





## Evaluación de riesgos laborales por emisiones acústicas de laboratorios en la UPC – Perú, 2022

### Evaluation of occupational risks due to acoustic emissions from laboratories at the UPC – Peru, 2022

Genaro Enrique Huaman Alania <sup>1a</sup> ; Vidal Sixto Aramburú Rojas <sup>1b</sup> ;  
Jorge Alberto Ortiz Barreto  <sup>1c\*</sup>; Wendy Liliana Choque Perez <sup>1d</sup> 

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Av. Germán Amézaga s/n. – Ciudad Universitaria, Lima, Perú. a) genaro.huaman@unmsm.edu.pe, b) varamburur@unmsm.edu.pe, c) jorgealberto.ortiz@unmsm.edu.pe, d) wendy.choque@unmsm.edu.pe

\* Autor correspondiente: [jorgealberto.ortiz@unmsm.edu.pe](mailto:jorgealberto.ortiz@unmsm.edu.pe) (J. Ortiz)

DOI: [10.17268/rev.cyt.2024.03.03](https://doi.org/10.17268/rev.cyt.2024.03.03)

#### RESUMEN

Se realizó un análisis del riesgo auditivo en el laboratorio de Ingeniería de Gestión Minera de la UPC – Chorrillos, en la primera etapa de la investigación se evaluó el nivel de ruido de 9 equipos del laboratorio, encontrando que la chancadora de quijadas, pulverizador de discos, molino de bolas, extractor y cortador de testigos exceden los LMP con promedios de 90,61; 91,13; 92,18; 92,68 y 89,89 dB, respectivamente. En la segunda etapa, se monitorizó la dosis de ruido en 6 personas, en el laboratorio y 4 áreas adyacentes, revelando que el docente y el alumno del laboratorio estuvieron expuestos a 87,21 y 86,64 dB, superando los LMP, los salones aledaños mostraron exposiciones de 31,87; 32,78; 30,72 y 29,29 dB en la oficina administrativa. En la tercera etapa, se realizó una encuesta a 87 personas indicando que el 14% percibía el ruido de los equipos como constante y continuo, el 100% de los profesores, 80% del personal administrativo y 73% de los alumnos sienten incomodidad por el ruido en sus áreas de trabajo y el 25% de los encuestados experimentó molestias físicas debido al ruido.

**Palabras clave:** Evaluación de riesgos; emisiones acústicas; laboratorios académicos.

#### ABSTRACT

An analysis of the hearing risk was carried out in the Mining Management Engineering laboratory of the UPC - Chorrillos, in the first stage of the investigation the noise level of 9 pieces of equipment in the laboratory was evaluated, finding that the jaw crusher, disc pulverizer, ball mill, extractor and core cutter exceed the LMP with averages of 90.61, 91.13, 92.18, 92.68, and 89.89 dB, respectively. In the second stage, the noise dose was monitored in 6 people, in the laboratory and 4 adjacent areas, revealing that the members of the laboratory were exposed to 87.21 and 86.64 dB, exceeding the LMP, the surrounding rooms showed exposures of 31.87, 32.78, 30.72, and 29.29 dB in the administrative office. In the third stage, a survey was conducted with 87 people indicating that 14% perceived the noise from the equipment as constant and continuous, 100% of the teachers, 80% of the administrative staff and 73% of the students feel discomfort due to the noise. noise in their work areas and 25% of respondents experienced physical discomfort due to noise.

**Keywords:** Risk assessment; acoustic emissions; academic laboratories.

#### 1. INTRODUCCIÓN

Las emisiones acústicas son ondas elásticas generadas por la acción que se le incide a un material, dichas ondas generan un riesgo laboral cuando superan los límites establecidos de exposición (Grosse et al., 2022). Las ondas generadas pueden ser percibidas directamente por el ser humano, o empleando un dispositivo electrónico (De Prado, 2023).

Una de las principales problemáticas ambientales es la contaminación por ruido, la cual se produce por los altos niveles de ruido generado por las diversas actividades económicas, profesionales y productivas (King, 2022). La dosis de ruido asimilada diariamente en una jornada laboral disminuye progresivamente la capacidad del órgano sensorial auditivo, además de generar cansancio, irritabilidad, mermando la eficiencia del trabajo realizado, entre otros (Passos & Fiorini, 2022). En dosis prolongadas de ruido puede generar



disminución o pérdidas de la capacidad auditiva, conocida como hipoacusia, además, se sabe que nuestro sistema auditivo no presenta un mecanismo para contrarrestar el nivel de ruido generado por factores externos, sumado al desconocimiento de los niveles de exposición a la que se encuentra expuesta la población, hacen necesario gestionar el control de esta variable en el ambiente, evaluando periódicamente los niveles de ruido asimilados por el trabajador y el nivel de exposición, de tal manera que se pueda detectar a tiempo cualquier daño generado en la salud (Slade, 2021; Kulsoom & Karim, 2022).

El laboratorio de Ingeniería de gestión minera de la Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas desarrolla prácticas empleando equipos que generan niveles de ruido que sobrepasan los LMP, expuestos en la normativa sobre ruido ambiental conforme al D.S-085-2008-PCM, existiendo diversas labores que generan ruidos diversos que no son controlados o no son advertidos como dañinos.

Un estudio de la UNASAM concluyó que, en varios puestos de trabajo, los niveles de ruido superan los límites permitidos, al análisis mostró que, aunque algunos puestos cumplían con los niveles permitidos, otros como el técnico laboratorista en el Laboratorio de Materiales (92.0 dB(A)) excedían los límites, recomendando medidas como la señalización, capacitaciones, uso de EPP auditivo y sustitución de máquinas ruidosas para reducir la exposición al ruido (Paulino, 2021). Así también, Gonzales (2021) en su estudio “Relación de la hipoacusia con el ausentismo laboral en la Planta MOLICAL S.A.C – 2017” determinó una relación significativa entre la hipoacusia y el ausentismo laboral ( $p = 0.004$ ), para ello incluyó a 87 trabajadores, encontrando que el 66.1 % estaban afectados por hipoacusia y el 21.8 % tuvo problemas auditivos en 2017, además el alto ausentismo afecta negativamente el 72.5 % de las actividades laborales.

Omondi et al. (2020), en su estudio “Noise-induced Hearing Loss in Workshops and Laboratories in Kenyan Universities” identificaron los factores que generaron la disminución de la capacidad de audición generada por la exposición al ruido en las universidades públicas de Kenia, para lo cual se analizaron 10 universidades, con una muestra de 49 estudiantes en cada institución, se emplearon perfiles para conocer las fuentes y tipos de ruido y con un sonómetro se midieron los niveles de ruido para compararlos con los parámetros impuestos, también se evaluó los controles para la contaminación acústica; obteniendo que un 84,1 % de los ruidos son de tipo continuo, las fuentes principales de este tipo son pulido manual (18 %) y motores de combustión interna (25 %) que reportaron valores mayores al límite según el reglamento (85 dBA), para los de tipo impulsivo son las herramientas eléctricas (47,6 %) y manuales (52,4 %) estando por debajo del límite máximo (140 dBA), los autores concluyeron que la pérdida de audición se estaba dando porque no se implantaron medidas de control.

El rol que desempeña la seguridad y salud del trabajador en su área repercute notoriamente en la calidad del trabajo realizado, la cual es generada por el bienestar físico, psicológico, y social que se genera por la gestión y control del ruido en las diversas actividades realizadas por el ser humano (Sorensen et al., 2021). Esta investigación representa el procedimiento del monitoreo de ruido en el laboratorio de Ingeniería de Gestión Minera de la UPC, la misma que se puede generalizar a diferentes laboratorios para que se establezcan protocolos de seguridad, con la finalidad de proponer medidas correctivas y de control de la variable estudiada.

Por ello, el presente estudio se realizó con el propósito de proponer un conjunto de medidas de prevención que solucionen la problemática de las emisiones acústicas en términos de Higiene y Seguridad en el laboratorio de Ingeniería de Gestión Minera de la UPC, la misma que se puede generalizar a diferentes laboratorios para que se establezcan protocolos de seguridad.

## **2. METODOLOGÍA**

### **2.1 Diseño de Investigación**

La investigación es de tipo transversal descriptivo, la cual tiene por objetivo general determinar la naturaleza del ruido y el nivel de riesgo laboral por contaminación acústica, la cual lo define como una necesidad social por resolver. Así también, el diseño de la investigación es del tipo correlacional, ya que las variables son interdependientes, dado que, a medida que la exposición a altos niveles de emisión acústica incrementa, existe el riesgo potencial de sufrir enfermedades como la hipoacusia, que dada su naturaleza se convierte en una enfermedad ocupacional. El diseño de la investigación contempla la medición del ruido y evidencias de las consecuencias que generó, tal y como se puede observar en la Figura 1.

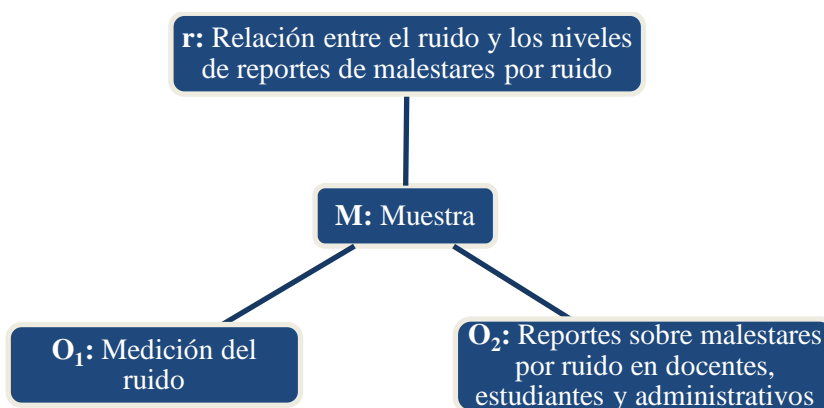


Figura 1. Base de la investigación.

## 2.2 Procedimiento Metodológico de la Investigación

Se detallan 3 etapas o fases de la investigación:

- **FASE 1:** Inspección visual y medición del ruido de los equipos de laboratorio:  
Se determinó mediante inspección visual los equipos que generan mayor ruido en el laboratorio de procesamiento de minerales y geomecánica, así también, se identificaron a las personas expuestas durante las actividades académicas, además de los ambientes expuestos al ruido generado por las actividades de dicho espacio.
- **FASE 2:** Medición de la cantidad de ruido recibido:  
Se realizó la medición del nivel de ruido al cual se expone una determinada persona en laboratorio y 5 ambientes aledaños, empleando un dosímetro marca CRIFFER modelo Sonus-2 Plus.
- **FASE 3:** Cuestionario para análisis de riesgo laboral:  
Se elaboró un cuestionario para evaluar las causales del ruido y sus consecuencias en el desarrollo de las actividades académicas.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se delimitó el laboratorio de procesamiento de minerales y geomecánica en 3 zonas bien definidas:

- Zona 1: Comprende los equipos usados en las pruebas de procesamiento de minerales, tales como: Chancadora, pulverizador de discos, molino de bolas y celda de flotación.
- Zona 2: Queda comprendida por los equipos que pueden ser empleados en cualquier prueba con materiales sólidos, tales como el Ro-Tap eléctrico y la balanza digital.
- Zona 3: Quedó definido por los equipos empleados en las prácticas de geomecánica como el extractor, y cortador de testigos, además de un horno de secado que trabaja todo el día.

La Figura 2 representa la delimitación de las zonas y los puntos de muestreo, los cuales serán monitoreados según la frecuencia del uso de los equipos.

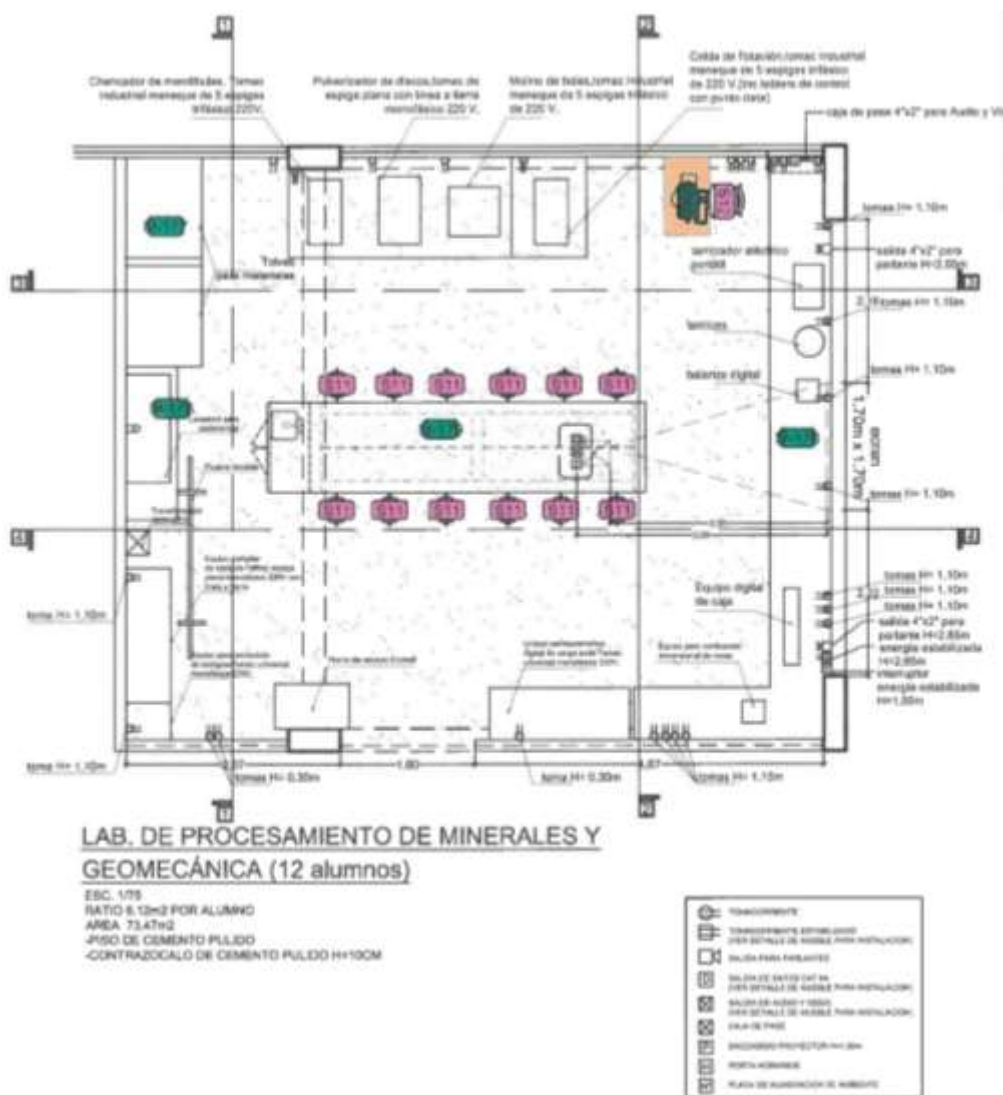


Figura 2. Plano de laboratorio de Procesamiento de Minerales y Geomecánica.

### 3.1 Resultados de Monitoreo del Ruido

En el monitoreo del ruido se tomaron en cuenta 9 puntos divididos de laboratorio de Ingeniería de Gestión Minera, las cuales corresponden a la ubicación de los equipos empleados en las prácticas de laboratorio de gestión minera y geomecánica. Empleando un sonómetro marca Cirrus Modelo CK162B, determinó que la chancadora de quijadas, pulverizador de discos, molino de bolas, extractor de testigos, y el cortador de testigos sobrepasan los LMP impuestos por el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, con valores promedio de 90,61; 91,13; 92,18; 92,68 y 89,89 dB, respectivamente. El total de los valores obtenidos por el sonómetro, se detallan en la tabla 1.

Tabla 1. Datos obtenidos de la medición de los equipos

Equipos	Mín (dB)	Máx (dB)	Leq (dB)	ECA
Chancadora	89,75	92,48	90,61	
Pulverizador de discos	90,23	93,05	91,13	
Molino de bolas	90,31	92,88	92,18	
Celda de flotación	78,81	82,54	81,61	
Ro-Tap	34,49	47,45	44,65	85
Horno de secado	19,86	28,94	26,43	
Balanza digital	20,45	29,10	26,65	
Extractor de testigos	89,61	94,45	92,68	
Cortador de testigos	86,87	91,66	89,89	

Nota: Se presentan los datos mínimos, máximos y límites equivalentes.

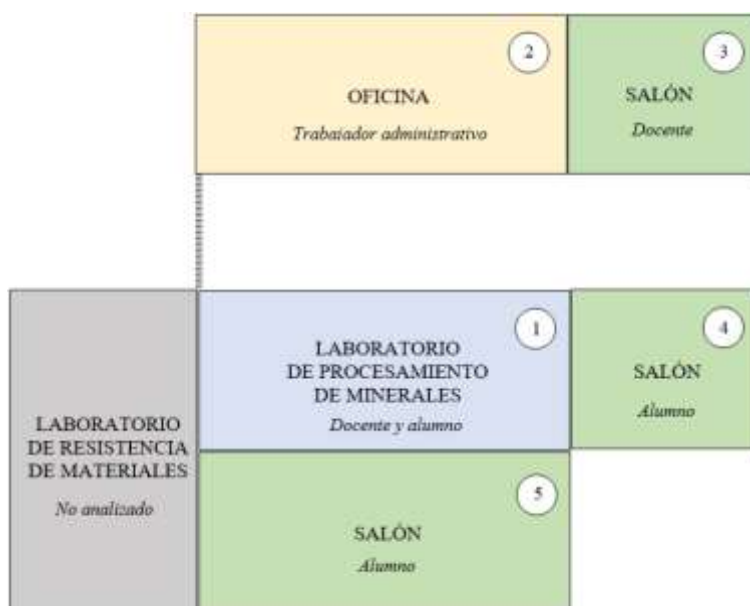
### 3.2 Monitoreo de Ruido durante Actividades Educativas

Se realizaron pruebas de dosimetría de ruido en 5 puntos que incluyen el laboratorio de procesamiento de minerales, y 4 puntos aledaños a dicho ambiente, empleando un dosímetro marca CRIFFER modelo Sonus-2 Plus. La distribución de los puntos en el espacio del campus de la UPC – Chorrillos, y los puestos de las personas evaluadas se presentan en la Tabla 2 y Figura 3.

**Tabla 2.** Datos obtenidos de la medición de los equipos

Punto	Descripción	Horario	Fecha	Día	Puesto
1	Laboratorio			Lunes	Profesor
1	Laboratorio			Martes	Alumno
2	Salón A	08:00 AM –	10/04/2023 –	Miércoles	Alumno
3	Salón B	08:00 PM	19/05/2023	Jueves	Profesor
4	Administrativo			Viernes	Administrador
5	Salón C			Lunes	Alumno

Nota: Se presentan los datos mínimos, máximos y límites equivalentes.



**Figura 3.** División de ambientes analizados.

#### 3.2.1 Dosis de Ruido por Punto

Se promedió la dosis de ruido para los distintos puntos de monitoreo, logrando sobrepasar los LMP sólo en el ambiente de laboratorio de procesamiento de minerales y geomecánica. La medición en este punto se realizó para el docente de laboratorio, y un alumno del curso, alcanzando valores de promedio de dosis de ruido similar, con valores de 79,08 y 78,25 dB. La dosis de ruido a la que quedan expuestas las personas monitoreadas se describe en la Tabla 3 y la Figura 4 representa el gráfico comparativo.

**Tabla 3.** Decibeles obtenidos del análisis por sujeto evaluado

Sujeto evaluado	Promedio Leq dB (A)	LMP
Docente N°1	87,21	
Alumno N°1	86,64	
Alumno N°2	31,87	
Docente N°2	31,78	85
Administrativo N°1	29,29	
Alumno N°3	30,72	

Nota: Promedio de los datos.

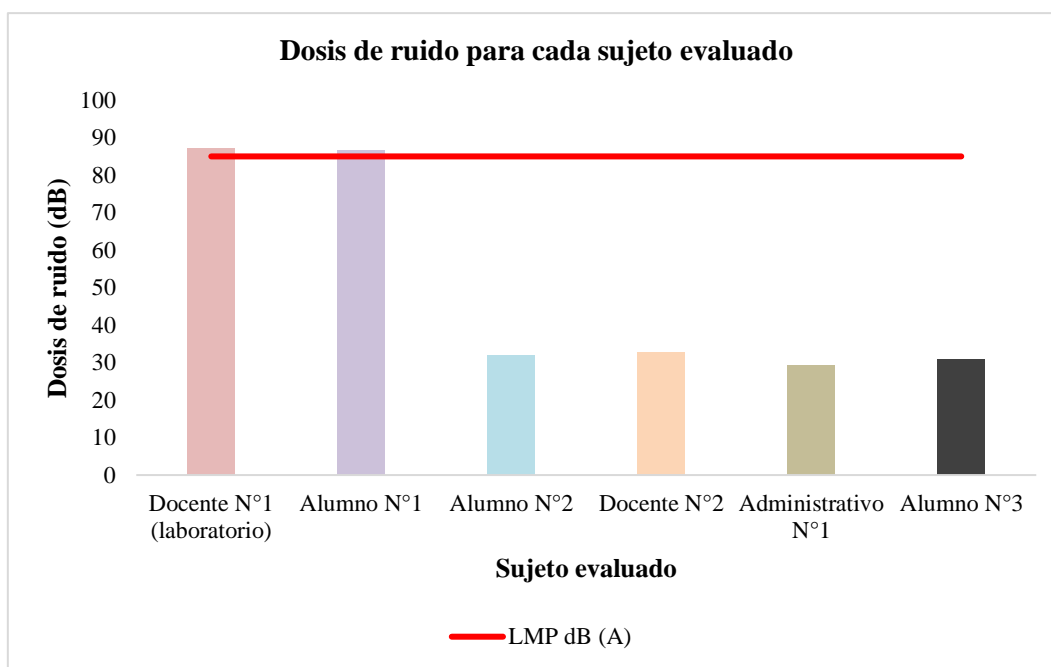


Figura 4. Promedio de límites equivalentes por cada sujeto evaluado.

### 3.3 Análisis del Riesgo por Exposición al Ruido

#### 3.3.1 Tamaño de Muestra

Para calcular la muestra encuestadas, se tomó en cuenta un universo de 112 personas, la cual corresponde al aforo por punto muestreado en un determinado instante de tiempo, tal y como lo describe la Tabla 4.

Tabla 4. Cantidad de personas evaluadas por zona

Punto	Espacio	Personas
1	Laboratorio	12
2	Oficina	10
3	Salón teórico	30
4	Salón de clases	30
5	Salón de clases	30

Nota: Un total de 112 personas evaluadas.

Además, se consideró un margen de error del 5%,  $N = 112$ ,  $z = 1,96$ ; y valor porcentual del 0,5%, valores que fueron reemplazados en la fórmula:

$$\frac{((z^2 \times p(1-p))/e^2)/((1+((z^2 \times p(1-p)))/(e^2 \times N)))}{((1,96^2 \times 0,5(1-0,5))/0,05^2)/((1+((1,96^2 \times 0,5(1-0,5)))/(0,5^2 \times 112)))} = 87 \text{ personas} \quad (1)$$

Tabla 5. Porcentaje de participante encuestados

Descripción	Frecuencia	%
Alumno	77	88
Docente	5	6
Administrativo	5	6
Total	87	100

Nota: Teniendo un total de 87 personas.

#### 3.3.2 Elaboración de la Encuesta para Análisis de Riesgo por Ruido

Se tomaron en cuenta 5 preguntas para determinar el riesgo laboral por emisiones acústicas en el laboratorio de procesamiento de minerales y geomecánica, así como los ambientes aledaños. La finalidad de la encuesta fue determinar el nivel de influencia del ruido en el desempeño de las actividades académicas tanto para alumnos, profesores y trabajadores administrativos. La Tabla 6 describe el cuestionario elaborado para monitoreo del riesgo por emisiones acústicas en la UPC.

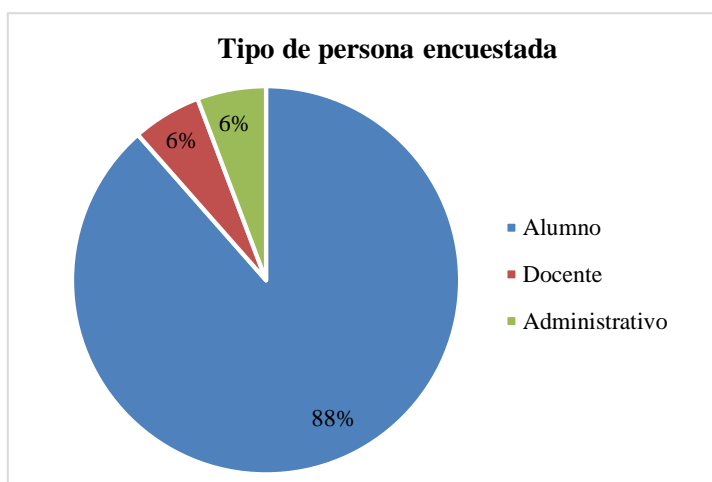
**Tabla 6.** Cantidad de personas evaluadas por zona

Preguntas
a) ¿Cuál es la función que desempeña en la UPC? ?
b) ¿El nivel de ruido emitido por los equipos de laboratorio es constante y continuo en el tiempo?
c) ¿Le incomoda el ruido que percibe en su zona de trabajo y/o estudio?
d) ¿Cuánto tiempo durante su estancia en la universidad considera que el ruido es molesto?
e) ¿Cuáles son las fuentes de sonido que más le incomodan?
f) ¿Ha sentido alguna molestia física debido a los ruidos percibidos por el laboratorio?

Nota: Preguntas realizadas a los 87 encuestados.

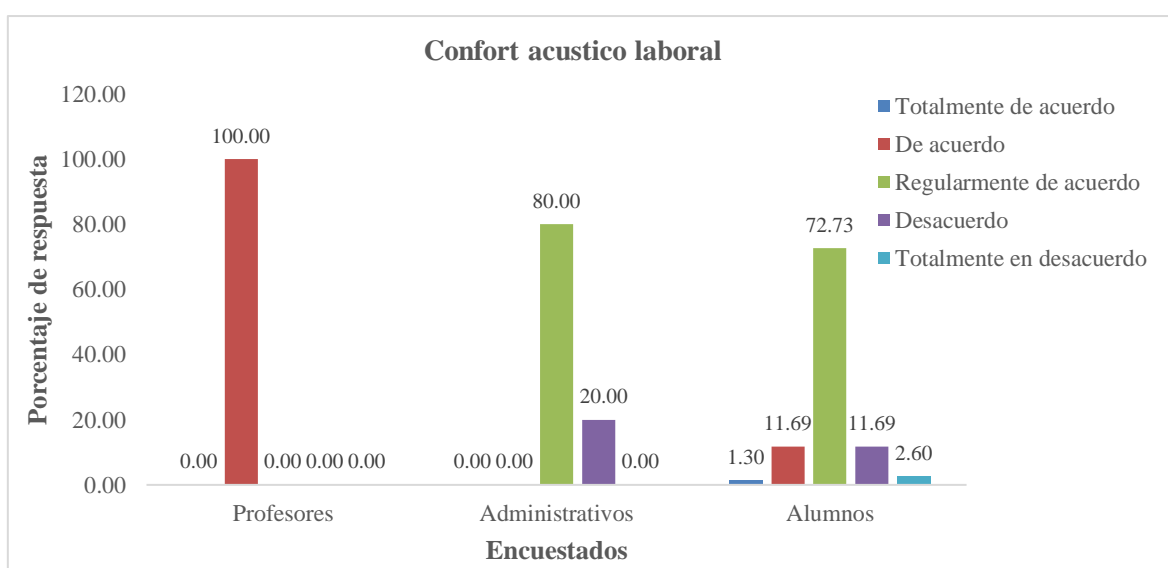
### 3.3.3 Resultados de la Encuesta

Se determinó que el 88% de la población expuesta al ruido que se encuesta corresponde a los alumnos, 6% docentes, y 6% trabajadores administrativos, tal y como se representa en la Figura 5.



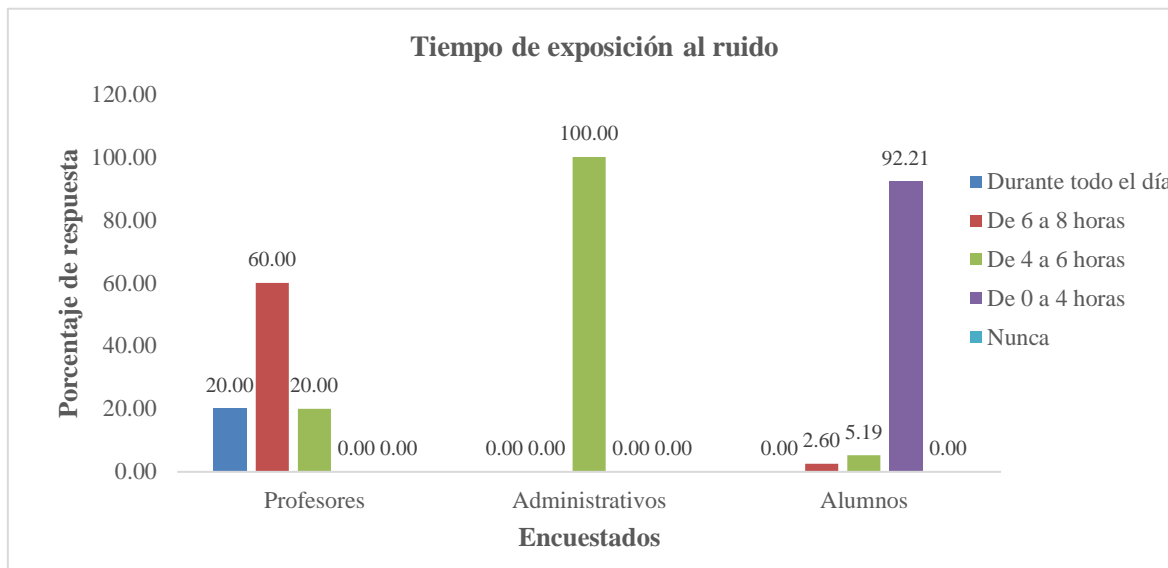
**Figura 5.** Encuestados según su ocupación.

El total de los profesores encuestados afirman sentirse incómodos con el ruido en sus áreas de trabajo, cabe señalar que, de los profesores encuestados, los 5 enseñan cursos teóricos y prácticos. Además, el 80% del personal administrativo y el 72,73% de los alumnos encuestados, afirmaron sentirse incómodos con los ruidos generados en sus respectivas áreas de trabajo, tal y como se representa en la figura 6.



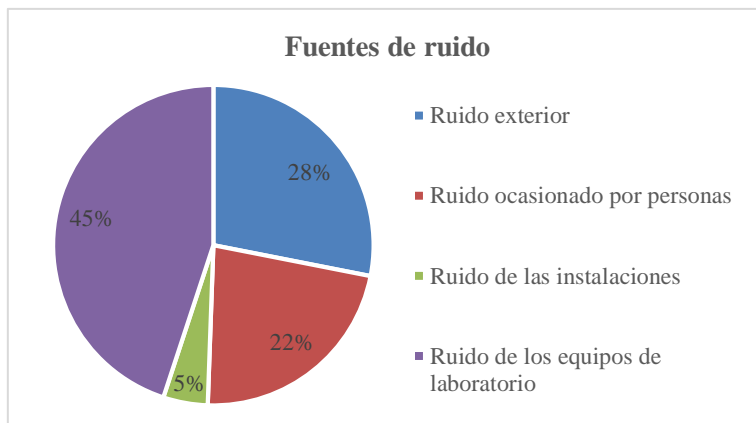
**Figura 6.** Respuestas sobre la incomodidad causada por el ruido.

El 60% de los profesores afirmaron que perciben ruido de 6 a 8 horas, y el 20% todo el día. Con respecto al personal administrativo, se reportó que el 100% percibe ruido de 4 a 6 horas, así también, el 92,21% de los alumnos encuestados, afirmaron sentir ruido de 0 a 4 horas por día.



**Figura 7.** Respuestas sobre el tiempo de exposición al ruido.

El 45% de las personas encuestadas opinaron que les incomoda más el ruido proveniente de los equipos de laboratorio. La figura 7 representa los valores obtenidos por la encuesta.



**Figura 8.** Respuestas sobre la fuente de ruido que más sienten les afecta.

El 100% del personal administrativo afirmó no haber sentido ninguna molestia física por el ruido, mientras que los profesores, el 60% afirmaron no haber sentido molestia y el 40% haber sentido una molestia física leve. Los resultados de la encuesta se representan en la gráfica de la figura 9.



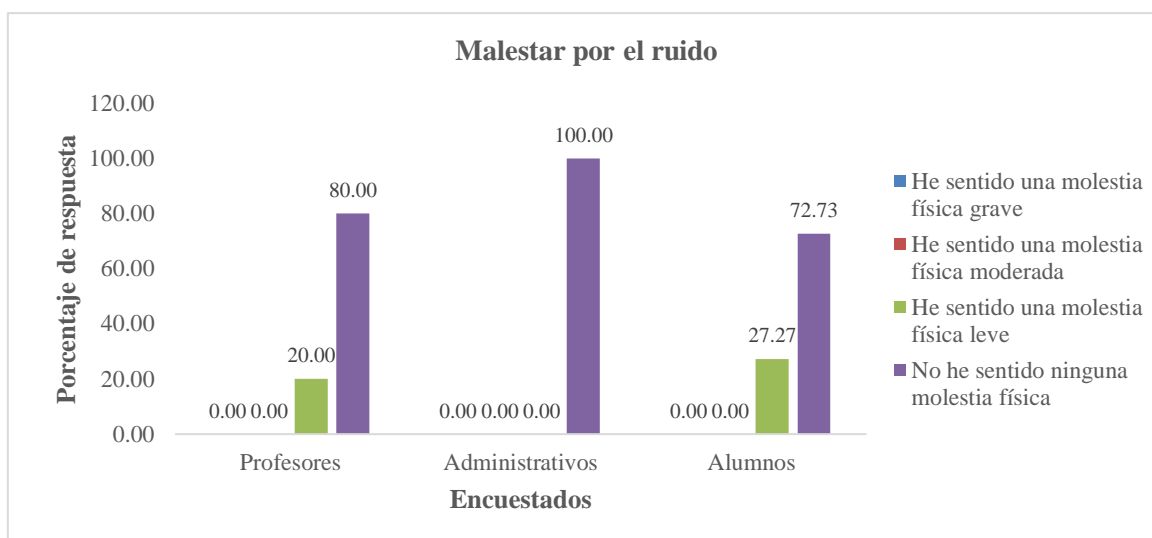
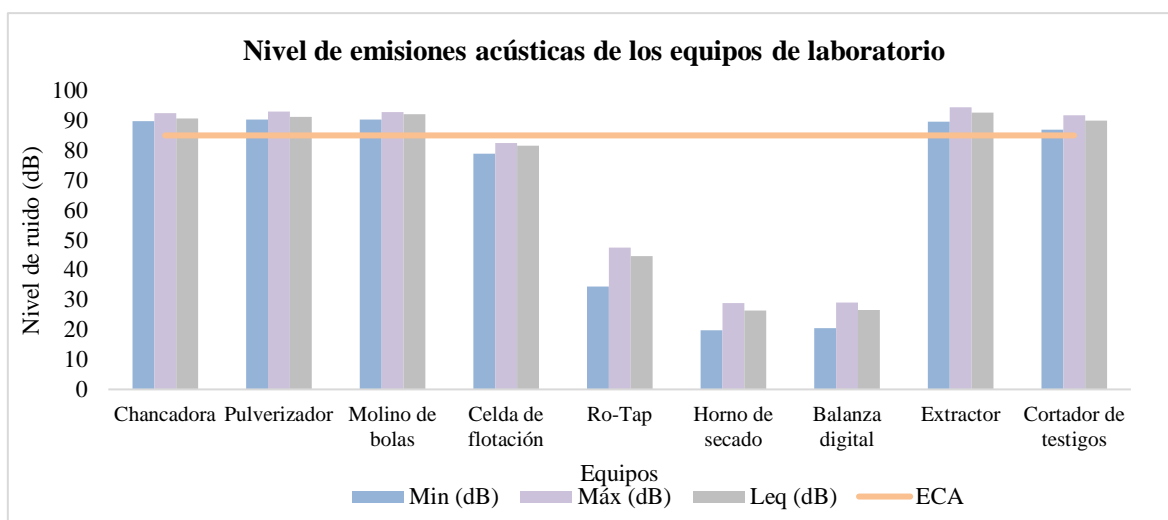


Figura 9. Respuestas sobre si tienen alguna molestia por el ruido.

### 3.4 Discusión

La fase 1 del desarrollo de la presente investigación determinó los niveles de ruido generado por 9 equipos del laboratorio de procesamiento de minerales y geomecánica. Los equipos como la chancadora, pulverizador, molino de bolas, celda de flotación y ro-tap son usados en el desarrollo del plan curricular del laboratorio de procesamiento de minerales, y equipos como el extractor, y cortador de testigos, son empleados únicamente durante el desarrollo de actividades académicas y servicios de geomecánica que brinda el laboratorio. Con respecto al horno de secado y la balanza electrónica, estos son usados comúnmente en el desarrollo de cualquier actividad de laboratorio de materiales en general. Los niveles de ruido reportados por el sonómetro en el monitoreo de los equipos determinaron que el ro-tap es el equipo que menor ruido genera durante el desarrollo de las actividades del curso de procesamiento de minerales, con un valor promedio de 44,65 dB, seguido de la celda de flotación con un valor promedio de 81.61 dB. Estos dos equipos usados en el procesamiento de minerales a nivel de laboratorio no sobrepasan los LMP de acuerdo con la R.M. N° 375-2008-TR, “Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico”. Los equipos usados en la preparación mecánica de minerales son los que generan mayor cantidad de ruido, equipos como la chancadora, pulverizador de discos y molino de bolas, sobrepasan los LMP, por lo que su operación únicamente tiene que realizarse bajo uso estricto de EPPS. Por otro lado, el tiempo de operación de estos equipos es menor a 1 hora por día.

Con respecto a los equipos de geomecánica, como el extractor y cortador de testigos, sobrepasan los LMP de nivel de ruido, además de trabajar más de 40 minutos por hora. Estos equipos constituyen la fuente principal de ruido, por los tiempos prolongados de exposición, por otro lado, la cabina donde se encuentran los equipos presenta protección acústica para minimizar el ruido producido. La Figura 10 representa el total de ruido generado por los equipos evaluados.



**Figura 10.** Niveles de emisión acústica registrados por equipo.

El trabajo cumple con las recomendaciones generadas por Abdul et al. (2021), el cual señala que existe una falta de estudio de los riesgos en los laboratorios académicos. Los valores de niveles de ruido reportados por Omamah & Tala (2020), para un molino de café, mantienen una relación con los reportados en el presente estudio, al sobrepasar ambos los LMP, la diferencia radica en las características del sólido y el medio molidor, empleados en las distintas actividades.

La fase 2 del desarrollo de la tesis, fue determinar la dosis de ruido a la que quedan expuestos personal de laboratorio y 4 ambientes aledaños, que incluyen 3 salones de clases teórica y una oficina administrativa. Los reportes del dosímetro demostraron que tanto el docente, como el alumno, evaluados en el laboratorio de procesamiento de minerales y geomecánica perciben una dosis de ruido mayor a los LMP, razón por la cual, se hace estricto el uso de equipos de protección personal. Con respecto al monitoreo del ruido en los ambientes aledaños, se puede decir que se reportó un valor mínimo de 29,22 dB, y un valor máximo de 34,39 dB. El área administrativa percibe ruido en niveles inferiores a los 30 dB. El monitoreo de ruido reportados en los ambientes aledaños se realizó cuando se desarrollaban prácticas en el ambiente de laboratorio, por lo que la medición del ruido se vio influenciada por el desarrollo de estas.

La evaluación de la dosis de ruido se direccionó en base al trabajo realizado por Stone & Moro (2022), presentando una similitud en la metodología de la investigación desarrollada.

La fase 3 del proyecto fue analizar el riesgo por las emisiones acústicas durante las clases de laboratorio y 4 ambientes aledaños, para lo cual se estimó que en un determinado tiempo coexisten 112 personas entre alumnos, profesores y administrativos. Aplicando la fórmula para obtener la cantidad de la población a encuestar, teniendo como resultado un valor de 87 personas, la cual se determinó con nivel de confianza del 95 %. Con respecto a la población muestreada, 77 fueron alumnos y corresponden a la mayoría de la población encuestada, así también, se tomaron en cuenta a 5 docentes (3 de clases teóricas y 2 de laboratorio) y 5 administrativos. La encuesta determinó que el total de profesores se sienten incómodos por el ruido de laboratorio, y se deduce que se debe al mayor tiempo que permanecen en el campus, además, la mayoría de ellos afirman que el tipo de ruido es variable, al igual que el personal administrativo. La mayoría del personal encuestado conoce acerca del mantenimiento preventivo que realiza en laboratorio, pero también afirman que el ruido es perceptible y más de una vez fue causal de desconcentración durante alguna determinada actividad. Para el desarrollo de los cuestionarios, se tuvo en cuenta la propuesta de Amoatey et al. (2022), cuya metodología de trabajo presenta una similitud con la fase 3 de la tesis.

El total de los profesores encuestados manifestó haber sentido al menos una vez, molestia por el ruido, y el 100 % de los trabajadores de oficina estuvieron en desacuerdo con dicha pregunta. Con respecto a la molestia del ruido por parte de los alumnos, fueron bastantes variadas, a tal punto que poco menos del 50 % de la población universitaria encuestada, sostuvieron que al menos una vez sintieron molestia por ruido.

#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El nivel de ruido generado por la operación de la chancadora de quijadas, pulverizador de discos, molino de bolas, extractor de testigos, y cortador de testigos, sobrepasan los 85 dB, con valores promedio de 90,61; 91,13; 92,18; 92,68 y 89,89 dB, respectivamente. El nivel de ruido de estos equipos genera la obligación del uso de EPPS específicos para cada tarea.

La evaluación con el dosímetro determinó que, el profesor y alumno del laboratorio de procesamiento de minerales y geomecánica reciben una dosis de 87,21 y 86,64 dB, respectivamente. La dosis del ruido en los salones de dictado de teoría aledaños al laboratorio, reportaron valores de 31,87; 32,78 y 30,72 dB, valores por debajo de los LMP. Con respecto al monitoreo del ruido en la oficina administrativa, determinó una dosis de exposición de ruido de 29,29 dB.

Se realizó una encuesta a 87 personas, pertenecientes al laboratorio de Ingeniería de Gestión Minera y ambientes aledaños, de los cuales 88 % fueron alumnos, 6 % profesores, y 6 % administrativos. Del total de personas encuestadas, el 14 % afirmó que el ruido generado por los equipos de laboratorio es constante y continuo en el tiempo, además, el 100 % de los profesores les incomoda el ruido en su zona de trabajo, así como al 80 % de los administrativos y el 73% de los alumnos. Así también, 45 % afirmaron que el ruido de los equipos de laboratorio son las fuentes de ruido que más incomodan, de tal manera que, del total de los profesores, el 40 % sintió una molestia física una vez por el ruido, así también, el 48 % de los alumnos estuvo regularmente de acuerdo con esta afirmación.

Para mitigar el ruido ocupacional en el laboratorio de Ingeniería de Gestión Minera, se recomienda instalar silenciadores y cubiertas acústicas en los equipos, establecer controles administrativos con horarios específicos para el uso de equipos ruidosos y rotación del personal. Es crucial asegurar el uso adecuado de protectores auditivos (EPP), proporcionar formación continua sobre su correcta utilización, y realizar mantenimiento preventivo regular de los equipos. Además, se deben ofrecer programas de capacitación periódica sobre los riesgos del ruido y medidas de protección, así como establecer un programa de monitoreo continuo del ruido para mantener niveles dentro de los límites permisibles.

## 5. AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud a los profesores de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, cuyas enseñanzas fueron fundamentales para mi desarrollo como profesional competente. También agradezco al equipo de Seguridad y Salud de la UPC por brindarme el apoyo necesario para llevar a cabo los estudios requeridos y alcanzar mis metas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdul, N., Athyratul, N., Isa, N., Izza, N., Mohd, A., Mokhtar, M., & Azra, N. (2021). A Systematic Review on Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control in Academic Laboratory. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 24(1), 47-62. <https://doi.org/https://doi.org/10.37934/araset.24.1.4762>
- Amoatey, P., Al-Jabri, K., Baawain, M., Al-Harthy, I., & Al-Mamum, A. (2022). Investigation of noise exposures, perception, and health effects in different microenvironments in a university community. *The Journal of Engineering Research*, 19(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.53540/tjer.vol19iss1pp22-32>
- De Prado, V. (2023). *Estudio comparativo de respuesta frecuencial entre instrumentos clásicos y eléctricos*. León: Universidad de León.
- Gonzales, E. (2021). Relación de la hipoacusia con el ausentismo laboral en la Planta MOLICAL S.A.C – 2017. *Revista Del Instituto De investigación De La Facultad De Minas, Metalurgia Y Ciencias geográficas*, 24(48), 101-108. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v24i48.21708>
- Grosse, C., Ohtsu, M., Aggelis, D., & Shiotani, T. (2022). *Acoustic Emission Testing: Basics for Research – Applications in Engineering* (Segunda ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-67936-1>
- King, E. (2022). Here, There, and Everywhere: How the SDGs Must Include Noise Pollution in Their Development Challenges. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 64(3), 17-32. <https://doi.org/10.1080/00139157.2022.2046456>
- Kulsoom, B., & Karim, N. (2022). Sound: production, perception, hearing loss & treatment options. *Journal of the Pakistan Medical Association*, 72(4), 725-732. <https://doi.org/10.47391/JPMA.4051>
- Omamah, A., & Tala, S. (2020). Assessment of occupational noise exposure in coffee grinding shops. *Applied Acoustics*, 158(107047). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2019.107047>
- Omondi, D., Kinyua, R., Nyakundi, A., & Kanali, C. (2020). Noise-induced Hearing Loss in Workshops and Laboratories in Kenyan Universities. *Journal of Environment Pollution and Human Health*, 8(2), 79-87. <https://doi.org/10.12691/jephh-8-2-5>
- Passos, P., & Fiorini, A. (2022). Perception and effects of noise in employees of a university hospital. *Research, Society and Development*, 11(2). <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i2.25998>

- Paulino, S. (2021). *Determinación de la exposición al ruido ocupacional de los trabajadores de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo - Ciudad Universitaria Shancayán, distrito de Independencia – Huaraz – Ancash, 2019*. Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- Slade, M. (2021). *Assessing Risk Factors Pre-Disposing Individuals to Noise Induced Hearing Loss*. Minnesota: Walden University.
- Sorensen, G., Dennerlein, J., Peters, S., Sabbath, E., Kelly, E., & Wagner, G. (2021). The future of research on work, safety, health and wellbeing: A guiding conceptual framework. *Social Science & Medicine*, 296(113593). <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2020.113593>
- Stone, J., & Moro, L. (2022). Occupational noise exposure in Canada's salmonid aquaculture industry. *Aquaculture*, 550(737831). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737831>

**ANEXOS**

**Anexo 1. IPERC del laboratorio de ruido**

IDENTIFICACIÓN ASPECTO AMBIENTAL		IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN IMPACTO AMBIENTAL (SIN CONTROLES)													EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (CON CONTROLES)					CONTROLES													
ASPECTO	AGENTES/SUSTANCIAS ENVOLUCRAS/AS FUENTES	Agrupamiento de los RIESGOS	Agrupamiento de la etapa de inicio	Contaminación del Aire	Contaminación del Suelo	Contaminación Sonora	Contaminación del Agua	Mejora de la Calidad del Aire	Mejora de la Calidad del Suelo	Mejora de la Calidad del Agua	Módulo del Uso de los RIESGOS	Módulo de la Contaminación Atmosférica	Destrucción Sonora	NEGATIVO	POSITIVO	SITUACIÓN NAT.	NORMATIVA LEGAL	C1	C2	C3	C4	C1-C2-C3-C4	NIVEL DEL IMPACTO AMBIENTAL	SEVERIDAD DE CONTROL EXISTENTES	C1	C2	C3	C4	ES-C1-C2-C3-C4	NIVEL DEL IMPACTO AMBIENTAL A SUJETENCIA AMBIENTAL-A	SEVERIDAD DE CONTROL A IMPLEMENTAR		
Emisores de ruido	Emisores de ruido ambiental producido por los equipos motopropulsados y de la construcción			X										II	II	DE NUBI-2001-PCUE Reglamento de emisiones sonoras de calidad ambiental para ruido	2	1	1	1	1	10	107	II	1. Uso adecuado del equipo, sólo en sus de máxima funcionamiento por corto tiempo. 2. Desarrollo de actividades en ambiente controlado.	2	1	1	1	8	100	II	IIA

**Anexo 2. Certificado de calibración**



**Certificado de Calibración**

Número del certificado: CRV3047/2022

Fecha de la calibración: 11/08/2022  
Fecha de emisión del certificado: 11/08/2022

**DATOS DEL CLIENTE:**

Nombre: GRUPO ECOLOGICO & INSTRUMENTAL SAC  
Dirección: CAL. ATUSPARIA GIL 150 URB. COVIDA 1RA ETAPA ALT. DE LA CDRA 12 DE A. DE MAYOLO LIMA – LIMA - LOS OLIVOS

**IDENTIFICACIÓN DEL INSTRUMENTO CALIBRADO:**

Instrumento: Dosímetro de Ruido Personal  
Fabricante: Criffer  
Modelo: Sonus 2 Plus  
Número de serie: 32005835

PROCEDIMIENTO(S) DE CALIBRACIÓN UTILIZADO(S): PC EACD1 - Revisión: 01

MÉTODO(S): Comparación directa con el estándar de referencia.

NORMA DE REFERENCIA: IEC 61252:2002 Specifications for personal sound exposure meters. Ginebra, Suiza.

**ESTÁNDAR(ES) UTILIZADO(S):**

- Stanford Stanford Research - DS360 - Certificado de calibración n° E1363/2021 del labelo - Válido hasta 08/2024
- GRAS - 42AG - Certificado de calibración n° CBR2100585 e CBR2100586 del Spectris - Válido hasta 08/2023
- Testo - Testo 622 - Certificado de calibración n° T0648/2020 del Labelo - Válido hasta 05/2022

**CONDICIONES AMBIENTALES:**

Temperatura: 22,0 °C ± 3,0 °C  
Humedad Relativa: 55 % ± 10 %  
Presión Atmosférica: 101,32 kPa ± 10 %

**NOTAS:**

- Los resultados de la calibración están contenidos en tablas adjuntas, que relacionan los valores indicados por el instrumento en prueba, con valores obtenidos a través de la comparación con los patrones e incertidumbres estimadas de la medición (IM).
- La incertidumbre ampliada de medición se declara como la incertidumbre de medición multiplicada por el factor de cobertura "k", corresponde al nivel de confianza de aproximadamente el 95%, según la distribución de probabilidad t-Student, con grados de libertades efectivas (Veff).
- La incertidumbre estándar de calibración se determinó de acuerdo con la "guía para la expresión de incertidumbre de medición".
- Esta calibración no sustituye ni exime los cuidados mínimos del control metrológico.
- Este certificado se refiere exclusivamente al elemento calibrado y no se extiende a ningún lote.
- El certificado no debe reproducirse total o parcialmente sin autorización previa.
- Calibración realizada en las instalaciones de Tecno Lab, ubicada en la avenida Theodomiro Porto da Fonseca, 3101, Unidad 6, sala 203, Barrio: Cristo Rei, Ciudad: São Leopoldo – RS, con estándares calibrados en laboratorios acreditados a la coordinación general de acreditación del INMETRO.
- El presente certificado de calibración cumple los requisitos de la norma ABNT NBR ISO IEC 17025.