

# Noise level in the crushing process in the exploitation of non-metallic materials

Mamani Ramos, Nayda Jade, Bach<sup>1</sup>  Soncco Layme, Evelyn Melissa, Bach<sup>2</sup> ; Paz Corrales, Olivia Anyelina, Dra<sup>3</sup> , Gonzales Medina, Luz Eleana, Mag<sup>4</sup> <sup>1,2,3,4</sup> Universidad Tecnológica del Perú, Perú, [U20304644@utp.edu.pe](mailto:U20304644@utp.edu.pe), [U19308548@utp.edu.pe](mailto:U19308548@utp.edu.pe), [C16306@utp.edu.pe](mailto:C16306@utp.edu.pe), [C16401@utp.edu.pe](mailto:C16401@utp.edu.pe)

**Abstract**– *The purpose of this research work was to measure the noise level in the workplaces of the crushing area, with the purpose of proposing control measures to reduce noise in a non-metallic mining company, taking into consideration the hierarchy of controls. To this end, environmental monitoring of the noise generated by the different teams of the Organization was carried out; identifying that the crusher is the one that exceeds the maximum permissible limit; Therefore, the occupational noise to which the crusher operator and his assistant are exposed during their 8-hour workday was evaluated; for 6 days. The results were compared with what is established in D.S 024-2016-EM, for an 8-hour day, which has an Exposure Limit Value (LEV) of 85 dB. Obtaining that the minimum value for the crushing operator was 88.6 dB and for the assistant it was 92.23 dB; On the other hand, for the two jobs the maximum value was obtained 95.98 dB, exceeding the VLE in both cases.*

*Finally, he proposed as control measures: the implementation of a vibrator for the feeding hopper; the design of a soundproof cabin, with rock wool as an insulating material; a noise control plan and personal protective equipment considering ear muffs.*

**Keywords**-- *Noise, aggregates, crusher, monitoring*

# Nivel de ruido en el proceso de chancado en la explotación de materiales no metálicos

Mamani Ramos, Nhayda Jade, Bach<sup>1</sup>; Soncco Layme, Evelyn Melissa; Bach<sup>2</sup>; Paz Corrales, Olivia Anyelina, Dra<sup>3</sup>; Gonzales Medina, Luz Eleana, Mag<sup>4</sup>; <sup>1, 2, 3, 4</sup> Universidad Tecnológica del Perú, Perú, [U20304644@utp.edu.pe](mailto:U20304644@utp.edu.pe), [U19308548@utp.edu.pe](mailto:U19308548@utp.edu.pe), [C16306@utp.edu.pe](mailto:C16306@utp.edu.pe), [C16401@utp.edu.pe](mailto:C16401@utp.edu.pe)

**Resumen**– El presente trabajo de investigación tuvo como propósito medir el nivel de ruido en los puestos de trabajo del área de chancado, con la finalidad de proponer medidas de control para la reducción de ruido en una Minera no metálica, tomando en consideración la jerarquía de controles. Para ello, se realizó un monitoreo ambiental del ruido generado por los diferentes equipos de la Organización; identificando que la chancadora es la que supera el límite máximo permisible; por lo que se evaluó el ruido ocupacional al que están expuestos el operador de la chancadora y su ayudante, en su jornada laboral de 8 horas; durante 6 días. Los resultados se compararon con lo establecido en el D.S 024-2016-EM, para una jornada de 8 horas, que tiene como Valor Límite de Exposición (VLE) 85 dB. Obteniendo que el valor mínimo para el operador de chancado fue de 88.6 dB y para el ayudante fue de 92.23 dB; por otro lado, para los dos puestos de trabajo se obtuvo como valor máximo 95.98 dB, superando en ambos casos los VLE.

Finalmente, propuso como medidas de control: la implementación de un vibrador para la tolva de alimentación; el diseño de una cabina insonorizadora, con lana de roca como material aislante; un plan de control del ruido y equipos de protección personal considerando las orejeras y tapones auditivos.

**Palabras clave**-- Ruido, agregados, chancadora, monitoreo.

## I. INTRODUCCIÓN

Las plantas concentradoras de agregados o conocidas como canteras, son aquellas que se encargan de la extracción de la roca del suelo, después por medio de una zaranda o criba, se clasifica el tamaño, para luego realizar el chancado o triturado y así obtener el producto final [1], generalmente se encuentran ubicadas cerca de ríos, debido a la presencia de arena y roca [2]; en el Perú estas plantas producen agregados como arena, roca, gravilla, hormigón, entre otros; a diferencia de África, en este continente las canteras generan granito, pizarra, arenisca, arcilla, etc., por medio de la voladura de roca [3], originando una contaminación ambiental y riesgo ocupacional para los colaboradores. En la actualidad este material es imprescindible, ya que tiene un papel fundamental en la edificación de viviendas, edificios,

carreteras, etc [4]. Estas mineras no metálicas, para generar los agregados hacen uso de distintas maquinarias, de

acuerdo al tipo de explotación, que se realice, en algunos casos se emplea, chancadoras y fajas transportadoras; y en organizaciones con mayor nivel de producción y explotación, se hace uso de dumper, perforadoras, fajas transportadoras, entre otros; los cuales generan ruido, material particulado y vibraciones [5], [6], siendo los tres principales peligros físicos para los trabajadores que laboran en este rubro, y que tiene la probabilidad de desarrollar una enfermedad ocupacional, si no poseen con un lugar de trabajo que garantice seguridad, así como el uso correcto de equipos de protección personal (EPP) de acuerdo a la actividad que realicen [8], [9]; así también, estos peligros físicos producen una contaminación ambiental, que genera malestar en los residentes de las zonas alrededor de la organización [1], [6]. Es por ello que, la e investigación tuvo como objetivo evaluar el nivel de ruido ocupacional emitido por la chancadora para la propuesta de medidas de control en la Minera no metálica.

## II. METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló con un diseño No experimental porque ninguna variable se manipuló; tuvo un enfoque mixto, debido a que se realizó monitoreos de ruido ocupacional y ambiental obteniendo los resultados numéricos expresados en dB (cuantitativo) y de acuerdo con ellos se diseñaron medidas de control (cualitativo) y es transversal porque se desarrolló en un solo momento. La investigación se realizó en una Minera no metálica donde laboran 6 trabajadores, 2 pertenecientes al área administrativa y 4 al área operacional; de esta última se escoge la muestra No probabilística, intencional, a conveniencia de las investigadoras (el operador y el ayudante de la chancadora) a los que se les midió el nivel de ruido al que están expuestos durante su jornada laboral.

Como instrumentos se utilizaron:

- Dosímetro: Instrumento que permite la medición de ruido al que un trabajador se encuentra expuesto durante su jornada de trabajo o conocido como monitoreo ocupacional. [11].
- Sonómetro: Instrumento que permite la medición de ruido ambiental en un lugar de trabajo expuesto [12].

En la Figura 1. Se muestra el procedimiento a realizar los monitoreos ocupacionales y ambientales.

### III. RESULTADOS

La Investigación se desarrolló en una minera no metálica ubicada a 30 minutos del distrito de Samegua, provincia Mariscal Nieto, Departamento de Moquegua. Dedicada a la extracción y producción de agregados.

#### 1. Medición del nivel de ruido en la minera no metálica

##### 1.1. Monitoreo Ambiental

Se realizó una evaluación del nivel de ruido ambiental como parámetro de referencia para el análisis del ruido ocupacional, conforme a lo establecido en el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. Adicionalmente, se evaluó el ruido residual en intervalos de 15 minutos en cuatro puntos estratégicos alrededor de la fuente de emisión, utilizando un sonómetro para obtener mediciones precisas de los niveles de exposición.

A continuación la Tabla I muestra la características del equipo de medición Ambiental.

TABLA I  
Equipo de Monitoreo Ambiental

CODIFICACIÓN N	MARCA	MODELO	SERIE
EMA-SON-01	3M	SoundPro Se/DL	BJS040026

La Tabla II presenta los puntos de monitoreo ambiental establecidos en las cercanías de la fuente de emisión de ruido. Para la medición, se empleó un sonómetro ubicado a una distancia de 1 metro de cada punto de evaluación, registrando los niveles de ruido durante un período de 15 minutos, de acuerdo con lo establecido en el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. Los resultados obtenidos revelaron que el punto con el nivel de ruido más elevado corresponde a la chancadora cónica, lo que sugiere que esta fuente es la que genera la mayor intensidad sonora en la zona de estudio

TABLA II  
Monitoreo Ambiental enfocado a la fuente de Ruido

EQUIPO	PUNTO DE MONITOREO	Inicio (h)	Fin (h)	Leq dB (1)	Inicio (h)	Fin (h)	Leq dB (2)
Sonómetro	P1	9:41	9:56	<b>91.1</b>	12:05	12:20	<b>89.8</b>
	P2	10:17	10:32	<b>94.7</b>	11:44	11:59	<b>95.4</b>
	P3	10:35	10:50	<b>87.8</b>	11:27	11:42	<b>89.5</b>
	P4	10:53	11:08	<b>89.5</b>	11:09	11:24	<b>89.6</b>

Leyenda:

- P1: Punto uno - Tolva Principal
- P2: Punto dos - Chancadora cónica
- P3: Punto tres - Zaranda Vibratoria
- P4: Punto cuatro - Faja de Alimentación

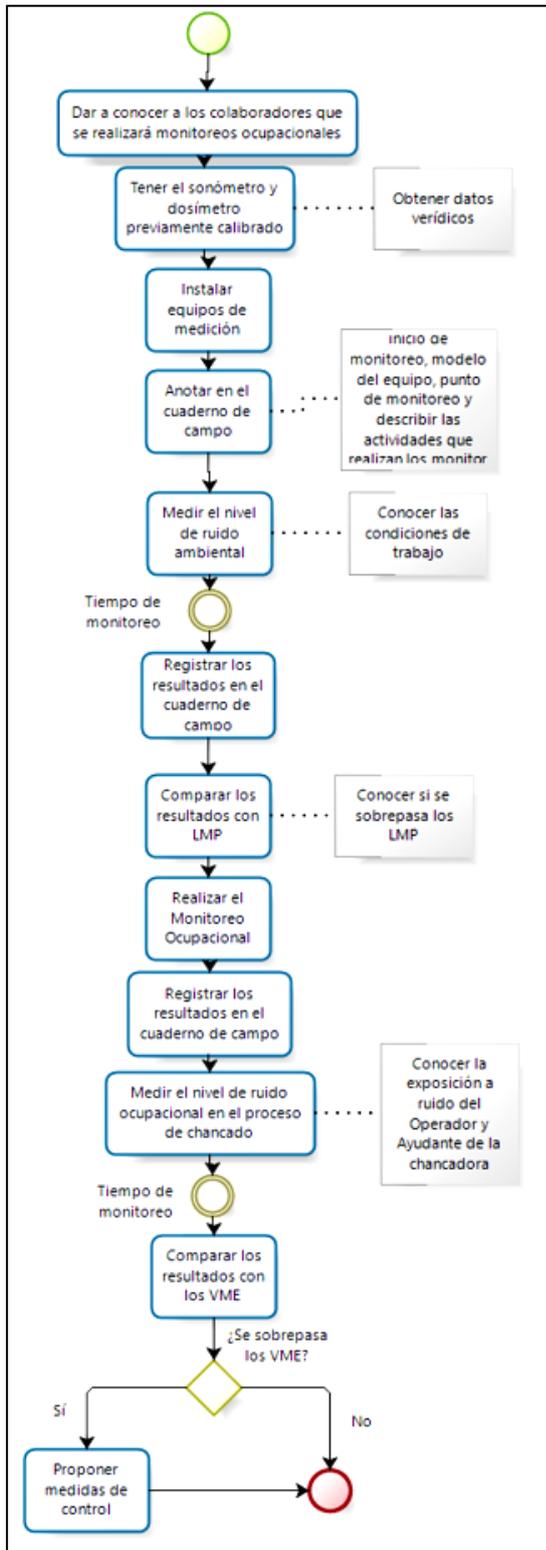


Fig. 1 Metodología

Procedimiento empleado para la recolección de datos en campo.

La Tabla III detalla el tiempo de monitoreo ambiental realizado, distinguiendo entre el nivel de ruido generado por la empresa sin la intervención del ruido exterior (PI1) y el nivel de ruido proveniente del entorno cuando la empresa se encuentra en inactividad (PE2). Además, la tabla presenta los valores específicos de los niveles de ruido registrados en cada uno de los puntos de monitoreo establecidos. Estos datos son fundamentales para evaluar de manera precisa si las actividades industriales de la empresa tienen un impacto significativo en las comunidades circundantes, permitiendo así una mejor comprensión de cómo el ruido generado por la operación de la empresa afecta a las áreas aledañas.

TABLA III  
Monitoreo de Ruido Residual

EQUIPO	PUNTO DE MONITOREO	Inicio (h)	Fin (h)	Leq dB (L)	OBSERVACIONES
Sonómetro	PI1	14:28	14:43	73.5	
	PE2	15:14	15:29	64.2	Paso de 5 volquetes

Leyenda:

- PI1: Punto de Monitoreo en Interior de la empresa.
- PE2: Punto de Monitoreo en Exterior de la empresa (ruido externo)

### 1.2. Monitoreo Ocupacional

Se evaluó el nivel de ruido ocupacional en la minera no metálica, en los puestos de operador de chancadora y ayudante del operador, durante la jornada de trabajo con apoyo de dosímetros; asimismo, se empleó como referencia para la evaluación del ruido ocupacional el D.S 024-2016-EM, los que se detallan en la Tabla IV.

TABLA IV  
Características de Equipos de Monitoreo Ocupacional

CODIFICACIÓN	MARCA	MODELO	SERIE
EMO-DOS-03	CRIFFER	Sonus 2 Plus	32005783
EMO-DOS-02	CRIFFER	Sonus 2 Plus	32007357

La Tabla V muestra cuales fueron los niveles de ruido generados durante los 6 días de monitoreo para el puesto de Operador de Chancadora; además de mencionar observaciones durante el monitoreo, factores que influyeron

en la variación del nivel de ruido, como es el mantenimiento de la chancadora el cual en ocasiones lograr durar más de 1 hora

TABLA V  
Exposición del Operador de Chancadora

ÁREA	PUESTO DE TRABAJO	FECHA DE MONITOREO	TIEMPO DE EXPOSICIÓN EN Hrs	Leq dB (A)	LÍMITE MÁX. PERMISIBLE 8 Hrs/Día	OBSERVACIONES
Chancando	Operador de Chancadora	23/09/2024	8 Hrs	92.15	85 dB (A)	- Revisión de la chancadora de 8:30 a 9:28 - Encendido de grupo electrógeno 9:30 - Encendido de Chancadora 10:05 am - Producción de piedra de 1/2 in. - Alimentación de la chancadora (43 cucharones)
		24/09/2024		88.7		- Cambio de dirección de los ventiladores. - Uso de cancel. - Encendido del grupo electrógeno 10:43 - Encendido de chancadora 11:06 - Producción de piedra de 3/4 - Alimentación de la chancadora (32 cucharones)
		25/09/2024		89.71		- Cambio de faja. - Encendido de grupo electrógeno 9:38 - Encendido de chancadora 10:15 - Producción de piedra de 3/4 - Hora de almuerzo de 12:45pm a 13:45pm - Reubicación de ventilador - Encendido de grupo electrógeno 14:45 - Encendido de chancadora 14:56
		26/09/2024		95.98		- Revisión de la chancadora. - Engrasado de faja, polines, zaranda. - Encendido de grupo electrógeno 10:35 - Encendido de Chancadora 11:00 am - Producción de piedra de 3/4 in. - Alimentación de la chancadora (37 cucharones) - Hora de almuerzo 13:33pm a 14:35pm - Cambio de mallas.
		27/09/2024		91.52		- Cambio de polea. - Encendido de grupo electrógeno 10:20 - Encendido de chancadora 10:47 - Producción de base tipo B 1 1/2 - Hora de almuerzo 13:24 a 14:30 - Encendido de grupo electrógeno 14:40 - Encendido de chancadora 14:58 - Alimentación de la chancadora (52 cucharones)
		28/09/2024		93.9		- Encendido de grupo electrógeno 8:40 - Encendido de chancadora 9:00 - Apagado de chancadora y grupo electrógeno 13:00 - Encendido de grupo electrógeno 14:00 - Encendido de chancadora 14:16 - Alimentación de la chancadora (62 cucharones)

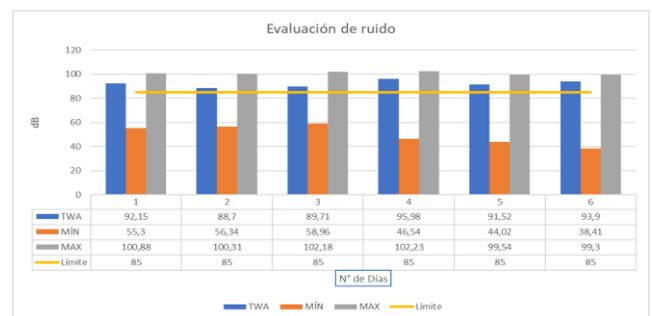


Fig. 2 Exposición del Operador de Chancadora

De acuerdo con la figura 2, se observa que el 4to día de monitoreo se presentó mayor emisión de ruido, debido al requerimiento del día, además que el 2do día de monitoreo se registró el nivel más bajo de ruido; sin embargo, los 6 días de monitoreo sobrepasan los VLE.

En la Tabla VI se presenta la exposición directa a ruido del ayudante del operador de chancadora.

TABLA VI

Exposición del Ayudante del Operador de Chancadora

ÁREA	PUESTO DE TRABAJO	FECHA DE MONITOREO	TIEMPO DE EXPOSICIÓN EN Hrs	TWA dB (A)	LÍMITE MÁX. PERMISIBLE 8 Hrs/Día	OBSERVACIONES
Chancando	Ayudante del Operador de Chancadora	23/09/2024	8 Hrs	95.98	85 dB (A)	- Revisión de la chancadora de 8:30 a 9:28 - Encendido de grupo electrógeno 9:30 - Encendido de Chancadora 10:05 am - Producción de piedra de 1/2 in. - Alimentación de la chancadora (43 cucharones)
		24/09/2024		95.79		- Cambio de dirección de los ventiladores. - Uso de cíncel. - Encendido del grupo electrógeno 10:43 - Encendido de chancadora 11:06 - Producción de piedra de 3/4 - Alimentación de la chancadora (32 cucharones)
		25/09/2024		95.69		- Cambio de faja. - Encendido de grupo electrógeno 9:38 - Encendido de chancadora 10:15 - Producción de piedra de 3/4 - Hora de almuerzo de 12:45pm a 13:45pm - Reubicación de ventilador - Encendido de grupo electrógeno 14:45 - Encendido de chancadora 14:56
		26/09/2024		93.04		- Revisión de la chancadora. - Engrasado de faja, polines, zaranda. - Encendido de grupo electrógeno 10:35 - Encendido de Chancadora 11:00 am - Producción de piedra de 3/4 in. - Alimentación de la chancadora (37 cucharones) - Hora de almuerzo 13:33pm a 14:35pm - Cambio de mallas.
		27/09/2024		92.23		- Cambio de polea. - Encendido de grupo electrógeno 10:20 - Encendido de chancadora 10:47 - Producción de base tipo B 1 1/2 - Hora de almuerzo 13:24 a 14:30 - Encendido de grupo electrógeno 14:40 - Encendido de chancadora 14:58 - Alimentación de la chancadora (52 cucharones)
		28/09/2026		95.31		- Encendido de grupo electrógeno 8:40 - Encendido de chancadora 9:00 - Apagado de chancadora y grupo electrógeno 13:00 - Encendido de grupo electrógeno 14:00 - Encendido de chancadora 14:16 - Alimentación de la chancadora (62 cucharones)

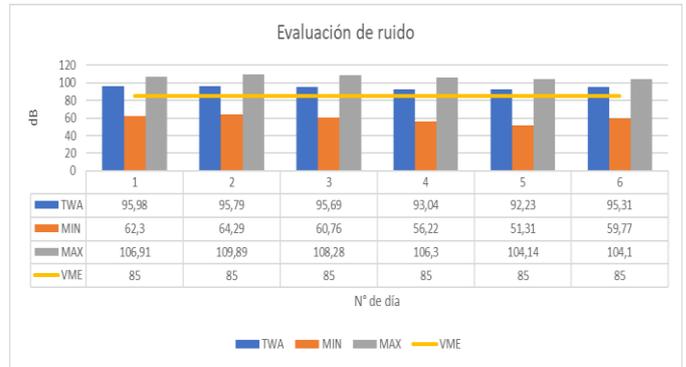


Fig. 3 Exposición del Ayudante del Operador de Chancadora

El ayudante del operador de chancadora, al permanecer en un puesto fijo y con exposición directa a ruido, presenta una variación de 2 dB durante los 6 días de monitoreo; además, el primer día registro el mayor nivel de ruido que fue de 95.98 dB.

La tabla VII presenta la evaluación del nivel de ruido ambiental y su cumplimiento con el ECA RUIDO, el cual establece para una zona residencial-Industrial un límite de 60 dB, y de acuerdo con la evaluación, en ambos casos no se cumple con la normativa correspondiente.

TABLA VII  
Cumplimiento del Eca Ruido

EQUIPO	PUNTO DE MONITOREO	Leq dB (A)	CUMPLE EL ECA RUIDO 60 dB (Zona residencial)
Sonómetro	PI1	73.5	NO
	PE2	64.2	NO

### 1.3. Monitoreo Ocupacional

La Tabla VIII presenta los valores obtenidos del monitoreo ocupacional del operador de chancadora durante los 6 días y su cumplimiento con el D.S. 024-2016-EM. De acuerdo con los resultados, se evidencia el incumplimiento de la normativa, la cual establece 85 dB para 8 horas de trabajo

TABLA VIII  
Cumplimiento del D.S 024-2016-EM – Operador de Chancadora

DÍA	PUESTO DE TRABAJO	TWA	CUMPLE D.S 024-2016 (85 dB)
1	Operador de chancadora	92.15	NO
2		88.7	NO
3		89.71	NO
4		95.98	NO
5		91.52	NO
6		93.9	NO

La Tabla IX presenta los valores obtenidos del monitoreo ocupacional del ayudante del operador de chancadora durante los 6 días y su cumplimiento con el D.S. 024-2016-EM. De acuerdo con los resultados, se evidencia el incumplimiento de la normativa, la cual establece 85 dB para 8 horas de trabajo. Además, de su variación de 2 dB durante los días de monitoreo, debido a que el puesto es fijo.

TABLA IX  
Cumplimiento del D.S 024-2016-EM Ayudante del Operador de Chancado

DÍA	PUESTO DE TRABAJO	TWA	CUMPLE D.S 024.2016 (85 dB)
1	Ayudante del operador de chancadora	95.98	NO
2		95.79	NO
3		95.69	NO
4		93.04	NO
5		92.23	NO
6		95.31	NO

## 2. Formulación de medidas de control

De acuerdo con los resultados de los monitoreos ocupacional y ambientales, se propone medidas de control para la reducción del ruido, trabajando con la jerarquía de controles establecidas en la ley 29783.

### 2.1. Eliminación

Esta medida no puede ser aplicada, debido a que la fuente de ruido es la chancadora, la cual es un equipo indispensable para la generación de agregados.

### 2.2. Sustitución

En el presente, no se ha evidenciado equipos de chancado o triturado que emitan niveles menores de ruido; por lo cual, no se puede sustituir la fuente de ruido.

### 2.3. Control de Ingeniería

De acuerdo con los resultados de los monitores de ruido ocupacional, se realiza la propuesta de la implementación de un vibrador para la tolva principal y el diseño de una cabina insonorizadora para el operador de la chancadora y para el grupo electrógeno, el cual suma a la exposición del operador.

#### a) Vibrador

Se propone la implementación del vibrador en la tolva de alimentación, ya que permite la separación de materiales de manera eficaz y contribuye a la reducción de la exposición del ayudante del operador. Además, que permite que el proceso de chancado se optimice, generando así mayor beneficio en la producción.

#### b) Cabina Insonorizadora

Para la selección del tipo de material de la cabina insonorizadora del panel control, se tomaron en cuenta varios factores determinantes entre ellos el nivel de absorción de ruido y el precio. La lana de roca fue el material más indicado ya que presenta un número adecuado de absorción que abarca desde los 60-70 dB, con un precio accesible. Por otro lado, para la cabina del grupo electrógeno, el material seleccionado fue la espuma de poliuretano, debido a que ningún colaborador tendrá exposición directa a esta fuente de ruido. De acuerdo con las dimensiones, se estableció trabajar con módulos de madera, los cuales al interior estarán cubiertos por lana de roca la cual funcionará como aislamiento acústico para la cabina aislante de ruido para el puesto de operador de chancadora. A continuación, en la Tabla X se presenta los materiales absorbentes investigados.

TABLA X  
Materiales Absorbente

MATERIAL ABSORBENTE	NIVEL DE ABSORCION DE dB	PRECIO S/.
Espuma de poliuretano	10 - 15	153
Paneles Acústicos De Fibra De Vidrio	35 - 40	400
Lana de roca	60 - 70	200
Placas de corcho aislante acústico	15 - 20	300

### 2.4. Control Administrativo

Según los resultados de los monitoreos realizados en el área de Chancado para la minera no metálica. Se propone la implementación de un Plan de control de Ruido, en él se contemple programas, entre ellos: Programa de capacitaciones y mantenimiento, Check List de equipos, herramientas y equipos de protección personal, los que serán de ayuda para reducir los niveles de ruido en el área de trabajo.

### 2.5. Equipos de Protección Personal

Los equipos de protección personal (EPP), sugeridos para los operadores del área de chancado, son tapones auditivos y orejeras. A continuación, en la Tabla XI se presentan las características de los equipos de protección personal.

TABLA XII  
Equipos de Protección Personal

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	NRR	NORMATIVA	MARCA
Tapón Auditivo Reutilizable con Cordón 1271, Caja.	Espuma de poliuretano para mayor atenuación	24 dB	ANSI S3.19-1974	3M™
Orejera Peltor™ montable a Casco, doble copa, X2P3E	Acolchado ancho y suave que ayuda a reducir la presión en las orejas y mejora el confort y la portabilidad	31 (dB)	ANSI S3.19-1974	3M®

## II. DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos de los monitoreos realizados durante 6 días, se obtuvo que el operador de la chancadora se encontraba expuesto desde 88.7 dB hasta 95.98 dB y el ayudante de la chancadora desde 92.23 dB hasta 95.98 dB. La variación de resultados se debe al puesto de trabajo, producción, requerimiento del cliente y funcionamiento de la chancadora. Lo que se valida con el artículo [7], donde indica que los valores de exposición en los diferentes puestos de trabajo varían según el funcionamiento continuo de la chancadora, porque en su investigación evaluó el puesto de botonero en 2 tipos canteras, en la primera que era de caliza se registró desde 82.7 hasta 92.6 dB, y en la de granito desde 96.7 dB hasta 97.9 dB [7].

La metodología empleada para la evaluación de ruido ocupacional está guiada por el D.S. 024.2016-EM, ya que el sector que está siendo monitoreado pertenece a un área dedicada a la extracción de minerales no metálicos y esta normativa establece un VLE de 85 dB para una jornada de trabajo de 8 horas. Esto se ve avalado por la investigación de Jhens Castillo, quien empleó como referencia la NTP-ISO 9612:2010 registrando así para el operador de la planta trituradora un ruido equivalente Leq de 89.32 dB y para el ayudante de planta registró 91.08 dB, sobrepasando así los 85dB [8]. Por ello, pese a que se emplearon distintas normativas, ambos casos realizan monitoreos ocupacionales en un mismo sector y comparan con un mismo VLE.

Las medidas preventivas que se proponen de acuerdo con los niveles de ruidos identificados son: El diseño de una cabina insonorizadora en base a lana de roca y módulos de madera, un plan de control de ruido y el uso de tapones auditivos u orejeras como última barrera. Estas medidas se ven apoyadas por la investigación de Jhens Castillo, quien

realizó la implementación de una cabina de control con aislamiento acústico a base de lana de vidrio, la cual permitió la reducción de ruido en el operario de planta de 89.3dB a 72.1dB y el operario secundario tuvo una disminución de 17.47 dB [8]. Es por ello que, las medidas propuestas en el presente trabajo son reforzadas con las investigaciones mencionadas.

## III. CONCLUSIONES

Se determinaron los niveles de ruido ocupacional producidos en la Minera no metálica con ayuda de dosímetros, en los puestos de trabajo con mayor exposición, siendo el operador de chancadora, quien registró un nivel de exposición de 88.7 dB a 95.98 dB, y el ayudante del operador que registró un rango de 92.93dB a 95.98, la variación de los resultados obtenidos se debe al funcionamiento de la chancadora y las actividades que cada puesto de trabajo realiza. De acuerdo con la normativa D.S 024-2016-EM que establece un parámetro de VLE de 85 dB para una jornada de 8 horas, se realizó la comparación con los resultados de los puestos de trabajo monitoreados, evidenciando que el operador y el ayudante de la chancadora superan VLE, de 3 a 10 dB durante los 6 días de monitoreo. De acuerdo con los resultados obtenidos, se realizó la propuesta de la implementación de un vibrador para la tolva principal, el diseño de una cabina insonorizadora para el operador de chancadora, la cual se recomienda que sea elaborada con módulos de madera y lana de roca debido a sus características de adsorción. Asimismo, un plan de control de ruido y el uso de tapones u orejeras auditivas que tienen un nivel de reducción de ruido de 31 dB.

## IV. RECOMENDACIONES

Se recomienda que la minera no metálica, implemente las medidas propuestas del trabajo de investigación, con el objetivo de reducir la exposición a ruido de sus colaboradores y mejorar así las condiciones laborales.

## V. AGRADECIMIENTO/RECONOCIMIENTO

Agradecemos profundamente a quienes nos acompañaron en esta travesía académica. A nuestros docentes, por su guía y dedicación; y, especialmente, a nuestras familias, por su paciencia, comprensión y amor constante.

## REFERENCES

- [1] D. Zimwara, E. Maphosa, W. Gowiwondo y S. Nyadondo, «Modelling the environmental impacts of noise and dust from quarry stone mining in Harare – A case study of Pomona Quarry,» vol. 16, n° 1.

- [2] F. d. C. y. R. Naturales, «Noise Levels of Sand and Stone Quarry at Kota Belud Sabah,» *Transactions on Science and Technology*, vol. 4, n° 2, p. 6.
- [3] O. Hamzart-Giwa, B. Odiyi y O. J. Afolabi, «Environmental Effects of Quarrying Activities in Akure, Ondo State, Nigeria,» *Scientific Publishing House*, vol. 49, pp. 122 - 136, 2023.
- [4] C. I y S. C., «Noise analysis of the konya karaomerler (Turkey) stone crushing sifting plant,» *Tim Journals of Engineering and Physical Sciences*, vol. 1, n° 1, pp. 1-9, 2013.
- [5] H.-N. M, M. D, D. N, C. NB y K. A, «Environmental noise reduction measures,» *Safety Engineering*, 2019.
- [6] M. M. M, «Assessment of Environmental Impacts of Quarry Operation in Ogun State,» *FUOYE Journal of Engineering and Technology*, vol. 2, n° 2, pp. 1 - 4, 2017.
- [7] P. Ignacio, *Exposición al ruido en explotaciones mineras en la comunidad de Madrid*, Jornada: IV Congreso Internacional de Prevención de Riesgos Laborales, 2016.
- [8] C. Arisaca, Artist, *Implementación de medidas de control para la reducción del nivel de ruido y vibración en la planta trituradora de agregados de la empresa J&E Construcciones y Servicios Castillo E.I.R.L.* [Art]. Universidad Tecnológica del Perú, 2022.
- [9] O. Barbara Estefania, «Evaluación De La Contaminación Acústica Derivada De La Actividad Minera En La Cantera De Áridos Y Pétreos "Flores" De La Cabecera Parroquial De San Luis, Cantón Riobamba, Provincia De Chimborazo,» p. 85, 2022.
- [10] H. P. Mellisho Ramírez, «studio de ruido ocupacional para la prevención de la pérdida auditiva, en la planta concentradora de minerales Santa Rosa de Jangas de la UNASAM-2017,» 2017.
- [11] V.P.A.S., «Veto Precisión a su medida,» [En línea]. Available: <https://www.veto.cl/dosimetro-deruido-d8099025/p>.
- [12] «HBK Hottinger Bruel & KJAER,» [En línea]. Available: <https://www.bksv.com/es/instruments/handheld/sound-level-meters/2255-series>.