



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN MINAS**

**“Evaluación de la exposición al ruido en el proceso de perforación y voladura, para la formulación de un sistema de seguridad en la mina Grumintor, Ponce Enríquez - Azuay”**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:**

**INGENIERO EN MINAS**

**Nombre del Autor:**

**MICHAEL VINICIO JARA SALINAS**

**Nombre de la Directora:**

**ING. VANESSA VANEGAS DELGADO**

**CUENCA-ECUADOR**

**2021**

## **DEDICATORIA**

Esta tesis dedico a Dios nuestro creador quien me ha brindado salud, sabiduría y me ha forjado por el camino correcto para cumplir esta gran meta.

A las personas más maravillosas que existen, mis padres por darme la oportunidad de formarme académicamente, por su apoyo incondicional sin importar las adversidades que se han presentado en el transcurso de este ciclo.

A la mujer que más respeto y admiro mi madre Rosa Salinas por ser un gran ejemplo a seguir, gracias a sus sabios consejos y enseñanzas he llegado a culminar esta fase muy importante en mi vida. A mi padre, Juan Jara por enseñarme que con esfuerzo y sacrificio se llega a cumplir las metas deseadas, a mis hermanos Juan, Jesica, Marilexis y Marco por el gran apoyo que me han brindado hasta finalizar este proyecto de tesis.

**Michael Vinicio Jara Salinas**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco en primer lugar a Dios, nuestro Creador por brindarme sabiduría y permitirme culminar una de las etapas más importantes de mi vida.

A la Universidad del Azuay, y a todo el personal docente de la carrera de Ingeniería en Minas, quienes me colmaron de conocimientos, y en especial a la Ing. Vanessa Vanegas Delgado quien, a más de ser directora de tesis fue un gran apoyo durante el transcurso investigativo de este proyecto de tesis.

Gracias a la empresa minera Grumintor, quien me permitió realizar el presente proyecto de tesis en el interior de su empresa, facilitándome la información necesaria para que todo este proyecto sea posible.

**Michael Vinicio Jara Salinas**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b> .....	i
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	ii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	viii
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	x
<b>RESUMEN</b> .....	xi
<b>ABSTRACT</b> .....	xii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	xiii
<b>1. CAPÍTULO I</b> .....	1
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	1
1.1 Ubicación geográfica del área de estudio.....	1
1.2 Datos de la mina.....	2
1.3 Acceso a la mina Grumintor.....	3
1.4 Infraestructura del campamento de la mina Grumintor .....	4
1.5 Geología .....	4
1.5.1 Geología regional.....	4
1.5.2 Geología local .....	5
1.6 Minería .....	6

1.6.1	Minería subterránea .....	6
1.7	Perforación y voladura .....	7
1.7.1	Perforación.....	7
1.7.2	Voladura.....	8
1.8	Seguridad y salud en el trabajo en el ámbito minero .....	8
1.9	Riesgos físicos.....	9
1.9.1	Ruido.....	9
1.9.2	Ruido ocupacional .....	10
1.10	Fisiología de la audición.....	11
1.10.1	Oído externo.....	11
1.10.2	Oído medio.....	11
1.10.3	Oído interno .....	11
1.11	Enfermedades producidas por efecto del ruido .....	12
1.12	Estudio de audiometría .....	14
1.12.1	Audiometría tonal .....	14
1.12.2	Audiometría verbal .....	14
1.13	Marco legal .....	15
1.14	Métodos para minimizar el ruido.....	16

<b>2. CAPÍTULO II .....</b>	<b>18</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>18</b>
2.1 Enfoque .....	18
2.1.1 Nivel de investigación.....	18
2.2 Tipos de investigación.....	18
2.2.1 Investigación bibliográfica.....	18
2.2.2 Investigación de campo.....	19
2.2.3 Proyecto factible .....	19
2.3 Levantamiento de información.....	19
2.3.1 Técnicas utilizadas .....	19
2.4 Tipo de estrategia de medición.....	21
2.4.1 Medición en base a la tarea.....	21
2.5 Determinación de las zonas de evaluación de ruido .....	22
2.6 Personal que laboran en el área de perforación y voladura.....	23
2.6.1 Horario de la jornada laboral .....	23
2.7 Perforación .....	24
2.7.1 Equipos de perforación que se utilizan al interior de la mina.....	24
2.7.2 Repuestos de perforadoras ´ .....	27
2.8 Voladura.....	28
2.8.1 Cordón detonante .....	28

2.9	Tipo de monitoreo .....	30
2.10	Distancia y altura del sonómetro en el trabajador .....	30
2.11	Materiales a utilizarse .....	31
2.12	Niveles de exposición de ruido.....	33
2.12.1	Nivel de exposición sonora en 6 horas de trabajo.....	34
<b>3.</b>	<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>36</b>
	<b>FORMULACIÓN DEL SISTEMA DE SEGURIDAD.....</b>	<b>36</b>
3.1	Diagrama de flujo de las actividades.....	36
3.2	Localización de los puntos de muestreo.....	37
3.3	Medición realizada en primera instancia.....	39
3.3.1	Resultados del monitoreo uno, en roca dacita (punto 1).....	39
3.3.2	Resultado del monitoreo dos, en roca andesita basáltica (punto 2) .....	41
3.3.3	Resultado del monitoreo tres, en roca brecha (punto 3) .....	42
3.3.4	Resultado del monitoreo cuatro, en roca andesita basáltica (punto 4).....	43
3.3.5	Resultados finales del monitoreo .....	45
3.4	Cálculos.....	47
3.4.1	Perforadoras con un mes de uso.....	47
3.4.2	Perforadoras con nueve meses de uso.....	51
3.5	Resultado final del nivel de exposición sonora ponderado A, en base a las tareas.....	56

3.6	Cálculo de dosis .....	58
3.7	Interpretación de los resultados obtenidos. ....	59
3.8	Formulación de un sistema de control del ruido en perforación y voladura. ....	59
3.8.1	Tema .....	59
3.8.2	Antecedentes .....	60
3.8.3	Justificación para la formulación de un sistema de control del ruido.....	60
3.8.4	Objetivo general.....	61
3.8.5	Objetivos específicos .....	61
3.8.6	Formulación del sistema de control del ruido.....	61
3.8.7	Capacitación.....	61
3.8.8	Señalización .....	62
3.8.9	Control médico y de equipos .....	62
3.8.10	Sustitución.....	63
3.8.11	Implementación.....	63
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>67</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>71</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>76</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1 Ubicación geográfica del cantón Camilo Ponce Enríquez .....</b>	<b>1</b>
<b>Figura 1.2 Ubicación y acceso a la mina Grumintor .....</b>	<b>3</b>
<b>Figura 1.3 Campamento minero Grumintor .....</b>	<b>4</b>
<b>Figura 1.4 Esquema del oído.....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 2.1 Medición L<sub>p</sub>,A<sub>eq</sub>T<sub>m</sub> en diferentes tareas .....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 2.2 Perforadora Secoroc YT 27 .....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 2.3 Repuestos: ñeeta y resorte torre .....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 2.4 Repuestos: ñeeta, resorte torre y corona .....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 2.5 Repuestos: bronce pistón y tuerca chuck .....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 2.6 Cordón detonante.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 2.7 Carga de nitrato y fulminante.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 2.8 Software (NoiseLogger Communication Tool - Meter) .....</b>	<b>30</b>
<b>El Figura 2.9 Sonómetro marca Teckoplus .....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 2.10 Trípode de 2 metros de alto .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 2.11 Computadora Toshiba Core 5.....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 3.1 Levantamiento geológico de la zona de estudio .....</b>	<b>38</b>
<b>Figura 3.2 Monitoreo del ruido en la zona g-10, sector declive .....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 3.3 Monitoreo del ruido en la zona crucero 2 palmas, sector la mojada .....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 3.4 Monitoreo del ruido en la zona crucero 2 palmas, sector la mojada .....</b>	<b>43</b>
<b>Figura 3.5 Monitoreo del ruido en la zona pique del gallo, sector nivel 6 .....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 3.6 Resultado en perforadoras nuevas.....</b>	<b>57</b>

<b>Figura 3.7 Resultado en perforadoras antiguas .....</b>	<b>57</b>
<b>Figura 3.8 Taladro para roca S250-M3 .....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 3.9 Protectores auditivos serie X5 marca 3M Peltor.....</b>	<b>64</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.1 Distancia y coordenadas U.T.M de la mina Grumintor .....</b>	<b>2</b>
<b>Tabla 1.2 Datos generales de la empresa minera Grumintor .....</b>	<b>2</b>
<b>Tabla 2.1 Personal de perforación y voladura .....</b>	<b>23</b>
<b>Tabla 2.2 Jornada laboral diaria de los trabajadores .....</b>	<b>24</b>
<b>Tabla 2.3 Control de perforadoras.....</b>	<b>26</b>
<b>Tabla 2.4 Ficha técnica .....</b>	<b>31</b>
<b>Tabla 2.5 Tiempo permitido de exposición en función del nivel sonoro .....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 3.1 Puntos y coordenadas U.T.M.....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 3.2 Tipo de roca de cada punto de monitoreo .....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 3.3 Monitoreo en el punto 1.....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 3.4 Monitoreo en el punto 2.....</b>	<b>42</b>
<b>Tabla 3.5 Monitoreo en el punto 3.....</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 3.6 Monitoreo en el punto 4.....</b>	<b>44</b>
<b>Tabla 3.7 Monitoreo realizadas en perforadoras con un mes de uso .....</b>	<b>45</b>
<b>Tabla 3.8 Monitoreo realizadas en perforadoras con nueve meses de uso .....</b>	<b>46</b>
<b>Tabla 3.9 Resultados finales de los cálculos <math>L_{EX,6h}</math>.....</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 3.10 Datos de la atenuación del ruido.....</b>	<b>65</b>
<b>Tabla 3.11 Ruido atenuado en perforadoras de un mes de uso .....</b>	<b>66</b>
<b>Tabla 3.12 Ruido atenuado en perforadoras de nueve mes de uso .....</b>	<b>66</b>

**“EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO EN LOS PROCESOS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA, PARA LA FORMULACIÓN DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD EN LA MINA GRUMINTOR, PONCE ENRÍQUEZ - AZUAY”**

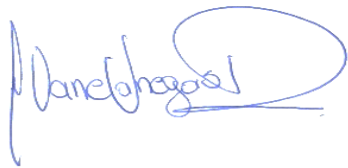
**RESUMEN**

Esta investigación evaluó el ruido que afecta a los trabajadores en minería subterránea en los procesos de perforación y voladura en la empresa minera Grumintor.

De esta manera, primero se realizó un recorrido dentro de la mina, donde se identificaron diversos niveles de presión sonora. Mediante la información conseguida, se eligieron cuatro frentes de trabajo, ubicados cada uno a diferentes distancias y profundidad; también se eligieron ocho máquinas perforadoras, cuatro que se encuentran dentro del primer mes de uso y cuatro de nueve meses, utilizando para los monitoreos de ruido un sonómetro portátil marca Tekcoplus.

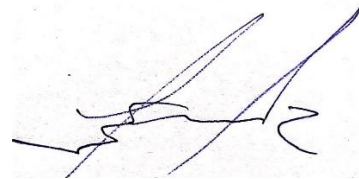
Con los resultados obtenidos, se realizó la formulación de un sistema de seguridad que busca minimizar el impacto acústico, cumpliendo con los límites máximos establecidos para el efecto por el Ministerio de Trabajo (Decreto Ejecutivo 2393).

**Palabras claves:** Minería subterránea, perforación, ruido, sistema de seguridad, voladura.



Diana Vanessa Vanegas Delgado

**Directora del Trabajo de Titulación**



Leonardo Aníbal Núñez Rodas

**Coordinador de Escuela**



Michael Vinicio Jara Salinas

**Autor**

**EVALUATION OF THE EXPOSURE TO NOISE IN THE PROCESSES OF DRILLING  
AND BLASTING, FOR THE FORMULATION OF A SYSTEM SECURITY IN THE  
GRUMINTOR MINE, PONCE ENRÍQUEZ – AZUAY**

**ABSTRACT**

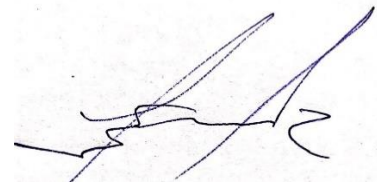
This investigation evaluated the noise affecting underground mining workers in the drilling and blasting processes at the Grumintor mine. In this way, first a tour was carried out inside the mine, where various levels of sound pressure were identified. Using the information obtained, four work fronts were chosen, each located at different distances and depths; eight drilling machines were also chosen, four in the first months of use and four within nine months, using for noise monitoring a Tekcoplus brand portable sound level meter. With the results obtained, a security system was formulated that seeks to minimize the acoustic impact, complying with the maximum limits established for this purpose by the Ministry of Labor (Executive Decree 2393).

**Keywords:** Noise, drilling, blasting, security system, underground mining.



Diana Vanessa Vanegas Delgado

**Thesis Director**



Leonardo Aníbal Núñez Rodas

**Faculty Coordinator**

**Translated by**

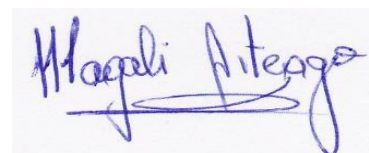


Michael Vinicio Jara Salinas

**Author**



Vinicio Michael Jara Salinas



Vinicio Michael Jara Salinas

Trabajo de Titulación

Ing. Vanessa Vanegas Delgado

Mayo, 2021

**EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO EN LOS PROCESOS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA, PARA LA FORMULACIÓN DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD EN LA MINA GRUMINTOR, PONCE ENRÍQUEZ - AZUAY”**

**INTRODUCCIÓN**

Dentro de la minería subterránea, el ruido ha sido considerado como una de las principales fuentes de riesgo para la salud de los trabajadores, debido al gran incremento en los procesos de perforación y voladura, que superan los límites máximos establecidos por el Ministerio de Trabajo. La actividad minera dentro del cantón Camilo Ponce Enríquez por muchos años ha sido denominada como anti-técnica debido a la falta de conocimientos, sin embargo, existen empresas mineras en la actualidad que buscan tecnificar su explotación o extracción de minerales, así como también mejorar las condiciones de seguridad y salud en los trabajadores.

Los altos niveles de presión sonora (NPS) en los trabajadores generan enfermedades como; pérdida de la audición, fatiga, falta de concentración en su puesto de trabajo, trastornos psíquicos, dolores de cabeza, bajo desempeño laboral. Debido al gran aumento de enfermedades de contaminación sonora que se ha presentado en los últimos años, se presentó este proyecto de tesis buscando controlar y minimizar (NPS) cumpliendo los límites máximos establecido por el Ministerio de Trabajo y con el Reglamento de seguridad y salud ocupacional.

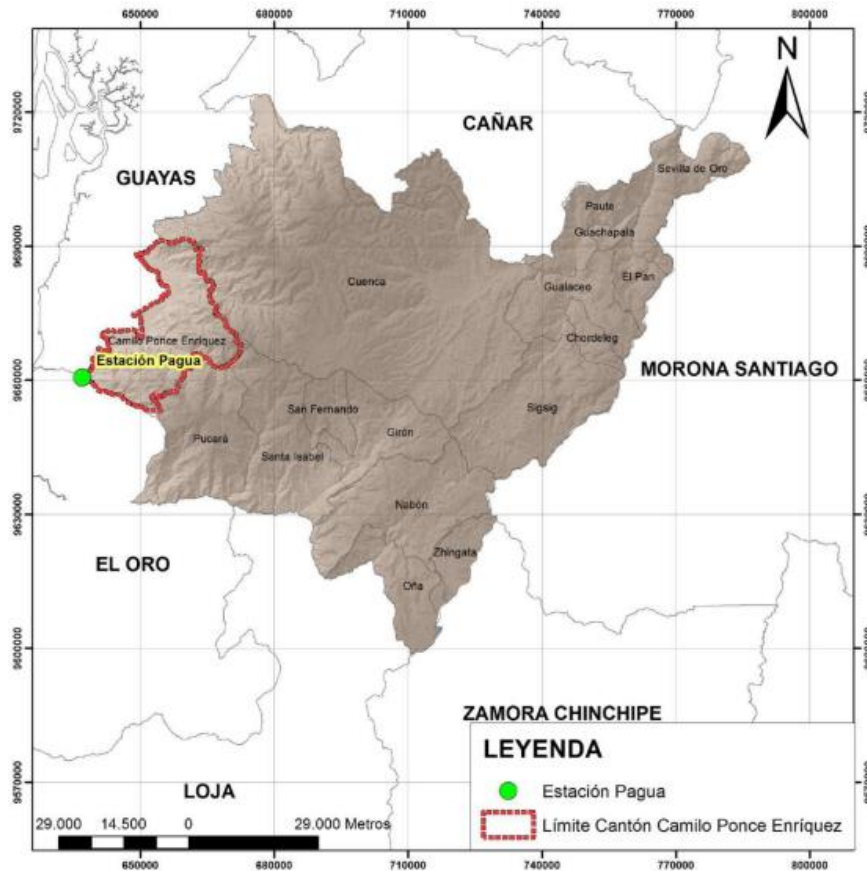
# 1. CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Ubicación geográfica del área de estudio

El cantón Camilo Ponce Enríquez se encuentra ubicado al suroeste del país, dentro de la provincia del Azuay a 200 km de la ciudad de Cuenca, está limitada al norte con la provincia del Guayas, al sur con la provincia de El Oro, al este con el cantón Cuenca y Santa Isabel y al oeste con el cantón Guayas.

Figura 1.1 Ubicación geográfica del cantón Camilo Ponce Enríquez



Fuente: Equipos técnicos GADM Camilo Ponce Enríquez, 2015.

## 1.2 Datos de la mina

La minera Grumintor, está formado por una superficie de 481.00 hectáreas. Las coordenadas U.T.M del punto de partida y los demás vértices, referenciados al DATUM PSAD-56 y a la zona geográfica Nª17, así como las distancias de todos los lados que la limitan son:

**Tabla 1.1 Distancia y coordenadas U.T.M de la mina Grumintor**

PUNTOS	X	Y	DISTANCIA (metros)	
P.P	651.100,00	9.663.500,00	P.P-1	1.100,00
1	650.000,00	9.663.500,00	1-2	1.100,00
2	650.000,00	9.664.600,00	2-3	3.100,00
3	653.100,00	9.664.600,00	3-4	1.800,00
4	653.100,00	9.662.800,00	4-5	2.000,00
5	651.100,00	9.662.800,00	5-P.P.	700,00

**Fuente:** Ministerio de energía y recursos naturales no renovables, coordinación zonal 6.

Grumintor se encuentra dentro de la concesión minera “Pinglio 1”.

**Tabla 1.2 Datos generales de la empresa minera Grumintor**

Código Catastral	06
Nombre del titular	Empresa minera Grumintor S.A.
Representante legal	Karen Evelyn Vargas
Fase minera	Explotación
Materiales a explotar	Polimetálico



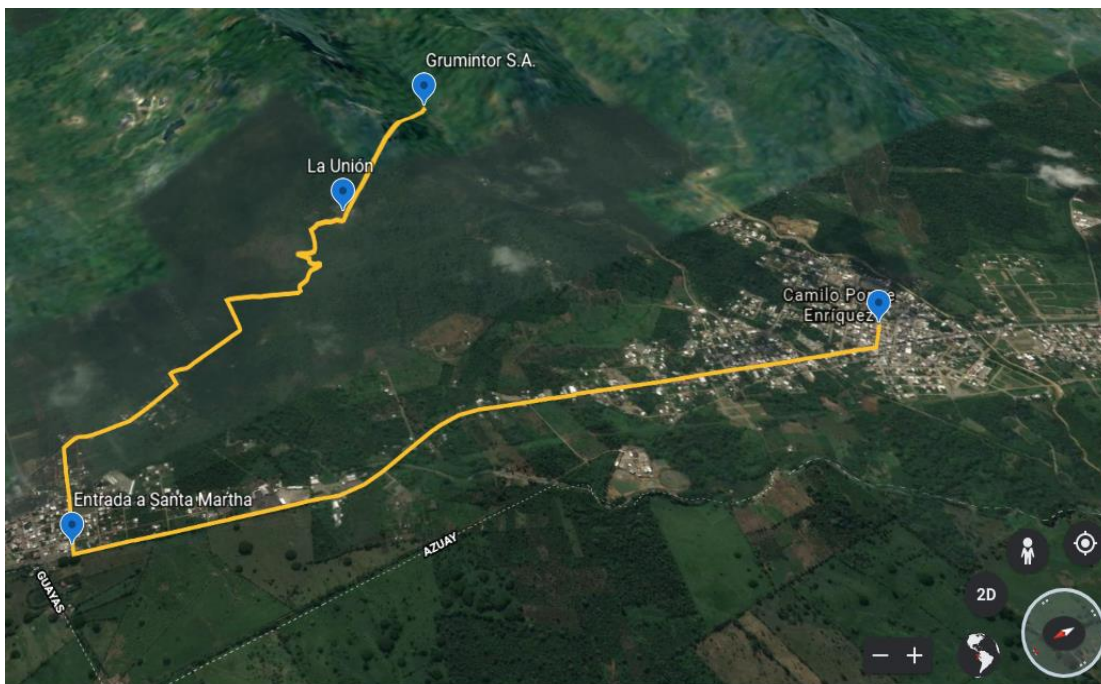
---

**Fuente:** Ministerio de energía y recursos naturales no renovables, coordinación zonal 6.

### 1.3 Acceso a la mina Grumintor

La mina Grumintor se encuentra ubicada en la provincia del Azuay, cantón Camilo Ponce Enríquez, Parroquia San Gerardo a 1380 metros sobre el nivel del mar. Para el ingreso a la mina el punto principal de referencia es el parque central del cantón Camilo Ponce Enríquez, se toma la vía troncal a la costa en dirección a Guayaquil, a unos 7 km se gira a mano derecha ingresando a la entrada a Santa Martha, luego se dirige a la parroquia La Unión que se encuentra a unos 20 km y finalmente a Grumintor a unos 8 Km, el total de recorrido es de 35 km aproximadamente, el tiempo del trayecto es aproximadamente de 50 minutos debido al estado de la vía de acceso.

**Figura 1.2 Ubicación y acceso a la mina Grumintor**



**Fuente:** Imagen satelital, Google Earth, 2017.

## 1.4 Infraestructura del campamento de la mina Grumintor

El campamento está distribuido por dos oficinas técnicas, una oficina administrativa, un consultorio médico, un comedor, una cancha deportiva, una sala recreacional, área mecánica, área de combustible, área de compresores, área de polvorines, una bodega, zona de stock veta, zona de stock caja, área de reciclaje, área de tratamientos de aguas y cuenta con setenta dormitorios.

**Figura 1.3 Campamento minero Grumintor**



**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

## 1.5 Geología

### 1.5.1 Geología regional

La provincia del Azuay se localiza dentro del distrito minero Azuay, ubicada en toda la anchura de la cordillera occidental, limita al este de la falla de Baños hasta el golfo de Guayaquil en el oeste. Dentro del distrito se han reconocido los siguientes tipos de mineralización como: depósitos

porfídicos, depósitos epitermales, depósitos mesotermiales, depósitos combinados tipo epi-mesotermiales y sulfuros masivos (Vega Oyola, 2013).

El distrito minero Azuay está constituido por rocas pre-cretácicas como las metamórficas que se encuentran al sur de la cordillera occidental, rocas cretácicas como los basaltos, diabasas, brechas también se encuentra formado un grupo heterogéneo de rocas volcánicas (ácidas a intermedias) aquí podemos encontrar las andesitas de color verde con abundante (plagioclasa, anfíbol y cristales), dacitas que contienen (feldespatos, anfíboles y algunos cristales de cuarzo) y riolíticas (bancas, cafés claras y rosadas) (Vega Oyola, 2013).

### **1.5.2 Geología local**

El cantón Ponce Enríquez se encuentra localizado dentro del sub-distrito Machala- Naranjal en la parte occidental del distrito Azuay, está constituido por minerales de cobre, oro, molibdeno se puede encontrar tanto en pórfidos, vetas, brechas y stockworks epi-mesotermiales, se desarrollan dentro de las rocas volcánicas de caja (Vega Oyola, 2013).

Desde muchos años atrás el cantón Ponce Enríquez ha sido denominado como uno de los yacimientos de mayor valor económico para el país, está compuesto por mineralización tipo vetiforme con sulfuros complejos de Cu, Pb, Zn, As y Au (Vega Oyola, 2013).

La parroquia de San Gerardo está constituida por rocas volcánicas, andesita, andesita basáltica, brecha y dacita todas estas rocas pertenecen a los basaltos de Bella Rica y Unidad Pallatanga. La mineralización y alteración hidrotermal es de más de 1 km de espesor, constituido por varios cuerpos de cuarzo-diorita a micro- tonalita porfídica. En los frentes de trabajo se presenta una exposición típica de basaltos, stockworks irregulares de epidota, cuarzo y diorita de un espesor de 20 mm en las vetillas (Vega Oyola, 2013).

## **1.6 Minería**

La minería es una actividad extractiva de minerales que pueden ser metálico o no metálicos, estas se encuentran formados dentro de la corteza terrestre y su explotación busca un beneficio económico, la minería en el Ecuador es considerada una de las actividades más antiguas que se ha desarrollado a partir del siglo XVI.

En la actualidad la minería es considerada indispensable para el desarrollo médico, tecnológico y sobre todo económico de varios países. La minería se divide en dos métodos de explotación: minería a cielo abierto y minería subterránea.

### **1.6.1 Minería subterránea**

La minería subterránea es el trabajo minero que se realiza debajo de la superficie mediante el diseño de túneles o galerías, el objetivo de este método es minimizar los costos de extracción y buscar mayor beneficio económico para la empresa o titular minero. Para la determinación de este método de explotación es muy importante la geometría del yacimiento (forma, tamaño, rumbo y buzamiento de vetas), los aspectos geotécnicos de la zona (tipo de formación o geología) y los aspectos económicos (ley de la mena).

La minería subterránea busca la extracción de material veta o caja de la superficie, utilizando métodos de perforación y voladura que ayuda a la fragmentación de la roca para poder transportar la materia al exterior de la bocamina.

## **1.7 Perforación y voladura**

La perforación y voladura es una de las primeras etapas a desarrollarse en minería subterránea, este método es utilizado en superficies donde es imposible arrancar o fragmentar la roca con maquinaria y herramientas mecánicas.

El método de perforación y voladura se basa en la ejecución de un diseño de malla de perforación para realizar huecos cilíndricos en la roca con la finalidad de colocar explosivos que ayuden a la explosión, transmitiendo gran cantidad de energía necesaria para arrancar el macizo rocoso y avanzar con la explotación. La perforación y voladura son actividades completamente diferentes, pero se complementan la una con la otra.

### **1.7.1 Perforación**

La perforación consiste en realizar huecos de forma cilíndricos en la roca con la distribución y geometría adecuada, en donde posteriormente se instalan los explosivos. Existen tres tipos de perforaciones mecánicas como: percusión, rotación, rotopercusión (Pernia Llera, Ortiz de Urbina, Lopez Jimeno, & Lopez Jimeno, 2003).

#### **1.7.1.1 Perforación por percusión**

La perforación por percusión es producto del golpeteo constante del pistón originando ondas de choque a altas velocidades, la onda de choque llega a la boca de perforación generando energía en forma de trabajo, produciendo un orificio en la roca (Pernia Llera, Ortiz de Urbina, Lopez Jimeno, & Lopez Jimeno, 2003).

#### **1.7.1.2 Perforación por rotación**

Este tipo de perforación se hace girar la boca a grandes velocidades generando impactos sobre la roca, se realiza principalmente por compresión y cizalladura o su combinación que es la manera

más común y antigua en perforación por rotación. Existe dos maneras de penetración dependiendo de la dureza de la roca, si la roca es media a alta se emplea triconos y si la roca es blanda se realiza por corte utilizando bocas especiales (Pernia Llera, Ortiz de Urbina, Lopez Jimeno, & Lopez Jimeno, 2003).

### **1.7.1.3 Perforación por rotopercusión**

La perforación mediante rotopercusión es el sistema más utilizado en la minería subterránea debido a su combinación de: percusión, rotación, empuje y barrido. El rendimiento de este proceso facilita a producir mayor cantidad de huecos en la roca en un menor tiempo es aplicable a todo tipo de roca desde la más blanda hasta la más dura

### **1.7.2 Voladura**

Es un proceso posterior a la perforación que se realiza cuando los recursos mecánicos no son eficientes o rentables, el proceso de voladura tiene como objetivo principal la fragmentación de las rocas, esto se realiza mediante la utilización de explosivos al producir su detonación generan grandes cantidades de energía si se sitúa en los lugares adecuados, en cantidades suficientes. La voladura puede ser detonada de manera controlada o no controlada, su detonación produce altos niveles de ruido, gases y vibraciones por efectos de la voladura.

## **1.8 Seguridad y salud en el trabajo en el ámbito minero**

El Reglamento de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito minero (RSSTAM) tiene como finalidad establecer los derechos y obligaciones de toda persona natural o jurídica que se encuentra realizando actividades mineras a cielo abierto o minería subterránea.

Este reglamento tiene como objetivo prevenir, mitigar y corregir los factores de riesgo (físicos, químicos, biológicos, mecánicos, psicosociales, ergonómicos, accidentes graves/mayores y naturales) de esta forma este reglamento busca que no se presente ningún tipo de incidentes, accidentes o enfermedades en el ámbito laboral generando mejores condiciones para el personal (Agencia de Regulación y Control Minero, 2014).

## **1.9 Riesgos físicos**

Es toda energía física que excede los niveles de equilibrio habitual, produciendo gran afectación a la salud de los colaboradores en su lugar de trabajo. Los factores de riesgo físico se dividen en:

- Ruido
- Vibración
- Temperatura
- Iluminación
- Radiación ionizante y no ionizante (Agencia de Regulación y Control Minero, 2014).

### **1.9.1 Ruido**

Es ruido es considerado un sonido fuerte no deseado, que puede ser molesto al presentarse de manera constante en un tiempo determinado. Desde años atrás el nivel elevado del ruido se ha considerado como un problema para la salud, debido a que en algunos casos excede los límites máximos establecidos por el Decreto Ejecutivo 2393.

La unidad de medida del ruido son los decibelios (dB) y los equipos más utilizados para medir el nivel de ruido es el sonómetro.

### **1.9.1.1 Ruido continuo**

El ruido continuo es cuando el nivel de presión sonora no aumenta ni decrece en un tiempo determinado, se mantiene constante y cuando aumenta siempre se produce en intervalos menores a un segundo (Falagán Rojo, Canga Alonso, Ferrer Piñol, & Fernández Quintana, 2000).

### **1.9.1.2 Ruido intermitente**

Es cuando los niveles altos de presión sonora superan los cinco segundos de duración y después disminuye su presión a nivel ambiental en breves intervalos de tiempo y así consecutivamente.

### **1.9.1.3 Ruido de impulso o impacto**

Es cuando el nivel de presión sonora decrece exponencialmente con el tiempo, los impactos o impulsos generados están separados en tiempos que superan los dos segundos (Falagán Rojo, Canga Alonso, Ferrer Piñol, & Fernández Quintana, 2000).

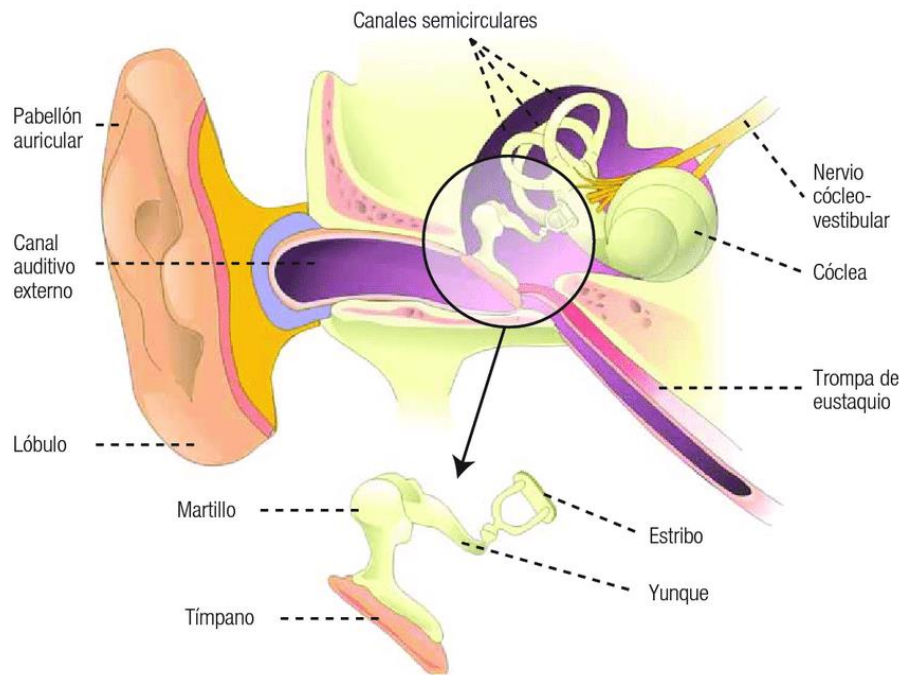
## **1.9.2 Ruido ocupacional**

El ruido ocupacional es todo nivel de presión sonora que se genera en el área de trabajo, esta presión es generada por equipos mecánicos o actividades que se realizan generando riesgos para la salud del personal.



## 1.10 Fisiología de la audición

Figura 1.4 Esquema del oído



Fuente: Adaptado de la Enciclopedia Médica A.D.A.M, 2010

### 1.10.1 Oído externo

La función principal del oído externo es conducir el sonido primero por el pabellón auricular, pasando por el canal auditivo dirigiéndose al oído medio.

### 1.10.2 Oído medio

El tímpano está constituido por una membrana que tiene como función recibir el sonido produciendo una vibración, esta vibración pasa por el martillo, yunque y finalmente por el estribo en forma de energía, estos huesecillos del oído medio generan una energía mecánica para transmitir al oído interno.

### 1.10.3 Oído interno

Está formado por la cóclea que es el principal en recibir la energía mecánica del oído medio y transformar en energía eléctrica, dentro de la cóclea se encuentra el órgano corti este órgano está

compuesto por células ciliadas, su función principal es recibir el sonido y conducir al nervio cóclea-vesicular que transmitiendo al sistema nervio y finalmente al cerebro.

## **1.11 Enfermedades producidas por efecto del ruido**

### **Pérdida de audición**

La pérdida de audición es considerada una enfermedad muy común en las personas que se encuentran expuestos a trabajos con altos niveles de ruido, durante un largo periodo de tiempo de trabajo, provocando daños irreversibles en el oído interno. El primer síntoma que sufre la persona es la dificultad de oír sonidos elevados. (Martínez, 1995, p.95).

### **Acufeno**

Es una sensación de ruido en el interior del oído, se presenta en forma de zumbidos y solo es oíble por la misma persona. Este síntoma demuestra que existen daños en el sistema auditivo, debido a altos niveles de exposiciones de ruido que ha sufrido.

### **Trauma acústico agudo**

*“Es una enfermedad producida por el impacto de un ruido de gran intensidad, pero de corta duración. Requiere una gran energía acústica y aparece en determinados profesionales como minero, militares, técnicos en explosivos o bien en situaciones especiales como en explosiones fortuitas”* (Tolosa Cabaní & Badenes Vicente, 2008, p.16).

## **Trauma acústico crónico**

*“Es el déficit auditivo causado por la exposición continuada al ruido durante el trabajo. El grado de riesgo de padecer de problemas se establece después de estar expuesto 8 horas diarias a 85 dB” (Tolosa Cabaní & Badenes Vicente, 2008, p.17).*

## **Efectos fisiológicos**

El organismo de las personas tiene la capacidad de reaccionar ante un peligro, al presentarse exposiciones bajas de ruido en tiempos cortos el organismo reacciona en forma de defensa, al momento que los niveles de ruido se elevan y la exposición es de forma continua producen enfermedades patológicas como:

- Aumento de tensión arterial
- Estrés laboral
- Dolor de cabeza
- Fatiga
- Falta de concentración (Bernabeu Toboada, 2007).

## **Accidentes laborales**

El alto nivel de ruido es perjudicial, debido que genera una baja capacidad auditiva y una disminución de comunicación oral, también produce desconcentración en las actividades que realiza, originando accidentes continuamente.

## **1.12 Estudio de audiometría**

Son estudios que se realizan para analizar el estado auditivo de la persona. Existen algunos tipos de estudios o test que nos ayudan a reconocer el daño auditivo que sufre.

### **1.12.1 Audiometría tonal**

#### **1.12.1.1 Tonal liminar**

*“Se emplea sonidos puros, con un rango de frecuencia entre 125 y 8.000 HZ, siendo la intensidad del estímulo regular en paso de 5 dB hasta alcanzar un máximo de 120 dB para la conducción aérea y de 40-70 dB para la ósea”* (Valdecasas Bernal, Aguadero García, & Sainz Quevedo, 2014, Capítulo 7, p.1)

#### **1.12.1.2 Tonal supraliminar**

*“Son pruebas audiométricas que utilizan sonoros de mayor intensidad que el umbral auditivo del paciente que previamente habremos calculado. Con ellas valoramos distorsiones sonoras y determinamos la zona lesionada en los trastornos auditivos neurosensoriales”* (Valdecasas Bernal, Aguadero García, & Sainz Quevedo, 2014, Capítulo 7, p.3).

### **1.12.2 Audiometría verbal**

El estudio de la audiometría verbal se basa en la presentación de palabras equilibradas a diferentes intensidades, de esta forma se determina el estudio de intensidad de las palabras en la persona. La duración del estudio es entre 15 a 20 minutos. Solo se pueden realizar en personas que no tengan trastornos de lenguaje y su coeficiente intelectual debe ser normal. (Valdecasas Bernal, Aguadero García, & Sainz Quevedo, 2014, Capítulo 7, p.4 ).

### **1.13 Marco legal**

**La Constitución de la República del Ecuador (2008) nos dice que:** *“Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar”* (Const, art. 326, num 5, p.150).

**EL Código de Trabajo manifiesta:** *“Obligaciones respecto de la prevención de riesgos, los empleados están obligados a asegurar a sus trabajadores condiciones de trabajo que no presenten peligro para su salud o vida”* (Código del Trabajo , 2005, Capítulo V, art.410).

**Decisión 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, dice:** *“Identificar y evaluar los riesgos, en forma inicial y periódica, 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”* (Comunidad Andina, 2005, Capítulo III, art.11, P 13).

**Resolución 957 Reglamento de Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, manifiesta:** *“El incumplimiento de las obligaciones por parte del empleador en materia de seguridad y salud en el trabajo, dará lugar a las responsabilidades que establezcan la legislación nacional de los Países Miembros, según los niveles de incumplimiento y los niveles de sanción”* (Comunidad Andina Resolución 957, 2005, Capítulo III, art.19).

**Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del medio Ambiental de Trabajo, manifiesta:** *“En los procesos industriales donde existan o se liberen contaminantes físicos, químicos o biológicos, la prevención de riesgo para la salud se realizará evitando en primer lugar su generación, su emisión en segundo lugar, y como tercera acción su trasmisión, y sólo cuando resultaren técnicamente imposible las acciones*

*precedentes, se utilizarán los medios de protección personal, o la exposición limitada a los efectos del contaminante”* (Ministerio de Trabajo , 1986, Capítulo V, Num 4).

**El Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo del Ámbito Minero, nos dice:** *“Los titulares de derechos mineros, sus trabajos y/o servidores mineros, deberán planificar y ejecutar actividades encaminadas al reconocimiento, medición, evaluación y control de riesgos en labores mineras a fin de evitar accidentes de trabajo y/o enfermedades ocupacionales que afecten a la salud o integridad física o psicológica del personal que labore en las áreas mineras”* (Agencia de Regulación y Control Minero, 2014, art.16, p.7).

**Reglamento Ambiental de Actividades Mineras, manifiesta:** *“Se dará un permanente y adecuado mantenimiento a las maquinarias y equipos, para garantizar su eficiente operación y disminuir el ruido y emisiones de gases, de conformidad con los dispuesto en el Reglamento de Seguridad Minera y en las normas técnicas que la Autoridad Ambiental expida para tal efecto”* (Ministerio del Ambiente , 2009, art. 89, p.24).

#### **1.14 Métodos para minimizar el ruido**

Existen dos métodos importantes que buscan atenuar el ruido que se presenta en un ambiente laboral en beneficio del personal.

- 1. En la fuente:** Este método tiene como finalidad controlar la fuente de generación de ruido, mediante el cumplimiento de calidad y mantenimiento de maquinarias. Además, busca remplazar la maquinaria antigua que se encuentra en mal estado, con maquinaria tecnificada con el único objetivo de la reducción del ruido.

2. **Al trabajador:** Realizar estudios de ruido ocupacional con la finalidad de analizar el nivel de ruido que sufren los trabajadores en sus puestos de trabajo, mediante este análisis realizar una implementación de tapones auditivos u orejeras auditivas, revisando el mejor nivel de atenuación posible de los protectores dentro de su respectiva ficha técnica.

## **2. CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1 Enfoque**

La siguiente investigación está basada en un enfoque cualitativo debido a la investigación de los factores físicos principalmente ruido, que están expuestos los trabajadores en el proceso de perforación y voladura dentro de la mina Grumintor, además se analizara los tipos de enfermedades que se producen por los altos niveles de ruido que sobrepasan los límites permitidos por el Ministerio de Trabajo. También se basa en un enfoque cuantitativo debido a las mediciones que se realizaron para determinar los niveles de ruido, en las cuales se utilizaron algunos instrumentos, entre ellos el más importante el sonómetro.

##### **2.1.1 Nivel de investigación**

El nivel de investigación es correlacional, debido a las mediciones de ruido realizadas en diferentes áreas, en base a estas mediciones se determinarán medidas que buscan minimizar y controlar el ruido, cumpliendo con los límites máximos de exposición de ruido diario establecidos en el Ministerio de Trabajo.

#### **2.2 Tipos de investigación**

##### **2.2.1 Investigación bibliográfica**

Esta investigación tiene como objetivo conocer varias teorías relacionadas al tema de tesis, pero con criterios de diferentes autores, basándose principalmente en libros, documentos, reglamentos, leyes, normativas, artículos científicos y páginas web.



### **2.2.2 Investigación de campo**

Dentro de la investigación de campo se acudió a la mina Grumintor donde se realizó un recorrido del campamento en el interior de la mina, con el objetivo de terminar la zona de estudio.

Posteriormente se ejecutó el debido monitoreo en los equipos de perforación y en el proceso de voladura, también se realizó un recorrido en el área de mantenimiento y control de perforadoras con la finalidad de obtener información autentica sobre el tema de investigación.

### **2.2.3 Proyecto factible**

Se denomina proyecto factible, porque se basa en datos obtenidos y según los resultados se planteará una formulación de un sistema de seguridad, que ayudará a minimizar o controlar el ruido dentro de la empresa en los procesos de perforación y voladura con la finalidad de cumplir con las leyes y reglamentos de seguridad y salud en el trabajo del ámbito minero.

## **2.3 Levantamiento de información**

Para el levantamiento de información se trabajó en base a lo establecido en la Norma Técnica Ecuatoriana (ITE INEN-ISO 9612) “Determinación de la exposición al ruido en el trabajo”.

### **2.3.1 Técnicas utilizadas**

#### **Entrevistas**

- Se entrevistó a los supervisores y al personal que laboran en el proceso de perforación y voladura en la mina Grumintor, con la finalidad de recolectar información del tema planteado, sobre las actividades que realizan en su horario de trabajo, si presentan fatigas o molestias producidas por consecuencia de la exposición al ruido.

- Se realizó una entrevista al personal del área mecánica, sobre el tema de perforadoras, con la finalidad de saber la fecha de ingresos de las perforadoras, periodo de mantenimiento, tipos de repuestos que cambian frecuentemente, que tiempo de uso una perforadora es considerada nueva y en qué tiempo de uso una perforadora es considerada antigua.

### **Encuestas**

- Debido a la información obtenida en la entrevista se realizó una encuesta a los trabajadores del proceso de perforación y voladura, dentro de la encuesta se realizó preguntas como: tiempo de ingreso a su puesto de trabajo desde el campamento, tiempo de perforación, tiempo de carga de explosivos, tiempo de detonación, tiempo de salida y horas de trabajo.

### **Reuniones**

- Se realizó una reunión con el Médico de campamento, para hablar sobre el tema de los exámenes de audiometría de los trabajadores y con Ingeniero encargado en el área de seguridad minera para hablar sobre los equipos de protección personal (EPP) que utilizan en el proceso de perforación y voladura.

### **Análisis**

- Dentro del análisis, se planificó las actividades que se deben realizar para llevar a cabo este proyecto, se realizó un análisis de toda la información obtenida para continuar con el siguiente proceso de monitoreo.

## 2.4 Tipo de estrategia de medición

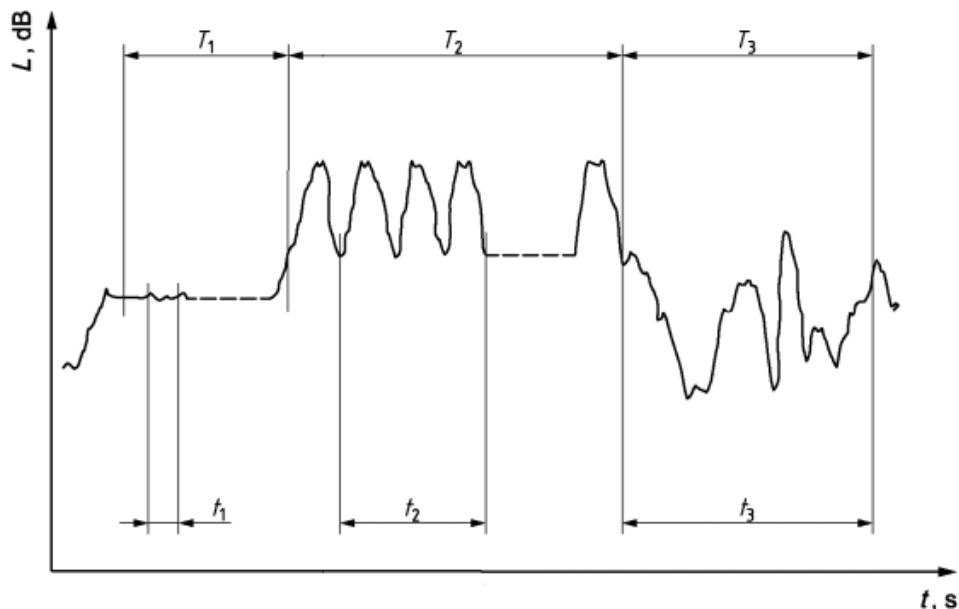
Dentro del proceso de perforación y voladura se analizó las actividades que realizan en el horario de trabajo, con el objetivo de determinar una estrategia de medición, en donde en base al análisis se decidió realizar la “Medición Basada en la Tarea” para la determinación de la exposición del ruido.

### 2.4.1 Medición en base a la tarea

Se realizó en base a la norma ITE INEN-ISO 9612 que nos dice: “*Se analiza el trabajo realizado durante la jornada y se divide en un cierto número de tareas representativas y, para cada tarea, se hace mediciones por separado del nivel de presión sonora*” (Norma Técnica Ecuatoriana, 2014, p.15)

Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A para la tarea m ( $L_{p,A,eqT,m}$ )

Figura 2.1 Medición  $L_{p,A,eqT,m}$  en diferentes tareas



Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana, 2014, p. 17.

## Leyenda

- *L*: Nivel de ruido en función del tiempo.
- *T1*: duración de la tarea 1.
- *T2*: duración de la tarea 2.
- *T3*: duración de la tarea 3.
- *t*: tiempo.
- *t1*: duración de la medición 1: ruido más o menos constante.
- *t2*: duración de la medición 2, ruido fluctuando de manera cíclica.
- *t3*: duración de la medición 3: ruido fluctuando de manera aleatoria. (Norma Técnica Ecuatoriana, 2014, p.17)

## 2.5 Determinación de las zonas de evaluación de ruido

Para realizar la evaluación de la exposición al ruido dentro de la mina Grumintor se realizaron monitoreos en cuatro frentes de trabajo y se ha tomado cuenta tres parámetros muy importantes estos son:

1. Se realizaron monitoreos en cuatro frentes de trabajo que se encuentran a diferentes profundidades y alturas desde la bocamina.
2. En base a la geología local, se realizaron los monitoreos en tres tipos de rocas (dacita, brechas y andesita basáltica) que se encontraban dentro proceso de perforación y voladura.
3. También se identificó que existían perforadoras de diferentes estados de calidad y en base a estos estados se realizaron diversos monitoreos.

Mediante estos monitoreos se logró identificar, evaluar y analizar en donde se produce mayor nivel de ruido, superando los límites máximos establecidos por el Ministerio de Trabajo.

## 2.6 Personal que laboran en el área de perforación y voladura

En cada frente de trabajo laboran un perforista y un acompañante, los dos son los encargados de realizar los trabajos. Para la evaluación del ruido se realizará en cuatro perforistas y cuatro acompañantes que laboran en diferentes zonas, ver en la Tabla 2.1.

**Tabla 2.1 Personal de perforación y voladura**

<b>Nombre del Perforista</b>	<b>Nombre del Acompañante</b>	<b>Zona</b>	<b>Sector</b>	<b>Actividad interior mina</b>
Juan Armijos	Cristian Neptalí	G-10	Declive	Tajo
Luis Gonzales	Klever Pineda	Crucero 2 palmas	Mojada	Galería
Adrián Reyes	Anghelo Armijos	Crucero 2 palmas	Mojada	Tajo
Diego Encalada	Flavio Deleg	Pique del gallo	Nivel 6	Galería

**Fuente:** Elaboración propia, 2021.

### 2.6.1 Horario de la jornada laboral

Dentro del proceso de perforación y voladura se logró identificar cinco tareas diferentes que se realizan dentro del horario de trabajo y de acuerdo con las entrevistas realizadas a los supervisores y trabajadores se consiguió obtener información sobre el tiempo que dura cada actividad, ver en la tabla 2.2.

**Tabla 2.2 Jornada laboral diaria de los trabajadores**

<b>Tareas</b>	<b>Horario</b>	<b>Tiempo total</b>
<b>Ingreso desde el campamento</b>	12:30 – 13:00 pm	0.5 horas
<b>Preparación de los equipos</b>	13:00 – 13:30 pm	0.5 horas
<b>Perforación</b>	13:30 – 17:30 pm	4 horas
<b>Carga del Nitrato y Fulminante</b>	17:30 – 18:00 pm	0.5 horas
<b>Voladura y Salida</b>	18:00 – 18:30 pm	0.5 horas
<b>Total de horas de Trabajo</b>		6 horas

**Fuente:** Elaboración propia, 2021.

## **2.7 Perforación**

### **2.7.1 Equipos de perforación que se utilizan al interior de la mina**

En mina Grumintor los trabajos de perforación se realizan con perforadora marca Epiroc, modelo Socoroc (YT 27), ver en la figura 2.2. Dentro de estas áreas se pudo identificar que existen perforadoras de diferentes estados de calidad, esto depende del tiempo de uso de la maquinaria. Uno de los motivos de los elevados niveles de ruido puede ser producido por equipos que se encuentran en mal estado.

**Figura 2.2 Perforadora Secoroc YT 27**



**Fuente:** Elaboración propia, 2020

Para este estudio se escogió 4 perforadoras Secoroc (YT 27) que se encuentran en un periodo de un mes de uso y 4 perforadoras que se encuentran entre 9 a 10 meses, ver en la tabla 2.3.

**Tabla 2.3 Control de perforadoras**

<b>Código</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Fecha de ingreso</b>	<b>Tiempo de uso</b>	<b>Cambios de repuesto</b>	<b>Estado actual</b>
214	Epiroc	Secoroc YT 27	2/11/2020	27 días	Ninguno	Bueno
1901	Epiroc	Secoroc YT 27	1/11/2020	20 días	Ninguno	Bueno
M17	Epiroc	Secoroc YT 27	28/10/2020	31 días	Ninguno	Bueno
180	Epiroc	Secoroc YT 27	28/10/2020	28 días	Ninguno	Bueno
M09	Epiroc	Secoroc YT 27	8/03/2020	9 meses	Uñeta, resorte torre, tuerca chuck	Malo
PM09	Epiroc	Secoroc YT 27	10/03/2020	9 meses	Uñeta, resorte torre, corona	Malo
530	Epiroc	Secoroc YT 27	10/03/2020	9 meses	Uñeta, resorte torre, bronce pistón	Malo
AM043	Epiroc	Secoroc YT 27	8/3/2020	9 meses	Uñeta, resorte torre, bronce pistón	Malo

**Fuente:** Elaboración propia, 2021.



## 2.7.2 Repuestos de perforadoras ´

Figura 2.3 Repuestos: uñeta y resorte torre



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Figura 2.4 Repuestos: uñeta, resorte torre y corona



Fuente: Elaboración propia, 2020.

**Figura 2.5 Repuestos: bronce pistón y tuerca chuck**



**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

## **2.8 Voladura**

### **2.8.1 Cordón detonante**

Dentro del proceso de voladura es muy importante el largo del cordón detonante, mientras mayor es el largo del cordón detonante mayor es el tiempo para su detonación. El departamento de seguridad y salud ocupacional de la mina Grumintor mediante pruebas realizadas utilizan 1.80 m de largo de cordón en cada detonación que se realice, ver en la figura 2.6 de esta forma el personal encargado de la voladura tiene un tiempo de 330 segundos para prender y evacuar la zona de voladura.

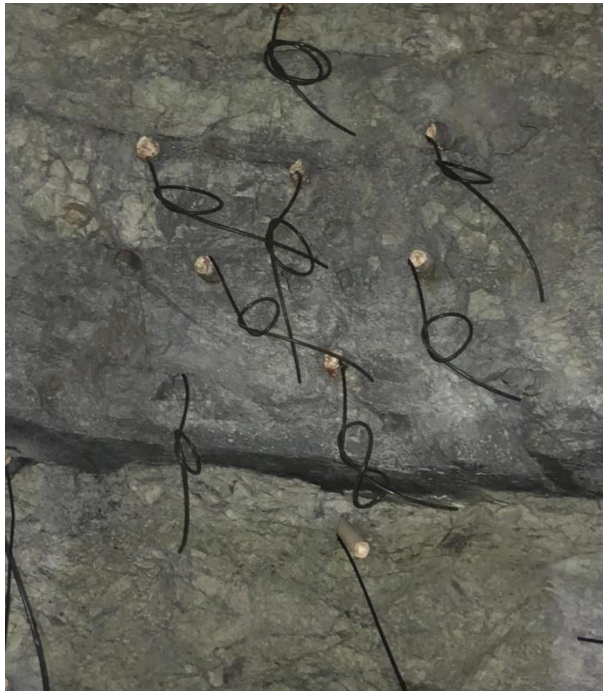
Mediante la información obtenida se pudo verificar que el perforista y acompañante se demoran un tiempo máximo de 90 segundos en encender los cordones detonantes para la voladura y un tiempo de 240 segundos para evacuar de la zona.

**Figura 2.6 Cordón detonante**



**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

**Figura 2.7 Carga de nitrato y fulminante**

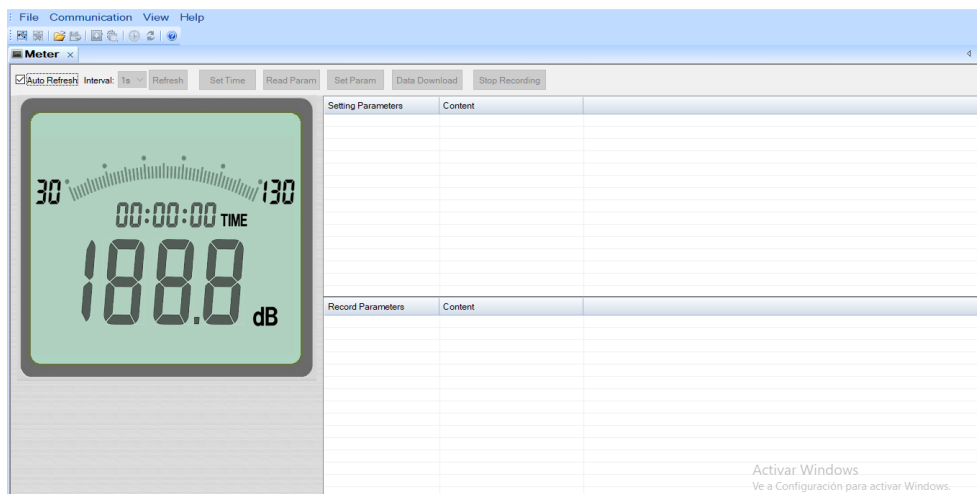


**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

## 2.9 Tipo de monitoreo

El monitoreo se realizó mediante la utilización de un sonómetro nuevo, completamente calibrada y certificada marca (TEKCOPLUS) el análisis que se realizó en tiempo real, mide de 30 dB – 130 dB. El sonómetro tiene interfaz con la computadora, es conectada mediante un cable USB, su transmisión es mediante la utilización del software (NoiseLogger Communication Tool-Meter) garantizando lecturas precisas, ver en la figura 2.8.

**Figura 2.8 Software (NoiseLogger Communication Tool - Meter)**



**Fuente:** Elaboración propia, 2021.

## 2.10 Distancia y altura del sonómetro en el trabajador

La distancia y altura que se utilizó para realizar los monitoreos de la exposición al ruido que sufren los trabajadores fue en base a la norma ITE INEN-ISO 9612 nos manifiesta: “*El micrófono del sonómetro se debe colocar en la parte superior del hombro, a una distancia de al menos 0.1m de la entrada del canal auditivo, del lado del oído más expuesto y debería estar aproximadamente 0,04 m por encima del hombro*” (Norma Técnica Ecuatoriana, 2014, p.22).

## 2.11 Materiales a utilizarse

### Sonómetro

Es un instrumento muy utilizado para realizar lecturas de nivel de presión sonora (ruido) que se generan por diferentes actividades, la unidad de medida del sonómetro es en decibelios. Para la utilización del sonómetro se verificó los siguientes cumplimientos:

- El sonómetro cumple con los certificados CE y RoHS.
- El sonómetro cumple con la calibración de acuerdo a la norma ITE INEN-ISO 9612.

El Figura 2.9 Sonómetro marca Tekcoplus



Fuente: Ficha Técnica TekcoPlus

Tabla 2.4 Ficha técnica

Especificaciones	Sonómetro
Marca	Tekcoplus
Estándar aplicado	Norma IEC 60651 Tipo 2, ANSI SI. 4 Tipo 2.

<b>Modelo</b>	SLM25TK
<b>Fuente de sonido de calibración</b>	94 dB a 1 kHz
<b>Rango de medición</b>	30 dB – 130 dB
<b>Unidad de medida</b>	dBA / dBC

---

**Fuente:** Ficha Técnica TekcoPlus.

## **Trípode**

El trípode es una herramienta muy importante, su función es la estabilización del sonómetro en condiciones incómodas, evitado que se genere movimiento, también ayuda a generar una altura adecuada cumpliendo con la norma (ITE INEN-ISO 9612), ver en la figura 2.10.

**Figura 2.10** Trípode de 2 metros de alto

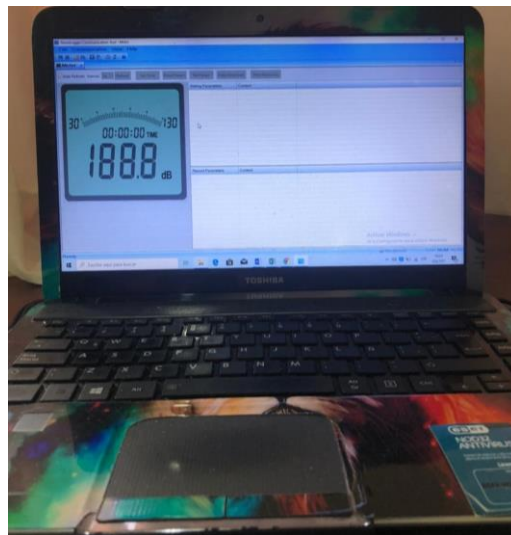


**Fuente:** Elaboración propia, 2021

## Computadora

Para el monitoreo se utilizó una computadora Toshiba Core 5, ver en la figura 2.11, donde se instaló un software (NoiseLogger Communication Tool - Meter) programa de medición de los niveles de ruido en tiempo real, los datos del monitoreo se guardan directamente en el Excel.

**Figura 2.11 Computadora Toshiba Core 5**



**Fuente:** Elaboración propia, 2021.

### 2.12 Niveles de exposición de ruido

El Ministerio del Trabajo ha establecido los siguientes niveles de exposición sonora, ver en la tabla 2.5.

**Tabla 2.5 Tiempo permitido de exposición en función del nivel sonoro**

Nivel Sonoro (dB)	Tiempo de exposición por jornada /horas
85	8

90	4
95	2
100	1
110	0.25
115	0.125

---

Fuente: Ministerio de Trabajo, 1986, Art 55.

### 2.12.1 Nivel de exposición sonora en 6 horas de trabajo

En el Art. 47 del Código de Trabajo Ecuatoriano, manifiesta que en minería subterránea se trabaja seis horas diarias, mediante los datos de la (tabla 2.5) del Decreto ejecutivo 2393, se puede calcular el nivel sonoro máximo permitido en las 6 horas de trabajo y con la utilización de la siguiente ecuación donde:

T= 6 horas

NPS: Nivel de presión sonora.

$$T = \frac{8}{2^{\left(\frac{NPS-85}{5}\right)}}$$

$$6 = \frac{8}{2^{\left(\frac{NPS-85}{5}\right)}}$$

$$6 \times 2^{\left(\frac{NPS-85}{5}\right)} = 8$$

$$6 \times 2^{\left(\frac{NPS-85}{5}\right)} = 2^3$$

$$6 \times \left(\frac{NPS - 85}{5}\right) = 3$$



$$6 X (NPS - 85) = 15$$

$$(NPS - 85) = \frac{15}{6}$$

$$NPS = 2,5 + 85$$

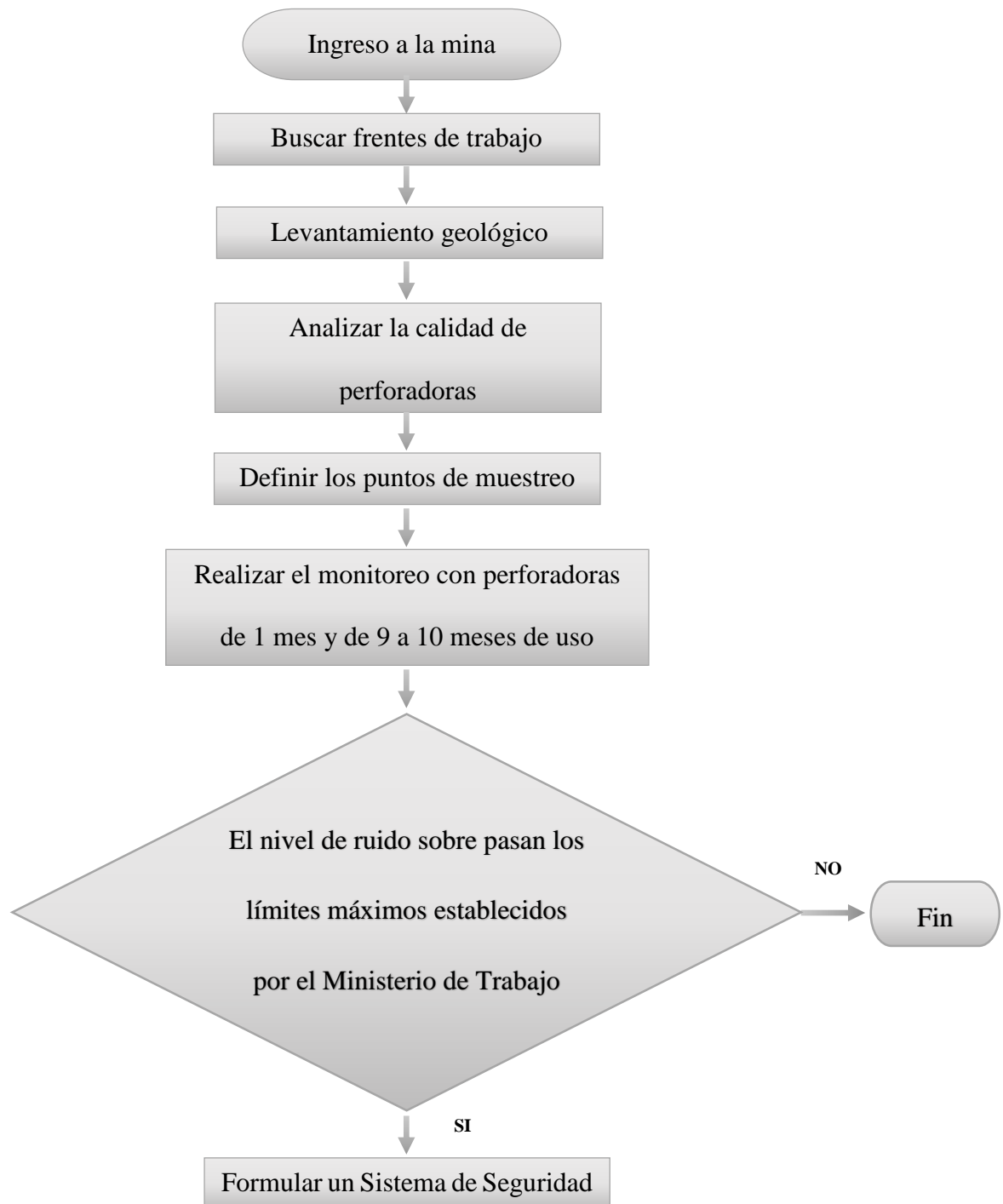
$$\mathbf{NPS = 87,5 \text{ dB}}$$

En 6 horas de trabajo en minería subterránea puede recibir máximo de 87,5 dB en un día.

### 3. CAPÍTULO III

#### FORMULACIÓN DEL SISTEMA DE SEGURIDAD

##### 3.1 Diagrama de flujo de las actividades.



### 3.2 Localización de los puntos de muestreo

Para realizar el monitoreo se eligieron cuatro frentes de trabajo (puntos) en donde se tomó como punto de referencia la bocamina de la empresa, ver en la tabla 3.1.

**Tabla 3.1 Puntos y coordenadas U.T.M**

Puntos	x	y		Altura (msnm)
Bocamina	653086	9663582	1	1382
Punto 1	651697	9663187	1-1	1401
Punto 2	652430	9663268	1-2	1390
Punto 3	652850	9663158	1-3	1387
Punto 4	652851	9662856	1-4	1254

**Fuente:** Elaboración propia, 2021.

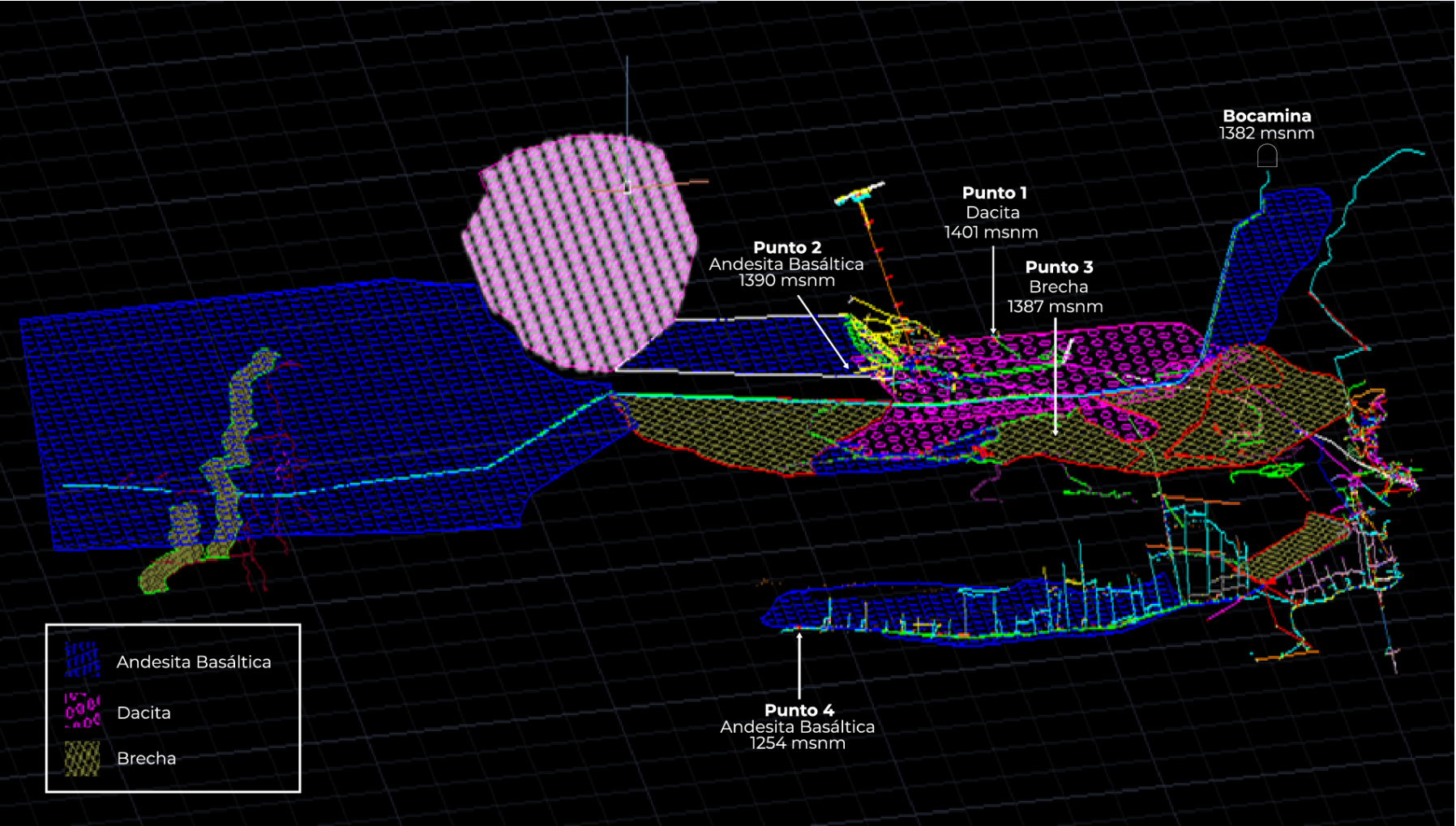
Los puntos de perforación y voladura donde se realizaron los monitoreos están formados de diferentes tipos de rocas, ver en la tabla 3,2.

**Tabla 3.2 Tipo de roca de cada punto de monitoreo**

Puntos	Nombre del Perforador	Nombre del acompañante	Tipo de roca
Punto 1	Juan Armijos	Cristian Neptalí	Dacita
Punto 2	Luis Gonzales	Klever Pineda	Andesita Basáltica
Punto 3	Adrián Reyes	Anghelo Armijos	Brecha
Punto 4	Diego Encalada	Flavio Deleg	Andesita Basáltica

**Fuente:** Elaboración propia. 2021.

Figura 3.1 Levantamiento geológico de la zona de estudio



Fuente: Empresa Minera Grumintor, 2021.

### **3.3 Medición realizada en primera instancia**

Para ejecutar las mediciones de ruido, se realizó mediante la “medición basada en la tarea”, ver en la tabla 2.2.

Los monitoreos del “ingreso a la mina” se colocaron los mismos resultados para todos los trabajadores debido, a que todos ingresan 12:30 pm por la boca mina y galería principal, sufriendo el mismo nivel de presión sonora, ver en el Anexo 2.

En los de “preparación de los equipos” se trabajó de igual manera con resultado idénticos para todos los trabajadores debido, a que realizan el mismo proceso de movilización e instalación de agua, aire comprimido y de perforadores, ver en el Anexo 3.

Para los monitoreos de “perforación” se realizaron en 4 perforadoras que se encuentran dentro del mes de uso (ver en el Anexo 4) consideradas como nuevas dentro de la empresa y 4 perforadoras que sobrepasan los 9 meses de uso (ver en el Anexo 5) consideradas como antiguas en la empresa.

En el proceso de “carga de nitrato y fulminante” se colocó resultado idéntico debido, a que los trabajadores realizan los mismos procesos de transporte y carga de nitrato y fulminante, ver en el Anexo 6.

En el proceso de “voladora y salida” se trabajó con varios monitoreos debido, a que la voladura se realizó en varios lugares con distancias y profundidades diferentes, ver el Anexo 7.

#### **3.3.1 Resultados del monitoreo uno, en roca dacita (punto 1)**

Este monitoreo se ejecutó en la zona G-10, sector declive (ver en la figura 3.2), en un tajo que está formado por roca dacita, a una altura de 1401 msnm, a 19 metros sobre la boca mina, los monitoreos realizados en base a la tarea (Ingreso a la mina, ver en Anexo 2. Preparación de los equipos, ver en Anexo 3. Perforación con perforado nueva 214-YT-27, ver en Anexo 4 - Monitoreo

3. Perforación con perforadora antigua M09-YT-27, ver en Anexo 5- Monitoreo 7. Carga de nitrato y fulminante, ver en Anexo 6. Voladura y salida, ver en Anexo 7 - Monitoreo 12.) y el resultado de los monitoreos, ver en la tabla 3.3.

**Figura 3.2 Monitoreo del ruido en la zona g-10, sector declive**



**Fuente:** Elaboración propia, 2021.

Nivel de presión sonora continua equivalente ponderado A, de cada tarea ( $L_{p,A,eqT}$ )

**Tabla 3.3 Monitoreo en el punto 1**

<b>Tareas</b>	<b>Duración / horas</b>	<b><math>L_{p,A,eqT}</math></b>
Ingreso a la mina	0.5 h	60,43 dB
Preparación de los equipos	0.5 h	57,53 dB
Perforación		
Perforadora nueva 214-YT-27	4 h	106,235 dB
Perforadora antigua M09-YT-27	4 h	115.51 dB
Carga de nitrato y fulminante	0.5 h	52,03 dB

Voladura y salida

0.5 h

55,043 dB

---

**Fuente:** Elaboración propia, 2021.

### **3.3.2 Resultado del monitoreo dos, en roca andesita basáltica (punto 2)**

Este monitoreo se ejecutó en la zona crucero 2 palmas, sector la mojada (ver en la figura 3.3), en una galería que está formado por roca andesita basáltica, a una altura de 1390 msnm, a 8 metros sobre la bocamina, los monitoreos realizados en base a la tarea (Ingreso a la mina, ver en Anexo 2. Preparación de los equipos, ver en Anexo 3. Perforación con perforador nueva M17-YT-27, ver en Anexo 4 - Monitoreo 4. Perforación con perforadora antigua PM09-YT-27, ver en Anexo 5- Monitoreo 8. Carga de nitrato y fulminante, ver en Anexo 6. Voladura y salida, ver en Anexo 7- Monitoreo 13.) y el resultado de los monitoreos, ver en la tabla 3.3.

**Figura 3.3 Monitoreo del ruido en la zona crucero 2 palmas, sector la mojada**



**Fuente:** Elaboración propia, 2021.

**Tabla 3.4 Monitoreo en el punto 2**

<b>Tareas</b>	<b>Duración / horas</b>	<b><i>L<sub>p,A,eqT.1</sub></i></b>
Ingreso a la mina	0.5 h	60,43 dB
Preparación de los equipos	0.5 h	57,53 dB
Perforación		
Perforadora nueva M17-YT-27	4 h	106,44 dB
Perforadora antigua PM09-YT-27	4 h	117,97 dB
Carga de nitrato y fulminante	0.5 h	52,03 dB
Voladura y salida	0.5 h	64,75 dB

**Fuente:** Elaboración propia, 2021.

### **3.3.3 Resultado del monitoreo tres, en roca brecha (punto 3)**

Este monitoreo se ejecutó en la zona crucero 2 palmas, sector la mojada (ver en la figura 3.4), en un tajo que está formado por roca brecha, a una altura de 1387 msnm, a 5 metros sobre la bocamina, los monitoreos realizados en base a la tarea (Ingreso a la mina, ver en Anexo 2. Preparación de los equipos, ver en Anexo 3. Perforación con perforadora nueva 1901-YT-27, ver en Anexo 4 - Monitoreo 5. Perforación con perforadora antigua 530-YT-27, ver en Anexo 5- Monitoreo 9. Carga de nitrato y fulminante, ver en Anexo 6. Voladura y salida, ver en Anexo 7 - Monitoreo 14.) y el resultado de los monitoreos, ver en la tabla 3.4.



**Figura 3.4 Monitoreo del ruido en la zona cruceo 2 palmas, sector la mojada**



**Fuente:** Elaboración propia, 2021.

**Tabla 3.5 Monitoreo en el punto 3**

<b>Tareas</b>	<b>Duración / horas</b>	<b><i>L<sub>p,A,eqT.1</sub></i></b>	
Ingreso a la mina	0.5 h	60,43 dB	
Preparación de los equipos	0.5 h	57,53 dB	
Perforación	Perforadora nueva 1901-YT-27	4 h	107,445 dB
	Perforadora antigua 530-YT-27	4 h	116,736 dB
Carga de nitrato y fulminante	0.5 h	52,03 dB	
Voladura y salida	0.5 h	54,37 dB	

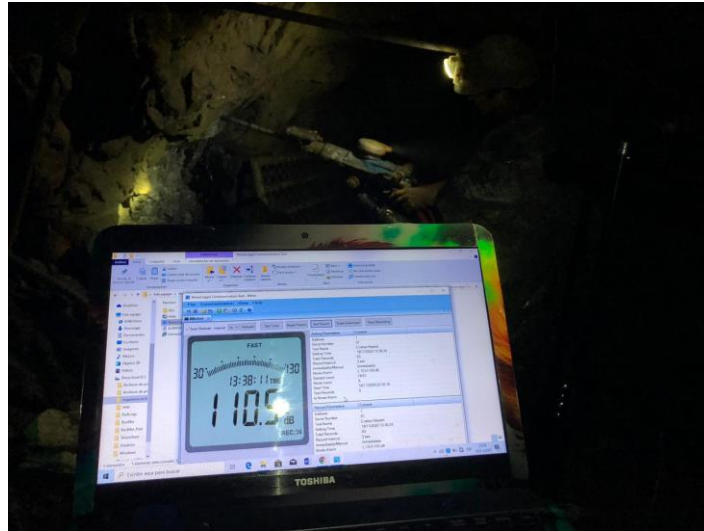
**Fuente:** Elaboración propia, 2021.

### **3.3.4 Resultado del monitoreo cuatro, en roca andesita basáltica (punto 4)**

Este monitoreo se ejecutó en la zona pique del gallo, sector nivel 6 (ver en la figura 3.5), en un tajo que está formado por roca brecha, a una altura de 1254 msnm, a 128 metros debajo de la bocamina, los monitoreos realizados en base a la tarea (Ingreso a la mina, ver en Anexo 2. Preparación de los equipos, ver en Anexo 3. Perforación con perforadora nueva 180-YT-27, ver

en Anexo 4 - Monitoreo 6. Perforación con perforadora antigua AM043-YT-27, ver en Anexo 5- Monitoreo 10. Carga de nitrato y fulminante, ver en Anexo 6. Voladura y salida, ver en Anexo 7- Monitoreo 15.) y el resultado de los monitoreos, ver en la tabla 3.5.

**Figura 3.5 Monitoreo del ruido en la zona pique del gallo, sector nivel 6**



Fuente: Elaboración propia, 2021.

**Tabla 3.6 Monitoreo en el punto 4**

Tareas	Duración / horas	$L_{p,A,eqT.1}$	
Ingreso a la mina	0.5 h	60,43 dB	
Preparación de los equipos	0.5 h	57,53 dB	
Perforación	Perforadora nueva 180-YT-27	4 h	107,96 dB
	Perforadora antigua AM043-YT-27	4 h	117,98 dB
Carga de nitrato y fulminante	0.5 h	52,03 dB	
Voladura y salida	0.5 h	54,46 dB	

Fuente: Elaboración propia, 2021.

### 3.3.5 Resultados finales del monitoreo

Los monitoreos realizados de los niveles de presión sonora (ruido) se han ejecutado en cuatro puntos o frentes de trabajo y se ha realizado con perforadoras de un mes de uso, consideradas como nuevas dentro de la mina Grumintor, ver en la tabla 3,7.

**Tabla 3.7 Monitoreo realizadas en perforadoras con un mes de uso**

<b>Puntos</b>	<b>Ingreso a la mina</b> <i>L<sub>p,A,eqT,1</sub> (dB)</i>	<b>Preparación de los equipos</b> <i>L<sub>p,A,eqT,1</sub> (dB)</i>	<b>Perforación</b> <i>L<sub>p,A,eqT,1</sub> (dB)</i>	<b>Carga de nitrato y fulminante</b> <i>L<sub>p,A,eqT,1</sub> (dB)</i>	<b>Voladura y salida</b> <i>L<sub>p,A,eqT,1</sub> (dB)</i>
Punto 1	60,43	57,53	106,235	52,03	55,043
Punto 2	60,43	57,53	106,44	52,03	64,75
Punto 3	60,43	57,53	107.445 dB	52,03	54,37 dB
Punto 4	60,43	57,53	107,96 dB	52,03	54,46 dB

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

Los monitoreos realizados de los niveles de presión sonora (ruido) se han ejecutado en cuatro puntos o frentes de trabajo y se ha realizado con perforadoras de nueve meses de uso, consideradas como antiguas dentro de la mina Grumintor, ver en la tabla 3.8.

**Tabla 3.8 Monitoreo realizadas en perforadoras con nueve meses de uso**

Puntos	Ingreso a la mina <i>L<sub>p,A,eqT,1</sub> (dB)</i>	Preparación de los equipos <i>L<sub>p,A,eqT,1</sub> (dB)</i>	Perforación <i>L<sub>p,A,eqT,1</sub> (dB)</i>	Carga de nitrato y fulminante <i>L<sub>p,A,eqT,1</sub> (dB)</i>	Voladura y salida <i>L<sub>p,A,eqT,1</sub> (dB)</i>
Punto 1	60,43	57,53	115.51 dB	52,03	55,043
Punto 2	60,43	57,53	117,97 dB	52,03	64,75
Punto 3	60,43	57,53	116,736 dB	52,03	54,37 dB
Punto 4	60,43	57,53	117,98	52,03	54,46 dB

**Fuente:** Elaboración propia, 2021.

### 3.4 Cálculos

Para calcular los niveles de exposición al ruido ponderado A, se ejecutó en base a la tarea y se realizó según la norma ITE INEN-ISO 9612 utilizando las siguientes ecuaciones en cada actividad realizada.

$$L_{EX,6h,m} = L_{p,A,eqT} + 10 \log \left[ \frac{T_e}{T_o} \right] dB$$

- *L<sub>EX,6H, m</sub>*: Contribución de cada tarea al nivel de exposición al ruido diario
- *L<sub>P,A,eqT</sub>*: Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A.
- *T<sub>e</sub>*: duración de la jornada laboral
- *T<sub>o</sub>*: duración de tiempo de trabajo, T<sub>o</sub>=6h (Norma Técnica Ecuatoriana, 2014, pág. 21).

#### 3.4.1 Perforadoras con un mes de uso

##### 3.4.1.1 Punto 1

#### Ingreso a la mina desde el campamento

$$L_{EX,6h,m} = 60,43 \text{ dB} + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{49,64 \text{ dB}}$$

#### Preparación de los equipos

$$L_{EX,6h,m} = 57,53 + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{46,74 \text{ dB}}$$

#### Perforación

$$L_{EX,6h,m} = 106,235 + 10 \log \left[ \frac{4}{6} \right] dB = \mathbf{104,47 \text{ dB}}$$

#### Carga de nitrato y fulminante

$$L_{EX,6h,m} = 53.03 + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{41,24 dB}$$

### **Voladura y salida**

$$L_{EX,6h,m} = 55.043 + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{44.25 dB}$$

El nivel de explosión al ruido diario que sufre los trabajadores en el área de perforación y voladura en el punto uno, se calcula con la siguiente ecuación:

$$L_{EX,6h} = 10 \log \left( \sum_{n=1}^M \frac{Tm}{To} 10^{0,1 \times L_{EX,6h,m}} \right) dB$$

$$L_{EX,6h} = 10 \log ( 10^{0,1 \times 49,64 \text{ dB}} + 10^{0,1 \times 46,74 \text{ dB}} + 10^{0,1 \times 104,47 \text{ dB}} + 10^{0,1 \times 41,24 \text{ dB}} + 10^{0,1 \times 44,25} ) dB = \mathbf{104,47 dB}$$

### **3.4.1.2 Punto 2**

#### **Ingreso a la mina desde el campamento**

$$L_{EX,6h,m} = 60,43 \text{ dB} + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{49,64 dB}$$

#### **Preparación de los equipos**

$$L_{EX,6h,m} = 57,53 + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{46,74 dB}$$

#### **Perforación**

$$L_{EX,6h,m} = 106,44 + 10 \log \left[ \frac{4}{6} \right] dB = \mathbf{104,67 dB}$$

### Carga de nitrato y fulminante

$$L_{EX,6h,m} = 52.03 + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{41, 24 dB}$$

### Voladura y salida

$$L_{EX,6h,m} = 64,75 + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{53. 95 dB}$$

El nivel de exposición al ruido diario que sufre los trabajadores en el área de perforación y voladura en el punto dos, se calcula con la siguiente ecuación:

$$L_{EX,6h} = 10 \log \left( \sum_{n=1}^M \frac{Tm}{To} 10^{0,1 \times L_{EX,6h,m}} \right) dB$$

$$L_{EX,6h} = 10 \log ( 10^{0,1 \times 49,64 \text{ dB}} + 10^{0,1 \times 46,74 \text{ dB}} + 10^{0,1 \times 104,67 \text{ dB}} + 10^{0,1 \times 41,24 \text{ dB}} + 10^{0,1 \times 53,95} ) dB = \mathbf{104, 67 dB}$$

### 3.4.1.3 Punto 3

#### Ingreso a la mina desde el campamento

$$L_{EX,6h,m} = 60,43 \text{ dB} + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{49, 64 dB}$$

#### Preparación de los equipos

$$L_{EX,6h,m} = 57,53 + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{46, 74 dB}$$

#### Perforación

$$L_{EX,6h,m} = 107,45 + 10 \log \left[ \frac{4}{6} \right] dB = \mathbf{105, 69 dB}$$

### Carga de nitrato y fulminante

$$L_{EX,6h,m} = 52,03 + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{41,24 dB}$$

### Voladura y salida

$$L_{EX,6h,m} = 54,37 + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{43,58 dB}$$

El nivel de exposición al ruido diario que sufre los trabajadores en el área de perforación y voladura en el punto tres, se calcula con la siguiente ecuación:

$$L_{EX,6h} = 10 \log \left( \sum_{n=1}^M \frac{T_m}{T_o} 10^{0,1 \times L_{EX,6h,m}} \right) dB$$

$$L_{EX,6h} = 10 \log ( 10^{0,1 \times 49,64 \text{ dB}} + 10^{0,1 \times 46,74 \text{ dB}} + 10^{0,1 \times 105,69 \text{ dB}} + 10^{0,1 \times 41,24 \text{ dB}} + 10^{0,1 \times 43,58} ) dB = \mathbf{105,69 dB}$$

#### 3.4.1.4 Punto 4

### Ingreso a la mina desde el campamento

$$L_{EX,6h,m} = 60,43 \text{ dB} + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{49,64 dB}$$

### Preparación de los equipos

$$L_{EX,6h,m} = 57,53 + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{46,74 dB}$$

### Perforación

$$L_{EX,6h,m} = 107,96 + 10 \log \left[ \frac{4}{6} \right] dB = \mathbf{106,20 dB}$$



### Carga de nitrato y fulminante

$$L_{EX,6h,m} = 52.03 + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{41,24 dB}$$

### Voladura y salida

$$L_{EX,6h,m} = 54,47 + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{43,69 dB}$$

El nivel de exposición al ruido diario que sufre los trabajadores en el área de perforación y voladura en el punto cuatro, se calcula con la siguiente ecuación:

$$L_{EX,6h} = 10 \log \left( \sum_{n=1}^M \frac{T_m}{T_o} 10^{0,1 \times L_{EX,6h,m}} \right) dB$$

$$L_{EX,6h} = 10 \log ( 10^{0,1 \times 49,64 \text{ dB}} + 10^{0,1 \times 46,74 \text{ dB}} + 10^{0,1 \times 106,20 \text{ dB}} + 10^{0,1 \times 41,24 \text{ dB}} + 10^{0,1 \times 43,69} ) dB = \mathbf{106.20 dB}$$

### 3.4.2 Perforadoras con nueve meses de uso

#### 3.4.2.1 Punto 1

#### Ingreso a la mina desde el campamento

$$L_{EX,6h,m} = 60,43 \text{ dB} + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{49,64 dB}$$

#### Preparación de los equipos

$$L_{EX,6h,m} = 57,53 + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{46,74 dB}$$

### Perforación

$$L_{EX,6h,m} = 115,51 + 10 \log \left[ \frac{4}{6} \right] dB = \mathbf{113,75 dB}$$

### Carga de nitrato y fulminante

$$L_{EX,6h,m} = 53,03 + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{41,24 dB}$$

### Voladura y salida

$$L_{EX,6h,m} = 55,043 + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{44,25 dB}$$

El nivel de exposición al ruido diario que sufre los trabajadores en el área de perforación y voladura en el punto uno, se calcula con la siguiente ecuación:

$$L_{EX,6h} = 10 \log \left( \sum_{n=1}^M \frac{Tm}{To} 10^{0,1 \times L_{EX,6h,m}} \right) dB$$

$$L_{EX,6h} = 10 \log ( 10^{0,1 \times 49,64 \text{ dB}} + 10^{0,1 \times 46,74 \text{ dB}} + 10^{0,1 \times 113,75 \text{ dB}} + 10^{0,1 \times 41,24 \text{ dB}} + 10^{0,1 \times 44,25} ) dB = \mathbf{113,75 dB}$$

#### 3.4.2.2 Punto 2

### Ingreso a la mina desde el campamento

$$L_{EX,6h,m} = 60,43 \text{ dB} + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{49,64 dB}$$

### Preparación de los equipos

$$L_{EX,6h,m} = 57,53 + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{46,74 dB}$$

### Perforación

$$L_{EX,6h,m} = 117.97 + 10 \log \left[ \frac{4}{6} \right] dB = \mathbf{116,21 dB}$$

### Carga de nitrato y fulminante

$$L_{EX,6h,m} = 52.03 + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{41,24 dB}$$

### Voladura y salida

$$L_{EX,6h,m} = 64,75 + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{53.95 dB}$$

El nivel de exposición al ruido diario que sufre los trabajadores en el área de perforación y voladura en el punto dos, se calcula con la siguiente ecuación:

$$L_{EX,6h} = 10 \log \left( \sum_{n=1}^M \frac{T_m}{T_o} 10^{0,1 \times L_{EX,6h,m}} \right) dB$$

$$L_{EX,6h} = 10 \log ( 10^{0,1 \times 49,64 \text{ dB}} + 10^{0,1 \times 46,74 \text{ dB}} + 10^{0,1 \times 116,21 \text{ dB}} + 10^{0,1 \times 41,24 \text{ dB}} + 10^{0,1 \times 53,95} ) dB = \mathbf{116,21 dB}$$

#### 3.4.2.3 Punto 3

### Ingreso a la mina desde el campamento

$$L_{EX,6h,m} = 60,43 \text{ dB} + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{49,64 dB}$$

### Preparación de los equipos

$$L_{EX,6h,m} = 57,53 + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{46,74 dB}$$

### Perforación

$$L_{EX,6h,m} = 116,736 + 10 \log \left[ \frac{4}{6} \right] dB = \mathbf{114,98 dB}$$

### Carga de nitrato y fulminante

$$L_{EX,6h,m} = 52,03 + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{41,24 dB}$$

### Voladura y salida

$$L_{EX,6h,m} = 54,37 + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{43,58 dB}$$

El nivel de exposición al ruido diario que sufre los trabajadores en el área de perforación y voladura en el punto tres, se calcula con la siguiente ecuación:

$$L_{EX,6h} = 10 \log \left( \sum_{n=1}^M \frac{Tm}{To} 10^{0,1 \times L_{EX,6h,m}} \right) dB$$

$$L_{EX,6h} = 10 \log ( 10^{0,1 \times 49,64 \text{ dB}} + 10^{0,1 \times 46,74 \text{ dB}} + 10^{0,1 \times 114,98 \text{ dB}} + 10^{0,1 \times 41,24 \text{ dB}} + 10^{0,1 \times 43,58} ) dB = \mathbf{114,98 dB}$$

#### 3.4.2.4 Punto 4

### Ingreso a la mina desde el campamento

$$L_{EX,6h,m} = 60,43 \text{ dB} + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{49,64 dB}$$

### Preparación de los equipos

$$L_{EX,6h,m} = 57,53 + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{46,74 dB}$$

## Perforación

$$L_{EX,6h,m} = 107,96 + 10 \log \left[ \frac{4}{6} \right] dB = \mathbf{116,22 dB}$$

## Carga de nitrato y fulminante

$$L_{EX,6h,m} = 52,03 + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{41,24 dB}$$

## Voladura y salida

$$L_{EX,6h,m} = 54,47 + 10 \log \left[ \frac{0,5}{6} \right] dB = \mathbf{43,69 dB}$$

El nivel de exposición al ruido diario que sufre los trabajadores en el área de perforación y voladura en el punto cuatro, se calcula con la siguiente ecuación:

$$L_{EX,6h} = 10 \log \left( \sum_{n=1}^M \frac{T_m}{T_o} 10^{0,1 \times L_{EX,6h,m}} \right) dB$$

$$L_{EX,6h} = 10 \log ( 10^{0,1 \times 49,64 \text{ dB}} + 10^{0,1 \times 46,74 \text{ dB}} + 10^{0,1 \times 116,22 \text{ dB}} + 10^{0,1 \times 41,24 \text{ dB}} \\ + 10^{0,1 \times 43,69} ) dB = \mathbf{116,22 dB}$$

### 3.5 Resultado final del nivel de exposición sonora ponderado A, en base a las tareas

Mediante los resultados obtenidos se pudo identificar el nivel de exposición sonora que se genera en el proceso de perforación y voladura durante las 6 horas de trabajo en el día, sobrepasa los límites máximos establecidos por el Decreto Ejecutivo 2393, incumpliendo con las leyes, normas y reglamentos del Ecuador, ver en la tabla 2.9.

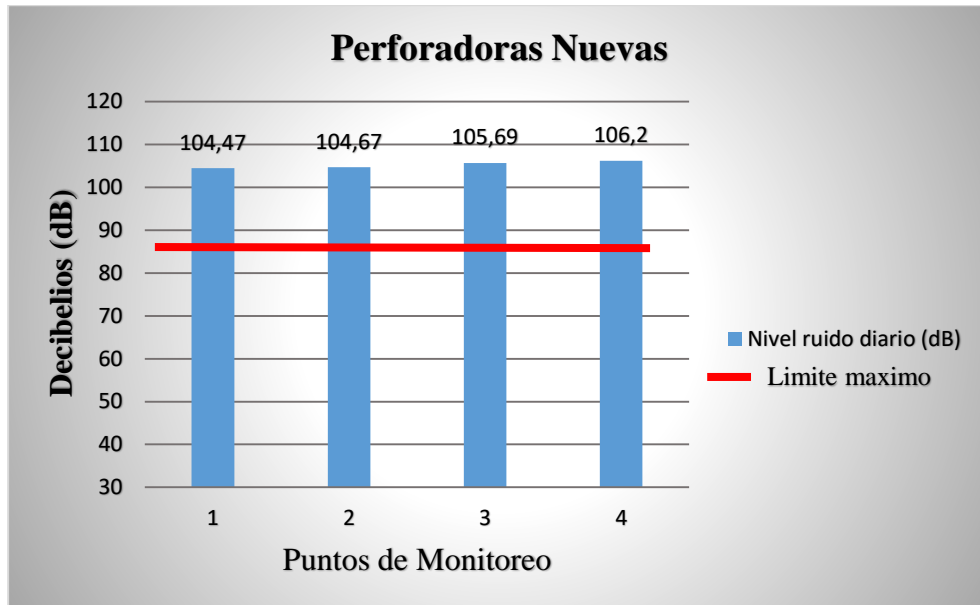
Nivel de exposición al ruido ponderado A normalizando a una jornada laboral nominal promediada de 6 h ( $L_{EX,6h}$ )

**Tabla 3.9 Resultados finales de los cálculos  $L_{EX,6h}$**

Resultados finales del $L_{EX,6h}$							
Punto	Nombre del perforista	Tipo de roca	Actividad interior mina	Altura	Tiempo/horas	$L_{EX,6h}$	
						P. Nueva	P. Antigua
1	Juan Armijos	Dacita	Tajo	19	6	104,47 (dB)	113,75 (dB)
2	Luis Gonzales	Andesita basáltica	Galería	8	6	104,67(dB)	116,21 (dB)
3	Adrián Reyes	Brecha	Tajo	5	6	105,69(dB)	114,98 (dB)
4	Diego Encalada	Andesita basáltica	Galería	-128	6	106,2(dB)	116,22 (dB)

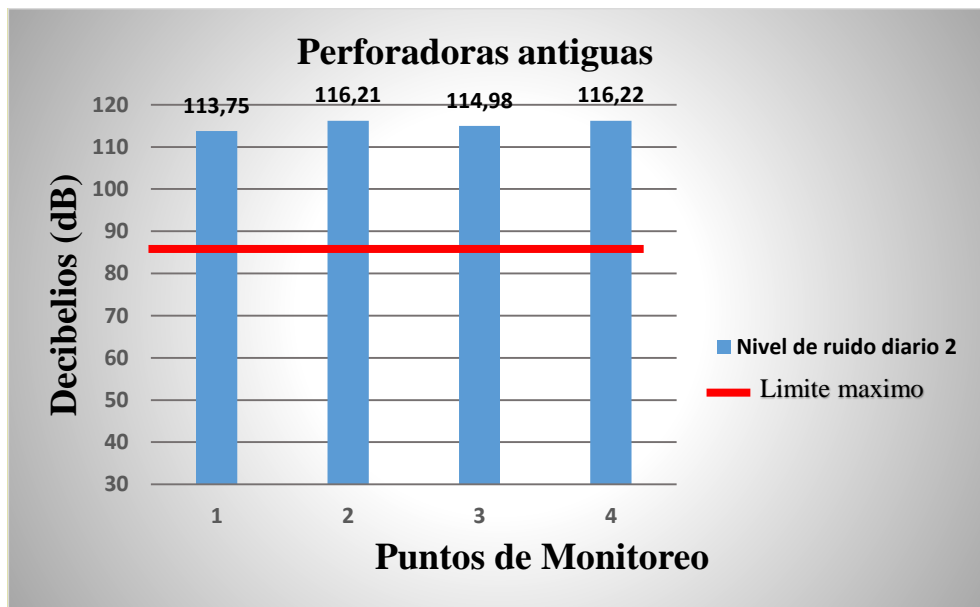
**Fuente:** Elaboración propia., 2021.

Figura 3.6 Resultado en perforadoras nuevas



Fuente: Elaboración propia, 2021.

Figura 3.7 Resultado en perforadoras antiguas



Fuente: Elaboración propia, 2021.

### 3.6 Cálculo de dosis

Para realizar el cálculo de dosis que reciben los trabajadores, se realizó mediante la utilización del nivel de exposición sonora determinado y el límite máximo que es 87,5 dB para 6 horas de trabajo, esto se calculó con los datos de la (tabla 2,5) establecido por el Decreto Ejecutivo 2393

$$Dosis = \frac{LEX, 6h (dB)}{87,5 (dB)}$$

#### Perforadoras nuevas

$$Dosis \text{ del P1} = \frac{104,47 (dB)}{87,5 (dB)} = 1,19$$

$$Dosis \text{ del P2} = \frac{104,67 (dB)}{87,5 (dB)} = 1,196$$

$$Dosis \text{ del P3} = \frac{105,69 (dB)}{87,5 (dB)} = 1,20$$

$$Dosis \text{ del P4} = \frac{106,2 (dB)}{87,5 (dB)} = 1,21$$

#### Perforadoras antiguas

$$Dosis \text{ del P1} = \frac{113,75 (dB)}{87,5 (dB)} = 1,3$$

$$Dosis \text{ del P2} = \frac{116,21 (dB)}{87,5 (dB)} = 1,33$$

$$Dosis \text{ del P3} = \frac{114,98 (dB)}{87,5 (dB)} = 1,31$$

$$Dosis \text{ del P4} = \frac{116,22 (dB)}{87,5 (dB)} = 1,33$$

Mediante el cálculo de dosis se determinó que la dosis que reciben los trabajadores es mayor a uno excediendo el límite de dosis.



### **3.7 Interpretación de los resultados obtenidos.**

Mediante los monitoreos realizados en diferentes profundidades y alturas se pudo identificar que, a una profundidad de 128 metros desde la bocamina, el nivel de exposición sonora en seis horas de trabajo con una perforadora nueva, es de 106,2 dB y con una perforadora antigua, es de 116,22 dB. A mayor profundidad mayor es el nivel de exposición sonora, ver en la tabla 3.9.

Los monitoreos que se realizaron en los tres tipos de roca (dacita, brecha y andesita basáltica) se pudo determinar que realizando las perforaciones en la roca andesita basáltica genera altos niveles de exposición sonora, esto se debe a la dureza que tiene la roca, ver en la tabla 3.9.

Se realizaron monitoreos en ocho perforadoras, cuatro perforadoras que se encuentran dentro del mes de uso (perforadoras nuevas) y 4 perforadoras que se encuentran en los nueve meses de uso (perforadoras antiguas), mediante estos monitoreos se pudo identificar y determinar que, en las perforadoras antiguas existe mayor incremento de nivel de exposición sonora en comparación con las perforadoras nuevas, ver en la tabla 3.9.

Todos los niveles de exposición del ruido diarios realizados en los cuatro frentes de trabajo o puntos sobrepasan los 87,5 dB que es el límite permitido para las 6 horas de trabajo establecido por el Decreto ejecutivo 2393.

### **3.8 Formulación de un sistema de control del ruido en perforación y voladura.**

El presente sistema se actuará directamente en la fuente de ruido y en el trabajador.

#### **3.8.1 Tema**

Evaluación de la exposición al ruido en el proceso de perforación y voladura, para la formulación de un sistema de seguridad en la mina Grumintor, Ponce Enríquez-Azuay”.

### **3.8.2 Antecedentes**

Mediante los resultados obtenidos, se ha determinado que los trabajadores del área de perforación y voladura se encuentran expuestos a altos niveles de exposiciones sonoras, debido a la utilización de perforadoras dentro de minería subterránea, en donde se presenta mayor concentración de ruido por sus espacios reducidos, mediante la evaluación que se realizó en cuatro frentes de trabajo o puntos se pudo identificar que la exposición al ruido sobrepasan 87,5 dB que es el límite máximo para una jornada de seis horas diarias, establecidas por el Decreto ejecutivo 2393, produciendo efectos fisiológicos ( dolor de cabeza, falta de concentración y estrés laboral) según las entrevistas realizadas a los trabajadores.

### **3.8.3 Justificación para la formulación de un sistema de control del ruido**

La presente investigación se enfocará hacia la necesidad que tiene la mina Grumintor, en mejorar las condiciones de sus trabajadores en la parte de seguridad y salud, a través de lo mencionado se han realizado estudios específicamente, sobre riesgos físicos (ruido).

Así, el motivo de esta investigación también permitirá demostrar sobre la determinación de la exposición diaria de ruido que sufren los trabajadores de la mencionada empresa y a la gran afectación que puede llegar a tener como: accidentes laborales, acufenos, traumas acústicos y peor aún puede producir la pérdida de la audición por altos niveles de exposición sonora.

Mediante la verificación del estado inicial que se encuentran los trabajadores, el análisis de información obtenida con relación al cumplimiento de los límites máximos de ruido permitidos, se ha realizado la siguiente propuesta de formulación de sistema con la finalidad de identificar, corregir y controlar el ruido en los procesos de perforación y voladura.

### **3.8.4 Objetivo general**

Formular un sistema de control del ruido en la mina Grumintor con la finalidad de atenuar el ruido brindando seguridad y salud a los trabajadores de la empresa.

### **3.8.5 Objetivos específicos**

- Cumplir con las normas y reglamentos establecidos sobre los límites máximos de ruido diario.
- Brindar un ambiente saludable y seguro para los trabajadores de los procesos de perforación y voladura
- Concienciar a los trabajadores de las enfermedades y accidentes que pueden generar por el alto nivel exposición al ruido.

### **3.8.6 Formulación del sistema de control del ruido**

Mediante esta formulación buscamos atenuar los resultados de los niveles de explosión sonora, con la finalidad de cumplir con los límites máximos establecido, brindando un trabajo seguro cumpliendo con la Constitución de la República del Ecuador que nos dice *“Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar”* (Const, art.326, num 5, p.150) para lograr he realizado la siguiente propuesta.

### **3.8.7 Capacitación**

Brindar capacitaciones trimestralmente a los trabajadores del área de perforación y voladura, sobre los riesgos físicos principalmente ruido, con la finalidad de fomentar conocimiento básico sobre el tema.

Realizar capacitaciones de manera bimestral a los trabajadores sobre el tema de enfermedades producidas por altos niveles de exposición al ruido.

Capacitar semestralmente a los trabajadores sobre la utilización de equipos de protección personal (EPP) que se debe utilizar dentro de cada actividad en minería subterránea e implementar una multa cuando se encuentren sin sus equipos de protección personal.

Motivar a los trabajadores a que cumplan con los conocimientos obtenidos sobre los temas de seguridad y salud minera, buscando la prevención de sus vidas en sus puestos de trabajo.

### **3.8.8 Señalización**

Mediante los monitoreos realizados, se ha identificado que existe altos niveles de presión sonora en zonas de mayor profundidad y en rocas de andesita basáltica, debido a estos estudios implementar señalizaciones preventivas sobre el tema de ruido.

Implementar señalizaciones de advertencia en zonas donde los niveles de exposición de ruido sobrepases 87,5 dB límite máximo para seis horas laborables establecido en el Decreto Ejecutivo 2393.

### **3.8.9 Control médico y de equipos**

- Realizar exámenes de audiometría a todos los trabajadores antes de ser contratados.
- Tener un control semestral de audiometría al personal que trabajen en los procesos de perforación y voladura
- Realizar mantenimientos mensuales en las perforadoras a partir del tercer mes de uso.
- Evitar que las perforadoras que se encuentran dentro de los nueve meses de uso trabajen en los niveles más profundos.

### 3.8.10 Sustitución

Mediante los estudios realizados con las perforadoras actuales el nivel de exposición sonora que sufren los trabajadores es alta, por esta razón se ha propuesto sustituir por un taladro para roca (perforadora) modelo S250-M3, que tiene como función disminuir el ruido y aumentar la velocidad de perforación.

La perforadora S250-M3 fue creada en beneficio del trabajador, reduce 6 dB de presión acústica a comparación de otras perforadoras disminuyendo la fatiga en los oídos, también no genera altas vibraciones en el cuerpo del trabajador al momento de realizar las perforaciones, la energía que genera va directamente a la roca, evitando así fatiga en las manos y mejorado las condiciones de los trabajadores (Descripción Técnica)

**Figura 3.8 Taladro para roca S250-M3**



**Fuente:** Boart Longyear

### 3.8.11 Implementación

Propuesta para la implementación de orejeras auditivas

## Objetivo

Adquirir orejeras auditivas para los trabajadores de perforación y voladura en la mina Grumintor.

### Especificaciones que deben cumplir.

- Constatar que las orejeras auditivas cumplan con las normas de calidad y con la certificación ISO y ANSI.
- Verificar la atenuación que tiene las orejeras en su ficha técnica antes de su adquisición.
- Comprobar que las orejeras auditivas deben reducir el ruido a un nivel de 87.5 dB que es el límite máximo para las 6 horas de trabajo.

### Equipo de protección personal propuesto

Debido a los altos niveles de exposiciones que sufren los trabajadores en los procesos de perforación y voladura he propuesto unos protectores auditivos tipo fonos 3MTM Peltor™ serie X5, ver en la figura 3.9.

**Figura 3.9 Protectores auditivos serie X5 marca 3M Peltor.**



Fuente: 3M

Estos protectores auditivos han sido creados para trabajadores que laboran en áreas donde los niveles de ruido superan los 85 dB brindando comodidad y sobre todo seguridad al personal que se encuentran en altas exposiciones sonoras

**Atenuación de las orejeras auditivas propuesto.**

La atenuación de las orejeras se denomina como la pérdida de potencia del ruido, disminuyendo su intensidad.

**Tabla 3.10 Datos de la atenuación del ruido**

Modelo	Frec (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	H (dB)	M (dB)	L (dB)	SRN (dB)
X5A	Atenuac. (dB)	23,00	22,3	28,8	39,7	44,2	39,8	43,0	40,2	37	35	27	37
	Desv.	2,4	2,4	2,4	2,7	3,4	4,6	2,8	2,9				
	Est.(dB)												

**Fuente:** Ficha Tecnica 3M, 2021

El valor de nivel de reducción de ruido (NRR) es 31 dB, establecido por la norma ANSI S3.19-1974.

**Cálculo de la atenuación según el Instituto nacional para la seguridad y salud ocupacional (NIOSH)**

Mediante los resultados obtenidos de los niveles de exposición del ruido, en base a las tareas y realizando el cálculo de atenuación se lograron resultados exitosos, disminuyendo la intensidad de ruido, ver en la tabla 3.11 y 3.12.

## Medición en ponderación en “A”

Ruido atenuado dBA= Nivel de presión sonora- (NRR-7)

### Perforadora nuevas

**Tabla 3.11 Ruido atenuado en perforadoras de un mes de uso**

Puntos	NRR Serie X5	(NRR-7)	L,EX,6h	Ruido Atenuado
Punto 1	31 dB	24 dB	104,47 dB	<b>80,47 dB</b>
Punto 2	31 dB	24 dB	104,67 dB	<b>80,67 dB</b>
Punto 3	31 dB	24 dB	105,69 dB	<b>81,69 dB</b>
Punto 4	31 dB	24 dB	106,2 dB	<b>82,2 dB</b>

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

### Perforadoras antiguas

**Tabla 3.12 Ruido atenuado en perforadoras de nueve mes de uso**

Puntos	NRR Serie X5	(NRR-7)	L,EX,6h	Ruido Atenuado
Punto 1	31 dB	24 dB	113,75 dB	<b>89,75 dB</b>
Punto 2	31 dB	24 dB	116,21 dB	<b>92,21 dB</b>
Punto 3	31 dB	24 dB	114,98 dB	<b>90,98 dB</b>
Punto 4	31 dB	24 dB	116,22 dB	<b>92,22 dB</b>

**Fuente:** Elaboración propia, 2021



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

Mediante los resultados obtenidos en el actual proyecto de tesis y considerando los objetivos que fueron propuestos se logró concluir lo siguiente:

- En base los monitoreos realizados se pudieron determinar, que los niveles de ruido generados en el proceso de perforación y voladura sobrepasan los 87,5 dB que es límite máximo para 6 horas de trabajo, establecido por el Decreto ejecutivo 2393.
- Mediante los resultados obtenidos se determinó que existe mayor generación del nivel de ruido en las perforaciones en roca andesita basáltica y perforadoras que se encuentran dentro de los nueve meses de uso. El nivel de ruido más alto se produjo en el nivel 6 a una profundidad de 128 metros desde la boca mina, produciendo una exposición de ruido diaria de 106,2 dB con una perforadora nueva y de 116,22 dB con una perforadora antigua.
- El sistema de seguridad tiene como finalidad atenuar el ruido, mediante el control de su fuente, por esta razón se ha propuesto reemplazar la perforadora actual, por una perforadora de mayor tecnología reduciendo 6 dB de ruido, también se realizó cambios en los equipos de protección personal de los trabajadores que realizan los proceso de perforación y voladura donde se ha propuesto la adquisición de orejeras auditivas que tiene una atenuación de 24 dB de esta forma se ha buscado generar un ambiente de trabajo seguro evitando accidentes en el trabajo y disminuyendo las enfermedades

como: dolores de cabeza, estrés, fatiga, acúfenos y pérdida de la audición. Sobre todo, cumpliendo con las leyes, reglamentos de seguridad y salud en el trabajo del ámbito minero.

## Recomendaciones

La formulación del sistema de seguridad en la mina Grumintor se ejecutó con éxito, cumpliendo con las leyes y reglamentos establecidos, manteniendo el ruido por debajo de los límites máximos de exposición dentro de las seis horas laborables en minería subterránea, por esta razón se recomienda lo siguiente:

- Brindar capacitaciones sobre los temas de riesgos físicos (ruido) y las enfermedades que pueden generar por los elevados niveles de exposiciones al ruido a los trabajadores que laboran en los procesos de perforación y voladura antes de ingresar a trabajar y trimestralmente cuando se encuentren laborando, mediante lo propuesto se busca generar conocimientos al trabajador sobre los riesgos a los que están expuestos.
- Implementar equipos de protección personal que tengan atenuaciones altas y tener un control de las perforadoras y realizar mantenimientos mensualmente a partir de los seis meses de uso.
- Incrementar controles de vigilancia a los trabajadores del proceso de perforación y voladura que no acatan las órdenes de usar correctamente los EPP, generando multas por el incumplimiento. De esta forma se puede incitar a los trabajadores al cumplimiento de la utilización de los EPP generado por la empresa.
- Este proyecto de tesis se ejecutó con éxito por esta razón se recomienda a la empresa minera Grumintor implementar lo propuesto del tema para disminuir los niveles de

ruido que se exponen los trabajadores mejorando el sistema de seguridad de la empresa, brindando mejores condiciones a sus trabajadores y cumpliendo con leyes, normas, decretos y reglamentos establecidos en el Ecuador.

## BIBLIOGRAFÍA

3M. (s.f.). *Fonos 3M TM PELTOR TM Serie X5*. Recuperado el 29 de 03 de 2021, de Ficha

Tecnica: <https://multimedia.3m.com/mws/media/1567956O/ficha-tecnica-fono-x5-2017.pdf?fbclid=IwAR1F0PjdDeWhdl2Z8noPe7kYyUEioBms2d1fKOoows1Bcf2WKJogUwOhScM>

Agencia de Regulación y Control Minero. (16 de 5 de 2014). *Reglamento de Seguridad y Salud en*

*el Trabajo del Ámbito Minero*. Obtenido de Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo del Ámbito Minero: <http://www.controlminero.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/08/Reglamento-de-Salud-y-Seguridad-en-el-Trabajo-del-Ambito-Minero.pdf>

Agencia de Regulación y Control Minero. (16 de 5 de 2014). *Reglamento de Seguridad y Salud en*

*el Trabajo del Ámbito Minero*. Obtenido de Registro Oficial N° 247: <http://www.cip.org.ec/attachments/article/2272/REGLAMENTO%20SST%20SECTOR%20MINERO.pdf>

Bernabeu Toboada, D. (2007). *Efectos de ruido sobre la salud*. Medico de PAECRAM, Madrid.

Boart Longyear. (s.f.). *Taladro para rocas S250-M3-Boart Longyear*. Recuperado el 26 de 03 de

20121, de Equipos de perforación y voladura de roca, descripción técnica:

[http://app.boartlongyear.com/brochures/S250-M3\\_Brochure\\_Spanish\\_April\\_14\\_14\(webready\)\\_160.pdf](http://app.boartlongyear.com/brochures/S250-M3_Brochure_Spanish_April_14_14(webready)_160.pdf)

Código del Trabajo . (16 de 12 de 2005). *Código del Trabajo* . Obtenido de Codificación del Código del Trabajo : [http://www.oas.org/juridico/spanish/mesicic2\\_ecu\\_anexo8.pdf](http://www.oas.org/juridico/spanish/mesicic2_ecu_anexo8.pdf)

Comunidad Andina. (10 de 2005). *Decisión 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Obtenido de Instrumento Andino (Decisión 584): <http://www.sesaco.com.ec/wp-content/uploads/2018/04/DECISION-957-REGLAMENTO-DEL-INSTRUMENTO-ANDINO.pdf>

Comunidad Andina Resolución 957. (23 de 9 de 2005). *Resolución 957 Reglamento de Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Obtenido de Reglamento de Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo: <https://www.prosigma.com.ec/pdf/gso/Reglamento-del-Instrumento-Andino-SST.pdf>

Constitución de la República del Ecuador . (20 de 10 de 2008). *Constitución del Ecuador*. Obtenido de <https://www.cosedec.gob.ec/wp-content/uploads/2019/08/CONSTITUCION-DE-LA-REPUBLICA-DEL-ECUADOR.pdf>

Enriquez, E. T. (2015). *PDOT-CANTON-CAMILO-PONCE-ENRIQUEZ-2014-2030.pdf*.  
Obtenido de <https://odsterritorioecuador.ec/wp-content/uploads/2019/04/PDOT-CANTON-CAMILO-PONCE-ENRIQUEZ-2014-2030.pdf>

Falagán Rojo, M. J., Canga Alonso, A., Ferrer Piñol, P., & Fernández Quintana, J. M. (2000). *Manuel Básico de Prevención de Riesgos Laborales; Higiene Industrial, Seguridad y Ergonomía*. Sociedad Asturiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo y Fundación Médicos Asturias.

Fernandez, J. L. (2010). *Adaptado de la Enciclopedia Médica A.D.A.M.* Obtenido de [https://www.researchgate.net/figure/FUENTE-Adaptado-de-la-Enciclopedia-Medica-ADAM\\_fig2\\_220008602](https://www.researchgate.net/figure/FUENTE-Adaptado-de-la-Enciclopedia-Medica-ADAM_fig2_220008602)

Fernández, J. L. (1 de 2010). *Fuente: Adaptado de la Enciclopedia Médica A.D.A.M.* Obtenido de Esquema del Oído: [https://www.researchgate.net/figure/FUENTE-Adaptado-de-la-Enciclopedia-Medica-ADAM\\_fig2\\_220008602](https://www.researchgate.net/figure/FUENTE-Adaptado-de-la-Enciclopedia-Medica-ADAM_fig2_220008602)

Google Earth. (2017). *Mapa del Azuay - Ecuador* . Obtenido de Imagen satelital : <https://earth.google.com/web/@-3.06710332,-79.72812006,294.39539156a,13886.04614248d,35y,122.39363347h,50.51391448t,360r>

Martínez, D. C. (1995). *Efecto del Ruido por Exposición Laboral*. Salud de Trabajadores.

Ministerio de Trabajo . (17 de 11 de 1986). *Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y mejoramiento del Medio Ambiental de Trabajo*. Obtenido de Decreto Ejecutivo 2393:  
<https://www.prosigma.com.ec/pdf/nlegal/Decreto-Ejecutivo2393.pdf>

Ministerio de Trabajo. (1986). *Decreto Ejecutivo 2393*. Obtenido de Reglamento de Seguridad y Salud y Mejoramiento del Ambiente de los Trabajadores :  
<https://www.prosigma.com.ec/pdf/nlegal/Decreto-Ejecutivo2393.pdf>

Ministerio del Ambiente . (16 de 11 de 2009). *Reglamento Ambiental de Actividades Mineras*. Obtenido de Reglamento Ambiental de Actividades Mineras:  
<http://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2017/06/04NOR2011-REGLAMENTO-1.pdf>

Norma Técnica Ecuatoriana. (1 de 2014). *ITE INEN-ISO 9612*. Obtenido de Determinación de la Exposición al Ruido en el Trabajo: <file:///C:/Users/Mis%20Documentos/Downloads/9612-unido.pdf>

Pernia Llera, J. M., Ortiz de Urbina, F. P., Lopez Jimeno, C., & Lopez Jimeno, E. (2003). *Manual de perforación y voladura de rocas*. Instituto Geologico y Minero de España, Madrid.



TEKCOPLUS. (s.f.). *Medidor De Nivel De Sonido SLM25TK Con Función De Registro De Datos.*

Recuperado el 24 de 2 de 2021, de  
[https://www.tekcoplus.com/products/slm25tk?fbclid=IwAR2bsRRjDcpRQDVxX\\_ecuI4S1RIUhXzG0Ec0v7egqMPp2uKs7EEWjduzJfI](https://www.tekcoplus.com/products/slm25tk?fbclid=IwAR2bsRRjDcpRQDVxX_ecuI4S1RIUhXzG0Ec0v7egqMPp2uKs7EEWjduzJfI)

Tolosa Cabaní, F., & Badenes Vicente, F. J. (2008). *Ruido y Salud Laboral*. Matua Balear, España.

Valdecasas Bernal, J. G., Aguadero García, M., & Sainz Quevedo, M. (2014). *Formación en Otorrino-laringología*. Obtenido de Libro virtual de Formación en Otorrino-laringología:  
<https://es.scribd.com/document/389449059/Libro-Virtual-de-Formacion-en-Otorrinolaringologia-org>

Vega Oyola, A. G. (2013). *Calculo de Reservas de la veta "Paraíso"*. *Ingeniero en Geología*. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil- Ecuador.

## ANEXOS

### Anexo 1. Guía de entrevista realizada

Entrevista
<b>Datos Generales</b> <b>Provincia:</b> Azuay <b>Cantón:</b> Camilo Ponce Enríquez <b>Parroquia:</b> San Antonio <b>Empresa:</b> minera Grumintor.

Fecha.....	N <sup>a</sup> de entrevista.....
Nombres:.....	
Apellidos:.....	
Edad:.....	
Actividad de trabajo:.....	

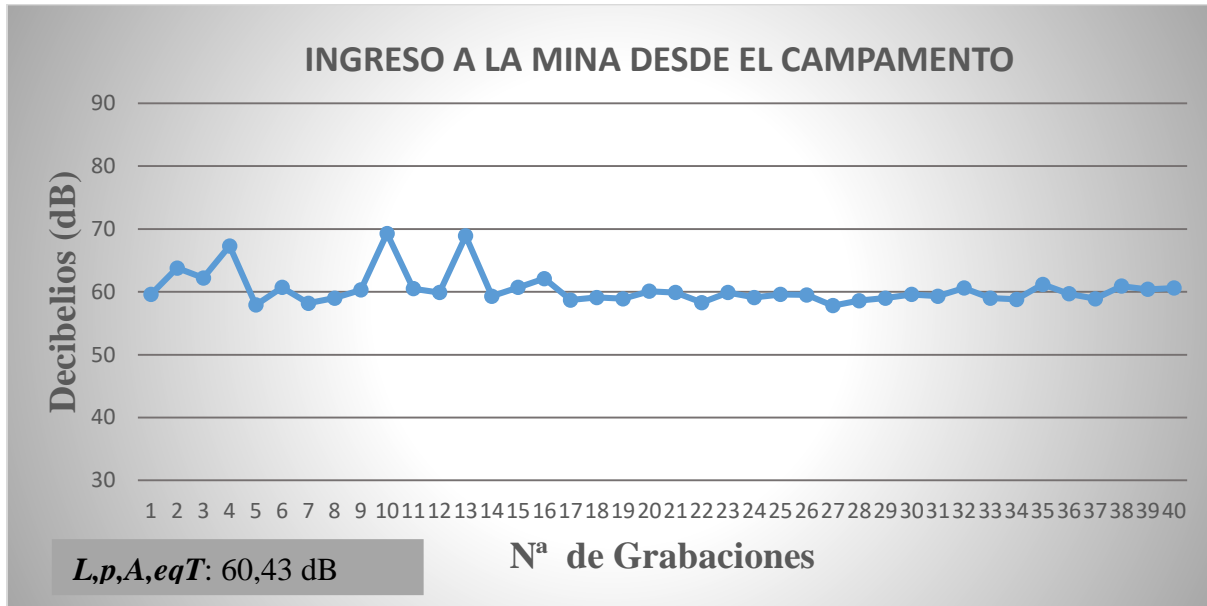
Nº	Preguntas de trabajo	Respuestas		
1	Horario de Trabajo	.....		
2	Hora de ingreso	.....		
3	Hora de salida	.....		
4	Tareas que se realizan.	..... ..... ..... .....		
5	Duración de cada tarea	..... ..... .....		
	<b>Síntomas o enfermedades</b>	<b>Si</b>	<b>A veces</b>	<b>Nunca</b>
6	Dolores de cabeza	.....	.....	.....
7	Fatiga	.....	.....	.....
8	Estrés laboral	.....	.....	.....
9	Acúfenos	.....	.....	.....
10	Pérdida de la audición	.....	.....	.....
Firma				

Gracias

**Anexo 2. Ingreso a la mina desde el campamento**

			Monitoreo 1
Mina Grumintor			
Ingreso a la mina desde el campamento			
Registros Totales: 40		Tiempo	Inicio: 12:28:03
Intervalo de Registro: 3 seg			Final: 12:30:00
Fecha: 23/11/2020		Lugar: Galería principal	
Grabar	Hora	Ruido (dB)	
1	12:28:03	59,6	
2	12:28:06	63,8	
3	12:28:09	62,2	
4	12:28:12	67,3	
5	12:28:15	57,9	
6	12:28:18	60,7	
7	12:28:21	58,2	
8	12:28:24	59	
9	12:28:27	60,3	
10	12:28:30	69,3	
11	12:28:33	60,5	
12	12:28:36	59,9	
13	12:28:39	68,9	
14	12:28:42	59,3	
15	12:28:45	60,7	
16	12:28:48	62,1	
17	12:28:51	58,7	
18	12:28:54	59,1	
19	12:28:57	58,9	
20	12:29:00	60,1	
21	12:29:03	59,9	
22	12:29:06	58,3	
23	12:29:09	59,9	
24	12:29:12	59,1	
25	12:29:15	59,6	
26	12:29:18	59,5	
27	12:29:21	57,8	
28	12:29:24	58,6	
29	12:29:27	59	
30	12:29:30	59,6	
31	12:29:33	59,3	
32	12:29:36	60,6	
33	12:29:39	59	
34	12:29:42	58,8	
35	12:29:45	61,2	

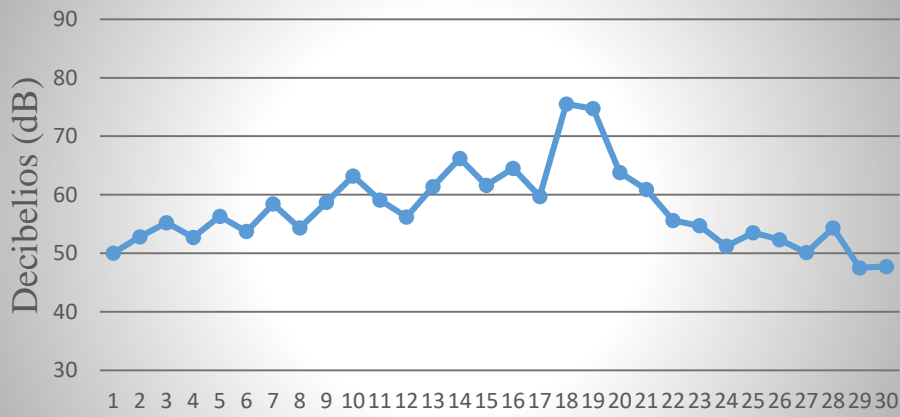
36	12:29:48	59,7
37	12:29:51	58,9
38	12:29:54	60,9
39	12:29:57	60,4
40	12:30:00	60,6
<b>Promedio</b>		60,43 dB



### Anexo 3. Preparación de los equipos

			Monitoreo 2
Mina Grumintor			
Preparación de los Equipos			
Registros Totales: 30		Tiempo	Inicio: 13.12:31 pm
Intervalo de Registro: 3 seg			Final: 13:13.58 pm
Fecha: 05/12/2020			
Grabar	Hora	Ruido (dB)	
1	13:12:31	50	
2	13:12:34	52,8	
3	13:12:37	55,2	
4	13:12:40	52,7	
5	13:12:43	56,3	
6	13:12:46	53,7	
7	13:12:49	58,4	
8	13:12:52	54,3	
9	13:12:55	58,7	
10	13:12:58	63,2	
11	13:13:01	59,1	
12	13:13:04	56,2	
13	13:13:07	61,4	
14	13:13:10	66,2	
15	13:13:13	61,6	
16	13:13:16	64,5	
17	13:13:19	59,7	
18	13:13:22	75,5	
19	13:13:25	74,7	
20	13:13:28	63,8	
21	13:13:31	60,9	
22	13:13:34	55,6	
23	13:13:37	54,7	
24	13:13:40	51,2	
25	13:13:43	53,5	
26	13:13:46	52,3	
27	13:13:49	50,1	
28	13:13:52	54,3	
29	13:13:55	47,5	
30	13:13:58	47,7	
<b>Promedio</b>		57,53	

## PREPARACIÓN DE LOS EQUIPOS



***L<sub>p,A,eqT</sub>: 57,53 dB***

**N° de Grabaciones**

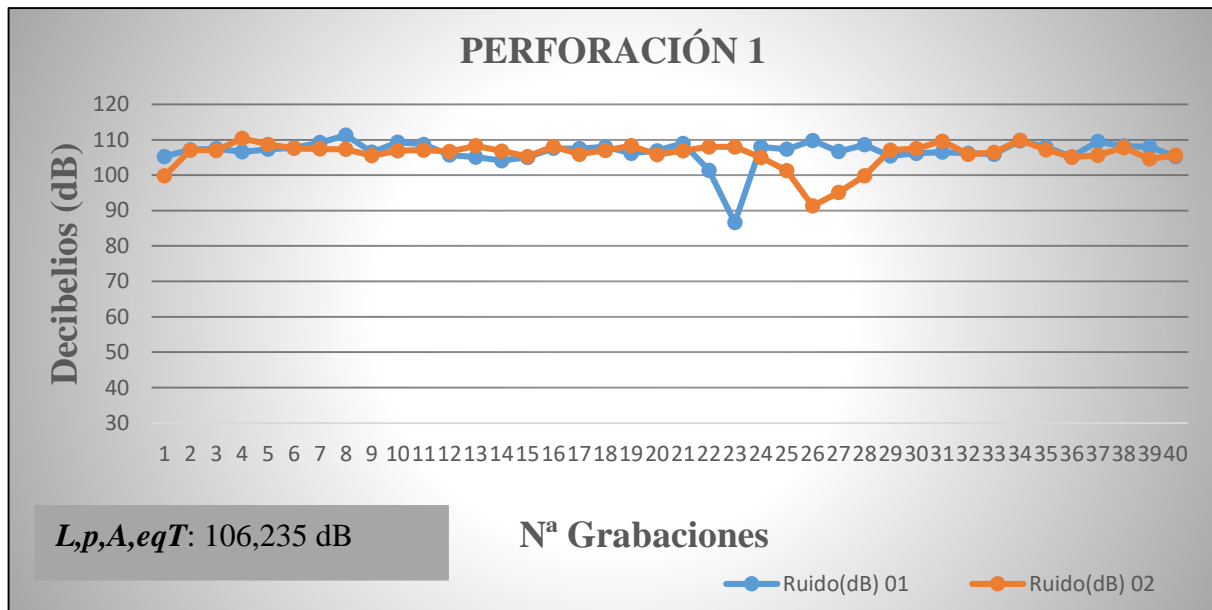
#### Anexo 4. Perforación

#### Perforadoras de 1 mes de uso

			Monitoreo 3		
Mina Grumintor					
Actividad : Perforación					
Nombre del Perforista: Juan Armijos			Lugar	Zona: G-10	
Nombre del Acompañante: Cristian Neptalí				Sector: Declive	
Código de Perforadora: 214-YT-27			Tipo de roca: Dacita		
Actividad interior mina: Tajo					
Monitoreo 01			Monitoreo 02		
Registros Totales: 40			Registros Totales: 40		
Intervalo de Registro: 3 seg			Intervalo de Registro: 3 seg		
Fecha: 29/11/2020			Fecha: 29/11/2020		
Tiempo	Inicio: 16:24:40 pm		Tiempo	Inicio: 16:29:01 pm	
	Final: 16:26:37 pm			Final: 16:30:58 pm	
Grabar	Hora	Ruido(dB) 01	Grabar	Hora	Ruido(dB) 02
1	16:24:40	105,3	1	16:29:01	99,8
2	16:24:43	107,2	2	16:29:04	107,1
3	16:24:46	107,5	3	16:29:07	107
4	16:24:49	106,6	4	16:29:10	110,4
5	16:24:52	107,3	5	16:29:13	108,7
6	16:24:55	107,7	6	16:29:16	107,6
7	16:24:58	109,2	7	16:29:19	107,4
8	16:25:01	111,3	8	16:29:22	107,3
9	16:25:04	106,5	9	16:29:25	105,5
10	16:25:07	109,3	10	16:29:28	106,9
11	16:25:10	108,7	11	16:29:31	107,1
12	16:25:13	105,7	12	16:29:34	106,7
13	16:25:16	105,1	13	16:29:37	108,3
14	16:25:19	104,1	14	16:29:40	106,8
15	16:25:22	105	15	16:29:43	105,3
16	16:25:25	107,6	16	16:29:46	108,1
17	16:25:28	107,5	17	16:29:49	105,9
18	16:25:31	108	18	16:29:52	107
19	16:25:34	106,2	19	16:29:55	108,3
20	16:25:37	106,9	20	16:29:58	105,8
21	16:25:40	109	21	16:30:01	106,9
22	16:25:43	101,4	22	16:30:04	108
23	16:25:46	86,6	23	16:30:07	108
24	16:25:49	108	24	16:30:10	105

25	16:25:52	107,3
26	16:25:55	109,8
27	16:25:58	106,7
28	16:26:01	108,6
29	16:26:04	105,4
30	16:26:07	106,2
31	16:26:10	106,5
32	16:26:13	106,2
33	16:26:16	105,9
34	16:26:19	109,7
35	16:26:22	107,9
36	16:26:25	105,2
37	16:26:28	109,5
38	16:26:31	108,2
39	16:26:34	108
40	16:26:37	105,3
<b>Promedio 1</b>		<b>106,6 dB</b>

25	16:30:13	101,3
26	16:30:16	91,3
27	16:30:19	95,1
28	16:30:22	99,8
29	16:30:25	107,1
30	16:30:28	107,5
31	16:30:31	109,6
32	16:30:34	105,9
33	16:30:37	106,4
34	16:30:40	109,9
35	16:30:43	107,2
36	16:30:46	105,1
37	16:30:49	105,6
38	16:30:52	107,8
39	16:30:55	104,6
40	16:30:58	105,6
<b>Promedio 2</b>		<b>105,87 dB</b>

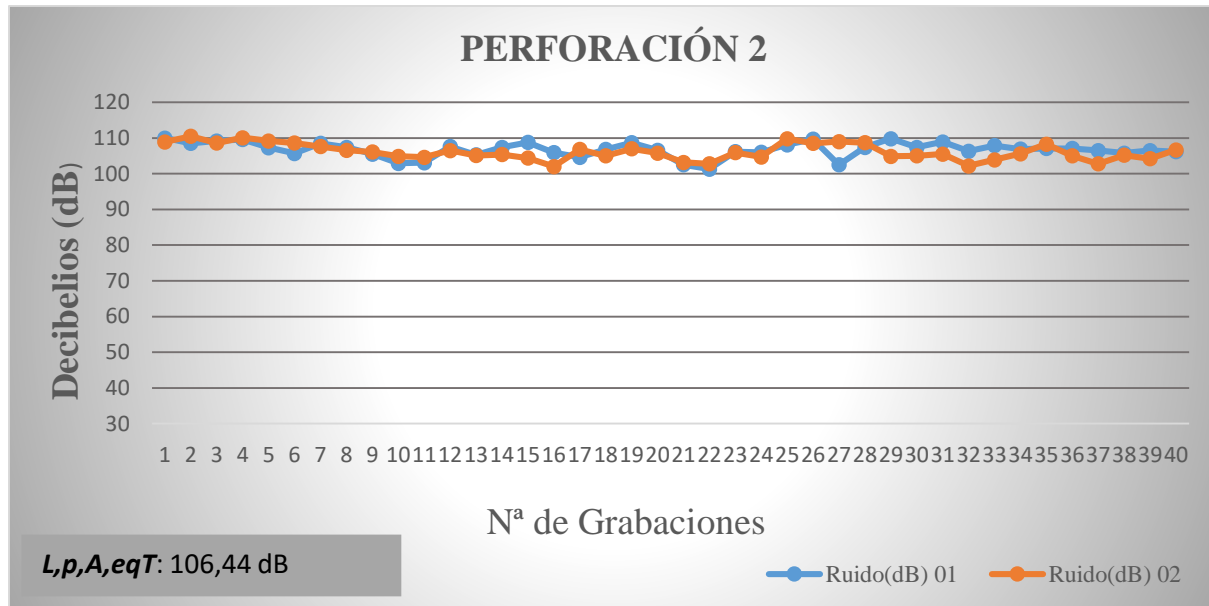




			<b>Monitoreo 3</b>		
<b>Mina Grumintor</b>					
<b>Actividad : Perforación</b>					
<b>Nombre del Perforista:</b> Luis Gonzales			<b>Lugar</b>	<b>Zona:</b> Crucero 2 Palmas	
<b>Nombre del Acompañante:</b> Klever Pineda				<b>Sector:</b> Mojada	
<b>Código de Perforadora:</b> M17-YT-27			<b>Tipo de roca:</b> Andesita basáltica		
<b>Actividad interior mina:</b> Galería					
<b>Monitoreo 01</b>			<b>Monitoreo 02</b>		
<b>Registros Totales:</b> 40			<b>Registros Totales:</b> 40		
<b>Intervalo de Registro:</b> 3 seg			<b>Intervalo de Registro:</b> 3 seg		
<b>Fecha:</b> 20/11/202			<b>Fecha:</b> 20/11/2020		
<b>Tiempo</b>	<b>Inicio:</b> 13:39:07 pm		<b>Tiempo</b>	<b>Inicio:</b> 13:44:13 pm	
	<b>Final:</b> 13:41:04 pm			<b>Final:</b> 13:46:10 pm	
<b>Grabar</b>	<b>Hora</b>	<b>Ruido(dB) 01</b>	<b>Grabar</b>	<b>Hora</b>	<b>Ruido(dB) 02</b>
1	13:39:07	110	1	13:44:13	108,9
2	13:39:10	108,5	2	13:44:16	110,5
3	13:39:13	109,2	3	13:44:19	108,6
4	13:39:16	109,6	4	13:44:22	110,1
5	13:39:19	107,3	5	13:44:25	109,2
6	13:39:22	105,7	6	13:44:28	108,6
7	13:39:25	108,5	7	13:44:31	107,6
8	13:39:28	107,4	8	13:44:34	106,6
9	13:39:31	105,5	9	13:44:37	106,1
10	13:39:34	102,9	10	13:44:40	104,9
11	13:39:37	103,1	11	13:44:43	104,6
12	13:39:40	107,6	12	13:44:46	106,5
13	13:39:43	105,3	13	13:44:49	105,1
14	13:39:46	107,4	14	13:44:52	105,4
15	13:39:49	108,8	15	13:44:55	104,4
16	13:39:52	105,9	16	13:44:58	102
17	13:39:55	104,6	17	13:45:01	106,8
18	13:39:58	106,8	18	13:45:04	105
19	13:40:01	108,7	19	13:45:07	107
20	13:40:04	106,6	20	13:45:10	105,8
21	13:40:07	102,5	21	13:45:13	103,2
22	13:40:10	101,3	22	13:45:16	102,8
23	13:40:13	106,2	23	13:45:19	105,9
24	13:40:16	106	24	13:45:22	104,7
25	13:40:19	108,1	25	13:45:25	109,8
26	13:40:22	109,7	26	13:45:28	108,5
27	13:40:25	102,5	27	13:45:31	109
28	13:40:28	107,4	28	13:45:34	108,7
29	13:40:31	109,8	29	13:45:37	104,9

30	13:40:34	107,4
31	13:40:37	108,9
32	13:40:40	106,3
33	13:40:43	107,9
34	13:40:46	106,9
35	13:40:49	107,1
36	13:40:52	107,1
37	13:40:55	106,5
38	13:40:58	105,8
39	13:41:01	106,5
40	13:41:04	106,2
<b>Promedio 1</b>		106,74 dB

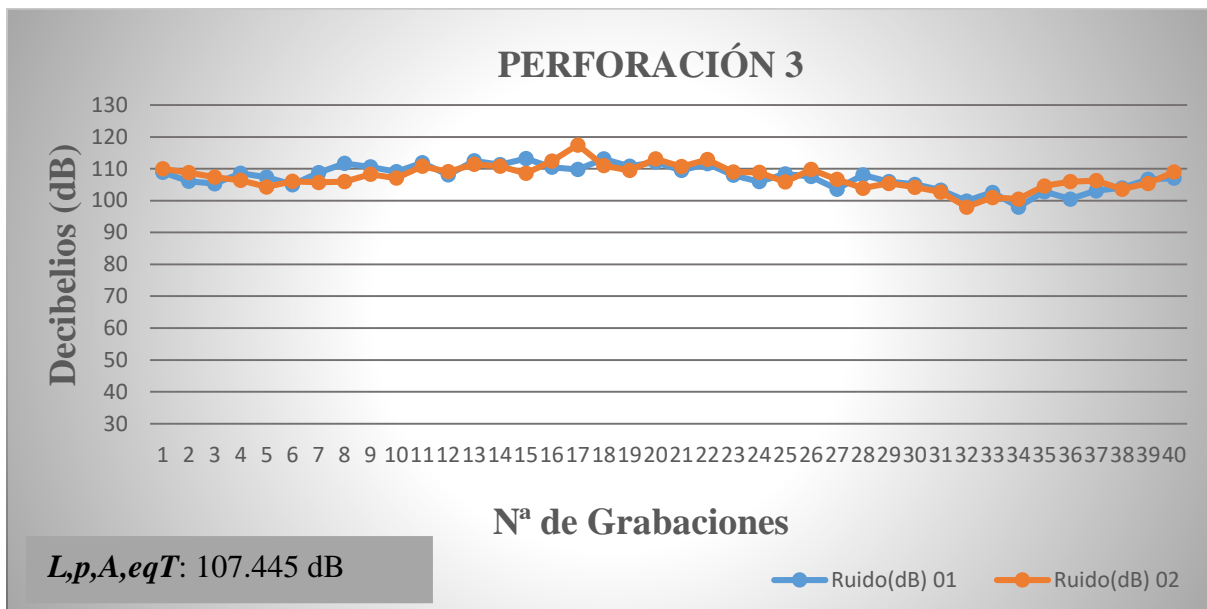
30	13:45:40	105
31	13:45:43	105,5
32	13:45:46	102,2
33	13:45:49	103,9
34	13:45:52	105,6
35	13:45:55	108,3
36	13:45:58	105
37	13:46:01	102,8
38	13:46:04	105,2
39	13:46:07	104,2
40	13:46:10	106,7
<b>Promedio 2</b>		106,14 dB



			<b>Monitoreo 5</b>		
<b>Mina Grumintor</b>					
<b>Actividad: Perforación</b>					
<b>Nombre del Perforista:</b> Adrián Reyes			<b>Lugar</b>	<b>Zona:</b> Crucero 2 Palmas	
<b>Nombre del Acompañante:</b> Anghelo Armijos				<b>Sector:</b> Mojada	
<b>Código de Perforadora:</b> 1901-YT-27			<b>Tipo de roca:</b> Brecha		
<b>Actividad interior mina:</b> Tajo					
<b>Monitoreo 01</b>			<b>Monitoreo 02</b>		
<b>Registros Totales:</b> 40			<b>Registros Totales:</b> 40		
<b>Intervalo de Registro:</b> 3 seg			<b>Intervalo de Registro:</b> 3 seg		
<b>Fecha:</b> 21/11/202			<b>Fecha:</b> 21/11/2020		
<b>Tiempo</b>	<b>Inicio:</b> 16:21:19 pm		<b>Tiempo</b>	<b>Inicio:</b> 16:38:03 pm	
	<b>Final:</b> 16:33:16 pm			<b>Final:</b> 16:40:00 pm	
<b>Grabar</b>	<b>Hora</b>	<b>Ruido(dB) 01</b>	<b>Grabar</b>	<b>Hora</b>	<b>Ruido(dB) 02</b>
1	16:21:19	108,9	1	16:38:03	110
2	16:21:22	106,1	2	16:38:06	108,8
3	16:21:25	105,3	3	16:38:09	107,4
4	16:21:28	108,6	4	16:38:12	106,4
5	16:21:31	107,4	5	16:38:15	104,3
6	16:21:34	105	6	16:38:18	106,1
7	16:21:37	108,8	7	16:38:21	105,7
8	16:31:40	111,7	8	16:38:24	106
9	16:31:43	110,6	9	16:38:27	108,3
10	16:31:46	109,1	10	16:38:30	107,1
11	16:31:49	111,9	11	16:38:33	110,8
12	16:31:52	108,1	12	16:38:36	109,1
13	16:31:55	112,5	13	16:38:39	111,4
14	16:31:58	111,3	14	16:38:42	110,8
15	16:32:01	113,2	15	16:38:45	108,6
16	16:32:04	110,5	16	16:38:48	112,4
17	16:32:07	109,8	17	16:38:51	117,5
18	16:32:10	113,1	18	16:38:54	111
19	16:32:13	110,8	19	16:38:57	109,5
20	16:32:16	112,1	20	16:39:00	113,1
21	16:32:19	109,5	21	16:39:03	110,7
22	16:32:22	111,6	22	16:39:06	112,9
23	16:32:25	108	23	16:39:09	109
24	16:32:28	106	24	16:39:12	108,9
25	16:32:31	108,4	25	16:39:15	105,9
26	16:32:34	107,6	26	16:39:18	109,8
27	16:32:37	103,6	27	16:39:21	106,7
28	16:32:40	108,1	28	16:39:24	103,9
29	16:32:43	106	29	16:39:27	105,4

30	16:32:46	105,1
31	16:32:49	103,3
32	16:32:52	99,9
33	16:32:55	102,6
34	16:32:58	98
35	16:33:01	102,8
36	16:33:04	100,5
37	16:33:07	103,1
38	16:33:10	104
39	16:33:13	106,7
40	16:33:16	107,1
<b>Promedio 1</b>		107,42 dB

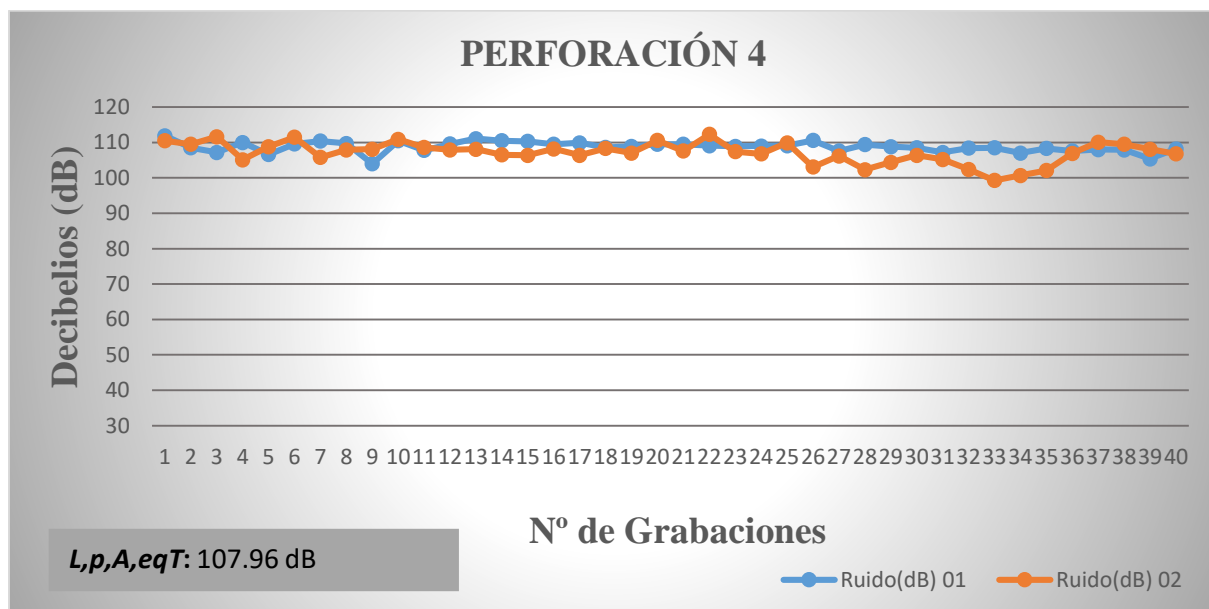
30	16:39:30	104,2
31	16:39:33	102,7
32	16:39:36	98
33	16:39:39	101
34	16:39:42	100,5
35	16:39:45	104,6
36	16:39:48	106
37	16:39:51	106,3
38	16:39:54	103,6
39	16:39:57	105,4
40	16:40:00	109
<b>Promedio 2</b>		107,47 dB



			Monitoreo 6		
Mina Grumintor					
Actividad: Perforación					
Nombre del Perforista: Diego Encalada			Lugar	Zona: Pique del Gallo	
Nombre del Acompañante: Flavio Deleg				Sector: Nivel 6	
Código de Perforadora: 180-YT-27			Tipo de roca: Andesita Basáltica		
Actividad interior mina: Galería					
Monitoreo 01			Monitoreo 02		
Registros Totales: 40			Registros Totales: 40		
Intervalo de Registro: 3 seg			Intervalo de Registro: 3 seg		
Fecha: 25/11/202			Fecha: 25/11/2020		
Tiempo	Inicio: 13:46:39 pm		Tiempo	Inicio: 13:51:38 pm	
	Final: 13:48:36 pm			Final: 13:53:35 pm	
Grabar	Hora	Ruido(dB) 01	Grabar	Hora	Ruido(dB) 02
1	13:46:39	111,9	1	13:51:38	110,5
2	13:46:42	108,5	2	13:51:41	109,5
3	13:46:45	107,2	3	13:51:44	111,6
4	13:46:48	110	4	13:51:47	105,1
5	13:46:51	106,6	5	13:51:50	108,8
6	13:46:54	109,6	6	13:51:53	111,5
7	13:46:57	110,4	7	13:51:56	105,8
8	13:47:00	109,7	8	13:51:59	107,9
9	13:47:03	104	9	13:52:02	108,1
10	13:47:06	110,5	10	13:52:05	110,9
11	13:47:09	107,8	11	13:52:08	108,6
12	13:47:12	109,6	12	13:52:11	107,9
13	13:47:15	111,1	13	13:52:14	108,1
14	13:47:18	110,5	14	13:52:17	106,5
15	13:47:21	110,3	15	13:52:20	106,4
16	13:47:24	109,5	16	13:52:23	108,2
17	13:47:27	109,9	17	13:52:26	106,4
18	13:47:30	108,6	18	13:52:29	108,3
19	13:47:33	108,9	19	13:52:32	107
20	13:47:36	109,5	20	13:52:35	110,6
21	13:47:39	109,5	21	13:52:38	107,6
22	13:47:42	109,1	22	13:52:41	112,3
23	13:47:45	108,9	23	13:52:44	107,4
24	13:47:48	109	24	13:52:47	106,8
25	13:47:51	109,1	25	13:52:50	109,9
26	13:47:54	110,6	26	13:52:53	103,1
27	13:47:57	107,6	27	13:52:56	106,2
28	13:48:00	109,4	28	13:52:59	102,3
29	13:48:03	108,8	29	13:53:02	104,4

30	13:48:06	108,5
31	13:48:09	107,2
32	13:48:12	108,4
33	13:48:15	108,5
34	13:48:18	107
35	13:48:21	108,3
36	13:48:24	107,6
37	13:48:27	108
38	13:48:30	107,9
39	13:48:33	105,4
40	13:48:36	108,2
<b>Promedio 2</b>		<b>108,78 dB</b>

30	13:53:05	106,4
31	13:53:08	105,2
32	13:53:11	102,4
33	13:53:14	99,3
34	13:53:17	100,7
35	13:53:20	102,1
36	13:53:23	106,9
37	13:53:26	110,1
38	13:53:29	109,5
39	13:53:32	108,1
40	13:53:35	106,8
<b>Promedio 2</b>		<b>107,13 dB</b>



Anexo 5

Perforadoras de 9 a 10 meses de uso

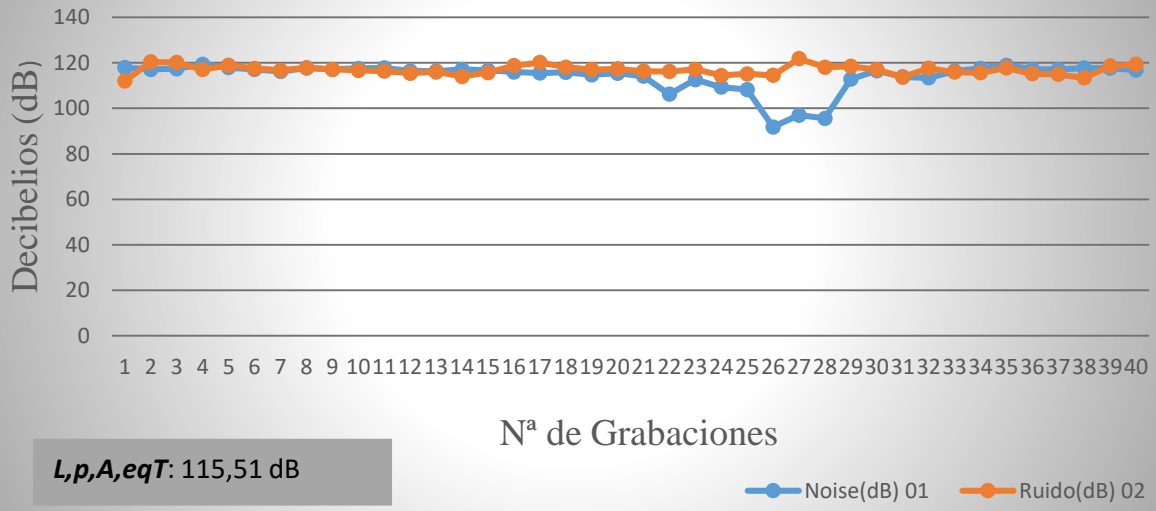
			Monitoreo 7			
Mina Grumintor						
Actividad: Perforación						
Nombre del Perforista: Juan Armijos		Lugar	Zona: G-10			
Nombre del Acompañante: Cristian Neptali			Sector: Declive			
Código de Perforadora: M09-YT-27		Tipo de roca: Dacita				
Actividad interior mina: Tajo						
Monitoreo 01			Monitoreo 02			
Registros Totales: 40			Registros Totales: 40			
Intervalo de Registro: 3 seg			Intervalo de Registro: 3 seg			
Fecha: 19/11/202			Fecha: 19/11/2020			
Tiempo	Inicio: 15:53:09 pm		Tiempo	Inicio: 16:10:45 pm		
	Final: 15:55:06 pm			Final: 16:12:42 pm		
Grabar	Hora	Ruido (dB)	Grabar	Hora	Ruido (dB)	
	1	15:53:09	117,9	1	16:10:45	112
	2	15:53:12	117,1	2	16:10:48	120,4
	3	15:53:15	117,4	3	16:10:51	120,1
	4	15:53:18	119,3	4	16:10:54	117
	5	15:53:21	117,9	5	16:10:57	118,9
	6	15:53:24	117,1	6	16:11:00	117,5
	7	15:53:27	116,2	7	16:11:03	116,7
	8	15:53:30	117,7	8	16:11:06	117,8
	9	15:53:33	117,1	9	16:11:09	117,1
	10	15:53:36	117,5	10	16:11:12	116,7
	11	15:53:39	117,7	11	16:11:15	116,3
	12	15:53:42	116,4	12	16:11:18	115,4
	13	15:53:45	116,3	13	16:11:21	116
	14	15:53:48	117,1	14	16:11:24	114
	15	15:53:51	116,7	15	16:11:27	115,7
	16	15:53:54	116	16	16:11:30	118,7
	17	15:53:57	115,5	17	16:11:33	120,1

18	15:54:00	115,8
19	15:54:03	114,7
20	15:54:06	115,4
21	15:54:09	114,1
22	15:54:12	106,2
23	15:54:15	112,6
24	15:54:18	109,3
25	15:54:21	108,2
26	15:54:24	91,8
27	15:54:27	97
28	15:54:30	95,6
29	15:54:33	112,8
30	15:54:36	116,5
31	15:54:39	113,8
32	15:54:42	113,4
33	15:54:45	116,3
34	15:54:48	117,5
35	15:54:51	118,9
36	15:54:54	117,2
37	15:54:57	117
38	15:55:00	117,7
39	15:55:03	117,6
40	15:55:06	116,8
<b>Promedio 1</b>		114,18 dB

18	16:11:36	118,1
19	16:11:39	117
20	16:11:42	117,3
21	16:11:45	116,3
22	16:11:48	116,2
23	16:11:51	117,1
24	16:11:54	114,4
25	16:11:57	115,1
26	16:12:00	114,5
27	16:12:03	121,8
28	16:12:06	118,1
29	16:12:09	118,4
30	16:12:12	117
31	16:12:15	113,7
32	16:12:18	117,6
33	16:12:21	115,9
34	16:12:24	115,6
35	16:12:27	117,7
36	16:12:30	115,2
37	16:12:33	114,9
38	16:12:36	113,4
39	16:12:39	118,6
40	16:12:42	119,3
<b>Promedio 2</b>		116,84 dB



## PERFORACIÓN 5

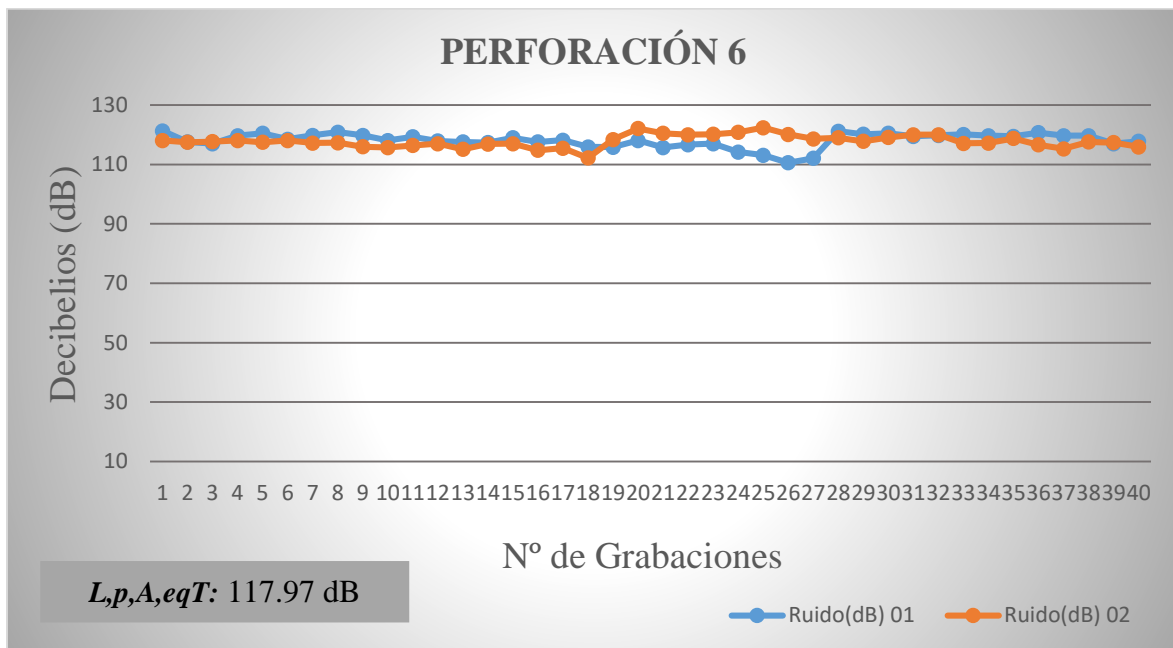


**Monitoreo 8**

<b>Mina Grumintor</b>		
<b>Actividad: Perforación</b>		
<b>Nombre del Perforista:</b> Luis Gonzales	<b>Lugar</b>	<b>Zona:</b> Crucero 2 Palmas
<b>Nombre del Acompañante:</b> Klever Pineda		<b>Sector:</b> La mojada
<b>Código de Perforadora:</b> PM09-YT-27	<b>Tipo de roca:</b> Andesita basáltica	
<b>Actividad interior mina:</b> Galería		
<b>Monitoreo 01</b>		
<b>Registros Totales:</b> 40		
<b>Intervalo de Registro:</b> 3 seg		
<b>Fecha:</b> 18/11/202		
<b>Tiempo</b>	<b>Inicio:</b> 16:20:59 pm	
	<b>Final:</b> 16:22:56 pm	
<b>Grabar</b>	<b>Hora</b>	<b>Ruido(dB) 01</b>
1	16:20:59	121,3
2	16:21:02	117,6
3	16:21:05	117
4	16:21:08	119,7
5	16:21:11	120,5
6	16:21:14	118,5
7	16:21:17	119,8
8	16:21:20	120,9
9	16:21:23	119,8
10	16:21:26	118,1
11	16:21:29	119,3
12	16:21:32	117,9
13	16:21:35	117,6
14	16:21:38	117,4
15	16:21:41	119
16	16:21:44	117,6
17	16:21:47	118,2
18	16:21:50	115,9
19	16:21:53	115,8
20	16:21:56	118,1
21	16:21:59	115,7
22	16:22:02	116,7
23	16:22:05	117
24	16:22:08	114,2
25	16:22:11	113,1
26	16:22:14	110,6
27	16:22:17	112,1
28	16:22:20	121,2
29	16:22:23	120,2
<b>Monitoreo 02</b>		
<b>Registros Totales:</b> 40		
<b>Intervalo de Registro:</b> 3 seg		
<b>Fecha:</b> 18/11/2020		
<b>Tiempo</b>	<b>Inicio:</b> 16:45:25 pm	
	<b>Final:</b> 16:47:22 pm	
<b>Grabar</b>	<b>Hora</b>	<b>Ruido(dB) 02</b>
1	16:45:25	118,1
2	16:45:28	117,5
3	16:45:31	117,7
4	16:45:34	118,1
5	16:45:37	117,5
6	16:45:40	118,1
7	16:45:43	117,2
8	16:45:46	117,3
9	16:45:49	116
10	16:45:52	115,7
11	16:45:55	116,4
12	16:45:58	117
13	16:46:01	115,1
14	16:46:04	116,9
15	16:46:07	117
16	16:46:10	114,8
17	16:46:13	115,5
18	16:46:16	112,2
19	16:46:19	118,4
20	16:46:22	122,1
21	16:46:25	120,5
22	16:46:28	120
23	16:46:31	120,2
24	16:46:34	120,8
25	16:46:37	122,4
26	16:46:40	120,1
27	16:46:43	118,6
28	16:46:46	119
29	16:46:49	117,8

30	16:22:26	120,5
31	16:22:29	119,5
32	16:22:32	119,8
33	16:22:35	120,1
34	16:22:38	119,7
35	16:22:41	119,5
36	16:22:44	120,7
37	16:22:47	119,7
38	16:22:50	119,7
39	16:22:53	117
40	16:22:56	117,8
<b>Promedio 1</b>		<b>118,12 dB</b>

30	16:46:52	119,1
31	16:46:55	120
32	16:46:58	120
33	16:47:01	117,1
34	16:47:04	117,2
35	16:47:07	118,8
36	16:47:10	116,6
37	16:47:13	115,3
38	16:47:16	117,6
39	16:47:19	117,4
40	16:47:22	115,9
<b>Promedio 2</b>		<b>117,825 dB</b>

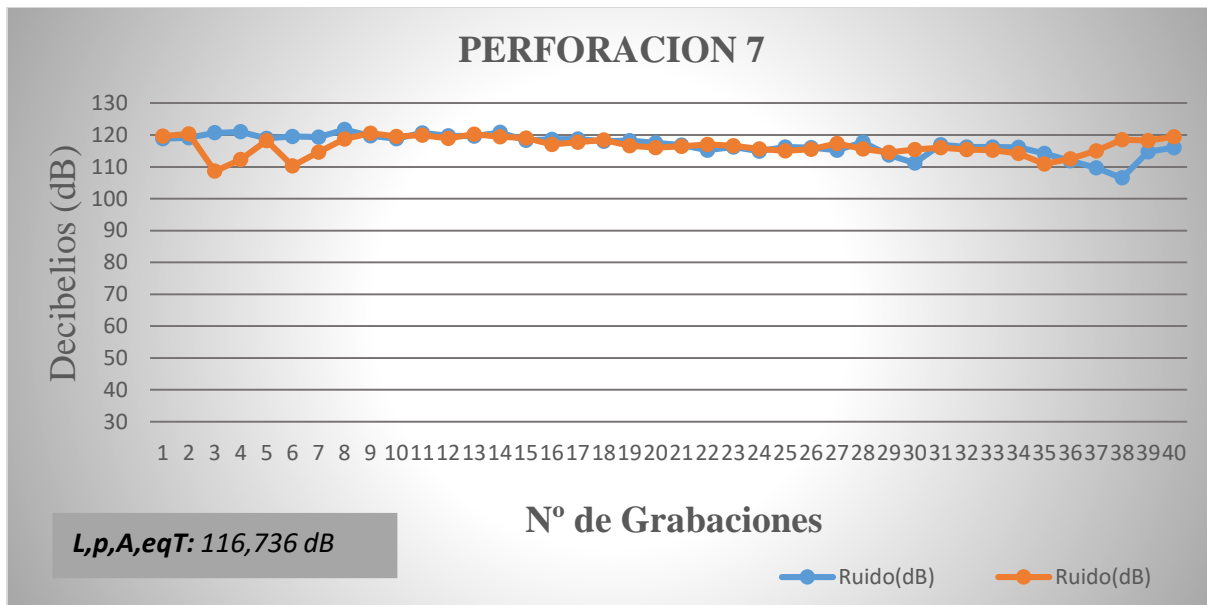


**Monitoreo 9**

<b>Mina Grumintor</b>			
<b>Actividad: Perforación</b>			
<b>Nombre del Perforista:</b> Adrián Reyes		<b>Lugar</b>	<b>Zona:</b> Crucero 2 Palmas
<b>Nombre del Acompañante:</b> Anghelo Armijos			<b>Sector:</b> La mojada
<b>Código de Perforadora:</b> 530-YT-27		<b>Tipo de roca:</b> Brechas	
<b>Actividad interior mina:</b> Tajo			
<b>Monitoreo 01</b>			
<b>Registros Totales:</b> 40			
<b>Intervalo de Registro:</b> 3 seg			
<b>Fecha:</b> 18/11/2020			
<b>Tiempo</b>	<b>Inicio:</b> 16:02:00 pm		
	<b>Final:</b> 16:03:57 pm		
<b>Grabar</b>	<b>Hora</b>	<b>Ruido(dB)</b>	
1	16:02:00	118,8	
2	16:02:03	119,1	
3	16:02:06	120,7	
4	16:02:09	121	
5	16:02:12	118,9	
6	16:02:15	119,5	
7	16:02:18	119,3	
8	16:02:21	121,7	
9	16:02:24	119,7	
10	16:02:27	118,8	
11	16:02:30	120,6	
12	16:02:33	119,7	
13	16:02:36	119,6	
14	16:02:39	120,8	
15	16:02:42	118,3	
16	16:02:45	118,6	
17	16:02:48	118,7	
18	16:02:51	118	
19	16:02:54	118,2	
20	16:02:57	117,5	
21	16:03:00	116,8	
22	16:03:03	115,2	
23	16:03:06	116,2	
24	16:03:09	114,9	
25	16:03:12	116,2	
26	16:03:15	116	
27	16:03:18	115,2	
28	16:03:21	117,7	
29	16:03:24	113,7	
<b>Monitoreo 02</b>			
<b>Registros Totales:</b> 40			
<b>Intervalo de Registro:</b> 3 seg			
<b>Fecha:</b> 18/11/2020			
<b>Tiempo</b>	<b>Inicio:</b> 16:16:27 pm		
	<b>Final:</b> 16:18:24 pm		
<b>Grabar</b>	<b>Hora</b>	<b>Ruido(dB)</b>	
1	16:16:27	119,6	
2	16:16:30	120,3	
3	16:16:33	108,6	
4	16:16:36	112,3	
5	16:16:39	118,2	
6	16:16:42	110,3	
7	16:16:45	114,6	
8	16:16:48	118,7	
9	16:16:51	120,5	
10	16:16:54	119,5	
11	16:16:57	119,9	
12	16:17:00	118,9	
13	16:17:03	120,2	
14	16:17:06	119,4	
15	16:17:09	119	
16	16:17:12	117	
17	16:17:15	117,7	
18	16:17:18	118,4	
19	16:17:21	116,6	
20	16:17:24	116	
21	16:17:27	116,4	
22	16:17:30	117	
23	16:17:33	116,6	
24	16:17:36	115,6	
25	16:17:39	115	
26	16:17:42	115,5	
27	16:17:45	117,3	
28	16:17:48	115,6	
29	16:17:51	114,5	

30	16:03:27	111,2
31	16:03:30	116,9
32	16:03:33	116,2
33	16:03:36	116,2
34	16:03:39	116,1
35	16:03:42	114,2
36	16:03:45	111,9
37	16:03:48	109,7
38	16:03:51	106,5
39	16:03:54	114,7
40	16:03:57	116
<b>Promedio 1</b>		116,975 dB

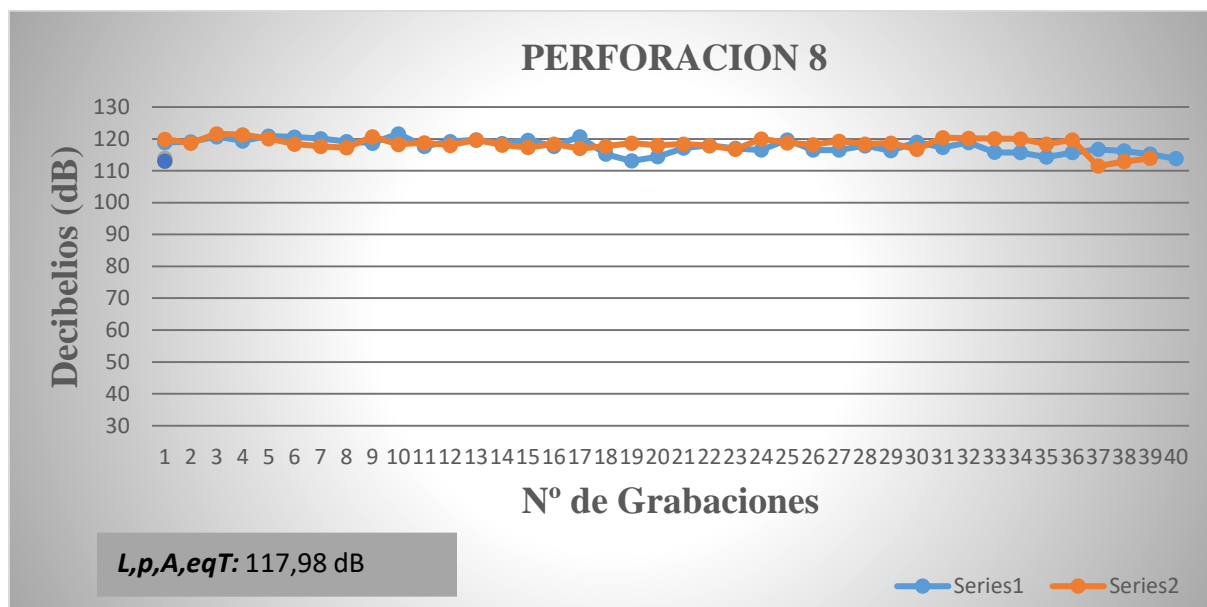
30	16:17:54	115,4
31	16:17:57	116
32	16:18:00	115,4
33	16:18:03	115,2
34	16:18:06	114,2
35	16:18:09	110,9
36	16:18:12	112,5
37	16:18:15	115
38	16:18:18	118,5
39	16:18:21	118,2
40	16:18:24	119,4
<b>Promedio 2</b>		116,497 dB



			Monitoreo 10			
Mina Grumintor						
Actividad: Perforación						
Nombre del Perforista: Diego Encalada			Lugar	Zona: Pique del Gallo		
Nombre del Acompañante: Flavio Deleg				Sector: Nivel 6		
Código de Perforadora: AM043-YT-27			Tipo de roca: Andesita basáltica			
Actividad interior mina: Galería						
Monitoreo 01			Monitoreo 02			
Registros Totales: 40			Registros Totales: 40			
Intervalo de Registro: 3 seg			Intervalo de Registro: 3 seg			
Fecha: 18/11/2020			Fecha: 18/11/2020			
Tiempo	Inicio: 15:43:11 pm		Tiempo	Inicio: 16:49:49 pm		
	Final: 15:45:08 pm			Final: 16:51:46 pm		
Grabar	Hora	Ruido(dB) 01	Record	Time	Ruido(dB) 02	
	1	15:43:11	118,9	1	16:49:49	119,9
	2	15:43:14	119,1	2	16:49:52	118,7
	3	15:43:17	120,7	3	16:49:55	121,6
	4	15:43:20	119,4	4	16:49:58	121,3
	5	15:43:23	120,9	5	16:50:01	120,1
	6	15:43:26	120,6	6	16:50:04	118,4
	7	15:43:29	120,1	7	16:50:07	117,7
	8	15:43:32	119,2	8	16:50:10	117,2
	9	15:43:35	118,7	9	16:50:13	120,7
	10	15:43:38	121,6	10	16:50:16	118,3
	11	15:43:41	117,7	11	16:50:19	118,8
	12	15:43:44	119,2	12	16:50:22	118
	13	15:43:47	119,7	13	16:50:25	119,7
	14	15:43:50	118,6	14	16:50:28	118,1
	15	15:43:53	119,6	15	16:50:31	117,3
	16	15:43:56	117,7	16	16:50:34	118,4
	17	15:43:59	120,7	17	16:50:37	117
	18	15:44:02	115,2	18	16:50:40	117,7
	19	15:44:05	113,1	19	16:50:43	118,7
	20	15:44:08	114,4	20	16:50:46	118
	21	15:44:11	117,1	21	16:50:49	118,4
	22	15:44:14	118	22	16:50:52	117,9
	23	15:44:17	117	23	16:50:55	116,7
	24	15:44:20	116,5	24	16:50:58	120
	25	15:44:23	119,7	25	16:51:01	118,8
	26	15:44:26	116,5	26	16:51:04	118,2
	27	15:44:29	116,5	27	16:51:07	119,3
	28	15:44:32	117,9	28	16:51:10	118,4
	29	15:44:35	116,3	29	16:51:13	118,7

30	15:44:38	119
31	15:44:41	117,3
32	15:44:44	118,9
33	15:44:47	115,8
34	15:44:50	115,7
35	15:44:53	114,3
36	15:44:56	115,7
37	15:44:59	116,7
38	15:45:02	116,2
39	15:45:05	115,2
40	15:45:08	113,8
<b>Promedio 1</b>		<b>117,73</b>

30	16:51:16	116,7
31	16:51:19	120,4
32	16:51:22	120,2
33	16:51:25	120,1
34	16:51:28	120
35	16:51:31	118,4
36	16:51:34	119,7
37	16:51:37	111,5
38	16:51:40	112,9
39	16:51:43	113,9
40	16:51:46	113
<b>Promedio 2</b>		<b>118,22</b>

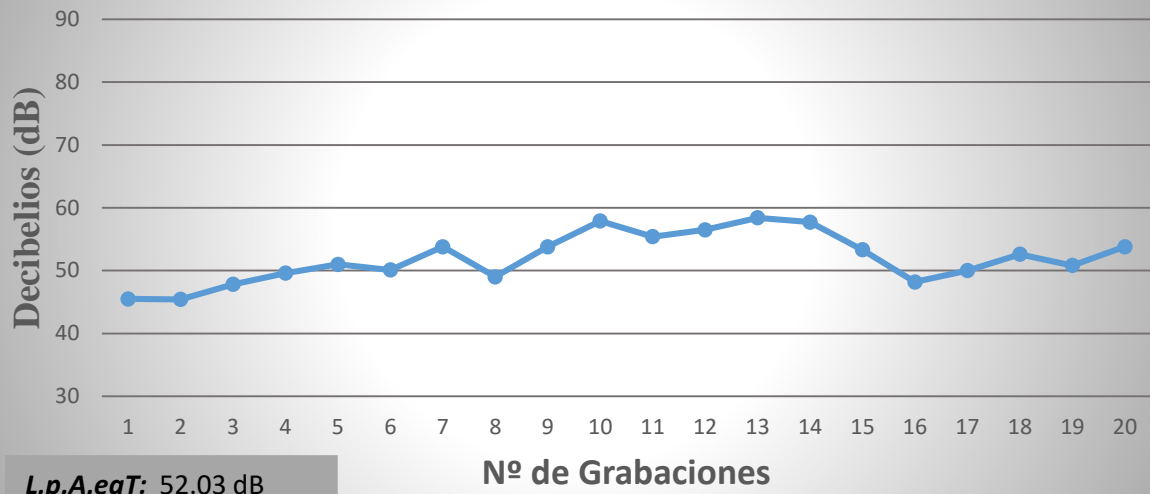


**Anexo 6. Carga de nitrato y fulminante**

			<b>Monitoreo 11</b>
<b>Mina Grumintor</b>			
<b>Carga de Nitrato y Fulminante</b>			
Registros Totales: 30		Tiempo	Inicio: 17:34:14
Intervalo de Registro: 3 seg			Final: 17:35:11
Fecha: 7/12/2020			
Grabar	Hora	Ruido (dB)	
1	17:34:14	45,5	
2	17:34:17	45,4	
3	17:34:20	47,8	
4	17:34:23	49,6	
5	17:34:26	51	
6	17:34:29	50,1	
7	17:34:32	53,8	
8	17:34:35	49	
9	17:34:38	53,8	
10	17:34:41	57,9	
11	17:34:44	55,4	
12	17:34:47	56,5	
13	17:34:50	58,4	
14	17:34:53	57,7	
15	17:34:56	53,3	
16	17:34:59	48,2	
17	17:35:02	50	
18	17:35:05	52,6	
19	17:35:08	50,8	
20	17:35:11	53,8	
<b>Promedio</b>		52,03 dB	



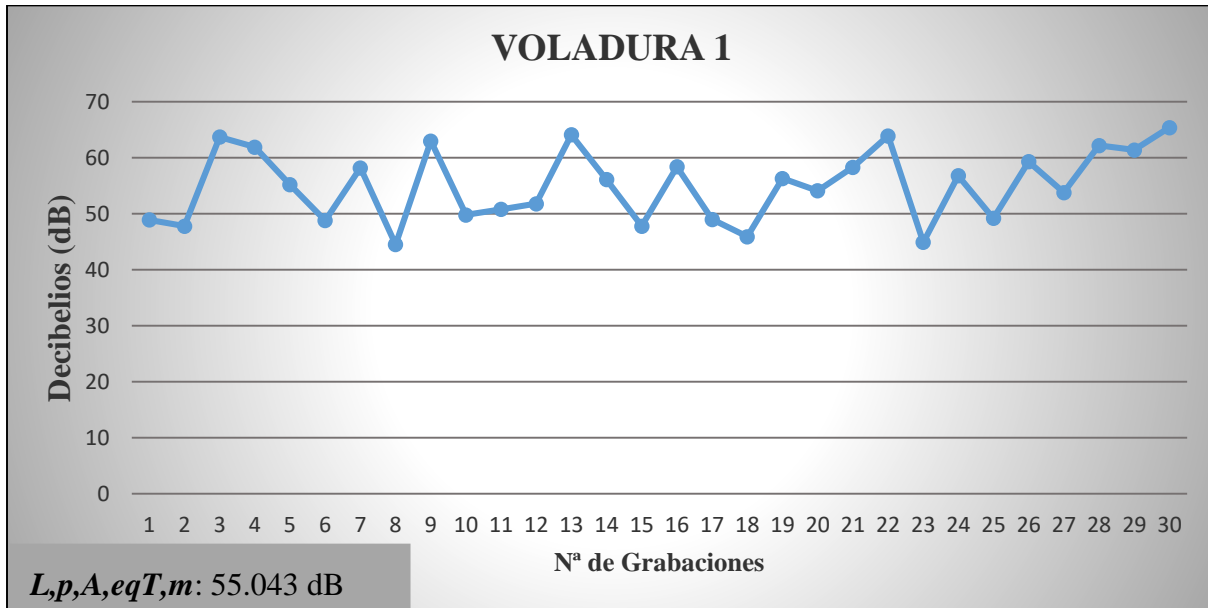
## CARGA DE NITRATO Y FULMINANTE



Anexo 7. Voladura y salida

			Monitoreo 12
Mina Grumintor			
Actividad: Voladura y Salida			
Nombre del Perforista: Juan Armijos		Lugar	Zona: G-10
Nombre del Acompañante: Cristian Neptalí			Sector: Declive
Actividad interior mina: Tajo		Tipo de roca: Dacita	
<b>Registros Totales: 30</b>			
<b>Intervalo de Registro: 3 seg</b>			
<b>Fecha: 29/11/2020</b>			
Tiempo	Inicio: 18:26:52 pm		
	Final: 18:28:19 pm		
Grabar	Hora	Ruido(dB)	
1	18:26:52	48,9	
2	18:26:55	47,8	
3	18:26:58	63,7	
4	18:27:01	61,9	
5	18:27:04	55,2	
6	18:27:07	48,8	
7	18:27:10	58,2	
8	18:27:13	44,5	
9	18:27:16	63	
10	18:27:19	49,8	
11	18:27:22	50,8	
12	18:27:25	51,8	
13	18:27:28	64,1	
14	18:27:31	56,1	
15	18:27:34	47,8	
16	18:27:37	58,4	
17	18:27:40	49	
18	18:27:43	45,9	
19	18:27:46	56,3	
20	18:27:49	54,1	
21	18:27:52	58,3	
22	18:27:55	63,9	
23	18:27:58	44,9	
24	18:28:01	56,8	
25	18:28:04	49,2	
26	18:28:07	59,3	
27	18:28:10	53,8	
28	18:28:13	62,2	
29	18:28:16	61,4	

30	18:28:19	65,4
<b>Promedio</b>		<b>55,043 dB</b>



**Monitoreo 13****Mina Grumintor****Actividad:** Voladura y Salida

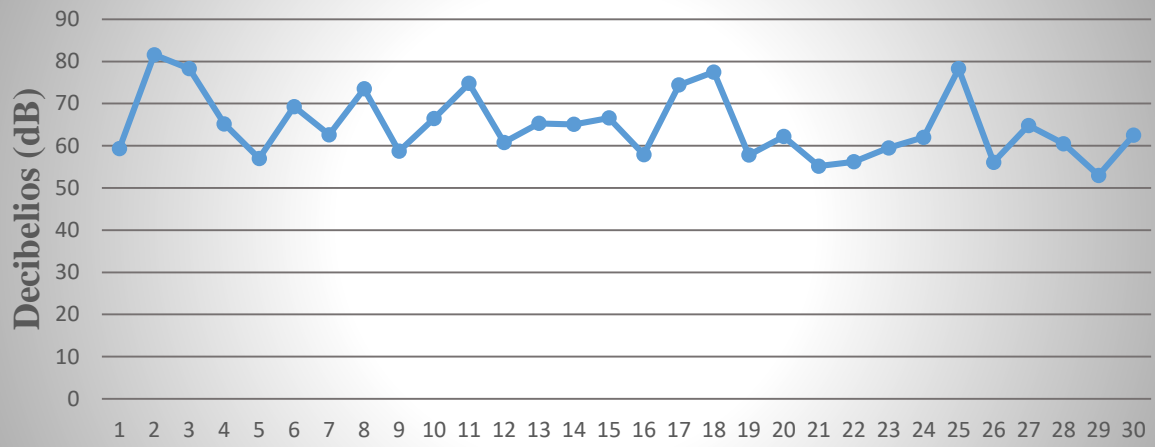
<b>Nombre del Perforista:</b> Luis Gonzales	<b>Lugar</b>	<b>Zona:</b> Crucero 2 Palmas
<b>Nombre del Acompañante:</b> Klever Pineda		<b>Sector:</b> Mojada
<b>Actividad interior mina:</b> Galería	<b>Tipo de roca:</b> Andesita Basáltica	

**Registros Totales:** 30**Intervalo de Registro:** 3 seg**Fecha:** 20/11/2020

<b>Tiempo</b>	<b>Inicio:</b> 18:24:38 pm
	<b>Final:</b> 18:26:05 pm

<b>Grabar</b>	<b>Hora</b>	<b>Ruido(dB)</b>
1	18:24:38	59,3
2	18:24:41	81,6
3	18:24:44	78,3
4	18:24:47	65,2
5	18:24:50	57
6	18:24:53	69,3
7	18:24:56	62,6
8	18:24:59	73,5
9	18:25:02	58,7
10	18:25:05	66,5
11	18:25:08	74,8
12	18:25:11	60,8
13	18:25:14	65,3
14	18:25:17	65,1
15	18:25:20	66,6
16	18:25:23	57,9
17	18:25:26	74,4
18	18:25:29	77,5
19	18:25:32	57,8
20	18:25:35	62,2
21	18:25:38	55,2
22	18:25:41	56,2
23	18:25:44	59,5
24	18:25:47	62
25	18:25:50	78,3
26	18:25:53	56,1
27	18:25:56	64,8
28	18:25:59	60,5
29	18:26:02	53
30	18:26:05	62,5
<b>Promedio</b>		64,75 dB

## VOLADURA 2



$L_{p,A,eqT}$ : 64,75 dB

N° de Grabaciones

**Monitoreo 14****Mina Grumintor****Actividad:** Voladura y Salida

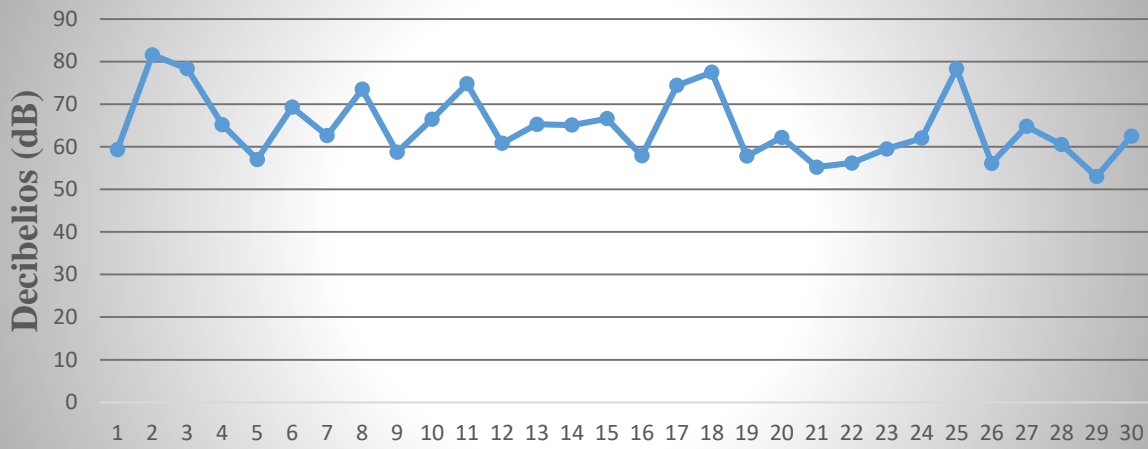
<b>Nombre del Perforista:</b> Adrián Reyes	<b>Lugar</b>	<b>Zona:</b> Crucero 2 Palmas
<b>Nombre del Acompañante:</b> Anghelo Armijos		<b>Sector:</b> Mojada
<b>Actividad interior mina:</b> Tajo	<b>Tipo de roca:</b> Brecha	

**Registros Totales:** 30**Intervalo de Registro:** 3 seg**Fecha:** 21/11/2020

<b>Tiempo</b>	<b>Inicio:</b> 18:12:24 pm
	<b>Final:</b> 18:13:51 pm

<b>Grabar</b>	<b>Hora</b>	<b>Ruido (dB)</b>
1	18:12:24	56,7
2	18:12:27	55,7
3	18:12:30	39,4
4	18:12:33	70,1
5	18:12:36	53,2
6	18:12:39	47,4
7	18:12:42	37,8
8	18:12:45	65,1
9	18:12:48	78,4
10	18:12:51	63,3
11	18:12:54	53,4
12	18:12:57	54,2
13	18:13:00	77,5
14	18:13:03	87,2
15	18:13:06	56,8
16	18:13:09	50,3
17	18:13:12	38,3
18	18:13:15	55
19	18:13:18	38,7
20	18:13:21	51,3
21	18:13:24	43,6
22	18:13:27	38,3
23	18:13:30	53,1
24	18:13:33	55,1
25	18:13:36	47,7
26	18:13:39	59,4
27	18:13:42	51,3
28	18:13:45	57,7
29	18:13:48	46,6
30	18:13:51	58,5
<b>Promedio</b>		54,37 dB

### VOLADURA 3



***L<sub>p,A,eqT</sub>*: 54,37 dB**

Nª de Grabaciones

<b>Monitoreo 15</b>
---------------------

<b>Mina Grumintor</b>
-----------------------

<b>Actividad: Voladura y Salida</b>
-------------------------------------

<b>Nombre del Perforista:</b> Diego Encalada	<b>Lugar</b>	<b>Zona:</b> Crucero 2 Palmas
<b>Nombre del Acompañante:</b> Flavio Deleg		<b>Sector:</b> Mojada
<b>Actividad interior mina:</b> Galería	<b>Tipo de roca:</b> Andesita Basáltica	

<b>Registros Totales:</b> 30
<b>Intervalo de Registro:</b> 3 seg
<b>Fecha:</b> 25/11/2020
<b>Tiempo</b>
<b>Inicio:</b> 17:32:42 pm
<b>Final:</b> 17:34:09 pm

<b>Grabar</b>	<b>Hora</b>	<b>Ruido(dB)</b>
1	17:32:42	75,7
2	17:32:45	85,8
3	17:32:48	81,9
4	17:32:51	56,9
5	17:32:54	60,4
6	17:32:57	64,4
7	17:33:00	50
8	17:33:03	49,2
9	17:33:06	64,6
10	17:33:09	45,7
11	17:33:12	45,3
12	17:33:15	45,7
13	17:33:18	45,4
14	17:33:21	46,5
15	17:33:24	45,7
16	17:33:27	59,4
17	17:33:30	53,1
18	17:33:33	49,6
19	17:33:36	47,8
20	17:33:39	46,5
21	17:33:42	52,7
22	17:33:45	49,1
23	17:33:48	52,5
24	17:33:51	46,4
25	17:33:54	58,8
26	17:33:57	47,4
27	17:34:00	46,9
28	17:34:03	53
29	17:34:06	55
30	17:34:09	52,5
<b>Promedio</b>		54.46 dB



