



FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
MONITOREO Y ANÁLISIS AMBIENTAL DE CALIDAD DE AIRE Y RUIDO EN LA
UNIDAD MINERA LA ESTRELLA, LA LIBERTAD, PERÚ

Línea de investigación:

Biodiversidad, ecología y conservación

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de
Ingeniero Ambiental

Autor:

Hijar Gamboa, Freddy Jefferson

Asesora:

Aparicio Ylazaca, Roxana

ORCID: 0000-0002-8826-4603

Jurado:

Naupay Vega, Marlitt Florinda

Alvarado Perez, Karina Milagros

Valer Silva, José Manuel

Lima - Perú

2024



MONITOREO Y ANÁLISIS AMBIENTAL DE CALIDAD DE AIRE Y RUIDO EN LA UNIDAD MINERA LA ESTRELLA, LA LIBERTAD, PERÚ

INFORME DE ORIGINALIDAD

30%	20%	25%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	visorsig.oefa.gob.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	CONSULPAMY S.A.C.. "Actualización del Plan de Cierre de Minas de la Unidad Minera La Estrella-IGA0005566", R.D. N° 145-2018-MEM-DGAAM, 2021 Publicación	1%
5	AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - AMBIDES S.A.C.. "EIA-SD del Proyecto Infraestructura de Disposición Final de Residuos Sólidos No Municipales Peligrosos y No Peligrosos - Relleno de Seguridad La Joya-IGA0017851", R.D. N° 00037-2022-SENACE-PE/DEIN, 2022 Publicación	1%



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

MONITOREO Y ANÁLISIS AMBIENTAL DE CALIDAD DE AIRE Y RUIDO EN LA
UNIDAD MINERA LA ESTRELLA, LA LIBERTAD, PERÚ

Línea de Investigación

Biodiversidad, ecología y conservación

Informe de suficiencia profesional para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Hijar Gamboa, Freddy Jefferson

ASESORA:

Aparicio Ylazaca, Roxana
(ORCID: 0000-0002-8826-4603)

JURADO:

Naupay Vega, Marlitt Florinda

Alvarado Perez, Karina Milagros

Valer Silva, José Manuel

Lima - Perú

2024

ÍNDICE

RESUMEN.....	8
ABSTRACT.....	9
I. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1 Trayectoria del autor	10
1.2 Descripción de la empresa	11
1.2.1 Visión y Misión.....	12
1.3 Organigrama de la empresa	12
1.4 Áreas y funciones desempeñadas	14
II. MONITOREO Y ANÁLISIS AMBIENTAL DE CALIDAD DE AIRE Y RUIDO -	-
CASO UNIDAD MINERA LA ESTRELLA, LA LIBERTAD, PERÚ	15
2.1 Objetivos	16
2.1.1 Objetivo General	16
2.1.2 Objetivos Específicos.....	16
2.2 Antecedentes	17
2.3 Metodología.....	18
2.3.1 Ubicación.....	19
2.3.2 Descripción de la Unidad Minera La Estrella	20
2.3.3 Fuentes de información	21
2.3.4 Estándares de comparación	22
2.3.5 Métodos de muestreo.....	25
2.3.6 Estaciones de monitoreo	27

2.4	Resultados	29
2.4.1	<i>Calidad de Aire</i>	29
2.4.2	<i>Calidad de Ruido Ambiental – Zona Industrial</i>.....	37
2.5	Discusión de resultados	48
III.	APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA	53
IV.	CONCLUSIONES	55
V.	RECOMENDACIONES	56
VI.	REFERENCIAS.....	58
VII.	ANEXOS.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Marco legal	18
Tabla 2 Resumen de componentes de la Unidad Minera La Estrella	21
Tabla 3 Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) aplicados	22
Tabla 4 Estándares de comparación ECA aire	23
Tabla 5 Estándares de comparación ECA Ruido Ambiental – Zona Industrial.....	24
Tabla 6 Métodos de Muestreo – Aire	25
Tabla 7 Métodos de Muestreo – Ruido.....	27
Tabla 8 Ubicación de las estaciones de Calidad de Aire	28
Tabla 9 Ubicación de las estaciones de Ruido Ambiental	28
Tabla 10 Resultados de monitoreo de calidad de aire – I Trimestre 2022	29
Tabla 11 Resultados de monitoreo de calidad de aire – II Trimestre 2022	30
Tabla 12 Resultados de monitoreo de calidad de aire – III Trimestre 2022.....	31
Tabla 13 Resultados de monitoreo de calidad de aire – IV Trimestre 2022.....	32
Tabla 14 Resultados de monitoreo de calidad de Ruido Ambiental diurno – I Trimestre.....	38
Tabla 15 Resultados de monitoreo de calidad de Ruido Ambiental nocturno – I Trimestre .	39
Tabla 16 Resultados de monitoreo de calidad de Ruido Ambiental diurno – II Trimestre....	39
Tabla 17 Resultados de monitoreo de calidad de Ruido Ambiental nocturno – II Trimestre	40
Tabla 18 Resultados de monitoreo de calidad de Ruido Ambiental diurno – III Trimestre ..	41
Tabla 19 Resultados de monitoreo de calidad de Ruido Ambiental nocturno – III Trimestre	
.....	42
Tabla 20 Resultados de monitoreo de calidad de Ruido Ambiental diurno – IV Trimestre...	42

Tabla 21 Resultados de monitoreo de calidad de Ruido Ambiental nocturno – IV Trimestre	43
Tabla 22 Discusión de resultados - Calidad de Aire	49
Tabla 23 Discusión de resultados - Calidad de Ruido Ambiental	50
Tabla 24 Aportes destacables a la empresa Geo Ambientales Ingenieros S.A.C	54

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1</i> Organigrama empresa Geo Ambientales Ingenieros S.A.C.....	13
<i>Figura 2</i> Ubicación de la Unidad Minera La Estrella.....	20
<i>Figura 3</i> Concentración de Dióxido de Azufre (SO ₂).....	33
<i>Figura 4</i> Concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	33
<i>Figura 5</i> Concentración de Material Particulado PM _{2.5}	34
<i>Figura 6</i> Concentración de Material Particulado PM ₁₀	35
<i>Figura 7</i> Concentración de Monóxido de Carbono (CO).....	36
<i>Figura 8</i> Concentración de Plomo (PB) en PM ₁₀	36
<i>Figura 9</i> Concentración de Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S).....	37
<i>Figura 10</i> Nivel de Presión Sonora Equivalente - Diurno.....	44
<i>Figura 11</i> Nivel de Presión Sonora Equivalente - Nocturno	45
<i>Figura 12</i> Nivel de Presión Sonora Mínima – Diurno.....	46
<i>Figura 13</i> Nivel de Presión Sonora Mínima - Nocturno.....	46
<i>Figura 14</i> Nivel de Presión Sonora Máxima - Diurno.....	47
<i>Figura 15</i> Nivel de Presión Sonora Máxima - Nocturno	48
<i>Figura 16</i> Estación de monitoreo de Aire - CAH-1	69
<i>Figura 17</i> Estación de monitoreo de Aire - CAH-2	69
<i>Figura 18</i> Estación de monitoreo de Aire - CAH-3	70
<i>Figura 19</i> Estación de monitoreo de Aire - CAH-4	70
<i>Figura 20</i> Estación de monitoreo de Aire - CAH-5	71
<i>Figura 21</i> Estación de monitoreo de Ruido (diurno y nocturno) – R-1	71

Figura 22 Estación de monitoreo de Ruido (diurno y nocturno) – R-2	72
Figura 23 Estación de monitoreo de Ruido (diurno y nocturno) – R-3	72
Figura 24 Estación de monitoreo de Ruido (diurno y nocturno) – R-4	73

RESUMEN

El informe describe la trayectoria profesional del autor, y destaca los roles que desempeñó como asesor y especialista en calidad ambiental de la consultora Geo Ambientales Ingenieros S.A.C., en los que supervisó la coordinación de proyectos, elaboró instrumentos de gestión ambiental y elaboró informes de seguimiento, entre otras funciones. El informe presenta el monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental llevado a cabo en la Unidad Minera La Estrella, el muestreo se realizó en cinco estaciones de aire y cuatro estaciones de ruido durante los cuatro trimestres del año 2022. Para el monitoreo del aire, se evaluaron parámetros como material particulado, gases contaminantes y metales pesados. En cuanto al monitoreo de ruido, se midieron los niveles de presión sonora equivalentes (L_{eq}), así como los niveles máximos (L_{max}) y mínimos (L_{min}) registrados durante los períodos diurno y nocturno. Finalmente, se presenta el análisis detallado de los resultados obtenidos para cada parámetro, estos resultados se compararon con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental vigentes.

Palabras clave: calidad de aire, calidad de ruido ambiental, estándares de calidad ambiental.

ABSTRACT

The report describes the author's professional trajectory, highlighting the roles he performed as an advisor and environmental quality specialist at the consultancy firm Geo Ambientales Ingenieros S.A.C., where he supervised project coordination, developed environmental management instruments, and prepared follow-up reports, among other functions. The report presents the air and environmental noise quality monitoring carried out at the La Estrella Mining Unit. Sampling was conducted at five air stations and four noise stations throughout the four quarters of 2022. For air monitoring, parameters such as particulate matter, pollutant gases, and heavy metals were evaluated. Regarding noise monitoring, equivalent sound pressure levels (L_{eq}), as well as maximum (L_{max}) and minimum (L_{min}) levels recorded during daytime and nighttime periods, were measured. Finally, a detailed analysis of the results obtained for each parameter is presented, and these results were compared with the current National Environmental Quality Standards.

Keywords: air quality, environmental noise quality, environmental quality standards.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Trayectoria del autor

El autor es egresado de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo de la Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV), obteniendo el grado de Bachiller. Cuenta con experiencia en consultoría en el sector de minería, especializado en la elaboración de Instrumentos de Gestión Ambiental (EIA, DIA, PCM, MTD, entre otros). Su enfoque principal ha sido la creación de líneas base físicas, calidad ambiental, identificación y evaluación de impactos, y programas de manejo ambiental, desempeñándose en estas áreas:

- De enero 2013 a junio 2016, me desempeñé como practicante del Área de Medio Ambiente en la empresa Asesores y Consultores Mineros S.A., donde realicé funciones referidas a la revisión de Instrumentos de Gestión Ambiental del sector minero, elaboración de Estudios de Impacto Ambiental, Planes de Cierre de Minas e Informes Técnicos, además de la revisión de informes de monitoreos ambientales para su posterior aprobación ante la entidad correspondiente.

- De enero a diciembre de 2017, trabajé como asesor ambiental en el área de Propiedades/Medio Ambiente de la Compañía Minera Casapalca. En esta posición, fui responsable de revisar estudios de gestión ambiental, así como de informes de monitoreos de

calidad del agua, aire, ruido y suelos. Además, gestioné documentos relacionados con el manejo de residuos sólidos de todas las unidades mineras de la empresa.

- De enero 2018 a diciembre 2019, ocupé el cargo de asesor y consultor ambiental de la empresa Geostudios Ambientales S.A.C. en el área de proyectos ambientales, siendo responsable de la realización de instrumentos de Gestión Ambiental tales como Planes de Cierre, Estudios de Impacto Ambiental, Memoria Técnica Detallada, PAMA, entre otros

- De enero de 2020 a enero de 2024, laboré en el área de medio ambiente de la empresa Geo Ambientales Ingenieros S.A.C. Mis responsabilidades incluían la elaboración de instrumentos de gestión ambiental, como Planes de Cierre de Minas, Estudios de Impacto Ambiental, Memorias Técnicas Detalladas, entre otras. También fui responsable de realizar informes de monitoreos ambientales de calidad de aire, ruido, agua y suelo para su aprobación.

1.2 Descripción de la empresa

Geo Ambientales Ingenieros S.A.C. es una consultora enfocada al desarrollo de proyectos ambientales y de ingeniería para los sectores minero, energético e industrial. Ofrece un servicio integral que abarca desde la fase inicial del proyecto hasta su aprobación final por las autoridades competentes. La empresa pone un énfasis especial en comprender el entorno social y económico donde se lleva a cabo un proyecto, con el objetivo de armonizar las necesidades y expectativas de la población involucrada, manteniendo la eficiencia técnica y económica (Plataforma Digital Geo Ambientales Ingenieros S.A.C., 2017).

1.2.1 Visión y Misión

Misión

Geo Ambientales Ingenieros S.A.C. tiene como misión la asesoría integral en temas ambientales para que sus clientes puedan mejorar sus actividades operativas e industriales, además de lograr la expansión de sus servicios a toda la región.

Visión

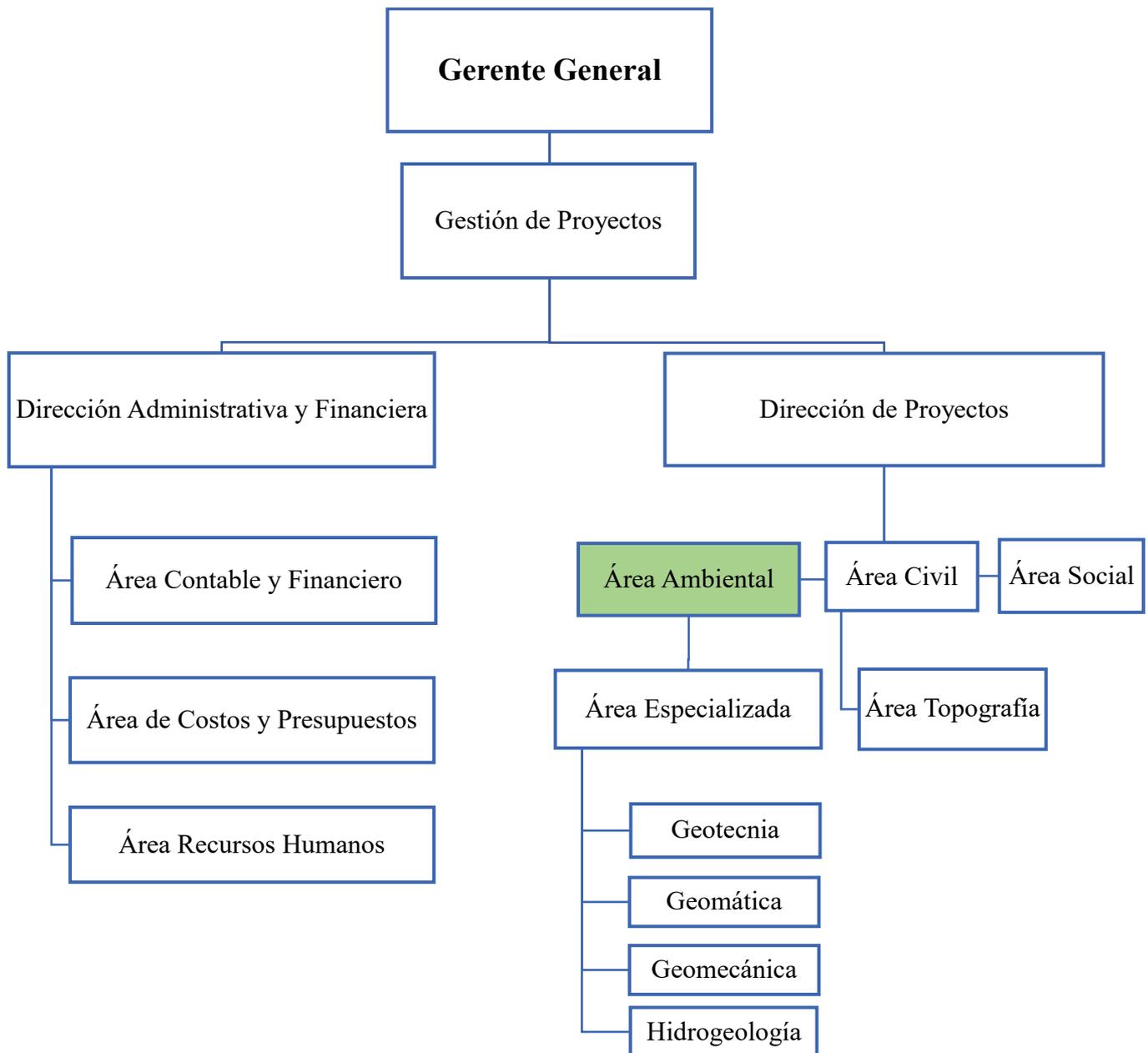
Geo Ambientales Ingenieros S.A.C. tiene como visión ser líderes en gestión ambiental en el Perú y la región, contribuyendo al desarrollo sostenible de las empresas, así como el compromiso por la conservación del medio ambiente.

1.3 Organigrama de la empresa

La consultora está integrada por diversos profesionales, incluidos ingenieros ambientales, geógrafos, biólogos, entre otros:

Figura 1

Organigrama empresa Geo Ambientales Ingenieros S.A.C.



Nota. Organigrama de Geo Ambientales Ingenieros S.A.C., 2024

1.4 Áreas y funciones desempeñadas

Durante mi trabajo en la dirección de proyectos, específicamente en el área ambiental de la consultora Geo Ambientales Ingenieros S.A.C., mis responsabilidades incluyeron:

- ✓ Análisis de la línea base y evaluación de la calidad ambiental, además de la evaluación de datos ambientales para garantizar el cumplimiento de las normativas vigentes.
- ✓ Realización de capítulos los cuales sirvieron para caracterizar y evaluar los impactos ambientales potenciales de las actividades mineras.
- ✓ Elaboración de programas de monitoreo ambiental para diversos estudios.
- ✓ Análisis y resolución de observaciones y comentarios realizados por entidades reguladoras y/o revisores externos.

II. MONITOREO Y ANÁLISIS AMBIENTAL DE CALIDAD DE AIRE Y RUIDO - CASO UNIDAD MINERA LA ESTRELLA, LA LIBERTAD, PERÚ

La actividad minera, especialmente en la extracción de minerales metálicos como el oro, presenta desafíos ambientales significativos. La extracción y procesamiento del oro involucran operaciones que pueden generar emisiones contaminantes y niveles elevados de ruido, impactando sobre el medio. El informe se enfoca en la evaluación de estos impactos a través del monitoreo de la calidad del aire y del ruido ambiental en la Unidad Minera La Estrella, ubicada en Pataz, La Libertad.

El monitoreo ambiental resulta esencial para identificar y cuantificar los contaminantes atmosféricos y los niveles de ruido, la información obtenida es crucial para desarrollar e implementar estrategias de mitigación efectivas, garantizando que las operaciones mineras se realicen de manera sostenible con el menor impacto posible sobre el ambiente y la salud humana. La contaminación del aire, específicamente por partículas en suspensión y gases tóxicos, puede provocar afectación a la salud, de igual forma, el exceso de ruido puede perjudicar la calidad de vida de los habitantes y afectar negativamente a los ecosistemas locales.

Por ello es fundamental abordar el desafío de minimizar los posibles impactos ambientales, las actividades mineras, como la voladura, excavación y transporte de minerales, generan emisiones de polvo y ruidos que pueden contener metales pesados y otros contaminantes.

Los resultados del monitoreo permitirán desarrollar e implementar estrategias de gestión ambiental que mitiguen los posibles impactos negativos. Además, contribuirán al

cumplimiento de los estándares ambientales vigentes y promoverán prácticas mineras más sostenibles.

En relación a lo mencionado, se desprende la pregunta: ¿Cómo se puede evaluar la calidad ambiental de la Unidad Minera La Estrella, mediante el análisis de los monitoreos de calidad de aire y ruido ambiental?

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo General

Evaluar la calidad ambiental de la Unidad Minera La Estrella y alrededores, mediante el análisis de los monitoreos de calidad de aire y ruido ambiental.

2.1.2 Objetivos Específicos

- Determinar la calidad del aire en la Unidad Minera La Estrella y alrededores, mediante el monitoreo de parámetros como material particulado, gases contaminantes y metales pesados, y comparar los resultados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) vigentes.

- Determinar la calidad de ruido ambiental en la Unidad Minera La Estrella y alrededores, mediante el análisis de los niveles de presión sonora equivalentes y comparar los resultados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) vigentes.

2.2 Antecedentes

Davila (2023) indica que su estudio tiene como objetivo investigar la relación entre la contaminación acústica y la percepción auditiva de los trabajadores en la mina Yellowcake en Macusani. Para este propósito se evaluaron tres factores cruciales: molestia percibida, intensidad del ruido, presión sonora y percepción de consecuencias adversas. El primer objetivo específico analiza la posibilidad que exista una relación entre el nivel de ruido en el trabajo y cómo lo perciben los empleados. El Segundo propósito examina si la irritación de los trabajadores está correlacionada con los niveles de ruido. Se evaluaron varios factores, incluida la duración y la frecuencia del ruido para comprender su influencia en la percepción de los trabajadores. Los resultados indicaron que sí existe una relación directa entre los parámetros evaluados.

Astorga (2022) realizó un análisis ambiental del plan de cierre de la mina subterránea Caylloma como parte de su tesis de posgrado. Se determinaron los aspectos ambientales de la zona de cierre, teniendo en cuenta la calidad de los componentes esenciales del medio. Se identificaron varios impactos ambientales resultantes de las actividades de cierre, ninguna de las cuales se consideró sustancial. Esto permitió planificar procedimientos de mantenimiento físico, geoquímico e hidrológico, así como establecer programas de monitoreo específicos asegurando que se mantengan por debajo de los límites establecidos por los estándares ambientales vigentes.

Sagua (2022) indica que el objetivo de su investigación fue crear un mapa de ruido ambiental, procesar los datos e identificar los niveles de presión sonora que se presentan durante el ciclo de minado. La recolección de datos se realizó siguiendo la norma técnica peruana. Los resultados mostraron que la exposición diaria a los niveles de presión sonora ocupacional alcanzó un máximo de 66,6 dB, mientras que los niveles de presión sonora ambiental fueron de 64,2 dB. Los parámetros evaluados no superaron la normativa vigente,

aunque el mapa de ruido ambiental reveló emisiones que exceden los límites permitidos para zonas industriales.

Guevara (2021) su investigación se centró en crear un plan de cierre para la unidad minera Croke SAC en Huamachuco, La Libertad, con énfasis en el monitoreo del aire y ruido para gestionar y minimizar los efectos adversos. El estudio empleó un diseño cuasiexperimental y un método deductivo con un enfoque explicativo. El plan cierre se elaboró cumpliendo las normas aplicables. Se identificaron impactos ambientales significativos en la calidad del aire y el aumento de los niveles de ruido, también se consideraron efectos sobre la flora, fauna, y aspectos socioeconómicos y culturales. Finalmente, el plan de cierre se organizó en cuatro fases: cierre temporal, progresivo, final y post cierre.

2.3 Metodología

La metodología del informe es consistente con el siguiente marco legal:

Tabla 1

Marco legal

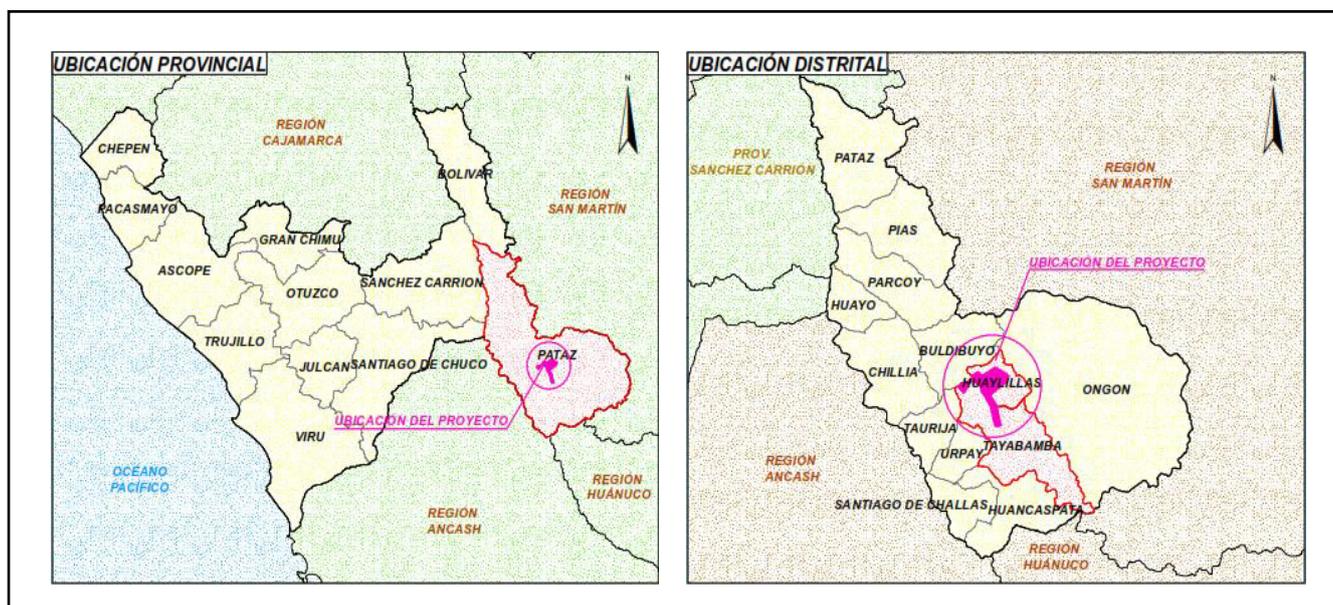
Normativa	Descripción
Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire aprobados mediante Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM	Estos estándares fijan los valores máximos de contaminantes en el ambiente, con el objetivo de garantizar la conservación de la calidad ambiental.
Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido aprobados mediante Decreto Supremo N° 085-2003-PCM	Estos estándares tienen como objetivo proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible.
Ley General del Ambiente - Ley N° 28611 y sus respectivas modificatorias mediante D.L. N° 1055	Esta es la ley marco que regula la política ambiental en el Perú. Establece los principios, derechos,

Normativa	Descripción
Ley Modificación a los Planes de Cierres de Minas - Ley 31347 que modifica la ley 28090	obligaciones e instrumentos de gestión ambiental para promover el desarrollo sostenible. Esta ley introduce modificaciones a la normativa existente sobre el cierre de minas, actualizando y mejorando los requisitos y procedimientos para la elaboración y ejecución de planes de cierre de minas.
Ley que regula el Cierre de Minas - Ley N° 28090, con su respectivo reglamento aprobado mediante D.S. 033-2005-EM y sus modificatorias aprobadas mediante D.S. N° 045-2006-EM	Esta ley establece las normas y procedimientos para el cierre de operaciones mineras, incluyendo la presentación de planes de cierre, ejecución de medidas de remediación y monitoreo post-cierre.

Nota. Ministerio del Ambiente (MINAM), Ministerio de Energía y Minas (MINEM)

2.3.1 Ubicación

La Unidad Minera La Estrella se encuentra en los distritos de Huaylillas y Tayabamba, en la provincia de Pataz, departamento de La Libertad. Está situada en el flanco occidental de la cordillera oriental, cerca de la línea que delimita la vertiente amazónica. La zona se caracteriza por su topografía irregular, con pendientes que van desde inclinadas hasta muy empinadas, y una altitud que oscila entre 2200 y 4200 metros sobre el nivel del mar. (Figura 2)

Figura 2*Ubicación de la Unidad Minera La Estrella*

2.3.2 Descripción de la Unidad Minera La Estrella

La unidad minera es gestionada por la Compañía Minera Caravelí S.A.C. y se dedica a la extracción, procesamiento y comercialización de minerales auríferos. La planta de procesamiento tiene una capacidad de 350 toneladas métricas secas diarias (TMSD). Las operaciones se realizan utilizando el método semi-mecanizado de corte y relleno ascendente (CRAS), con relleno detrítico. Los tajos tienen dimensiones de 60 metros de largo, 30 metros de altura y una potencia promedio de 4.5 metros. La unidad minera está organizada en tres áreas: La Estrella, Aracoto y Junes, y sus principales componentes incluyen bocaminas, una planta concentradora, un depósito de relaves y un depósito de desmonte.

Tabla 2*Resumen de componentes de la Unidad Minera La Estrella*

Componentes Mineros		Cantidad
Bocamina	Bocaminas	4
Instalaciones de procesamiento	Planta de Beneficio	1
Instalaciones para el Manejo de Residuos	Depósito de desmonte	1
	Depósito de relave	1
	Sistema de Manejo de Aguas	5
Instalaciones para el Manejo de Aguas	Infraestructura para el tratamiento de aguas	13
Áreas de Material de Préstamo	Canteras de Material de Préstamo	4
	Depósito de Top Soil	2
	Infraestructuras	11
Otras Infraestructuras Relacionadas con el Proyecto	Infraestructuras auxiliares	2
	Oficinas administrativas	4
	Depósito de Residuos Sólidos	11
	Accesos	1
Viviendas y Servicios para los Trabajadores	Servicios	6
	Vivienda	5
TOTAL		71

Nota. Segunda Actualización del plan de Cierre de Minas de la U.M. La Estrella

2.3.3 Fuentes de información

Se empleó la información del Programa de Monitoreo Ambiental de la Unidad Minera La Estrella. La evaluación se basó en los resultados de los análisis de aire y ruido realizados durante los cuatro trimestres del año 2022. Las muestras fueron recolectadas de acuerdo con los Protocolos de Monitoreo de Calidad Ambiental del Ministerio de Energía y Minas y analizadas por un laboratorio debidamente certificado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL).

2.3.4 Estándares de comparación

El presente informe tiene como marco legal aplicable los lineamientos establecidos en:

Tabla 3

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) aplicados

Normativa	Descripción
Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire aprobados mediante Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM publicado el 7 de junio del 2017	El objetivo de estos estándares es controlar y reducir la contaminación del aire, asegurando que las concentraciones de contaminantes no superen niveles que puedan causar efectos adversos en la salud humana, el ambiente y la calidad de vida de la población.
Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido – Zona Industrial aprobados mediante Decreto Supremo N° 085-2003-PCM publicado el 30 de octubre de 2003	El objetivo de estos estándares es regular los niveles de ruido en zonas industriales para evitar efectos negativos en la salud de las personas y el ambiente.

Nota. Ministerio del Ambiente (MINAM)

Tabla 4*Estándares de comparación ECA aire*

Parámetros	Período	Valor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Criterios de Evaluación	Método de Análisis⁽¹⁾
Benceno (C_6H_6)	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO_2)	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO_2)	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (método automático)
Material Particulado $\text{PM}_{2.5}$	Anual	100	Media aritmética anual	
	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercia/filtración (gravimetría)
Material Particulado PM_{10}	Anual	25	Media aritmética anual	
	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercia/filtración (gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	
Mercurio gaseoso total (Hg) ⁽²⁾	24 horas	2	No exceder	Espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CVAAS) o espectrometría de fluorescencia atómica de vapor frío (CVAFS) o Espectrometría de absorción atómica Zeeman (Métodos automáticos)
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	
			Máxima media diaria	Fotometría de absorción
Ozono (O_3)	8 horas	100	NE más de 24 veces al año	ultravioleta (Método automático)
Sulfuro de Hidrógeno (H_2S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (método automático)

Parámetros	Período	Valor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Criterios de Evaluación	Método de Análisis⁽¹⁾
Plomo (Pb) en PM ₁₀	Mensual	1.5	NE más de 24 veces al año	Método para PM ₁₀ (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0.5	Media aritmética de los valores mensuales	

Nota. Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM.

NE Significa No Exceder.

(1) Método equivalente aprobado.

(2) El estándar de calidad ambiental para Mercurio Gaseoso Total entrará en vigencia al día siguiente de la publicación del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire, de conformidad con lo establecido en la Séptima Disposición Complementaria Final del presente Decreto Supremo.

Tabla 5

Estándares de comparación ECA Ruido Ambiental – Zona Industrial

Zonas de aplicación	Valores expresados en LAeqt	
	Horario diurno	Horario nocturno
Zona de Protección Especial	50 dB(A)	40 dB(A)
Zona Residencial	60 dB(A)	50 dB(A)
Zona Comercial	70 dB(A)	60 dB(A)
Zona Industrial	80 dB(A)	70 dB(A)

Nota. Decreto Supremo N° 085-2003-PCM.

LAeqt: nivel sonoro continuo equivalente

Horario diurno: Periodo comprendido desde las 07:01 horas hasta las 22:00 horas.

Horario nocturno: Periodo comprendido desde las 22:01 horas hasta las 07:00 horas del día siguiente.

2.3.5 Métodos de muestreo

– Métodos de muestreo para calidad de aire

El monitoreo de material particulado y concentraciones de gases se realizó con los siguientes procedimientos de muestreo:

Tabla 6

Métodos de Muestreo – Aire

Parámetro	Método de muestreo
Dióxido de azufre (SO₂)	Se emplea un tren de muestreo, que consiste en un sistema dinámico compuesto por una bomba de presión-succión, un controlador de flujo y una solución de captación. El aire del ambiente pasa a través de la solución captadora de tetracloromercurato sódico de 0.1 M a razón de flujo de 0,2 lt/min por un período de 24 horas. La muestra obtenida se analiza en laboratorio, siendo expresados los resultados en microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
Dióxido de Nitrógeno (NO₂)	Se emplea un tren de muestreo que consiste en un sistema dinámico compuesto por: una bomba de presión-succión, un controlador de flujo y solución captadora para NO ₂ . El aire del ambiente pasa a través de la solución captadora a razón de 0,4 lt/min por período de una hora. La muestra obtenida se analiza en laboratorio, siendo expresados los resultados en microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
Partículas en suspensión (PM_{2.5})	Se emplea muestreadores de bajo volumen, cuya principal característica consiste en aspirar aire del ambiente a flujo constante de 5 lt/min, dentro de un orificio de forma especial donde el material particulado en suspensión es separado inercialmente en fracciones de uno o más tamaños dentro del rango menor a 2.5 micras. Las partículas son colectadas en un filtro de teflón durante un periodo de muestreo de 24 horas, para posteriormente ser analizado y determinar el peso de las partículas capturadas en dicho filtro por gravimetría
Partículas en suspensión (PM₁₀)	Se utilizan equipos cuya principal característica consiste en aspirar aire del ambiente a flujo constante de 5 lt/min, dentro de un orificio

Parámetro	Método de muestreo
Monóxido de Carbono (CO)	<p>de forma especial donde el material particulado en suspensión es separado inercialmente en fracciones de uno o más tamaños dentro del rango menor a 10 micras. Las partículas son colectadas en un filtro de cuarzo durante un periodo de muestreo de 24 horas, para posteriormente ser analizado y determinar el peso de las partículas capturadas en dicho filtro por gravimetría.</p> <p>Se emplea un tren de muestreo, que consiste en un sistema dinámico compuesto por una bomba de presión-succión, un controlador de flujo y solución captadora. El aire del ambiente pasa a través de la solución captadora de a razón de 0,5 lt/min por período de ocho horas. La muestra obtenida se analiza en laboratorio, siendo expresados los resultados en microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).</p>
Sulfuro de hidrógeno (H₂S)	<p>Se emplea un tren de muestreo que consiste en un sistema dinámico compuesto por una bomba de presión-succión, un controlador de flujo y solución captadora. La solución captadora tiene un flujo de 0,2 lt/min por un período de 24 horas. La muestra obtenida se analiza en laboratorio, siendo los resultados expresados en microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).</p>

Nota. Programa de Monitoreo Ambiental U.M. La Estrella

–Métodos de medición para calidad de ruido ambiental

El monitoreo del Nivel de Presión Sonora Equivalente se realizó con los siguientes procedimientos:

Tabla 7*Métodos de Muestreo – Ruido*

Parámetro	Método de muestreo
Nivel de Presión Sonora Equivalente	<p>La medición es directa, por extrapolación de los resultados y/o por medio de cálculos, el tiempo de medición en cada estación fue de 25 minutos. Las consideraciones tomadas fueron:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ubicación del micrófono del sonómetro integrador a 1,5 m del nivel de suelo para evitar la reflexión acústica y con protección de vientos para reducir la influencia del viento y protección del micrófono). - Lugar de medición en dirección y cerca de las fuentes de emisión y campamentos. - En periodos de precipitación pluvial no se realizaron las mediciones por condiciones de operación adversas como valores de humedad y temperatura ambiental por encima o debajo del rango de funcionamiento adecuado del sonómetro. - En periodos de velocidad del viento mayores a 5 m/s, no se realizaron las mediciones puntuales.

Nota. Programa de Monitoreo Ambiental U.M. La Estrella

2.3.6 Estaciones de monitoreo

Para llevar a cabo la evaluación de la calidad del aire se emplearon cinco estaciones de monitoreo, mientras que para la evaluación del ruido ambiental se utilizaron cuatro estaciones. Las coordenadas y descripciones de estas estaciones se detallan en las tablas 8 y 9, respectivamente.

Tabla 8*Ubicación de las estaciones de Calidad de Aire*

Estación	Descripción	Coordenadas UTM Datum		Altitud m.s.n.m.
		WGS 84 Zona 18s		
		Este	Norte	
CAH-1	Estación La Estrella	245 863	9 095 459	3821
CAH-2	Junes (Barlovento)	244 010	9 093 127	2845
CAH-3	Sarabamba (Sotavento)	244 512	9 093 518	2878
CAH-4	Ubicada aproximadamente 150mt al oeste de la operación Aracoto	238 446	9 093 360	2458
CAH-5	Estación Centro Poblado Huaylillas	241 830	9 094 202	2402

Nota. Estaciones del Programa de Monitoreo Ambiental U.M. La Estrella aprobadas en el EIA La Estrella con RD N° 344-2017-MEM/DGAAM.

Tabla 9*Ubicación de las estaciones de Ruido Ambiental*

Estación	Descripción	Coordenadas UTM Datum		Altitud m.s.n.m.
		WGS 84 Zona 18s		
		Este	Norte	
R-1	Estación la Estrella	245 863	9 095 459	3821
R-2	Junes (Barlovento)	244 010	9 093 127	2845
R-3	Sarabamba (Sotavento)	244 512	9 093 518	2878
R-4	Ubicada aproximadamente 150 m. al oeste de la operación Aracoto	238 446	9 093 360	2458

Nota. Estaciones del Programa de Monitoreo Ambiental U.M. La Estrella aprobadas en el EIA La Estrella con RD N° 344-2017-MEM/DGAAM.

2.4 Resultados

2.4.1 Calidad de Aire

Se compararon los resultados obtenidos con los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire. En las Tablas del 10 al 13 se presentan los resultados correspondientes a los cuatro trimestres del año 2022:

Tabla 10

Resultados de monitoreo de calidad de aire – I Trimestre 2022

Estaciones de monitoreo			CAH-1	CAH-2	CAH-3	CAH-4	CAH-5
			28/02/2022	28/02/2022	01/03/2022	02/03/2022	01/03/2022
			12:00 h	10:15 h	14:00 h	16:20 h	11:15 h
Fecha y hora de muestreo			01/03/2022	01/03/2022	02/03/2022	03/03/2022	02/03/2022
			12:00 h	10:15 h	14:00 h	16:20 h	11:15 h
Parámetros	Unidades	Aire (*)	Resultados				
Dióxido de Azufre (SO ₂)	µg/m ³	250	<12.15	<12.15	<12.15	<12.15	<12.15
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	µg/m ³	200	<8.75	<8.75	<8.75	<8.75	<8.75
Material Particulado PM _{2.5}	µg/m ³	50	2.73	1.88	0.74	0.69	2.36
Material Particulado PM ₁₀	µg/m ³	100	7.67	6.83	6.17	6.62	3.82
Monóxido de Carbono (CO)	µg/m ³	10000	<652	<652	<652	<652	<652
Plomo (PB) en PM ₁₀	µg/m ³	0.5	0.02	0.098	0.018	0.023	0.023
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	µg/m ³	150	<2.104	2.58	<2.104	2.54	<2.104

Nota. Programa de Monitoreo Ambiental U.M. La Estrella.

(<) Por debajo del límite de cuantificación del método de laboratorio.

(*) Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire aprobados mediante Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM.

Tabla 11*Resultados de monitoreo de calidad de aire – II Trimestre 2022*

Estaciones de monitoreo			CAH-1	CAH-2	CAH-3	CAH-4	CAH-5
			20/05/2022	20/05/2022	21/05/2022	21/05/2022	22/05/2022
Fecha y hora de muestreo			11:00 h	10:00 h	11:00 h	15:00 h	13:30 h
			21/05/2022	21/05/2022	22/05/2022	22/05/2022	23/05/2022
			10:00 h	09:00 h	10:00 h	14:00 h	12:30 h
Parámetros	Unidades	Aire (*)	Resultados				
Dióxido de Azufre (SO ₂)	µg/m ³	250	<12.15	<12.15	<12.15	<12.15	<12.15
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	µg/m ³	200	<8.75	<8.75	<8.75	<8.75	<8.75
Material Particulado PM _{2.5}	µg/m ³	50	3.54	4.86	6.15	2.31	13.06
Material Particulado PM ₁₀	µg/m ³	100	4.33	16.09	10.46	5.22	21.67
Monóxido de Carbono (CO)	µg/m ³	10000	<652	<652	<652	<652	<652
Plomo (PB) en PM ₁₀	µg/m ³	0.5	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	µg/m ³	150	<2.104	<2.104	<2.104	<2.104	<2.104

Nota. Programa de Monitoreo Ambiental U.M. La Estrella.

(<) Por debajo del límite de cuantificación del método de laboratorio.

(*) Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire aprobados mediante Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM.

Tabla 12*Resultados de monitoreo de calidad de aire – III Trimestre 2022*

Estaciones de monitoreo			CAH-1	CAH-2	CAH-3	CAH-4	CAH-5
			18/08/2022	17/08/2022	18/08/2022	19/08/2022	19/08/2022
Fecha y hora de muestreo			12:30 h	10:30 h	16:30 h	17:30 h	16:00 h
			19/08/2022	18/08/2022	19/08/2022	20/08/2022	20/08/2022
			12:30 h	10:30 h	16:30 h	17:30 h	16:00 h
Parámetros	Unidades	Aire (*)	Resultados				
Dióxido de Azufre (SO ₂)	µg/m ³	250	<12.15	<12.15	<12.15	<12.15	<12.15
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	µg/m ³	200	<8.75	<8.75	<8.75	<8.75	<8.75
Material Particulado PM _{2.5}	µg/m ³	50	13.01	23.97	18.84	4.65	7.05
Material Particulado PM ₁₀	µg/m ³	100	25.38	66.37	43.64	7.73	12.73
Monóxido de Carbono (CO)	µg/m ³	10000	<652	<652	<652	<652	<652
Plomo (PB) en PM ₁₀	µg/m ³	0.5	0.035	0.053	0.035	0.027	0.027
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	µg/m ³	150	<2.104	<2.104	<2.104	<2.104	<2.104

Nota. Programa de Monitoreo Ambiental U.M. La Estrella.

(<) Por debajo del límite de cuantificación del método de laboratorio.

(*) Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire aprobados mediante Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM.

Tabla 13*Resultados de monitoreo de calidad de aire – IV Trimestre 2022*

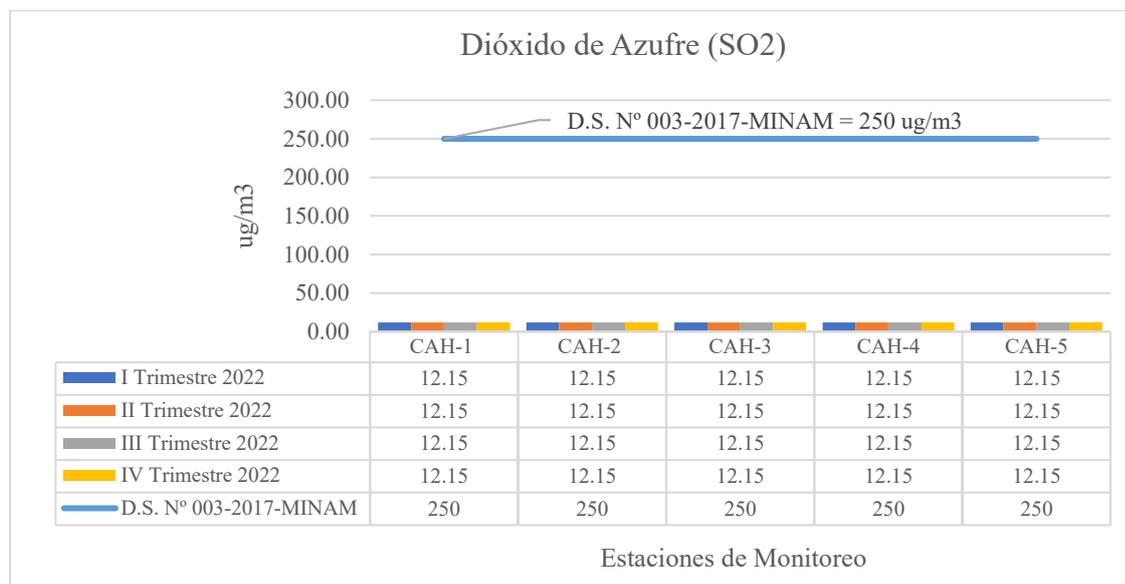
Estaciones de monitoreo			CAH-1	CAH-2	CAH-3	CAH-4	CAH-5
Fecha y hora de muestreo			08/11/2022 11:00h	07/11/2022 09:30 h	08/11/2022 10:30 h	08/11/2022 14:00 h	10/11/2022 15:00 h
Fecha y hora de muestreo			9/11/2022 10:00 h	08/11/2022 08:30 h	09/11/2022 09:30 h	09/11/2022 13:00 h	11/11/2022 14:00 h
Parámetros	Unidades	Aire (*)	Resultados				
Dióxido de Azufre (SO ₂)	µg/m ³	250	<12.15	<12.15	<12.15	<12.15	<12.15
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	µg/m ³	200	<8.75	<8.75	<8.75	<8.75	<8.75
Material Particulado PM _{2.5}	µg/m ³	50	4.21	21.12	13.13	3.35	20.81
Material Particulado PM ₁₀	µg/m ³	100	6.70	24.46	18.71	5.62	29.95
Monóxido de Carbono (CO)	µg/m ³	10000	<652	<652	<652	<652	<652
Plomo (PB) en PM ₁₀	µg/m ³	0.5	0.014	0.014	0.014	0.014	0.033
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	µg/m ³	150	<2.104	<2.104	<2.104	<2.104	<2.104

Nota. Programa de Monitoreo Ambiental U.M. La Estrella.

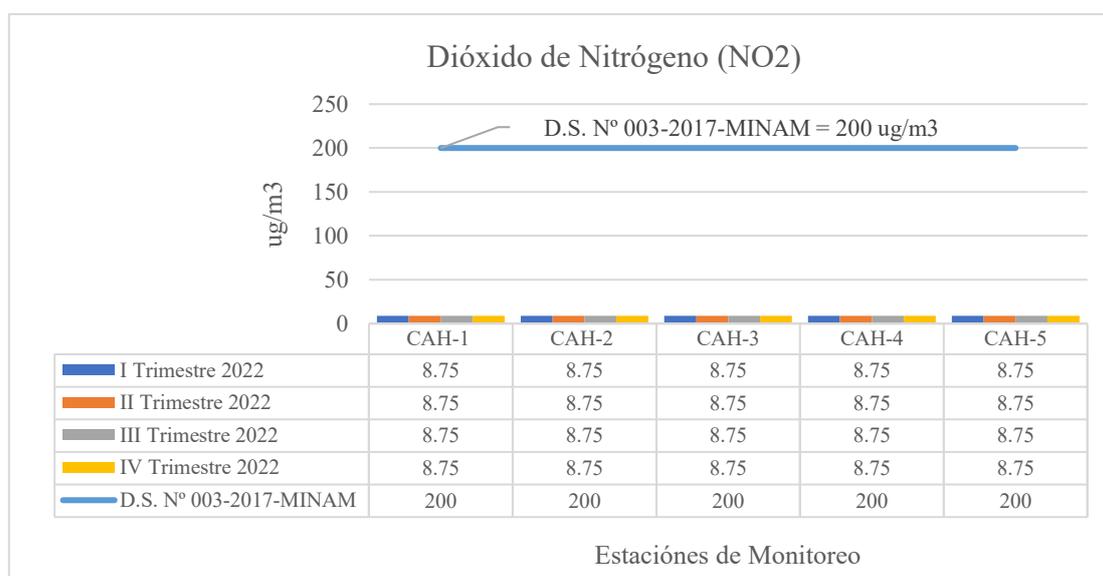
(<) Por debajo del límite de cuantificación del método de laboratorio.

(*) Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire aprobados mediante Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM.

Por otro lado, la Figura 3 presenta los valores de concentración de Dióxido de Azufre (SO₂) obtenidos en las estaciones CAH-1, CAH-2, CAH-3, CAH-4 y CAH-5, comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire. En dicha figura se puede observar que los resultados obtenidos (<12.15 µg/m³) están por debajo del límite de cuantificación del método de laboratorio. Por lo tanto, los valores no exceden los estándares de calidad ambiental para el aire establecidos por la normativa.

Figura 3*Concentración de Dióxido de Azufre (SO₂)*

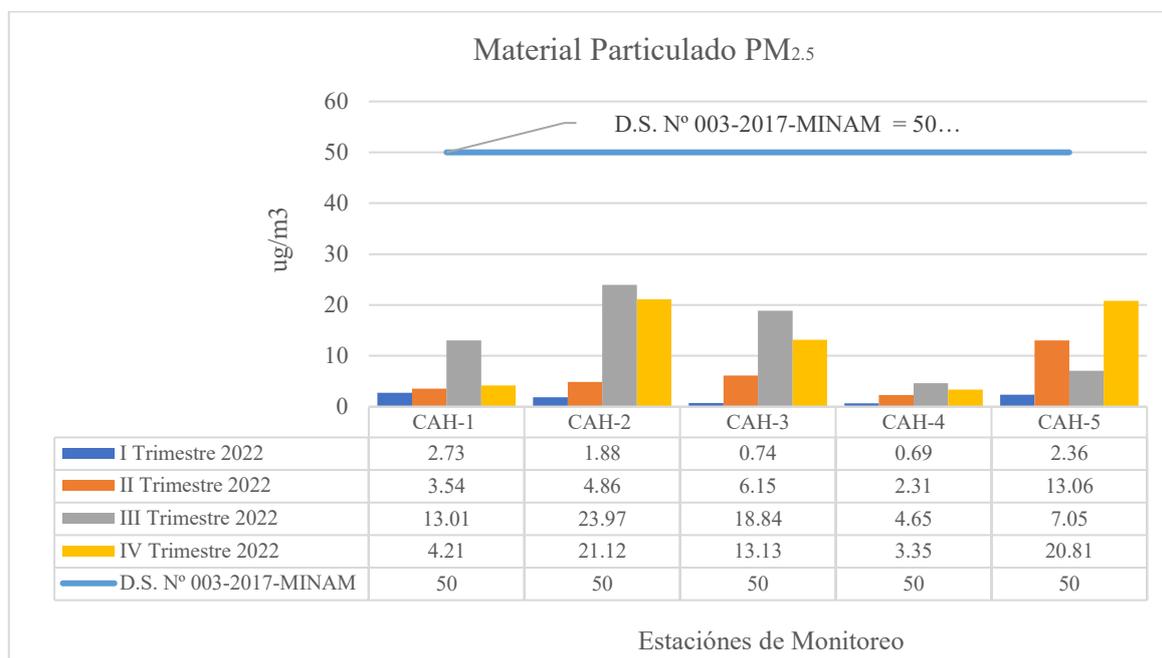
En cuanto a las concentraciones de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) medidas en las estaciones de monitoreo de la unidad minera, los valores obtenidos (<8.75 µg/m³) están por debajo del límite de cuantificación del método de laboratorio y también se sitúan por debajo de los límites establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el aire.

Figura 4*Concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO₂)*

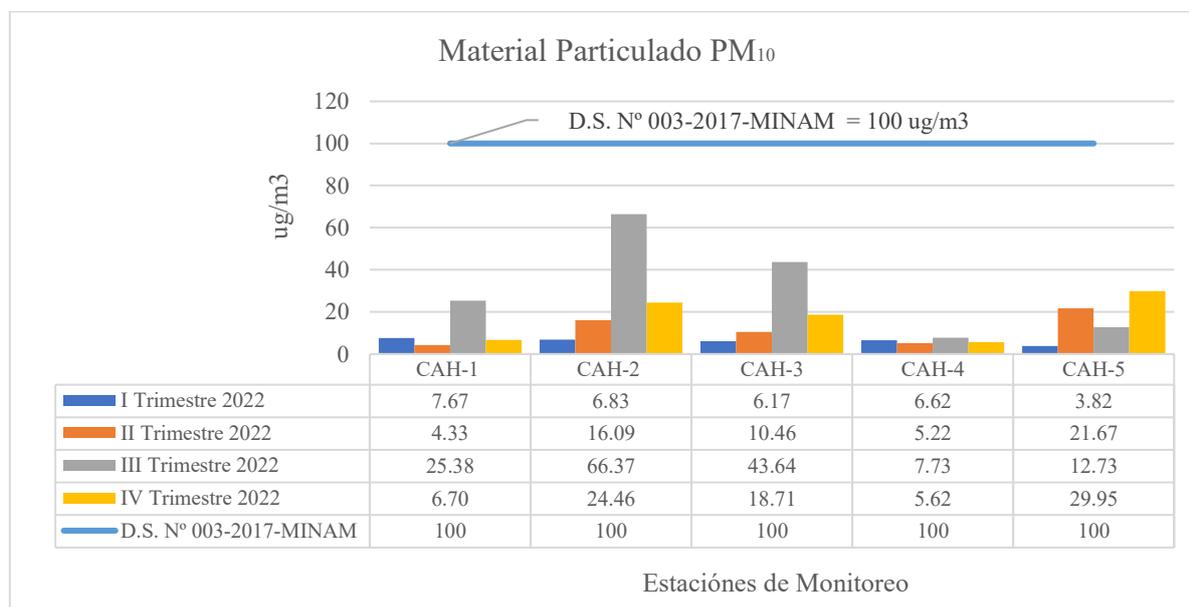
En relación con los resultados de Material Particulado $PM_{2.5}$, se registró un valor mínimo de $0.69 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación CAH-4 durante el primer trimestre y un valor máximo de $23.97 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación CAH-2 durante el tercer trimestre. Todos los valores obtenidos en las estaciones permanecieron por debajo de los límites establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el aire.

Figura 5

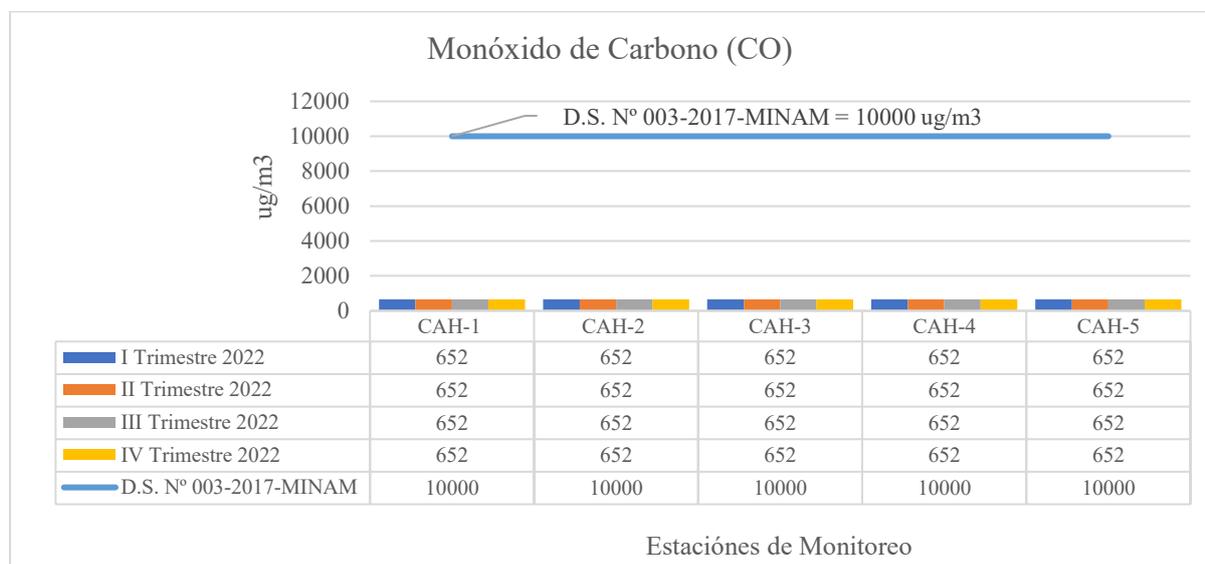
Concentración de Material Particulado $PM_{2.5}$



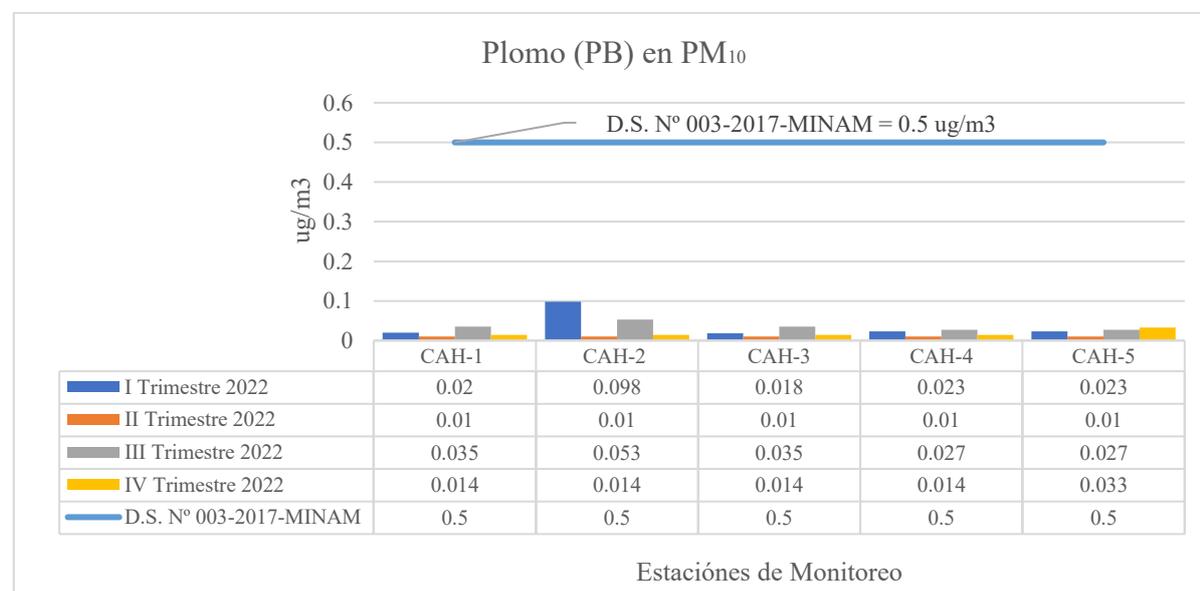
En cuanto al parámetro Material Particulado PM_{10} , se registró una concentración mínima de $3.82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación CAH-5 durante el primer trimestre y un valor máximo de $66.37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación CAH-2 durante el tercer trimestre. Las concentraciones de este parámetro en todas las estaciones se mantuvieron dentro de los límites establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el aire.

Figura 6*Concentración de Material Particulado PM₁₀*

Sobre el parámetro Monóxido de Carbono (CO), los resultados obtenidos en las estaciones CAH-1, CAH-2, CAH-3, CAH-4 y CAH-5, evaluados durante los cuatro trimestres del año 2022 se mantuvieron por debajo del límite de cuantificación del método de laboratorio (<652 ug/m³), por lo tanto, no excedieron los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el aire.

Figura 7*Concentración de Monóxido de Carbono (CO)*

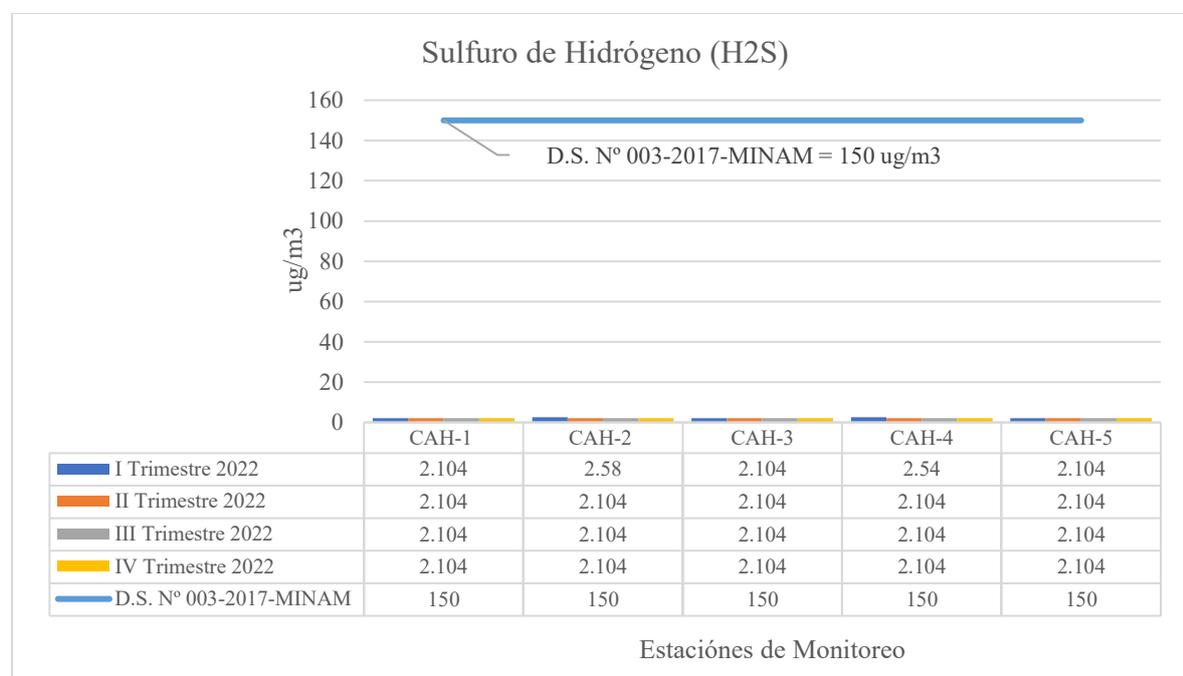
Para el parámetro Plomo (PB) en PM₁₀, se registró un valor mínimo de 0.01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en todas las estaciones de monitoreo durante el segundo trimestre, mientras que el valor máximo observado fue de 0.098 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante el primer trimestre en la estación CAH-2. Las concentraciones de este parámetro no excedieron los límites establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el aire.

Figura 8*Concentración de Plomo (PB) en PM₁₀*

Finalmente, las concentraciones del parámetro Sulfuro de Hidrógeno (H_2S) permanecieron por debajo del estándar nacional de calidad ambiental para el aire ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$), con una concentración de $<2.104 \mu\text{g}/\text{m}^3$, lo que indica que está por debajo del límite de cuantificación del método de laboratorio. Sin embargo, en las estaciones CAH-2 y CAH-4 se registraron concentraciones de $2.58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $2.54 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente, durante el primer trimestre de evaluación.

Figura 9

Concentración de Sulfuro de Hidrógeno (H_2S)



2.4.2 Calidad de Ruido Ambiental – Zona Industrial

Se compararon los resultados obtenidos con los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido. En las Tablas del 14 al 21 se presentan los resultados de los periodos diurno y nocturno correspondiente a los cuatro trimestres del año 2022.

Tabla 14*Resultados de monitoreo de calidad de Ruido Ambiental diurno – I Trimestre*

Estaciones de monitoreo			R-1	R-2	R-3	R-4
Fecha y hora de muestreo			01/03/2022	01/03/2022	02/03/2022	03/03/2022
			12:10 h	14:25 h	14:10 h	17:10 h
Nivel de Presión Sonora dB (A) (d)			Resultados			
	Unidades	Ruido (*)				
Min(a)	dB	80	37.8	36.3	47.2	47.5
Max (b)	dB	80	71.8	69.7	67.2	68.8
LAeqT (c)	dB	80	53	47.7	52.1	57

Nota. Programa de Monitoreo Ambiental U.M. La Estrella.

(*) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido aprobados mediante Decreto Supremo N° 085-2003-PCM – Zona Industrial.

(a)Min: Nivel de Presión Sonora Mínima.

(b)Max: Nivel de Presión Sonora Máxima.

(c)LAeqt: Nivel de Presión Sonora Equivalente.

(d)dB(A): Decibeles (A)

Tabla 15*Resultados de monitoreo de calidad de Ruido Ambiental nocturno – I Trimestre*

Estaciones de monitoreo			R-1	R-2	R-3	R-4
Fecha y hora de muestreo			01/03/2022	01/03/2022	02/03/2022	03/03/2022
			23:15 h	22:05 h	22:05 h	22:50 h
Nivel de Presión Sonora dB (A) (d)			Resultados			
Unidades	Ruido (*)					
Min(a)	dB	70	36.2	48.1	38.2	46.2
Max (b)	dB	70	68.7	66.6	58.2	62.6
LAeqT (c)	dB	70	53.2	54.9	46.3	54.4

Nota. Programa de Monitoreo Ambiental U.M. La Estrella.

(*) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido aprobados mediante Decreto Supremo N° 085-2003-PCM – Zona Industrial.

(a)Min: Nivel de Presión Sonora Mínima.

(b)Max: Nivel de Presión Sonora Máxima.

(c)LAeqt: Nivel de Presión Sonora Equivalente.

(d)dB(A): Decibeles (A).

Tabla 16*Resultados de monitoreo de calidad de Ruido Ambiental diurno – II Trimestre*

Estaciones de monitoreo			R-1	R-2	R-3	R-4
Fecha y hora de muestreo			22/05/2022	22/03/2022	23/05/2022	25/05/2022
			11:30 h	12:30 h	16:00 h	17:30 h
Nivel de Presión Sonora dB (A) (d)			Resultados			
Unidades	Ruido (*)					
Min(a)	dB	80	42.3	35	45.1	53

Estaciones de monitoreo		R-1	R-2	R-3	R-4	
		22/05/2022	22/03/2022	23/05/2022	25/05/2022	
Fecha y hora de muestreo		11:30 h	12:30 h	16:00 h	17:30 h	
Nivel de Presión						
	Unidades	Ruido (*)	Resultados			
Sonora dB (A) (d)						
Max (b)	dB	80	88.2	69.1	57.1	68.8
LAeqT (c)	dB	80	57.5	52.7	48.9	62.8

Nota. Programa de Monitoreo Ambiental U.M. La Estrella.

(*) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido aprobados mediante Decreto Supremo N° 085-2003-PCM – Zona Industrial.

(a)Min: Nivel de Presión Sonora Mínima.

(b)Max: Nivel de Presión Sonora Máxima.

(c)LAeqt: Nivel de Presión Sonora Equivalente.

(d)dB(A): Decibeles (A).

Tabla 17

Resultados de monitoreo de calidad de Ruido Ambiental nocturno – II Trimestre

Estaciones de monitoreo		R-1	R-2	R-3	R-4	
		22/05/2022	22/05/2022	23/05/2022	25/05/2022	
Fecha y hora de muestreo		22:05 h	23:00 h	23:30 h	22:05 h	
Nivel de Presión						
	Unidades	Ruido (*)	Resultados			
Sonora dB (A) (d)						
Min(a)	dB	70	49	38.3	48.5	59.3
Max (b)	dB	70	69.3	65.3	56.1	78.9
LAeqT (c)	dB	70	56.6	49.9	54.5	68.9

Nota. Programa de Monitoreo Ambiental U.M. La Estrella.

(*) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido aprobados mediante Decreto Supremo N° 085-2003-PCM – Zona Industrial.

- (a)Min: Nivel de Presión Sonora Mínima.
 (b)Max: Nivel de Presión Sonora Máxima.
 (c)LAeqt: Nivel de Presión Sonora Equivalente.
 (d)dB(A): Decibeles (A).

Tabla 18

Resultados de monitoreo de calidad de Ruido Ambiental diurno – III Trimestre

Estaciones de monitoreo			R-1	R-2	R-3	R-4
Fecha y hora de muestreo			18/08/2022	17/08/2022	18/08/2022	20/08/2022
			12:00 h	10:00 h	16:00 h	11:00 h
Nivel de Presión Sonora dB (A) (d)	Unidades	Ruido (*)	Resultados			
Min(a)	dB	80	32.2	42.1	38.8	41.1
Max (b)	dB	80	88.0	65.7	70.1	68.9
LAeqT (c)	dB	80	61.2	46.2	47.2	50.7

Nota. Programa de Monitoreo Ambiental U.M. La Estrella.

(*) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido aprobados mediante Decreto Supremo N° 085-2003-PCM – Zona Industrial.

- (a)Min: Nivel de Presión Sonora Mínima.
 (b)Max: Nivel de Presión Sonora Máxima.
 (c)LAeqt: Nivel de Presión Sonora Equivalente.
 (d)dB(A): Decibeles (A).

Tabla 19*Resultados de monitoreo de calidad de Ruido Ambiental nocturno – III Trimestre*

Estaciones de monitoreo			R-1	R-2	R-3	R-4
Fecha y hora de muestreo			18/08/2022	17/08/2022	18/08/2022	20/08/2022
			22:55 h	23:40 h	22:10 h	22:30 h
Nivel de Presión Sonora dB (A) (d)	Unidades	Ruido (*)	Resultados			
Min(a)	dB	70	31.4	53.4	44.1	48.7
Max (b)	dB	70	58.7	58.7	63.6	61.9
LAeqT (c)	dB	70	55.5	45.4	47.4	51.2

Nota. Programa de Monitoreo Ambiental U.M. La Estrella.

(*) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido aprobados mediante Decreto Supremo N° 085-2003-PCM – Zona Industrial.

(a)Min: Nivel de Presión Sonora Mínima.

(b)Max: Nivel de Presión Sonora Máxima.

(c)LAeqt: Nivel de Presión Sonora Equivalente.

(d)dB(A): Decibeles (A).

Tabla 20*Resultados de monitoreo de calidad de Ruido Ambiental diurno – IV Trimestre*

Estaciones de monitoreo			R-1	R-2	R-3	R-4
Fecha y hora de muestreo			07/11/2022	07/11/2022	07/11/2022	07/11/2022
			13:30 h	14:45 h	10:00 h	16:30 h
Nivel de Presión Sonora dB (A) (d)	Unidades	Ruido (*)	Resultados			
Min(a)	dB	80	40.2	42.3	41.2	40.2
Max (b)	dB	80	66.8	67.3	64.5	63.5

Estaciones de monitoreo	R-1	R-2	R-3	R-4		
Fecha y hora de muestreo	07/11/2022	07/11/2022	07/11/2022	07/11/2022		
	13:30 h	14:45 h	10:00 h	16:30 h		
Nivel de Presión Sonora dB (A) (d)	Unidades	Ruido (*)	Resultados			
L _{AeqT} (c)	dB	80	53.4	52.4	52.2	53.3

Nota. Programa de Monitoreo Ambiental U.M. La Estrella.

(*) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido aprobados mediante Decreto Supremo N° 085-2003-PCM – Zona Industrial.

(a)Min: Nivel de Presión Sonora Mínima.

(b)Max: Nivel de Presión Sonora Máxima.

(c)L_{Aeqt}: Nivel de Presión Sonora Equivalente.

(d)dB(A): Decibeles (A).

Tabla 21

Resultados de monitoreo de calidad de Ruido Ambiental nocturno – IV Trimestre

Estaciones de monitoreo	R-1	R-2	R-3	R-4		
Fecha y hora de muestreo	07/11/2022	07/11/2022	07/11/2022	07/11/2022		
	22:05 h	23:40 h	22:50 h	23:00 h		
Nivel de Presión Sonora dB (A) (d)	Unidades	Ruido (*)	Resultados			
Min(a)	dB	70	41.1	41.2	43.2	42.1
Max (b)	dB	70	65.8	65.4	63.5	63.7
L _{AeqT} (c)	dB	70	55.6	51.3	51.3	52.1

Nota. Programa de Monitoreo Ambiental U.M. La Estrella.

(*) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido aprobados mediante Decreto Supremo N° 085-2003-PCM – Zona Industrial.

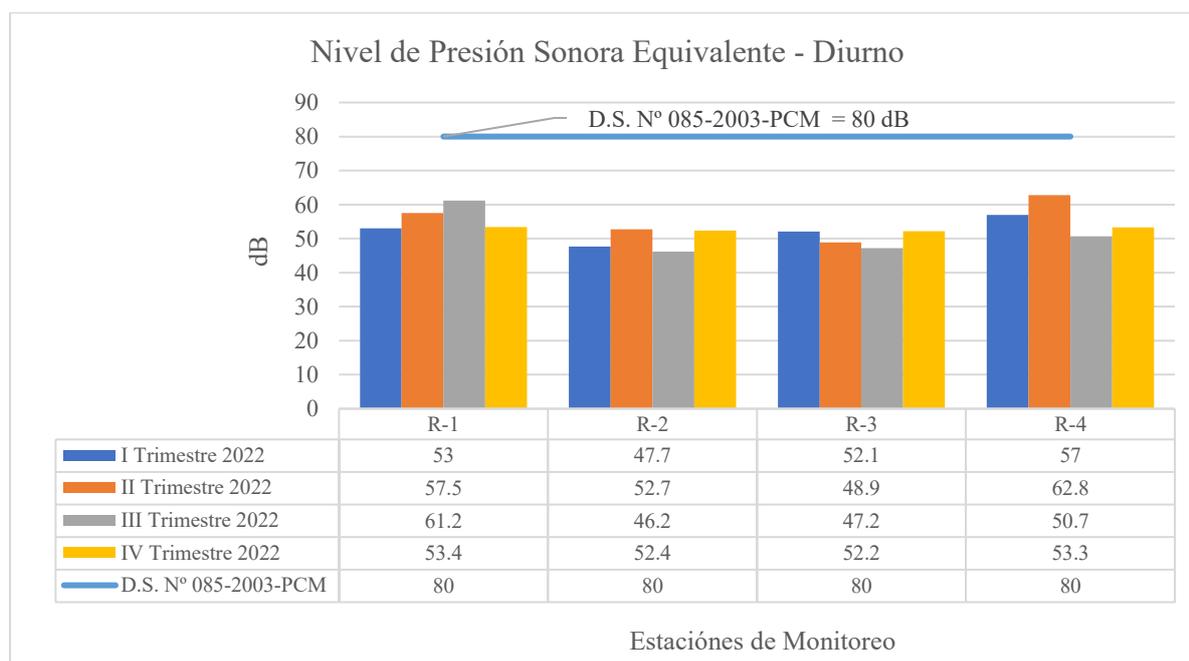
(a)Min: Nivel de Presión Sonora Mínima.

- (b)Max: Nivel de Presión Sonora Máxima.
- (c)LAeqt: Nivel de Presión Sonora Equivalente.
- (d)dB(A): Decibeles (A).

Por otro lado, la Figura 10 presenta los valores de los Niveles de Presión Sonora Equivalentes para el período diurno durante los cuatro trimestres de 2022, obtenidos en las estaciones de monitoreo. Estos valores están por debajo del límite establecido en el ECA-Ruido para la Zona Industrial (80 dB) según el D. S. N° 085-2003-PCM. La presión sonora equivalente más baja se registró en la estación R-2 con 46.2 dB durante el tercer trimestre, mientras que la más alta se registró en la estación R-4 con 62.8 dB durante el segundo trimestre.

Figura 10

Nivel de Presión Sonora Equivalente - Diurno

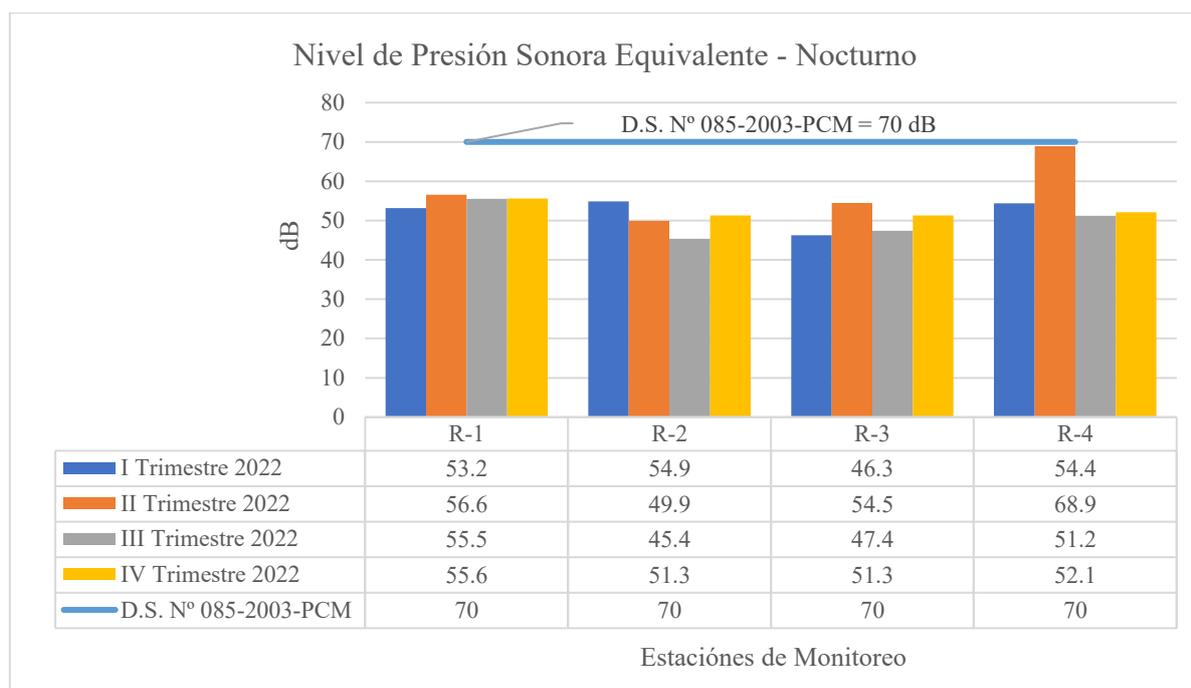


En cuanto a los Niveles de Presión Sonora Equivalentes para el período nocturno durante los cuatro trimestres de 2022, los valores obtenidos en las estaciones de monitoreo se mantienen por debajo del estándar de calidad de ruido ambiental para la zona industrial (70 dB) establecido en el D. S. N° 085-2003-PCM. La presión sonora equivalente más baja se

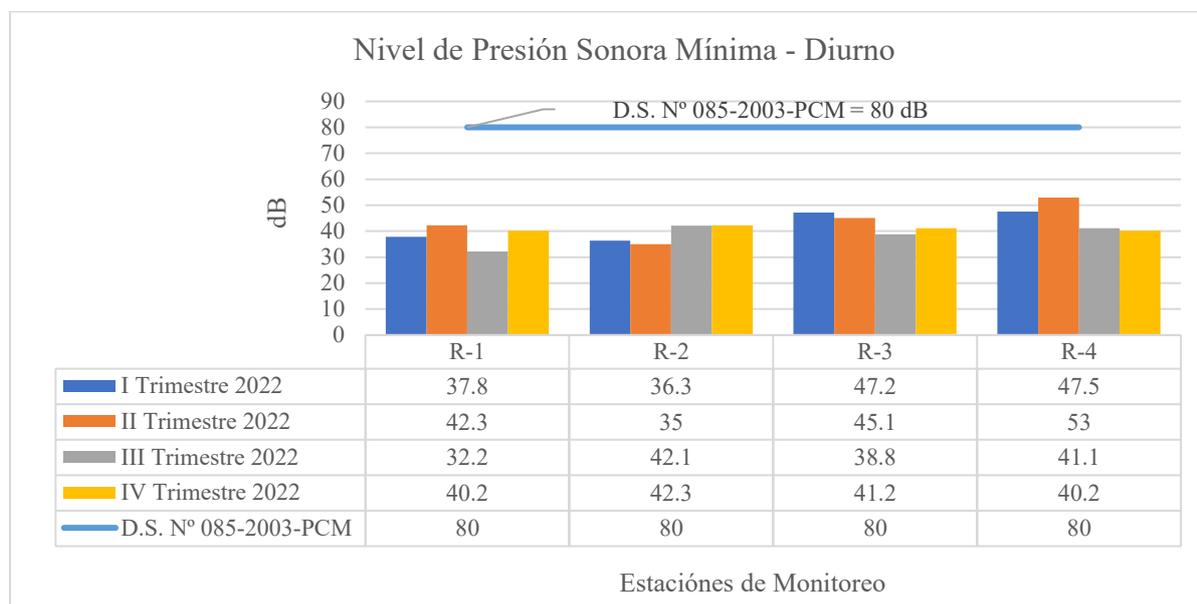
registró en la estación R-2 con 45.4 dB durante el tercer trimestre, mientras que la más alta se observó en la estación R-4 con 68.9 dB durante el segundo trimestre.

Figura 11

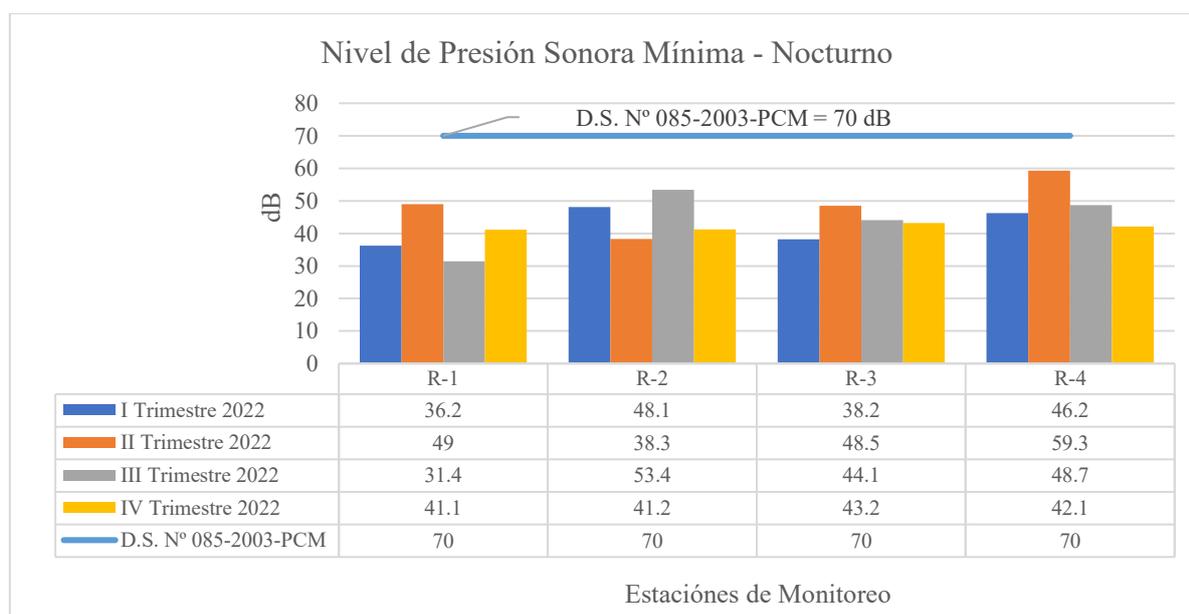
Nivel de Presión Sonora Equivalente - Nocturno



Respecto a los resultados del Nivel de Presión Sonora Mínima – Diurno evaluados durante los cuatro trimestres de 2022, se registró un valor mínimo de 32.2 dB en la estación R-1 durante el tercer trimestre, y un valor máximo de 53 dB en la estación R-4 durante el segundo trimestre.

Figura 12*Nivel de Presión Sonora Mínima – Diurno*

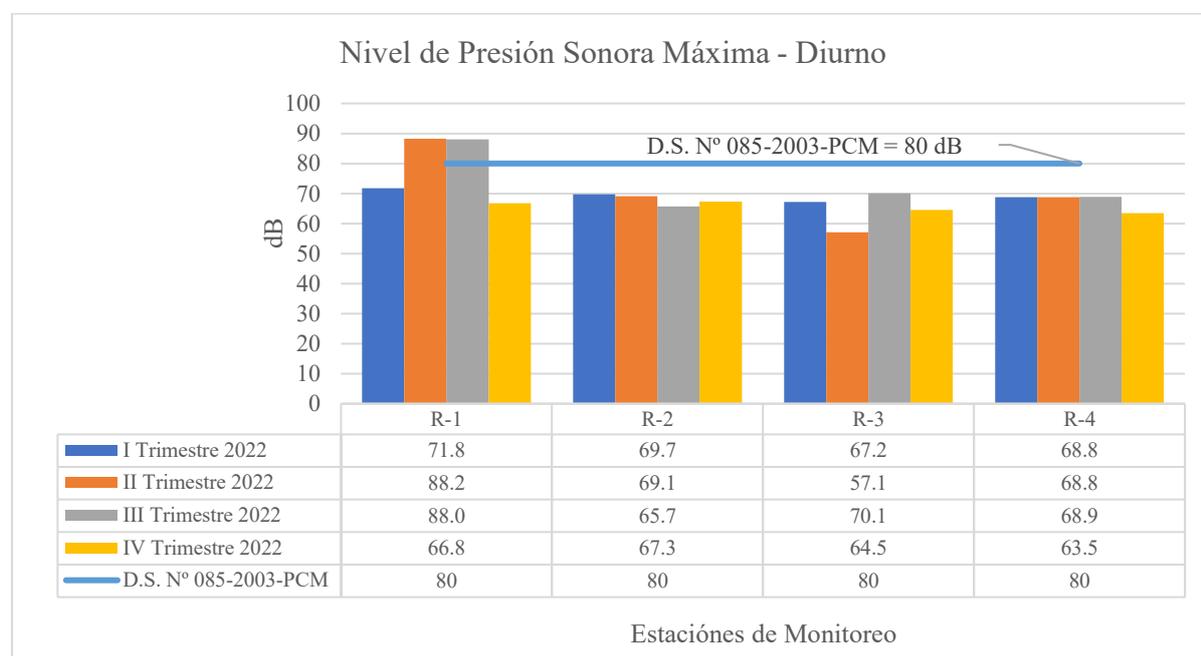
Sobre los valores del Nivel de Presión Sonora Mínima – Nocturno, se registró un valor mínimo de 31.4 dB en la estación R-1 durante el tercer trimestre y un valor máximo de 59.3 dB en la estación R-4 durante el segundo trimestre.

Figura 13*Nivel de Presión Sonora Mínima - Nocturno*

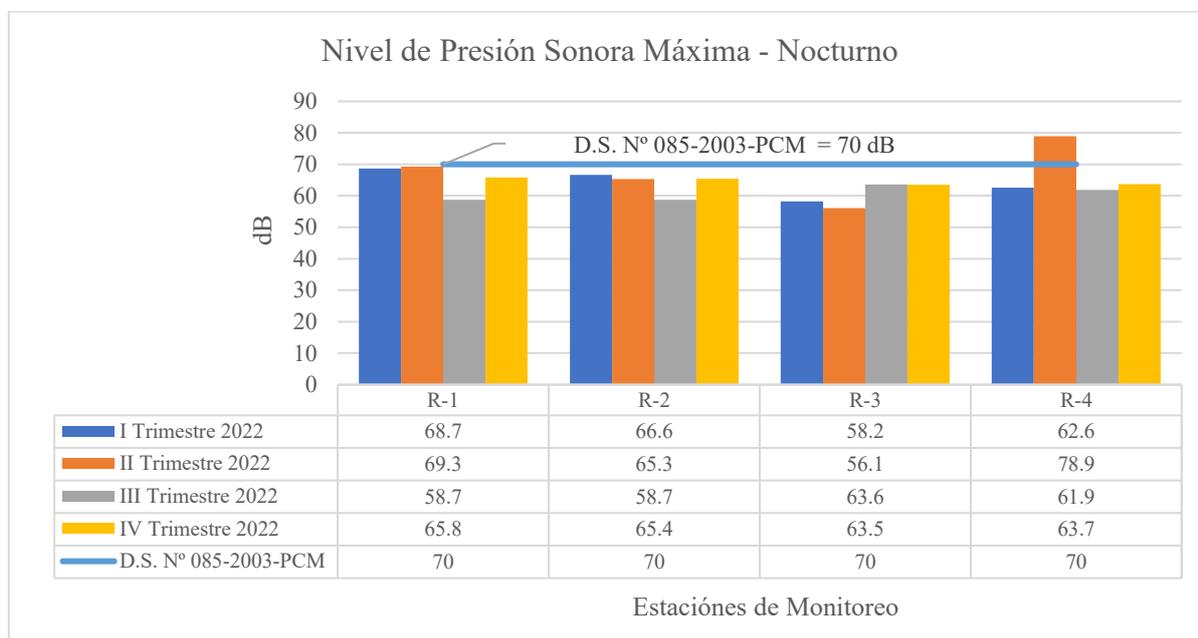
Respecto al Nivel de Presión Sonora Máxima – Diurno registrado en las estaciones de monitoreo, se obtuvo un valor mínimo de 57.1 dB en la estación R-3 durante el segundo trimestre, y un valor máximo de 88.2 dB en la estación R-1 en el mismo trimestre. También es relevante destacar que en la estación R-1 se registró un valor máximo de 88.0 dB durante el tercer trimestre.

Figura 14

Nivel de Presión Sonora Máxima - Diurno



Finalmente, la Figura 15 presenta los valores del Nivel de Presión Sonora Máxima – Nocturno obtenidos en las estaciones de monitoreo (R-1, R-2, R-3 y R-4) durante los cuatro trimestres de 2022. El valor mínimo registrado fue de 56.1 dB en la estación R-3 durante el segundo trimestre, mientras que el valor máximo fue de 78.9 dB en la estación R-4, también en el segundo trimestre.

Figura 15*Nivel de Presión Sonora Máxima - Nocturno*

2.5 Discusión de resultados

Los niveles obtenidos durante el período de monitoreo anual estuvieron de acuerdo con los límites de la normativa vigente. Este análisis es fundamental para entender el impacto potencial de las actividades mineras en la calidad del aire y ruido ambiental en la región y para desarrollar estrategias de mitigación de ser necesario.

Tabla 22*Discusión de resultados - Calidad de Aire*

Calidad del Aire	
I Trimestre	<p>Los resultados indican que los parámetros evaluados: Dióxido de Azufre (SO₂) (<12.15 µg/m³), Dióxido de Nitrógeno (NO₂) (<8.75 µg/m³), Material Particulado PM_{2.5} (con un valor máximo de 2.73 µg/m³ registrado en la estación CAH-1, debido a las actividades realizadas por maquinaria pesada (excavadora) en remover tierra y agregados ubicada a 20 m. de la estación), Material Particulado PM₁₀ (con un valor máximo 7.67 µg/m³ registrado en la estación CAH-1, debido a condiciones similares descritas para partículas PM_{2.5}), Monóxido de Carbono (CO) (<652 µg/m³), Plomo (PB) en PM₁₀ (con un valor máximo de 0.098 µg/m³ registrado en la estación CAH-2, valor muy por debajo del estándar) y Sulfuro de Hidrógeno (H₂S) (con un valor máximo de 2.58 µg/m³ registrado en la estación CAH-2, debido a la descomposición de los desechos y guano producido por la crianza de animales existentes en la zona que se usan para comercialización y consumo de la población de Sarabamba) no sobrepasaron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de aire vigentes.</p>
II Trimestre	<p>Los resultados indican que los parámetros evaluados: Dióxido de Azufre (SO₂) (<12.15 µg/m³), Dióxido de Nitrógeno (NO₂) (<8.75 µg/m³), Material Particulado PM_{2.5} (con un valor máximo de 13.06 µg/m³ registrado en la estación CAH-5, principalmente por la circulación de vehículos por las trochas carrozables), Material Particulado PM₁₀ (con un valor máximo 21.67 µg/m³ registrado en la estación CAH-5, debido a condiciones similares descritas para partículas PM_{2.5}), Monóxido de Carbono (CO) (<652 µg/m³), Plomo (PB) en PM₁₀ (<0.01 µg/m³ valores muy por debajo del estándar) y Sulfuro de Hidrógeno (H₂S) (<2.104 µg/m³) no sobrepasaron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de aire vigentes.</p>
III Trimestre	<p>Los resultados indican que los parámetros evaluados: Dióxido de Azufre (SO₂) (<12.15 µg/m³), Dióxido de Nitrógeno (NO₂) (<8.75 µg/m³), Material Particulado PM_{2.5} (con un valor máximo de 23.97 µg/m³ registrado en la estación CAH-2, debido a las actividades realizadas por maquinaria pesada (excavadora) en remover tierra y agregados ubicada a 25 m. de la estación), Material Particulado PM₁₀ (con un valor máximo de 66.37 µg/m³ registrado en la estación CAH-2, debido a condiciones</p>

Calidad del Aire

similares descritas para partículas PM_{2.5}), Monóxido de Carbono (CO) (<652 µg/m³), Plomo (PB) en PM₁₀ (con un valor máximo de 0.053 µg/m³ registrado en la estación CAH-2, valor muy por debajo del estándar) y Sulfuro de Hidrógeno (H₂S) (<2.104 µg/m³) no sobrepasaron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de aire vigentes.

IV Trimestre

Los resultados indican que los parámetros evaluados: Dióxido de Azufre (SO₂) (<12.15 µg/m³), Dióxido de Nitrógeno (NO₂) (<8.75 µg/m³), Material Particulado PM_{2.5} (con un valor máximo de 21.12 µg/m³ registrado en la estación CAH-2, debido a las actividades realizadas por maquinaria pesada (excavadora) en remover tierra y agregados ubicada a 25 m. de la estación), Material Particulado PM₁₀ (con un valor máximo de 29.95 µg/m³ registrado en la estación CAH-5, principalmente por la circulación de vehículos por las trochas carrozables), Monóxido de Carbono (CO) (<652 µg/m³), Plomo (PB) en PM₁₀ (con un valor máximo de 0.033 µg/m³ registrado en la estación CAH-5, valor muy por debajo del estándar) y Sulfuro de Hidrógeno (H₂S) (<2.104 µg/m³) no sobrepasaron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de aire vigentes.

Nota. (<) Por debajo del límite de cuantificación del método de laboratorio.

Tabla 23

Discusión de resultados - Calidad de Ruido Ambiental

Calidad de Ruido Ambiental

I Trimestre Diurno

Los resultados indican que los parámetros evaluados: Nivel de Presión Sonora Mínima (con un valor máximo de 47.5 dB registrado en la estación R-4), Nivel de Presión Sonora Máxima (con un valor máximo de 71.8 dB registrado en la estación R-1, debido al sonido producido por el generador eléctrico que suministra de energía al campamento La Estrella ubicado aprox. a 70 m al este (E) de la estación) y Nivel de Presión Sonora Equivalente (con un valor máximo de 57 dB registrado en la estación R-4) no sobrepasaron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de ruido vigentes.

Calidad de Ruido Ambiental

**I Trimestre
Nocturno**

Los resultados indican que los parámetros evaluados: Nivel de Presión Sonora Mínima (con un valor máximo de 48.1 dB registrado en la estación R-2), Nivel de Presión Sonora Máxima (con un valor máximo de 68.7 dB registrado en la estación R-1, debido al funcionamiento continuo del generador eléctrico que suministra de energía al campamento La Estrella ubicado aprox. a 70 m. al este (E) de la estación) y Nivel de Presión Sonora Equivalente (con un valor máximo de 54.9 dB registrado en la estación R-2) no sobrepasaron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de ruido vigentes.

**II Trimestre
Diurno**

Los resultados indican que los parámetros evaluados: Nivel de Presión Sonora Mínima (con un valor máximo de 53 dB registrado en la estación R-4), Nivel de Presión Sonora Máxima (con un valor máximo de 88.2 dB registrado en la estación R-1, esto debido al sonido producido por el generador eléctrico que suministra de energía al campamento La Estrella ubicado aprox. a 70 m al este (E) de la estación) y Nivel de Presión Sonora Equivalente (con un valor máximo de 62.8 dB registrado en la estación R-4) no sobrepasaron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de ruido vigentes.

**II Trimestre
Nocturno**

Los resultados indican que los parámetros evaluados: Nivel de Presión Sonora Mínima (con un valor máximo de 59.3 dB registrado en la estación R-4), Nivel de Presión Sonora Máxima (con un valor máximo de 78.9 dB registrado en la estación R-4, debido al paso esporádico de vehículos carga ligera y pesada que transitan por la trocha carrozable y se dirigen hacia el proyecto La Estrella) y Nivel de Presión Sonora Equivalente (con un valor máximo de 68.9 dB registrado en la estación R-4) no sobrepasaron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de ruido vigentes.

**III Trimestre
Diurno**

Los resultados indican que los parámetros evaluados: Nivel de Presión Sonora Mínima (con un valor máximo de 42.1 dB registrado en la estación R-2), Nivel de Presión Sonora Máxima (con un valor máximo de 88.0 dB registrado en la estación R-1, esto debido al sonido producido por el generador eléctrico que suministra de energía al campamento La Estrella ubicado aprox. a 70 m. al este (E) de la estación) y Nivel de Presión Sonora Equivalente (con un valor máximo de 61.2 dB registrado

Calidad de Ruido Ambiental

en la estación R-1) no superaron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de ruido vigentes.

III Trimestre**Nocturno**

Los resultados indican que los parámetros evaluados: Nivel de Presión Sonora Mínima (con un valor máximo de 53.4 dB registrado en la estación R-2), Nivel de Presión Sonora Máxima (con un valor máximo de 63.6 dB registrado en la estación R-3, debido al paso esporádico de vehículos carga ligera y pesada que transitan por la trocha carrozable y se dirigen hacia el proyecto La Estrella y hacia el distrito Huaylillas ubicado aproximadamente a 125 m. al suroeste (SW) de la estación de monitoreo) y Nivel de Presión Sonora Equivalente (con un valor máximo de 55.5 dB registrado en la estación R-1) no superaron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de ruido vigentes.

IV Trimestre**Diurno**

Los resultados indican que los parámetros evaluados: Nivel de Presión Sonora Mínima (con un valor máximo de 42.3 dB registrado en la estación R-2), Nivel de Presión Sonora Máxima (con un valor máximo de 67.3 dB registrado en la estación R-2, esto debido al tránsito de vehículos de carga ligera y pesada por el área de operaciones y campamentos en la zona Junes) y Nivel de Presión Sonora Equivalente (con un valor máximo de 53.4 dB registrado en la estación R-1) no superaron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de ruido vigentes.

IV Trimestre**Nocturno**

Los resultados indican que los parámetros evaluados: Nivel de Presión Sonora Mínima (con un valor máximo de 43.2 dB registrado en la estación R-3), Nivel de Presión Sonora Máxima (con un valor máximo de 65.8 dB registrado en la estación R-1, debido al funcionamiento continuo del generador eléctrico que suministra de energía al campamento La Estrella ubicado aprox. a 70 m. al este (E) de la estación) y Nivel de Presión Sonora Equivalente (con un valor máximo de 55.6 dB registrado en la estación R-1) no superaron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de ruido vigentes.

III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA

Como miembro del equipo de profesionales multidisciplinarios de la consultora Geo Ambientales Ingenieros S.A.C., obtuve la certificación ambiental para diversos instrumentos de gestión ambiental, alcanzando los siguientes objetivos en cada uno de ellos:

- Liderazgo eficaz: Guie exitosamente al equipo de profesionales de distintas disciplinas en la elaboración de los capítulos de los instrumentos de gestión ambiental.
- Cumplimiento de plazos: Aseguré el cumplimiento de los tiempos establecidos para las fases de campo y gabinete de los proyectos.
- Supervisión y asesoría: Supervisé y brindé orientación a los profesionales involucrados en la elaboración de los capítulos.
- Desarrollo eficiente: La adecuada y eficiente elaboración de los capítulos llevó a la obtención de la certificación ambiental para cada uno de los proyectos.

El autor en el tiempo que ha venido laborando en la empresa Geo Ambientales Ingenieros S.A.C. ha realizado los siguientes aportes:

Tabla 24*Aportes destacables a la empresa Geo Ambientales Ingenieros S.A.C.*

Instrumento Ambiental Aprobado	Actividad realizada
Segunda Actualización del Plan de Cierre de Minas de la Unidad Minera Ichu 23 Cía. Minera Las Camelias S.A.	Elaboración de la parte ambiental del capítulo “Condiciones Actuales del Área del Proyecto” y el capítulo “Mantenimiento y Monitoreo Post – Cierre”.
Actualización del Plan de Cierre de Minas de la Unidad Minera Julissa 23	Elaboración de la parte ambiental del capítulo “Componentes de Cierre”, “Condiciones Actuales del Área del Proyecto” y el capítulo “Mantenimiento y Monitoreo Post – Cierre”.
Plan de Cierre de Minas de la Unidad Minera Fiorella 6	Elaboración de la parte ambiental del capítulo “Componentes de Cierre”, “Condiciones Actuales del Área del Proyecto” y el capítulo “Mantenimiento y Monitoreo Post – Cierre”.
Memoria Técnica Detallada de la Unidad Minera Fiorella 6	Elaboración de la parte ambiental del capítulo “Línea Base del proyecto”, “Identificación y Evaluación de Impactos” y el capítulo “Estrategias de Manejo Ambiental”.
Plan de cierre de minas de la Unidad Minera Cerpac	Elaboración de la parte ambiental del capítulo “Componentes de Cierre”, “Condiciones Actuales del Área del Proyecto” y el capítulo “Actividades de Cierre”.

IV. CONCLUSIONES

- A.** La experiencia del autor se basa en la formación académica adquirida en la Universidad Nacional Federico Villarreal y en la instrucción proporcionada por sus profesores, lo que ha facilitado su desarrollo profesional.
- B.** El cumplimiento normativo de la Unidad Minera La Estrella en términos de calidad del aire y ruido ambiental, evidencian que las actividades implementadas para la gestión ambiental tienen por finalidad asegurar la sostenibilidad de la operación minera en lo referente a la prevención y mitigación de impactos negativos; por otra parte, sirven para responder satisfactoriamente a las entidades encargadas de llevar a cabo auditorias, fiscalización y supervisión ambiental.
- C.** En cuanto a la calidad del aire, se concluye que los parámetros evaluados se mantuvieron dentro de los límites fijados por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). A lo largo del período de monitoreo, la unidad minera cumplió con los requisitos normativos vigentes y no mostró niveles de contaminación, ya que no superó los límites establecidos por el ECA para el aire.
- D.** En relación con la calidad del ruido ambiental, se concluye que los parámetros de ruido medidos, tales como el nivel de presión sonora mínima, máxima y equivalente, se mantuvieron dentro de los límites permitidos por el Estándar de Calidad Ambiental (ECA). Esto indica que el impacto acústico de la actividad minera no excedió los umbrales normativos establecidos.

V. RECOMENDACIONES

- A.** Para realizar un adecuado monitoreo se recomienda desarrollar medidas para el manejo de equipos e instrumentos durante el monitoreo en campo, en caso de presentarse condiciones climáticas extremas se debe prever recursos adicionales como refugios temporales y equipos de protección. Mantener el registro detallado de todos los incidentes y las soluciones implementadas para mejorar la planificación y respuesta oportuna en futuras campañas de monitoreo. Por ejemplo, llevar un grupo electrógeno portátil para asegurar el suministro de energía en lugares remotos donde no se cuenta con dotación de energía eléctrica. Asegurarse de que el grupo electrógeno cuente con la capacidad necesaria para dotar de energía a todos los equipos y llevar combustible adicional en caso de interrupciones de funcionamiento del equipo durante el monitoreo.
- B.** Se recomienda planificar estratégicamente los puntos de monitoreo de aire y ruido basándose en la topografía, fuentes de emisión, direcciones predominantes del viento y áreas sensibles (poblaciones cercanas, cuerpos de agua, ecosistemas vulnerables). Colocar los equipos de monitoreo próximos a fuentes de abastecimiento energético y en las direcciones predominantes del viento desde las fuentes de emisión. Es recomendable colocar parantes sólidos en cada estación de monitoreo para asegurar la estabilidad de los equipos. Utilizar materiales resistentes a las condiciones climáticas del lugar, asegurar los equipos con dispositivos de fijación adecuados como abrazaderas o tornillos para evitar movimientos o caídas.

C. Para garantizar la continuidad en el monitoreo de calidad del ruido ambiental y evaluar de manera sistemática los niveles de ruido, se recomienda la implementación de medidas para identificar y analizar las fluctuaciones de los niveles sonoros de la operación minera, a fin de mitigar el posible impacto acústico.

VI. REFERENCIAS

Astorga Torres, H. (2022). Análisis Ambiental del Plan de Cierre de una Unidad Minera, Arequipa 2018. [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio Institucional UNSA. <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/14b1cfa6-4390-45fb-aed0-a14f569a7719/content>

Davila Vega, J. (2023). Ruido ambiental y su relación con la percepción auditiva en los trabajadores de la Minera Yellowcake Macusani 2023. [Tesis de pregrado, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez]. Repositorio Institucional UANCV. <https://repositorio.uancv.edu.pe/server/api/core/bitstreams/0ec48f15-61b4-405d-864f-1138e94e7d1d/content>

Decreto Supremo N° 003-2017 MINAM. Decreto supremo que aprueba Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias. (7 de junio de 2017). Ministerio del Ambiente. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-003-2017-MINAM.pdf>

Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. Decreto supremo que aprueba Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. (30 de octubre de 2003).

Presidencia del Consejo de Ministros.

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3244048/DS085-2003-PCM.pdf.pdf?v=1654848943>

Geo Ambientales Ingenieros S.A.C. (2024, 15 de julio). Consultora Ambiental.

<https://geoambientales.net/>

Guevara Cruzado, E. (2021). Plan de cierre para controlar y mitigar efectos negativos en la Unidad Minera Croke S.A.C. Huamachuco, La Libertad – 2020. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional Universidad Cesar Vallejo.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/95848/Guevara-CE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ley N° 28611. Ley General del Ambiente y sus respectivas modificatorias mediante D.L. N° 1055. (13 de octubre del 2005). Ministerio del Ambiente.

<https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-28611.pdf>

Ley N° 28090. Ley que regula el Cierre de Minas y su respectivo reglamento aprobado mediante D.S. 033-2005-EM y sus modificatorias aprobadas mediante D.S. N° 045-2006-EM. (14 de octubre de 2003). Congreso de la República.

https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3975891/LEY%20N_28090.pdf.pdf?v=1671819650

Ley N° 31347. Modificación a los Planes de Cierres de Minas. (18 de agosto de 2021).

Congreso de la República.

<https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/1983106-1>

Sagua Tito, G. (2022). Evaluación del nivel de presión sonora generado en explotación minera a los trabajadores de la Cooperativa Minera Limata Limitada en la región Puno. [Tesis de pregrado, Universidad Privada San Carlos]. Repositorio Institucional UPSC. <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC%20S.A.C./95>

VII. ANEXOS

Anexo A: Mapa 01 Ubicación componentes mineros U.M. La Estrella.

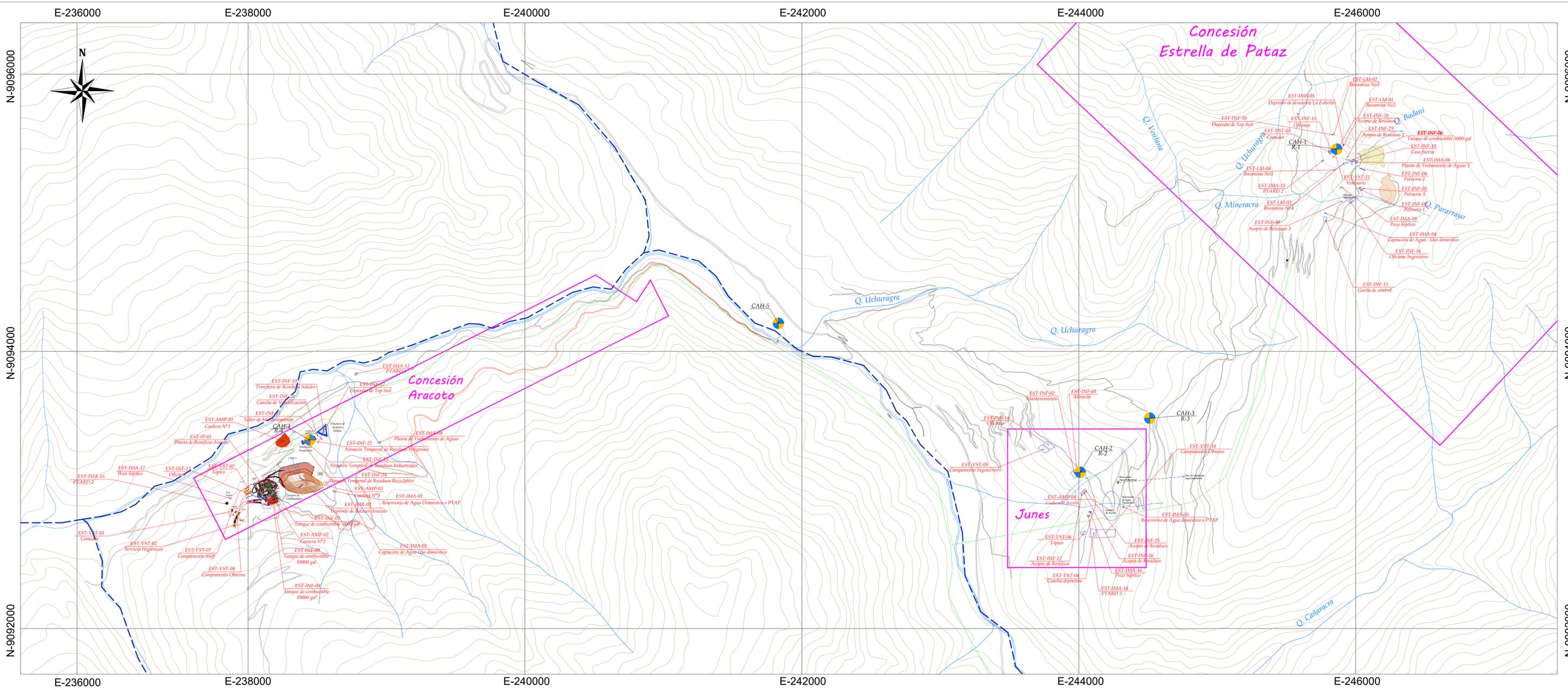
Anexo B: Mapa 02 Ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad de aire.

Anexo C: Mapa 03 Ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad de ruido ambiental.

Anexo D: Registro Fotográfico – Estaciones de monitoreo de aire y ruido.

Anexo A

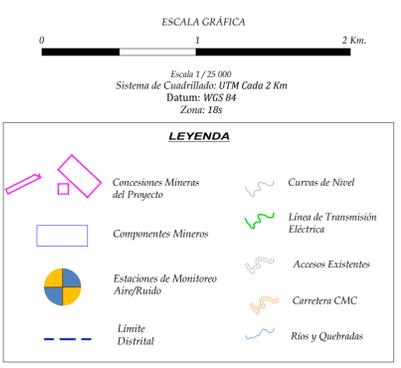
Mapa 01 Ubicación componentes mineros U.M. La Estrella



N°	Código	Componente	Denominación	Zona	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18s		Altitud (m.s.n.m.)	Área (m2)
					Este	Norte		
LABORES MINERAS								
1	EST-IM-01	Bocamina	Bocamina Nv2	La Estrella	245911	9095484	3820	7.5
2	EST-IM-02	Bocamina	Bocamina Nv3	La Estrella	245841	9095561	3790	7.5
3	EST-IM-03	Bocamina	Bocamina Nv4	La Estrella	245915	9095358	3765	7.5
4	EST-IM-04	Bocamina	Bocamina Nv5	La Estrella	245848	9095307	3715	7.5
INSTALACIONES DE PROCESAMIENTO								
5	EST-IP-01	Planta de Beneficio	Planta de Beneficio	Aracoto	238129	9093022	2500	16800
INSTALACIONES PARA EL MANEJO DE RESIDUOS								
6	EST-IMR-01	Depósito de desmonte	Depósito de desmonte	La Estrella	245911	9095484	3820	16800
7	EST-IMR-02	Depósito de relave	Depósito de Relaves	Aracoto	238372	9093076	2450	51400
INSTALACIONES PARA EL MANEJO DE AGUA								
8	EST-IMA-01	Sistema de Manejo de Aguas	Reservorio de Agua Doméstica o PTAP	Aracoto	238619	9092990	2470	225
9	EST-IMA-02	Sistema de Manejo de Aguas	Reservorio de Agua Doméstica o PTAP	Aracoto	238721	9092975	2500	200
10	EST-IMA-03	Sistema de Manejo de Aguas	Captación de Agua - Uso doméstico	La Estrella	245779	9094998	3690	200
11	EST-IMA-04	Sistema de Manejo de Aguas	Reservorio de Agua Doméstica o PTAP	La Estrella	245779	9094998	3690	200
12	EST-IMA-05	Sistema de Manejo de Aguas	Reservorio de Agua Doméstica o PTAP	Junés	244319	9092880	2945	200
13	EST-IMA-06	Infraestructura para el tratamiento de aguas	Planta de Tratamiento de Aguas 1	Junés	246005	9095365	2500	200
14	EST-IMA-07	Infraestructura para el tratamiento de aguas	Planta de Tratamiento de Aguas 2	Junés	246556	9095954	3690	200
15	EST-IMA-08	Infraestructura para el tratamiento de aguas	Planta de Tratamiento de Aguas	Aracoto	238947	9093342	2366	200
16	EST-IMA-09	Infraestructura para el tratamiento de aguas	PTARD 1	La Estrella	246007	9095765	2524	200
17	EST-IMA-10	Infraestructura para el tratamiento de aguas	PTARD 1	Junés	244178	9093419	2945	200
18	EST-IMA-11	Infraestructura para el tratamiento de aguas	PTARD 2	Junés	244305	9093161	3820	200
19	EST-IMA-12	Infraestructura para el tratamiento de aguas	PTARD 1	Aracoto	238780	9093837	2454	200
20	EST-IMA-13	Infraestructura para el tratamiento de aguas	PTARD 2	La Estrella	245764	9095377	3755	83.24
21	EST-IMA-14	Infraestructura para el tratamiento de aguas	PTARD 3	Junés	244069	9092813	2810	200
22	EST-IMA-15	Infraestructura para el tratamiento de aguas	PTARD 2	Aracoto	237847	9092903	2454	225
23	EST-IMA-16	Infraestructura para el tratamiento de aguas	Pozo Séptico	Junés	244082	9092841	2820	200
24	EST-IMA-17	Infraestructura para el tratamiento de aguas	Pozo Séptico	Aracoto	237874	9092934	2454	200
25	EST-IMA-18	Infraestructura para el tratamiento de aguas	Pozo Séptico	La Estrella	245889	9095183	3710	84.2
ÁREAS PARA EL MATERIAL DE PRÉSTAMO								
26	EST-AMP-01	Canteras de Material de Préstamo	Cantera N°1	Aracoto	238251	9093350	2366	6600
27	EST-AMP-02	Canteras de Material de Préstamo	Cantera N°2	Aracoto	238189	9092924	2524	3700
28	EST-AMP-03	Canteras de Material de Préstamo	Cantera N°3	Aracoto	238393	9093073	2442	32200
29	EST-AMP-04	Canteras de Material de Préstamo	Cantera de Arcilla	Junés	244241	9092860	2875	21055

N°	Código	Componente	Denominación	Zona	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Zona 18s		Altitud (m.s.n.m.)	Área (m2)
					Este	Norte		
OTRAS INFRAESTRUCTURAS RELACIONADAS CON EL PROYECTO								
30	EST-INF-01	Infraestructuras	Almacén	Junés	243988	9093132	2820	200
31	EST-INF-02	Infraestructuras	Mantenimiento	Junés	243967	9093113	2815	560
32	EST-INF-03	Infraestructuras	Polvorin 1	La Estrella	246033	9095162	3780	70
33	EST-INF-04	Infraestructuras	Polvorin 2	La Estrella	246027	9095322	3810	88.8
34	EST-INF-05	Infraestructuras	Polvorin 3	La Estrella	246021	9095176	3778	45
35	EST-INF-06	Infraestructuras	Tanque de combustible 2000 gal	La Estrella	245972	9095380	3823	6
36	EST-INF-07	Infraestructuras	Tanque de combustible 2000 gal	Aracoto	238191	9093010	2484	6
37	EST-INF-08	Infraestructuras	Tanque de combustible 10000 gal	Aracoto	238177	9092950	2508	18
38	EST-INF-09	Infraestructuras	Tanque de combustible 10000 gal	Aracoto	238175	9092955	2502	18
39	EST-INF-10	Infraestructuras	Casa fuerza	La Estrella	245969	9095368	3780	70
40	EST-INF-11	Infraestructuras Auxiliares	Garita de control	La Estrella	245779	9094956	3725	69
41	EST-INF-12	Infraestructuras Auxiliares	Línea de Transmisión Eléctrica	La Estrella	---	---	---	---
42	EST-INF-13	Oficinas administrativas	Oficinas	Aracoto	238004	9092971	2474	2500
43	EST-INF-14	Oficinas administrativas	Oficinas	Junés	243782	9093322	2828	2500
44	EST-INF-15	Oficinas administrativas	Oficinas	La Estrella	245827	9095443	3800	450
45	EST-INF-16	Oficinas administrativas	Oficinas Ingenieros	La Estrella	245961	9095083	3765	400
46	EST-INF-17	Depósito de Top Soil	Depósito de Top Soil	Aracoto	238501	9093337	2400	9311
47	EST-INF-18	Depósito de Top Soil	Depósito de Top Soil	La Estrella	245841	9095561	3790	18069
48	EST-INF-19	Depósito de Residuos Sólidos	Trinchera de Residuos Sólidos	Aracoto	238545	9093430	2414	1250
49	EST-INF-20	Cancha de Volatización	Cancha de Volatización	Aracoto	238503	9093386	2430	84
50	EST-INF-21	Depósito de Residuos Sólidos	Taller de Mantenimiento	Aracoto	238536	9093359	2430	200
51	EST-INF-22	Depósito de Residuos Sólidos	Almacén Temporal de Residuos Peligrosos	Aracoto	238459	9093357	2434	200
52	EST-INF-23	Depósito de Residuos Sólidos	Almacén Temporal de Residuos Industriales	Aracoto	238420	9093344	2434	600
53	EST-INF-24	Depósito de Residuos Sólidos	Almacén Temporal de Residuos Reciclables	Aracoto	238993	9093339	2434	720
54	EST-INF-25	Depósito de Residuos Sólidos	Acopio de Residuos	Junés	244050	9092993	2810	6
55	EST-INF-26	Depósito de Residuos Sólidos	Acopio de Residuos	Junés	244036	9092983	2810	6
56	EST-INF-27	Depósito de Residuos Sólidos	Acopio de Residuos	Junés	244021	9092971	2800	6
57	EST-INF-28	Depósito de Residuos Sólidos	Acopio de Residuos 1	La Estrella	245835	9095396	3780	6
58	EST-INF-29	Depósito de Residuos Sólidos	Acopio de Residuos 2	La Estrella	245939	9095394	3785	6
59	EST-INF-30	Depósito de Residuos Sólidos	Acopio de Residuos 3	La Estrella	245900	9095082	3740	6
60	EST-INF-31	Accesos	Carretera	Huayillas - Aracoto	---	---	---	---

N°	Código	Componente	Denominación	Zona	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18s		Altitud (m.s.n.m.)	Área (m2)
					Este	Norte		
VIVIENDA Y SERVICIOS PARA LOS TRABAJADORES								
61	EST-VST-01	Servicios	Comedor	Aracoto	237893	9092846	2485	90
62	EST-VST-02	Servicios	Servicio Higiénicos	Aracoto	237902	9092744	2504	150
63	EST-VST-03	Servicios	Comedor	La Estrella	245813	9095436	3790	94.1
64	EST-VST-04	Servicios	Cancha deportiva	Junés	244108	9092691	2825	300
65	EST-VST-05	Servicios	Tópico	Aracoto	238016	9092982	2474	7.5
66	EST-VST-06	Servicios	Tópico	Junés	244034	9092867	2823	7.5
67	EST-VST-07	Vivienda	Campamento Staff	Aracoto	237885	9092854	2480	324
68	EST-VST-08	Vivienda	Campamento Obreros	Aracoto	237915	9092802	2504	600
69	EST-VST-09	Vivienda	Campamento Ingenieros	Junés	243746	9093295	2825	1008
70	EST-VST-10	Vivienda	Campamento Obreros	Junés	244191	9092681	2850	1344
71	EST-VST-11	Vivienda	Vestuario	La Estrella	245847	9095433	3800	64



CARAVELI COMPANHIA MINERA

COMPANHIA MINERA CARAVELI S.A.C.

PROYECTO: SEGUNDA ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE CIERRE DE MINAS DE LA UNIDAD MINERA LA ESTRELLA

TÍTULO: **UBICACIÓN COMPONENTES MINEROS**

MAPA 01

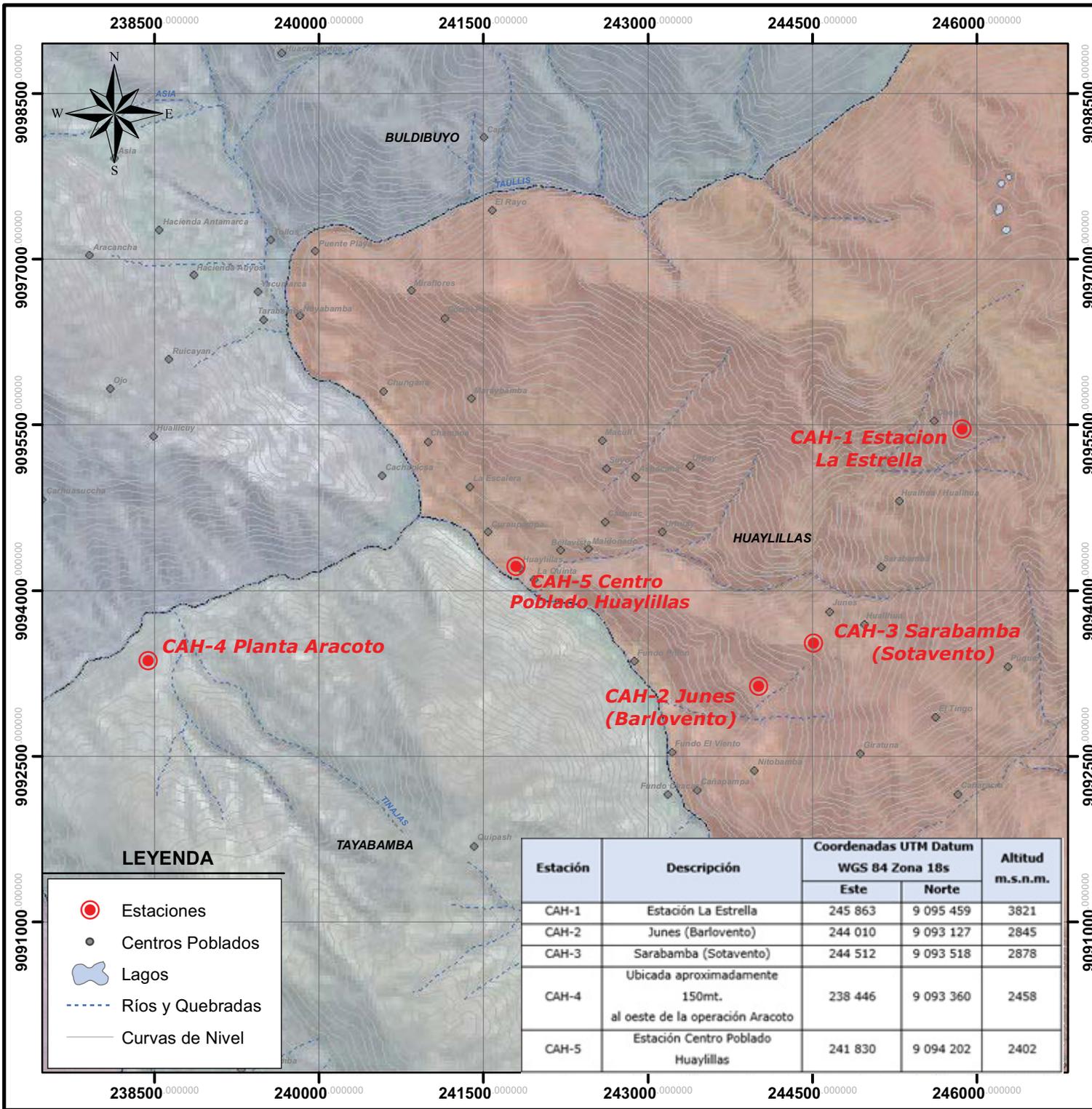
ELABORO: F.J.H.G. APROBO: F.J.H.G. ESCALA: 1/25000 DIST: HUAYLILLAS/TAYABAMBA

REVISO: F.J.H.G. DATUM: WGS84-Z18S FECHA: AGOSTO_2024 PROV: PATAZ

DEP: LA LIBERTAD

Anexo B

Mapa 02 Ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad de aire



REFERENCIA

Proyección: UTM Zona 18S Datum: WGS84
Fuente: IGN, MTC, Imagen Satelital ESRI



KILOMETROS
ESCALA: 1:50 000

Estación	Descripción	Coordenadas UTM Datum		Altitud m.s.n.m.
		WGS 84 Zona 18s		
		Este	Norte	
CAH-1	Estación La Estrella	245 863	9 095 459	3821
CAH-2	Junes (Barlovento)	244 010	9 093 127	2845
CAH-3	Sarabamba (Sotavento)	244 512	9 093 518	2878
CAH-4	Ubicada aproximadamente 150mt. al oeste de la operación Aracoto	238 446	9 093 360	2458
CAH-5	Estación Centro Poblado Huayllillas	241 830	9 094 202	2402

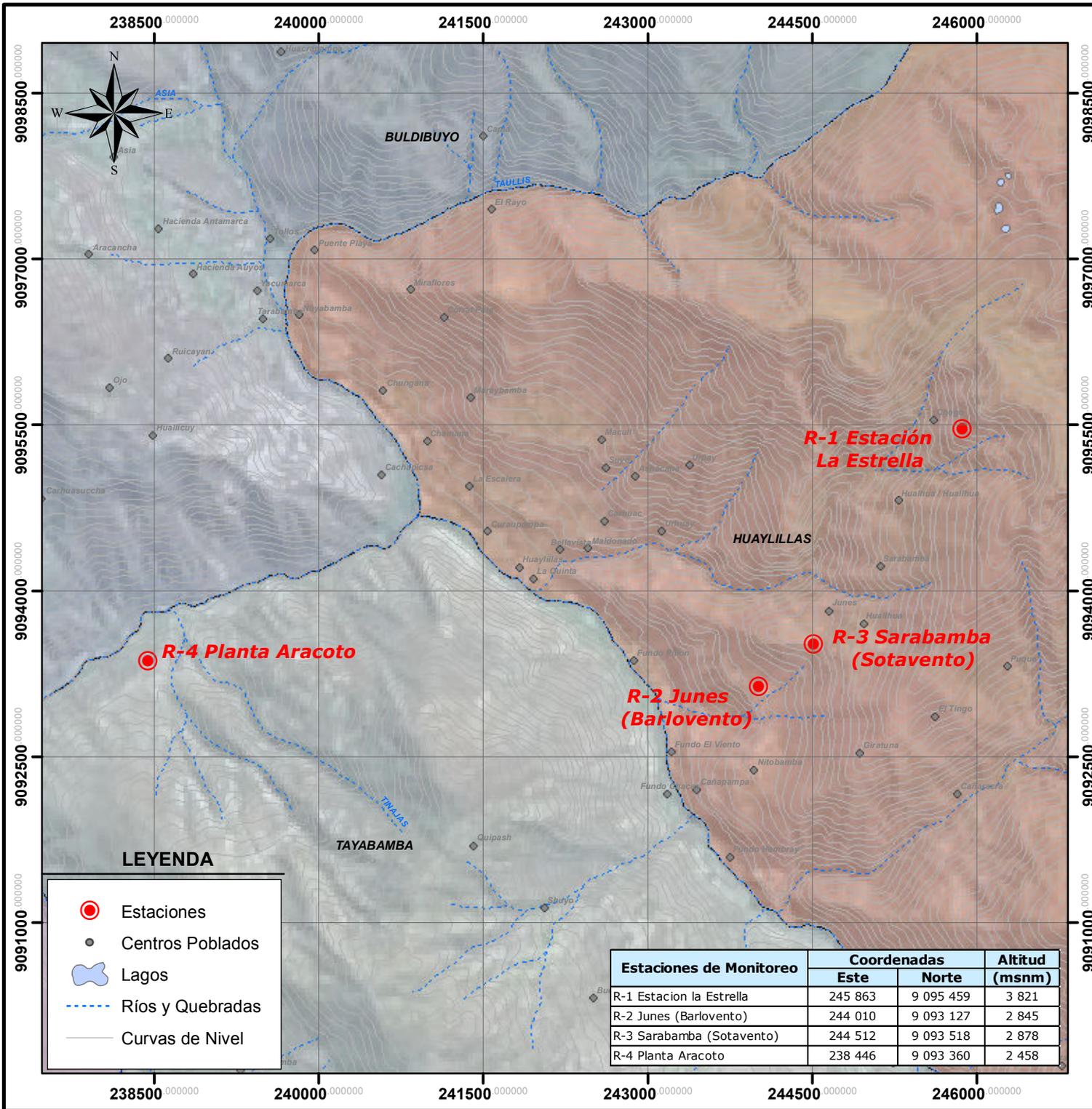
LEYENDA

- Estaciones
- Centros Poblados
- Lagos
- Ríos y Quebradas
- Curvas de Nivel

PROYECTO					
Programa de Monitoreo Ambiental U.M. La Estrella					
TÍTULO					
UBICACION DE ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE					
	DISEÑO			F.J.H.G.	Julio - 2024
	SIG			F.J.H.G.	Julio - 2024
	REVISADO			F.J.H.G.	Julio - 2024
	APROBADO			F.J.H.G.	Julio - 2024
				MAPA	
				02	

Anexo C

Mapa 03 Ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad de ruido
ambiental



LEYENDA

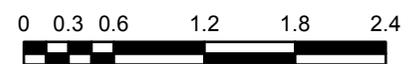
- Estaciones
- Centros Poblados
- Lagos
- Ríos y Quebradas
- Curvas de Nivel

Estaciones de Monitoreo	Coordenadas		Altitud (msnm)
	Este	Norte	
R-1 Estación la Estrella	245 863	9 095 459	3 821
R-2 Junes (Barlovento)	244 010	9 093 127	2 845
R-3 Sarabamba (Sotavento)	244 512	9 093 518	2 878
R-4 Planta Arcoto	238 446	9 093 360	2 458



REFERENCIA

Proyección: UTM Zona 18S Datum: WGS84
 Fuente: IGN, MTC, Imagen Satelital ESRI



KILOMETROS
 ESCALA: 1:50 000

PROYECTO				
Programa de Monitoreo Ambiental U.M. La Estrella				
TÍTULO				
UBICACION DE ESTACIONES DE MONITOREO CALIDAD DE RUIDO AMBIENTAL				
	MAPA:			03
	DISEÑO	F.J.H.G.	Julio-2024	
	SIG	F.J.H.G.	Julio-2024	
	REVISADO	F.J.H.G.	Julio-2024	
APROBADO	F.J.H.G.	Julio-2024		

Anexo D

Registro Fotográfico – Estaciones de monitoreo de aire y ruido

Figura 16

Estación de monitoreo de Aire - CAH-1

**Figura 17**

Estación de monitoreo de Aire - CAH-2



Figura 18

Estación de monitoreo de Aire - CAH-3

**Figura 19**

Estación de monitoreo de Aire - CAH-4



Figura 20

Estación de monitoreo de Aire - CAH-5

**Figura 21**

Estación de monitoreo de Ruido (diurno y nocturno) – R-1



Figura 22*Estación de monitoreo de Ruido (diurno y nocturno) – R-2***Figura 23***Estación de monitoreo de Ruido (diurno y nocturno) – R-3*

Figura 24

Estación de monitoreo de Ruido (diurno y nocturno) – R-4

