un estudio de corte experimental.

Es muy importante destacar que en una investigación experimental la variable independiente se manipula y por eso se le llama variable activa mientras que en la investigación Ex Post Facto la variable independiente no es susceptible de manipulación y por eso se le llama variable atributiva. Existen al menos tres aspectos en los que la investigación experimental es semejante a la investigación Ex Post Facto:

1. Por medio de estos tipos de investigación se pueden comprobar hipótesis.
2. Se utilizan grupos semejantes excepto en algún aspecto o característica específica.
3. Se utilizan métodos estadísticos para el tratamiento y análisis de datos.

Las diferencias principales entre ambos tipos de investigación radican en los siguientes aspectos:

1. La investigación experimental tiene un control estricto de las variables extrañas, no así en la investigación Ex Post Facto.
2. La investigación experimental parte de grupos similares para encontrar una diferencia y establecer la relación causa-efecto. La investigación Ex Post Facto estudia dos grupos diferentes y busca qué es lo que hace la diferencia para establecer la relación causa-efecto.

Con los resultados que arroja una investigación Ex Post Facto no es posible afirmar con seguridad una relación causal entre dos o más variables, como ocurre en la investigación experimental. Lo anterior debido a la posibilidad de que no se hayan encontrado otros factores que si están afectando la variable dependiente. Si esto ocurre entonces se tienen datos espurios o falsos, es decir, existen serias dudas acerca de su origen.

La investigación experimental implica establecer mecanismos de control como condición del método experimental. No obstante lo anterior, cuando ha pasado un evento (hecho) ¿cómo puede ser controlado?

Si los cambios en la variable independiente ya ocurrieron y están fuera de la capacidad de manipulación y control del investigador, por esta razón en la investigación Ex Post Facto se estudia de manera retrospectiva el fenómeno en cuestión.

El investigador empieza con la observación de hechos que ya se han presentado y que se han manifestado en una serie de eventos. En el área de origen del fenómeno estudiado se observan los hechos.

A partir de las observaciones se procede a diseñar tanto los objetivos como las hipótesis dando inicio a la investigación en sentido opuesto a una investigación experimental como en este proyecto.

3.6. Instrumentos de la investigación

3.6.1. Sonómetro integrador – promediador

Las mediciones se realizaron colocando el micrófono al nivel de las posiciones que ocupa la cabeza del trabajador, en línea con sus ojos, adicionalmente se cuidó que el micrófono se encuentre a una distancia entre 0,1 m y 0,4 m de la entrada del canal auditivo externo y en el lado del oído más expuesto.

El certificado de calibración del sonómetro se encuentra en el Anexo N°

El instrumento utilizado en el estudio se detalla a continuación:

Figura N° 2 Instrumento utilizado en los monitoreos.

TIPO DE INSTRUMENTO: CR: 162 C

DESCRIPCIÓN: SONOMETRO

NÚMERO DE SERIE: G061390



Fuente: Autoras 2016.

Figura N° 3. Sonómetro utilizado en el estudio vista frontal



Fuente: Autoras 2016.

Las partes del sonómetro integrador utilizado se detalla en el Anexo N°

3.6.2. Calibrador acústico

El calibrador acústico utilizado para realizar el estudio es el siguiente:

Figura N° 4. Partes del calibrador acústico.

TIPO DE INSTRUMENTO: CR: 514
DESCRIPCIÓN: CALIBRADOR ACÚSTICO
NÚMERO DE SERIE: 59927

El certificado de calibración del calibrador acústico se encuentra en el Anexo N°



Fuente: Autoras 2016.

3.7. Tratamiento de los datos

Los datos utilizados fueron desarrollados basado en la norma UNE – EN ISO 9612:2009 para lo posterior someterlos a operaciones aritméticas en Excel, que se caracteriza por ser un software de hojas de cálculo, utilizado en tareas financieras y contables que puede ser para la aplicación de cualquier fórmula matemática y lógica.

3.8. Recursos humanos y materiales

Este proyecto de investigación contó con la colaboración de profesionales del área estudiada y sus autoras.

Los materiales utilizados en el mismo fueron los siguientes:

- Sonómetro
- Computadoras
- Impresoras
- Calculadoras
- Hojas de Impresión

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Análisis de los factores de riesgos.

Se presenta el análisis realizado con observación técnica y previa entrevista al gerente de planta y jefe de Seguridad y Salud Ocupacional, acerca de los niveles de la exposición a ruido en las áreas de molienda e interior mina de la empresa procesadora de minerales Promine Cía. Ltda.

Se detallan los monitoreos de ruido realizados junto con la valoración de la exposición a ruido, evaluando el nivel de presión sonora en las áreas a investigar.

4.1.2. Valoración de presión sonora.

Medición de la exposición a ruido laboral en las áreas de molienda e interior mina.

Análisis de trabajo

La exposición del nivel de ruido que se determinó en los trabajadores de las áreas de molinos y de mina subterránea de la empresa Promine Cía. Ltda. Sector La López, Cantón Ponce Enríquez

Definición de grupos de exposición al ruido homogéneos

De acuerdo con la información proporcionada por los jefes de área así como de los trabajadores los grupos homogéneos de exposición a ruido son los siguientes:

Tabla N° 2. Grupos homogéneos de exposición a ruido

Puesto de Trabajo		Grupo Homogéneo	Área	Tiempo de Exposición
1	Zaranda 1	3	Molino	8 h
2	Zaranda 2	3	Molino	8 h
3	Zaranda 3	3	Molino	8 h
4	Zaranda 4	3	Molino	8 h
5	Zaranda 5	3	Molino	8 h
6	Zaranda 6	3	Molino	8 h
7	Zaranda 7	3	Molino	8 h
8	Zaranda 8	3	Molino	8 h
9	Molino 1	3	Molino	8 h
10	Molino 2	3	Molino	8 h
11	Molino 3	3	Molino	8 h
12	Molino 4	3	Molino	8 h
13	Molino 5	3	Molino	8 h
14	Molino 6	3	Molino	8 h
15	Molino 7	3	Molino	8 h
16	Molino 8	3	Molino	8 h
17	Barrenador 1	2	Mina	8 h
18	Barrenador 2	2	Mina	8 h
19	Pala mecánica	2	Mina	8 h

Fuente: Autoras 2016

Elaborado por las autoras

Determinación de la jornada nominal

Todos los puestos de trabajo descritos anteriormente realizan la misma secuencia de actividades durante la jornada laboral de 8 horas divididas de la siguiente manera:

Tabla N° 3. Jornada nominal de los trabajadores.

Jornada Nominal de los Trabajadores	
Tarea	Duración (h)
Planificación del trabajo	0,3
Proceso productivo	7,0
Pausas	0,7
Total	8,0
El tiempo empleado en cada tarea se calculó utilizando la media del rango de valores indicado por el trabajador y el líder de área.	

Fuente: Autoras 2016

Elaborado por las autoras

Selección de la estrategia de medición

El estudio se realizó con la aplicación de medición basada en la tarea, ya que se dividió el trabajo en tareas bien definidas con condiciones de ruido claramente definibles durante las cuales se realizaron las mediciones. Tomando en cuenta que este tipo de medición proporciona información sobre las contribuciones de las diferentes tareas a la exposición diaria al ruido permitiendo determinar las prioridades para un programa de control.

Medición basada en la tarea

División de la jornada nominal en tareas

Se dividió la jornada nominal en las tareas de manera que el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A $L_{p,A,eqT}$ sea con probabilidad repetible.

Duración de las tareas

La duración de las tareas se definió mediante diálogo con los trabajadores y jefes de área, completada con la observación y medición de la duración de las tareas, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla N° 4. Duración de las tareas por puesto de trabajo

Duración de las Tareas por Puesto de Trabajo			
Puesto de Trabajo	Tareas	Duración	Total
Zaranda 1	Planificación	0,3	8,0
	Separador de Beta	7,0	
	Pausas	0,7	
Zaranda 2	Planificación	0,3	8,0
	Separador de Beta	7,0	
	Pausas	0,7	
Zaranda 3	Planificación	0,3	8,0
	Separador de Beta	7,0	
	Pausas	0,7	
Zaranda 4	Planificación	0,3	8,0
	Separador de Beta	7,0	

Duración de las Tareas por Puesto de Trabajo			
Puesto de Trabajo	Tareas	Duración	Total
	Pausas	0,7	
Zaranda 5	Planificación	0,3	8,0
	Separador de Beta	7,0	
	Pausas	0,7	
Zaranda 6	Planificación	0,3	8,0
	Separador de Beta	7,0	
	Pausas	0,7	
Zaranda 7	Planificación	0,3	8,0
	Separador de Beta	7,0	
	Pausas	0,7	
Zaranda 8	Planificación	0,3	8,0
	Separador de Beta	7,0	
	Pausas	0,7	
Molino 1	Planificación	0,3	8,0
	Triturador de Beta	7,0	
	Pausas	0,7	
Molino 2	Planificación	0,3	8,0
	Triturador de Beta	7,0	
	Pausas	0,7	
Molino 3	Planificación	0,3	8,0
	Triturador de Beta	7,0	
	Pausas	0,7	
Molino 4	Planificación	0,3	8,0
	Triturador de Beta	7,0	
	Pausas	0,7	
Molino 5	Planificación	0,3	8,0
	Triturador de Beta	7,0	
	Pausas	0,7	
Molino 6	Planificación	0,3	8,0
	Triturador de Beta	7,0	
	Pausas	0,7	
Molino 7	Planificación	0,3	8,0
	Triturador de Beta	7,0	
	Pausas	0,7	
Molino 8	Planificación	0,3	8,0
	Triturador de Beta	7,0	
	Pausas	0,7	

Duración de las Tareas por Puesto de Trabajo			
Puesto de Trabajo	Tareas	Duración	Total
Barrenador 1	Planificación	0,3	8,0
	Perforación de roca	7,0	
	Pausas	0,7	
Barrenador 2	Planificación	0,3	8,0
	Perforación de roca	7,0	
	Pausas	0,7	
Pala Mecánica	Planificación	0,3	8,0
	Maquinista	7,0	
	Pausas	0,7	
El tiempo empleado en cada tarea se calculó utilizando la media del rango de valores indicado por el trabajador y el líder de área.			

Fuente: Autoras 2016

Elaborado por las autoras

Medición del nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A $L_{p,A,eqT,m}$ de las tareas

Se realizó la medición de presión sonora continuo equivalente ponderado A $L_{p,A,eqT,m}$ de cada tarea representativa de la exposición al ruido del trabajador, ya que la duración de cada tarea sobrepasa de 5 minutos el tiempo de medición de cada tarea fue de 5 minutos realizando 3 repeticiones de cada una de las tareas. Así mismo para las tareas en las cuales los niveles medidos tuvieron una diferencia de 3 (dB A) o más se realizó 3 mediciones adicionales de esa tarea.

A continuación se detalla los valores obtenidos en las mediciones en cada puesto de trabajo:

Tabla N° 5. Monitoreo del nivel de ruido en Zaranda 1.

Tarea		Tiempo de Exposición (h)	N°	Leq (dB A) Medido	Puesto de Trabajo
Tarea 1	Planificación del Trabajo	0,3	1	59,80	
			2	58,00	
			3	58,60	
Tarea 2	Separador de Beta	7,0	1	94,68	
			2	94,00	
			3	95,00	
Tarea 3	Pausas	0,7	1	66,98	
			2	66,31	
			3	63,54	

Fuente: Autoras 2016**Elaborado por las autoras****Tabla N° 6. Monitoreo del nivel de ruido en Zaranda 2:**

Tarea		Tiempo de Exposición (h)	N°	Leq (dB A) Medido	Puesto de Trabajo
Tarea 1	Planificación del Trabajo	0,3	1	59,80	
			2	58,00	
			3	58,60	
Tarea 2	Separador de Beta	7,0	1	92,00	
			2	91,10	
			3	91,90	
Tarea 3	Pausas	0,7	1	73,70	
			2	71,80	
			3	73,50	

Fuente: Autoras 2016**Elaborado por las autoras****Tabla N° 7. Monitoreo del nivel de ruido en Zaranda 3:**

Tarea		Tiempo de Exposición (h)	N°	Leq (dB A) Medido	Puesto de Trabajo
Tarea 1	Planificación del trabajo	0,3	1	59,80	
			2	58,00	
			3	58,60	
Tarea 2	Separador de Beta	7,0	1	94,10	
			2	93,90	
			3	93,00	
Tarea 3	Pausas	0,7	1	68,90	
			2	67,30	
			3	67,00	

Fuente: Autoras 2016**Elaborado por las autoras**

Tabla N° 8. Monitoreo del nivel de ruido en Zaranda 4:

Tarea		Tiempo de Exposición (h)	N°	Leq (dB A) Medido	Puesto de Trabajo
Tarea 1	Planificación del Trabajo	0,3	1	59,80	
			2	58,00	
			3	58,60	
Tarea 2	Separador de Beta	7,0	1	88,90	
			2	89,00	
			3	89,10	
Tarea 3	Pausas	0,7	1	68,90	
			2	67,30	
			3	67,00	

Fuente: Autoras 2016

Elaborado por las autoras

Tabla N° 9. Monitoreo del nivel de ruido en Zaranda 5:

Tarea		Tiempo de Exposición (h)	N°	Leq (dB A) Medido	Puesto de Trabajo
Tarea 1	Planificación del Trabajo	0,3	1	59,80	
			2	58,00	
			3	58,60	
Tarea 2	Separador de Beta	7,0	1	91,40	
			2	90,00	
			3	91,00	
Tarea 3	Pausas	0,7	1	68,90	
			2	67,30	
			3	67,00	

Fuente: Autoras 2016

Elaborado por las autoras

Tabla N° 10. Monitoreo del nivel de ruido en Zaranda 6:

Tarea		Tiempo de Exposición (h)	N°	Leq (dB A) Medido	Puesto de Trabajo
Tarea 1	Planificación del Trabajo	0,3	1	59,80	
			2	58,00	
			3	58,60	
Tarea 2	Separador de Beta	7,0	1	95,00	
			2	94,10	
			3	95,20	
Tarea 3	Pausas	0,7	1	68,90	
			2	67,30	
			3	67,00	

Fuente: Autoras 2016

Elaborado por las autoras

Tabla N° 11. Monitoreo del nivel de ruido en Zaranda 7:

Tarea		Tiempo de Exposición (h)	N°	Leq (dB A) Medido	Puesto de Trabajo
Tarea 1	Planificación del Trabajo	0,3	1	59,80	
			2	58,00	
			3	58,60	
Tarea 2	Separador de Beta	7,0	1	96,00	
			2	95,10	
			3	94,60	
Tarea 3	Pausas	0,7	1	68,90	
			2	67,30	
			3	67,00	

Fuente: Autoras 2016

Elaborado por las autoras

Tabla N° 12. Monitoreo del nivel de ruido en Zaranda 8:

Tarea		Tiempo de Exposición (h)	N°	Leq (dB A) Medido	Puesto de Trabajo
Tarea 1	Planificación del Trabajo	0,3	1	59,80	
			2	58,00	
			3	58,60	
Tarea 2	Separador de Beta	7,0	1	89,00	
			2	90,00	
			3	89,40	
Tarea 3	Pausas	0,7	1	68,90	
			2	67,30	
			3	67,00	

Fuente: Autoras 2016

Elaborado por las autoras

Tabla N° 13. Monitoreo del nivel de ruido en Molino 1:

Tarea		Tiempo de Exposición (h)	N°	Leq (dB A) Medido	Puesto de Trabajo
Tarea 1	Planificación del Trabajo	0,3	1	59,80	
			2	58,00	
			3	58,60	
Tarea 2	Triturador de Beta	7,0	1	87,00	
			2	88,00	
			3	88,60	
Tarea 3	Pausas	0,7	1	68,90	
			2	67,30	
			3	67,00	

Fuente: Autoras 2016

Elaborado por las autoras

Tabla N° 14. Monitoreo del nivel de ruido en Molino 2:

Tarea		Tiempo de Exposición (h)	N°	Leq (dB A) Medido	Puesto de Trabajo
Tarea 1	Planificación del Trabajo	0,3	1	59,80	
			2	58,00	
			3	58,60	
Tarea 2	Triturador de Beta	7,0	1	89,10	
			2	89,00	
			3	90,50	
Tarea 3	Pausas	0,7	1	68,90	
			2	67,30	
			3	67,00	

Fuente: Autoras 2016

Elaborado por las autoras

Tabla N° 15. Monitoreo del nivel de ruido en Molino 3:

Tarea		Tiempo de Exposición (h)	N°	Leq (dB A) Medido	Puesto de Trabajo
Tarea 1	Planificación del Trabajo	0,3	1	59,80	
			2	58,00	
			3	58,60	
Tarea 2	Triturador de Beta	7,0	1	92,00	
			2	93,20	
			3	93,00	
Tarea 3	Pausas	0,7	1	68,90	
			2	67,30	
			3	67,00	

Fuente: Autoras 2016

Elaborado por las autoras

Tabla N° 16. Monitoreo del nivel de ruido en Molino 4:

Tarea		Tiempo de Exposición (h)	N°	Leq (dB A) Medido	Puesto de Trabajo
Tarea 1	Planificación del Trabajo	0,3	1	59,80	
			2	58,00	
			3	58,60	
Tarea 2	Triturador de Beta	7,0	1	97,00	
			2	96,90	
			3	95,60	
Tarea 3	Pausas	0,7	1	68,90	
			2	67,30	
			3	67,00	

Fuente: Autoras 2016

Elaborado por las autoras

Tabla N° 17. Monitoreo del nivel de ruido en Molino 5:

Tarea		Tiempo de Exposición (h)	N°	Leq (dB A) Medido	Puesto de Trabajo
Tarea 1	Planificación del Trabajo	0,3	1	59,80	
			2	58,00	
			3	58,60	
Tarea 2	Triturador de Beta	7,0	1	95,00	
			2	96,00	
			3	95,10	
Tarea 3	Pausas	0,7	1	68,90	
			2	67,30	
			3	67,00	

Fuente: Autoras 2016

Elaborado por las autoras

Tabla N° 18. Monitoreo del nivel de ruido en Molino 6:

Tarea		Tiempo de Exposición (h)	N°	Leq (dB A) Medido	Puesto de Trabajo
Tarea 1	Planificación del Trabajo	0,3	1	59,80	
			2	58,00	
			3	58,60	
Tarea 2	Triturador de Beta	7,0	1	88,10	
			2	89,00	
			3	88,00	
Tarea 3	Pausas	0,7	1	68,90	
			2	67,30	
			3	67,00	

Fuente: Autoras 2016

Elaborado por las autoras

Tabla N° 19. Monitoreo del nivel de ruido en Molino 7:

Tarea		Tiempo de Exposición (h)	N°	Leq (dB A) Medido	Puesto de Trabajo
Tarea 1	Planificación del Trabajo	0,3	1	59,80	
			2	58,00	
			3	58,60	
Tarea 2	Triturador de Beta	7,0	1	87,00	
			2	88,00	
			3	86,80	
Tarea 3	Pausas	0,7	1	68,90	
			2	67,30	
			3	67,00	

Fuente: Autoras 2016

Elaborado por las autoras

Tabla N° 20. Monitoreo del nivel de ruido en Molino 8:

Tarea		Tiempo de Exposición (h)	N°	Leq (dB A) Medido	Puesto de Trabajo
Tarea 1	Planificación del Trabajo	0,3	1	59,80	
			2	58,00	
			3	58,60	
Tarea 2	Triturador de Beta	7,0	1	84,70	
			2	84,00	
			3	85,00	
Tarea 3	Pausas	0,7	1	68,90	
			2	67,30	
			3	67,00	

Fuente: Autoras 2016

Elaborado por las autoras

Tabla N° 21. Monitoreo del nivel de ruido en Barreno 1:

Tarea		Tiempo de Exposición (h)	N°	Leq (dB A) Medido	Puesto de Trabajo
Tarea 1	Planificación del Trabajo	0,3	1	59,80	
			2	58,00	
			3	58,60	
Tarea 2	Perforación de Roca	7,0	1	108,00	
			2	107,80	
			3	108,10	
Tarea 3	Pausas	0,7	1	68,90	
			2	67,30	
			3	67,00	

Fuente: Autoras 2016

Elaborado por las autoras

Tabla N° 22. Monitoreo del nivel de ruido en Barreno 2:

Tarea		Tiempo de Exposición (h)	N°	Leq (dB A) Medido	Puesto de Trabajo
Tarea 1	Planificación del Trabajo	0,3	1	59,80	
			2	58,00	
			3	58,60	
Tarea 2	Perforación de Roca	7,0	1	108,40	
			2	108,10	
			3	107,00	
Tarea 3	Pausas	0,7	1	68,90	
			2	67,30	
			3	67,00	

Fuente: Autoras 2016

Elaborado por las autoras

Tabla N° 23. Monitoreo del nivel de ruido en Pala Mecánica

Tarea		Tiempo de Exposición (h)	N°	Leq (dB A) Medido	Puesto de Trabajo
Tarea 1	Planificación del Trabajo	0,3	1	59,80	
			2	58,00	
			3	58,60	
Tarea 2	Maquinista	7,0	1	122,00	
			2	121,10	
			3	121,80	
Tarea 3	Pausas	0,7	1	68,90	
			2	67,30	
			3	67,00	

Fuente: Autoras 2016**Elaborado por las autoras****Cálculo de la contribución de cada tarea al nivel de exposición al ruido diario**

Este cálculo se realizó para determinar la contribución relativa de cada tarea al nivel de exposición al ruido diario. Ya que tanto los niveles de ruido equivalentes como la duración de la tarea en la planificación y pausas del trabajo no varían en cada puesto de trabajo estas se muestran a continuación:

Tabla N° 24. Cálculo de la contribución de la planificación y pausas de trabajo al nivel de exposición al ruido diario

Contribución de cada tarea al nivel de exposición al ruido diario			
Tarea	Leq (dB A) Medido	$L_{p,Aeq,T}$	$L_{EX,8h,m}$
Planificación del Trabajo	59,80	58,80	44,50
	58,00		
	58,60		
Pausas del Trabajo	68,90	67,70	57,10
	67,30		
	67,00		

Fuente: Autoras 2016**Elaborado por las autoras**

Tabla N° 25. Cálculo de la contribución del proceso productivo al nivel de exposición al ruido diario

Contribución de cada tarea al nivel de exposición al ruido diario			
Puesto / Tarea	Leq (dB A) Medido	L _{p,Aeq,T}	L _{EX,8h,m}
Zaranda 1	94,68	94,60	94,00
	94,00		
	95,00		
Zaranda 2	92,00	91,70	91,10
	91,10		
	91,90		
Zaranda 3	94,10	93,70	93,10
	93,90		
	93,00		
Zaranda 4	88,90	89,00	88,40
	89,00		
	89,10		
Zaranda 5	91,40	90,80	90,20
	90,00		
	91,00		
Zaranda 6	95,00	94,80	94,20
	94,10		
	95,20		
Zaranda 7	96,00	95,20	94,60
	95,10		
	94,60		
Zaranda 8	89,00	89,50	88,90
	90,00		
	89,40		
Molino 1	87,00	87,90	87,30
	88,00		
	88,60		
Molino 2	89,10	89,50	98,40
	89,00		
	90,50		
Molino 3	92,00	92,70	92,10
	93,20		
	93,00		
Molino 4	97,00	95,30	94,70
	96,90		

Contribución de cada tarea al nivel de exposición al ruido diario			
Puesto / Tarea	Leq (dB A) Medido	L _{p,Aeq,T}	L _{EX,8h,m}
	95,60		
Molino 5	95,00	95,40	94,80
	96,00		
	95,10		
Molino 6	88,10	88,40	87,80
	89,00		
	88,00		
Molino 7	87,00	87,30	86,70
	88,00		
	86,80		
Molino 8	84,70	84,60	84,00
	84,00		
	85,00		
Barrenador 1	108,00	108,00	107,40
	107,80		
	108,10		
Barrenador 2	108,40	107,80	107,20
	108,10		
	107,00		
Pala Mecánica	122,00	121,60	121,00
	121,10		
	121,80		

Fuente: Autoras 2016
Elaborado por las autoras

Determinación del nivel de exposición al ruido diario

Se determinó a continuación el nivel de exposición al ruido ponderado a cada puesto de trabajo.

Tabla N° 26. Cálculo de la contribución de cada tarea al nivel de exposición al ruido diario

Puesto / Tarea	L _{p,Aeq,T}	L _{EX,8h,m}	L _{EX,8h}
Zaranda 1	58,80	44,50	94,00
	94,60	94,00	
	67,70	57,10	
Zaranda 2	58,80	44,50	91,10
	91,70	91,10	
	67,70	57,10	

Puesto / Tarea	L _{p,Aeq,T}	L _{EX,8h,m}	L _{EX,8h}
Zaranda 3	58,80	44,50	93,10
	93,70	93,10	
	67,70	57,10	
Zaranda 4	58,80	44,50	88,40
	89,00	88,40	
	67,70	57,10	
Zaranda 5	58,80	44,50	90,20
	90,80	90,20	
	67,70	57,10	
Zaranda 6	58,80	44,50	94,20
	94,80	94,20	
	67,70	57,10	
Zaranda 7	58,80	44,50	94,60
	95,20	94,60	
	67,70	57,10	
Zaranda 8	58,80	44,50	88,90
	89,50	88,90	
	67,70	57,10	
Molino 1	58,80	44,50	87,30
	87,90	87,30	
	67,70	57,10	
Molino 2	58,80	44,50	98,40
	89,50	98,40	
	67,70	57,10	
Molino 3	58,80	44,50	92,10
	92,70	92,10	
	67,70	57,10	
Molino 4	58,80	44,50	94,70
	95,30	94,70	
	67,70	57,10	
Molino 5	58,80	44,50	94,80
	95,40	94,80	
	67,70	57,10	
Molino 6	58,80	44,50	87,80
	88,40	87,80	
	67,70	57,10	
Molino 7	58,80	44,50	86,70
	87,30	86,70	

Puesto / Tarea	$L_{p,Aeq,T}$	$L_{EX,8h,m}$	$L_{EX,8h}$
	67,70	57,10	
Molino 8	58,80	44,50	84,00
	84,60	84,00	
	67,70	57,10	
Barrenador 1	58,80	44,50	107,40
	108,00	107,40	
	67,70	57,10	
Barrenador 2	58,80	44,50	107,20
	107,80	107,20	
	67,70	57,10	
Pala Mecánica	58,80	44,50	121,00
	121,60	121,00	
	67,70	57,10	

Fuente: Autoras 2016
Elaborado por las autoras

Cálculo de incertidumbre

La incertidumbre típica debido al muestreo del nivel de ruido se calcula a través de la fórmula:

$$\mu_{1a,m} = \sqrt{\frac{1}{I(I-1)} \left[\sum_{i=1}^I (L_{p,A,eqT,mi} - \bar{L}_{p,A,eqT,m})^2 \right]}$$

La desviación típica debido al instrumento de acuerdo con la siguiente tabla es: 1,5.

Tabla N° 27. Desviación típica debido al instrumento.

Tipo de Instrumento	Desviación típica u_2 (o $u_{2,m}$) dB
Sonómetro clase 1, según se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002	0,7
Exposímetro sonoro personal, según se especifica en la Norma IEC 61252	1,5
Sonómetro clase 2, según se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002	1,5

Fuente: Norma UNE – ISO 9612:2009
Elaborado por las autoras

La incertidumbre típica u_3 , debido a la posición del micrófono es de 1,0 dB.

El Coeficiente de sensibilidad asociado a la Incertidumbre debido a muestreo del nivel de ruido se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\frac{T_m}{T_0} 10^{0,1x(\bar{L}_{p,A,eqT,m} - L_{EX,8h})}$$

La incertidumbre típica combinada se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\mu^2(L_{EX,8h}) = \left(\sum_{m=1}^M [c_{1a,m}^2(\mu_{1a,m}^2 + \mu_{2,m}^2 + \mu_{3,m}^2) + (c_{1b,m}\mu_{1b,m})^2] \right)$$

La incertidumbre expandida se calcula con la siguiente fórmula: $U(L_{EX,8}) = 1,65x\mu$

Tabla N° 28. Cálculo de la incertidumbre expandida.

Puesto de Trabajo		Incertidumbre típica debido al muestreo del nivel de ruido	Desviación típica debido al instrumento	Desviación típica debida a la posición del micrófono	Coeficiente de sensibilidad asociado a la Incertidumbre debido a muestreo del nivel de ruido	Incertidumbre típica combinada	Incertidumbre expandida
1	Zaranda 1	0,30	1,5	1,0	1,00	3,37	3,03
2	Zaranda 2	0,29	1,5	1,0	1,00	3,36	3,02
3	Zaranda 3	0,34	1,5	1,0	1,00	3,41	3,05
4	Zaranda 4	0,06	1,5	1,0	1,00	3,25	2,98
5	Zaranda 5	0,42	1,5	1,0	1,00	3,49	3,08
6	Zaranda 6	0,34	1,5	1,0	1,00	3,41	3,05
7	Zaranda 7	0,41	1,5	1,0	1,00	3,48	3,08
8	Zaranda 8	0,29	1,5	1,0	1,00	3,37	3,03
9	Molino 1	0,47	1,5	1,0	1,00	3,55	3,11
10	Molino 2	0,48	1,5	1,0	1,00	3,57	3,12
11	Molino 3	0,37	1,5	1,0	1,00	3,4	3,06
12	Molino 4	0,96	1,5	1,0	1,00	4,51	3,50

Puesto de Trabajo		Incertidumbre típica debido al muestreo o del nivel de ruido	Desviación típica debido al instrumento	Desviación típica debida a la posición del micrófono	Coeficiente de sensibilidad asociado a la Incertidumbre debido a muestreo del nivel de ruido	Incertidumbre típica combinada	Incertidumbre expandida
13	Molino 5	0,32	1,5	1,0	1,00	3,2	2,97
14	Molino 6	0,32	1,5	1,0	1,00	3,39	3,04
15	Molino 7	0,37	1,5	1,0	1,00	3,44	3,06
16	Molino 8	0,30	1,5	1,0	1,00	3,37	3,03
17	Barreno 1	0,09	1,5	1,0	1,00	3,26	2,98
18	Barreno 2	0,43	1,5	1,0	1,00	3,50	3,09
19	Pala Mecánica	0,27	1,5	1,0	1,00	3,35	3,02

Fuente: Autoras 2016

Elaborado por las autoras

Determinación del nivel de exposición al ruido diario

Se determinó a continuación el nivel de exposición al ruido ponderado a cada puesto de trabajo, adicionalmente para complementar el análisis se realizó el cálculo de la dosis junto con el análisis de nivel de riesgo basado en la siguiente tabla:

Tabla 29. Nivel de riesgo en función de la dosis de ruido

Dosis proyectada	Nivel de riesgo
$D < 50 \%$	Riesgo Bajo
$50 \% \leq D \leq 100 \%$	Riesgo medio, nivel de acción
$D \geq 100 \%$	Riesgo alto, nivel de control

Fuente: Norma UNE – ISO 9612:2009

Elaborado por las autoras

En este punto del estudio es imprescindible recordar el concepto de tasa de intercambio que es la variación de la presión sonora en decibelios que supone una duplicación o reducción al doble o la mitad, respectivamente, del tiempo máximo de exposición.

Tabla N° 30. Valores límite, para un nivel de criterio Lce 85 dB A y una tasa de intercambio Q de 3 dB

Nivel Sonoro (dB A)	Tiempo de exposición (h)
85	8
88	4
91	2
94	1
97	0,5
100	0,25

Fuente: Decreto ejecutivo 2393

Elaborado por las autoras

Es decir si el límite está en 85 dB y una persona se encuentra expuesta constantemente a un nivel de presión sonora de 85 dB durante ocho horas, el resultado es un 100% de la dosis de ruido. Un nivel constante de 88 dB da como resultado un 200% de la dosis de ruido de acuerdo a la norma ISO, la misma que usa una media basada en la energía para el cálculo de la dosis de ruido, lo que significa que para un incremento de 3 dB por encima del límite, estamos duplicando la dosis de ruido. Diferente es la tasa de intercambio definida en las normas OSHA e incluso en el Decreto ejecutivo 2393, que es de 5 dB (lo que significa que el nivel debe alcanzar los 90 dB para doblar la dosis de ruido).

Tabla N° 31. Nivel de riesgo en función de la dosis de ruido por puesto de trabajo.

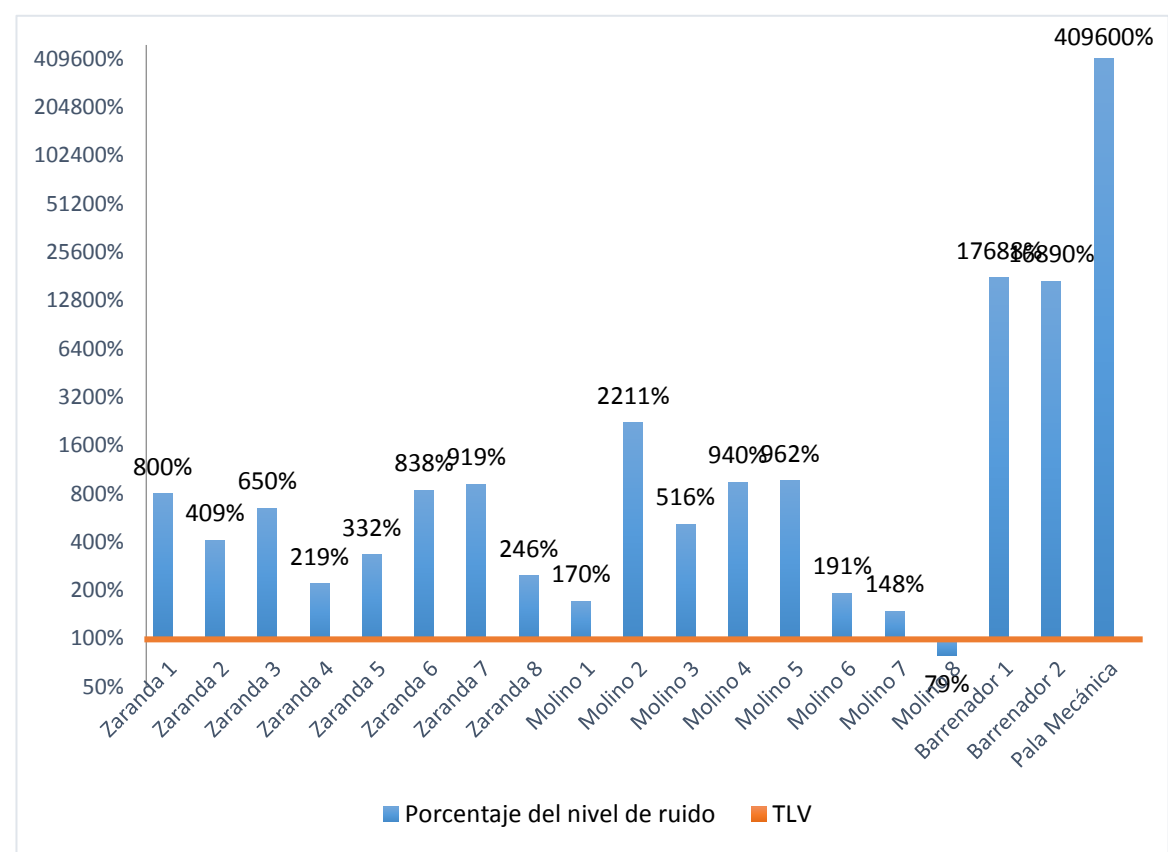
Nivel de Riesgo			
Puesto / Tarea	L _{EX,8h}	Dosis	Nivel de Riesgo
Zaranda 1	94,00	800%	RIESGO CRÍTICO NIVEL DE CONTROL
	91,10	409%	

Nivel de Riesgo			
Puesto / Tarea	LEX,8h	Dosis	Nivel de Riesgo
Zaranda 2			RIESGO CRÍTICO NIVEL DE CONTROL
Zaranda 3	93,10	650%	RIESGO CRÍTICO NIVEL DE CONTROL
Zaranda 4	88,40	219%	RIESGO CRÍTICO NIVEL DE CONTROL
Zaranda 5	90,20	332%	RIESGO CRÍTICO NIVEL DE CONTROL
Zaranda 6	94,20	838%	RIESGO CRÍTICO NIVEL DE CONTROL
Zaranda 7	94,60	919%	RIESGO CRÍTICO NIVEL DE CONTROL
Zaranda 8	88,90	246%	RIESGO CRÍTICO NIVEL DE CONTROL
Molino 1	87,30	170%	RIESGO CRÍTICO NIVEL DE CONTROL
Molino 2	98,40	2211%	RIESGO CRÍTICO NIVEL DE CONTROL
Molino 3	92,10	516%	RIESGO CRÍTICO NIVEL DE CONTROL
Molino 4	94,70	940%	RIESGO CRÍTICO NIVEL DE CONTROL

Nivel de Riesgo			
Puesto / Tarea	LEX,8h	Dosis	Nivel de Riesgo
Molino 5	94,80	962%	RIESGO CRÍTICO NIVEL DE CONTROL
Molino 6	87,80	191%	RIESGO CRÍTICO NIVEL DE CONTROL
Molino 7	86,70	148%	RIESGO CRÍTICO NIVEL DE CONTROL
Molino 8	84,00	79%	RIESGO MEDIO NIVEL DE ACCIÓN
Barrenador 1	107,40	17688%	RIESGO CRÍTICO NIVEL DE CONTROL
Barrenador 2	107,20	16890%	RIESGO CRÍTICO NIVEL DE CONTROL
Pala Mecánica	121,00	409600%	RIESGO CRÍTICO NIVEL DE CONTROL

Fuente: Autoras 2016
Elaborado por las autoras

Gráfico 1. Nivel de riesgo en las áreas evaluadas

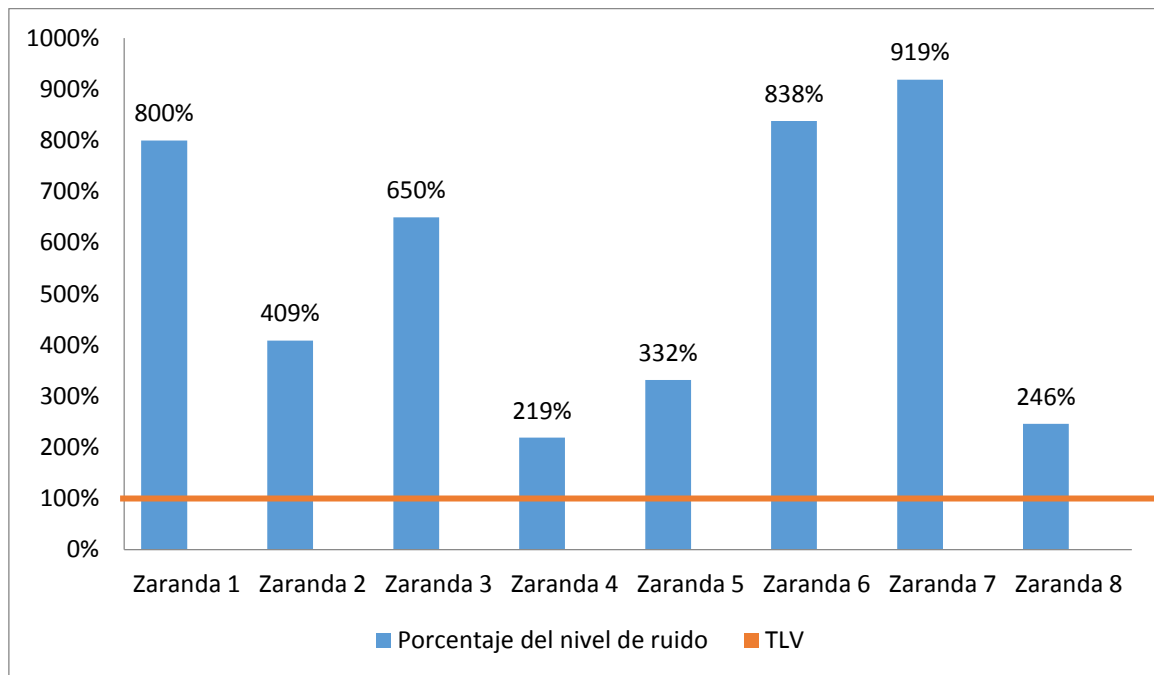


Fuente: Autoras 2016
Elaborado por las autoras

Análisis:

En la exposición a ruido por puesto de trabajo de todas las áreas evaluadas, el área con mayor nivel de contaminación sonora es en interior mina, específicamente en la pala mecánica; y la de menor porcentaje de nivel sonoro es en el área de molienda concretamente en el molino 8.

Gráfico 2. Nivel de riesgo en las Zarandas

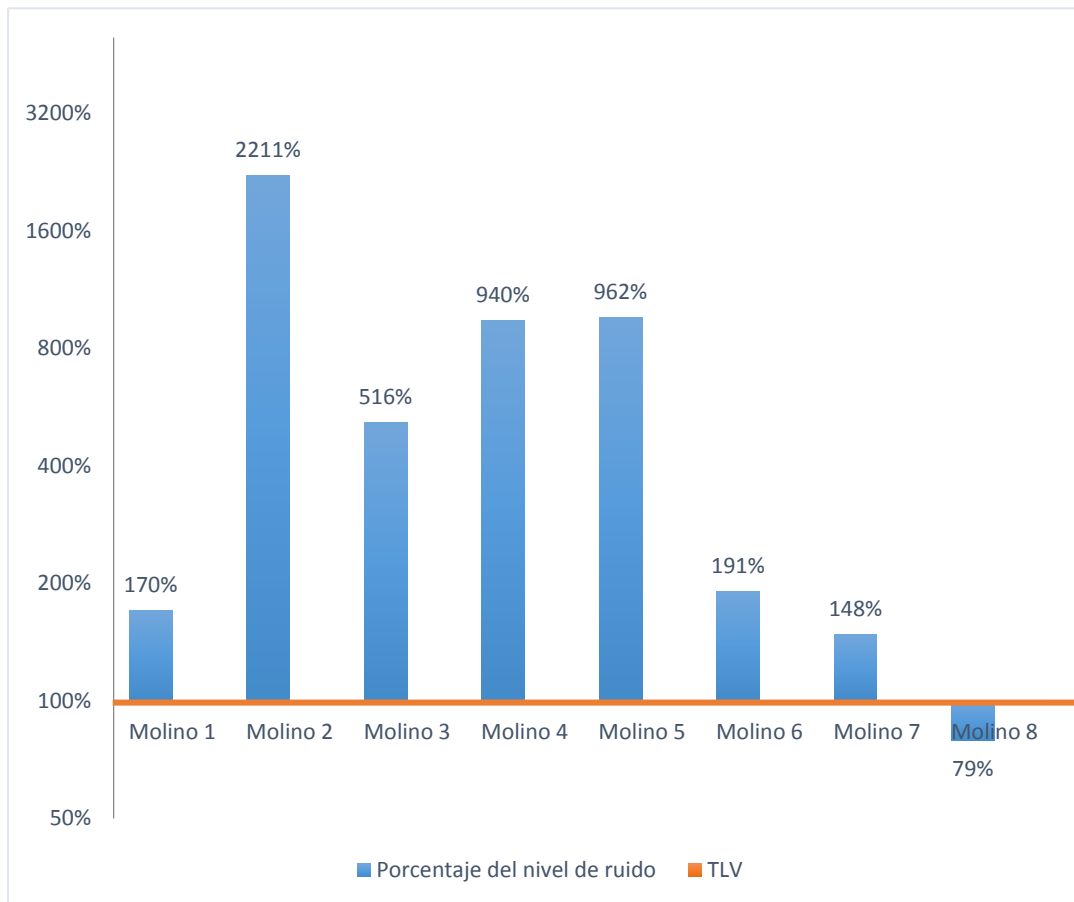


Fuente: Autoras 2016
Elaborado por las autoras

Análisis:

En la exposición a ruido en la actividad de las Zarandas se obtiene un nivel de presión sonora elevado en el número 7 obteniendo un 919% de nivel de riesgo.

Gráfico 3. Nivel de riesgo en los Molinos

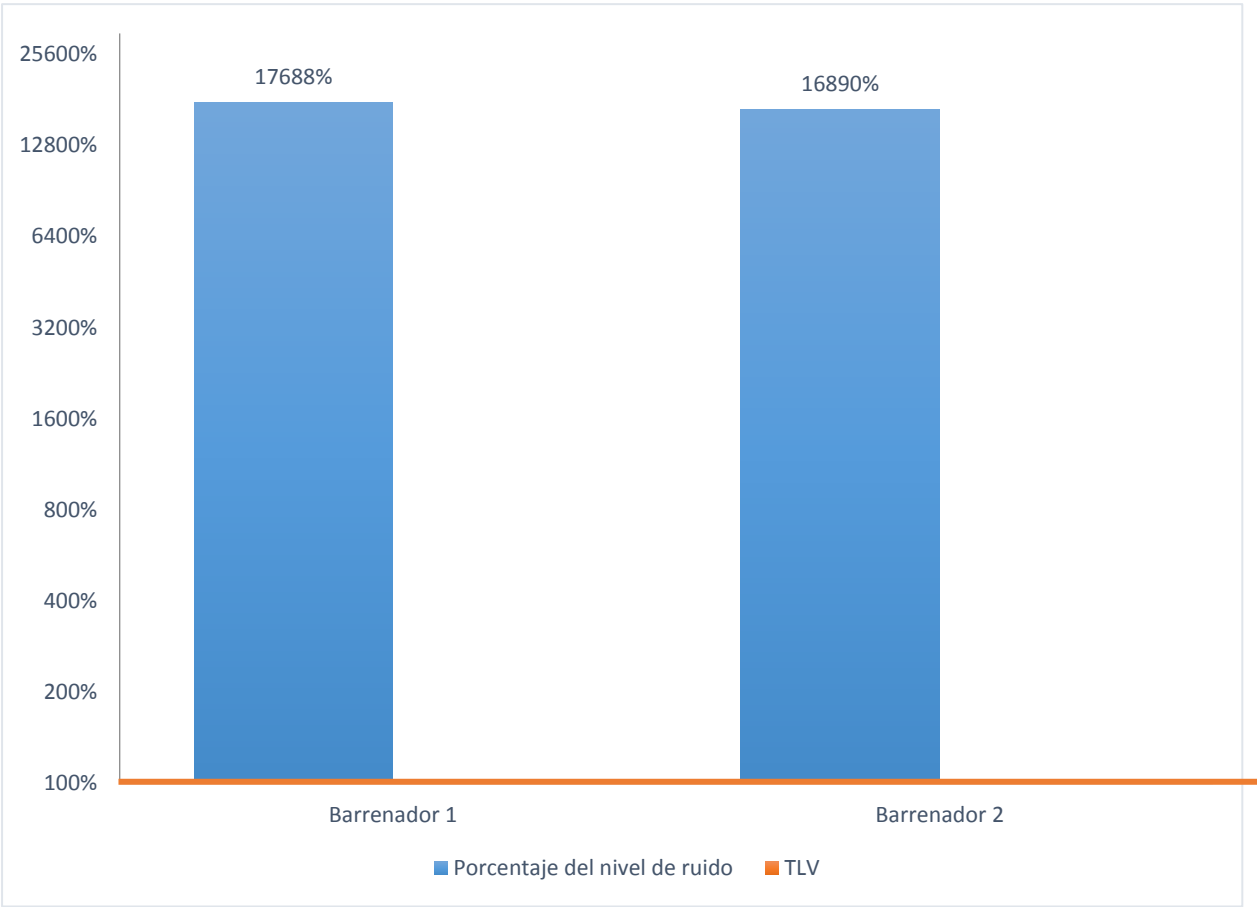


Fuente: Autoras 2016
Elaborado por las autoras

Análisis:

En la exposición a ruido en la actividad de los molinos, se obtiene un nivel de presión sonora elevado en el molino número 2 obteniendo un 2211% de nivel de riesgo, y con un nivel bajo del 79% en el numero 8 cabe recalcar que este molino se encuentra en un TLV (Limite Permissible).

Gráfico 4. Nivel de riesgo en los barrenadores

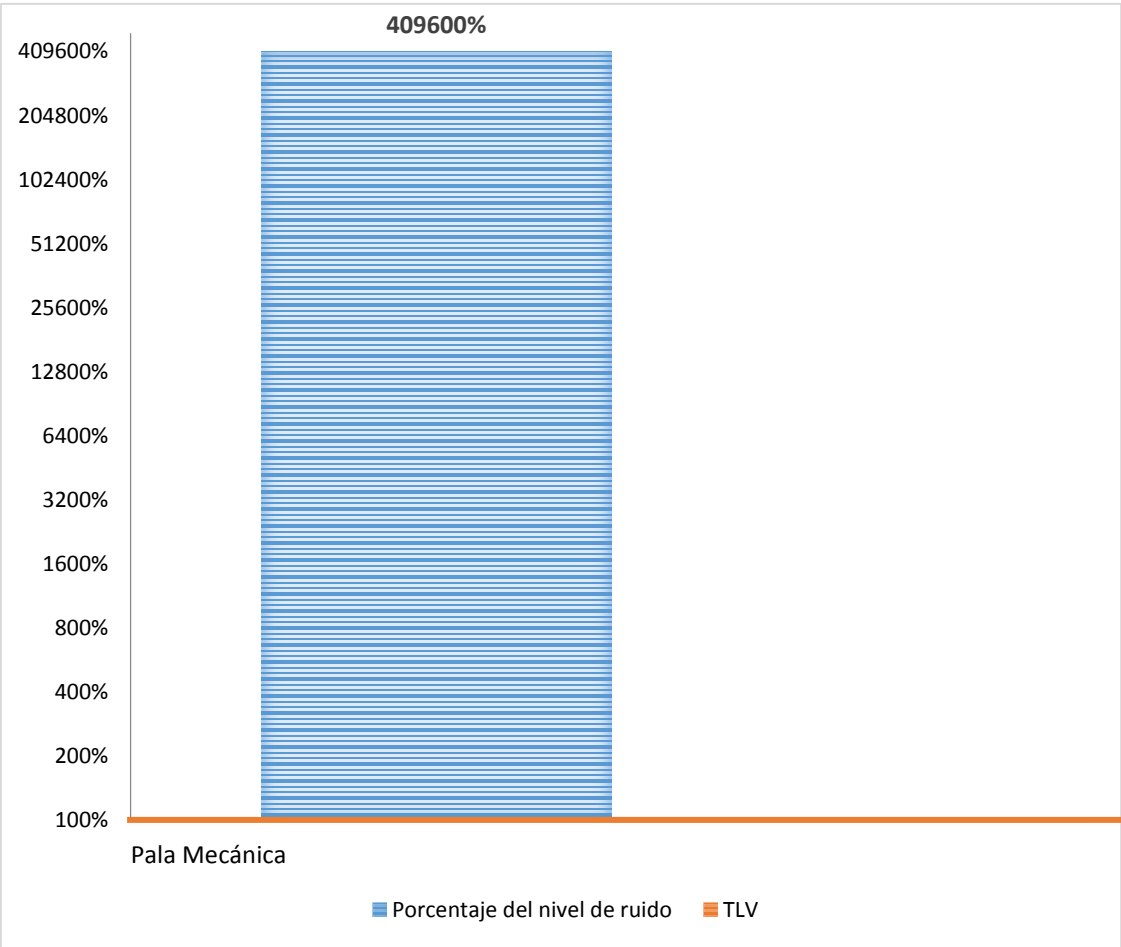


Fuente: Autoras 2016
Elaborado por las autoras

Análisis:

En la exposición a ruido en el área de interior mina, en la actividad de los barrenadores, se obtiene un nivel de presión sonora elevado que sobrepasa el Limite Permisible con un nivel de riesgo de más del 17688%.

Gráfico 5. Nivel de riesgo en la pala mecánica



Fuente: Autoras 2016
Elaborado por las autoras

Análisis:

En la exposición a ruido en la actividad de la pala mecánica se obtiene un nivel de presión sonora elevado, con un 409600% de nivel de riesgo, en toda la evaluación esta es la actividad con mayor porcentaje de peligro.

4.1.3. Propuesta del programa de gestión técnica o de organización.

Identificación de las fuentes de ruido.

Esta fase se lleva a cabo en dos etapas:

1. Localización de las fuentes de ruido en cada uno de los puestos problemáticos identificados previamente. Normalmente los propios trabajadores podrán indicar cuáles son esas fuentes y bastará con realizar mediciones simples en sus proximidades para confirmar dichas indicaciones.
2. Determinación del nivel de presión acústica (L_p) emitido por las fuentes localizadas. Si las mediciones se efectúan mientras el taller está en funcionamiento, los resultados pueden verse sesgados por la contribución del ruido proveniente de otras fuentes. Idealmente la medición debería realizarse cuando todas las fuentes, con excepción de las que interesa medir, están en situación de parada y, aproximadamente, a un metro de la fuente en dirección al punto de recepción del ruido. Si no es posible detener la actividad de molienda, trituración y perforación.

Identificación de las fuentes preponderantes que afectan a cada trabajador

El objetivo de esta fase consiste en identificar la interacción entre un trabajador y cada una de las fuentes que le afectan por separado. De esta forma es posible ordenar las fuentes en función de su contribución a la exposición del trabajador y detectar las fuentes preponderantes, cuyo tratamiento debería ser prioritario.

Para llevar a cabo la ordenación de las fuentes se puede simplificar la situación existente formando parejas “fuente-receptor”. Las mediciones se pueden realizar siguiendo uno de estos procedimientos:

- a) Medir el nivel de exposición del trabajador cuando sólo está en funcionamiento la fuente que se desea evaluar y repetir esta medición para las diferentes fuentes que afectan al trabajador (para las diferentes parejas “fuente-receptor”).

- b) Detener una por una las posibles fuentes de exposición, empezando por las preponderantes, y comprobar en cada caso si la disminución del nivel en el puesto de trabajo es significativa. Se considera que el tratamiento de la máquina o de las máquinas paradas puede ser eficaz cuando la disminución acumulada del nivel llega a ser significativa (del orden de 8 dBA).

Decisión sobre las acciones a emprender.

Una vez que se ha establecido el orden en el que es necesario actuar sobre los riesgos detectados (en función de la magnitud de esos riesgos y del número de trabajadores expuestos a los mismos), es necesario determinar qué actuación o actuaciones concretas son las más adecuadas para reducir cada uno de esos riesgos. En general, se priorizará la adopción de medidas de carácter técnico frente a las de tipo organizativo. A continuación se describen las principales actuaciones relacionadas con cada tipo de medida.

- **Reducción técnica del ruido**

Los controles de tipo técnico modifican el equipo o el área de trabajo para hacerlos más silenciosos. Incluyen cualquier procedimiento técnico que reduzca el nivel de sonido, y se pueden dividir en acciones en la fuente y acciones en la transmisión o propagación del ruido.

- a) Acciones en la fuente**

Las principales medidas en la fuente consisten en la adaptación de equipos o procesos de trabajo para hacerlos más silenciosos, esto se consigue mediante el mantenimiento preventivo en periodos considerados de acuerdo a cada máquina expuesta. Su aplicación requiere un diagnóstico preciso del mecanismo generador de ruido y del modo de radiación. A partir de este diagnóstico, las acciones consisten en la modificación de este mecanismo para disminuir la exaltación acústica o la radiación acústica inducida por esta excitación. Estas medidas son más eficaces que las que actúan sobre el camino de transmisión del ruido entre la fuente y los trabajadores, por lo que se deberían considerar como prioritarias siempre que sea posible.

b) Acciones en la transmisión o propagación del ruido

En este caso la solución más adecuada dependerá de si la propagación se produce por vía estructural o aérea. Cuando la parte de la recepción estructural es significativa (por ejemplo, superior o igual al nivel global de recepción aérea), la solución más eficaz acostumbra a ser el aislamiento de las vibraciones para limitar su transmisión.

Por otro lado, las principales acciones para luchar contra la propagación por vía aérea son las siguientes:

- ✓ Tratamiento del local para mejorar su absorción acústica.
- ✓ Aislamiento respecto de los ruidos aéreos mediante barreras o mediante el encerramiento de la fuente.
- ✓ Instalación de pantallas.
- ✓ Aislamiento del personal.

La propagación del ruido por vía aérea suele ser la preponderante, por lo que las acciones contra dicha propagación son las más aplicadas en la actualidad. No obstante, su eficacia no está siempre garantizada y depende en gran medida del contexto del problema, por lo que antes de ponerlas en práctica es necesario un análisis preciso de cada situación concreta.

Normalmente, las acciones correctoras sobre la fuente son aconsejables cuando existe un ruido de frecuencias puras, ya que este tipo de problema suele estar relacionado con el propio funcionamiento de la máquina, o cuando la fuente está en mal estado. En cambio, si las fuentes están dispersas o son numerosas son preferibles las acciones que inciden sobre la transmisión aérea del ruido, ya que éstas pueden solucionar el problema de forma global, sin necesidad de intervenir en cada una de las fuentes por separado.

El conjunto de posibles soluciones técnicas a aplicar puede ser muy extenso. Además, suele ser complicado estimar la efectividad de cada una de esas soluciones antes de su implementación, ya que existen muchos factores que pueden modificar dicha efectividad, como el tipo de ruido, los materiales del local o la correcta aplicación de la medida por parte de los trabajadores.

Como norma general, en la elección de las medidas se deberían tener en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ Los factores determinados en la fase de diagnóstico previo, es decir, la existencia de una fuente preponderante, el número y localización de las fuentes y de los receptores, y las características acústicas del local.
- ✓ La distribución frecuencial del problema y la posible dominación de frecuencias puras, que se pueden determinar mediante una medición en bandas de octava o de un tercio de octava en el punto de recepción.
- ✓ Las características temporales del ruido en cuestión, en concreto la existencia de impulsos, que suelen ser fácilmente distinguibles por el oído en forma de ruidos breves e intensos y repetidos (molienda, barrenado, etc.). En caso de duda, se puede realizar un análisis temporal de la señal sonora para evidenciar ese carácter impulsivo.

A menudo, se utilizan softwares de simulación acústica para evaluar, mediante cálculos teóricos, el impacto que tendría la aplicación de cada solución o combinación de soluciones sin tener que hacer ensayos sobre un local real. Estos simuladores permiten detectar la solución óptima teniendo en cuenta los medios invertidos y la ganancia previsible.

Reducción del ruido mediante la organización del trabajo.

Las medidas de tipo técnico se consideran como prioritarias para controlar los riesgos, pero en caso de que no sea posible cumplir con la legislación aplicable utilizando sólo medidas técnicas de control del ruido, se pueden utilizar también medidas de tipo administrativo u organizacional. Estas medidas reducen el nivel de exposición de las personas mediante la ordenación del trabajo e incluyen acciones principalmente destinadas a reducir el tiempo de exposición, como las siguientes:

- ✓ Proporcionar áreas de descanso silenciosas para utilizar en las pausas establecidas durante el trabajo.
- ✓ Desconectar los equipos ruidosos en los momentos en que no se utilicen.
- ✓ Ordenar el tiempo de trabajo del personal expuesto. Por ejemplo, rotar a los empleados en los puestos de trabajo ruidosos para evitar que su nivel diario de exposición al ruido sea excesivo.

- ✓ Organizar los horarios de forma que las tareas ruidosas se hagan cuando haya el mínimo posible de trabajadores presentes.
- ✓ Avisar previamente a las personas cuando se va a llevar a cabo un trabajo ruidoso para que puedan limitar su exposición.

La reducción del tiempo de exposición no conllevará nunca una ganancia elevada (reducción neta del nivel), puesto que el nivel sonoro equivalente sólo disminuye en 3 dB cada vez que el tiempo de exposición se divide por dos. Por lo tanto, esta medida deberá asociarse a otras para que la mejora sea apreciable.

Medidas de prevención y protección complementarias a las establecidas en el programa

La implantación de un programa de gestión técnica o de organización, implica que en una evaluación previa se han detectado niveles de ruido que es necesario disminuir. A parte de las medidas propias del programa, destinadas a corregir una situación existente, existen otro tipo de medidas que se deberían aplicar antes del inicio de la actividad o ante cualquier cambio o modificación significativa del lugar de trabajo o los equipos de trabajo. Se trata de las acciones en la concepción, entre las que destacan las siguientes:

- a) Diseño del lugar de trabajo para reducir la exposición al ruido, teniendo en cuenta:
 - ✓ Disposición de los locales y de los puestos de trabajo
 - ✓ Características acústicas del local
 - ✓ Estructura de la planta (suelos, fundamentos y elementos portantes)
- b) Compra y sustitución de equipos en base a una política de compras que tenga en cuenta el nivel de ruido emitido por la maquinaria.

Algunas de las medidas anteriores también se pueden llevar a cabo una vez la actividad ya está en marcha, es decir, como acciones correctoras que formen parte del programa de gestión técnica o de organización. No obstante, en esos casos su aplicación suele complicarse, ya que actuar a posteriori, modificando lugares de trabajo, procesos y fuentes de ruido ya existentes, suele conllevar un coste técnico y económico mucho mayor.

Otras medidas no incluidas en el programa, pero que la ley ecuatoriana exige llevar a cabo en determinadas circunstancias son las siguientes:

a) Uso de protección auditiva individual

Según el artículo 11.5 del D.E 2393/1986, El empresario deberá entregar gratuitamente a sus trabajadores vestido adecuado para el trabajo y los medios de protección personal y colectiva necesarios.

b) Señalización, delimitación y limitación de acceso

Según el artículo 53.4 del D.E 2393/1986, En los procesos industriales donde existan o se liberen contaminantes físicos, químicos o biológicos, la prevención de riesgos para la salud se realizará evitando en primer lugar su generación, su emisión en segundo lugar, y como tercera acción su transmisión, y sólo cuando resultaren técnicamente imposibles las acciones precedentes, se utilizarán los medios de protección personal, o la exposición limitada a los efectos del contaminante.

El artículo 55 del D.E 2393/1986, manifiesta en sus literales lo siguiente:

1. La prevención de riesgos por ruidos y vibraciones se efectuará aplicando la metodología expresada en el apartado 4 del artículo 53.
2. El anclaje de máquinas y aparatos que produzcan ruidos o vibraciones se efectuará con las técnicas que permitan lograr su óptimo equilibrio estático y dinámico, aislamiento de la estructura o empleo de soportes antivibratorios.
3. Las máquinas que produzcan ruidos o vibraciones se ubicarán en recintos aislados si el proceso de fabricación lo permite, y serán objeto de un programa de mantenimiento adecuado que aminore en lo posible la emisión de tales contaminantes físicos.
4. (Reformado por el Art. 31 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) Se prohíbe instalar máquinas o aparatos que produzcan ruidos o vibraciones, adosados a paredes o columnas excluyéndose los dispositivos de alarma o señales acústicas.
5. (Reformado por el Art. 32 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) Los conductos con circulación forzada de gases, líquidos o sólidos en suspensión, especialmente cuando

estén conectados directamente a máquinas que tengan partes en movimiento siempre y cuando contribuyan notablemente al incremento de ruido y vibraciones, estarán provistos de dispositivos que impidan la transmisión de las vibraciones que generan aquéllas mediante materiales absorbentes en sus anclajes y en las partes de su recorrido que atraviesen muros o tabiques.

6. (Reformado por el Art. 33 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) Se fija como límite máximo de presión sonora el de 85 decibeles escala A del sonómetro, medidos en el lugar en donde el trabajador mantiene habitualmente la cabeza, para el caso de ruido continuo con 8 horas de trabajo.

Por último, destaca otro tipo de actuaciones preventivas que deberían ser aplicadas para garantizar la efectividad del programa y, en su caso, de la utilización de protección auditiva individual, como son:

a) Acciones de información y formación de los trabajadores

El empresario es el responsable de informar de forma apropiada a los trabajadores sobre la exposición a ruido, los riesgos de esta exposición a ruido y las medidas de control para reducir dicha exposición. Además, los trabajadores deben estar informados y formados sobre cómo utilizar correctamente los equipos de trabajo y los equipos de protección auditiva para que su exposición al ruido sea la mínima posible. La política de control del ruido y el programa de gestión técnica o de organización deberían estar a disposición de los trabajadores y sus representantes y ser un componente esencial de las actividades de información y formación.

Otros procedimientos de aplicación periódica que ayuden a mantener los riesgos en niveles tolerables a lo largo del tiempo

- ✓ Revisiones e inspecciones de las medidas implantadas para asegurar que se cumplen correctamente y son eficaces
- ✓ Control de los niveles de exposición al ruido (el D.E. 2393/1986 ya establece una determinada periodicidad para ello, dependiendo de los niveles existentes y del tiempo de exposición)
- ✓ Vigilancia de la salud de los trabajadores
- ✓ Mantenimiento de los sistemas y equipos. Esta acción no sólo evita la disminución del rendimiento de los sistemas y equipos, sino que además hace que su uso sea más seguro e impide que se den cambios en los niveles de ruido o que aparezcan ruidos nuevos.

Designación de funciones y responsabilidades del diseño y ejecución del programa

Es necesario identificar a las personas responsables del diseño del programa y de la ejecución de cada una de las fases que lo componen: diagnóstico previo de la situación, elección de las acciones a emprender, implementación y seguimiento de dichas acciones.

El programa estará incluido en la planificación de la actividad preventiva de la empresa. Esta planificación, al igual que otras actividades preventivas, debe estar integrada en todas las actividades de la empresa y debe implicar a todos los niveles jerárquicos. Es decir, toda la estructura organizativa debe jugar un papel en el desarrollo de las diferentes fases del programa. Así, la Dirección de la empresa es la responsable de su implantación y supervisión, mientras que los trabajadores o sus representantes, además de realizar las funciones que les sean asignadas en el programa, deberán ser consultados sobre el mismo, y ejercer su derecho de participación si así lo desean.

Cada uno de los responsables del programa debe conocer las funciones preventivas concretas que le han sido asignadas y tener una formación adecuada para llevarlas a cabo. Algunas de las fases del programa es necesaria la participación de la persona encargada SSO en la empresa, principalmente a la hora de realizar la evaluación de la exposición y de seleccionar las medidas de control más adecuadas. Si en la empresa no existe persona con dicha formación, se debería solicitar la intervención de técnicos especializados ajenos a la empresa capaz de realizar esas funciones.

Asignación de los recursos necesarios para la ejecución del programa

La empresa, a través del Servicio de Prevención, propio o ajeno, deberá disponer de los medios humanos, equipos y materiales que sean necesarios para la ejecución del programa: instrumentos de medición y calibración, accesorios y materiales para la reducción del ruido, señalización, equipos de protección individual, etc. En muchos casos será necesaria la intervención de una empresa especializada en la reducción técnica del ruido.

Por otra parte, la empresa debe asignar una parte de su presupuesto a la implantación, mejora y control del programa. Este presupuesto deberá contemplar tanto el coste de los recursos materiales necesarios, como el coste proporcional del salario de los responsables del programa si son de la propia empresa (por ejemplo, en función del tiempo que deban dedicar los responsables a la realización de las funciones del programa que les hayan sido asignadas) o el coste de las contrataciones externas a ella.

Seguimiento continuo de las actividades planificadas.

Es necesario revisar periódicamente las actividades planificadas para verificar que se ejecutan según lo previsto, tanto en lo que respecta al cumplimiento de los plazos establecidos como a la eficacia de las medidas implantadas. Si los controles periódicos de las condiciones de trabajo y de la actividad de los trabajadores muestran que alguna de esas actividades no es eficaz, ésta deberá ser modificada.

Revisión del programa

Una vez alcanzados los plazos establecidos en el programa y tras un tiempo de implantación de las medidas seleccionadas, es posible que se den cambios en las circunstancias de exposición o en la estructura organizativa de la empresa que obliguen a modificar el contenido del programa. Es por ello que éste debería ser revisado periódicamente y cada vez que se actualice la evaluación de riesgos.

4.2. CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE ACTIVIDADES

Tabla N° 32. Actividades a desarrollarse

ACTIVIDADES A DESARROLLARSE	FECHAS DE IMPLEMENTACIÓN															
	Septiembre 2016				Octubre 2016				Noviembre 2016			Diciembre 2016				
	05	12	19	26	03	10	17	24	07	14	21	05	12	19	26	
Socialización de la evaluación del ruido en las áreas estudiadas.																
Provisión de recursos: económico y humano por parte de la Gerencia, para el reacondicionamiento de la infraestructura y protección del personal expuesto en las diferentes áreas estudiadas.																
Sensibilización y Formación para el personal a exponerse en el reacondicionamiento de la infraestructura y protección del personal expuesto en diferentes áreas estudiadas.																
Culminación de reacondicionamiento e implementación de equipos de protección.																
Seguimiento y supervisión de las actividades implementadas.																

Fuente: Autoras 2016

Elaborado por las autoras

4.3. Discusión

Los trabajadores del área de molino y mina subterránea de la empresa PROMINE CIA LTDA., actualmente están expuestos a la contaminación acústica, debido a los altos niveles de ruido (84dB a 121dB), que sobrepasan el límite permisible recomendado para las ocho horas laborables; esto concuerda con el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, D.E. 2393, 1986; donde se indica que el límite permisible para la exposición de ocho horas laborables es de 85dB.

En la empresa PROMINE los trabajadores se encuentran un riesgo constante debido a este agente (RUIDO) que es un peligro para la salud, ya que podría ocasionar una enfermedad profesional como la hipoacusia entre otras, que se encuentran en el entorno de trabajo, esto concuerda con la Resolución 513 (2016), donde se indica que el ruido es un agente contaminante considerado una enfermedad profesional.

Los trabajadores de dicha empresa, se encuentran en un ambiente laboral de alto riesgo, por lo que se propone un programa de gestión técnica para reducir la exposición en que se encuentran los obreros del área de molino e interior de la mina, esto concuerda con la Resolución 513 (2016), donde esta indica que se debe proteger a los afiliados mediante programas de prevención de los riesgos derivados del trabajo y de enfermedades profesionales.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- En las áreas evaluadas, los puestos de trabajo tienen un nivel de riesgo crítico que superan el nivel máximo permisible que es 85dB en 8 horas de actividad laboral.
- En el área de molino, la zaranda con mayor nivel de ruido es la número 7 con un nivel de riesgo 919%.
- El elemento con mayor nivel de ruido en el área de molino es el número 2 con 98,40 dB y un porcentaje de riesgo elevado de 2211%.
- El área con mayor nivel de ruido es en el interior mina es el de la pala mecánica con 121 $L_{EX,8h}$.
- Existe falta de control en el uso de equipos de protección auditivo tanto del personal operativo y administrativo.
- Falta de un programa de gestión técnica que reduzca el nivel de ruido.

5.2. Recomendaciones

- Tomar en consideración la implementación de la propuesta del programa de gestión técnica propuesto en esta investigación para minimizar los niveles de ruido en todas las áreas evaluadas, haciendo cumplir por parte de los niveles directivos con la Seguridad y Salud del personal.
- Control monitoreado en el área de molienda e interior mina.
- Revisar el correcto uso de equipos de protección personal a los clientes, trabajadores externos y de planta que se encuentren realizando sus actividades cerca a las áreas evaluadas en la investigación.
- Asistir a las diferentes capacitaciones o charlas realizadas por la Unidad de Seguridad y Salud para todo el personal técnico-administrativo de una forma obligatoria.
- Elaborar mapas de ruido en las áreas estudiadas.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. BIBLIOGRAFÍA

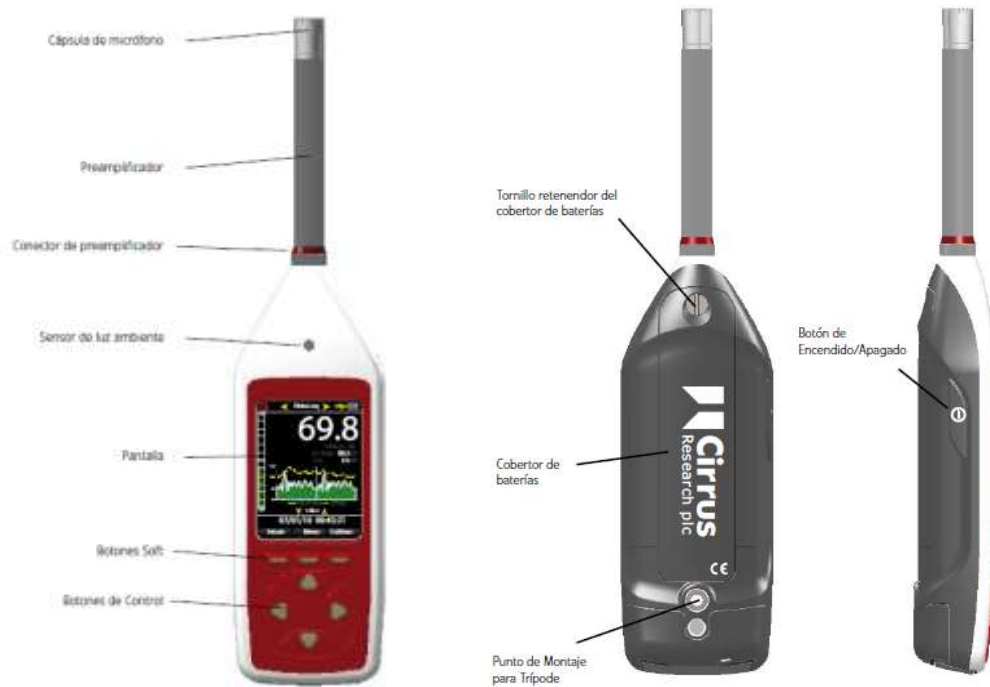
- [1] Constitución de la República del Ecuador, Constitución de la República del Ecuador, 2008.
- [2] Marcel-André Boillat, Enciclopedia OIT, Marcel-André Boillat, Enciclopedia OIT.
- [3] Berenice I. Ferrari Goelzer, ENCICLOPEDIA OIT. [En línea].
- [4] OMS, «Salud mental: un estado de bienestar,» 2013. [En línea]. Available: http://www.who.int/features/factfiles/mental_health/es/. [Último acceso: 28 10 2015].
- [5] Jaquenod de Zsögön, Silvia, Vocabulario ambiental práctico: jurídico, técnico, etimológico, con ejercicios y ejemplos prácticos, Madrid, España: Librería-Editorial Dykinson, 2007.
- [6] Cortés, Jose Maria, Técnicas de prevención de riesgos laborales: seguridad e higiene del trabajo, Madrid: Editorial Tebar, 2007.
- [7] Denisov, E., Suvorov, G., Medición del ruido y evaluación de la exposición, Madrid: OIT-Ministro de Trabajo y Asuntos Sociales.: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo (Vol VI, Capítulo 47, p 47.6)., 1998.
- [8] Suter, Normas y reglamentaciones. En la Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo, Madrid, 1998.
- [9] Alice H. Suter - Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo, Sumario - Ruido.
- [10] C. Ray Asfahl, Seguridad Industrial y Salud, cuarta ed., 2000.
- [11] Falagán Rojo, Manual básico de Prevención de Riesgos Laborales, 2000.
- [12] Salazar, A., Ruido y Vibraciones - Exposición Ocupacional a Ruido, Módulo N° X, Chile.
- [13] CIAS, Consejo Interamericano de Seguridad, Control del Ruido - Guía para Trabajadores y Empleadores..
- [14] INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo), Guía Técnica de la Exposición de los trabajadores al Ruido, Barcelona - España: Editorial del INSHT, 2006.
- [15] Gil A. y Luna P., NTP: 270 Evaluación de la exposición al ruido - Determinación de niveles representativos., Madrid, 2006.
- [16] Organización Internacional de Trabajo, Factores ambientales en el lugar de trabajo. Repertorio de recomendaciones prácticas de la OIT, Ginebra, 2001.
- [17] Barrero V. et. al, Prevención de Riesgos Laborales en Odontoestomatología., España: MAD, 2003.
- [18] Organización Panamericana de la Salud. Criterios de salud ambiental - O.P.S., Washington D.C., 1983.

- [19] Vera J., Protocolo de Manejo, Diagnóstico y Calificación de Sordera Ocupacional. Anales Otorrinolaringológicos., Perú, 2000.
- [20] Antonio Creus Solé, «Técnicas Para la Prevención de Riesgos Laborales,» 2013.
- [21] Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, Decisión 584, CAPÍTULO III, GESTION DE LA SEGURIDAD Y SALUD, EN LOS CENTROS DE TRABAJO – OBLIGACIONES DE LOS EMP.
- [22] Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, Resolución 957, CAPÍTULO I GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO, DEL SERVICIO DE SALUD EN EL TRABAJO, ART: 5, 2005.
- [23] Constitución de la República del Ecuador, Código del trabajo - Sección I - Art. 416.
- [24] Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo C.D.513, Segundo Anexo - Pérdida Auditiva, Pág. 48, 2016.
- [25] INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL , SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO, Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, D.E. 2393, 1986.
- [26] MINISTERIO DE TRABAJO, «<http://www.trabajo.gob.ec>,» [En línea]. Available: <http://www.trabajo.gob.ec>.
- [27] Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, ACÚSTICA. DETERMINACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO EN EL TRABAJO, METODO DE INGENIERIA (ISO 9612:2009, IDT), QUITO, 2014.

CAPITULO VII

ANEXOS

Anexo N° 1. Partes de un sonómetro



Anexo N° 2. Certificado de calibración del sonómetro

Certificate of Calibration



Equipment Details

Instrument Manufacturer Cirrus Research plc
Instrument Type CR:162C
Description Sound Level Meter
Serial Number G061390

Calibration Procedure

The instrument detailed above has been calibrated to the publish test and calibration data as detailed in the instrument hand book, using the techniques recommended in the latest revisions of the International Standards IEC 61672-1:2002, IEC 60651:1979, IEC 60804:2001, IEC 61260:1995, IEC 60942:1997, IEC 61252:1993, ANSI S1.4-1983, ANSI S1.11-1986 and ANSI S1.43-1997 where applicable.

Sound Level Meters: All Calibration procedures were carried out by substituting the microphone capsule with a suitable electrical signal, apart from the final acoustic calibration.

Calibration Traceability

The equipment detailed above was calibrated against the calibration laboratory standards held by Cirrus Research plc. These are traceable to International Standards (A.0.6). The standards are:

Microphone Type	B&K4180	Serial Number	1893453	Calibration Ref.	S 6009
Pistonphone Type	B&K4220	Serial Number	613843	Calibration Ref.	S 5964

Calibrated by

Calibration Date

27 March 2014

Calibration Certificate Number

216449

This Calibration Certificate is valid for 24 months from the date above.

Cirrus Research plc, Acoustic House, Bridlington Road, Hunmanby, North Yorkshire, YO14 0PH
Telephone: +44 (0) 1723 891655 Fax: +44 (0) 1723 891742
Email: sales@cirrusresearch.co.uk

Anexo N° 3. Calibrador acústico



Anexo N° 4. Certificado de calibrador acústico

Certificate of Calibration

Equipment Details

Instrument Manufacturer Cirrus Research plc
Instrument Type CR:514
Description Acoustic Calibrator
Serial Number 59927

Calibration Procedure

The acoustic calibrator detailed above has been calibrated to the published data as described in the operating manual. The procedures and techniques used to follow the recommendations of the IEC standard Electroacoustics – Sound Calibrators IEC 60942:2003, IEC 60942:1997, BS EN 60942:1998 and BS EN 60942:2003 where applicable. The calibrator's main output is 94.00 dB (1 Pa) and this was set within the 0.01 dB resolution of the test system, i.e. one hundredth of a decibel. Numbers in [parenthesis] refer to the paragraph in IEC 60942.

Calibration Traceability

The calibrator above was calibrated against the calibration laboratory standards held by Cirrus Research plc. These are traceable to International Standards [A.0.6]. The standards are:

Microphone Type	B&K4180	Serial Number	1893453	Calibration Ref.	S 6009
Pistonphone Type	B&K4220	Serial Number	613843	Calibration Ref.	S 5964

Calibration Climate Conditions

The climatic test conditions were all maintained within the permitted limits of IEC 60942:1997.

Temperature	(B.3.2)	Permitted band 15°C to 25°C
Humidity	(B.3.2)	Permitted band 30% to 90% RH
Static Pressure	(B.3.2)	Permitted band 85 kPa to 105 kPa
Ambient Noise Level	(B.3.3.6)	Max permitted level 64 dB(Z)

Measurement Results

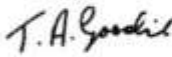
The figures below are the Calibration Laboratory test limits for this model calibrator and have a smaller tolerance than those permitted in IEC 60942.

94 dB Output	94.00 dB	Permitted band	93.95 to 94.05dB
104 dB Output	dB	Permitted band	103.80 to 104.30dB
Frequency	1000 Hz	Permitted band	990 to 1010Hz

Uncertainty

With an uncertainty coefficient of $k=2$, i.e. a 95% confidence level, the uncertainty of each measure is

94 dB Output	± 0.13 dB	104 dB Output	± 0.14 dB
Frequency	± 0.1 Hz	Level Stability	± 0.04 dB

Calibrated by 

Calibration Date 27 March 2014

Calibration Certificate Number 216447

This Calibration Certificate is valid for 24 months from the date above.

Cirrus Research plc, Acoustic House, Bridlington Road, Hummaby, North Yorkshire, YO14 0PH
Telephone: +44 (0) 1723 891655 Fax: +44 (0) 1723 891742

Anexo N° 5.

Empresa procesadora de minerales Promine Cía. Ltda.



Fuente: Autoras 2016



Fuente: Autoras 2016

Bocamina.



Fuente: Autoras 2016

Área de zaranda.



Fuente: Autoras 2016

Área de Molino.



Fuente: Autoras 2016

Capacitación sobre exposición a ruido



Fuente: Autoras 2016

