



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera,
Metalúrgica y Geográfica
Unidad de Posgrado

Análisis de los riesgos laborales por emisiones acústicas en el personal de los laboratorios especializados de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas – Lima – 2019

TESIS

**Para optar el Grado Académico de Magister en
Gestión Integrada en Seguridad, Salud Ocupacional y Medio
Ambiente**

AUTOR

Genaro Enrique HUAMAN ALANIA

ASESOR

Dr. Vidal Sixto ARAMBURÚ ROJAS

Lima, Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Huaman, G. (2024). *Análisis de los riesgos laborales por emisiones acústicas en el personal de los laboratorios especializados de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas – Lima – 2019*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Genaro Enrique Huaman Alania
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70845288
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0002-9378-2293
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Vidal Sixto Aramburú Rojas
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	08608364
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-7411-3866
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Jaime César Mayorga Rojas
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	10369482
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Edson Fernando del Aguila Guerrero
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	42095544
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Celso Nicanor Barreto Dávila
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08344122
Datos de investigación	

Línea de investigación	C.0.6.7. Seguridad Minera y Gestión de Riesgos
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Chorrillos Urbanización : Cedros de Villa Avenida: Alameda San Marcos cuadra 2 Latitud: -12.19768 Longitud: -77.00764
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2023-2024
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería ambiental, Geociencias, Multidisciplinar: http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.01 Ingeniería ambiental, Ingeniería ambiental y geológica: https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.01



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

SUSTENTACIÓN PÚBLICA

En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Lima, a los veintinueve días del mes de noviembre del año dos mil veinticuatro, siendo las once horas, se reúnen los suscritos Miembros del Jurado Examinador de Tesis, nombrado mediante Dictamen N° 000432-2024-UPG-VDIP-FIGMMG/UNMSM del 22 de noviembre del 2024, con la finalidad de evaluar la sustentación oral de la siguiente tesis:

TÍTULO

«ANÁLISIS DE LOS RIESGOS LABORALES POR EMISIONES ACÚSTICAS EN EL PERSONAL DE LOS LABORATORIOS ESPECIALIZADOS DE LA UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS - LIMA - 2019»

Presentado por el Bach. **GENARO ENRIQUE HUAMAN ALANIA**, para optar el **GRADO ACADÉMICO DE MAGISTER** en **GESTIÓN INTEGRADA EN SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE**.

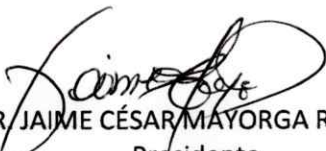
El Secretario del Jurado Examinador de la Tesis, analiza el expediente N° 05401/ FIGMMG, de fecha 26 de junio del 2019, en el marco legal y Estatutario de la Ley Universitaria, acreditando que tiene todos los documentos y que cumplió con las etapas del trámite según el «Reglamento General de Estudios de Posgrado», aprobado con Resolución Rectoral N° 04790-R-18 del 08 de agosto del 2018.

Luego de la Sustentación, se procede con la calificación de la Tesis, de acuerdo al procedimiento respectivo y se registra en el acta correspondiente de conformidad al Art. 100 del precitado Reglamento, correspondiéndole al graduando la siguiente calificación:

Bueno (16)

Habiendo sido aprobada la sustentación de la Tesis, el Presidente recomienda a la Facultad se le otorgue el **GRADO ACADÉMICO DE MAGISTER** en **GESTIÓN INTEGRADA EN SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE** al Bach. **GENARO ENRIQUE HUAMAN ALANIA**.

Siendo las 12:00 horas, se dio por concluido al acto académico.


DR. JAIME CÉSAR MAYORGA ROJAS
Presidente


MG. EDSON FERNANDO DEL AGUILA GUERRERO
Secretario


MG. CELSO NICANOR BARRETO DÁVILA
Miembro


DR. VIDAL SIXTO ARAMBURÚ ROJAS
Asesor



CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo DR. VIDAL SIXTO ARAMBURÚ ROJAS en mi condición de asesor acreditado con el Dictamen N° 000059-2020-UPG-VDIP-FIGMMG/UNMSM de la tesis, cuyo título es **«ANÁLISIS DE LOS RIESGOS LABORALES POR EMISIONES ACÚSTICAS EN EL PERSONAL DE LOS LABORATORIOS ESPECIALIZADOS DE LA UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS - LIMA - 2019»**, presentado por el BACHILLER GENARO ENRIQUE HUAMAN ALANIA para optar el Grado Académico MAGISTER EN GESTIÓN INTEGRADA EN SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE, **CERTIFICO** que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante la plataforma PIDS, el documento evaluado cuenta con el **15 %** de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional**.

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado correspondiente.

Lima, 07 de Setiembre de 2024

Firma del Asesor:

Nombres y apellidos del asesor:

Vidal Sixto ARAMBURÚ ROJAS

DNI:

0860 8364

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a las personas más importantes de mi vida: A mis padres por su amor incondicional, apoyo constante y sus enseñanzas que me han guiado a lo largo de mi camino, inclusive en los momentos más difíciles. A mi novia, gracias por tu paciencia, comprensión y cariño. Tu apoyo y aliento inquebrantable me han dado la fuerza para alcanzar esta meta. A ustedes, les debo este logro, siempre estaré agradecido por su amor y apoyo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a los docentes de la casa de estudios de San Marcos que con sus enseñanzas me formaron como un buen profesional, asimismo agradezco al Área de Seguridad y Salud de mi centro laboral: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas que me permitió realizar los estudios necesarios para poder lograr el objetivo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvii
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	1
1.1. Situación Problemática.....	2
1.2. Formulación del Problema	3
1.2.1. Problema General.....	3
1.2.2. Problemas Específicos	4
1.3. Justificación de la Investigación	4
1.3.1. Justificación Teórica	4
1.3.2. Justificación Práctica.....	5
1.4. Objetivos de la Investigación	6
1.4.1. Objetivo General	6
1.4.2. Objetivos Específicos.....	6
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	7
2.1. Marco Epistemológico de la Investigación	7
2.1.1. Etimología y Orígenes del Ruido.....	7
2.1.2. Historia del Ruido	8
2.1.3. El Ruido y la Revolución Industrial.....	8
2.1.4. Etimología y Origen de la Prevención de Riesgos Laborales	9
2.2. Antecedentes de la Investigación	10
2.2.1. Antecedentes Internacionales.....	10
2.2.2. Antecedentes Nacionales	16

2.3.	Bases Teóricas.....	17
2.3.1.	Riesgo Laboral	17
2.3.1.1.	La Importancia del Estudio del Riesgo Laboral	20
2.3.1.2.	Teorías	21
2.3.1.3.	Factores del Riesgo Laboral	23
2.3.1.4.	Estrategias de Control de los Riesgos	25
2.3.1.5.	Matriz IPERC	27
2.3.2.	Ruido	28
2.3.2.1.	Diferencia entre Ruido y Sonido	28
2.3.2.2.	Teorías	29
2.3.2.3.	Mecanismo de Acción del Ruido	30
2.3.2.4.	Tipos de Ruido	30
2.3.2.5.	Medición del Ruido	31
2.3.2.6.	Instrumentos de Medición y Condiciones de Aplicación	34
2.3.2.7.	El Ruido como Agente Contaminante del Medio Ambiente y de la Salud	38
2.3.2.8.	Efectos del Ruido	40
2.3.2.9.	La audiometría.....	42
2.3.2.10.	Fisiología del Oído Humano	43
2.3.2.10.1.	Rango Audible.....	43
2.3.2.10.2.	Enmascaramiento	45
2.3.2.10.3.	Recepción Binaural	46
2.3.2.10.4.	El oído humano	46
2.3.2.11.	Hipoacusia	47

2.3.2.12.	Normativa del Ruido en Laboratorios	48
2.4.	Marco Conceptual	49
2.4.1.	Peligro	49
2.4.2.	Riesgo.....	50
2.4.3.	Nivel de ruido.....	50
2.4.4.	Tiempo de exposición	50
2.4.5.	Frecuencia	50
2.4.6.	Sonido	50
2.4.7.	Ruido	50
2.4.8.	Hipoacusia.....	50
CAPÍTULO III METODOLOGÍA		51
3.1.	Método y Tipo de Investigación	51
3.2.	Unidad de Análisis	52
3.3.	Población y Muestra.....	52
3.3.1.	Población de Estudio.....	52
3.3.2.	Muestreo.....	53
3.4.	Variables	54
3.4.1.	Variable Independiente	54
3.4.2.	Variable Dependiente.....	54
3.4.3.	Variables Intervinientes Controladas	54
3.5.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	55
3.5.1.	Técnicas de Recolección de Datos.....	55
3.5.2.	Instrumentos.....	55
3.6.	Técnicas e Instrumentos de Acopio de Información.....	57
3.6.1.	Técnicas.....	57

3.6.2.	Instrumentos.....	57
3.7.	Procedimientos y Análisis de la Información	57
3.7.1.	Medidas Estadísticas	57
3.7.2.	Representación	57
3.7.3.	Contraste o Comprobación de la Hipótesis.....	58
3.8.	Hipótesis.....	58
3.8.1.	Hipótesis General.....	58
3.8.2.	Hipótesis Específicas	58
CAPÍTULO IV RESULTADOS.....		59
4.1.	Descripción de los Equipos de Laboratorio de Ingeniería de Gestión Minera – UPC	59
4.1.1.	Chancadora de Mandíbulas	60
4.1.2.	Pulverizador de Discos.....	60
4.1.3.	Pulverizador de Bolas	60
4.1.4.	Celda de Flotación.....	60
4.1.5.	Ro-Tap Automático.....	61
4.1.6.	Balanza Analítica	61
4.1.7.	Horno de Secado	61
4.1.8.	Extractor de Testigos.....	61
4.1.9.	Cortador de Testigos	62
4.2.	Delimitación de Zonas y Puntos de Medición	62
4.3.	Resultados de Monitoreo del Ruido.....	62
4.3.1.	Resultados de Monitoreo del Ruido de la Chancadora	63
4.3.2.	Resultados de Monitoreo del Ruido del Pulverizador	65

4.3.3.	Resultados de Monitoreo del Ruido del Pulverizador de Bolas	67
4.3.4.	Resultados de Monitoreo del Ruido de la Celda de Flotación	69
4.3.5.	Resultados de Monitoreo del Ruido del Ro-tap Eléctrico	71
4.3.6.	Resultados de Monitoreo del Ruido del Horno de Secado	73
4.3.7.	Resultados de Monitoreo del Ruido de la Balanza Digital	75
4.3.8.	Resultados de Monitoreo del Ruido del Extractor de Testigos	77
4.3.9.	Resultados de Monitoreo del Ruido del Cortador de Testigos	79
4.4.	Monitoreo de Ruido durante Actividades Educativas.....	81
4.4.1.	Resultados Sonométricos del Punto 1	83
4.4.2.	Resultados Sonométricos del Punto 2	84
4.4.3.	Resultados Sonométricos del Punto 3	84
4.4.4.	Resultados Sonométricos del Punto 4	85
4.4.5.	Resultados Sonométricos del Punto 5	86
4.4.6.	Dosis de Ruido por Punto	86
4.5.	Análisis de la exposición al Ruido	88
4.5.1.	Tamaño de Muestra.....	88
4.5.2.	Elaboración de la Encuesta para Análisis de Riesgo por Ruido	88

4.5.3.	Plan de Mejora	98
4.5.3.1.	Controles de Ingeniería	98
4.5.3.2.	Controles Administrativos.....	99
CAPÍTULO V DISCUSIÓN DE RESULTADOS		101
CONCLUSIONES		105
RECOMENDACIONES		106
BIBLIOGRAFÍA		107
ANEXOS		114

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Valores de exposición al ruido.....	33
Tabla 2 Niveles de intensidad sonora según su percepción	39
Tabla 3 Zonas evaluadas y equipos.....	53
Tabla 4 Áreas evaluadas.....	54
Tabla 5 Variables y su operacionalización.....	55
Tabla 6 Data de emisiones acústicas en decibles (dB) de una chancadora de quijadas	63
Tabla 7 Nivel de ruido generado por la operación de la chancadora	64
Tabla 8 Data de emisiones acústicas en decibles (dB) del pulverizador.....	65
Tabla 9 Nivel de ruido generado por la operación del pulverizador.....	66
Tabla 10 Data de emisiones acústicas en decibles (dB) del pulverizadorde bolas	67
Tabla 11 Nivel de ruido generado por la operación del pulverizador de bolas.....	68
Tabla 12 Data de emisiones acústicas en decibles (dB) de la celda de flotación.....	69
Tabla 13 Nivel de ruido generado por la operación de la celda de flotación.....	70
Tabla 14 Data de emisiones acústicas en decibles (dB) del Ro-tap eléctrico	71
Tabla 15 Nivel de ruido generado por la operación del Ro-tap eléctrico	72
Tabla 16 Data de emisiones acústicas en decibles (dB) del horno de secado.....	73
Tabla 17 Nivel de ruido generado por la operación del horno de secado	74
Tabla 18 Data de emisiones acústicas en decibles (dB) de la balanza digital.....	75
Tabla 19 Nivel de ruido generado por la operación de la balanza digital.....	76
Tabla 20 Data de emisiones acústicas en decibles (dB) del extractor de testigos.....	77
Tabla 21 Nivel de ruido generado por la operación del extractor de testigos.....	78
Tabla 22 Data de emisiones acústicas en decibles (dB) del cortador de testigos	79

Tabla 23 Nivel de ruido generado por la operación del cortador de testigos.....	80
Tabla 24 Datos de la evaluación de la dosis de ruido	82
Tabla 25 Análisis de la dosis de ruido del docente N°1 (laboratorio)	83
Tabla 26 Análisis de la dosis de ruido del alumno N°1	84
Tabla 27 Análisis de la dosis de ruido del administrativo	84
Tabla 28 Análisis de la dosis de ruido del docente N° 2.....	85
Tabla 29 Análisis de la dosis de ruido del Alumno N° 2.....	85
Tabla 30 Análisis de la dosis de ruido del Alumno N° 3	86
Tabla 31 Análisis de la dosis de ruido por punto	87
Tabla 32 Análisis de la dosis de ruido por punto	88
Tabla 33 Tipo de persona encuestada	89
Tabla 34 Data promediada de los niveles de ruido por equipo	102

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Proceso del IPERC	27
Figura 2	Diagrama de bloques, sonómetro básico	35
Figura 3	Diagrama de bloques, sonómetro básico	36
Figura 4	Los efectos del ruido.....	42
Figura 5	Partes del oído humano.....	47
Figura 6	Plano del Laboratorio de Ingeniería de Gestión Minera de la UPC	59
Figura 7	Niveles de ruido totales captados de la chancadora.....	64
Figura 8	Niveles de ruido totales captados del pulverizador	66
Figura 9	Niveles de ruido totales captados del pulverizador de bolas	68
Figura 10	Niveles de ruido totales captados de la celda de flotación	70
Figura 11	Niveles de ruido totales captados del Ro-tap eléctrico	72
Figura 12	Niveles de ruido totales captados del horno de secado.....	74
Figura 13	Niveles de ruido totales captados de la balanza digital	76
Figura 14	Niveles de ruido totales captados del extractor de testigos	78
Figura 15	Niveles de ruido totales captados del cortador de testigos	80
Figura 16	Gráfico comparativo de las emisiones acústicas de los equipos de laboratorio en operación.....	81
Figura 17	Plano simplificado del área evaluada	82
Figura 18	Gráfico comparativo de las dosis de ruido medidas por evaluado	87
Figura 19	Gráfico de porcentaje de respuestas sobre el tipo de personas entrevistadas	89
Figura 20	Gráfico de porcentaje de las respuestas sobre el mantenimiento de equipos	90

Figura 21 Gráfico de porcentaje de las respuestas sobre ruido emitido por los equipos (1).....	91
Figura 22 Gráfico de porcentaje de las respuestas sobre la variación ruido emitido	91
Figura 23 Gráfico de comparativo de las respuestas sobre el incomodidad por el ruido	92
Figura 24 Gráfico de comparativo de las respuestas sobre el tiempo de exposición al ruido	93
Figura 25 Gráfico de porcentaje de las respuestas sobre las fuentes de sonido.....	93
Figura 26 Gráfico de comparativo de las respuestas sobre molestias físicas por el ruido	94
Figura 27 Gráfico de comparativo de las respuestas sobre la frecuencias de las molestias.....	95
Figura 28 Gráfico de comparativo de las respuestas sobre la distracción.....	96
Figura 29 Gráfico de porcentaje de las respuestas sobre la concentración mental ...	96
Figura 30 Gráfico de comparativo de las respuestas sobre el tono de voz	97
Figura 31 Gráfico de porcentaje de las respuestas sobre la captación de mensajes..	98

ABREVIATURAS

dB	Decibelios
min	Minutos
h	Horas
kg	Kilogramos
”	Pulgadas
%	Porcentaje
RPM	Revoluciones por minuto
°C	Grados centígrados
am	Ante meridiem
pm	Post meridiem
LMP	Límites Máximos Permisibles
ECA	Estándares de Calidad Ambiental
Leq	Nivel sonoro continuo equivalente

RESUMEN

En la presente investigación se analizó el riesgo auditivo a los que se expone el personal involucrado en el desarrollo de las actividades académicas del Laboratorio de Ingeniería de Gestión Minera de la UPC. Para ello, se plantearon 3 fases en el desarrollo de la investigación. En la primera fase, se evaluó el nivel de ruido generado por 9 equipos del Laboratorio, empleando un sonómetro marca Cirrus Modelo CK162B, de lunes a viernes de 08 am a 08 pm. El resultado del monitoreo del ruido determinó que la chancadora de quijadas, pulverizador de discos, pulverizador de bolas, extractor de testigo, y el cortador de testigos sobrepasan los LMP impuestos por norma, con valores promedio de 90.61, 91.13, 92.18, 92.68, y 89.89 dB, respectivamente. En la segunda fase de la investigación se monitoreo la dosis de ruido a la que quedaron expuestos 6 personas en 5 puntos, el laboratorio y 4 ambientes aledaños, empleando un dosímetro marca CRIFFER modelo Sonus-2 Plus. Los resultados de la segunda fase determinaron que la dosis de ruido a la que quedaron expuestos el docente y el alumno del laboratorio, fueron de 87.21 y 86.64 dB, respectivamente, valores que sobrepasan los LMP. Así también, los ruidos reportados en los salones aledaños determinaron valores de exposición 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.

En la fase 3 de la investigación, se elaboró un cuestionario para evaluar los agentes causales del ruido, así como la frecuencia de las emisiones generadas por el desarrollo de las actividades académicas. Para ello, se determinó un tamaño de muestra de 87 personas, de un universo de 112, con un nivel de significancia del 95%. Los resultados de la encuesta determinaron que 21 alumnos y un docente afirmaron haber

sentido una molestia física leve, y 4 docentes, 5 administrativos y 56 alumnos no sintieron ninguna molestia física.

ABSTRACT

In this research, the hearing risk to which personnel involved in the development of academic activities of the Mining Management Engineering Laboratory of the UPC is exposed was analyzed. For this, 3 phases were proposed in the development of the research. In the first phase, the noise level generated by 9 teams from the UPC Mining Management Engineering Laboratory was evaluated, using a Cirrus Model CK162B sound level meter, from Monday to Friday from 8 am to 8 pm. The result of the noise monitoring determined that the jaw crusher, disc pulverizer, ball pulverizer, core extractor, and core cutter exceed the LMP imposed by standard, with average values of 90.61, 91.13, 92.18, 92.68, and 89.89 dB, respectively. In the second phase of the investigation, the noise dose to which 6 people were exposed was monitored at 5 points, the laboratory and 4 surrounding environments, using a CRIFFER brand dosimeter, Sonus-2 Plus model. The results of the second phase determined that the noise dose to which the teacher and the laboratory student were exposed were 87.21 and 86.64 dB, respectively, values that exceed the LMP. Likewise, the noises reported in the surrounding rooms determined exposure values of 31.87, 32.78, and 30.72 dB, values below the LMP. Regarding noise monitoring in the administrative office, a noise exposure dose of 29.29 dB was determined.

In phase 3 of the research, a questionnaire was developed to evaluate the causal agents of noise, as well as the frequency of emissions generated by the development of academic activities. For this, a sample size of 87 people was determined, out of a universe of 112, with a significance level of 95%. The results of the survey determined that 21 students and one teacher stated that they had felt mild physical discomfort, and 4 teachers, 5 administrators and 56 students did not feel any physical discomfort.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Con el presente trabajo de investigación relacionado a la maestría de Gestión de la Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente, se realizó un análisis de los riesgos laborales producidos por las emisiones acústicas en el personal del Laboratorio de Ingeniería de Gestión Minera de la UPC, este análisis se realiza bajo los puntos de vista de Seguridad y Salud Ocupacional que se encuentran descritos en la legislación peruana.

El análisis realizado comprende una evaluación de riesgos laborales con el objetivo de proponer un adecuado plan de mejora y seguridad, selectivo y sostenido con la finalidad de prevenir las enfermedades relacionadas con las emisiones acústicas.

Se obtuvo información acerca de los niveles de emisiones de ruido presentes en el laboratorio, así como encuestas para poder determinar el grado de incomodidad que presentan estas emisiones en el entorno del laboratorio, con esta información se busca establecer la relación e influencia entre las emisiones acústicas y los riesgos laborales que producen.

En el capítulo I, se brinda una introducción y se aborda la situación problemática que ocasiona la exposición al ruido constante en estudiantes, profesores y personal administrativo y como estos generan riesgos laborales, asimismo se establece una justificación teórica y práctica de la investigación con el fin del cumplimiento de los objetivos establecidos.

En el capítulo II se detalla el marco teórico sobre el ruido como causante de los riesgos laborales y de ocasionar enfermedades ocupacionales, asimismo se observaron

antecedentes de nivel internacional y nacional que sirven como referencia para el estudio.

En el capítulo III se define la muestra a estudiar, se desarrollan las pruebas de sonometría, dosimetría y análisis de riesgos empleando encuestas.

En el capítulo IV se presentará los resultados de la investigación, y la evaluación de los agentes causales del ruido y la evaluación de los riesgos asociados.

En el capítulo V se discuten los resultados obtenidos y se compara con investigaciones de otros autores, las cuales fueron citadas en el estado del arte.

En el capítulo VI, se concluye y recomienda en base a los resultados obtenidos.

1.1. Situación Problemática

A partir de siglos previos, los ruidos son parte del ambiente humano. En la antigua Roma, se establecieron leyes para el control del sonido producido por el paso de carrozas. En varias metrópolis del continente europeo medieval, no se permitía utilizar carruajes ni cabalgar a lo largo de la noche para garantizar el reposo poblacional. No obstante, los inconvenientes del ruido en el pasado no poseen punto de comparación con la sociedad actualizada que está afectado por: industrias, coches, transporte público, construcciones, etc.

Dada esta problemática en la sociedad se derivó uno de los primeros controles en el año 1907, en la urbe de Hanover en Alemania se fundó la primera sociedad contra el sonido por el filósofo Theodore Lessing, asimismo el farmacéutico Max Negwer desarrolló los primeros tapones para los oídos modernos que han tenido la designación de Ohropax (BBC Redacción, 2016).

El ruido tiene diversos inicios y es percibido de diversas modalidades según los sitios y los individuos expuestas a él, constituye un fenómeno social complejo, es

una molestia que amenaza la totalidad de salud física e inclusive la psicológica de los individuos.

Una investigación reciente de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) reveló que casi la mitad de las personas de 12 a 35 años, es decir, 1.100 millones de jóvenes, corren el riesgo de sufrir pérdida de audición debido a la exposición prolongada a ruidos fuertes. Esta información es importante porque el promedio de edad de los estudiantes es de 20 años. (OPS Perú, 2019).

Según Allpas et al. (2016) en su artículo “Enfermedades del trabajador en una empresa peruana en aplicación de la ley de seguridad y salud en el trabajo” se detalla que las características clínicas de enfermedades de oído más frecuentes son: Hipoacusia leve (36.8%), Hipoacusia moderada (26.5%) e hipoacusia severa (17.6%) donde los más afectados son el personal obrero en el ámbito de una empresa limeña.

El presente estudio se realizó en el Laboratorio de Ingeniería de Gestión Minera de la UPC, que cuenta con equipos que generan altas emisiones de ruido, entre los equipos a evaluar se encuentran: perforadora, cortadora, molino, etc., ya que existen diversas actividades que implican ruidos diversos, y estos no son controlados o no son advertidos como dañinos y las personas sufren un deterioro periódico del oído.

Para tal efecto la evaluación de riesgos laborales tuvo como objetivo proponer un adecuado plan de mejora y seguridad, selectivo y sostenido con la finalidad de prevenir las enfermedades relacionadas con las emisiones acústicas.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

- ¿Cuál es el nivel de riesgos laborales por emisiones acústicas a los que son expuestos los trabajadores y alumnos de los laboratorios de la

carrera de Ingeniería de Gestión Minera de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas – Chorrillos - Lima - 2019?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál es el nivel de emisiones acústicas en los laboratorios de la carrera de Ingeniería de Gestión Minera de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas – Lima – 2019?
- ¿Cuál es el riesgo laboral por emisiones acústicas al que se exponen los trabajadores de los laboratorios de la carrera de Ingeniería de Gestión Minera de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas – Lima – 2019?

1.3. Justificación de la Investigación

1.3.1. Justificación Teórica

Para el desarrollo sostenible de la industria, es necesario que el sector involucrado trabaje bajo ciertos estándares de calidad, los cuales permitirán maximizar la eficiencia del trabajo realizado. Este argumento, es también aplicable a cualquier actividad que exista contacto entre el ser humano y las máquinas, o solo entre seres humanos. Para esto, es necesario conservar las condiciones físicas, psicológica y mental, así como mantener o desarrollar un ambiente de trabajo favorable.

Para llevar a cabo un monitoreo de las condiciones de seguridad en un ambiente laboral en general, se debe elaborar y aplicar un plan de seguridad y salud en el trabajo, la cual tiene como objetivo contribuir a mejorar el bienestar físico, emocional, mental y social del trabajador para lograr un incremento en la capacidad de trabajo, en la capacidad económica de producir y en la capacidad social de consumir.

Esta investigación se realizó con el propósito de proponer un conjunto de medidas de prevención que solucionen la problemática de las emisiones acústicas en términos de Seguridad, se velará por el cumplimiento de las medidas establecidas que se adapten a cada caso en particular teniendo en cuenta su eficacia. El mismo que se puede generalizar a diferentes laboratorios para que se establezcan protocolos de seguridad.

1.3.2. Justificación Práctica

El conocimiento de los niveles de ruido generado por el desarrollo de las actividades académicas de los laboratorios de Gestión Minera de la UPC, además de las dosis de ruido a la cual quedan expuestos los trabajadores de dicho ambiente, así como de los aledaños, es de vital importancia para elaborar un adecuado plan de seguridad, el cual tiene como objetivo principal, mantener los estándares de ruido impuestos por los entes fiscalizadores. Al asegurarse de cumplir con la normativa de seguridad vigente, estamos cuidando la salud del trabajador y del alumnado, así como de crear una conciencia de seguridad en el trabajo, la cual debe desarrollarse en cualquier actividad, inclusive en la vida diaria.

Resulta importante en toda empresa realizar el análisis de la medición del nivel de ruido a los que se exponen los trabajadores, lo cual permitirá tener los parámetros necesarios para efectuar medidas de control que eviten enfermedades profesionales.

La investigación contribuye a mejorar las barreras de seguridad para la protección de la fisiología del oído evitando que los excesos de exposición de ondas sonoras produzcan anomalías en la membrana timpánica es por ello que la importancia radica en garantizar las condiciones de trabajo apropiadas durante la ejecución de los

ensayos de laboratorio ya que no solo expone al trabajador de los distintos equipos sino también al alumnado.

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo General

- Determinar el nivel de riesgos laborales por emisiones acústicas a los que son expuestos los trabajadores y alumnos de los laboratorios de la carrera de Ingeniería de Gestión Minera de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas – Chorrillos - Lima - 2019.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Identificar el nivel de emisiones acústicas de los laboratorios de la carrera de Ingeniería de Gestión Minera de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas – Chorrillos - Lima - 2019.
- Identificar el riesgo laboral por exposición a emisiones acústicas de los trabajadores de los laboratorios de la carrera de Ingeniería de Gestión Minera de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas – Chorrillos - Lima - 2019.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Epistemológico de la Investigación

2.1.1. Etimología y Orígenes del Ruido

El origen del ruido está relacionado de manera indirecta al silencio total ya que desde el comienzo de los tiempos el silencio fue el estado natural de los seres vivos, la palabra silencio viene del latín “*silentium*” y este a su vez del verbo “*silere(estar callado)*”, con el desarrollo de la humanidad se establecieron primitivas formas de comunicarse en donde se estima que la comunicación verbal humana se inició hace 2.5 millones de años con los homosapiens, todas las formas de comunicación humana surgieron en el momento en que nuestros ancestros en su lucha por la supervivencia y en respuesta a sus instintos se vieron obligados a transmitir a quienes les rodeaban, lo que dio origen a lenguajes o sonidos biológicos.

La procedencia etimológica de la palabra ruido sería del latín “*rugitus(rugido)*”, que también es derivado del verbo “*rugire (rugir, estar ronco)*”. El concepto de un sonido molesto también aparece también en otros idiomas. En inglés, por ejemplo, la palabra “*noise*” tiene también una apreciación similar al ruido y procedería a su vez del francés antiguo “*noise*”, se consideran otra etimología posible originada en el idioma francés “*brui*”t significa “Manifestación sonora desagradable” (Ramón, 2007).

2.1.2. *Historia del Ruido*

La referencia más antigua es mencionada por Plinio el Viejo en su libro “Historia Natural”, en donde resalta que la gente que vivía en la proximidad de las cataratas del Nilo se “volvía sorda”, sin argumentar que era por la acción de antiguos molinos que se encargaban de moler los granos de la cosecha, siendo esta acción moledora tan ensordecedora que provocaba la pérdida de audición.

En Roma, en los tiempos de Julio Cesar, el transporte de carruajes no era permitido por las noches, en calles asfaltadas con piedra, las cuales generaban un ruido ensordecedor. El gran Marco Polo, relata en sus “Memorias de Viaje”, la pirotecnia bastante avanzada de los chinos, las cuales eran desarrolladas en sus actividades festivas o cultos ceremoniales, o también bastante aplicadas en la guerra. Este desarrollo, fue causal principal de sordera en muchos pobladores de este país.

2.1.3. *El Ruido y la Revolución Industrial*

Se constituye un factor de riesgo desde el segundo periodo del siglo XVIII, época de grandes cambios socioeconómicos, tecnológicos y culturales, siendo las maquinas a vapor lo más novedosos de esta época.

La mano de obra fue reemplazada parcialmente por la industria y la manufactura, de tal manera que los trabajadores quedaban expuestos a los peligros de las máquinas industriales en largas jornadas de trabajo superior a las 14 horas diarias.

A fines del siglo XIX, aparece el ruido como un importante problema de salud pública como una consecuencia de la construcción de las calderas de vapor.

2.1.4. Etimología y Origen de la Prevención de Riesgos Laborales

El origen del término riesgo, se relaciona con el castellano antiguo “*resegue (resecar, cortar)*”, término muy usado en la Edad Media, es sinónimo de lucha, contradicción y división.

Etimológicamente riesgo proviene de *rísico o rischio (peligro)*. Su origen se relaciona a la palabra castellana “*risco(peñasco)*”, antiguamente “*Riesco*”, que se aplicaba también al peligro de transitar por escollos “*rhizicare*”.

Los primeros indicios de la prevención de riesgos laborales datan del año 1770 a.C. en la época del imperio Babilónico, el rey Hammurabi estableció el primer código legal que estuvo constituido por 282 leyes, siendo algunas de ellas referenciadas a los accidentes más comunes en esa época, se consideró a los accidentes en la construcción y las responsabilidades civiles y penales de los responsables.

En la época del antiguo testamento (Deuteronomio) en donde se menciona dentro del Capítulo 2 Versículo 8 una de las primeras recomendaciones en seguridad: “Cuando edifiques casa nueva harás pretil a tu terrado, para que no echas la culpa de sangre sobre tu casa, si de él cayera alguno”.

En otra época más próxima se puede mencionar un edicto de Carlos III que data del 3 de diciembre de 1778, en el cual ordena a los jueces de la corte que investiguen los accidentes que se producen en los albañiles, que prestan servicio en las obras.

Dada la información previa que se tiene sobre la prevención de riesgos laborales, no se debe relacionar equivocadamente el origen de la prevención con la revolución industrial del pasado siglo.

2.2. Antecedentes de la Investigación

Se recopiló información de trabajos con enfoques similares, las cuales sirvieron de soporte y fueron de ayuda para determinar las variables y la metodología a seguir. Las principales fuentes fueron los motores de búsqueda de revista de alto impacto, como Web of Science, Scopus, Science Direct, y Google Académico.

2.2.1. Antecedentes Internacionales

Abdul et al. (2021), en el artículo **“A Systematic Review on Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control in Academic Laboratory”** señalaron la importancia de estudiar y analizar los riesgos a los que continuamente están expuestos las personas que interactúan en un laboratorio, centrándose en el método de evaluación de riesgos, el tipo de peligro y las medidas a tomar; determinando que la medida de control más aplicada es la combinación del control de ingeniería, control administrativo y el empleo de equipos de protección personal (EPP), así mismo esta revisión identificó que existe una falta de estudio de los riesgos en los laboratorios académicos, por ello presentan un método que propone inicialmente identificar el peligro potencial en base a la data disponible, luego una evaluación de riesgos formal y finalmente implementar procedimientos de mitigación de dichos riesgos.

Omairah & Tala (2020), en el estudio **“Assessment of occupational noise exposure in coffee grinding shops”** identificaron la exposición sonora del personal de las tiendas molidoras de café en una región de Arabia. Las mediciones se realizaron a 100 trabajadores por empresa; determinando que laboran a un nivel promedio de 86 db (A), también que existe una relación entre el tiempo de reverberación (RT), ruido ambiental y las características del espacio. En conclusión, los resultados demuestran

que los empleados están propensos a riesgos a la salud y seguridad por la exposición prolongada a las máquinas moledoras.

Omer & Jasim (2017), en su investigación **“Noise levels, noise annoyance, and hearing-related problems in a dental college”** examinaron la exposición al ruido y los problemas auditivos experimentados por estudiantes de la facultad de odontología en la Universidad Americana de Sharjah (AUS), para ello llevaron a cabo entrevistas estructuradas buscando identificar los problemas relacionados con el ruido en 114 estudiantes, obteniendo niveles de máximos de ruido que oscilaban entre los 65 y 79 dB(A), concluyendo que un 80% de los entrevistados han experimentado cierto grado de molestia, un 54% reportaron problemas auditivos y alrededor del 10% tienen pérdida auditiva.

Sajad et al., (2019), en la investigación **“The Effect of Occupational Noise Exposure on Serum Cortisol Concentration of Night-shift Industrial Workers: A Field Study”** estudiaron una población de 75 trabajadores de una empresa minera dividiéndolos en 3 grupos y bajo la norma ISO 9612 evaluaron el nivel de presión sonora (SPL) equivalente con el dosímetro TES-1345, y la concentración de cortisol sérico mediante las pruebas de radioinmunoensayo (RIA), los autores concluyeron que el aumento del SPL generó una mejora en la concentración de cortisol, recomendando que se estudie el efecto del estrés inducido por el ruido teniendo en cuenta a dicha hormona como biomarcador.

Kale et al. (2019), en el estudio **“Evaluating noise exposure levels of laboratories in civil engineering education”** tuvieron como objetivo evaluar y destacar los riesgos existentes en los laboratorios de ingeniería civil donde se dan experimentos que generan grandes niveles de ruido, para lo cual se midió la presión sonora y los niveles exposición al ruido en trece ensayos seleccionados, los resultados

obtenidos se compararon con los límites impuestos por las normas y estándares; determinando que tres de dichas pruebas (la molienda de áridos, chancado de áridos y corte de hormigón con sierra) superan los límites permitidos.

Amoatey et al. (2022), en su artículo **“Investigation of noise exposures, perception, and health effects in different microenvironments in a university community”** evaluaron los niveles de ruido a través de encuestas a los estudiantes del campos de la Sultan Qaboos University; obteniendo que alrededor del 50% de espacios interiores y exteriores de la universidad superan los niveles críticos de 55 dB en períodos de la mañana y tarde, con respecto a los laboratorios de estructuras y materiales un 14% de los alumnos evidenciaron tasas de molestia similares, así mismo predijeron que existe una relación entre la exposición sonora y el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares.

(Stone & Moro, 2022), en la investigación **“Occupational noise exposure in Canada's salmonid aquaculture industry”** identificaron la exposición excesiva al ruido de trabajadores en diferentes sectores de la industria acuícola, por ello analizaron las fuentes de ruido en frecuencia de banda estrecha de 4 instalaciones. Registraron que actividades como alimentar salmones presentó niveles de 86.7 db(A) y la manipulación del esquife resultó en exposiciones de 91.2 db(A), datos medidos y comparados con los límites de exposición de 85 dB(A) en un tiempo de 8 horas; evidenciando que los empleados estaban expuestos a riesgos en sus labores, por ello, se sugirió protección auditiva adecuada.

Siti et al. (2018), en su investigación **“Analysis of Noise Pollution: A Case Study of Malaysia's University”** estudiaron el nivel de contaminación acústica en la facultad de odontología con respecto a sus laboratorios y zonas cercanas al campus, se evaluó a 170 participantes mediante cuestionarios, encontrando que un 96.5% de

estudiantes experimentan mayores niveles de ruido entre las 10 am y 2 pm, determinando que los vehículos son la primera causa de contaminación acústica, por ello recomiendan la limitación o control de estos medios en el área.

Lowry et al. (2022), en su estudio **“Occupational noise exposure of utility workers using task based and full shift measurement comparisons”** evaluaron los niveles de ruido en el área de trabajadores de servicios públicos diariamente con la ayuda de un dosímetro y se estimó el ruido promedio ponderado en el tiempo (TWA) del turno completo. Obteniendo mayores valores en los conductores de entrega de combustible con 82.84 db(A) y los plomeros 81.19 db(A), en el caso de los técnicos de comunicación se registró un valor promedio mínimo de 75.83 db(A), teniendo un R^2 superior a 0.85 para los roles laborales analizadas. Concluyendo que este tipo de análisis tiene potencial para ser empleado, pero se podría tener falta de precisión debido a la variedad en las tareas.

Omondi et al. (2020), en su estudio **“Noise-induced Hearing Loss in Workshops and Laboratories in Kenyan Universities”** identificaron los factores que conducen a la pérdida de audición inducida por el 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), según los datos obtenidos se pudo concluir que

la pérdida de audición se estaba dando porque no se tomaban medidas de control adecuadas.

Reed et al. (2012), en su investigación **“Dust and noise levels in a teaching podiatry laboratory”**, en cuanto a la exposición al ruido, llevaron a cabo un monitoreo en un laboratorio de enseñanza de podología durante dos días para determinar si existen niveles de ruido que afecten a la salud, este monitoreo fue estático, se realizó un muestreo personal en una ubicación para poder obtener una amplia gama de exposiciones, determinando que si bien los niveles de ruidos son aceptables hay una preocupación por algunas máquinas (como las lijadoras y/o amoladoras) que exceden los 80 dBA, la mayor parte del ruido generado se ubicó en un extremo del laboratorio, por ello se recomienda reemplazar dichas máquinas por unas más silenciosas.

Cotana et al. (2023), en el artículo **“Extra-Auditory Effects from Noise Exposure in Schools: Results of Nine Italian Case Studies”** seleccionaron 9 escuelas en Italia para implementar un protocolo de mediciones acústicas, definiendo una población de estudio en escolares de 3 a 18 años, los cuales fueron evaluados mediante un formulario descriptivo específico, concluyeron que la actividad de los estudiantes generaban altos de niveles de ruido en los laboratorios, gimnasios y comedores, además de esto los autores mencionaron que la totalidad de los espacios estudiados no cumplieron con las normas de seguridad. Además, los equipos como los sistemas de ventilación dentro de un salón determinaron niveles acústicos entre 43 a 60 db(A).

Vásquez (2016) en su tesis **“Evaluación de la exposición al ruido industrial en los trabajadores de una planta de asfalto, en la provincia del Azuay y propuesta de plan de control”**, sustentaron la sobreexposición al ruido en las labores de una empresa, empleando encuestas y fichas de evaluación, las cuales determinaron que el 95% del personal de la empresa presenta sobreexposición al ruido en su puesto de trabajo. Además, el autor afirmó el diagnóstico de una patología generada por las altas dosis de ruido a la cual quedan expuestos el personal.

Aleaga (2017) **“El ruido laboral y su incidencia en los trastornos del oído de los operadores del área de producción de productos plásticos de la Empresa Holviplas S.A.”** Magister en Seguridad e Higiene Industrial y ambiental. Facultad de Ingeniería sistemas, electrónica e industrial. Universidad Técnica de Ambato - Ecuador. Cuyo objetivo fue: Constatar el ruido laboral y su incidencia en los trastornos del oído de los operarios del área de producción de productos plásticos de la empresa Holviplas S.A. Se han empleado los siguientes instrumentos: Cuestionarios, entrevistas, observación. El autor concluyó que el 52,94% de los operarios presenta algún tipo de trauma acústico, mientras que el 47,06% tienen una audición normal. El autor determinó que los procesos productivos en el que interviene los operarios se ha determinado que tienen un gran impacto en la salud auditiva, por lo que recomendó realizar una matriz IPERC.

Almeida (2017) **“Análisis comparativo de las empresas que generan ruido laboral y cómo afecta a la salud y rendimiento de las personas que laboran en empresas Procesadoras de especias en el cantón Cayambe.”** Magister en Sistemas de Gestión Integrados. Facultad de Ciencias Administrativas, Escuela Politécnica Nacional de Quito – Ecuador. Realizaron una evaluación de los riesgos del ruido laboral de los trabajadores de una empresa, empleando la metodología de

cuestionarios, entrevistas, evaluaciones médicas y afectaciones a la salud. Los resultados de la investigación concluyeron que los trabajadores desconocen totalmente sobre las consecuencias que le trae exponerse al ruido sin protección y por periodos prolongados de tiempo.

Sánchez (2015) **“Evaluación y caracterización de la contaminación acústica en un núcleo urbano de tipo turístico costero (El Portil, Huelva)”** Doctor en Ingeniería Industrial. Departamento de Física Aplicada. Universidad de Huelva – España. Midió y caracterizó el ruido existente en el núcleo urbano, la cual en parte estuvo conformada parte por la Reserva Natural de la Laguna del Portil (RNLP). El autor sustentó que la carretera A-5052 es la principal fuente de contaminación acústica en El Portil y, por tanto, principal responsable de la contaminación acústica que sufre el núcleo urbano.

2.2.2. Antecedentes Nacionales

Ludeña (2018) **“Niveles de ruido ambiental en la ciudad de Cajamarca y Afectación en la Salud Humana, 2018”** Máster en Ciencias. Escuela de Posgrado. Universidad Nacional de Cajamarca. Empleo la metodología de encuestas, donde sustentó que la mayor valoración de afección a la salud humana por ruido ambiental, la cual sustentó que la mayor consecuencia fue stress por ruido, con una valoración de -46, seguido por el dolor de cabeza con una valoración de -48.

Klaus (2017) **“Influencia del ruido ambiental-ocupacional en la perturbación de los trabajadores del colegio Trilce de la ciudad de Huancayo durante el año 2015”** Ingeniero Ambiental. Facultad de Ingeniería. Universidad Continental. Cuyo objetivo fue determinar de qué manera influye el ruido ambiental-ocupacional en la perturbación de los trabajadores del colegio Trilce de la ciudad de

Huancayo durante el año 2015., para lo cual emplearon la metodología de cuestionarios, entrevistas y observación. El autor determinó que los niveles de ruido sobrepasaron los LMP para más del 67% de la muestra encuestada. Así también, sustentó que, de los trabajadores de la Trilce, el 94.5% manifestó haber sentido algún tipo de perturbación relacionada al ruido y el resto lo negó.

Sánchez (2020) **“Contaminación sonora y percepción del aprendizaje de los estudiantes de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos”** Magister en Educación con mención en Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible. Facultad de Educación. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Dicha investigación cumplió con el objetivo de determinar la relación entre la contaminación sonora y el aprendizaje del área de Ciencias Básicas de la Escuela de Estudios Generales en el semestre 2019-II de la UNMSM., para lo cual elaboraron encuestas, las cuales determinaron que existe una relación moderada y negativa entre la contaminación sonora y las actitudes de los estudiantes de dicha área.

2.3. Bases Teóricas

A continuación, se describen conceptos para tener en cuenta antes de llevar a cabo la investigación, las cuales sustentan básicamente el fenómeno del ruido y sus riesgos asociados principalmente en la salud de los trabajadores, en un ambiente concurrido, entre otras.

2.3.1. Riesgo Laboral

El riesgo laboral se refiere a la probabilidad de que los trabajadores estén expuestos a condiciones, factores ambientales, agentes físicos, químicos, biológicos o psicosociales presentes en el entorno de trabajo que puedan tener el potencial de causar

daños a su salud, seguridad o bienestar. Estos riesgos pueden manifestarse en forma de accidentes, enfermedades ocupacionales, trastornos de salud mental, lesiones físicas, fatiga y otros efectos adversos que pueden afectar tanto el bienestar individual de los trabajadores como la productividad y eficiencia de la organización. La identificación, evaluación y gestión efectiva de los riesgos laborales son componentes esenciales para garantizar un entorno laboral seguro, saludable y sostenible (Solórzano, 2014). Entre sus principales características se tiene a:

- **Inherentes a la actividad laboral:** Están intrínsecamente ligados a las tareas y actividades realizadas en el entorno de trabajo. Estos riesgos pueden variar significativamente según la industria y el tipo de trabajo, desde riesgos físicos en la construcción hasta riesgos químicos en la industria química.
- **Variedad de tipos:** Los riesgos laborales abarcan una amplia gama de categorías. Los riesgos físicos involucran condiciones ambientales como ruido, temperatura extrema y vibraciones. Los riesgos químicos se relacionan con la exposición a sustancias peligrosas. Los riesgos ergonómicos se relacionan con la adaptación del trabajo al individuo. Los riesgos psicosociales están vinculados a factores sociales y psicológicos en el trabajo, como el estrés y el acoso laboral.
- **Potencial daño:** Tienen el potencial de causar daños graves a los trabajadores. Estos daños pueden ser lesiones físicas, enfermedades profesionales, discapacidades permanentes o incluso la muerte. La gravedad de los daños puede variar según la naturaleza del riesgo y la exposición.

- Frecuencia y probabilidad: Los riesgos laborales pueden variar en su frecuencia y probabilidad de ocurrencia. Algunos riesgos pueden ser eventos anormales, pero altamente destructivos, mientras que otros pueden ser más comunes, pero menos graves. Esta característica influye en la priorización de medidas de control.
- Interacción y combinación: En ciertos casos, varios riesgos pueden interactuar o combinarse, lo que aumenta la complejidad de la situación de riesgo. Por ejemplo, la exposición a sustancias químicas junto con condiciones ergonómicas deficientes puede aumentar el riesgo para los trabajadores.
- Contexto laboral: Los riesgos laborales están íntimamente relacionados con el entorno de trabajo. Esto incluye factores como la maquinaria utilizada, los equipos de protección personal disponibles, la disposición del lugar de trabajo y la exposición a sustancias químicas o biológicas.
- Efectos a largo plazo: Algunos riesgos laborales pueden no manifestarse de inmediato. Por ejemplo, la exposición continua a ciertas sustancias químicas puede resultar en enfermedades profesionales que se desarrollan a lo largo del tiempo, como enfermedades respiratorias crónicas o cáncer.
- Diversidad de trabajadores: Pueden afectar a diferentes grupos de trabajadores de manera única. Factores como la edad, el género, la experiencia laboral y las condiciones de salud pueden influir en la susceptibilidad y la forma en que los riesgos afectan a los trabajadores (Fischer et al., 2017; Romero et al., 2018; Cedeño et al., 2018).

2.3.1.1. La Importancia del Estudio del Riesgo Laboral

El estudio detenido de los riesgos laborales emerge como una herramienta fundamental para resguardar la integridad física y mental de los trabajadores. Mediante la identificación y evaluación exhaustiva de los riesgos presentes en el entorno laboral, es posible anticipar posibles peligros y tomar medidas preventivas y proactivas. La implementación de estrategias de control y mitigación, respaldada por un análisis riguroso de los riesgos, juega un papel vital en la reducción de lesiones y enfermedades profesionales, asegurando que los trabajadores puedan desempeñar sus funciones en un entorno seguro y confiable, protegiendo así a los empleados de daños innecesarios, también incide directamente en la productividad y eficiencia de las organizaciones. La identificación temprana y la gestión efectiva de los riesgos laborales previenen interrupciones en la producción debido a accidentes, ausencias laborales y fatiga del personal, lo cual promueve un entorno laboral seguro y saludable, fomenta la satisfacción de los empleados, lo que a su vez se traduce en una mayor moral, motivación y calidad del trabajo realizado, contribuyendo a la optimización de los recursos y la maximización de resultados (Badri et al., 2018).

Además de sus implicaciones en el bienestar individual y la productividad organizacional, el estudio profundo de los riesgos laborales desempeña un rol crucial en el cumplimiento de las normativas y regulaciones establecidas. Los marcos legales y los estándares de seguridad demandan que las organizaciones identifiquen, evalúen y gestionen los riesgos laborales de manera sistemática y eficaz. La falta de cumplimiento de estas regulaciones puede no solo acarrear sanciones legales, sino también exponer a las organizaciones a responsabilidades financieras y daños en su reputación, lo que subraya la necesidad imperante de abordar los riesgos laborales de manera rigurosa y proactiva, que influye directamente en la reducción de los costos

operativos y financieros. El análisis y la gestión competente de los riesgos laborales pueden contribuir significativamente a la disminución de los gastos derivados de accidentes y enfermedades profesionales. Los gastos médicos, indemnizaciones y pérdida de productividad asociados a incidentes laborales pueden generar cargas financieras sustanciales para las organizaciones. La inversión en medidas de prevención y control fundamentadas puede generar ahorros económicos a largo plazo, al tiempo que salvaguarda la salud y seguridad de los trabajadores y fortalece la estabilidad financiera de la organización. Siendo el estudio del riesgo laboral una muestra del compromiso de una organización con el bienestar de sus trabajadores y el entorno en el que opera, forjando una sociedad más segura, saludable y equitativa. su compromiso con un futuro más seguro y promisorio para todos los involucrados (Settembre et al., 2021; Meyer & Reniers, 2022).

2.3.1.2. Teorías

En el ámbito de la seguridad y la salud ocupacional, comprender y abordar los riesgos laborales es esencial para garantizar un entorno de trabajo seguro, saludable y productivo. La gestión efectiva de los riesgos laborales no solo implica la identificación y reducción de amenazas potenciales, sino también la aplicación de enfoques teóricos sólidos que fundamenten las estrategias de prevención y mitigación, entre los cuáles tenemos (Abad et al., 2011):

- Teoría de la prevención de accidentes y riesgos laborales

Esta teoría se centra en identificar y eliminar o reducir las causas de los accidentes y los riesgos laborales. Puedes explorar cómo esta teoría se aplica al manejo de emisiones acústicas en los laboratorios especializados, enfocándote en medidas preventivas, como la

ingeniería de control, equipo de protección personal y capacitación del personal.

- Modelo de análisis de riesgos laborales

Este modelo implica la identificación, evaluación y gestión de riesgos laborales en un entorno específico. Puedes aplicar este modelo para analizar cómo las emisiones acústicas pueden ser identificadas, cuantificadas y controladas en los laboratorios, y cómo se pueden tomar decisiones informadas para mitigar los riesgos.

- Teoría de la exposición ocupacional y efectos en la salud

Esta teoría explora cómo la exposición continua a ciertos agentes en el entorno laboral puede tener efectos en la salud de los trabajadores. Puedes relacionar esta teoría con las emisiones acústicas y analizar cómo la exposición prolongada al ruido puede afectar la audición, el bienestar mental y otros aspectos de la salud de los trabajadores en los laboratorios.

- Enfoque ergonómico y psicosocial

Dado que los riesgos laborales no se limitan a factores físicos, esta teoría explora cómo el estrés psicosocial y la carga de trabajo relacionada con las emisiones acústicas pueden afectar la salud mental y emocional de los trabajadores. Examina cómo la teoría ergonómica puede ser aplicada para diseñar entornos de trabajo que minimicen los efectos negativos.

- Modelo de participación de los trabajadores

Este enfoque involucra a los trabajadores en la identificación y gestión de riesgos laborales. Puedes discutir cómo los empleados pueden estar

más comprometidos en la identificación de las emisiones acústicas y cómo su participación puede contribuir a soluciones efectivas y a un entorno laboral más seguro.

- Teoría de cambio de comportamiento

Esta teoría se centra en cómo cambiar comportamientos y hábitos en el lugar de trabajo puede influir en la seguridad. Explora cómo puedes aplicar estrategias de cambio de comportamiento para promover prácticas seguras en relación con las emisiones acústicas.

- Enfoque de sistemas y gestión integral de riesgos

Esta teoría se basa en abordar los riesgos laborales de manera holística y sistemática. Puedes analizar cómo la gestión integral de riesgos puede ser aplicada para identificar y abordar eficazmente las emisiones acústicas en los laboratorios especializados (Zaitseva et al., 2020).

2.3.1.3. Factores del Riesgo Laboral

Los factores de riesgo laboral son elementos presentes en el entorno de trabajo que tienen el potencial de causar daño a la salud o seguridad de los trabajadores. Estos factores pueden surgir de diversas fuentes y manifestarse de diferentes maneras, contribuyendo a la aparición de accidentes laborales, enfermedades ocupacionales y problemas de salud a largo plazo (Sritharan et al., 2019).

a. Físicos

Los factores físicos en el entorno laboral incluyen el ruido, las vibraciones, la radiación, las temperaturas extremas, la iluminación inadecuada y la exposición a campos electromagnéticos. Estos factores pueden afectar la salud auditiva, la comodidad térmica, la fatiga visual

y más. Es fundamental explorar las normativas y recomendaciones de agencias de salud y seguridad para establecer límites seguros de exposición y diseñar estrategias para controlar y mitigar estos factores.

b. Químicos

Los riesgos químicos involucran la exposición a sustancias tóxicas, como productos químicos industriales, gases, vapores y polvos. Un enfoque teórico debe considerar la toxicidad de las sustancias, las vías de exposición, la dosis y la duración de la exposición. Las hojas de datos de seguridad, los límites de exposición ocupacional y los estudios epidemiológicos son recursos valiosos para fundamentar el análisis de riesgos químicos.

c. Biológicos

Los riesgos biológicos se relacionan con la exposición a microorganismos patógenos, como bacterias, virus y hongos, presentes en ambientes de trabajo como hospitales, laboratorios y entornos agrícolas. El marco teórico debe incluir información sobre las medidas de control, como la vacunación, el uso de equipo de protección personal y la higiene adecuada, respaldadas por pautas de salud pública y regulaciones de seguridad.

d. Ergonómicos

Los factores ergonómicos se refieren a la interacción entre los trabajadores y su entorno laboral, considerando aspectos como el diseño de equipos, mobiliario y tareas. Un análisis fundamentado debe basarse en principios ergonómicos reconocidos, investigaciones sobre

posturas y movimientos corporales, así como en la evaluación de la carga física y mental en el trabajo.

e. Psicosociales

Los riesgos psicosociales involucran aspectos emocionales y sociales del trabajo, como el estrés laboral, el acoso, la falta de apoyo social y la falta de control sobre las tareas. Es esencial respaldar el análisis de riesgos psicosociales con teorías de psicología laboral y estudios que demuestren las conexiones entre el bienestar mental de los trabajadores y su desempeño.

f. Seguridad

Los riesgos de seguridad se refieren a situaciones que pueden causar accidentes laborales, como la falta de capacitación adecuada, el uso incorrecto de equipos, la falta de mantenimiento y la presencia de objetos peligrosos en el lugar de trabajo. Un enfoque fundamentado debe basarse en modelos de gestión de seguridad, investigaciones de causas de accidentes y estándares de seguridad industrial (Díaz, 2023).

2.3.1.4. Estrategias de Control de los Riesgos

A nivel global, las organizaciones no se encuentran exentas de sufrir algún tipo de riesgo que pueda afectar el desempeño y el cumplimiento de objetivos, es por ello que se debe optar por implementar un modelo de manejo o gestión del riesgo, con el fin de poder predecir los hechos y evitar que se presenten afectaciones en el proceso, por la tanto el autor recomienda adaptar las siguientes estrategias para el control de riesgos (Louzán, 2020).

a. Aceptación del riesgo

La acción implica detectar y validar el riesgo en cuestión, caracterizado como aquel que no obstaculiza la consecución de metas y que puede coexistir en conjunto con ellas. Es esencial comprender que esta acción no implica simplemente conformarse con su presencia, sino, por el contrario, se requiere desarrollar un enfoque para transformar el riesgo en algo que se integre de manera flexible en las operaciones diarias de la compañía.

b. Mitigación del riesgo

Implica la acción de reducir la probabilidad de ocurrencia de un riesgo o mitigar su posible impacto en las operaciones de la empresa. En caso de que dicho riesgo se materialice, sus efectos se verán minimizados debido a la existencia de una estrategia previamente establecida para su implementación.

c. Transferencia del riesgo

El riesgo es transferido hacia otra sección interna de la organización o hacia una subsidiaria de la empresa, lo que implica una posibilidad de compartir dicho riesgo entre entidades afiliadas o con algún grado de conexión.

d. Explotación del riesgo

En determinadas circunstancias, los riesgos pueden ser interpretados como una ocasión para el progreso en la organización. En esta situación, el propósito no radica en atenuar o eliminar el riesgo, sino más bien en que la empresa concentre sus esfuerzos en abordar el desafío y extraer el máximo beneficio de él. Esto se logra mediante la asignación de personal altamente capacitado, una inversión más amplia o la formulación de un plan que contribuya a prevenir su recurrencia.

e. Supresión del riesgo

En ocasiones, las compañías logran la completa eliminación del riesgo, un resultado alcanzado a través de la planificación anticipada que ha logrado implementar con éxito la solución. Esto se logra mediante la obtención de información crucial, asistencia de expertos, asignación de recursos adicionales o mejoras en el plan acordado previamente.

2.3.1.5. Matriz IPERC

Es una herramienta de diagnóstico que establece el nivel actual de seguridad y salud de los puestos o procedimientos de trabajo de una organización, define los controles operacionales necesarios para la gestión de estos (León, 2019).

La figura 1, esquematiza la identificación de peligros evaluación de riesgos y su control (IPERC), las cuales son inherentes a cualquier trabajo. Este esquema también aplica medidas de control que intentan minimizar los riesgos en una determinada labor (Simeon, 2021).

Figura 1

Proceso del IPERC



Nota: Pasos para realizarlo (Simeon, 2021).

2.3.2. Ruido

Es una perturbación mecánica no deseada que se propaga en un medio material elástico y que tiene la propiedad de provocar una sensación auditiva de manera negativa. En términos físicos, podemos definirlo como la energía que se desplaza en espacio y tiempo, las cuales se relacionan con las variables de potencia, intensidad y presión acústica (Cortés, 2012).

2.3.2.1. Diferencia entre Ruido y Sonido

El sonido viene a ser una manifestación de vibraciones mecánicas propagadas a través de un medio elástico como el aire, posee propiedades fundamentales de frecuencia, amplitud e intensidad que determinan su percepción tonal y energética. Por otro lado, el ruido se distingue como un sonido indeseado, molesto o perturbador, capaz de interrumpir actividades normales, generar incomodidades e impactar negativamente la salud y el bienestar de las personas expuestas. Esta distinción se basa en teorías de acústica, psicoacústica y fisiología auditiva, con referencia a investigaciones sobre la relación entre la exposición laboral al ruido y sus efectos adversos, así como a estándares normativos que establecen niveles seguros de exposición sonora (Esteve et al., 2008).

El ruido ambiental se refiere al sonido generado por actividades humanas como el tráfico, la construcción o la industria, que afecta a la población general y al entorno en su conjunto. Este tipo de ruido se mide para proteger la calidad de vida de las personas en áreas residenciales, comerciales e industriales, siguiendo estándares como los establecidos en Perú por el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. En contraste, el ruido laboral ocupacional es aquel al que están expuestos los trabajadores durante sus actividades en el lugar de trabajo, generado por equipos o procesos específicos. Su

evaluación incluye la medición de la exposición individual mediante dosímetros, cumpliendo con normativas como la RM N° 375-2008-TR y su reglamento, que busca prevenir daños auditivos y proteger la salud en el ámbito laboral.

2.3.2.2. Teorías

Desde una perspectiva física, cualquier manifestación sonora se considera principalmente un sonido, el cual se define como "una alteración en la presión del aire que es perceptible por el oído humano, siendo caracterizable mediante ciertos atributos físicos, especialmente la intensidad y la frecuencia". Además, desde este enfoque, se conceptualiza el ruido como "una percepción generada en el oído debido a variaciones en la presión del entorno. La secuencia de compresiones y rarefacciones ocasionada por la propagación de una onda acústica en un medio hace que la presión ambiental oscile alrededor de su valor de equilibrio. Estas fluctuaciones de presión inciden sobre la membrana del oído y generan vibraciones forzadas en el tímpano con frecuencias equivalentes, originando la sensación de sonido". Sin embargo, esta definición previa no captura con precisión la distinción entre sonido y ruido (Abad et al., 2011).

El concepto de sonido puede ser abordado desde dos enfoques distintos: en términos subjetivos, aludimos a la percepción auditiva en el cerebro, mientras que en un contexto objetivo nos referimos a las características físicas del movimiento ondulatorio, que incluyen elementos como la frecuencia, el periodo, la longitud de onda, entre otros; todas estas magnitudes pueden ser meticulosamente cuantificadas (Cortés, 2012).

2.3.2.3. Mecanismo de Acción del Ruido

El mecanismo de acción del ruido se establece con la interacción de los siguientes factores:

- Potencia acústica. - Cantidad de energía acústica que emite una fuente en la unidad de tiempo, esta se expresa en vatios (W).
- Presión acústica. - Cantidad de energía por unidad de superficie y se mide en Pascales [$1 \text{ Pascal} = 1 \text{ N/m}^2$].
- Intensidad acústica. - Cantidad de energía acústica que pasa a través de la unidad de superficie perpendicular a la dirección de propagación, en la unidad de tiempo. Se expresa en W/m^2 .

De acuerdo con las investigaciones realizadas a lo largo del tiempo, se ha concluido que la capacidad auditiva en una persona joven y en condiciones normales varía entre 20 N/m^2 y $2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$ (conocido como Umbral Auditivo). Por consiguiente, el impacto que puede ejercer sobre el sistema auditivo estará determinado por la presión acústica; si esta excede los 100 N/m^2 (límite de dolor), podría resultar en la pérdida de audición, esto también dependerá de la duración de la exposición, establecida en relación con la escala de intensidades, donde el umbral auditivo se encuentra en 10^{-12} W/m^2 , mientras que el umbral de dolor se sitúa en 25 W/m^2 . La unidad fundamental de sonido es el decibelio (dB), la cual también se conoce como presión sonora (Augusta, 2016).

2.3.2.4. Tipos de Ruido

Para describir los niveles de sonido de manera efectiva, resulta adecuado primeramente reconocer la naturaleza del ruido, evaluando si mantiene su nivel de

manera constante o si exhibe cambios, si muestra una naturaleza intermitente, entre otras características (Vela & Rodríguez, 2016). Es posible categorizarlo en:

- **Ruido de impacto:** Se refiere a una situación en la que el Nivel de Presión Acústica (NPA) disminuye de manera exponencial a lo largo del tiempo, y las fluctuaciones entre dos valores máximos seguidos de nivel acústico ocurren en un lapso que excede un segundo. Además, el tiempo en el que ocurre esta reducción debe ser menor o igual a 0.2 segundos.
- **Ruido continuo:** Corresponde a una situación en la cual el Nivel de Presión Acústica (NPA) permanece invariable a lo largo del tiempo, y en caso de presentar valores máximos, estos emergen en lapsos inferiores a un segundo. (Un ejemplo sería el ruido generado por un ventilador, una máquina de producción continua, dispositivos electrónicos en general, etc.). Los ruidos continuos pueden ser: estables o variables.

Ruido estable: cuando su NPA ponderado A en un punto se mantiene prácticamente constante. Al realizar la medición con el sonómetro en modo LENTO la diferencia de valores máximo y mínimo es inferior a 5 dB(A).

Ruido variable: Cuando el NPA oscila más de 5 dB(A) a lo largo del tiempo.

2.3.2.5. Medición del Ruido

La medición del nivel de sonido se lleva a cabo en decibeles, donde se utilizan comúnmente dos tipos: los decibeles A (dBA) y los decibeles C (dB). Los decibeles C

evalúan principalmente el sonido como un fenómeno físico, mientras que los decibeles A consideran la percepción auditiva y el riesgo potencial para el oído. Por lo general, un mismo sonido medido en la escala C tiende a ser más alto que si se mide en la escala A, ya que esta última minimiza los sonidos graves debido a la menor sensibilidad del oído hacia ellos, además de su menor peligrosidad (García, 2004).

La cuantificación de los decibeles se realiza mediante un dispositivo de medición de nivel sonoro conocido como sonómetro (también llamado decibelímetro). Para evaluar otras propiedades de un sonido, se recurre a instrumentos más avanzados como el analizador de espectro y los clasificadores estadísticos.

Evaluar los niveles de ruido representa una labor de naturaleza intrincada, por ello, se establece que los elementos deben ser objeto de medición en el entorno laboral, con la siguiente especificación (Quintanilla, 2021):

- **Nivel de presión acústica, L_p :** Toma como valor de referencia la presión de $2 \cdot 10^{-5}$ pascales.
- **Nivel de presión acústica ponderado A, L_{pA} :** Este valor asume un filtro de ponderación frecuencial.
- **Nivel de presión acústica continua equivalente ponderado A, $L_{Aeq,T}$, representado por la expresión.**
- **Nivel de exposición diario equivalente, $L_{Aeq,d}$:** Considera el tiempo de exposición y todos los tipos de ruidos que existen en dicho intervalo de tiempo.
- **Nivel de exposición semanal equivalente, $L_{Aeq,d}$:** Donde en decibeles A, con la expresión:

$$L_{Aeq,s} = 10 \log \frac{1}{5} \sum_{i=1}^{i=m} 10^{0,1 L_{Aeq,d_i}}$$

donde “m” es la cantidad de días a la semana en que el trabajador estará expuesto al ruido y $L_{Aeq,di}$ es el nivel de exposición diario equivalente correspondiente a los días “i”.

- **Nivel de pico, L_{pico} :** Considera el valor máximo de la presión acústica instantánea.
- **Ruido Estable:** Aquel cuyo nivel de presión acústica ponderado A permanece esencialmente constante. Se asume por la norma UNE-EN 60651:1996, que si la diferencia de los valores máximos y mínimos es inferior a 5 dB.

Tabla 1

Valores de exposición al ruido

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido en dB(A)		Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A)	
		Día	Noche	Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	50	55	45
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	55	65	50
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.				
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.				
Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	75	75	70
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	60	70	55
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	55	65	50
	Zonas con usos institucionales.				
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre.	80	75	80	70
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Residencial suburbana.	55	50	55	45
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.				
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.				

Nota: Presentados en dB (A) (Decibelios ajustados con la ponderación A) (Casas et al., 2015).

2.3.2.6. Instrumentos de Medición y Condiciones de Aplicación

Los dispositivos empleados para evaluar el nivel de ruido (Nivel de Presión Sonora) se conocen en términos generales como sonómetros. Estos instrumentos proporcionan mediciones precisas y objetivas. Estos equipos deben de estar debidamente calibrados, y existen una serie de normas técnicas que rigen en el procedimiento de calibración de equipos de audiometría. Para la medición del ruido, se deben de evaluar lugar y momento donde se va a monitorear el ruido, los espacios temporales de medición pueden ser determinantes para obtener valores de ruido, de tal manera que la cantidad de ruido en un determinado lugar es diferente por hora.

Los dispositivos de medición que utilizaremos para obtener los niveles de presión acústica en el entorno laboral son (Berger et al., 2022):

- Sonómetros
- Dosímetros

2.3.2.6.1. Sonómetros

Son equipos utilizados para medir los niveles de presión sonora en un determinado espacio, las cuales están determinadas por la amplitud del sonido emitido, la intensidad acústica y la sonoridad. Estos equipos miden el nivel de presión acústica, reportándolo en decibelios (dB) y asumiendo diversas escalas de ponderación según su programación. La operación de estos equipos puede ser de modos SLOW, FAST e IMPULSE. Estos equipos pueden ser manuales

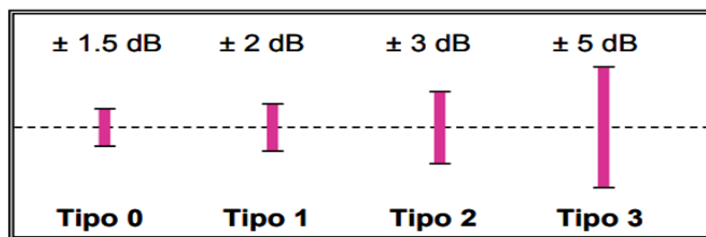
o automáticos, es decir equipos programables de última generación (Crocker & Price, 2018).

Según norma, los sonómetros se clasifican en 4 tipos en función de la precisión, siendo de mayor a menor precisión, los equipos:

- Sonómetro de clase 0: Con estos equipos se obtienen datos de nivel de ruido en laboratorio, puede ser un valor de referencia.
- Sonómetro de clase 1: Opera con precisión en campo y laboratorio.
- Sonómetro de clase 2: Es usado para medir el ruido en operaciones de campo, de uso general.
- Sonómetro de clase 3: Equipo menos preciso, y solo se puede asumir sus medidas como valores referenciales. Puede ser útil para inspección en campo.

Figura 2

Diagrama de bloques, sonómetro básico



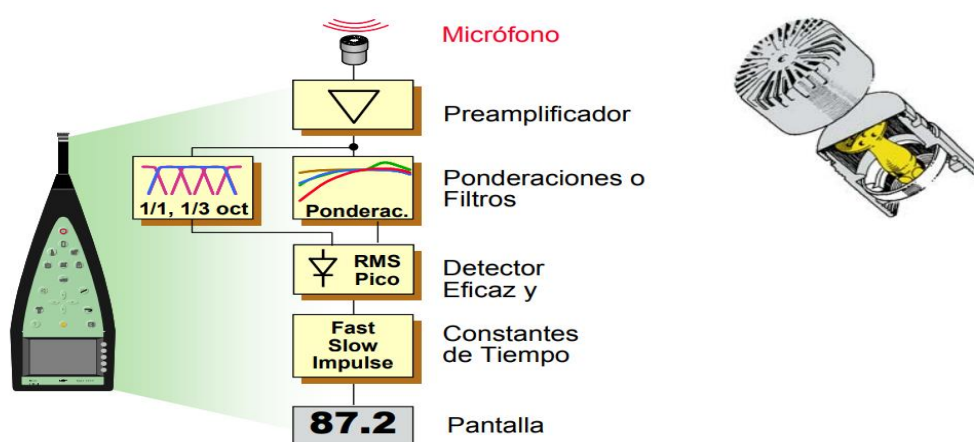
Nota: Presentados en dB (decibeles).

Las partes de un sonómetro son:

- Un micrófono.
- Un circuito de procesamiento.
- Pantalla digital.

Figura 3

Diagrama de bloques, sonómetro básico



Nota: Presentados en dB (decibeles).

La electrónica incorporada en el sonómetro habilita diversas capacidades operativas. Una de estas funcionalidades es la capacidad de seleccionar un rango dinámico de amplitudes específico para garantizar una relación adecuada entre la señal y el ruido en la lectura. Por ejemplo, se pueden presentar tres opciones de rango: 20-80 dB, 50-110 dB o 80-140 dB, o bien, un único rango de 20-140 dB, el cual asegura mediciones precisas en la mayoría de las situaciones (Rocha, 2012).

Permite seleccionar la curva de ponderación que va a ser usada:

- **Curva A (dBA).** Mide la respuesta ante un sonido de intensidad baja, se utiliza generalmente para evaluar el grado de contaminación sonora y los riesgos asociados que puede estar expuesto el ser humano.
- **Curva B (dBB):** Se usa para medir intensidades medias, siendo una de las menos utilizadas.
- **Curva C (dBC).** Mide sonidos de gran intensidad, es la más empleada para medir las contaminaciones acústicas. Es también utilizado para medir sonidos graves.

- Curva D (dBD). Esta curva se usa para medir el ruido generado por aviones.
- Curva U(dBU). Estos equipos son usados para medir ultrasonidos, los cuales no son audibles por el oído humano.

Existen cuatro posiciones normalizadas:

- Lento (slow, S): valor medio de aproximadamente un segundo.
- Rápido (fast, F): valor promedio eficaz por 125 milisegundos.
- Impulso: valor promedio en 35 milisegundos.
- Pico (Peak, P): valor de pico. Este valor sirve para evaluar el riesgo de daños en el oído, ante un impulso muy corto pero muy intenso.

Permite el muestreo para análisis estadístico, las estadísticas pueden basarse en LAF o LAeq:

- Las estadísticas LAFN1-7 se basan en un muestreo de LAF cada 10 ms en clases de 0,2 dB de ancho extendidas sobre 120 dB
- Las estadísticas LAN1-7 se basan en un muestreo LAeq cada segundo en clases de 0,2 dB de ancho extendidas sobre 120 dB

2.3.2.6.2. Dosímetros

Estos equipos son usados para medir el nivel de ruido, la cual se encuentra alineado con la normativa para medición del ruido para protección de la salud y seguridad del trabajador. Son equipos ligeros, de fácil manejo y uso, bastante útiles para medir niveles de exposición al ruido en ambientes laborales (Crocker & Price, 2018).

2.3.2.7. El Ruido como Agente Contaminante del Medio Ambiente y de la Salud

En la actualidad, el ruido se ha convertido en un agente disruptivo en la vida de las áreas urbanas, especialmente en las ciudades grandes. Muchas actividades de producción y entretenimiento implican procesos que liberan energía en diversas formas. El ruido es una manifestación de estas energías liberadas, capaz de dañar la audición humana, afectar el estado mental y reducir el valor de las propiedades. El ruido es un sonido indeseado o molesto, capaz de tener efectos no deseados en la fisiología y psicología de las personas o grupos. En términos físicos, el ruido es un tipo de sonido, mientras que su calificación como ruido depende de las percepciones subjetivas de quienes lo experimentan. Mediante métodos estadísticos basados en ciertas características individuales, es posible determinar el nivel de ruido deseado en una ubicación y circunstancias específicas. Asimismo, se pueden establecer los rangos que causan molestias o incomodidades, así como los niveles que generan trastornos en el sistema auditivo y sus implicaciones para la salud. La medición de un sonido (ruido) requiere considerar tres magnitudes cruciales, relacionadas con su agresividad: intensidad (niveles medidos en decibelios), frecuencia de exposición y duración. La inquietud actual por la conservación del medio ambiente se refleja en la lucha contra el ruido, con gobiernos de naciones desarrolladas promulgando normativas para limitar la contaminación sonora en las ciudades. Se estima que aproximadamente 113 millones de personas están expuestas a niveles de ruido ambiental superiores al "LEQ" (nivel de presión acústica equivalente) de 65 decibelios, umbral recomendado por la OMS. En la escala de sonoridad, desde el nivel de detección umbral hasta los niveles iniciales del dolor, se aprecia una variabilidad inherente debido a las diferencias individuales en la percepción auditiva. Dado que el ruido es medible, es posible

establecer límites de tolerancia normalizados para diagnosticar si un ambiente cumple con condiciones satisfactorias. Asimismo, se pueden determinar las condiciones acústicas de viviendas, áreas de una urbanización e incluso representar gráficamente (mediante mapas de ruido) los diversos perfiles sonoros de una ciudad o entorno, brindando una base para comprender la situación actual y planificar medidas de mejora dentro del diseño urbano de una localidad (Barrigón et al., 2018).

Tabla 2

Niveles de intensidad sonora según su percepción

Db	Niveles de intensidad sonora	Percepción subjetiva
150 140 130 120 110	Perforación del tímpano Cohete espacial (a cortar distancia) Avión «jet» al despegar (a 25 metros) Música rock amplificada (umbral dolor) Taladrador del pavimento	Intolerable
100 90 80 70	metro en marcha motocicleta sin tubo de escape tráfico pesado gritos niños	Muy ruidoso
60 50 40 30	conversación en voz alta música de radio (tono alto) música de radio (tono bajo) conversación en voz baja	Poco ruido
20 10 0	susurro en un bosque respiración tranquila umbral de la audición	Silencio

Nota: Presentados en dB (Decibelios) (Esteban, 2003).

Si las cualidades sonoras de la urbe o asentamiento presentan desventajas, los residentes se ven expuestos a la incomodidad o perturbación causada por el ruido,

debido a la presencia de entornos acústicos inapropiados. En consecuencia, es esencial implementar medidas destinadas a contrarrestar esta problemática, con el objetivo de eliminar o reducir el impacto del ruido a niveles aceptables. A pesar de su dificultad, esta cuestión no carece de solución, ya que existen múltiples factores que influyen en los niveles de ruido de una localidad (Ventrigilio et al., 2021).

2.3.2.8. Efectos del Ruido

Los efectos del ruido sobre el hombre son de dos tipos:

Efectos auditivos: Son los que afectan sólo al aparato auditivo.

Efectos no auditivos: Son las reacciones fisiológicas y psicológicas del cuerpo humano frente al ruido.

a. Efectos auditivos

El sonido por debajo de los 20 Hz se denomina infrasónico, y no es audible. Tampoco lo es por encima de los 20 kHz y se denomina ultrasonido. Los autores establecen diferentes divisiones de los tipos de ruido según diferentes criterios.

- Ruido estable: Este ruido es de banda ancha y nivel constante, la cual puede presentar variaciones menores a los 5 dB.
- Ruido intermitente fijo: Se denomina así, al tipo de ruido con caídas abruptas hasta el nivel de fondo de forma intermitente. Este ruido se puede comparar con el tiempo de emisión de una luz intermitente por un vehículo.
- Ruido intermitente variable: Está constituido por una sucesión de distintos niveles de ruido estables.
- Ruido fluctuante: Durante la observación, este ruido varía continuamente sin apreciarse estabilidad.

- Ruido de impulso o impacto: Se caracteriza por una elevación brusca del nivel de ruido en un tiempo inferior a 35 milisegundos y una duración total del mismo inferior a 500 ms.

b. Pérdida temporal

Son ocasionados por ruidos producidos por la actividad laboral, la cuales son de banda ancha y de niveles inferiores a los 120 dB. Esta pérdida temporal no es de manera inmediata ni irreversible, de tal manera que, al salir del ambiente ruidoso, la persona se encuentra aturdida y ensordecida. Desde un punto de vista biológico, se puede definir como la fatiga de las células ciliares. Se puede decir que para una exposición de 100 dB por 2 horas necesita 16 horas de reposo, mientras que 85 dB diario eleva el umbral auditivo en 25 dB.

c. Pérdida permanente

Esto se le conoce como aumento del umbral de audición como consecuencia de exposiciones prolongadas a altos niveles de ruidos. Se puede nombrar 4 factores principales que determinan el riesgo de perder la audición.

- Nivel de presión sonora
- Tipo de ruido
- Tiempo de exposición al ruido
- Edad

El tipo de ruido influye en cuanto a su espectro de frecuencias, su carácter estable, intermitente, fluctuante o de impacto. Está comprobado que el ruido continuo se acepta mejor por el organismo que el discontinuo.

2.3.2.9. La audiometría

La pérdida de la audición es un proceso que se desarrolla de manera progresiva y es irreversible, generalmente es consecuencia de los largos periodos de exposición a altos niveles de ruidos. Este fenómeno es variable dentro los seres humanos, de tal manera que todas las personas no reaccionan de la misma manera a los mismos estímulos. Es por ello que las medidas de control y consecuencias se generan en base a probabilidades, dado que no existe una ley definida que describa y cuantifique los riesgos asociados. Es por tal razón que cada persona debe someterse a exámenes de audiometría para prevenir cualquier deficiencia en el nivel de audición. El control del nivel de audición y la detección de alguna patología en la audición, es necesario dado que influye en el desempeño laboral del trabajador, además de ello, condiciona la conducta de la persona.

Figura 4

Los efectos del ruido



Nota: (Hernández R. , 2013)

El ruido puede generar inseguridad, inquietud, agresividad, cierto grado de molestia, etc., además de producir una disminución de la efectividad en el trabajo de tipo mental, de precisión, etc.

2.3.2.10. Fisiología del Oído Humano

La audición es fundamental para el desarrollo del lenguaje humano, que es una forma de comunicación que se basa en el uso de sonidos. Sin la audición, no sería posible aprender a hablar ni a entender el lenguaje hablado, también es importante para otras actividades, como la música, la audición de sonidos naturales y la orientación espacial (Morada, 2018).

El oído humano tiene tres partes principales: el oído externo, el oído medio y el oído interno. El oído externo capta las ondas sonoras y las dirige hacia el oído medio. El oído medio amplifica las ondas sonoras y las transmite al oído interno. El oído interno convierte las ondas sonoras en impulsos eléctricos que son enviados al cerebro.

El cerebro interpreta los impulsos eléctricos como sonidos. El cerebro puede identificar diferentes sonidos, como voces, música y ruido. El cerebro también puede determinar la dirección de los sonidos y la distancia a la que se encuentran las fuentes de sonido (Hernández, 2013).

2.3.2.10.1. *Rango Audible*

El oído humano no solo capta las ondas sonoras, sino que también las analiza para determinar su frecuencia y amplitud. Esto le permite distinguir entre sonidos diferentes, incluso cuando se producen al mismo tiempo. Por ejemplo, podemos escuchar la melodía de un violín en una orquesta, o el traqueteo de las válvulas de un

motor entre el ruido del tráfico. Además de la audición, el oído también es importante para el equilibrio, algunas afecciones del oído pueden provocar mareos o vértigos.

La sensación sonora que percibimos depende de dos factores principales: la frecuencia y la amplitud de las ondas sonoras.

- La frecuencia determina el tono del sonido. Los sonidos agudos tienen frecuencias altas, mientras que los sonidos graves tienen frecuencias bajas.
- La amplitud determina la sonoridad del sonido. Los sonidos más intensos tienen amplitudes mayores.

En general, la sonoridad y el tono están relacionados. Un sonido con una frecuencia y una amplitud altas será más intenso y agudo que un sonido con una frecuencia y una amplitud bajas.

a. Tono, frecuencias y anchos de banda normalizados

El tono es una cualidad acústica que está ligada a la frecuencia de las ondas sonoras. El oído humano puede percibir frecuencias entre 20 Hz y 20 kHz, pero la sensibilidad al sonido disminuye con la edad.

Los sonidos con frecuencias altas se perciben como agudos, mientras que los sonidos con frecuencias bajas se perciben como graves. Sin embargo, la relación entre frecuencia y tono no es lineal. Por ejemplo, un sonido con una frecuencia de 400 Hz se percibe como más agudo que un sonido con una frecuencia de 300 Hz, pero no el doble de agudo.

Para facilitar el estudio del tono, se suele dividir la gama de audio en tres zonas:

- Graves: 20-360 Hz
- Medias: 360-1400 Hz

- Agudos: 1400-20000 Hz

Los instrumentos que miden los niveles de intensidad de las diferentes frecuencias se denominan analizadores de frecuencia. Estos instrumentos utilizan filtros de paso de banda para seleccionar un estrecho margen de frecuencias. De esta forma, pueden determinar el contenido espectral de la señal acústica.

b. Timbre: espectro asociado a un ruido o sonido

El timbre es una cualidad del sonido que nos permite distinguir entre dos sonidos con la misma frecuencia fundamental e intensidad total. Esto se debe a que los sonidos no están formados por una única frecuencia, sino por una serie de frecuencias que se superponen, a estas frecuencias se les denomina armónicos.

Los instrumentos musicales, por ejemplo, producen sonidos con diferentes timbres porque tienen diferentes proporciones de armónicos. El violín, por ejemplo, produce sonidos con muchos armónicos altos, lo que le da un sonido brillante. El piano, en cambio, produce sonidos con más armónicos bajos, lo que le da un sonido más suave.

En general, los sonidos con más armónicos altos se perciben como más brillantes y metálicos. Los sonidos con más armónicos bajos se perciben como más suaves y cálidos.

2.3.2.10.2. Enmascaramiento

El enmascaramiento sonoro es un fenómeno que ocurre cuando la presencia de un sonido dificulta o impide la percepción de otro sonido. En ausencia de ruido de fondo, el umbral de audición es el nivel mínimo de intensidad que un sonido debe tener

para ser audible. Sin embargo, en presencia de ruido de fondo, el sonido deseado debe tener un nivel de intensidad más alto para superar el ruido de fondo y ser audible.

El enmascaramiento es mayor cuando los dos sonidos tienen frecuencias cercanas. Por ejemplo, es más difícil escuchar una conversación en una habitación ruidosa cuando las personas que hablan tienen voces agudas. El enmascaramiento sonoro puede ser beneficioso o perjudicial. Por ejemplo, puede ayudarnos a no escuchar los sonidos molestos del exterior. Sin embargo, también puede impedirnos escuchar sonidos importantes, como las conversaciones en locales ruidosos.

2.3.2.10.3. *Recepción Binaural*

La audición binaural es la capacidad de escuchar con los dos oídos. Esta capacidad nos permite determinar la posición de una fuente sonora. Esto se debe a que las ondas sonoras llegan a los oídos con una ligera diferencia de tiempo. Esta diferencia de tiempo depende de la dirección de la fuente sonora. Por ejemplo, si una fuente sonora está a la derecha, las ondas sonoras llegarán primero al oído derecho que al izquierdo. El cerebro utiliza esta diferencia de tiempo para determinar que la fuente sonora está a la derecha. Además de la diferencia de tiempo, la diferencia de intensidades entre los oídos también contribuye a la sensación direccional de los sonidos. Esta diferencia de intensidades es mayor a altas frecuencias.

2.3.2.10.4. *El oído humano*

El oído es un órgano complejo que se encuentra en el hueso temporal. Desde el punto de vista anatómico y funcional, podemos dividirlo en tres partes:

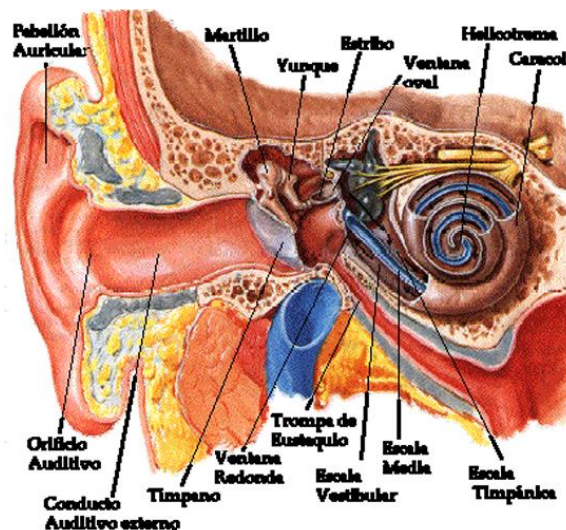
- Oído externo: Recoge las ondas sonoras y las convierte en vibraciones.
- Oído medio: Amplifica las vibraciones y las transmite al oído interno.

- Oído interno: Convierte las vibraciones en señales eléctricas que se transmiten al cerebro.

En la figura 5 se observan las diferentes partes del oído.

Figura 5

Partes del oído humano



Nota: (Hernández, 2013)

2.3.2.11. Hipoacusia

La pérdida de audición es la disminución o la ausencia de la capacidad de escuchar. Puede afectar a un solo oído (pérdida de audición unilateral) o a los dos oídos (pérdida de audición bilateral).

La hipoacusia inducida por ruido (HIR) es una pérdida de audición causada por la exposición a ruidos fuertes. Es un problema de salud que se está volviendo cada vez más común, a medida que la civilización avanza (Hernández & Gutiérrez, 2006).

La exposición a ruidos fuertes puede causar una serie de trastornos, incluyendo:

- Incapacidad para la comunicación personal
- Reducción de la calidad de vida
- Dificultades para la socialización

Este fenómeno se conoce como socioacusia, en el medio laboral, la HIR puede ser causada por dos factores:

- La exposición a niveles altos de ruido ambiental
- La exposición a productos tóxicos, como el anhídrido carbónico, el arsénico y el tolueno.

2.3.2.12. Normativa del Ruido en Laboratorios

Los límites de dosis de ruido permitido en un laboratorio académico están establecidos en la R.M. N° 375-2008-TR, emitida por el Ministerio de Trabajo. Esta norma establece los siguientes límites de dosis de ruido para laboratorios académicos:

- Límite diario: 85 dB(A) durante 8 horas.
- Límite semanal: 90 dB(A) durante 40 horas.
- Límite mensual: 95 dB(A) durante 160 horas.

Estos límites se aplican a todos los laboratorios académicos, independientemente de su tamaño o ubicación. Los laboratorios que excedan estos límites están sujetos a sanciones administrativas, que pueden incluir multas, clausura temporal o definitiva. Es importante tener en cuenta que los límites de dosis de ruido

se basan en el nivel de presión sonora continua equivalente ponderada A (Leq). Este nivel se mide durante un período de 8 horas y representa el nivel de ruido promedio al que está expuesto una persona.

Para cumplir con los límites de dosis de ruido, los laboratorios académicos deben tomar las siguientes medidas:

- Utilizar equipos y maquinarias que generen poco ruido.
- Aislar las fuentes de ruido.
- Instalar sistemas de ventilación y aire acondicionado que reduzcan el ruido.
- Educar a los trabajadores sobre la importancia de reducir el ruido.

En caso de que el laboratorio no pueda cumplir con los límites de dosis de ruido, debe presentar un plan de mitigación al Ministerio de Salud. Este plan debe incluir las medidas que se tomarán para reducir el ruido y el cronograma para su implementación.

En el caso de la normativa para el ruido ambiental, el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM establece los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) con el objetivo de proteger la salud pública, mejorar la calidad de vida y fomentar el desarrollo sostenible, este marco normativo establece los límites permisibles de ruido en zonas residenciales, comerciales, industriales y de protección especial durante el día y la noche.

2.4. Marco Conceptual

2.4.1. Peligro

Situación o característica intrínseca de algo capaz de ocasionar daños a: las personas, equipos, procesos y ambiente.

2.4.2. *Riesgo*

Probabilidad de que un peligro se materialice en determinadas condiciones y genere daños a las personas, equipos y al ambiente.

2.4.3. *Nivel de ruido*

Según la Organización Panamericana de la Salud, se define al ruido como la energía acústica emitida por la fuente de sonido. Es un valor absoluto que no se ve afectada por el entorno, y es independiente de la distancia.

2.4.4. *Tiempo de exposición*

Es el tiempo que un trabajador está expuesto a los riesgos laborales.

2.4.5. *Frecuencia*

Es una repetición de un hecho o un suceso. Es también el número de veces que se repite un proceso periódico en un intervalo de tiempo determinado. Número de oscilaciones, vibraciones u ondas por unidad de tiempo en cualquier fenómeno periódico.

2.4.6. *Sonido*

La percepción de las variaciones de la presión del aire por parte de nuestro oído.

2.4.7. *Ruido*

Comprende todos aquellos sonidos que se caracterizan por ser desagradables y presentarse con una cierta intensidad.

2.4.8. *Hipoacusia*

Pérdida funcional, de leve a moderada, de la capacidad auditiva del trabajador.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método y Tipo de Investigación

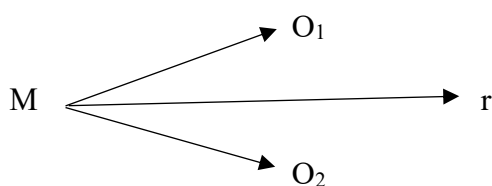
La investigación presenta un enfoque cualitativo determinado por la evaluación de los factores de riesgos, así también, presenta un enfoque cuantitativo dado que se utilizaron variables cuantitativas como la emisión de ruidos en decibeles para cuantificar dicha variable.

Se ha desarrollado una investigación de tipo aplicada, con el objetivo de resolver un problema en específico como es la exposición a excesivos niveles de ruido.

La investigación aborda un diseño experimental ya que realizaremos monitoreos del nivel de ruido producido por los equipos y evaluaremos el nivel de ruido que absorbe las personas inmersas en el área, 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.

La investigación desarrolla un nivel 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.

Se enfocará a responder las causas de la generación de ruido y su interés se centra en explicar por qué y en qué medida afecta al sujeto evaluado.



Donde:

M = Muestra.

O_1 = Medición del ruido.

O_2 = Reportes sobre malestares por ruido, en docentes, estudiantes y administrativos.

r = Relación entre el ruido y los niveles de reportes de malestares por ruido

Para demostrar que O_1 influye en O_2 , a más alto nivel de ruido mayor es el malestar generado por el ruido y el riesgo potencial de problemas auditivos.

3.2. Unidad de Análisis

El desarrollo del proyecto se llevó a cabo en las instalaciones educativas del laboratorio de Ingeniería de Gestión Minera de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, ubicada en la Av. Alameda San Marcos 11, Chorrillos 1506, lugar donde se recopiló la información necesaria sobre la problemática en estudio. La evaluación de la unidad de análisis se llevó a cabo teniendo en cuenta a la población principalmente afectada: docentes y alumnos.

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población de Estudio

La población de estudio corresponde a los alumnos, profesores y trabajadores administrativos del Laboratorio de Gestión Minera, y los ambientes aledaños que corresponden a 3 salones de clases teóricas (30 personas c/u), 1 oficina administrativa (10 personas), y 1 laboratorio de resistencia de materiales (12 personas), de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas - Sede Chorrillos- Lima.

3.3.2. Muestreo

Las muestras de estudio en una primera etapa corresponden a 9 equipos del laboratorio de Ingeniería de Gestión Minera, distribuidos en 3 zonas, tal y como se describe en la tabla 3. En la segunda etapa, las muestras quedaron definidas por 6 personas. El criterio para la selección de muestras en la primera etapa se basó en el trabajo realizado a diario por los equipos, y en la segunda etapa quedo definida por 1 persona por ambiente, dado que el nivel de ruido que percibe cada persona en un determinado lugar, bajo las mismas condiciones para cada persona, se puede asumir como el mismo, teniendo en cuenta el criterio de exclusión que limita el estudio para aquellas personas que usan el laboratorio (estudiantes, docentes y trabajadores del laboratorio de Ingeniería de Gestión Minera). La distribución de las personas evaluadas en la fase se describe en la tabla 4.

En la tercera fase, se encuestó a 87 personas, con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 3

Zonas evaluadas y equipos

Zona de monitoreo	Equipo
1	Chancadora de mandíbulas
	Pulverizador de discos
	Pulverizador de bolas
	Celda de flotación
2	Ro - Tap eléctrico
	Balanza digital
	Sala de control
3	Horno de secado
	Extractor de testigos
	Cortador de testigos

Nota: Se consideran 3 zonas.

Tabla 4*Áreas evaluadas*

Área	Aforo	Muestra	Cargo
Laboratorio de Gestión minera	12	1	Profesor
Salón A	30	1	Alumno
Salón B	30	1	Profesor
Salón C	30	1	Alumno
Administrativo	10	1	Administrador
Laboratorio de resistencia de materiales	12	1	Alumno

Nota: Se evalúan docentes, administrativos y alumnos.

3.4. Variables

Las variables por considerar son:

3.4.1. Variable Independiente

- Emisiones acústicas

3.4.2. Variable Dependiente

- Riesgo Laboral

3.4.3. Variables Intervinientes Controladas

- Matriz IPERC
- Plan de seguridad
- Fichas de registro
- Disposición de los equipos

Para el tratamiento de los datos se utilizarán encuestas y mediciones con sonómetro y dosímetro, a fin de determinar los niveles de ruidos de los equipos usados, y el nivel de riesgo por exposición de los trabajadores a los equipos de laboratorio durante las jornadas laborales, teniendo en cuenta el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, la información obtenida se procesó con métodos estadísticos.

Tabla 5*Variables y su operacionalización*

Variable	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Emisiones acústicas	Es una perturbación mecánica no deseada que se propaga en un medio material elástico y que tiene la propiedad de provocar una sensación auditiva.	Nivel de Ruido	Decibles	Ficha de registro del ruido.
		Tiempo de exposición	Horas / Día	Ficha de registro del origen y naturaleza del ruido
		Frecuencia	Días / Semana	
Riesgo laboral	Es la probabilidad de que un peligro en el entorno laboral se materialice en determinadas condiciones y genere daños a personas, equipos y al ambiente	Peligro	Identificación del peligro	Ficha de registro de hipoacusia en las personas.
		Riesgo	Probabilidad de ocurrencia	Encuesta de percepción del ruido

Nota: Se presenta la definición, dimensión, indicador e instrumento de las variables.

3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.5.1. Técnicas de Recolección de Datos

Las técnicas de selección se realizaron de manera sistemática, realizando mediciones de los decibeles generados por los equipos de laboratorio en periodos determinados.

3.5.2. Instrumentos

Los instrumentos utilizados para la recolección de información fueron fichas de registro de datos, registro de niveles de decibeles y registro de la percepción que siente el personal expuesto al ruido, para ello se empleó:

- Sonómetro marca Cirrus Modelo CK162B para establecer los decibeles en las diferentes áreas y determinar si exceden los LMP y/o ECA.

- Dosímetro marca CRIFFER modelo Sonus-2 Plus para establecer la dosis de ruido a la que quedan expuestos las personas que participan de las actividades de laboratorio y personal aledaño.
- Cuestionario socio laboral con respecto al ruido por parte de administrativos, estudiantes y docentes de la UPC – Sede Chorrillos.

La aplicación y recolección de la información requerida se realizó en las siguientes fases:

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 Ingeniería de Gestión Minera de la UPC, 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.

Evaluación de exposición al ruido en base al Decreto Supremo N° 085 – 2003-PCM, y R.M. N° 375-2008-TR, “Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico”, el procedimiento iniciará colocando los sonómetros a una distancia no menor de 0.4m de cada equipo de laboratorio, la medición será realizada en decibeles y con el filtro(A), usaremos el método de ingeniería (ISO 9612:2009, IDT), utilizando la estrategia basada en la jornada de trabajo.

Se realizó la medición de la presión sonora de 9 equipos del laboratorio de Ingeniería de Gestión Minera en un periodo de 5 días, de 08:00 am a 20:00 pm, empleando un sonómetro, con la finalidad de identificar los equipos que producen mayor ruido.

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. Para ello, se empleó un dosímetro.

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, con la finalidad de determinar los puestos de trabajo expuestos a niveles de ruido que, según la opinión del sujeto evaluado, generan molestias.

3.6. Técnicas e Instrumentos de Acopio de Información

3.6.1. Técnicas

- Observación del entorno
- Encuesta

3.6.2. Instrumentos

- Cuestionarios
- Equipo de monitoreo (sonómetro)

3.7. Procedimientos y Análisis de la Información

3.7.1. Medidas Estadísticas

- Medidas de tendencia central
- Medidas de variabilidad

3.7.2. Representación

- Tablas
- Gráficas
- Figuras

3.7.3. *Contraste o Comprobación de la Hipótesis*

El procedimiento es comparativo y estadístico a partir de los datos obtenidos.

3.8. Hipótesis

3.8.1. *Hipótesis General*

- Los riesgos laborales por emisiones acústicas son desfavorables para los trabajadores y alumnos de los laboratorios de la carrera de Ingeniería de Gestión Minera de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas – Chorrillos - Lima - 2019.

3.8.2. *Hipótesis Específicas*

- El nivel de emisiones acústicas excede ocasionalmente los niveles de estándares de calidad ambiental (desfavorable) en los laboratorios de la carrera de Ingeniería de Gestión Minera de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas – Chorrillos - Lima – 2019.
- Los trabajadores y estudiantes se encuentran en riesgo laboral por los niveles desfavorables de emisiones acústicas en los laboratorios de la carrera de Ingeniería de Gestión Minera de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas – Chorrillos - Lima – 2019.

CAPÍTULO IV

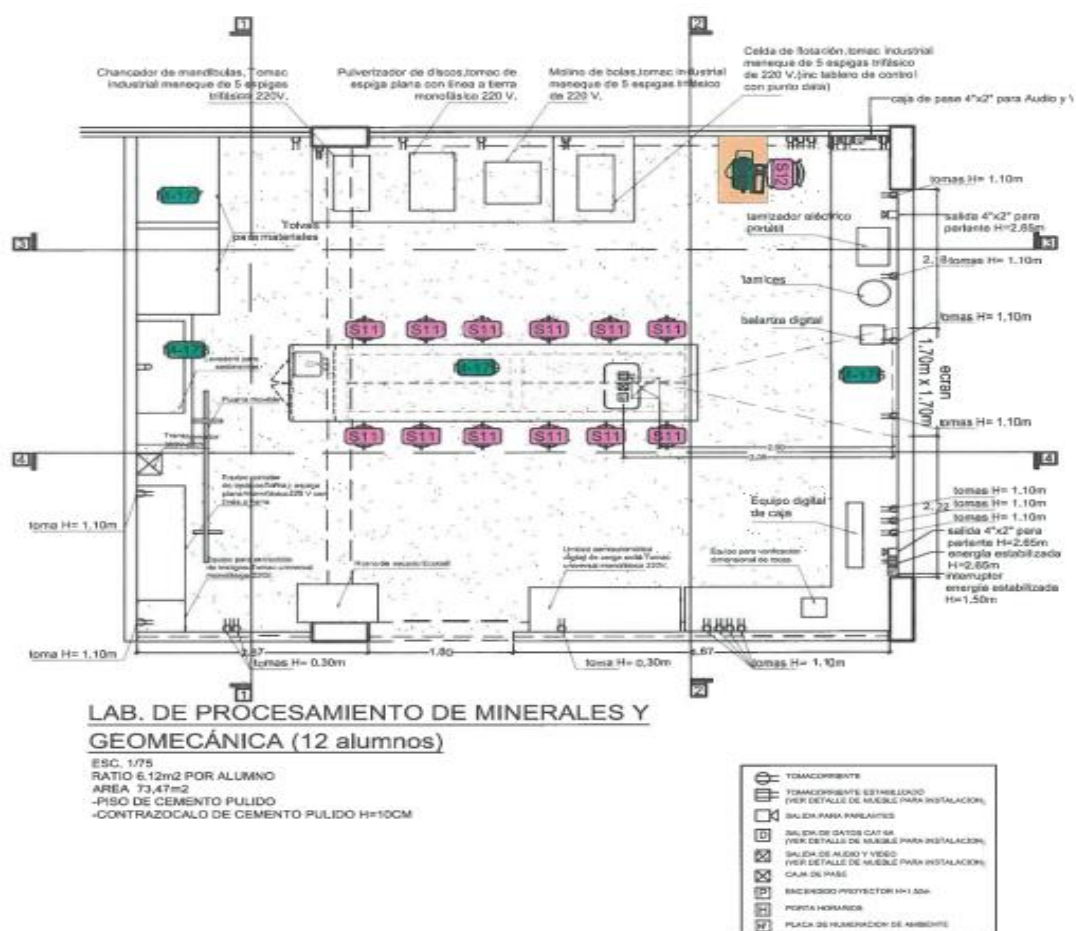
RESULTADOS

4.1. Descripción de los Equipos de Laboratorio de Ingeniería de Gestión Minera – UPC

Se detallan 9 equipos usados en Laboratorio de Ingeniería de Gestión Minera de la UPC, los cuales se representan en el plano de la figura 6.

Figura 6

Plano del Laboratorio de Ingeniería de Gestión Minera de la UPC



Nota: Muestra las divisiones.

4.1.1. Chancadora de Mandíbulas

Equipo de dimensiones 4x5, cumple la función de reducir de tamaños los minerales en bruto, es decir, es aplicado en la primera etapa del chancado del mineral. Este equipo es ideal para minerales duros, abrasivos y de alta resistencia a la compresión, y son empleados de manera intermitente, al menos 5 veces por día en periodos de 20 a 30 minutos.

4.1.2. Pulverizador de Discos

Equipo usado para reducir a polvo una muestra de tamaño adecuado, por la acción de 2 discos en rotación a alta velocidad., y es usado al menos 2 veces por día en periodos de 40 a 60 minutos.

4.1.3. Pulverizador de Bolas

Está diseñado para pulverizar muestras de minerales y dejarlas aptas para el análisis químico en laboratorio. Esta máquina cumple con la función de preparar muestras de testigos, concentrados, relaves y productos intermedios empleando bolas como medio pulverizador.

4.1.4. Celda de Flotación

Equipo usado en las pruebas de concentración de minerales mediante proceso de flotación, opera con un mecanismo de flotación para variar altura, además de un tubo vertical con una válvula regulable que insufla aire. El equipo es programable con respecto al RPM del impulsor y el flujo de aire, y trabaja al menos 1 vez por día, con un periodo de tiempo de 120 a 140 minutos.

4.1.5. Ro-Tap Automático

Es un equipo usado para clasificar minerales en distintos tamaños mediante movimiento circular horizontal y un movimiento de golpeteo vertical, la cual emplea un determinado juego de mallas, donde se depositan los minerales en función a su tamaño. El equipo opera al menos 3 veces por semana, con periodos de 30 a 40 minutos.

4.1.6. Balanza Analítica

Equipo de precisión para medir pesos, usado al menos 3 veces por hora en la mayoría de las prácticas de laboratorio.

4.1.7. Horno de Secado

Equipo usado para secar muestras, el cual cuenta con 4 niveles y un variador de temperatura de 50 ° C a 300 °C. Opera a diario desde las 08:00 am hasta las 19:00 pm, variando la temperatura según lo requiera la operación.

4.1.8. Extractor de Testigos

Un sacatestigos es un tipo de barreno específicamente diseñado para extraer un trozo cilíndrico de material, de manera similar a una sierra para hacer cortes circulares. El material que queda dentro de la herramienta de perforación es denominado el testigo, opera casi toda la jornada laboral.

4.1.9. Cortador de Testigos

Es una máquina empleada para cortar testigos para fines de reducir el tamaño de los testigos opera casi siempre en conjunto con el equipo extractor y en toda la jornada laboral.

4.2. Delimitación de Zonas y Puntos de Medición

Se delimitó el laboratorio de Ingeniería de Gestión Minera en 3 zonas bien definidas:

- **Zona 1:** Comprende los equipos necesarios para el desarrollo de las pruebas de procesamiento de minerales, tales como: Chancadora, pulverizador de discos, pulverizador 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:** Comprende los equipos empleados en las prácticas de geomecánica como el extractor, cortador de testigos, además de un horno de secado.

La figura 6 representa la delimitación de las zonas y los puntos de muestreo, los cuales serán monitoreados según la frecuencia del uso de los equipos.

4.3. Resultados de Monitoreo del Ruido

En el monitoreo del ruido se tomaron en cuenta 9 puntos divididos en 3 zonas de laboratorio de Ingeniería de Gestión Minera, las cuales corresponden a la ubicación de los equipos empleados en las prácticas de los cursos pertinentes. Empleando un sonómetro se midió el ruido de 9 equipos de laboratorio, tales como: Chancadora de

mandíbulas, pulverizador de discos, pulverizador de bolas, celda de flotación, Ro-Tap eléctrico, Balanza analítica, Extractor de testigos y cortador de testigos, los cuales se identifican en el plano de la figura 6. Las mediciones del ruido se realizaron en un periodo de 12 horas comprendidas entre las 08:00 AM y 20:00 PM.

4.3.1. Resultados de Monitoreo del Ruido de la Chancadora

La tabla 6 representa el total de datos reportados por el sonómetro, midiendo el ruido de la chancadora cuando estuvo parada y operando. El sonómetro estuvo instalado a 0.4 metros de distancia del equipo. La figura 7 representa la nube de puntos de los datos de medición de ruido, identificándose claramente que los niveles de ruido sobrepasaron los límites permisibles cuando la chancadora estuvo en operación. El tiempo promedio considerado de operación del equipo fue de 15 minutos. Las emisiones acústicas reportados cuando el equipo estuvo parado, corresponden a las interferencias de sonido por operación aledaños en el laboratorio.

Tabla 6

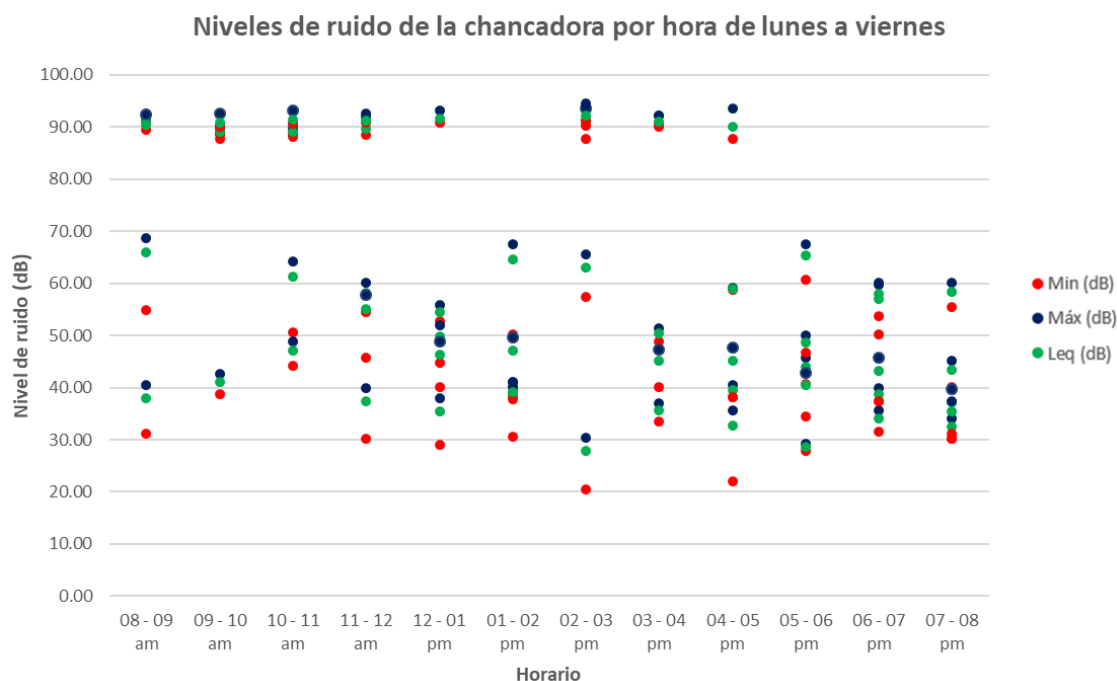
Data de emisiones acústicas en decibeles (dB) de una chancadora de quijadas

Horario	Lunes			Martes			Miércoles			Jueves			Viernes		
	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq
08 - 09 am	54.78	68.74	65.90	91.40	92.55	91.72	91.11	92.20	91.41	89.44	92.45	90.41	31.11	40.58	38.03
09 - 10 am	87.68	92.57	89.50	88.74	90.07	89.11	88.74	90.07	89.11	90.08	92.64	90.87	38.77	42.63	41.12
10 - 11 am	88.11	89.70	88.57	88.41	90.65	89.09	50.51	64.15	61.32	90.55	93.13	91.35	44.12	48.75	47.02
11 - 12 am	88.54	91.99	89.69	90.77	92.54	91.28	54.47	60.11	58.15	45.74	57.81	55.06	30.28	39.87	37.31
12 - 01 pm	52.78	55.77	54.53	90.78	93.14	91.50	44.78	52.02	49.76	40.07	48.78	46.32	29.08	37.99	35.50
01 - 02 pm	50.12	67.44	64.51	38.44	41.15	40.00	30.58	41.11	38.47	39.15	49.65	47.01	37.80	40.07	39.08
02 - 03 pm	57.44	65.46	63.09	20.44	30.47	27.87	87.78	94.48	90.61	90.33	93.45	91.34	91.18	94.09	92.11
03 - 04 pm	90.08	92.22	90.72	33.45	37.08	35.63	48.80	51.44	50.32	40.04	47.36	45.09	90.48	92.17	90.97
04 - 05 pm	87.65	93.54	90.01	21.99	35.55	32.73	38.09	40.55	39.49	38.12	47.77	45.21	58.70	59.21	58.96
05 - 06 pm	60.77	67.59	65.40	27.84	29.22	28.58	40.69	45.80	43.96	34.45	42.88	40.45	46.62	50.07	48.68
06 - 07 pm	50.11	59.64	57.09	31.47	35.60	34.01	37.40	39.84	38.79	37.42	45.66	43.26	53.69	60.08	57.97
07 - 08 pm	55.44	60.06	58.34	30.20	34.11	32.58	40.07	45.18	43.34	30.17	39.65	37.10	31.10	37.45	35.34

Nota: La unidad de los datos es decibelios (dB).

Figura 7

Niveles de ruido totales captados de la chancadora



Nota: Nubes de puntos de los datos mínimos, máximos y equivalentes registrados en una semana.

Se calculó el nivel de ruido generado por la chancadora en operación, para ello se tomaron en cuenta los valores de emisiones de ruido que sobrepasaron el valor de 85 dB, considerado valor LMP de emisiones acústicas en laboratorios. El valor del ruido generado por la chancadora fue de 90.61 dB, tal y como se observa en la tabla 7.

Tabla 7

Nivel de ruido generado por la operación de la chancadora

Equipo	Min (dB)	Máx (dB)	Leq (dB)	ECA
Chancadora	89.75	92.48	90.61	85

Nota: La unidad de los datos es decibelios (dB).

4.3.2. Resultados de Monitoreo del Ruido del Pulverizador

La tabla 8 representa el total de datos reportados por el sonómetro para un periodo de 12 horas de lunes a viernes. El criterio para tomar mediciones cuando el equipo no se encontró operando, fue, detectar perturbaciones en la medición como consecuencia del ruido de los equipos aledaños. La figura 8 representa la nube de puntos de los datos de medición de ruido, identificándose claramente que los niveles de ruido sobrepasaron los límites permisibles cuando la pulverizadora estuvo en operación. El tiempo promedio considerado de operación del equipo fue de 15 minutos.

Tabla 8

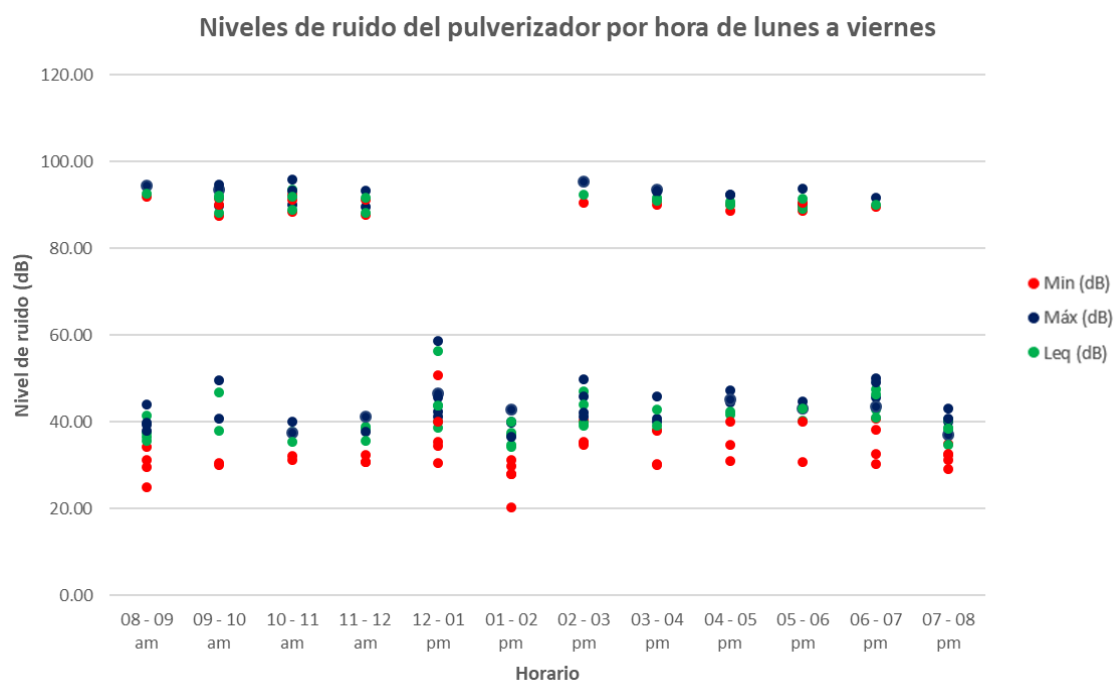
Data de emisiones acústicas en decibeles (dB) del pulverizador

Horario	Lunes			Martes			Miércoles			Jueves			Viernes		
	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq
08 - 09 am	34.11	44.00	41.41	31.11	39.87	37.40	24.85	39.44	36.58	91.87	94.58	92.72	29.49	38.04	35.60
09 - 10 am	30.07	49.66	46.70	30.55	40.65	38.04	87.41	89.94	88.19	91.47	93.46	92.06	90.00	94.71	91.73
10 - 11 am	32.11	40.03	37.67	88.51	90.07	88.96	92.47	95.78	93.56	31.14	37.44	35.34	91.16	93.42	91.84
11 - 12 am	87.70	89.56	88.24	91.11	93.35	91.79	32.45	41.27	38.80	30.66	41.11	38.47	30.66	37.80	35.56
12 - 01 pm	50.74	58.69	56.33	35.44	42.30	40.10	30.47	41.28	38.62	34.47	46.51	43.76	40.11	45.66	43.72
01 - 02 pm	27.88	37.10	34.58	29.77	40.01	37.39	20.33	39.77	36.81	31.11	42.78	40.06	28.01	36.59	34.14
02 - 03 pm	35.20	49.87	47.01	40.17	45.88	43.90	34.65	42.13	39.83	90.58	95.46	92.40	35.44	41.17	39.19
03 - 04 pm	30.33	40.78	38.14	37.89	40.08	39.12	30.07	45.82	42.92	91.01	93.45	91.76	89.96	93.14	91.00
04 - 05 pm	90.04	92.48	90.79	30.96	44.36	41.54	40.07	47.33	45.07	34.60	45.07	42.43	88.74	92.45	90.00
05 - 06 pm	88.70	90.06	89.08	89.77	90.34	89.92	90.46	93.80	91.56	30.77	42.97	40.21	40.09	44.68	42.97
06 - 07 pm	40.77	50.08	47.55	89.48	91.63	90.13	30.21	45.64	42.75	32.64	43.55	40.88	38.07	49.03	46.35
07 - 08 pm	34.88	40.55	38.58	32.27	40.07	37.73	31.29	43.13	40.40	28.99	37.05	34.67	32.47	40.76	38.35

Nota: La unidad de los datos es decibelios (dB).

Figura 8

Niveles de ruido totales captados del pulverizador



Nota: Nubes de puntos de los datos mínimos, máximos y equivalentes registrados en una semana.

Se calculó el nivel de ruido generado por el pulverizador de laboratorio en operación, para ello se tomaron en cuenta los valores de emisiones de ruido que sobrepasaron el valor de 70 dB. El valor del ruido generado por la pulverizadora fue de 91.13 dB, tal y como se observa en la tabla 9.

Tabla 9

Nivel de ruido generado por la operación del pulverizador

Equipo	Min (dB)	Máx (dB)	Leq (dB)	ECA
Pulverizador	90.23	93.05	91.13	85

Nota: La unidad de los datos es decibelios (dB).

4.3.3. Resultados de Monitoreo del Ruido del Pulverizador de Bolas

La tabla 10 representa el total de datos reportados por el sonómetro para un periodo de 12 horas de lunes a viernes, y la figura 9 representa la nube de puntos de los datos de medición de ruido, identificándose claramente que los niveles de ruido sobrepasaron los límites permisibles cuando el pulverizador de bolas estuvo en operación. El tiempo promedio considerado de operación del equipo fue de 40 minutos.

Tabla 10

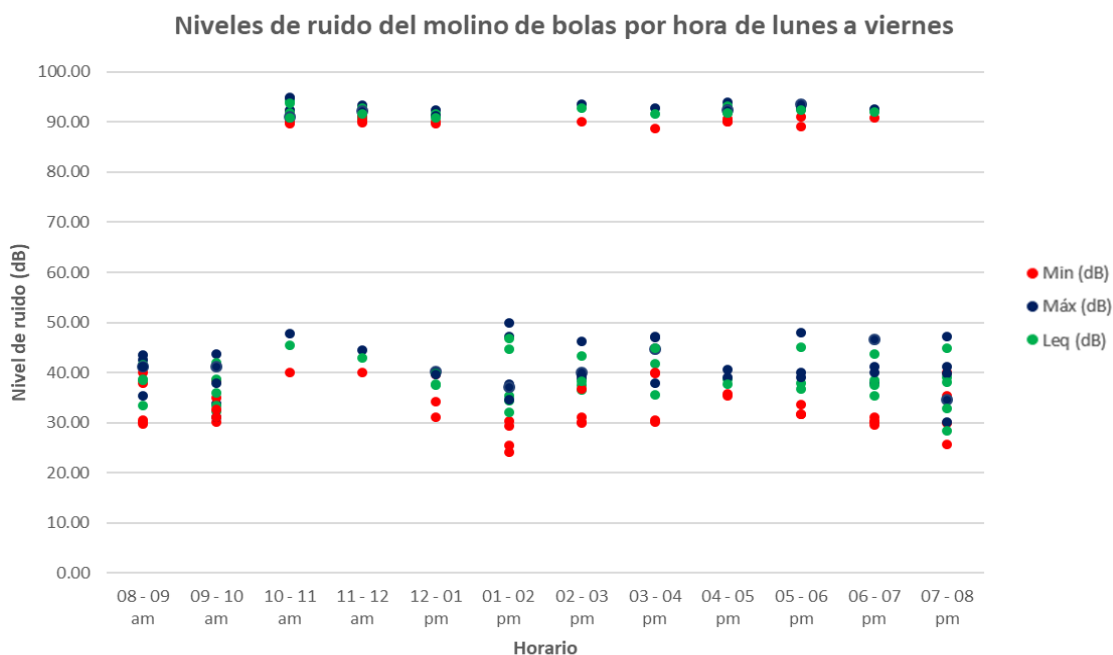
Data de emisiones acústicas en decibeles (dB) del pulverizador de bolas

Horario	Lunes			Martes			Miércoles			Jueves			Viernes		
	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq
08 - 09 am	37.80	43.60	41.60	29.77	35.46	33.49	40.11	42.64	41.56	30.14	41.27	38.58	30.47	41.16	38.51
09 - 10 am	38.45	43.78	41.89	30.11	33.78	32.32	35.03	31.14	33.51	31.14	41.17	38.57	32.59	37.86	35.98
10 - 11 am	92.13	94.77	94.05	90.17	92.45	91.81	89.70	94.86	93.72	89.97	91.14	90.78	40.00	47.88	45.53
11 - 12 am	90.42	91.08	90.87	89.97	91.17	90.81	91.23	93.45	92.83	90.33	92.25	91.70	40.09	44.51	42.84
12 - 01 pm	89.64	92.48	91.72	31.19	40.06	37.58	90.06	91.16	90.82	39.64	40.17	39.91	34.11	39.64	37.70
01 - 02 pm	37.04	47.22	44.61	30.29	49.87	46.91	29.45	37.77	35.36	24.11	37.14	34.34	25.55	34.57	32.07
02 - 03 pm	30.07	46.31	43.40	90.14	93.58	92.71	31.11	38.78	36.46	29.86	40.07	37.45	36.64	39.43	38.26
03 - 04 pm	39.88	47.04	44.80	88.64	92.71	91.73	30.54	37.86	35.59	30.07	44.67	41.81	40.03	47.21	44.96
04 - 05 pm	35.28	40.66	38.75	90.64	93.98	93.12	90.17	92.58	91.92	90.07	92.44	91.78	35.84	39.11	37.78
05 - 06 pm	31.67	48.02	45.11	33.65	40.05	37.94	31.67	39.08	36.79	89.07	93.64	92.58	91.14	92.88	92.37
06 - 07 pm	29.54	37.80	35.39	30.24	41.23	38.55	30.11	40.08	37.49	31.17	46.54	43.65	90.79	92.60	92.08
07 - 08 pm	40.00	47.17	44.92	34.79	41.11	39.01	35.46	39.79	38.14	29.84	34.67	32.89	25.67	30.16	28.47

Nota: La unidad de los datos es decibelios (dB).

Figura 9

Niveles de ruido totales captados del pulverizador de bolas



Nota: Nubes de puntos de los datos mínimos, máximos y equivalentes registrados en una semana.

El nivel del ruido generado por la operación del pulverizador de bolas en laboratorio fue de 92.18 dB, calculado a partir de los valores de la tabla de monitoreo de ruido que sobrepasaron los 85 dB, tal y como se observa en la tabla 11.

Tabla 11

Nivel de ruido generado por la operación del pulverizador de bolas

Equipo	Min (dB)	Máx (dB)	Leq (dB)	ECA
Pulverizador de bolas	90.31	92.88	92.18	85

Nota: La unidad de los datos es decibelios (dB).

4.3.4. Resultados de Monitoreo del Ruido de la Celda de Flotación

El reporte del sonómetro demostró que los valores mínimos y máximos del ruido generado por la operación de la celda de flotación no sobrepasaron los límites máximos permisibles según Decreto Supremo N° 085 – 2003-PCM, y R.M. N° 375-2008-TR, “Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico”, tal como se puede identificar en la tabla 12. En la figura 10 se puede observar los valores de la medición del ruido cuando la celda estuvo operando, cuyo valor mínimo reportado fue de 74.27 dB, y el valor máximo reportado de 84.10 dB. Se reportó un tiempo de operación promedio de 40 minutos.

Tabla 12

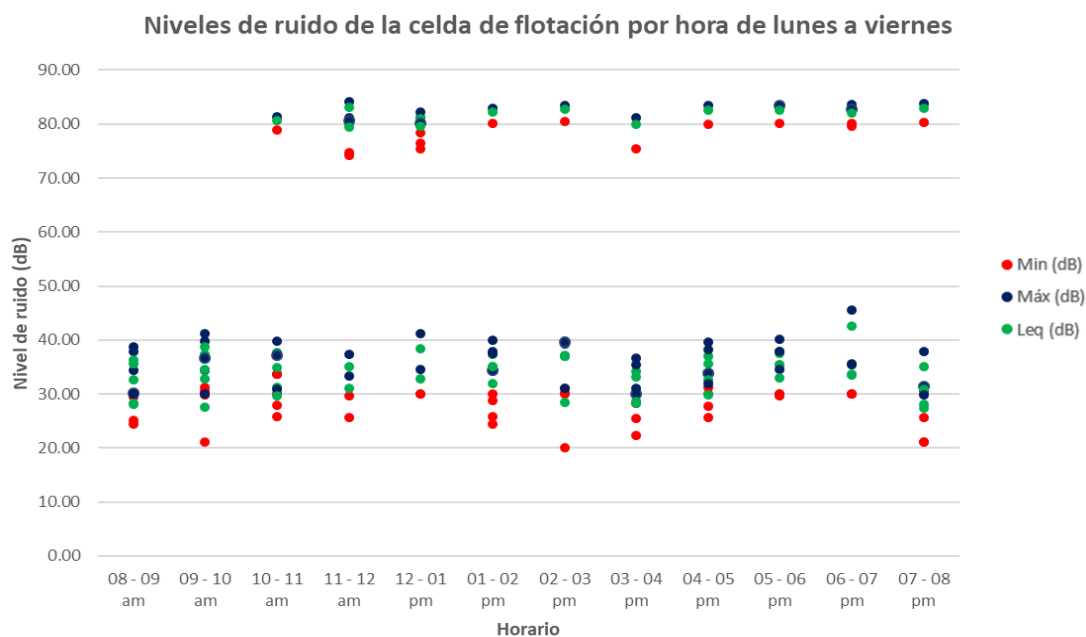
Data de emisiones acústicas en decibeles (dB) de la celda de flotación

Horario	Lunes			Martes			Miércoles			Jueves			Viernes		
	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq
08 - 09 am	29.54	34.46	32.66	30.24	37.88	35.56	30.14	38.74	36.29	25.14	30.15	28.33	24.46	30.06	28.11
09 - 10 am	30.47	39.87	37.33	31.16	41.28	38.67	29.84	34.45	32.73	30.08	36.63	34.49	21.14	30.07	27.58
10 - 11 am	25.88	33.61	31.28	33.64	39.78	37.72	78.84	81.37	80.68	30.04	37.17	34.93	27.86	30.89	29.63
11 - 12 am	80.24	84.10	83.15	29.63	37.38	35.04	74.64	81.11	79.81	74.27	80.64	79.35	25.64	33.34	31.01
12 - 01 pm	75.48	81.23	80.01	30.09	41.11	38.43	76.38	82.24	81.01	78.45	80.17	79.67	30.07	34.48	32.81
01 - 02 pm	80.07	82.99	82.22	30.06	40.00	37.41	28.88	37.54	35.08	25.86	34.47	32.02	24.36	37.87	35.05
02 - 03 pm	31.15	39.36	36.96	80.54	83.45	82.68	30.06	39.84	37.26	30.16	39.61	37.07	20.11	31.14	28.46
03 - 04 pm	28.44	36.57	34.18	75.46	81.22	80.00	28.34	35.40	33.17	25.45	30.04	28.33	22.28	31.15	28.67
04 - 05 pm	30.02	39.64	37.08	27.77	38.16	35.53	80.00	83.44	82.57	31.17	33.86	32.72	25.58	31.98	29.87
05 - 06 pm	29.88	37.88	35.51	30.07	40.11	37.51	29.60	37.80	35.40	80.09	83.46	82.60	30.00	34.64	32.91
06 - 07 pm	30.08	35.51	33.59	79.66	83.64	82.67	30.04	45.51	42.62	80.07	82.69	81.98	30.08	35.63	33.69
07 - 08 pm	25.64	37.81	35.06	80.29	83.75	82.87	21.13	30.64	28.09	30.07	31.47	30.83	21.14	29.82	27.36

Nota: La unidad de los datos es decibelios (dB).

Figura 10

Niveles de ruido totales captados de la celda de flotación



Nota: Nubes de puntos de los datos mínimos, máximos y equivalentes registrados en una semana.

Se calculó el nivel de ruido generado por la celda de flotación, tomando en cuenta los valores de emisiones de ruido que no sobrepasaron el valor de 85 dB. El valor del ruido generado por la celda de flotación fue de 81.61 dB, tal y como se observa en la tabla 13.

Tabla 13

Nivel de ruido generado por la operación de la celda de flotación

Equipo	Min (dB)	Máx (dB)	Leq (dB)	ECA
Celda de flotación	78.81	82.54	81.61	85

Nota: La unidad de los datos es decibelios (dB).

4.3.5. Resultados de Monitoreo del Ruido del Ro-tap Eléctrico

Los reportes del ruido generado por la operación del Ro-tap eléctrico, y apagado, se describen en la tabla 14, y demuestra que los valores reportados no sobrepasan los límites permisibles, con un valor máximo reportado de 83.44 dB. La figura 11 representa la distribución de los valores mínimos, máximos y promedio, tomando en cuenta un tiempo de operación de 30 minutos.

Tabla 14

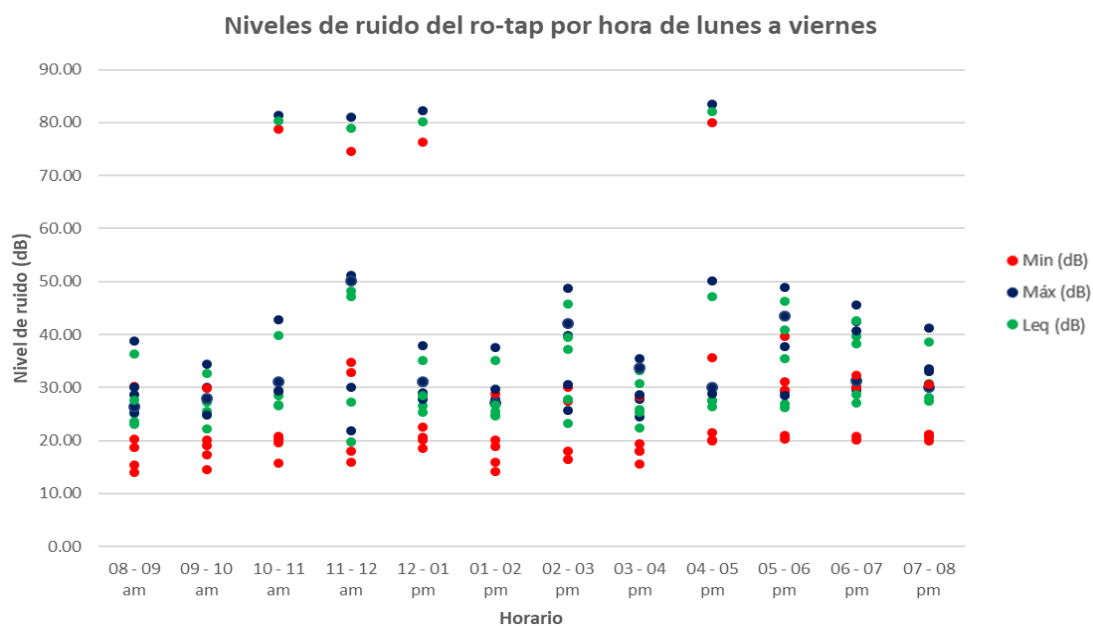
Data de emisiones acústicas en decibles (dB) del Ro-tap eléctrico

Horario	Lunes			Martes			Miércoles			Jueves			Viernes		
	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq
08 - 09 am	15.42	28.74	25.93	18.78	25.11	23.01	30.14	38.74	36.29	14.07	26.31	23.55	20.22	30.11	27.52
09 - 10 am	17.22	30.01	27.22	20.06	27.78	25.45	29.84	34.45	32.73	19.04	27.88	25.40	14.54	24.78	22.16
10 - 11 am	20.78	42.78	39.80	19.64	29.35	26.78	78.84	81.37	80.29	20.36	31.15	28.49	15.69	29.34	26.51
11 - 12 am	15.98	21.78	19.78	32.78	51.11	48.16	74.64	81.11	78.98	34.69	50.07	47.18	18.07	30.06	27.32
12 - 01 pm	20.11	29.08	26.59	18.55	27.78	25.26	76.38	82.24	80.23	20.65	31.14	28.50	22.55	37.98	35.09
01 - 02 pm	14.21	27.66	24.84	20.14	27.84	25.51	28.88	37.54	35.08	18.84	27.04	24.64	15.83	29.64	26.81
02 - 03 pm	27.48	48.79	45.81	18.04	25.61	23.30	30.06	39.84	37.26	30.21	42.15	39.41	16.45	30.66	27.81
03 - 04 pm	18.07	24.38	22.28	19.44	27.77	25.35	28.34	35.40	33.17	15.55	33.64	30.70	18.09	28.58	25.94
04 - 05 pm	20.07	30.09	27.49	35.64	50.08	47.22	80.00	83.44	82.05	21.52	30.11	27.66	19.99	28.87	26.39
05 - 06 pm	21.04	29.24	26.84	39.63	48.87	46.35	29.60	37.80	35.40	31.11	43.58	40.81	20.35	28.53	26.13
06 - 07 pm	30.07	42.44	39.67	20.06	29.55	27.00	30.04	45.51	42.62	20.78	31.26	28.62	32.25	40.78	38.34
07 - 08 pm	20.65	33.52	30.73	21.11	33.03	30.29	21.13	30.64	28.09	19.99	30.07	27.47	30.54	41.18	38.53

Nota: La unidad de los datos es decibelios (dB).

Figura 11

Niveles de ruido totales captados del Ro-tap eléctrico



Nota: Nubes de puntos de los datos mínimos, máximos y equivalentes registrados en una semana.

El ruido generado por la operación del Ro-Tap eléctrico fue de 44.65 dB, para ello se tomaron en cuenta los valores de emisiones de ruido cuando el equipo estuvo operando, tal y como se observa en la tabla 15. El nivel de ruido de este equipo no sobrepasa los límites permisibles.

Tabla 15

Nivel de ruido generado por la operación del Ro-tap eléctrico

Equipo	Min (dB)	Máx (dB)	Leq (dB)	ECA
Ro-Tap	34.49	83.44	44.65	85

Nota: La unidad de los datos es decibelios (dB).

4.3.6. Resultados de Monitoreo del Ruido del Horno de Secado

La tabla 16 representa el total de datos reportados por el sonómetro de lunes a viernes, para un periodo de 12 horas, y la figura 12 representa la nube de puntos de los datos de medición de ruido, identificándose claramente que los niveles de ruido no sobrepasaron los límites permisibles, reportando un valor máximo de 34.69 dB, teniendo en cuenta que el horno trabajó durante las 12 horas de monitoreo del ruido.

Tabla 16

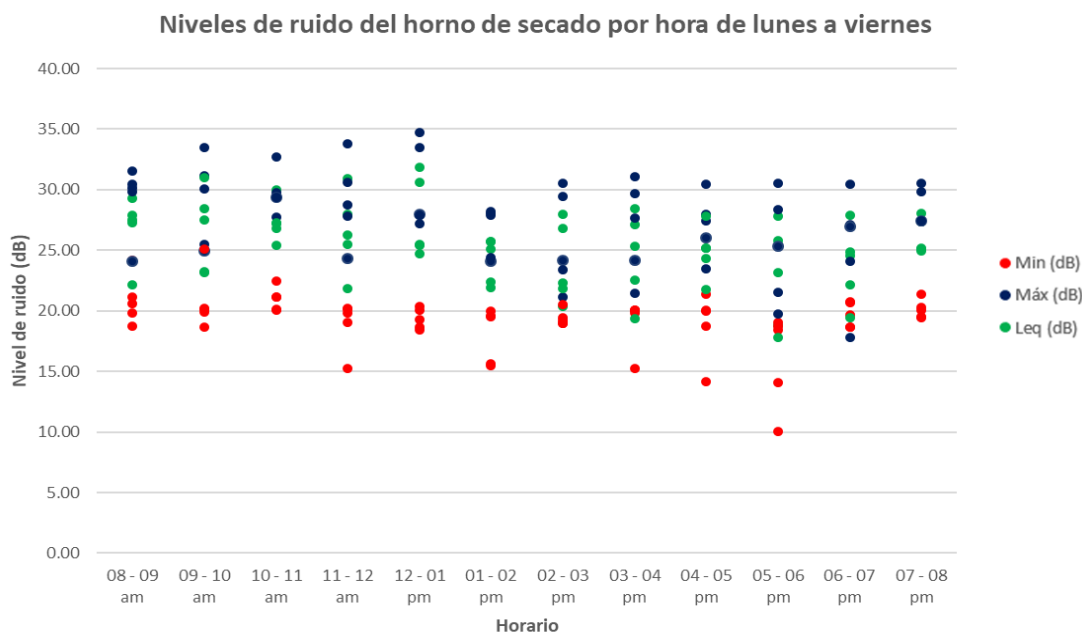
Data de emisiones acústicas en decibeles (dB) del horno de secado

Horario	Lunes			Martes			Miércoles			Jueves			Viernes		
	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq
08 - 09 am	24.15	31.55	29.27	19.80	30.11	27.49	21.15	30.44	27.91	18.77	24.06	22.18	20.60	29.83	27.31
09 - 10 am	20.19	30.07	27.48	18.66	25.46	23.27	20.14	31.15	28.47	19.88	24.97	23.13	25.07	33.45	31.03
10 - 11 am	21.17	32.68	29.97	20.14	27.77	25.45	21.17	29.75	27.30	20.08	29.37	26.84	22.47	29.37	27.17
11 - 12 am	19.08	33.79	30.92	19.85	28.73	26.25	20.18	30.59	27.96	15.28	24.35	21.85	20.14	27.84	25.51
12 - 01 pm	20.03	33.47	30.65	20.36	34.69	31.84	18.66	27.17	24.73	18.46	27.96	25.41	19.26	27.91	25.46
01 - 02 pm	15.64	27.87	25.11	20.01	28.07	25.69	19.48	28.22	25.75	19.57	24.11	22.41	15.48	24.39	21.90
02 - 03 pm	19.44	21.17	20.39	18.99	29.45	26.81	20.55	30.57	27.97	18.98	24.15	22.29	19.22	23.43	21.82
03 - 04 pm	20.05	31.11	28.43	20.08	29.65	27.09	19.86	27.68	25.33	20.06	24.14	22.56	15.25	21.47	19.39
04 - 05 pm	14.15	27.99	25.16	20.01	27.44	25.15	20.06	30.47	27.84	21.41	26.03	24.31	18.77	23.49	21.74
05 - 06 pm	10.04	21.51	18.80	18.45	30.55	27.80	19.07	28.34	25.82	18.76	25.35	23.20	14.07	19.74	17.77
06 - 07 pm	20.77	30.44	27.87	19.64	27.14	24.84	20.65	17.84	19.47	18.64	27.00	24.58	18.64	24.11	22.18
07 - 08 pm	21.39	30.54	28.03	20.33	29.87	27.32	19.45	27.33	24.98	20.03	27.44	25.15	19.55	27.42	25.07

Nota: La unidad de los datos es decibelios (dB).

Figura 12

Niveles de ruido totales captados del horno de secado



Nota: Nubes de puntos de los datos mínimos, máximos y equivalentes registrados en una semana.

El ruido generado por la operación del horno de secado fue de 26.43 dB, tomando en cuenta el total de los valores de emisiones de ruido reportados por el sonómetro, tal y como se observa en la tabla 17. El nivel de ruido de este equipo no sobrepasa los límites permisibles.

Tabla 17

Nivel de ruido generado por la operación del horno de secado

Equipo	Min (dB)	Máx (dB)	Leq (dB)	ECA
Horno de secado	19.86	34.69	26.43	85

Nota: La unidad de los datos es decibelios (dB).

4.3.7. Resultados de Monitoreo del Ruido de la Balanza Digital

Los reportes del ruido generado por la operación de la balanza digital se describen en la tabla 18, y demuestra que los valores reportados no sobrepasan los límites permisibles, con un valor máximo reportado de 34.11 dB. La figura 13 representa la distribución de los valores mínimos, máximos y promedio, tomando en cuenta que la balanza operó las 12 horas.

Tabla 18

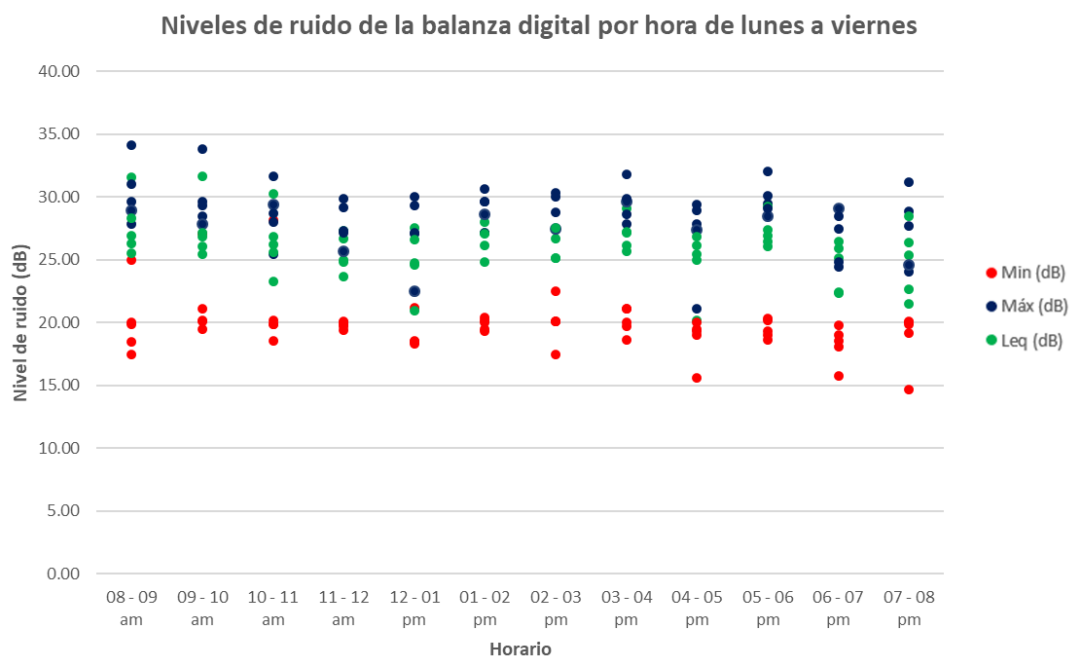
Data de emisiones acústicas en decibeles (dB) de la balanza digital

Horario	Lunes			Martes			Miércoles			Jueves			Viernes		
	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq
08 - 09 am	25.00	34.11	31.60	17.48	29.66	26.90	19.86	27.89	25.51	18.45	28.97	26.33	20.00	31.02	28.34
09 - 10 am	27.11	33.85	31.67	20.08	28.47	26.05	20.16	29.34	26.82	19.45	27.86	25.43	21.10	29.63	27.19
10 - 11 am	28.17	31.63	30.24	18.55	25.46	23.25	19.87	27.99	25.60	20.18	29.37	26.85	19.88	28.68	26.21
11 - 12 am	20.09	29.88	27.30	19.44	27.33	24.97	20.04	29.18	26.67	19.84	25.66	23.66	19.72	27.14	24.85
12 - 01 pm	21.15	30.06	27.57	18.45	27.08	24.63	18.54	27.17	24.72	18.44	22.52	20.94	18.34	29.33	26.65
01 - 02 pm	20.41	29.64	27.12	20.16	30.66	28.02	19.52	27.18	24.86	19.34	28.66	26.13	20.04	29.67	27.11
02 - 03 pm	22.54	28.77	26.69	20.14	30.01	27.43	20.09	27.44	25.16	20.07	27.45	25.17	17.44	30.34	27.55
03 - 04 pm	20.01	31.81	29.08	21.11	27.87	25.69	19.68	28.65	26.16	21.11	29.64	27.20	18.66	29.84	27.15
04 - 05 pm	19.45	27.84	25.42	19.02	21.12	20.20	15.64	28.93	26.12	19.34	27.38	25.00	20.02	29.37	26.84
05 - 06 pm	20.16	29.48	26.95	19.05	32.03	29.23	19.34	30.07	27.41	20.33	28.45	26.06	18.64	29.11	26.47
06 - 07 pm	19.82	27.44	25.12	18.55	24.47	22.45	15.74	24.86	22.35	18.12	29.11	26.43	19.00	28.44	25.90
07 - 08 pm	20.08	28.87	26.40	19.88	27.69	25.35	14.71	24.04	21.51	19.21	24.57	22.67	20.03	31.16	28.47

Nota: La unidad de los datos es decibelios (dB).

Figura 13

Niveles de ruido totales captados de la balanza digital



Nota: Nubes de puntos de los datos mínimos, máximos y equivalentes registrados en una semana.

El ruido generado por la operación de la balanza digital fue de 26.65 dB, tomando en cuenta el total de los valores de emisiones de ruido reportados por el sonómetro, tal y como se observa en la tabla 19. El nivel de ruido de este equipo no sobrepasa los límites permisibles.

Tabla 19

Nivel de ruido generado por la operación de la balanza digital

Equipo	Min (dB)	Máx (dB)	Leq (dB)	ECA
Balanza digital	20.45	34.11	26.65	85

Nota: La unidad de los datos es decibelios (dB).

4.3.8. Resultados de Monitoreo del Ruido del Extractor de Testigos

La tabla 20 representa el total de datos reportados por el sonómetro, midiendo el ruido del extractor de testigos, teniendo en cuenta que el equipo trabajó más de 40 minutos por hora. El sonómetro estuvo instalado a 0.4 metros de distancia del equipo, y la figura 14 representa la nube de puntos de los datos de medición de ruido, identificándose claramente que los niveles de ruido sobrepasaron los límites permisibles, con un valor máximo de 96.12 dB.

Tabla 20

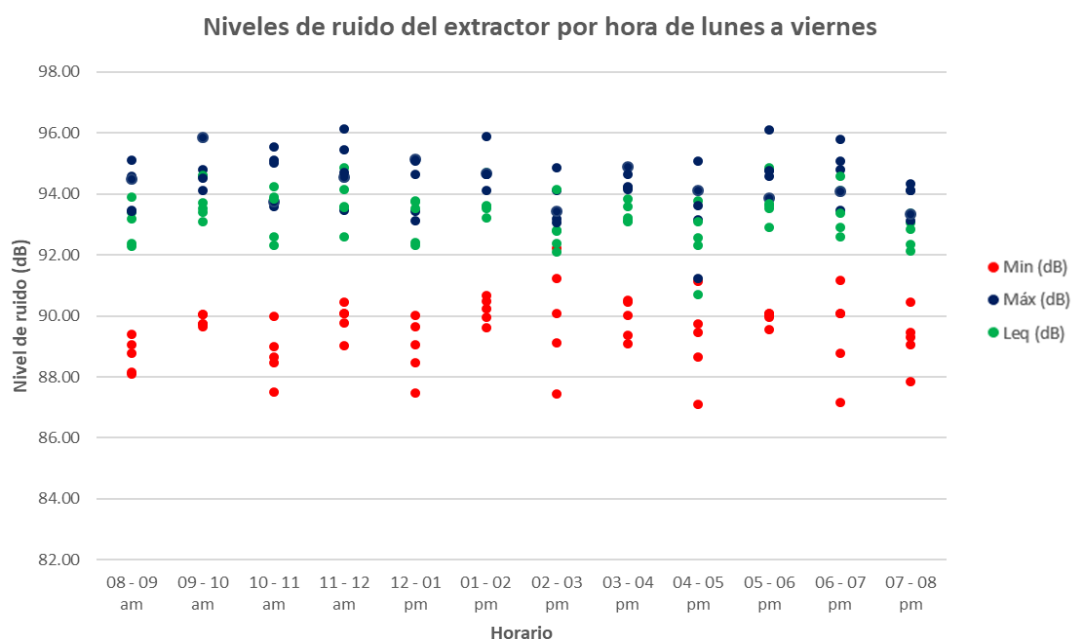
Data de emisiones acústicas en decibeles (dB) del extractor de testigos

Horario	Lunes			Martes			Miércoles			Jueves			Viernes		
	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq
08 - 09 am	89.40	95.10	93.89	89.04	94.58	93.39	88.10	93.45	92.28	88.15	94.47	93.19	88.77	93.44	92.36
09 - 10 am	90.04	94.57	93.51	90.06	94.81	93.72	89.74	94.11	93.08	89.74	95.86	94.60	89.64	94.51	93.40
10 - 11 am	89.99	95.01	93.88	89.00	95.55	94.24	87.51	93.58	92.33	88.45	93.74	92.58	88.64	95.12	93.82
11 - 12 am	90.07	93.45	92.59	90.07	96.12	94.87	89.02	95.45	94.16	90.46	94.55	93.56	89.77	94.71	93.59
12 - 01 pm	89.04	93.44	92.40	89.65	94.65	93.53	90.01	93.12	92.31	87.48	95.13	93.73	88.45	95.08	93.77
01 - 02 pm	90.49	95.87	94.70	90.66	94.10	93.23	89.61	94.65	93.52	89.94	94.68	93.59	90.22	94.64	93.60
02 - 03 pm	87.43	94.11	92.79	92.22	94.87	94.15	90.07	93.18	92.37	91.22	93.44	92.82	89.11	93.06	92.10
03 - 04 pm	89.08	94.25	93.10	90.44	94.14	93.22	89.37	94.22	93.12	90.50	94.88	93.85	90.03	94.64	93.57
04 - 05 pm	91.14	93.14	92.57	89.45	91.22	90.71	88.64	95.08	93.79	89.74	94.11	93.08	87.11	93.62	92.32
05 - 06 pm	89.55	94.77	93.62	90.01	94.57	93.51	90.07	96.11	94.86	90.07	93.85	92.91	89.96	94.77	93.67
06 - 07 pm	90.07	93.45	92.59	91.17	95.06	94.11	87.17	94.78	93.38	88.77	94.07	92.91	90.07	95.80	94.58
07 - 08 pm	89.46	94.12	93.04	90.46	94.33	93.38	89.04	93.11	92.13	89.31	93.33	92.35	87.85	94.11	92.83

Nota: La unidad de los datos es decibelios (dB).

Figura 14

Niveles de ruido totales captados del extractor de testigos



Nota: Nubes de puntos de los datos mínimos, máximos y equivalentes registrados en una semana.

Se calculó el nivel de ruido generado por el extractor de testigos, para ello se tomaron en cuenta los valores de emisiones de ruido que sobrepasaron el valor de 85 dB. El valor del ruido generado por la operación de este equipo fue de 92.68 dB, tal y como se observa en la tabla 21. El nivel de ruido de este equipo sobrepasa los límites permisibles.

Tabla 21

Nivel de ruido generado por la operación del extractor de testigos

Equipo	Min (dB)	Máx (dB)	Leq (dB)	ECA
Extractor de testigos	89.61	96.12	92.68	85

Nota: La unidad de los datos es decibelios (dB).

4.3.9. Resultados de Monitoreo del Ruido del Cortador de Testigos

La tabla 22 representa el total de datos reportados por el sonómetro, midiendo el ruido del extractor de testigos, teniendo en cuenta que el equipo trabajó más de 40 minutos por hora. El sonómetro estuvo instalado a 0.4 metros de distancia del equipo, y la figura 15 representa la nube de puntos de los datos de medición de ruido, identificándose claramente que los niveles de ruido sobrepasaron los límites permisibles, con un valor máximo de 93.89 dB.

Tabla 22

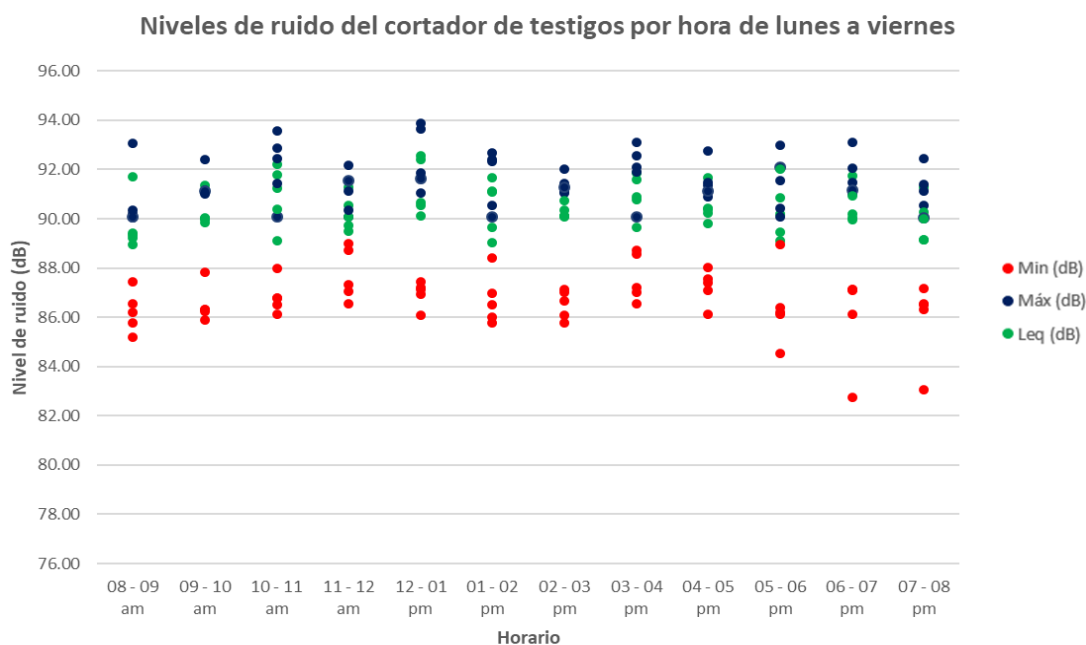
Data de emisiones acústicas en decibeles (dB) del cortador de testigos

Horario	Lunes			Martes			Miércoles			Jueves			Viernes		
	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq	Min	Máx	Leq
08 - 09 am	85.78	93.07	91.70	85.21	90.05	88.95	86.21	90.21	89.24	87.45	90.07	89.36	86.55	90.36	89.42
09 - 10 am	87.84	92.40	91.34	86.32	91.11	90.02	86.33	91.15	90.05	86.22	91.11	90.00	85.89	91.00	89.86
10 - 11 am	86.52	93.55	92.20	86.77	92.44	91.23	87.98	92.88	91.77	86.14	90.07	89.11	86.77	91.45	90.37
11 - 12 am	88.71	92.17	91.29	88.98	90.07	89.74	86.54	91.14	90.07	87.34	91.55	90.54	87.04	90.34	89.49
12 - 01 pm	87.15	93.89	92.57	87.46	93.66	92.39	87.19	91.05	90.10	86.94	91.64	90.56	86.09	91.87	90.65
01 - 02 pm	88.42	92.67	91.66	86.52	92.33	91.10	86.02	92.41	91.12	85.77	90.07	89.05	86.99	90.55	89.65
02 - 03 pm	86.65	91.44	90.35	87.00	91.07	90.09	87.14	91.06	90.10	86.09	91.28	90.13	85.77	92.00	90.73
03 - 04 pm	87.22	93.10	91.87	88.56	92.58	91.60	86.53	92.11	90.91	88.71	90.06	89.65	87.00	91.89	90.78
04 - 05 pm	88.01	92.77	91.68	87.42	91.35	90.39	86.11	90.88	89.79	87.54	91.14	90.24	87.09	91.47	90.44
05 - 06 pm	84.53	91.54	90.19	86.41	90.44	89.46	86.20	90.07	89.12	86.11	92.08	90.84	88.97	93.00	92.02
06 - 07 pm	86.13	93.11	91.76	82.74	91.46	89.98	87.11	91.00	90.05	87.14	91.15	90.18	87.14	92.04	90.93
07 - 08 pm	87.17	92.45	91.29	83.07	90.55	89.16	86.51	91.40	90.29	86.54	90.04	89.15	86.32	91.11	90.02

Nota: La unidad de los datos es decibelios (dB).

Figura 15

Niveles de ruido totales captados del cortador de testigos



Nota: Nubes de puntos de los datos mínimos, máximos y equivalentes registrados en una semana.

El ruido generado por la operación del cortador de testigos fue de 89.89 dB, tomando en cuenta los valores de emisiones de ruido reportados por el sonómetro que sobrepasaron los 85 dB, tal y como se observa en la tabla 23. El nivel de ruido de este equipo sobrepasa los límites permisibles.

Tabla 23

Nivel de ruido generado por la operación del cortador de testigos

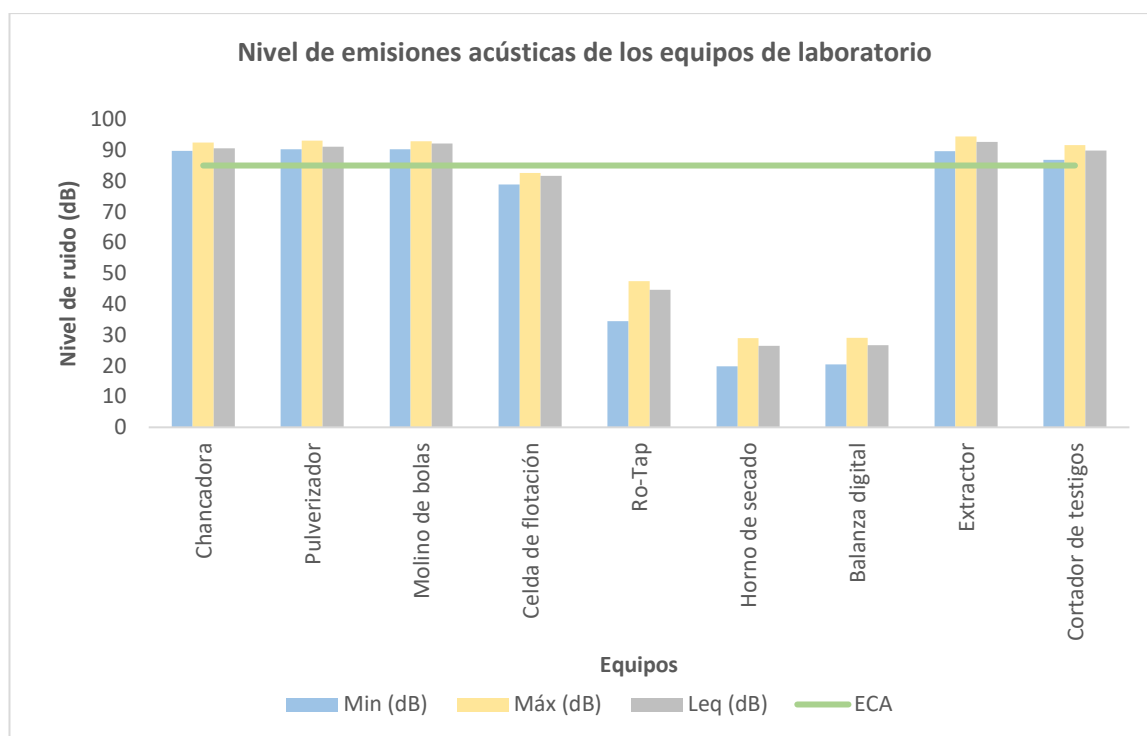
Equipo	Min (dB)	Máx (dB)	Leq (dB)	ECA
Cortador de testigos	86.87	93.89	89.89	85

Nota: La unidad de los datos es decibelios (dB).

Del total de los equipos monitoreados, la operación del Ro-Tap, horno de secado y la balanza digital no sobrepasan los LMP, en el caso de la chancadora, pulverizador de disco, pulverizador de bolas(molino), extractor de testigo y cortadora de testigos, exceden los LMP lo cual los convierte en un riesgo ALTO para el personal, tal y como se observa en la figura 16.

Figura 16

Gráfico comparativo de las emisiones acústicas de los equipos de laboratorio en operación



Nota: Gráfico de barras para comparar los niveles de ruido de los equipos.

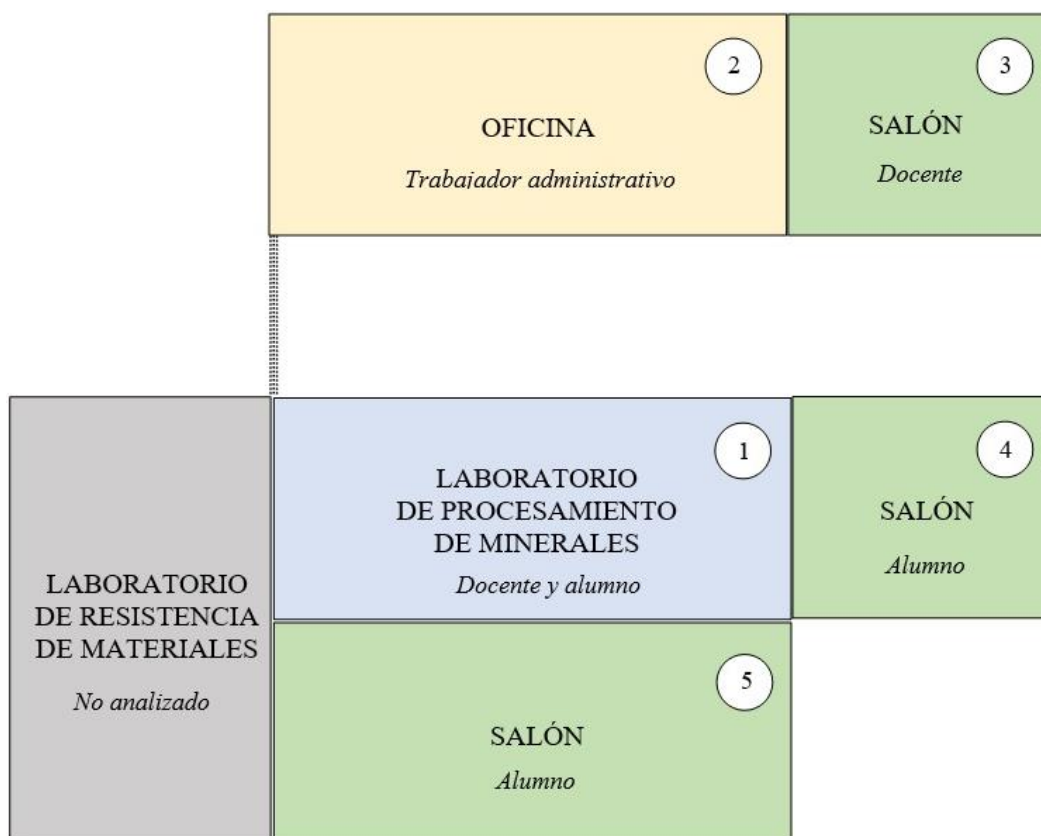
4.4. Monitoreo de Ruido durante Actividades Educativas

Se realizó pruebas de dosimetría de ruido en 5 puntos que incluyen el Laboratorio de Ingeniería de Gestión Minera de la UPC, y 4 puntos aledaños a dicho ambiente, las cuales se pueden observar en la figura 17 y la tabla 24, que representa la

distribución de los puntos en el espacio del campus de la UPC – Chorrillos, y los puestos de las personas evaluadas, respectivamente.

Figura 17

Plano simplificado del área evaluada



Nota: Los puntos numerados fueron considerados para la evaluación.

Tabla 24

Datos de la evaluación de la dosis de ruido

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

Nota: Las pruebas se realizaron durante 5 días por semana en ese intervalo de tiempo.

4.4.1. Resultados Sonométricos del Punto 1

Se realizó el monitoreo del ruido expuesto por el docente y el alumno de laboratorio de Ingeniería de Gestión Minera en los periodos de 10 al 14 de abril, y del 17 al 21 del mismo mes, respectivamente. Se tomaron en cuenta el horario diurno para todos los días de monitoreo, dado que siempre presenta actividad académica, excede el Límite Máximo de Exposición para un tiempo de exposición de 08 horas, de acuerdo con la R.M. N° 375-2008-TR, “Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico”. Cabe señalar, que al realizar los cálculos del Índice SNR que proporciona la atenuación que brindan los tapones auditivos (27 SNR), disminuye el nivel de ruido, sin embargo, el valor no se encuentra por debajo del Límite Máximo de Exposición para un tiempo de exposición de 08 horas. Los resultados del monitoreo del punto se describen en las tablas 25 y 26.

Tabla 25

Análisis de la dosis de ruido del docente N°1 (laboratorio)

Sujeto evaluado	Fecha	LMP dB (A)	Leq dB (A)
Docente N° 1 (laboratorio)	10/04/2023	85	86.02
	11/04/2023		87.55
	12/04/2023		86.97
	13/04/2023		87.66
	14/04/2023		87.64

Nota: La unidad de los datos es decibelios (dB).

Tabla 26*Análisis de la dosis de ruido del alumno N°1*

Sujeto evaluado	Fecha	LMP dB (A)	Leq dB (A)
Alumno N° 1	17/04/2023	85	87.44
	18/04/2023		85.02
	19/04/2023		86.71
	20/04/2023		87.09
	21/04/2023		86.55

Nota: La unidad de los datos es decibelios (dB).**4.4.2. Resultados Sonométricos del Punto 2**

Se realizó el monitoreo del ruido del punto 2 desde el 08 hasta el 12 de abril, en horario diurno. Los resultados demostraron que el lunes se recibe la menor dosis de ruido de 28.42 dB, y la mayor dosis el viernes con un valor de 30.19 dB. Los valores del monitoreo se representan en la tabla 27.

Tabla 27*Análisis de la dosis de ruido del administrativo*

Sujeto evaluado	Fecha	Día	LMP dB (A)	Leq dB (A)
Administrativo	8/05/2023	Lunes	85	28.42
	9/05/2023	Martes		29.85
	10/05/2023	Miércoles		29.81
	11/05/2023	Jueves		27.62
	12/05/2023	Viernes		30.19

Nota: La unidad de los datos es decibelios (dB).**4.4.3. Resultados Sonométricos del Punto 3**

Se monitoreo el ruido del punto 3 desde el 01 hasta el 05 de mayo, en horario diurno. Los resultados demostraron que el martes se recibe la menor dosis de ruido de

31.96 dB, y la mayor dosis el jueves con un valor de 33.40 dB. El total de los resultados se representan en la tabla 28.

Tabla 28

Análisis de la dosis de ruido del docente N° 2

Sujeto evaluado	Fecha	Día	LMP dB (A)	Leq dB (A)
Docente N° 2	1/05/2023	Lunes	85	32.58
	2/05/2023	Martes		31.96
	3/05/2023	Miércoles		33.15
	4/05/2023	Jueves		33.40
	5/05/2023	Viernes		32.68

Nota: La unidad de los datos es decibelios (dB).

4.4.4. Resultados Sonométricos del Punto 4

Se realizó el monitoreo del ruido del punto 4 desde el 24 hasta el 28 de abril, en horario diurno. Los resultados demostraron que el jueves se recibe la menor dosis de ruido de 30.11 dB, y la mayor dosis el martes con un valor de 34.39 dB. El total de los resultados se representan en la tabla 29.

Tabla 29

Análisis de la dosis de ruido del Alumno N° 2

Sujeto evaluado	Fecha	Día	LMP dB (A)	Leq dB (A)
Alumno N° 2	24/04/2023	Lunes	85	30.12
	25/04/2023	Martes		34.39
	26/04/2023	Miércoles		31.80
	27/04/2023	Jueves		30.11
	28/04/2023	Viernes		31.36

Nota: La unidad de los datos es decibelios (dB).

4.4.5. Resultados Sonométricos del Punto 5

La menor dosis de ruido reportado por el dosímetro corresponde al jueves con un valor de 29.22 dB, y la mayor dosis reportada fue de 32.31 dB, valor registrado el viernes 10 de mayo del presente año.

Tabla 30

Análisis de la dosis de ruido del Alumno N° 3

Sujeto evaluado	Fecha	Día	LMP dB (A)	Leq dB (A)
Alumno N° 3	15/05/2023	Lunes	85	29.86
	16/05/2023	Martes		31.08
	17/05/2023	Miércoles		30.47
	18/05/2023	Jueves		29.22
	19/05/2023	Viernes		32.31

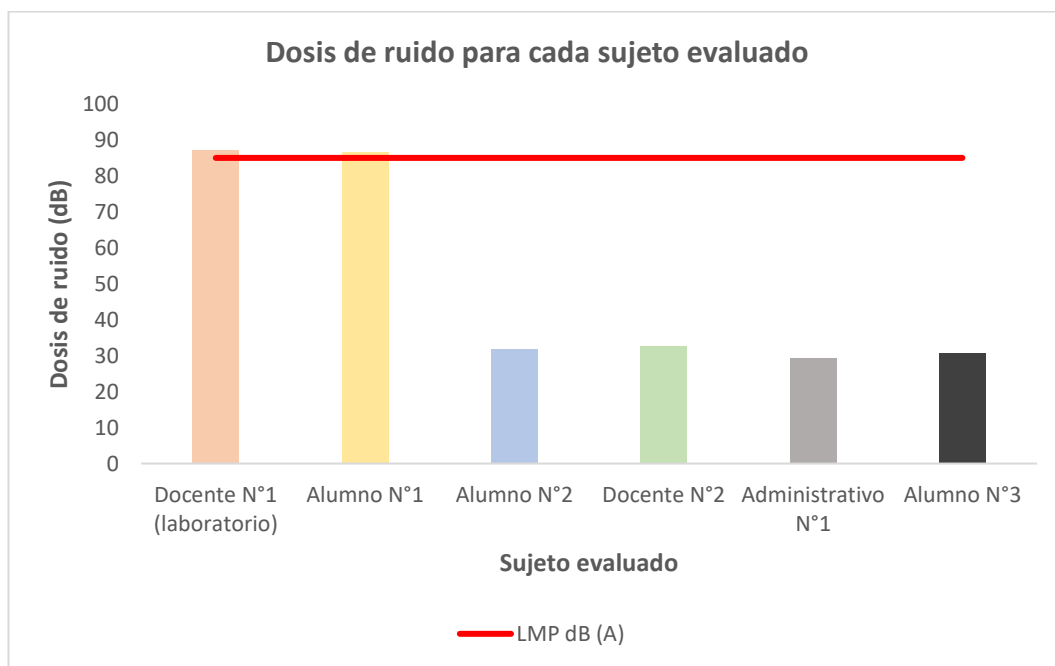
Nota: La unidad de los datos es decibelios (dB).

4.4.6. Dosis de Ruido por Punto

Se promedió la dosis de ruido para los distintos puntos de monitoreo, logrando sobrepasar los LMP solo en el ambiente del laboratorio de Ingeniería de Gestión Minera. 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 los quedan expuestos las personas monitoreadas, se describen en la tabla 31, y la figura 18 representa el gráfico comparativo de los niveles de ruido a los que quedan expuestos en los distintos ambientes.

Tabla 31*Análisis de la dosis de ruido por punto*

Sujeto evaluado	Promedio Leq dB (A)	LMP dB (A)
Docente N°1 (laboratorio)	87.21	85
Alumno N°1	86.64	
Alumno N°2	31.87	
Docente N°2	32.78	
Administrativo N°1	29.29	
Alumno N°3	30.72	

Nota: La unidad de los datos es decibelios (dB).**Figura 18***Gráfico comparativo de las dosis de ruido medidas por evaluado**Nota:* Gráfico de barras para comparar las dosis de ruido por sujeto evaluado.

4.5. Análisis de la exposición al Ruido

4.5.1. Tamaño de Muestra

Para calcular el número de personas encuestadas, se tomó en cuenta una población de 112 personas, la cual corresponde al aforo por punto muestreado en un determinado instante de tiempo, tal y como lo describe la tabla 32.

Tabla 32

Análisis de la dosis de ruido por punto

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

Además, se consideró un margen de error del 5%, $z = 1.96$, y valor porcentual del 0.5 %, valores que fueron reemplazados en la fórmula:

$$\frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 \times N}\right)} = \frac{\frac{1.96^2 \times 0.5(1-0.5)}{0.05^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times 0.5(1-0.5)}{0.05^2 \times 12}\right)} = \mathbf{87 \text{ personas}}$$

4.5.2. Elaboración de la Encuesta para Análisis de Riesgo por Ruido

Se tomaron en cuenta 10 preguntas para determinar el riesgo laboral por emisiones acústicas en el laboratorio de Ingeniería de Gestión Minera, así como sus ambientes aledaños. La finalidad de la encuesta es determinar el nivel de influencia del ruido en el desempeño de las actividades académicas tanto para alumnos, profesores y trabajadores administrativos.

a) ¿Cuál es la función que desempeña en la UPC?

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 tabla 33. El gráfico de pastel de la figura 19 representa la distribución de la población encuestada.

Tabla 33

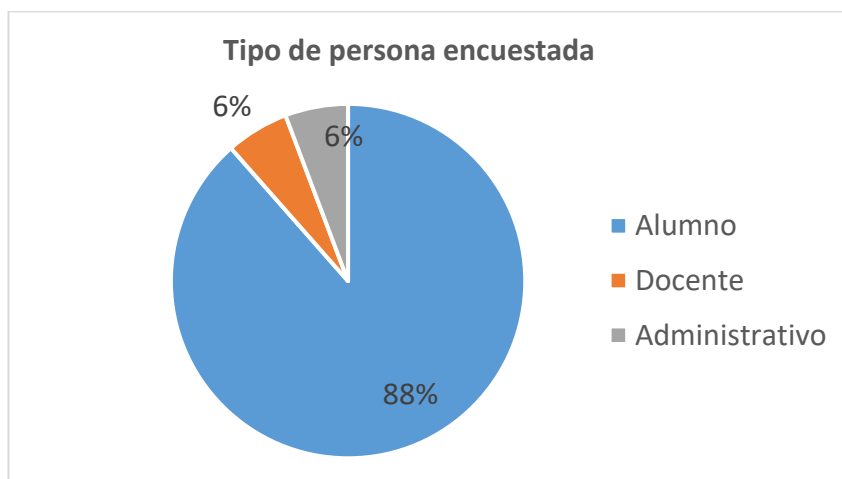
Tipo de persona encuestada

Descripción	Frecuencia	%
Alumno	77	88
Docente	5	6
Administrativo	5	6
Total	87	100.0

Nota: Los encuestados fueron 117 personas.

Figura 19

Gráfico de porcentaje de respuestas sobre el tipo de personas entrevistadas



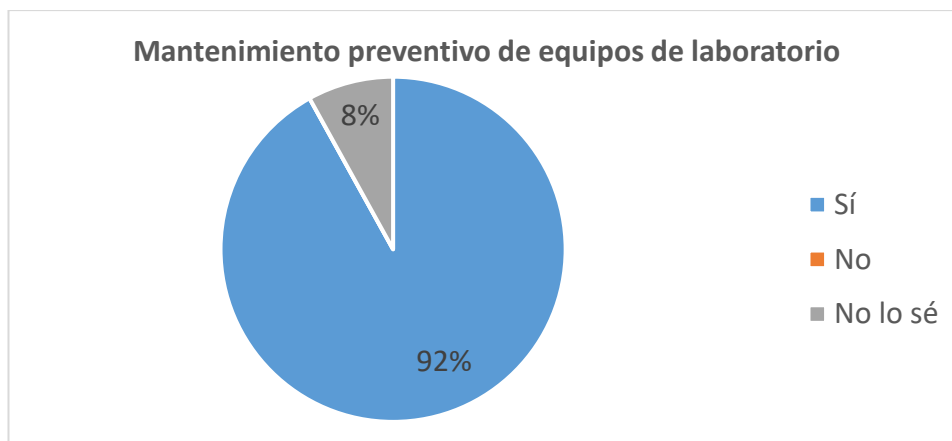
Nota: Gráfico pastel con porcentajes.

b) ¿Existe un adecuado mantenimiento de los equipos de laboratorio?

El 8% de la población encuestada desconoce del mantenimiento preventivo de los equipos en Laboratorio de Ingeniería de Gestión Minera de la UPC, y el 92% si conoce de estas actividades. Los resultados de esta pregunta se gráfica en la figura 20.

Figura 20

Gráfico de porcentaje de las respuestas sobre el mantenimiento de equipos



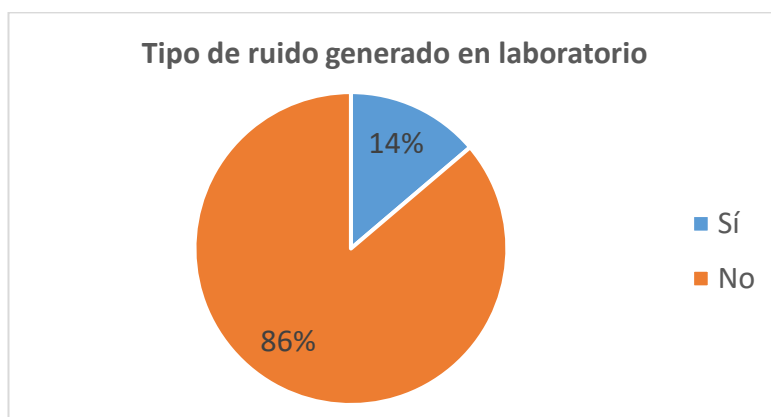
Nota: Gráfico pastel con porcentajes.

c) ¿El nivel de ruido emitido por los equipos de laboratorio es constante y continuo en el tiempo?

El 14% de las personas encuestadas afirmaron que el ruido proviene de los equipos de laboratorio, mientras que el porcentaje restante asume que el ruido proviene de otros agentes.

Figura 21

Gráfico de porcentaje de las respuestas sobre ruido emitido por los equipos (1)



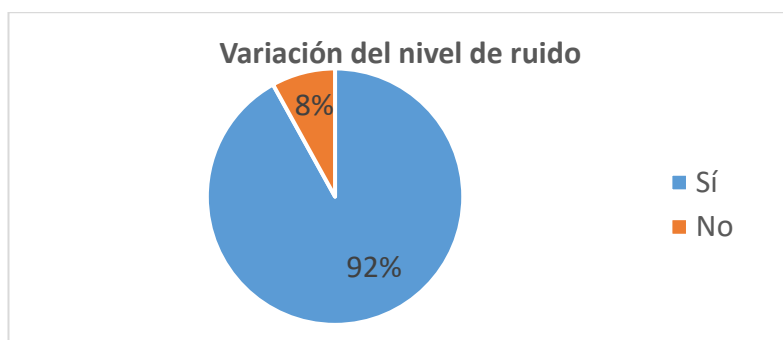
Nota: Gráfico pastel con porcentajes.

d) ¿El nivel de ruido emitido por los equipos de laboratorio varía según el día?

El 92% de la población encuestada afirma que el nivel de ruido es variable por día, y esto se debe principalmente por el desarrollo de las distintas prácticas de laboratorio, además, el 8% asume que el ruido es constante, tal y como se observa en la gráfica de la figura 22.

Figura 22

Gráfico de porcentaje de las respuestas sobre la variación ruido emitido



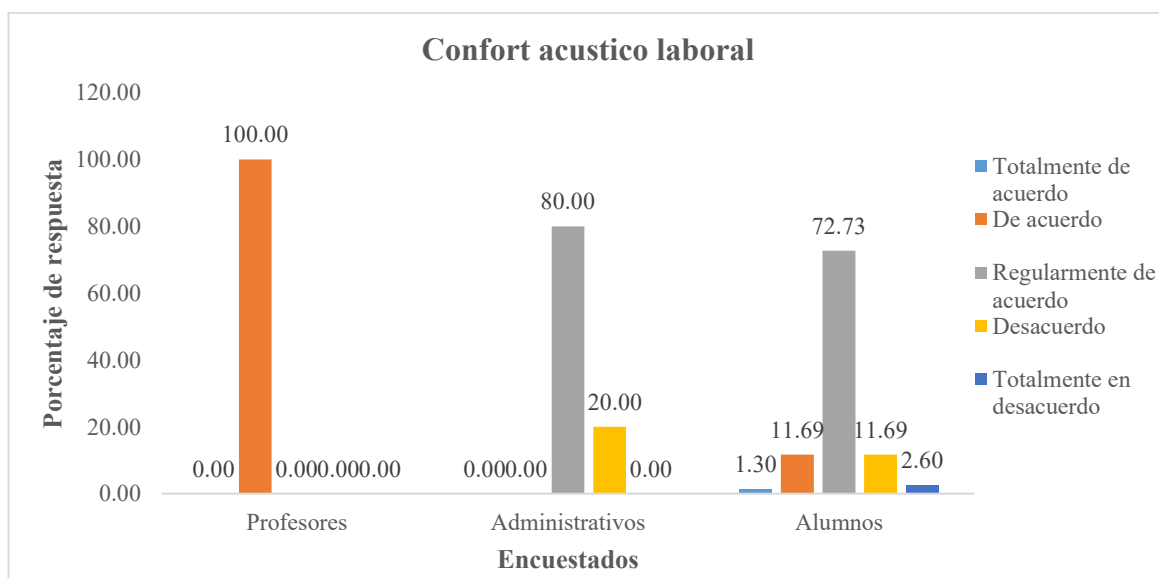
Nota: Gráfico pastel con porcentajes.

e) ¿Le incomoda el ruido que percibe en su zona de trabajo y/o estudio?

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 – prácticos. 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.

Figura 23

Gráfico de comparativo de las respuestas sobre el incomodidad por el ruido



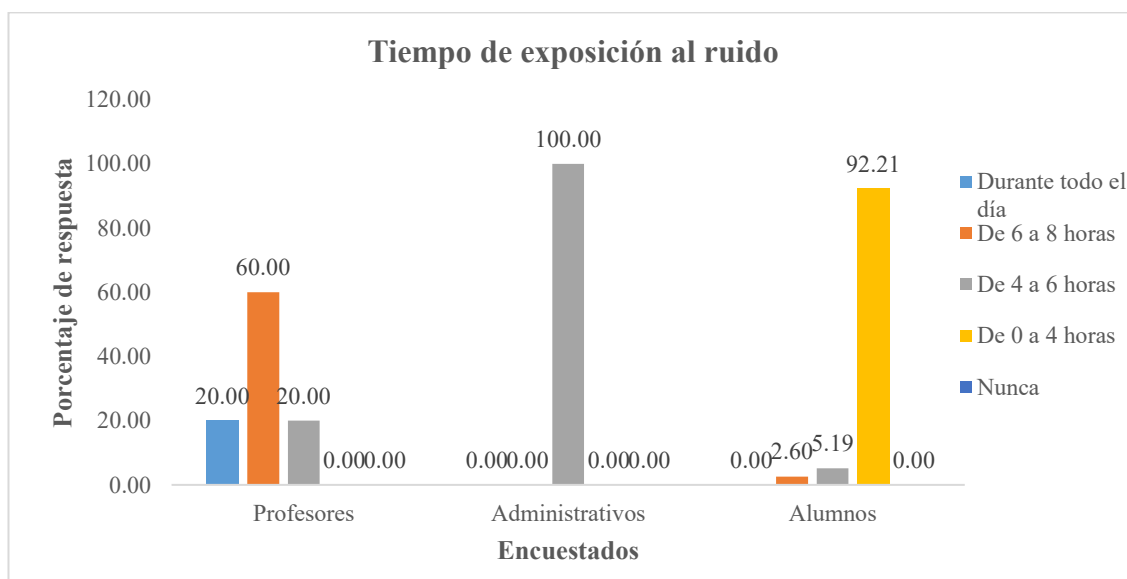
Nota: Gráfico de barras con porcentajes.

f) ¿Cuánto tiempo durante su estancia en la universidad considera que el ruido es molesto?

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 24

Gráfico de comparativo de las respuestas sobre el tiempo de exposición al ruido



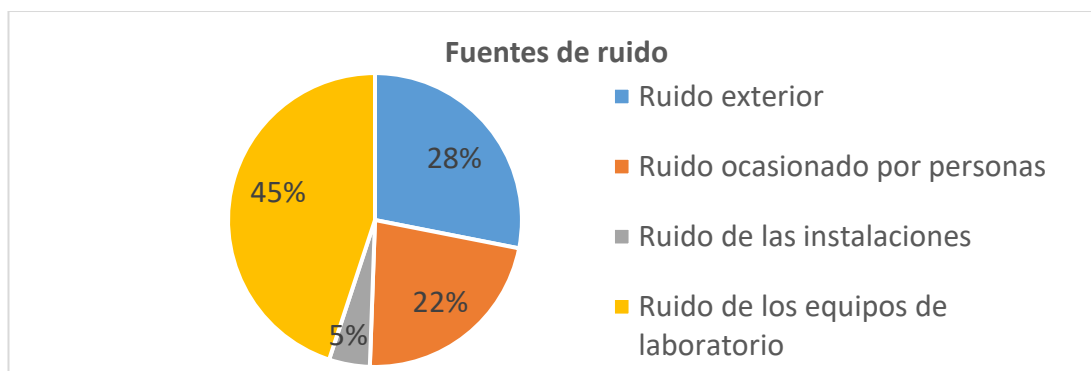
Nota: Gráfico de barras con porcentajes.

g) ¿Cuáles son las fuentes de sonido que más le incomodan?

El 45% de las personas encuestadas opinaron que les incomoda más el ruido proviene de los equipos de laboratorio. La figura 25 representa los valores obtenidos por la encuesta.

Figura 25

Gráfico de porcentaje de las respuestas sobre las fuentes de sonido



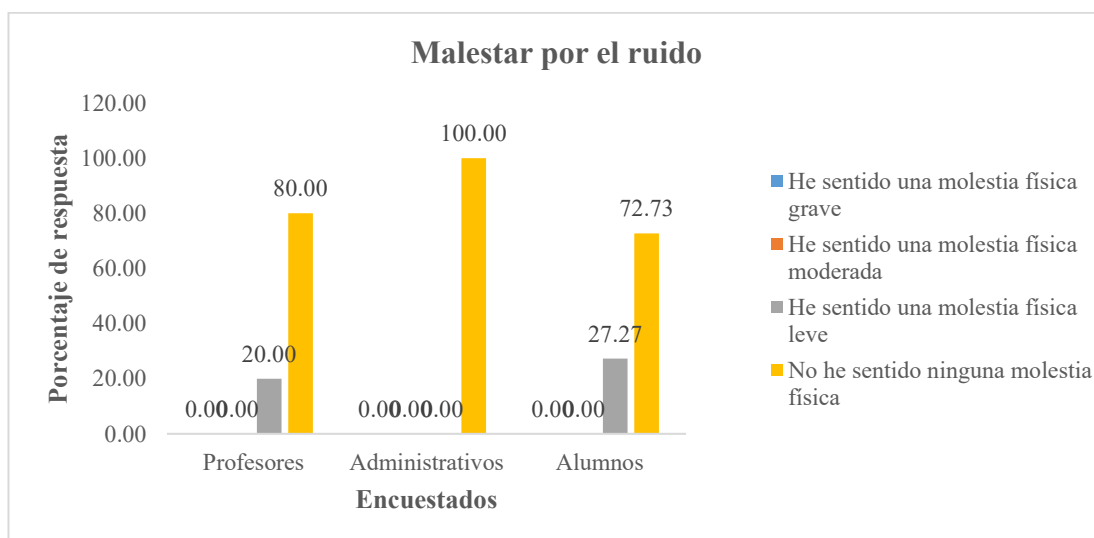
Nota: Gráfico pastel con porcentajes.

h) ¿Ha sentido alguna molestia física debido a los ruidos percibidos por el laboratorio?

El 100% del personal administrativo afirmó no haber sentido ninguna molestia física por el ruido, mientras que los profesores, el 80% afirmaron no haber sentido molestia y el 20% haber sentido una molestia física leve. Los resultados de la encuesta se representan en la gráfica de la figura 26.

Figura 26

Gráfico de comparativo de las respuestas sobre molestias físicas por el ruido



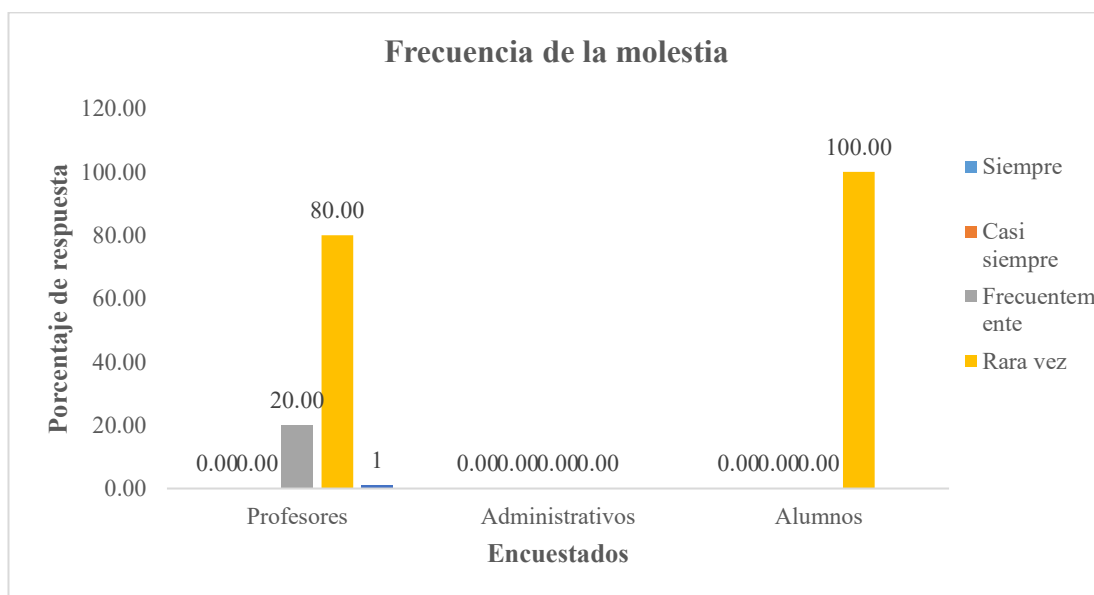
Nota: Gráfico de barras con porcentajes.

i) ¿Si sentiste dolor al menos una vez, ¿con qué frecuencia has sentido esa molestia?

El 80% de los profesores afirmaron que rara vez sintieron una molestia auditiva, y el total de los alumnos afirmó la pregunta. Los resultados de la encuesta se representan en la gráfica de la figura 27.

Figura 27

Gráfico de comparativo de las respuestas sobre la frecuencias de las molestias



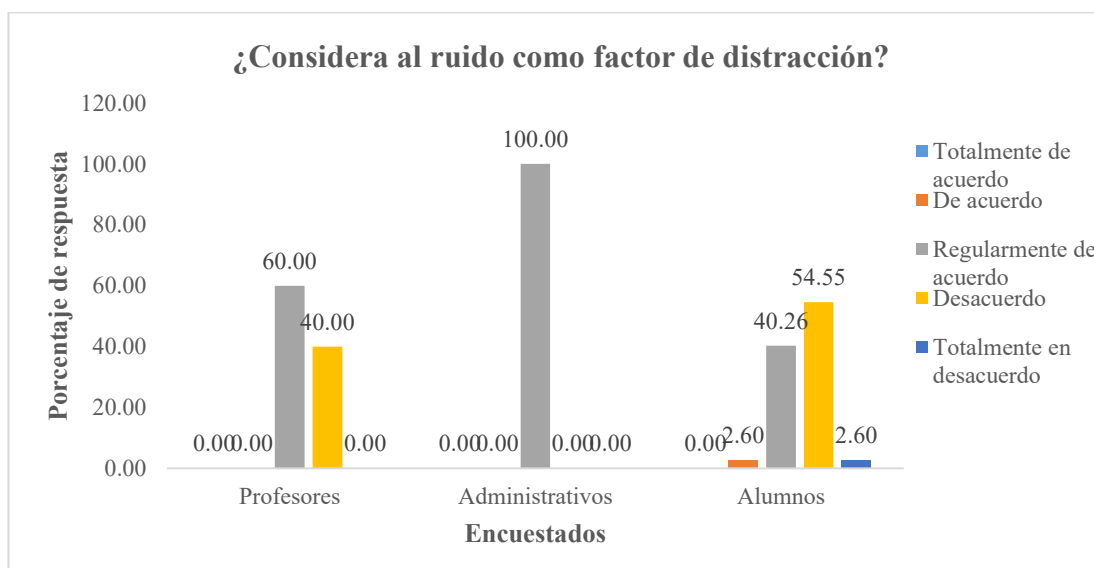
Nota: Gráfico de barras con porcentajes.

j) ¿El ruido provocado por el laboratorio es un factor de distracción importante en el desarrollo de sus actividades?

El 60% de los profesores y el 100% del personal administrativo afirmaron estar regularmente de acuerdo en que el ruido es causal de distracción importante en el desarrollo de sus actividades. Además, el 54.55% de los alumnos están en desacuerdo con dicha pregunta, tal y como se representa en el gráfico de barras de la figura 28.

Figura 28

Gráfico de comparativo de las respuestas sobre la distracción



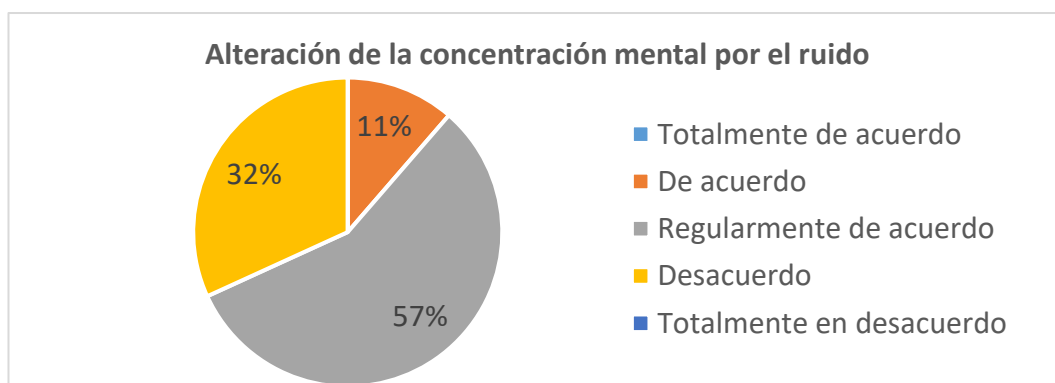
Nota: Gráfico de barras con porcentajes.

k) ¿El ruido altera su concentración mental para desarrollar sus actividades?

El 57% de las personas encuestadas están regularmente de acuerdo en que el ruido altera su concentración mental, y el 32% están en desacuerdo con dicha pregunta, tal y como se observa en la figura circular de la figura 29.

Figura 29

Gráfico de porcentaje de las respuestas sobre la concentración mental



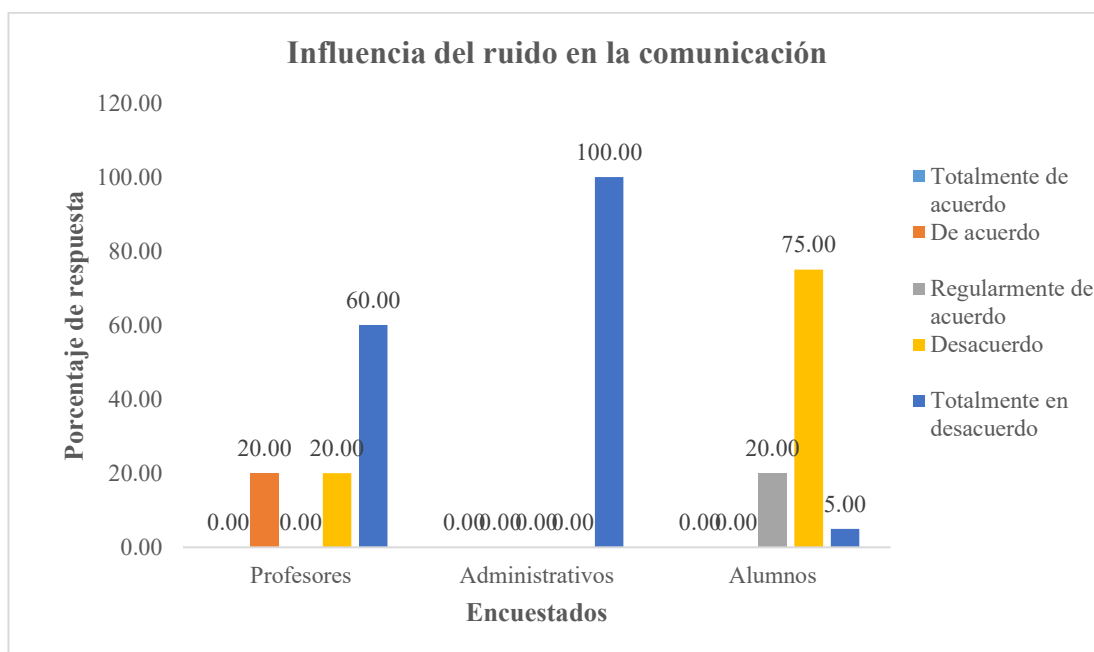
Nota: Gráfico pastel con porcentajes.

l) ¿Debe usted levantar el tono de voz para comunicarse en el desarrollo de sus actividades?

El 60% de los profesores y el 100% de los alumnos encuestados afirmaron estar totalmente desacuerdo con la pregunta formulada, así también, el 75% de los alumnos están en desacuerdo. El total de las respuestas, se representan en la figura 30.

Figura 30

Gráfico de comparativo de las respuestas sobre el tono de voz



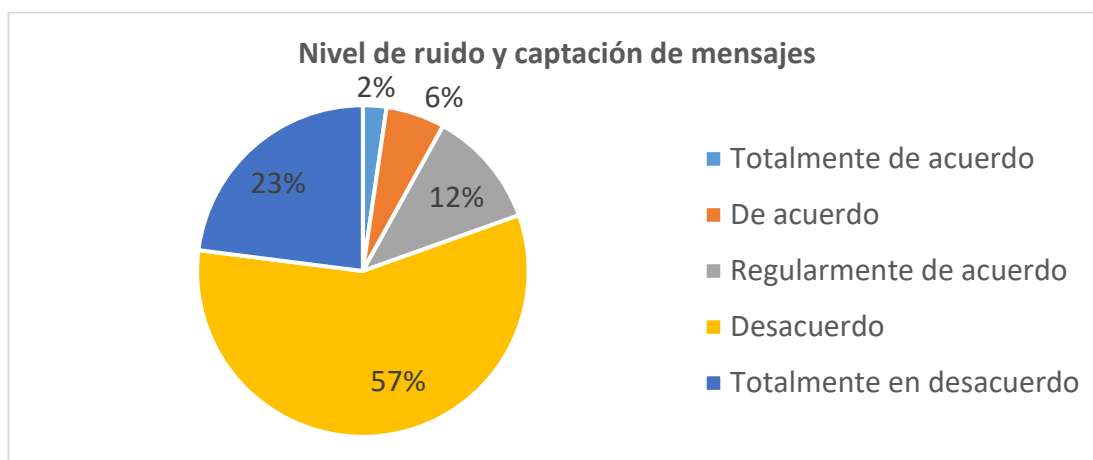
Nota: Gráfico de barras con porcentajes.

m) ¿Los niveles de ruido interfieren en su captación de mensajes?

El 2% de la población encuestada sostuvo estar totalmente de acuerdo con la pregunta formulada. por otro lado, el 57% está en desacuerdo. El análisis estadístico de las respuestas, se representan en la gráfica de la figura 31.

Figura 31

Gráfico de porcentaje de las respuestas sobre la captación de mensajes



Nota: Gráfico pastel con porcentajes.

4.5.3. Plan de Mejora

Se quedó demostrado por los resultados obtenidos, que la dosis de ruido que perciben los alumnos o trabajadores del laboratorio de Ingeniería de Gestión Minera, sobrepasan los LMP impuestos por el Decreto Supremo N° 085 – 2003-PCM, y R.M. N° 375-2008-TR, “Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico”. Para el desarrollo de las clases se cuenta con la matriz IPERC, la cual se llena antes de empezar labores con respecto a los trabajadores permanentes, aun así, es bastante general con respecto a las especificaciones de los riesgos que puede generar el ruido (ver anexo 1). Con respecto a las medidas de control a aplicar, se plantean mejoras en función a los resultados obtenidos, las cuales corresponden a controles de ingeniería y administrativos.

4.5.3.1. Controles de Ingeniería

Se considera de suma urgencia planificar el aislamiento de los equipos como la chancadora, pulverizador de discos, pulverizador de bolas, extractor y cortador de

testigos, los cuales exceden los LMP. Actualmente a cada uno de los equipos se le ha asignado una cubierta sintética, pero ello no genera algún tipo de protección contra el ruido. Es por ello, que se propone un tipo de aislamiento acústico, la cual pueda absorber el ruido generado por la operación de equipos como la chancadora, pulverizador de discos y pulverizador de bolas. Si bien es cierto que estos equipos requieren que se alimente y retire material de forma manual, el aislamiento acústico puede ser capaz de absorber el ruido generado por estos equipos en cierta medida. Con respecto al extractor y cortador de testigos, estos por ser equipos usados con bastante frecuencia durante las actividades académicas de laboratorio, se hace indispensable instalar una cabina de operación de estos equipos con aislamiento acústico, de tal manera que un grupo reducido de personas puede operar dentro de esta cabina. También se puede evaluar el uso de silenciadores, diseñados para reducir el ruido de las máquinas, las cuales pueden ser instaladas en este tipo de máquinas.

4.5.3.2. Controles Administrativos

El control administrativo que se lleva a cabo es el llenado del IPERC por parte de los trabajadores de laboratorio, las cuales no especifican ni reflejan con respecto a los peligros de equipos como el pulverizador de discos, pulverizador de bolas y extractor de testigos, por lo cual se hace necesario actualizar la matriz IPERC.

Se propone necesario impartir charlas de inducción de seguridad para los alumnos, las cuales se proponen se lleven a cabo antes de empezar las prácticas del semestre, en estas charlas de inducción se especificarán los riesgos asociados no solo con respecto al ruido, sino también con todos los tipos de riesgos asociados a estas prácticas.

Planificar una inspección periódica del llenado de los IPERC por parte de los trabajadores del laboratorio, además de elaborar un plan detallado de los niveles de ruido y sus riesgos asociados a los equipos anteriormente mencionados.

El control y evaluación diaria del personal que opera en el laboratorio debe ser drástica para todos, de tal manera que alumno o trabajador del laboratorio que no cuente con los equipos de protección personal completo, no podrá operar ni estar en laboratorio. Este tipo de medida constituye la base fundamental de asumir el control de los riesgos en laboratorio.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La fase 1 del desarrollo de la presente investigación determinó los niveles de ruido generado por 9 equipos del laboratorio de Ingeniería de Gestión Minera. Los equipos como la chancadora, pulverizador de disco, pulverizador de bolas, celda de flotación y ro-tap son usados en el desarrollo del plan curricular del laboratorio, y equipos como el extractor, y cortador de testigos, son empleados durante el desarrollo de actividades académicas y servicios de asesoría de tesis que brinda el laboratorio. Con respecto al horno de secado y la balanza digital, 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 pulverizador 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 ubicación donde se encuentran estos equipos no presenta protección acústica para minimizar el ruido producido. La tabla 34 representa el total de los niveles de ruido producidos por la operación de los equipos evaluados.

Tabla 34

Data promediada de los niveles de ruido por equipo

Equipos	Min (dB)	Máx (dB)	Leq (dB)	ECA
Chancadora	89.75	92.48	90.61	85
Pulverizador	90.23	93.05	91.13	
Pulverizador 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	
Horno de secado	19.86	28.94	26.43	
Balanza digital	20.45	29.10	26.65	
Extractor	89.61	94.45	92.68	
Cortador de testigos	86.87	91.66	89.89	

Nota: La unidad de los datos es decibelios (dB).

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 **Omaimah & Tala (2020)**, para un molino de café, mantienen una relación con los reportados en el presente estudio, al compararse con un equipo de reducción de tamaño, los cuales sobrepasan 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 Ingeniería de Gestión Minera de la UPC 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 reportado 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 en el desarrollo de las actividades en el laboratorio y 4 ambientes aledaños, para lo cual se estimó que en un determinado tiempo coexisten 112 personas entre alumnos, profesores administrativos. Aplicando la fórmula para determinar el tamaño de la población a encuestar, se determinó que este valor fue 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 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.

La metodología de trabajo propuesta en el análisis de los riesgos empleando encuestas es similar al propuesto por **Omer & Jasim (2017)**, la diferencia fundamental radica que la muestra encuestada por los autores mencionados, es netamente estudiantes del laboratorio, además de ello, los resultados de las encuestas mantienen una gran diferencia dado que la encuesta realizada en el laboratorio de la UPC nadie se registró con alguna molestia prolongada con respecto al nivel de audición.

El enfoque de medir la presión sonora de la operación de los equipos y la dosis de ruido por exposición es similar al propuesto por **Kale et al. (2019)**, además de ello, reafirma que los equipos de reducción de tamaño son los que más generan ruido.

CONCLUSIONES

- El nivel de ruido generado por la operación de la chancadora de quijadas, pulverizador de discos, pulverizador 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 docente y alumno del Laboratorio de Ingeniería de Gestión Minera de la UPC, 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.
- El análisis del riesgo determinó que, de los 77 alumnos encuestados, 37 de ellos afirmaron haber sentido molestia por el ruido, al menos una vez. Así también, los 5 profesores de acuerdo (2) y regularmente de acuerdo (3) con dicha afirmación. Con respecto al trabajador de oficina, el 100% está en desacuerdo con dicha afirmación.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda indicar el uso obligatorio de EPPS en el ingreso al Laboratorio de Ingeniería de Gestión Minera de la UPC, dado que los valores de la dosis de ruido a la que se queda expuesto en dicho ambiente, es mayor a los 85 dB impuestos por norma.
- Se recomienda reforzar las paredes de los ambientes de laboratorio con material de aislamiento acústico.
- Se recomienda actualizar el IPERC del Laboratorio de Ingeniería de Gestión Minera de la UPC, así mismo elaborar un plan detallado para mejorar las condiciones laborales y de los estudiantes que usan el laboratorio.
- Fomentar una política de seguridad, impartiendo charlas de inducción al inicio de cada semestre del curso de Laboratorio de Ingeniería de Gestión Minera.
- Se recomienda implementar equipos de protección personal certificados internacionalmente tales como: Orejeras 3M Peltor (atenuación de 33 db), se puede considerar también la versión electrónica que integra un micrófono, otra opción son los tapones Moldex Rocket(atenuación de 30db) que cuenta con un diseño ergonómico y flexible, ambas opciones cuentan con certificación europea, asimismo la combinación de ambas propuestas incrementaría el nivel de reducción hasta 39 db.

BIBLIOGRAFÍA

- Abad, L., Colorado, D., Martín, D., & Retana, M. (2011). Ruido Ambiental: Seguridad y Salud. *Tecnología y Desarrollo*, 9, 3.
https://doi.org/https://revistas.uax.es/index.php/tec_des/article/view/569/525
- 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>
- AESA Infraestructura y Minería. (2018). *Evaluación de ruido por Sonometría de la Unidad Minera San Rafael*. Lima.
- Allpas, H., Rodriguez, O., Lezama, J., & Raraz, O. (2016). Enfermedades del trabajador en una empresa peruana en aplicación de la ley de seguridad y salud en el trabajo. *Horizonte Médico (Lima)*, 16(1).
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-558X2016000100007
- 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>
- Augusta, V. (2016). *Evaluación de la exposición al ruido industrial en los trabajadores de una planta de asfalto, en la provincia del Azuay y propuesta de plan de control*. Tesis de maestría, Universidad de Cuenca, Cuenca.

- Badri, A., Boudreau-Trudel, B., & Saâdeddine, A. (2018). Occupational health and safety in the industry 4.0 era: A cause for major concern? *Safety Science*, 109, 403-411. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.06.012>
- Barrigón, J., Rey, G., Montes, D., Moraga, P., & Vílchez, R. (2018). Noise Pollution and Urban Planning. *Current Pollution Reports*, 4, 208-219. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s40726-018-0095-7>
- BBC Redacción. (10 de Enero de 2016). Cómo una nación que odia el ruido dio origen a los primeros tapones para los oídos. *BBC News*, pág. 1.
- Berger, E., Royster, L., Royster, J., Driscoll, D., & Layne, M. (2022). *The Noise Manual* (Sexta ed.). American Industrial Hygiene Association.
- Casas, O., Betancur, C., & Montaña, J. (2015). Revisión de la normatividad para el ruido acústico en Colombia y su aplicación. *Entramado*, 11(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.18041/entramado.2015v11n1.21106>
- Cedeño, A., Vaca, S., Carrera, A., & Panta, C. (2018). Riesgo laboral en trabajadores de salud del sector público. *RECIAMUC*, 2(3), 406-417. [https://doi.org/https://doi.org/10.26820/reciamuc/2.\(3\).septiembre.2018.406-417](https://doi.org/https://doi.org/10.26820/reciamuc/2.(3).septiembre.2018.406-417)
- Chirif, L. (2010). *Microscopía Óptica de Minerales*. INGEMMET, Lima.
- Cortés, J. (2012). *Seguridad e Higiene del Trabajo, Técnicas de Prevención de Reigos Laborales* (Décima ed.). Madrid, España: Tébar Flores.
- Cotana, F., Asdrubali, F., Arcangeli, G., Luzzi, S., Rocci, G., Busa, L., & Goretti, M. (2023). Extra-Auditory Effects from Noise Exposure in Schools: Results of Nine Italian Case Studies. *Acoustics*, 5(1), 216-241. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/acoustics5010013>

- Crocker, M., & Price, J. (2018). *Noise and Noise Control*. Boca Raton: CRC Press.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1201/9781351075008>
- Díaz, P. (2023). *Prevención de riesgos laborales, Seguridad y salud laboral* (Tercera ed.). Madrid, España: Paraninfo.
- Esteban, A. (2003). Contaminación acústica y salud. *Observatorio medioambiental*, 6, 73-95.
- Esteve, J., Espinosa, J., Molina, M., & Botella, M. (2008). *El sonido y sus cualidades*. Tesis de maestría, Universidad de Alicante, San Vicente del Raspeig.
<http://hdl.handle.net/10045/12171>
- Fischer, D., Lombardi, D., Folkard, S., Willetts, J., & Christiani, D. (2017). Updating the “Risk Index”: A systematic review and meta-analysis of occupational injuries and work schedule characteristics. *The Journal of Biological and Medical Rhythm Research*, 34(10), 1423-1438. <https://doi.org/https://doi-org.unmsm.lookproxy.com/10.1080/07420528.2017.1367305>
- García, A. (2004). La exposición cotidiana al ruido ambiental. *Revista de Acústica*, 35(3 y 4).
- Hernández, H., & Gutiérrez, M. (2006). Hipoacusia inducida por ruido: estado actual. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 35(4).
- Hernández, R. (2013). *El ruido en el ambiente laboral*. Monografía técnica sobre contaminación acústica, Universidad de Cádiz, Puerto Real.
- Kale, A., Bayram, A., & Baradan, S. (2019). Evaluating noise exposure levels of laboratories in civil engineering education. *Noise Control Engineering Journal*, 67(2), 69-79. <https://doi.org/https://doi.org/10.3397/1/37677>
- León, F. (2019). *Identificación de peligros, evaluación y control de riesgos para prevención de accidentes en una empresa textil*. Tesis de licenciatura,

Universidad Peruana Los Andes, Huancayo.

https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/1543/T037_46145279_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Louzán, R. (2020). Mejorar la calidad de las evaluaciones de riesgos psicosociales mediante el control de sesgos. *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales*, 23(1). <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.12961/aprl.2020.23.01.06>

Lowry, D., Fritschi, L., & Mullins, B. (2022). Occupational noise exposure of utility workers using task based and full shift measurement comparisons. *Heliyon*, 8(e09747). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09747>

Meyer, T., & Reniers, G. (2022). *Engineering Risk Management* (Tercera ed.). Gruyter. <https://doi.org/https://doi.org/10.1515/9783110665338>

Morada, K. V. (8 de Abril de 2018). *SCRIBD*. SCRIBD: <https://es.scribd.com/document/375849758/Fisiologia-de-Oido>

Omairah, 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>

Omer, H., & Jasim, W. (2017). Noise levels, noise annoyance, and hearing-related problems in a dental college. *Archives of Environmental & Occupational Health*, 72(3). <https://doi.org/https://doi-org.unmsm.lookproxy.com/10.1080/19338244.2016.1179169>

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>

- OPS Perú. (12 de febrero de 2019). *Organización Panamericana de la Salud*.
<https://n9.cl/pstj1>
- Quintanilla, T. (2021). *Evaluación del riesgo de exposición a contaminantes físicos (ruido y vibraciones) y químicos en un taller de reparación de vehículos*. Tesis de licenciatura, Universidad Miguel Hernández , Elche.
- Ramón, M. (2007). El ruido, una problemática social básicamente interdisciplinar. En J. Moreno, *La responsabilidad civil y su problemática actual* (págs. 519-536). Dialnet.
- Reed, S., Cusbert, S., Reed, M., & Du Toit, V. (2012). Dust and noise levels in a teaching podiatry laboratory. *Proceedings of Annual Conference & Exhibition of the Australian Institute of Occupational Hygienists Inc.*, 129, 154-164.
<https://doi.org/https://ro.ecu.edu.au/ecuworks2012/129>
- Rocha, D. (2012). *Sonometro digital*. Tesis de licenciatura, Instituto Politécnico Nacional, México D.F.
- Romero, D., Mattsson, S., Fast-Berglund, Å., Wuest, T., & Gorecky, D. S. (2018). Digitalizing Occupational Health, Safety and Productivity for the Operator 4.0. *Advances in Production Management Systems. Smart Manufacturing for Industry 4.0*, 536, 473-481. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-99707-0_59
- Sajad, Z., Mohammad, B., Rasoul, H., Saeid, A., Mohsen, O., & Behzad, D. (2019). The Effect of Occupational Noise Exposure on Serum Cortisol Concentration of Night-shift Industrial Workers: A Field Study. *Safety and Health at Work*, 10(1), 109-113. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.shaw.2018.07.002>
- Settembre, D., González, R., Medina, S., & García, F. (2021). Flexibility and Resilience in Corporate Decision Making: A New Sustainability-Based Risk

- Management System in Uncertain Times. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 22(2), 107-132. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s40171-021-00277-7>
- Simeon, E. (2021). *Aplicación de la matriz IPERC-base para reducir los accidentes e incidentes en la procesadora Leslie Samanco S.A.C. - Chimbote 2020*. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/5689/ERNES TO%20JUNIOR%20SIMEON%20VALLADARES.pdf?sequence=1>
- Siti, N., Affan, M., Ullad, O., Mohamat, J., Ayyaturai, S., Tarmidi, A., & Mohd, S. (2018). Analysis of Noise Pollution: A Case Study of Malaysia's University. *Journal of International Dental and Medical Research*, 11(1), 330-333. https://doi.org/http://www.jidmr.com/journal/wp-content/uploads/2018/04/63D17_391_Nyi_Mas_Siti_Purwaningsih.pdf
- Solórzano, O. (2014). *Manual de conceptos de riesgos y factores de riesgo para análisis de peligrosidad*. Manual, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica. <https://www.mag.go.cr/sgmag/6E60.pdf>
- Sritharan, J., Luo, Y., & Harris, A. (2019). Trends in participation rates in case-control studies of occupational risk factors 1991–2017. *Occupational & Environmental Medicine*, 77(10). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1136/oemed-2019-106200>
- 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>

- Vela, Z., & Rodríguez, M. (2016). *Evaluación de los niveles sonoros en la ciudad de Bagua, departamento Amazonas, 2015*. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Bagua.
- Ventrigilio, A., Bellomo, A., Gioia, I., Sabatino, D., Favale, D., Berardis, D., & Cianconi, P. (2021). Environmental pollution and mental health: a narrative review of literature. *CNS Spectrums*, 26(1), 51-61.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1017/S1092852920001303>
- Zaitseva, N., Shur, P., Alekseev, V., Savochkina, A., Savochkin, A., & Khrushcheva, E. (2020). Methodical approaches to assessing categories of occupational risk predetermined by various health disorders among workers related to occupational and labor process factors. *Health Risk Analysis*(4).
<https://doi.org/10.21668/health.risk/2020.4.03.eng>

ANEXOS

Anexo 1

IPERC actual del laboratorio (sobre el ruido)

IDENTIFICACIÓN ASPECTO AMBIENTAL		IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN IMPACTO AMBIENTAL (SIN CONTROLES)																EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (CON CONTROLES)							CONTROLES								
ASPECTO	AGENTES/SUSTANCIAS INVOLUCRADAS/FUENTES	Agotamiento de los RRNN	Agotamiento de la capa de ozono	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	Mejora del Uso de los RRNN	Mitigación de la Contaminación Atmosférica	Desarrollo Sostenible	NEGATIVO	POSITIVO	SITUACIÓN N/A/E	NORMATIVA LEGAL	C1	C2	C3	C4	C1+C2+C3+C4	NIVEL DEL IMPACTO (B/MO/IMP)	SIGNIFICANCIA AMBIENTAL	MEDIDAS DE CONTROL EXISTENTES	C1A	C2A	C3 A	C4A	C1+C2+C3+C42	NIVEL DEL IMPACTO (B/MO/IMP) A	SIGNIFICANCIA AMBIENTAL-A	MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR
Generación de ruido	Emisión de ruido ambiental producto del uso del saca testigos y de la chancadora					X								X		N	DS N°085-2003-PCM: Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental para ruido	2	3	2	3	10	IMP	SI	1. Uso limitado del equipo, sólo se usa de manera demostrativa por corto tiempo 2. Desarrollo de actividades en ambiente cerrado.	2	2	2	2	8	MO	NO	N.A.