



**MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y SALUD
OCUPACIONAL**

DETERMINACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO EN EL PUESTO DE TRABAJO DE PERFORISTA EN UNA MINA SUBTERRÁNEA EN EL DISTRITO MINERO ZARUMA-PORTOVELO

Propuesta de artículo presentado como requisito para la obtención del título:

Magíster en Seguridad y Salud Ocupacional

Por los estudiantes:

**Guillermo Iván FLORES CAAMAÑO
Edwin Leonardo TORRES CUEVA**

Bajo la dirección de:

Kenny Fernando ESCOBAR SEGOVIA

Universidad Espíritu Santo
Maestría en Seguridad y Salud Ocupacional
Samborondón - Ecuador
Enero de 2019

Determinación de la exposición al ruido en el puesto de trabajo de perforista en una mina subterránea en el distrito minero Zaruma-Portovelo

Determination of exposure to noise at the operator's job in an underground mine located in the Zaruma-Portovelo mining district.

Guillermo Iván FLORES CAAMAÑO¹

Edwin Leonardo TORRES CUEVA²

Kenny Fernando ESCOBAR SEGOVIA³

Resumen

El ruido constituye una de las principales fuentes de riesgo para el personal que labora en el ámbito minero. La minería subterránea se ve afectada por el variado número de equipos y maquinarias que se emplean para la explotación minera, esto sumado al uso inadecuado o en la mayoría de los casos el no uso de equipos de protección personal. El presente estudio se llevó a cabo en una labor minera bajo el régimen de pequeña minería, ubicada en el Distrito Minero Zaruma-Portovelo, en la cual se llevan a cabo las labores de explotación mediante el método denominado de galerías y pilares, con el objetivo de determinar el nivel de exposición al ruido del perforista durante la tarea de perforación. La labor de perforación se realiza mediante una perforadora manual neumática, elaborando un promedio de 35 perforaciones por turno de trabajo (6 horas diarias), en un tiempo efectivo de 2 horas. Mediante un sonómetro se determinó el nivel de ruido generado durante la tarea de perforación, estableciendo un nivel de ruido equivalente de 107.5 dB (A) y de 101.5 dB (A) para una jornada de 8 horas de trabajo (durante el resto de tareas no se identificó exposición a ruido). El nivel de exposición sobrepasa los límites establecidos en la legislación ecuatoriana, pudiendo únicamente bajo estas circunstancias desarrollar la actividad durante 21 minutos, por lo que bajo las condiciones actuales constituye un grave riesgo para la salud de los trabajadores que realizan la tarea de perforación.

Palabras clave:

Exposición al ruido, Perforación, Minería subterránea.

Abstract

Noise is one of the primary sources of risk for personnel working in the mining sector. Underground mining is affected by many equipment and machinery used for extraction, in addition to inappropriate use or personnel not wearing personal protective equipment. This study was conducted in a small-scale mining operation located in the Zaruma-Portovelo Mining District, in which exploitation is carried out by the so-called "galería y pilares" (galleries and pillars method). The purpose was to determine the level of exposure to noise when personnel is drilling. Drilling using a manual pneumatic drill, for an average of 35 perforations per shift (6 hours per day), for about 2 hours. A sound level meter was used to determine the noise level produced during drilling; the result was 107.5 dB (A) and 101.5 dB (A) for an 8-hour work day (for other tasks, no noise exposure was identified). The level of exposure exceeds the limits established in Ecuadorian legislation. Under these circumstances, activities can only last for 21 minutes. Therefore, this constitutes a severe risk to the health of workers who perform drilling tasks.

Key words:

Noise exposure, Drilling, Underground mining

¹ Estudiante de Maestría en Seguridad y Salud Ocupacional, Universidad Espíritu Santo – Ecuador. E-mail gfloresc@uees.edu.ec.

² Estudiante de Maestría en Seguridad y Salud Ocupacional, Universidad Espíritu Santo – Ecuador. E-mail etorresc@uees.edu.ec

³ Magíster en Gestión de la Productividad y la Calidad. Profesor de la Maestría en Seguridad y Salud Ocupacional Universidad Espíritu Santo- Ecuador. E-mail: kescobar5@uees.edu.ec

INTRODUCCIÓN

La minería en el Ecuador se remonta a mucho antes de la llegada de los españoles en el siglo XVI, pasando por la primera ley que se dictó en el año 1985, hasta la actual Ley de Minería y demás reglamentos e instructivos, elaborados a partir del año 2009 (Banco Central del Ecuador, 2018) (MMSD América del Sur, 2002).

La industria minera presenta un importante avance, alcanzando en el 2014 exportaciones record por USD 998.802,24, principalmente de la producción reportada de 7.322 Kg. de oro y 577,05 Kg. de plata (Agencia de Regulación y Control Minero, 2018), y posterior exportación de 28.573 Kg de oro y 2.398 Kg de plata, lo que ha representado que entre el 2007 y 2017 se presente un constante pero leve incremento en la participación en el PIB, al pasar de 0.17% a 0.32% (Banco Central del Ecuador, 2018). La diferencia entre los valores de producción y exportación podría deberse al no reporte de cifras reales de producción, así como al contrabando.

En base al censo de población y vivienda realizado en el año 2010, se determinó que 32.809 personas se dedican a la explotación de minas y canteras, en las más de 6.200 concesiones mineras a nivel nacional (Agencia de Regulación y Control Minero, 2018) (Ministerio de Minería, 2016).

La Ley de Minería establece que el Estado puede otorgar de manera excepcional participación en el sector minero a través de concesiones mineras para la explotación de minerales metálicos, no metálicos y materiales de construcción. La minería metálica se ubica principalmente en tres Distritos Mineros denominados: Azuay, Zamora y Zaruma-Portovelo (Prodeminca, 2000) (Dominguez, 2013). El Distrito Minero Zaruma-Portovelo (DMZP), se conforma por 58 concesiones mineras, 3.987 hectáreas mineras (Agencia de Regulación y Control Minero, 2016) y un estimado de 300 labores mineras, generando trabajo a aproximadamente 4.500 personas, constituyéndose en la principal fuente económica de los cantones Piñas, Zaruma, Portovelo y Atahualpa, en la provincia de El Oro (Sandoval, 2001).

La explotación de los recursos minerales se realiza principalmente de forma subterránea, para lo cual se construyen diferentes galerías con el objetivo de acceder al área mineralizada.

La actividad minera constituye una fuente importante de riesgos para la salud de los trabajadores, en eso radica la importancia de poder identificar los niveles de exposición a los que están expuestos los trabajadores de la minería (Matetic, Randolph, & Kovalchik, 2008) (Herbert, 2008).

El ruido constituye uno de los riesgos más importantes en la actividad minera, puesto que es generado por diferentes equipos y maquinarias, entre las que destacan los

equipos de perforación. Estos equipos permiten el denominado “avance” en las galerías mineras, destacándose las perforadoras neumáticas o *Jack leg*, los cuales por sus características son generadores de: vibraciones, polvo y ruido, constituyendo a este equipo en un potencial generador de Desplazamiento Permanente del Umbral Inducido por Ruido (DPUIR) (Camargo, Azman, & Alcorn, 2016) (Camargo, Peterson, Kovalchik, & Alcorn, 2010) (Chadambuka, Mususa, & Muteti, 2013) (Mark & Gauna, 2016).

El déficit sensorial más frecuente en la población humana es la discapacidad auditiva y se estima que a nivel mundial, más de 466 millones de personas se ven afectadas (OMS Oficina Regional para Europa, 2018). En 2017 en Perú la hipoacusia (entre ellas la hipoacusia neurosensorial bilateral) se ubicó como la principal enfermedad ocupacional en el ámbito minero, siendo el puesto de trabajo de perforista, el de mayor afectación (Ministerio de Energía y Minas, Perú, 2019). Al momento en Ecuador, se desconocen las estadísticas de las enfermedades ocupacionales en el ámbito minero.

En varios de los diferentes procesos mineros está presente el ruido como contaminante ambiental y principal responsable de la pérdida auditiva en los trabajadores en minas subterráneas (Salinas & Villareal, 2013) (Matetic, Randolph, & Kovalchik, 2008) (Macías, 2017).

En la labor minera ubicada en el DMZP, laboran 80 trabajadores en la mina, de los cuales 8 desarrollan las labores de perforación. Las labores de desarrollan en turnos de 6 horas diarias en jornadas que en varios casos son de 22-8 (trabajo-libre), llegando en algunos casos a tener personal que labora por 60 a 90 días continuos (personal extranjero).

Es necesario generar información que permita determinar los niveles de ruido que al momento se encuentran expuestos los mineros en Ecuador y de esta manera poder tomar medidas de control que eviten generar una potencial población laboral enferma de hipoacusia.

El objeto de esta investigación es evidenciar el nivel de exposición al ruido de un perforista en una mina subterránea bajo el régimen especial de pequeña minería en el Distrito Minero de Zaruma-Portovelo.

MARCO TEÓRICO

Sonido y ruido

La física define al sonido como cualquier fenómeno que genera la propagación de ondas mecánicas, principalmente a través de un fluido y tiene su origen en la vibración de los cuerpos, la cual genera una variación de presión sobre la presión atmosférica, para luego ser percibida por el oído humano a través del órgano auditivo (Asturias, 2000).

La Real Academia de la Lengua (2002) define al ruido como un sonido inarticulado y por lo general desagradable, mientras que la OMS lo define como cualquier sonido

indeseable. Teniendo como referencia los conceptos antes mencionados, clasificar algo como ruido dependerá siempre del receptor.

El ruido es uno de los elementos que define el entorno cotidiano en el ámbito laboral, es el factor de riesgo con mayor incidencia en la población trabajadora (OMS Oficina Regional para Europa, 2018) (Camargo, Azman, & Alcorn, 2016).

Decibel o decibelio

Constituye la medida para expresar el nivel de potencia o el nivel de intensidad del sonido y se representa con el símbolo dB. Para aplicaciones acústicas se da un valor de 0 dB al umbral de audición del ser humano, variando para cada persona, llegando al umbral del dolor a partir de 140 dB.

Puesto que el oído humano no percibe de la misma manera las diferentes frecuencias, se vio la necesidad de ponderar las unidades, obteniéndose el decibelio A (dBA) (Gimenez de Paz, 2007)

Octava de frecuencia o bandas de octava

Permite determinar como la energía acústica se distribuye en cada uno de los rangos de frecuencia audible que componen el sonido, que va de 16 a 16.000 Hz, constituyéndose en las bandas más usuales (Gimenez de Paz, 2007).

Una banda de octava es una banda de frecuencia donde la frecuencia más alta es dos veces la frecuencia más baja. (Vaca, 2015)

Tipos de ruido

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. Puede ser estable o variable (Asturias, 2000).

Ruido Intermitente: cuando el nivel de presión sonora varía en escalones bien definidos. De tiempo relativamente prolongado. Viene a ser una serie de ruidos continuos de nivel sonoro divergente.

Ruido de impulso o impacto: cuando existe una baja exponencial con el tiempo del nivel de presión acústica y los siguientes impactos están separados entre sí por más de un segundo. (Asturias, 2000)

Marco legal

Constitucion de la Republica del Ecuador
“Toda persona tendra derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar” (Constitución de la República del Ecuador, Artículo 326 numeral 5, p.152).

Decisión 584 (Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el trabajo).
“Identificar y evaluar riesgos, en forma inicial y periódicamente, con la finalidad de planificar adecuadamente las acciones preventivas, mediante sistemas de vigilancia epidemiológica ocupacional especificos u ortros sistemas similares, basados en mapa de riesgos” (Comunidad Andina, 2005).

“Combatir y controlar los riesgos en su origen, en el medio de transmisión y en el

trabajo, privilegiando el control colectivo al individual. En caso de 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” (Comunidad Andina, 2005).

Código del Trabajo. “Los empleadores están obligados a asegurar a sus trabajadores condiciones de trabajo que no presenten peligro para su salud o su vida” (Código del Trabajo, 2005).

Decreto Ejecutivo 2393: Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y Mejoramiento del medio Ambiente de trabajo. “En los procesos industriales donde existen 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 tercero 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” (Ministerio del Trabajo, 1986).

Niveles de exposición

La nocividad del ruido sobre el sistema auditivo estará determinada por el nivel sonoro del ruido y del tiempo de exposición, por lo cual en la Tabla 1, se muestran los tiempos máximos de exposición en función del nivel sonoro.

Tabla 1

Tiempo permitido de exposición en función del nivel sonoro

NIVEL SONORA (dB)	TIEMPO DE EXPOSICIÓN POR JORNADA / HORAS
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0,25
115	0,125

Nota. Fuente: (Ministerio del Trabajo, 1986)

Para el caso de exposiciones intermitentes a ruido continuo se deberá establecer el nivel de presión sonora continuo equivalente, $L_{Aeq,T,m}$ mediante la siguiente fórmula:

$$L_{Aeq,T,m} = 10 \lg \left[\frac{1}{l} \sum_{i=1}^l 10^{0,1 \times L_{Aeq,T,mi}} \right] \text{dB(A)} \quad (1)$$

Donde:

- $L_{Aeq,T,mi}$: nivel de presión sonora continuo equivalente obtenido en cada medición.
- l : número total de mediciones de la tarea llevadas a cabo.

Para posteriormente calcular el nivel de exposición diario equivalente global, $L_{Aeq,d}$ mediante la siguiente expresión:

$$L_{Aeq,d} = 10 \lg \left[\sum_{m=1}^M \left(\frac{T_m}{T_0} \right) 10^{0,1 \times L_{Aeq,T,m}} \right] \text{dB(A)} \quad (2)$$

Donde:

- T_m : tiempo de duración que cada tarea m .

- T_0 : tiempo de referencia igual a 8 horas (Asturias, 2000).

La evaluación de la incertidumbre de medición, u , se determina a partir de los valores numéricos de las contribuciones a la incertidumbre, mediante la siguiente expresión:

$$u^2(L_{Aeq,d}) = \left(\sum_{m=1}^M \left[c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2) + (c_{1b,m} u_{1b,m})^2 \right] \right) \quad (3)$$

Donde:

- m : corresponde a cada tarea definida.
- M : número total de tareas.
- $u_{1a,m}$: incertidumbre estándar debida al muestreo por tareas.
- $u_{1b,m}$: incertidumbre estándar debida al cálculo de la duración de la tarea.
- $u_{2,m}$: incertidumbre estándar debida al instrumento de medida empleado.
- u_3 : incertidumbre estándar debida a la posición del micrófono.
- $C_{1a,m}$ y $C_{1b,m}$ son los diferentes coeficientes de sensibilidad.

Desplazamiento Permanente del Umbral Inducido por Ruido (DPUIR) Hipoacusia Inducida por ruido

Las células ciliadas (células sensoriales) de mayor susceptibilidad son las frecuencias entre 3000 y 6000 Hz, siendo aquellas en transmitir la frecuencia 4000 Hz las primeras en lesionarse, para luego avanzar de manera progresiva. La pérdida auditiva se hace evidente cuando en la persona son afectadas

las frecuencias conversacionales (Asturias, 2000).

El daño generado por el ruido, combinado con los efectos del envejecimiento, podrían generar una grave pérdida de audición (Matetic, Randolph, & Kovalchik, 2008) (Kovalchik, Matetic, Smith, & Bealko, 2008)

Pequeña Minería

El marco legal vigente determina a la pequeña minería en función del área, características del yacimiento, monto de inversión y capacidad instalada de explotación y beneficio o procesamiento. En cuanto a su producción se establece para minerales metálicos una producción diaria máxima de 300 toneladas en minería subterránea (Ley de Minería, 2009).

Perforación

Se define como la operación de hacer huecos en el macizo rocoso, con una distribución y geometría establecida para posteriormente introducir los explosivos y demás accesorios iniciadores. (Servicio Nacional de Geología y Minería, 2014) (Jimeno, Jimeno, Pernia, & Ortiz, 2003).

Equipos de perforación

Existe una gran variedad de sistemas de perforación de la roca, siendo la perforación manual mediante sistemas mecánicos rotopercutivos la más utilizada en Ecuador para la minería subterránea, representado por la perforadora manual con dispositivo de empuje. En la tabla 2 se muestran algunos de estos equipos.

Perforadora Jack Leg: Perforadora con barra de avance que puede ser usada para realizar taladros horizontales e inclinados, se usa mayormente para la construcción de galerías, subniveles, Rampas; utiliza una barra de avance o pata neumática para sostener la perforadora e inclinarla hasta un Angulo bastante pronunciado y proporcionar comodidad de manipulación al perforista, también se le usa para hacer taladros en los “stopes”.

Tabla 2
Características de equipos manuales de perforación

Marca	Modelo	Tipo	Impactos por minuto
Atlas Copco	BBID-90WS	Jack leg	3000
Atlas Copco	BBD-96	Stoper	3000
Seco	PLB-23-CL	Jack leg	2500
Seco	S-250	Jack leg	2300
Toyo	TY-280L	Jack leg	2000
Toyo	TY-40	Stoper	2000

Nota. Fuente: (Acuña, Anampa, Buendía, Ccoicca, & Felix, 2017)

METODOLOGÍA

La población sociodemográfica estudiada corresponde a 12 trabajadores que cumplen funciones de perforistas, en una labor minera subterránea de pequeña minería ubicada en el Distrito Minero Zaruma-Portovelo, labor que es realizadan durante turnos de 6 horas diarias y cinco días a la semana, tal como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3
Tareas realizadas por el perforista por tiempo

Tarea	Tiempo (horas)
Preparación de explosivos	1.5
Perforación	2.0
Carguío	0.5
Otras actividades	2

Nota. Fuente: Elaborada por los autores

Se tomo como muestra a este grupo de trabajadores que cumplan las funciones de perforista, enfocado únicamente en la tarea de perforación, puesto que el resto de tareas no generan una exposición mayor de 85 dB, por lo que utilizando un muestreo no probabilístico a conveniencia, se determinó un trabajador para esta medición, medición que fue realizada durante el único turno de trabajo y por una ocasión.

La determinación del nivel de exposición al ruido, se realizó con base a la norma 9612:2009 denominada “Determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de ingeniería”. Con base al patrón de trabajo del perforista el cual se puede dividir en tareas bien definidas, en las cuales únicamente la tarea de perforación es generadora de ruido, se determinó que la mejor estrategia para la medición era aquella basada en la tarea. Se trató de un ruido estable y se realizaron tres mediciones de ruido con una duración de cinco minutos cada una, logrando establecer un nivel de exposición al ruido para la tarea de perforación, tal como se indica en el Anexo B de la mencionada norma.

Para la medición del nivel de ruido se utilizó un sonómetro marca Svantek modelo 977, de tipo 1, para lo cual se seleccionó la ponderación de frecuencia A, porque se busca determinar la respuesta del oído humano. De igual forma, se seleccionó el modo de ponderación temporal “lento” (slow), utilizada para analizar una fuente de ruido constante, así como el uso de la respectiva pantalla antiviento. El equipo de clase 1 IEC 61672-1 a 1KHz tiene un error teórico máximo de 0.7 dB, pero en base a su correspondiente calibración su error real es de 0 dB.

La medición fue realizada por una compañía que cuenta con las debidas certificaciones para efectuar este tipo de análisis, basado en el siguiente procedimiento:

- Verificación del funcionamiento del sonómetro con un calibrador.
- Verificación de la configuración del sonómetro.
- Ubicación del equipo de medición, debiendo colocarse lo más cercano posible a la oreja del perforista (máximo 40 cm).
- Se realiza la medición basado en la estrategia de muestreo.
- Se anotan los datos requeridos en la hoja de campo correspondiente.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados de las mediciones realizadas se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4
Nivel de presión sonora en frecuencia de bandas de octavas

Frecuencia (Hz)	Medición 1	Medición 2	Medición 3
31.5	52.3	50.7	51.1
63	69.9	67.9	66.9
125	84.2	86.4	86.7
250	90.1	89.5	89.3
500	92.3	93.1	92.5
1000	94.8	95.3	95.2
2000	103.0	102.0	102.8
4000	101.5	105.5	103.0
8000	97.3	98.5	99.1
16000	86.2	87.4	88.2

Nota. Fuente: Informe de ruido laboral.

En base a la ecuación (1) se determinaron los siguientes $L_{Aeq,d}$.

Tabla 5
Resultados de las mediciones realizadas

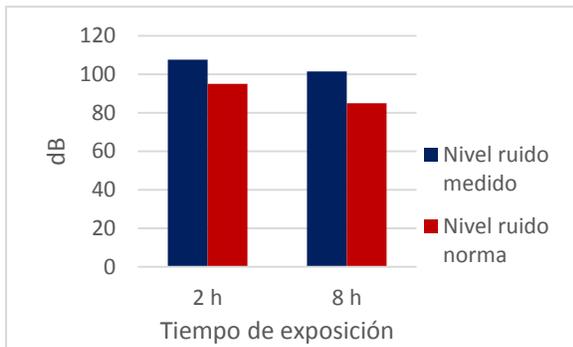
	NPS (dB)	Leq (dB)
Medición 1	106.58	107.09
Medición 2	106.76	107.20
Medición 3	107.29	107.77

Nota. Fuente: Informe de ruido laboral.

El nivel de exposición al ruido durante la tarea de perforación ($L_{Aeq,t}$) es de 107,5 dB (A), tarea que realiza durante dos horas por día, lo que representa una exposición ($L_{Aeq,d}$) a 101,5 dB (A) para una jornada laboral de 8 horas, con un nivel de incertidumbre expandida de $\pm 2,5$ dB, tal como se muestra en la Figura 1.

Figura 1
Niveles de exposición al ruido

Determinación de la exposición al ruido en el puesto de trabajo de perforista en una mina subterránea en el distrito minero Zaruma-Portovelo

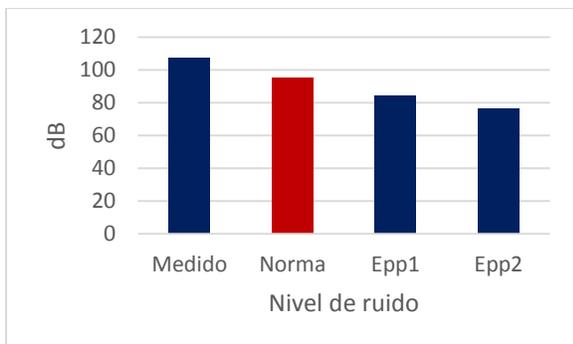


Nota. Fuente: Elaborada por los autores

Mediante el método de octavas se puede determinar el equipo de protección personal acorde para el nivel de exposición de ruido, el cual podría ser utilizado durante la tarea de perforación, logrando niveles de atenuación de entre 20 y 25 dB (Figura 2).

Figura 2

Niveles de exposición al ruido y su atenuación



Nota. Fuente: Elaborada por los autores

CONCLUSIONES

Se determinó que existe una sobre exposición al ruido para el trabajador minero que labora en el puesto de trabajo de perforista en una mina subterránea en el Distrito Minero Zaruma-Portovelo, esto debido a que la tarea de perforación que dura 120 minutos, genera una exposición de

107.5 dB(A), dando una exposición de 101.5 dB(A) para una jornada de trabajo de 8 horas, con un nivel de incertidumbre expandida de 2,5 dB.

Aquellos trabajadores que desempeñan las funciones de perforistas se encuentran expuestos a niveles de ruido fuera de la normativa legal, por ende, es necesaria la toma de medidas correctivas de forma inmediata por lo que se deben implementar planes para reducir los niveles de ruido, pudiendo considerar el cambio del tipo de equipo de perforación, el uso de silenciadores o la dotación de equipos de protección personal acordes al nivel de ruido expuesto.

El ambiente de trabajo en el que se desarrollan las labores de perforación tales como la gran cantidad de agua que se proyecta sobre el perforista, se constituyó en la principal limitante a la hora de determinar el método de medición de la exposición al ruido, puesto que en un inicio la intención fue realizar la medición mediante un dosímetro, por lo que la metodología implementada fue la que de mejor manera se ajustó a las condiciones del puesto de trabajo.

Para estudios posteriores será importante el desarrollo de audiometrías a los trabajadores que cumplen las funciones de perforistas y poder identificar la existencia de algún nivel de pérdida de audición, así como el análisis a posibles afectaciones cardiológicas, mentales y respiratorias, y las posibles afectaciones por la sobre exposición a

Determinación de la exposición al ruido en el puesto de trabajo de perforista en una mina subterránea en el distrito minero Zaruma-Portovelo

vibraciones producto del uso de la máquina perforadora.

Dentro del plan de control de ruido podría determinarse el uso de equipo de protección auditiva adecuado para evitar la sobre exposición durante la tarea de perforación, identificando mediante el método de banda de octavas, equipos que alcanzan un nivel de presión sonora efectivo ponderado "A" de 81 y 84.25 dB, con una atenuación del nivel de ruido de entre 20 y 25 dB.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, Y., Anampa, M., Buendía, C., Ccoicca, A., & Felix, J. (15 de Febrero de 2017). Servicios Auxiliares Mineros "Equipos de Perforación Manual, Neumáticos y Eléctricos". 13. Abancay, Perú: Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.
- Agencia de Regulación y Control Minero. (Septiembre de 2016). <http://www.controlminero.gob.ec>. Obtenido de http://www.controlminero.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/09/2016/Proyecto_Seguimiento.pdf
- Agencia de Regulación y Control Minero. (2018). *Agencia de Regulación y Control Minero*. Recuperado el 19 de Enero de 2018, de <http://www.controlminero.gob.ec/>
- Ambiente, M. (2003). T.U.L.S.M.A. *Libro VI Anexo 5, Límites Permisibles De Niveles De Ruido Ambiente Para Fuentes Fijas y Fuentes Móviles*, 121-130.
- Asturias, F. M. (2000). *Manual básico de prevención de riesgos laborales: Higiene industrial, Seguridad y Ergonomía*. (S. d. Asturias, Ed.) Madrid: Sociedad Asturiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo.
- Banco Central del Ecuador. (2018). *Reporte de Minería*. Banco Central del Ecuador, Dirección Nacional de Síntesis Macroeconómica, Quito.
- Camargo, H. E. (2010). Acoustic assessment of pneumatic and electric jackleg drills used in the mining industry.
- Camargo, H. E., Peterson, J. S., Kovalchik, P., & Alcorn, L. A. (2010). Acoustic assessment of pneumatic and electric jackleg drills used in the mining industry. *Journal of the Acoustical Society of America*(127(3)), 1873.
- Camargo, H., Azman, A., & Alcorn, L. (2016). Development of noise controls for longwall shearer cutting drums. *Noise control engineering Journal*(64(5)), 573. doi:10.3397/1/376402
- Chadambuka, A., Mususa, F., & Muteti, S. (2013). Prevalence of noise induced hearing loss among employees at a mining industry in Zimbabwe. *African health sciences*, 13(4), 899-906.
- Código del Trabajo. (2005). Código de Trabajo. Quito, Ecuador.
- Comunidad Andina. (2005). Decisión 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, Resolución 957 Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. 4/150-4/154. Lima, Perú.
- Constitución de la República del Ecuador. (2007). Montecristi, Ecuador.
- Dominguez, M. (2013). La minería a gran escala en Ecuador: Una perspectiva de desarrollo. *E + E ESPAE Y EMPRESA*, 3(1).

Determinación de la exposición al ruido en el puesto de trabajo de perforista en una mina subterránea en el distrito minero Zaruma-Portovelo

- Gimenez de Paz, J. C. (2007). *Ruido para posgrados en higiene y seguridad industrial*. Buenos Aires: Nobuko.
- Herbert, J. (2008). *Seguridad, Salud y Prevención de Riesgos en Minería*. (J. Herrera Herbert, Ed.) Madrid, España.
- ISO. (2009). ISO 9612:2009 Determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de Ingeniería.
- Jimeno, C. L., Jimeno, E. L., Pernia, J., & Ortiz, F. (2003). *Manual de perforación y voladura de rocas*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.
- Kovalchik, P., Matetic, R., Smith, A., & Bealko, S. (2008). Application of prevention through design for hearing loss in the mining industry. *Journal of Safety Research*, 39(2), 251-254.
- Ley de Minería. (2009). Quito, Ecuador: Ministerio de Minería.
- Macías, C. (2017). Factores de pérdida auditiva en trabajadores expuestos a ruido en la minería subterránea de la empresa PROMINE CIA. LTDA., y desarrollo de medidas preventivas. S48-S56. Cuenca, Ecuador.
- Mark, C., & Gauna, M. (2016). Evaluating the risk of coal bursts in underground coal mines. *International journal of mining science and technology*, 26(1), 47-52.
- Matetic, R. J., Randolph, R. F., & Kovalchik, P. G. (2008). Hearing Loss in the Mining Industry: The Evolution of NIOSH and Bureau of Mines Hearing Loss Research. Pittsburgh, Estados Unidos.
- Ministerio de Energía y Minas, Perú. (10 de Enero de 2019). *Ministerio de Energía y Minas*. Obtenido de http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&idEstadistica=10187
- Ministerio de Minería. (2016). Plan Nacional de Desarrollo del Sector Minero. Ecuador.
- Ministerio del Trabajo. (1986). Decreto Ejecutivo 2393. Reglamento de Seguridad y Salud y Mejoramiento del Ambiente de los Trabajadores.
- MMSD América del Sur. (2002). *Minería, minerales y desarrollo sustentable en América del Sur*, 47-48-447. CIPMA, IDRC y IIPM. Obtenido de [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cen/docbib/con4_uibd.nsf/7832DF547B40C2FF05257EF2006E308A/\\$FILE/Miner%C3%ADa_Minerales_y_Desarrollo_Sustentable.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cen/docbib/con4_uibd.nsf/7832DF547B40C2FF05257EF2006E308A/$FILE/Miner%C3%ADa_Minerales_y_Desarrollo_Sustentable.pdf)
- Ochoa, J., & Palaguachi, S. (2010). Propuesta de un programa de seguridad e higiene en la minera Rodríguez y Asociados. Cuenca, Ecuador.
- OMS Oficina Regional para Europa. (2018). *Environmental Noise Guidelines for the European Region*. Recuperado el 20 de Diciembre de 2018, de <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise/publications/2018/environmental-noise-guidelines-for-the-european-region-2018>
- PRODEMINCA. (2000). Plan Maestro Ambiental: Medidas Ambientales Emergentes y el establecimiento de un Plan Maestro

Determinación de la exposición al ruido en el puesto de trabajo de perforista en una mina subterránea en el distrito minero Zaruma-Portovelo

- Ambiental en el distrito Minero Portovelo-Zaruma y la cuenca del Río Puyango. S64-S73. Quito, Ecuador: Ministerio de Energía y Minas.
- Romero, C. (2017). Elaborar procedimientos de control operacional para actividades de alto riesgo desempeñadas por contratistas en una empresa minera. Cuenca, Ecuador.
- Salinas, E., & Villareal, M. (2013). Plan para la implementación de un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional en al explotación minera subterránea de la empresa PRODUMIN S.A. Cuenca, Ecuador.
- Sandoval, J. F. (2001). *La Pequeña Minería En El Ecuador*.
- Servicio Nacional de Geología y Minería. (10 de Marzo de 2014). Guía No. 4 de operación para la pequeña minería - Perforación y tronaduras. Santiago: Ministerio de Minería.
- Vaca, D. (2015). Desarrollo de un software para análisis de banda de octava, que permita calcular los niveles efectivos de presión sonora ponderados A. Aplicado a la selección de protectores auditivos. Quito.