



**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**“EVALUACIÓN TÉCNICA DEL MONITOREO AMBIENTAL  
PARTICIPATIVO 2019 – 2020 EN MINERA COLQUISIRI”**

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

Presentado por:

Juan Cristian Galindo Acuña (0009-0008-2708-9101)

Asesor:

Felipe Augusto Injoque Espinoza (0000-0002-0940-6336)

Lima – Perú

2024

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Lima, 22 de marzo del 2024.

Los integrantes del Jurado:

Presidente: Dr. Maiquel López Silva
Miembro: Mg. Keyla Esther Quispe Basualdo
Miembro: Mg. Yadira Torres Peña

Se reúnen para evaluar el trabajo titulado:

**“EVALUACIÓN TÉCNICA DEL MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO 2019 - 2020 EN MINERA COLQUISIRI”**

Presentada por el bachiller:

- **Juan Cristian Galindo Acuña**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por: Mg. Felipe Injoque Espinoza

Luego de haber evaluado el informe final del Trabajo de Suficiencia Profesional y evaluado el desempeño del tesista de la carrera de Ingeniería Ambiental en la sustentación, concluyen de manera unánime ( ) por mayoría simple (x) calificar a:

Tesista: Juan Cristian Galindo Acuña		Nota (en letras): 14 (catorce)	
Aprobado (X)	Aprobado - Muy buena ( )	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



**Dr. Maiquel López Silva**  
Presidente



**Mg. Keyla Esther Quispe Basualdo**  
Miembro



**Mg. Yadira Torres Peña**  
Miembro 2



**Mg. Felipe Injoque Espinoza**  
Asesor

**ANEXO: FORMATO DE DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR**

**DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS / TRABAJO DE INVESTIGACIÓN<sup>1</sup>**

Lima, 28 de marzo del 2024

Señor,  
Dr. Carlos Zavalaga Reyes

**Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación  
Universidad Científica del Sur  
Presente. –**

De nuestra consideración,

Yo: Juan Cristian Galindo Acuña, estudiante/egresado de la carrera de Ingeniería y Gestión Ambiental de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor/la asesora de tesis Felipe Injoque Espinoza, declaramos que este informe final de tesis/trabajo de investigación titulado: Evaluación Técnica del Monitoreo Ambiental Participativo 2019-2020 en Minera Colquisiri, sustentado para obtener el título/grado de Ingeniero Ambiental es original.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de mi (nuestra) investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos <sup>2</sup>, que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,



**Firma tesista  
DNI: 43633119**



**Firma del asesor de tesis  
DNI: 10610913**

<sup>1</sup> En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD

<sup>2</sup> Los documentos están en: <https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/>

## INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

**Título del documento evaluado.** Evaluación técnica del monitoreo ambiental participativo 2019 – 2020 en minera Colquisiri

**Autores.** Juan Cristian Galindo Acuña

**Mecanismo de revisión de originalidad.** Evaluación con Turnitin (ID 2414123090).

**Resultado de la evaluación.** 9%

**Revisado por.** Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

**Comentarios sobre la revisión.** Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.

### v.3.0. Evaluación técnica

#### INFORME DE ORIGINALIDAD



#### FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://cdn.www.gob.pe">cdn.www.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%
2	ASESORES Y CONSULTORES MINEROS S.A. - ACOMISA. "MEIA-D para el Nuevo Depósito de Relaves N° 4 en la UEA María Teresa-IGA0003992", R.D. N° 0054-2018-SENACE-PE/DEAR, 2020 Publicación	1%
3	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://www.minem.gob.pe">www.minem.gob.pe</a> Fuente de Internet	<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° 00007-2000-SENACE-PE/DEAR, 2000	<1%

## Tabla de contenido

1.	RESUMEN.....	4
2.	INTRODUCCIÓN.....	8
3.	OBJETIVOS:.....	11
4.	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES .....	11
4.1.	Compilación y Revisión de Información.....	11
1.1	Autorizaciones Ambientales de Colquisiri .....	11
4.2.	Informes de Monitoreo Ambiental de la U.E.A María Teresa .....	12
4.3.	Información general .....	20
4.4.	Procesamiento de la Información .....	20
4.5.	Desarrollo del Modelo Conceptual.....	21
5.	ANÁLISIS Y COMENTARIOS .....	21
5.1.	Análisis de Datos.....	22
5.1.2.	Clasificación espacial de los puntos de análisis .....	23
5.2.	Análisis de Calidad Ambiental.....	23
5.2.1.	Calidad de agua .....	23
5.2.2.	Calidad de aire.....	34
5.2.3.	Ruido ambiental .....	40
5.2.4.	Calidad del suelo .....	43
6.	Comentarios.....	51
7.	Modelo Conceptual .....	57
8.	CONCLUSIONES .....	59
9.	RECOMENDACIONES.....	61
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	61
11.	ANEXOS.....	62
	Anexo 01: Tabla y plano de los puntos de control para el MAP 2021 - 2022.....	62

## 1. RESUMEN

El presente trabajo evalúa técnicamente el Monitoreo Ambiental Participativo realizado en el año 2019 – 2020 (MAP 2019 - 2020) con los pobladores del área de influencia de la U.E.A María Teresa. Adicionalmente, se revisó y procesó información histórica relativa a la calidad ambiental de la unidad minera y los resultados analíticos del MAP 2019 – 2020.

Teniendo en cuenta las características, procesos y actividades de Colquisiri y su área de influencia, se analizaron las potenciales fuentes de contaminación de la operación minera y las del entorno, las cuáles podrían influenciar en el ambiente natural del área a estudiar, así como las rutas potenciales que podrían seguir los contaminantes y las zonas de agua y viento que estas definen.

Se evaluó la calidad de cada matriz, contrastando los resultados del MAP 2019 - 2020 con la normativa de Calidad Ambiental actuales de país. Se evaluaron 134 puntos de monitoreo, se presentaron 52 excedencias: 41 en aguas subterráneas, 4 en aguas superficiales, 5 de ruido ambiental y 2 de suelos. Cabe resaltar que el punto de monitoreo de aguas subterráneas 2-30 (ASUB-29 del sector 2), un manantial ubicado en un campo de cultivo de la zona de mezcla presentó excedencias para oxígeno disuelto, aluminio, arsénico, hierro, manganeso y plomo.

Estos resultados de calidad fueron contrastados con las rutas de transporte definidas y con los resultados de monitoreos históricos desarrollados en el área de estudio. Sobre la base de la información se debe evaluar más a fondo una potencial conexión entre las operaciones actuales y/o históricas de la unidad minera con un afloramiento aguas debajo de la operación minera donde se reportaron valores elevados de los siguientes minerales como arsénico, manganeso, plomo y aluminio.

Adicionalmente, se estableció hacia sotavento una concentración moderadamente mayor de – PM10 y PM2.5 – además de plomo en sotavento a la unidad minera, sin exceder los límites permitidos legalmente. Basándonos por las propiedades físicas de la zona a analizar incluyendo los datos obtenidos del monitoreo de ruido ambiental del MAP 2019 - 2020, se descarta que las actividades mineras en la U.E.A María Teresa afecten la calidad del ruido ambiental en la zona, sin embargo, deben mantenerse puntos de control que definan las fuentes de ruido.

Considerando el modelo desarrollado, se propone 35 puntos de control para el Monitoreo Ambiental Participativo 2021-2022, así como un incremento en los parámetros evaluados, los cuales permiten caracterizar de mejor manera estas rutas de transporte y delimitar la influencia de Colquisiri referente a la calidad ambiental del área de estudio.

Palabras claves: Monitoreo ambiental, calidad ambiental, parámetros, estándar de calidad ambiental

## ABSTRACT

The present work technically evaluates the Participatory Environmental Monitoring carried out in the year 2019 – 2020 (MAP 2019 – 2020) with the inhabitants of the area of influence of the U.E.A. María Teresa. Additionally, historical environmental quality information of the mining unit and the analytical results of the MAP 2019 – 2020 were reviewed and processed.

Taking into account the characteristics, processes, and activities of Colquisiri and its area of influence, the potential sources of contamination of the mining operation and those of the environment were analyzed, which could influence the natural environment of the area to be studied, as well as the potential routes that the pollutants could follow and the water and wind zones that they define.

The quality of each matrix was evaluated, contrasting the results of the 2019-2020 MAP with the country's current Environmental Quality regulations. A total of 134 monitoring points were evaluated, and 52 exceedances were presented: 41 in groundwater, 4 in surface water, 5 in environmental noise and 2 in soils. It should be noted that the groundwater monitoring point 2-30 (ASUB-29 of sector 2), a spring located in a crop field in the mixing zone, presented excesses for dissolved oxygen, aluminum, arsenic, iron, manganese, and lead.

These quality results were contrasted with the defined transport routes and with the results of historical monitoring developed in the study area. Based on the information, a potential connection between the current and/or historical operations of the mining unit and an outcrop downstream of the mining operation where elevated values of the following minerals such as arsenic, manganese, lead and aluminum were reported should be further evaluated.

In addition, a moderately higher concentration of PM10 and PM2.5 as well as lead was established downwind to the leeward side of the mining unit, without exceeding

the legally permitted limits. Based on the physical properties of the area to be analyzed, including the data obtained from the environmental noise monitoring of the MAP 2019 - 2020, it is ruled out that mining activities in the María Teresa U.E.A. affect the quality of environmental noise in the area, however, control points must be maintained to define the sources of noise.

Considering the model developed, 35 control points are proposed for the Participatory Environmental Monitoring 2021-2022, as well as an increase in the parameters evaluated, which allow to better characterize these transport routes and delimit the influence of Colquisiri regarding the environmental quality of the study area.

Keywords: Environmental monitoring, environmental quality, parameters, environmental quality standard

## 2. INTRODUCCIÓN

La evaluación técnica del Monitoreo Ambiental Participativo desempeña un papel esencial como línea base donde se ha llevado a cabo un exhaustivo programa de monitoreo ambiental en consenso con los centros poblados colindantes a la operación minera. Se analizaron cada matriz del levantamiento de muestras que fueron establecidas en base a la percepción ambiental de las directivas participantes, las cuales permitirá generar un modelo conceptual y poder determinar una red de monitoreo para los siguientes monitoreos ambientales participativos de Colquisiri con los centros poblados.

Minera Colquisiri S.A es una empresa que opera una mina polimetálica de cobre, plomo y zinc, establecidas en 13 concesiones mineras y cuya concesión de beneficio de Colquisiri se sitúa en el distrito Chancay – provincia de Huaral, explotando sus reservas mediante labores subterráneas.

En su última modificatoria de impacto ambiental aprobada en el 2018, según lo descrito en el capítulo de estrategia para el manejo ambiental no contempla realizar un Monitoreo ambiental participativo en el área de influencia de Colquisiri, por lo que se considera como iniciativa conjunta la ejecución de este proceso bajo consenso con los centros poblados del área de influencia ambiental de Colquisiri, otro punto a resaltar es que en la autorización para reutilizar aguas industriales, señala que Colquisiri está autorizado a reusar las aguas tratada hasta 20l/s, considerando que el agua residual debe ser recirculada en el 100% en el proceso minero, por lo que se indica que Colquisiri no vierte ningún tipo de efluente a cuerpos de agua natural colindante a la operación.

Al iniciar con los trabajos de implementación para el depósito de relaves en Colquisiri, las directivas de los centros poblados mostraron una preocupación por las posibles repercusiones del proyecto, teniendo como problemática generar impactos ambientales posibles en la construcción y operación del Relevador N°4, es

así; y mediante una mesa de trabajo en noviembre 2018 entre Colquisiri y las directivas se llega a un acuerdo de realizar un monitoreo ambiental participativo para esclarecer y transparentar mediante un análisis en los parámetros de calidad ambiental y así determinar posibles impactos durante la implementación de la relavera con relación a los centros poblados colindantes y además evidenciar otras fuentes de impacto en el área de influencia donde están ubicados los centros poblados.

Por lo que; en el año 2019 se inició el Monitoreo Ambiental Participativo (MAP 2019-2020) liderada por el área de Medio Ambiente de Minera Colquisiri SA y mediante consenso con las poblaciones colindantes a la Unidad Minera, se eligió al laboratorio certificado por INACAL, SGS del Perú SAC como responsable de la toma de muestras de calidad ambiental como agua, suelo, aire y ruido, teniendo consideración que Minera Colquisiri asume todos los gastos logísticos que surgieran durante el Monitoreo Participativo como pago de laboratorio, traslados de directivas, coste de energía u otros.

Para el desarrollo del MAP 2019 - 2020, y en consenso con los centros poblados del área de influencia establecida en nuestra Modificatoria de estudio de impacto ambiental (MEIA) se estableció sectorizar para una adecuada comunicación de todo el proceso del monitoreo ambiental participativo mediante acta firmada el 29 de enero del 2019 (ver Anexo II, actas de reunión) que fueron conformados por los siguientes centros poblados:

- a. Sector 1: C. P. Jecuán, A.H. Cerro Cenizo, A.H. Real Perú, Asociación de Pobladores y Agricultores Fundo Santa Rosa, La Victoria y La Calera, y Fundo Nopal.
- b. Sector 2: C. P. El Progreso 1, Comité Francisco Bolognesi, C. P. Nueva Estrella, P. J. Cerro La Culebra y C. P. La Macarena.
- c. Sector 3: C. P. Pampa Libre, C. P. Nuevo Amanecer, A. H. San Martín Sector Dos y A. H. La Candelaria.

- d. Sector 4: A. H. Estrella de la Mañana Primera Etapa, A. H. Estrella de la Mañana Segunda Etapa, C. P. San Cayetano, C. P. Chancayllo, P. J. Fortaleza y A. H. Providencia.

En el desarrollo de este trabajo se compiló y revisó información referente a la U.E.A María Teresa y su entorno, y consideran sus respectivas autorizaciones en materia ambiental, se obtuvo información sobre sus procesos, permisos, caracterización del sitio y su entorno.

También se revisaron de forma general los informes de monitoreo ambiental de la unidad minera, con el propósito de determinar las condiciones ambientales de la zona de estudio. Adicionalmente se recopiló información referente a las condiciones físicas y económicas - social de la zona de estudio, las cuáles se extrajeron de las publicaciones en línea de las siguientes instituciones: Instituto nacional de estadística e informática, Autoridad nacional del agua, Instituto geológico, minero y metalúrgico, a y el Ministerio de agricultura y riego.

En base a la revisión se identificaron las fuentes potenciales de contaminación existentes en la zona evaluada, es decir, las que se localizan dentro de la operación de Colquisiri y las de su entorno. Una vez identificadas las fuentes potenciales, se evaluaron las rutas de transporte, de acuerdo con su influencia en:

- Recursos hídricos (aguas superficiales y subterráneas)
- Aire y suelo
- Ruido

Por último, la información recopilada en campo durante el MAP 2019 - 2020 se contrastó con la información de Minera Colquisiri SA y la de fuentes adicionales de libre acceso, mencionadas anteriormente. Adicional se procesaron los datos de calidad ambiental de la unidad minera y del entorno, se definieron fuentes potenciales de contaminación y sus respectivas rutas de transporte y receptores potenciales, para desarrollar el modelo conceptual del sitio.

Conforme a los reglamentos validados, el modelo conceptual se propone en base al principio preventivo, lo cual describen todos los potenciales contaminantes, rutas de transporte y receptores potenciales, basándose en la información existente y en los resultados de laboratorio.

Teniendo en cuenta las características, procesos y actividades de la U.E.A María Teresa y su área de influencia, se podrían diagnosticar las causas potenciales de posibles impactos del proceso minero y a la vez de su entorno, las cuales intervienen sobre la naturaleza ambiental de área de estudio.

El objetivo es evaluar técnicamente el monitoreo ambiental participativo 2019-2020 y proponer una red de puntos de monitoreo que ayudará a planificar y abordar las preocupaciones ambientales teniendo en cuenta las fuentes potenciales, rutas de transporte y receptores potenciales identificados y recomendar una red de monitoreo de calidad para el siguiente Monitoreo Ambiental Participativo.

### **3. OBJETIVOS:**

#### **Objetivo principal:**

- Evaluar técnicamente el Monitoreo Ambiental Participativo ejecutado el año 2019 - 2020 (MAP 2019 - 2020), por Minera Colquisiri SA en conjunto con las poblaciones de su área de influencia.

#### **Objetivos específicos:**

- Establecer un modelo conceptual del sitio.
- Establecer una red de puntos para el monitoreo ambiental participativo en adelante.

## **4. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES**

### **4.1. Compilación y Revisión de Información**

#### ***1.1 Autorizaciones Ambientales de Colquisiri***

Colquisiri cuenta con las siguientes autorizaciones en materia ambiental listados en la (tabla 19) de anexos, de los cuales se obtuvo información sobre

sus procesos, permisos, caracterización del sitio y su entorno, gestión ambiental y gestión social.

#### 4.2. Informes de Monitoreo Ambiental de la U.E.A María Teresa

Se revisaron de forma general los informes de monitoreo ambiental relativos a la unidad minera, con la finalidad de caracterizar la calidad ambiental en la unidad minera.

La Tabla 2, 3, 4 y 5 muestran datos de localización de los puntos de monitoreo del MAP 2019 - 2020, con el código asignado según el sector al que pertenecen; detallándose los mismos de la siguiente manera:

Tabla 1: Sector 1 – Puntos de monitoreo del MAP 2019 - 2020

Código	Código MAP 2019 - 2020	Descripción	Coordenada UTM Zona 18 – WGS 84	
			Este	Norte
<b>Aguas superficiales</b>				
1-4	P1-SANTA ROSA	Santa Rosa Retes (compuerta principal)	254,903	8,729,981
1-5	P4-CERRO CENIZO	Cerro Cenizo (Canal principal)	253,858	8,732,325
1-6	P5-LA VICTORIA	Fundo La Victoria (Canal de riego)	254,864	8,729,147
1-7	P6-CALICHERA	La Calichera (Canal de riego)	251,800	8,729,429
<b>Aguas subterráneas</b>				
1-1	P2-JECUAN	Jecuán (Pozo principal)	252,222	8,730,917
1-2	P3-CERRO CENIZO	Cerro Cenizo (Pozo de agua potable)	253,511	8,732,248
Código	Código MAP 2019 - 2020	Descripción	Coordenada UTM Zona 18 – WGS 84	
			Este	Norte
1-3	P7-REAL PERÚ	Real Perú (pozo de agua)	252,460	8,731,260
<b>Aire</b>				
1-8	P1-CCA	Cerro Cenizo (Casa Familia Acuña)	253,153	8,731,822
1-9	P2-JEC	Jecuán (Casa Familia Ramírez Torres)	252,224	8,730,943
1-10	P3-NOPAL	Vía Colquisiri-Jecuán (Altura de Fundo Nopal)	252,302	8,728,556
<b>Ruido</b>				

1-11	P1-RA-1	Santa Rosa (Casa Sr. Claudio Ferrer)	253,742	8,729,628
------	---------	--------------------------------------	---------	-----------

Tabla 2: Sector 2 – Puntos de monitoreo del MAP 2019 - 2020

Código	Código MAP 2019 - 2020	Descripción	Coordenada UTM Zona 18 – WGS 84	
			Este	Norte
<i>Aguas superficiales</i>				
2-31	ASUP-01	San Cayetano (Canal de regadío junto a la chacra de la fam. Buitrón Hurtado)	250,848	8,730,820
2-32	ASUP-02	San Cayetano (Canal de regadío junto a la chacra de la fam. Andrade)	248,469	8,729,307
2-33	ASUP-03	San Cayetano (Canal de regadío fam. Ríos Arellano)	249,835	8,731,175
2-34	ASUP-04	El Progreso (Puquio de chacra Sr. Castro)	253,797	8,728,314
2-35	ASUP-05	Nueva Estrella (Filtración canal Sr. Campito)	254,429	8,727,869
2-36	ASUP-06	La Calera (Canal La Calichera)	252,743	8,728,772
2-37	ASUP-07	San Martin Primera Etapa (Canal de filtración Familia Casas)	251,249	8,725,038
<i>Aguas subterráneas</i>				
2-1	ASUB-01	Estrella de La Mañana 1era Etapa (JASS Estrella de La Mañana)	249,411	8,728,541
2-2	ASUB-02	La Candelaria (Tanque recepción de bombeo)	249,520	8,727,817
2-3	ASUB-03	Estrella de La Mañana 1era Etapa (Infiltración para Estrella de La Mañana 1 y 2, Providencia y Las Laderas)	251,073	8,730,754
2-4	ASUB-04	La Candelaria (punto de captación de agua)	250,740	8,730,838
2-5	ASUB-05	Gente Emprendedora (Captación de agua Chancayllo)	248,562	8,729,162
2-6	ASUB-06	San Cayetano (Pozo de fam. Bernal San)	249,128	8,730,436

Código	Código MAP 2019 - 2020	Descripción	Coordenada UTM Zona 18 – WGS 84	
			Este	Norte
		Martin)		
2-7	ASUB-07	San Cayetano (Pozo de fam. Bernal Briceño)	249,163	8,730,391
2-8	ASUB-08	El Progreso (Pozo de casa de Sra. Melchora)	253,438	8,727,950
2-9	ASUB-09	El Progreso (Pozo de casa de fam. Cordova)	252,988	8,728,509
2-10	ASUB-10	Fundo La Calera (Pozo de cada de Fam. Velásquez)	252,408	8,729,116
2-11	ASUB-11	Fundo La Calera (Pozo de cada de Fam. Silva Alcocer)	252,516	8,729,164
2-12	ASUB-12	El Progreso (Puquio de fam. Sulca)	254,611	8,728,354
2-13	ASUB-13A	La Calera (Pozo tubular subterráneo)	252,781	8,728,866
2-14	ASUB-13B	La Calera (Salida de Pozo tubular subterráneo)	252,781	8,728,866
2-15	ASUB-14	La Calera (Puquio chacra Sr. Silva-Mandarinas)	252,589	8,729,315
2-16	ASUB-15	La Calera (Puquio chacra Sr. Silva-beterraga)	252,568	8,729,092
2-17	ASUB-16	Nueva Estrella (pozo de JASS Nueva Estrella)	253,975	8,727,316
2-18	ASUB-17	Cerro La Culebra (Pozo casa Sra. Carmen San Martin)	254,020	8,726,306
2-19	ASUB-18	Cerro La Culebra (Pozo casa Sra. Rosario San Martin)	253,975	8,726,364
2-20	ASUB-19	Cerro La Culebra (Punto de captación de la JASS Cerro La Culebra)	254,279	8,726,568
2-21	ASUB-20	Cerro La Culebra (Pozo de local Asociación Angélica Bernal)	254,138	8,726,564
2-22	ASUB-21	Cerro La Culebra (Puquio chacra fam. Cordova)	254,481	8,726,708
2-23	ASUB-22	Esquivel (Puquio chacra Sr. Yuki Tamanaja)	254,017	8,727,530
2-24	ASUB-23	Nueva Estrella (Pozo antiguo)	253,994	8,727,097
2-25	ASUB-24	El Progreso (Pozo chacra Fam. Chávez)	254,211	8,728,004
2-26	ASUB-25	San Martin Primera Etapa (Pozo de captación de agua)	250,982	8,725,211
2-27	ASUB-26	28 de Julio (Pozo de captación de agua)	254,466	8,723,230
2-28	ASUB-27	Cerro la Culebra (Pozo de casa de la familia Ramírez)	254,292	8,726,740
2-29	ASUB-28	El Progreso (Pozo de captación de agua Cooperativa CAV-Jecuán)	253,420	8,727,977
2-30	ASUB-29	La calera (Salida de Puquio a 30 m aproximados del puente de Jecuán)	251,572	8,730,182
	<b>Aire</b>			

Código	Código MAP 2019 - 2020	Descripción	Coordenada UTM Zona 18 – WGS 84	
			Este	Norte
2-38	CA-01	Cerro La Culebra (Casa Sr. Miguel Valladares)	254,176	8,726,555
2-39	CA-02	Nueva Estrella (Parque frente a Local Comunal)	253,931	8,727,045
2-40	CA-03	El Progreso (Cancha de fútbol)	253,407	8,727,945
2-41	CA-04	La Calera (Campo colindante agrícola a Ferco)	252,914	8,728,737
2-42	CA-05	San Martín 1era Etapa (Casa. Sr. Remigio)	250,807	8,725,312
2-43	CA-06	Gente Emprendedora (Casa Sra. Martiza Gómez)	250,180	8,727,580
2-44	CA-07	Estrella de La Mañana 1era Etapa (Casa Sr. Shelmer Villanueva)}	249,546	8,728,616
2-45	CA-08	La Candelaria (Casa Sr. Alejandro Nuñez)	249,548	8,728,043
2-46	CA-09	San Cayetano (Parcela 114 – Fam. Muñoz Pizarro)	250,229	8,731,256
2-47	CA-10	La Calera (Casa Sr. Silva)	252,533	8,729,169
2-48	CA-11	La Calera (A 300m de portón – vía a Jecuán)	251,751	8,729,727
2-49	CA-12	La Calera (Cerca)	252,499	8,728,504
<b>Ruido</b>				
2-50	RUI-01	Cerro La Culebra (Casa fam. Ascencio)	254,457	8,726,777
2-51	RUI-02	Nueva Estrella (Casa Fam. Salas)	253,961	8,727,393
2-52	RUI-03	Nueva Estrella (Casa Fam. Concepción)	253,810	8,727,265
2-53	RUI-04	Nueva Estrella (Casa Sr. Elías Rojas)	253,682	8,727,008
2-54	RUI-05	Gente Emprendedora (Casa. Sra. Lucy Espinoza Zevallos)	250,034	8,727,531
2-55	RUI-06	Estrella de La Mañana 1era Etapa (Casa Sra. Santa Flores)	249,434	8,728,577
2-56	RUI-07	La Candelaria (Casa Sr. Marino Bravo)	249,636	8,728,054
2-57	RUI-08	San Cayetano (Parcela 113 – Fam. Ríos Arellano)	249,970	8,731,228
2-58	RUI-09	Cerro La Culebra (Cuesta arriba de Cementerio Japonés)	253,903	8,726,602
2-59	RUI-10	El Progreso (campo deportivo)	253,401	8,727,946
2-60	RUI-11	El Progreso (Casa Sra. Betty Cordova)	252,907	8,728,487
2-61	RUIAD-12	Nueva Estrella (Casa Sr. Elías Rojas)	253,688	8,727,012
2-62	RUIAD-13	Nueva Estrella (Casa Sr. Concepción)	253,807	8,727,269
2-63	RUIAD-14	Nueva Estrella (Casa fam. Cecilio Gonzales)	253,958	8,727,393
<b>Suelo</b>				
2-64	S-01	Nueva Estrella (Área de institución Educativa Sagrado Corazón de Jesús)	8,727,257	253,976
2-65	S-02	Nueva Estrella (Parque de Nueva	8,727,053	253,921

Código	Código MAP 2019 - 2020	Descripción	Coordenada UTM Zona 18 – WGS 84	
			Este	Norte
		Estrella frente a iglesia)		
2-66	S-03	Nueva Estrella (Chacra frente a procesadora Campo Verde)	8,727,590	253,837
2-67	S-04	El Progreso (Cancha de fútbol)	8,727,957	253,393
2-68	S-05	El Progreso (Chacra de Familia Huerta)	8,728,131	253,610
2-69	S-06	El Progreso (Chacra de algodón Familia Lujan)	8,728,375	253,013
2-70	S-07	El progreso (Cercano a chacras de mandarinas)	8,728,739	252,934
2-71	S-08	La Calera (FERCO, frente a cultivo de papa)	8,729,140	252,934
2-72	S-09	La Calera (frente al portón de ingreso a FERCO)	8,729,104	252,443
2-73	S-10	San Cayetano (Parcela 114 – Fam. Muñoz)	8,731,256	250,243
2-74	S-11	San Cayetano (Parcela 114 – Fundo los filios)	8,731,504	250,510
2-75	S-12	San Cayetano (Parcela Fam. Sota)	8,731,217	250,854
2-76	S-13	Estrella de la Mañana 1era Etapa (Chacra del Sr. Roman Rosales)	8,730,717	250,972
2-77	S-14	Estrella de la Mañana 1era Etapa (Colegio de Estrella de La Mañana)	8,728,378	249,482
2-78	S-15	La Candelaria (Campo deportivo)	8,728,103	249,528
2-79	S-16	La Candelaria (Frente a losa deportiva)	8,727,894	249,561
2-80	S-17	La Candelaria (Parque Sector 3 – junto a losa deportiva)	8,727,046	249,784
2-81	S-18	Gente Emprendedora (Calle 8 de agosto)	8,727,566	250,068
2-82	S-19	San Martin 1era Etapa (A 20 metros del Colegio Estrellita de Belén)	8,725,186	250,957
2-83	S-20	San Martin 1era Etapa (Entre Pampa Libre y San Martin)	8,725,538	250,683
2-84	S-21	Cerro La Culebra (Aprox. a 20 metros de tanque de agua azul)	8,726,698	253,962
2-85	S-22	28 de Julio (Av. Los Próceres – cuadra 1)	8,723,246	254,278

Tabla 3: Sector 3 – Puntos de monitoreo del MAP 2019 – 2020

Código	Código MAP 2019 - 2020	Descripción	Coordenada UTM Zona 18 – WGS 84	
			Este	Norte
<b><i>Aguas superficiales</i></b>				
3-3	ASUP-01	Poza de bombeo de agua para Pampa Libre, Nueva Jerusalén y Josefa Espinoza	251,210	8,725,260
3-4	ASUP-02	Punto de captación de agua para poza de bombeo de Pampa Libre, Nueva Jerusalén y Josefa Espinoza	251,289	8,725,345
3-5	ASUP-05	Agua de poza de bombeo de Pampa libre y Josefa Espinoza (clorada)	250,718	8,727,049
<b><i>Aguas subterráneas</i></b>				
3-1	ASUB-03	San Martín 2da etapa (Estación de Bombeo)	250,519	8,725,191
3-2	ASUB-04	San Martín 2da Etapa (Pozo de agua en Barrio La Soledad)	250,254	8,725,193
<b><i>Aire</i></b>				
3-6	P1	Nueva Jerusalén (casa Sr. Joel Robles)	250,860	8,725,756
3-7	P2	San Martín 2da etapa (casa Sr. Juan Yanac)	250,509	8,725,316
3-8	P3	Pampa Libre (Techo de posta de salud)	250,305	8,726,338
3-9	P4	Nuevo Amanecer (Casa Sra. Honorata Ruiz)	249,826	8,728,168
3-10	P5	Nuevo Amanecer (Casa Sra. Julia Tacuri)	250,296	8,727,403
<b><i>Ruido</i></b>				
3-11	R-1	Nueva Jerusalén (Casa Sr. Holmer)	250,451	8,725,513
3-12	R-2	Pampa Libre (Casa Sr. Castro)	250,317	8,727,112
3-13	R-3	Nuevo Amanecer (Casa Sr. Timoteo)	250,515	8,727,663
<b><i>Suelo</i></b>				
3-14	SU-1	Pampa Libre (frente a posta de salud)	250,250	8,726,354
3-15	SU-2	Pampa Libre (Frente a casa de Sr. Francisco Pinedo)	250,407	8,725,726
3-16	SU-3	Nuevo Jerusalén (Mz D - Lt 19)	250,830	8,725,684
3-17	SU-4	San Martín 2da etapa - junto a losa deportiva	250,512	8,725,259
3-18	SU-5	Nuevo Amanecer (Cantera)	250,729	8,728,043
3-19	SU-6	Nuevo Amanecer (Parque 2, cercano a cementerio)	249,955	8,728,194
3-20	SU-7	Josefa Espinoza (Mz D Lt 02)	250,742	8,727,093

Tabla 4: Sector 4 – Puntos de monitoreo del MAP 2019 – 2020

Código	Código	Descripción	Coordenada UTM Zona 18 – WGS 84	
			Este	Norte
<b><i>Aguas superficiales</i></b>				
4-5	AC-01	Agua de consumo - poza de recepción de JASS Estrella de la mañana	249,408	8,728,548
4-6	ASUP-01	Agua de canal de regadío	250,746	8,730,812
<b><i>Aguas subterráneas</i></b>				
4-1	ASUB-01	Captación de Providencia 01 y 02	251,029	8,730,892
4-2	ASUB-02	A.A.H.H. Estrella de La Mañana 1era Etapa, A.A.H.H. Estrella de La Mañana 2da Etapa, P.J. La Providencia y Las Laderas de Chancayllo	250,884	8,730,831
4-3	ASUB-03	Captación Jecuán-Chancayllo	250,705	8,730,845
4-4	ASUB-04	Nuevo Amanecer Renaciendo - Recepción de Agua para cisterna	248,485	8,729,206
<b><i>Aire</i></b>				
4-7	CA-01	Estrella de La Mañana 2da Etapa – Sobre tanque de agua	249,869	8,728,690
4-8	CA-02	La Providencia - Casa Sr. Eugenio Leyva	249,388	8,729,086
4-9	CA-03	Chancayllo - Casa de Sra. Lilia Arellano	248,813	8,729,027
4-10	CA-04	Nuevo Amanecer Renaciendo - Casa Sr. Fermin Garcilaso	250,433	8,727,817
<b><i>Ruido</i></b>				
4-11	RA-01	Estrella de la Mañana 2da etapa – A 200m aprox. del límite con concesión minera	250,048	8,728,725
4-12	RA-02	La Fortaleza - Casa Sr. Florencio Jara Lázaro	249,799	8,728,228
4-13	RA-03	Nuevo Amanecer renaciendo - Frente a casa Sr. Juan Carlos Bazalar	250,325	8,727,785
<b><i>Suelo</i></b>				
4-14	SUE-01	Estrella de la Mañana 2da etapa - cercano a punto de ruido	250,055	8,728,719
4-15	SUE-02	Nuevo amanecer renaciendo - a 50m de casa de Sr. Fermin Garcilaso	250,398	8,727,796
4-16	SUE-03	Chancayllo - ubicado en chacra de familia Canevaro	248,340	8,728,919
4-17	SUE-04	La Providencia - A 30 metros del punto de calidad de aire CA-02	249,411	8,729,058
4-18	SUE-05	Fortaleza - A 1 cdra. de Calle Los Ángeles	249,928	8,728,252

Según lo descrito en la tabla 5, en cada matriz se analizan los parámetros siguientes. Cabe mencionar que no se analizaron todos los parámetros en todas las muestras, como se pudo observar en los Informes de Monitoreo.

Tabla 5: Parámetros evaluados en el MAP 2019 – 2020

<b>Matriz</b>	<b>Parámetro evaluado</b>	<b>Unidad</b>
Agua (Subterránea y superficial)	<i>Parámetros fisicoquímicos</i>	
	Color Verdadero	UC
	Bicarbonatos	mg HCO <sub>3</sub> /L
	Conductividad	μS/cm
	Temperatura	°C
	Potencial de Hidrógeno	pH
	DBO	mg/L
	DQO	mg O <sub>2</sub> /L
	Aceites y Grasas	mg/L
	Cianuro total	mg/L
	Oxígeno Disuelto	mg/L
	Cloruro	mg/L
	Fluoruro	mg/L
	Nitrito (como N)	mg/L
	Nitratos (NO <sub>3</sub> -N) + Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L
	Sulfato	mg/L
	Fenoles	mg/L
	S.A.A.M. (Detergentes)	mg/L
	Cianuro Wad	mg/L
	<i>Inorgánicos</i>	
	Metales Totales	mg/L
	<i>Microbiológicos y parasitológicos</i>	

	Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	NMP/100 mL
	Numeración de <i>Escherichia coli</i> (EC-MUG)	NMP/100 mL
	Detección y/o Cuantificación de Huevos de Helmintos	Huevos/L
Aire	Material Particulado con diámetro menor a 10 Aire Plomo (Pb) en PM10	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Ruido	Ruido Ambiental	dB(A)
Suelo	<b><i>Inorgánicos</i></b>	
	Cromo Hexavalente	mg/kg
	Metales	mg/kg
	Mercurio	mg/kg
	Cianuro Libre	mg/kg

Fuente: Informes de Monitoreo de Calidad de Agua, Aire, Suelo y Ruido – SGS (2020)

#### **4.3. Información general**

Para obtener información adicional referente a la naturaleza física, social y económica del área a estudiar, se revisó el texto general de los estudios e investigaciones en línea de las instituciones que se observan en la (tabla 20) de los anexos.

#### **4.4. Procesamiento de la Información**

La información compilada durante la ejecución del MAP 2019 - 2020 se procesó para describir el medio físico, socioeconómico y las características de la U.E.A María Teresa. Además, se evaluaron las rutas de transporte, de acuerdo con su influencia en: Recursos hídricos (aguas superficiales y subterráneas), calidad de aire, suelo y ruido ambiental.

#### **4.5. Desarrollo del Modelo Conceptual**

Un modelo conceptual (MC) se refiere a una representación visual y/o gráfica que ilustra el sistema medioambiental y sus procesos químicos, físicos y biológicos involucrados en el desplazamiento de sustancias que contaminan desde su origen, atravesando diversos componentes del sistema, hasta llegar a los posibles receptores afectados.

### **5. ANÁLISIS Y COMENTARIOS**

Se realizó el análisis de los resultados del MAP 2019 – 2020 para poder determinar la calidad de cada matriz; y desarrollar el contraste de las concentraciones de contaminantes potenciales acorde a los límites previstos en los Estándares de Calidad Ambiental del Perú en agua, aire, suelo y ruido.

- **Calidad de Agua**

Se contrastó los resultados del análisis de agua con la normatividad ambiental de agua, ratificada mediante DS N° 004-2017- MINAM.

Estos resultados para agua superficial fueron contrastados con los valores de Categoría 3-D1 de los ECA Agua, límites permisibles para riego de vegetales. Por otro lado, para calidad de aguas subterráneas no se cuenta con normativa ambiental actual, y teniendo en cuenta el fin de las aguas de subsuelo para esta matriz uso la Categoría 1-A1 destinada a producir agua potable desinfectada. Los valores de ambas categorías se adjuntaron en el anexo (tabla 21)

- **Calidad de Aire**

Se contrastaron los hallazgos del monitoreo de la calidad del aire con la normativa de calidad del aire, aprobados bajo DS N°003-2017-MINAM. Los valores del aire figuran en la (tabla 22) de anexos.

- **Calidad de ruido ambiental**

Se contrastó los hallazgos del monitoreo de ruido ambiental con las normas de ruido, ratificado por DS N°085-2003-PCM, los cuales se presentan en los anexos (tabla 23). Esta evaluación utilizó los valores establecidos para zonas residenciales, teniendo en cuenta que toda el área de estudio cuenta con pobladores.

- **Calidad de suelos**

Los resultados del monitoreo de suelos se compararon con los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo (ECA Suelos), establecidos por el DS N°011-2017-MINAM, y los valores correspondientes se incluyen en los anexos (tabla 24). Dentro del ECA Suelo, se utilizaron los valores para suelos Agrícolas.

### **5.1. Análisis de Datos**

El análisis de datos de los resultados del monitoreo ambiental participativo tiene como objetivo extraer información significativa que permitió desarrollar el modelo conceptual y sumándole la revisión de los resultados del MAP 2019-2020 que fueron evaluados en relación a la normativa ambiental permitieron un análisis detallado que abarcó los siguientes aspectos: niveles de contaminantes específicos, emisiones de partículas, compuestos químicos y metales pesados; además de identificar las áreas en las que los resultados superen o estén por debajo de la normativa ambiental vigente.

Todo este análisis permitió a Colquisiri formular una red de vigilancia ambiental permitiendo garantizar así, un enfoque técnico de monitoreo ambiental a las partes interesadas y centros poblados del área de influencia ambiental.

### 5.1.2. Clasificación espacial de los puntos de análisis

Los puntos de análisis fueron clasificados en función de la ubicación de fuentes respecto a la ruta de transporte de las diferentes matrices ambientales móviles; de forma que representen el comportamiento del ambiente con relación al modelo conceptual:

- Agua superficial y subterránea: aguas arriba/abajo, aguas de contacto, zona de mezcla y zona de control
- Aire y suelo: barlovento y sotavento
- Ruido: radial

## 5.2. Análisis de Calidad Ambiental

### 5.2.1. Calidad de agua

#### a. Aguas superficiales

Los resultados del análisis de las aguas superficiales en el MAP 2019 – 2020 se presentan en la tabla 6, así como la zona de aguas a la que pertenece cada punto evaluado. Los parámetros considerados para el presente análisis son aquellos en los que se evidenció por lo menos un valor excedente con respecto al ECA Agua Categoría 3 – D1, así como los que podrían estar asociados a procesos de la mina (Sulfatos, Arsénico, Manganeso).

Tabla 6: Resultados de análisis de aguas superficiales

Punto de Monitoreo	Sector	Parámetros analizados			
		Sulfato (mg/L)	Mn (mg/L)	As (mg/L)	Al (mg/L)
ECA Agua Categoría 3-D1 (mg/L)		1,000	0.2	0.1	5
Aguas arriba (AA)					
P1-SANTA ROSA	Sector 1	92	0	0.004	0.42

P5-LA VICTORIA	Sector 1	119.7	0.1	0.007	1.341
ASUP-04	Sector 2	164.2	0	0.002	0.432
ASUP-05	Sector 2	205.7	0	0.001	0.028
<b>Zona de mezcla (ZM)</b>					
P6-CALICHERA	Sector 1	158.9	0	0.005	0.64
ASUP-01	Sector 2	230.9	0.3	0.008	5.538
ASUP-06	Sector 2	141.5	0	0.003	0.376
ASUP-01	Sector 4	120.9	0.1	0.01	0.003
<b>Aguas de Jecuán (AJ)</b>					
P4-CERRO CENIZO	Sector 1	111.1	0.1	0.014	2.457
<b>Aguas Debajo (AD)</b>					
ASUP-02	Sector 2	174.1	0.3	0.01	5.952
AC-01	Sector 4	--	0	0.007	0.003
<b>Zona de Control (ZC)</b>					
ASUP-03	Sector 2	148.6	0	0.008	0.1
ASUP-07	Sector 2	188.2	0	0.002	0.082
ASUP-01	Sector 3	190.1	0	0.001	0.089
ASUP-02	Sector 3	192.3	0	0.003	0.088
<b>Punto de Monitoreo</b>	<b>Sector</b>	<b>Parámetros analizados</b>			
		<b>Sulfato (mg/L)</b>	<b>Mn (mg/L)</b>	<b>As (mg/L)</b>	<b>Al (mg/L)</b>
ECA Agua Categoría 3-D1 (mg/L)		1,000	0.2	0.1	5
ASUP-05	Sector 3	192.2	0	0.002	0.003

Fuente: Informe de Monitoreo de Calidad de Agua, Aire, suelo y ruido – SGS (2020) y D.S 004-2017-MINAM

Los resultados del MAP 2019 – 2020 se pueden observar que en aguas superficiales solo se presentaron excedencias para Manganeso y Aluminio, ambos parámetros en los mismos puntos evaluados ASUP-01 y ASUP-02 donde uno corresponde a la zona de mezcla y el otro a aguas debajo, el manganeso presenta valores de 0.3 mg/l mientras que el aluminio se encuentra en concentraciones de hasta 5.9mg/l.

Colquisiri cuenta con 2 estaciones de análisis para calidad de agua superficial, autorizadas en el EIA por la Ampliación producción a 1200 Tm/día, bajo R.D. N°042-2003-EM/DGAAM, las cuales se muestran en la (tabla 25) incluida en los anexos:

La modificatoria del estudio de impacto ambiental presenta información histórica de los puntos de agua superficial ejecutados, donde los resultados son contrastados con el ECA Agua Categoría 3 actuales (2017). Los hallazgos evidencian que entre los años 2013 y 2016 se han presentado concentraciones excedentes de Manganese (Mn), Hierro (Fe) y (DQO), en diferentes épocas del año.

Las excedencias históricas para metales se resumen en la tabla 7, donde se incluyen los valores del ECA Agua Categoría 3 a modo de contraste.

Tabla 7: Resumen de excedencias históricas en el monitoreo de aguas superficiales

Estación de monitoreo	Año de monitoreo	Mes de monitoreo	Parámetro evaluado (mg/L)	
			Fe	Mn
<i>ECA Agua Categoría 3 (mg/L)</i>			<b>5</b>	<b>0.2</b>
E-1	2013	Junio	11.71	0.44
	2016	Junio	--	0.45
		Diciembre	--	0.70
E-2	2013	Junio	11.76	0.43
	2014	Diciembre	9.77	0.37
	2016	Diciembre	--	0.2

En los primeros meses del año 2013 ambas estaciones presentaron excedencias de Mn, Fe y DQO, mientras que en los meses de agosto, septiembre y octubre del año 2014 la estación E2 presentó excedencias para estos parámetros. En el primer semestre del año 2016 la estación E1 presentó excedencia de Mn, mientras que en el segundo semestre lo hizo la estación E2.

En contraste a los hallazgos pasados, los informes de monitoreo de 2018, 2019 y lo que va del 2020, no evidenciaron excedencia alguna en

ninguna de las estaciones, lo cual se justifica con la implementación de una planta para tratar las aguas y la impermeabilización de las canchas de relaves.

*b. Aguas subterráneas*

Los resultados del análisis de aguas subterráneas en el MAP 2019 – 2020 se presentan en la tabla 15, así como la zona de aguas a la que pertenece cada punto de monitoreo. Los parámetros analizados, son aquellos en los que se evidenció por lo menos un valor excedente con respecto al ECA Agua Categoría 1-A1, así como los que podrían estar asociados a procesos de la mina (Sulfatos, Arsénico, Manganeseo).

Los puntos de monitoreo de aguas subterráneas evaluadas presentaron excedencias de oxígeno disuelto, conductividad, sulfatos, arsénico, manganeso, aluminio, cromo hierro y plomo, manganeso.

En el metal de manganeso y sulfatos presentaron una (01) excedencia cada uno, en la zona de mezcla (1.19 mg Mn/L y 0.017 mg Pb/L) y en Aguas de Jecuán (282.84 mg/L) respectivamente. Se observa además que las excedencias en conductividad y oxígeno existen en la zona de estudio, a lo que se requiere hacer evaluaciones ambientales por causalidad con las autoridades en los siguientes monitoreos ambientales participativos para poder esclarecer si estos factores estuvieran asociados a la actividad minera.

Aluminio y cromo presentaron dos (02) excedencias cada uno, ambos en la zona de mezcla, con valores de hasta 4.6 mg Al/L y 0.09 mg Cr/L. Las seis (06) excedencias de Hierro se presentan tanto aguas arriba como en la zona de mezcla, sin embargo, su valor más alto (8.3 mg/L) se presenta aguas arriba, donde no hay influencia de actividades de Colquisiri.

Tabla 8: Resultados de análisis de Agua Subterránea

Punto de Monitoreo	Sector	Parámetros analizados								
		Cond.	OD	SO4	Mn	As	Al	Cr Total	Fe	Pb
		µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
ECA Agua Categoría 1-A1 (mg/L)		1,500	≥ 6	250	0.4	0.01	0.9	0.05	0.3	0.01
<i>Aguas Arriba (AA)</i>										
ASUB-08	2	1,214	7.83	--	0.00316	0.00139	0.07	0.0003	0.105	0.0006
ASUB-12	2	895	6.78	--	0.00157	0.00135	0.03	0.0003	0.0616	0.0006
ASUB-16	2	<b>1,734</b>	7.26	--	<0.00010	0.00181	0.003	0.0003	0.0319	0.0006
ASUB-22	2	<b>2,514</b>	<b>4.92</b>	--	0.00071	0.00213	0.032	0.0003	0.0416	0.0006
ASUB-23	2	<b>3,987</b>	6.35	--	0.01519	0.00132	0.242	0.0003	<b>1.696</b>	0.0039
ASUB-24	2	773	6.05	--	<0.00010	0.00106	0.031	0.0003	0.009	0.0006
ASUB-28 *	2	1,440	<b>5.11</b>	230.6	0.00127	0.00121	0.032	0.0003	0.0316	0.0006
<i>Zona de mezcla (ZM)</i>										
ASUB-03	2	977	6.09	155.42	<0.00010	<0.00010	0.003	0.0003	0.0146	0.0006
ASUB-04	2	1,124	<b>5.78</b>	120.62	<0.00010	0.00423	0.003	0.0003	0.0202	0.0006
ASUB-09	2	1,326	7.29	--	0.02976	0.00282	<b>0.944</b>	0.0003	<b>1.3025</b>	0.0021
ASUB-10	2	1,199	7.36	--	0.00158	0.00207	0.003	0.0003	0.0462	0.0006
ASUB-11	2	1,251	7.48	--	<0.00010	0.00133	0.003	0.0057	0.0553	0.0006
ASUB-13A	2	<b>1,673</b>	<b>4.02</b>	--	0.05996	0.00146	0.003	0.0003	<b>8.1251</b>	0.0039
ASUB-13B	2	<b>1,687</b>	<b>3.63</b>	--	0.04158	0.0015	0.261	0.0025	<b>1.2964</b>	0.0043
ASUB-14	2	<b>3,472</b>	6.74	--	0.00128	0.00177	0.025	<b>0.0684</b>	0.0663	0.0006
ASUB-15	2	<b>1,538</b>	6.56	--	0.02856	0.00282	0.477	<b>0.0984</b>	<b>0.8215</b>	0.0045
ASUB-29	2	1,429	<b>3.17</b>	--	<b>1.18984</b>	<b>0.03728</b>	<b>4.602</b>	0.0035	<b>8.3384</b>	<b>0.0176</b>
ASUB-01	4	1,276	<b>5.52</b>	151.8	<0.00010	0.00831	0.003	0.0003	0.0217	0.0006
ASUB-02	4	1,335	6.67	182.93	0.00251	0.00751	0.052	0.0003	0.0796	0.0006
ASUB-03	4	1,307	<b>5.92</b>	179.56	<0.00010	0.00775	0.003	0.0003	0.0051	0.0006
<i>Aguas de Jecúan (AJ)</i>										

P2-JECUAN	1	889	6.74	133.04	0.0042	<b>0.01683</b>	0.142	0.0003	0.2078	0.0061
P3-CERRO CENIZO	1	1,083	8.11	149.64	0.00292	<b>0.01457</b>	0.097	0.0003	0.1595	0.0059
P7-REAL PERÚ	1	<b>2,010</b>	7.94	<b>282.84</b>	0.00214	0.00852	0.083	0.0003	0.0877	0.0006
<b>Aguas Debajo (AD)</b>										
ASUB-01	2	986	7.25	143.37	<0.00010	<0.00010	0.003	0.0003	0.0013	0.0006
ASUB-02	2	1,126	8.39	163.3	<0.00010	0.00296	0.003	0.0003	0.0156	0.0006
Punto de Monitoreo	Sector	<b>Parámetros analizados</b>								
		Cond.	OD	SO4	Mn	As	Al	Cr Total	Fe	Pb
		µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
ECA Agua Categoría 1-A1 (mg/L)		1,500	≥ 6	250	0.4	0.01	0.9	0.05	0.3	0.01
ASUB-05	2	1,371	7.8	241.2	<0.00010	0.00181	0.003	0.0003	0.0466	0.0006
ASUB-06	2	1,243	7.84	143.49	0.00245	<0.00010	0.083	0.0003	0.1117	0.0006
ASUB-07	2	1,137	7.9	--	<0.00010	<0.00010	0.042	0.0003	0.0486	0.0006
ASUB-04	4	1,319	8.02	182.66	0.00088	0.00408	0.003	0.0003	0.0533	0.0019
<b>Zona de Control (ZC)</b>										
ASUB-17	2	1,046	<b>4.09</b>	--	0.00338	0.008	0.051	0.0003	0.059	0.0006
ASUB-18	2	1,240	7.52	--	0.00066	0.00458	0.028	0.0003	0.0513	0.0006
ASUB-19	2	943	<b>5.81</b>	--	0.00256	0.00119	0.003	0.0003	0.0466	0.0006
ASUB-20	2	1,354	<b>4.8</b>	--	0.00112	0.00154	0.039	0.0003	0.0287	0.0006
ASUB-21	2	1,040	<b>4.02</b>	--	0.00251	0.00121	0.032	0.0003	0.052	0.0006
ASUB-25	2	1,227	6.19	--	0.00228	0.00499	0.062	0.0003	0.0863	0.0006
ASUB-26	2	1,070	7	--	0.00328	0.00428	0.003	0.0003	0.0013	0.0006
ASUB-27	2	<b>1,919</b>	<b>2.73</b>	--	0.00761	0.00289	0.108	0.0003	0.0816	0.0006
ASUB-03	3	<b>1,578</b>	7.75	190.05	0.0007	0.00688	0.02	0.0003	0.0218	0.0006
ASUB-04	3	<b>1,575</b>	7.83	206.33	0.00108	0.00907	0.003	0.0003	0.0123	0.0006

Fuente: Informes de Monitoreo de Calidad de Agua, Aire, Suelo y Ruido – SGS (2020) y D.S. 004-2017-MINAM.

Nota: \*Pozo de Agua Subterránea ASUB-21; los valores de Sulfatos se obtuvieron del Informe de Calidad de Aguas OS 12040-15/OMA elaborado por Inspectorate Services Perú S.A.C. (2015)

dispone de tres estaciones de monitoreo de aguas subterráneas. La estación E-3 fue autorizada en el Estudio de Impacto Ambiental para la expansión de la Planta Concentradora a 1200 Tm/día, a través de la RD N°042-2003-EM/DGAAM (EIA 2003). Las estaciones E-8 y Pz-8 recibieron aprobación mediante la Modificación del Estudio Ambiental Detallado para el Nuevo Depósito de Relaves N°4 (MEIA 2018), bajo la RD N°0054-2018-SENACE-PE/DEAR. Las estaciones se describen en la (tabla 26) de los anexos.

El monitoreo de aguas subterráneas es contrastado con lo previsto en la Norma Ecuatoriana de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Agua del libro VI Anexo 1, debido a las recomendaciones realizadas por SENACE en nuestra Modificatoria del Estudio de Impacto Ambiental (MEIA 2018).

La data histórica de monitoreo se presenta en la MEIA 2018, donde resultados obtenidos desde el 2013 en la estación E-3 son contrastados con el ECA Agua Categoría 3.

Adicionalmente, para caracterizar la calidad de aguas subterráneas, se evaluó esta misma estación en noviembre del 2016 (época húmeda) y mayo del 2017 (época seca). La información provista por la MEIA 2018 evidenció que en el año 2013 se registraron excedencias para DQO (55.40 mg/L), Fe (11.463 mg/L) y Mn (0.433), mientras que en el 2016 se presentaron excedencias para Cloruros (741.7mg/L), Conductividad (3740  $\mu$ S/cm) y Cromo (0.1 mg/L). El ECA Agua Categoría 3 presenta límites para DQO de 40 mg/L, Mn de 0.2 mg/L, Fe de 11 mg/L, Cloruros de 500 mg/L, Conductividad de 2,500  $\mu$ S/cm y para Cromo, de 0.1 mg/L. El resto de los valores de concentración obtenidos en ese periodo no presentó excedencias.

Además, se revisó información correspondiente a los monitoreos del 2017 y 2018 para la estación E-3, los cuales presentaron excedencias de Cloruros, Conductividad y Cromo, con respecto al ECA Agua Categoría 3. Los valores registrados entre el 2017 y 2018 alcanzan 762 mg/L de Cloruros, 3,640  $\mu$ S/cm de Conductividad y 0.11 mg/L de Cromo.

La información sobre resultados excedentes para metales, en la estación E-3, entre los años 2013 y 2018 se resume en la Tabla 9. En dicha tabla se ha agregado además los valores del ECA Agua Categoría 1- A1, el cual se utiliza en este informe para caracterizar la calidad del agua subterránea, asimismo, los valores que exceden únicamente este estándar se resaltan en azul.

Tabla 9: Resumen de resultados excedentes en el monitoreo de la estación E-3

Año	Mes	Parámetro evaluado				
		Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Cromo total (mg/L)	As (mg/L)	Pb (mg/L)
<i>ECA Agua Categoría 3</i>		5	0.2	0.1	0.1	0.05
<i>ECA Agua Categoría 1-A1</i>		0.3	0.4	0.05	0.01	0.01
2013	Junio	11.46	0.43		0.018	0.021
2014	Junio	--	--	0.1	--	--
2015	Junio	--	--	--	--	0.016
	Diciembre	0.50	--	--	--	--
2016	Junio	--	--	--	--	0.025
2017	Mayo	--	--	0.11	--	--
	Diciembre	--	--	0.08	--	--
2018	Diciembre	--	--	0.10	--	--

Fuente: *Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Detallado para el Nuevo Depósito de Relaves N°4*, (2018), Informes de ensayo N° 55665L/17-MA-MB, N° 125597L/17-MA-MB y N° 126728L/18-MA-MB emitidos por Inspectorate Services Perú S.A.C. y D. S. 004-2017-MINAM.

xx → El valor no excedió el límite establecido.

### *c. Aguas de la operación minera*

U.E.A. María Teresa no vierte efluentes mineros, no obstante, sí controla el agua generada por la operación minera, como las aguas reutilizadas procedentes de la balsa que recircula y las aguas de la balsa relavera.

Con este propósito, se cuenta con 4 estaciones de monitoreo de calidad, codificados como E-6 ratificado en el EIA 2003 con R.D N°042- 2003-EM/DGAAM el 28/01/2003, E-7B aprobado con R.D N°165-2009-

MEM-AAM con fecha 18/06/2009, E-7C, ratificado en el ITS 2016 mediante R.D N°089-2016-MEM-DGAAM fecha 02/09/2014, y E-7D, recientemente aprobado mediante la Modificación del Estudio Ambiental Detallado para el Nuevo Depósito de Relaves N°4 (MEIA 2018). Estas estaciones están listadas en la (tabla 27) de los anexos.

Los resultados utilizan como normativa de contraste los valores establecidos en las descargas de efluentes minero- metalúrgicos según D.S N°010-2010-MINAM.

La data histórica de monitoreos presentes en el MEIA 2018, contrasta con los LMP del D.S N°010-2010-MINAM, caracteriza las aguas de la operación minera evaluadas entre los años 2013 y 2016. En el año 2013 sólo se evaluó la estación E-6, presentando excedencias para cobre, plomo, cianuro total, cadmio y zinc, mientras que en los años 2014 y 2015 se evaluaron las estaciones E-6 (excedencias de cobre, zinc y sólidos totales suspendidos) y E-7B (excedencias constantes de cadmio).

En el año 2016 se evidenciaron excedencias de arsénico en las estaciones E-6 y E-7B (0.1394 mg/L y 0.284 mg/L respectivamente) durante el primer trimestre, y excedencias de Zinc en las mismas estaciones para los dos primeros trimestres (valores de hasta 0.82 mg/L en E-6 y 1.3 en E-7B). En la tabla 10 se presenta en síntesis las excedencias mencionadas.

Tabla 10: Resumen de resultados excedentes en el monitoreo de aguas de la operación minera (2013 – 2016)

Estación	Año	Fecha	Parámetro evaluado (mg/L)					
			Cu	Pb	CN	Zn	As	Cd
<b>Límites Máximos Permisibles</b>			<b>0.1</b>	<b>0.2</b>	<b>1</b>	<b>1.5</b>	<b>0.1</b>	<b>0.05</b>
		02-ene	0.70	--	--	3.33	--	**
		01-mar	--	--	--	1.56	--	**
		02-abr	1.42	--	--	12.58	--	**
		22-abr 29-abr	**	**	3.0	**	**	**
		04-may	7.00	--	1.0	13.39	--	0.18
		11-may	5.18	--	--	10.29	--	0.20

E-6	2013	13-may	5.00	--	1.0	15.00	--	0.32
		21-may	4.45	--	1.7	--	--	--
		28-may	7.62	--	1.0	--	--	--
		18-jun	8.00	0.45	--	32.64	--	0.47
		23-jun	1.88	--	--	4.33	--	0.12
		30-jun	1.35	--	--	3.69	--	0.08
		01-jul	1.30	0.23	--	9.25	--	0.18
		08-jul	1.39	0.26	--	7.78	--	0.11
		15-jul	0.60	--	--	2.52	--	0.07
		22-jul	--	--	--	1.03	--	--
		02-ago	0.52	--	--	--	--	--
		04-ago	--	--	--	1.62	--	--
		12-ago	--	--	--	1.80	--	--
		26-ago	0.56	--	--	--	--	--
		17-set	--	--	--	1.83	--	0.05
		10-oct	0.91	--	--	3.47	--	0.05
		22-oct	3.10	--	1.2	--	--	--
		29-oct	1.26	--	--	--	--	--
		04-nov	0.53	--	--	--	--	--
		11-nov	1.28	--	--	--	--	--
	02-dic	0.59	--	--	2.79	--	0.06	
	2014	17-mar	--	--	--	2.40	--	0.08
		24-mar	--	--	--	2.56	--	0.12
		14-abr	1.15	--	--	--	--	--
		12-may	0.75	--	--	--	--	--
		20-may	0.81	--	--	--	--	--
		26-may	0.62	--	--	--	--	--
		03-jun	0.95	--	--	42.57	--	0.46
16-jun		1.30	--	--	--	--	--	

Estación	Año	Fecha	Parámetro evaluado (mg/L)					
			Cu	Pb	CN	Zn	As	Cd
<b>Límites Máximos Permisibles</b>			<b>0.1</b>	<b>0.2</b>	<b>1</b>	<b>1.5</b>	<b>0.1</b>	<b>0.05</b>
		07-jul	--	--	--	18.64	--	0.21
		14-jul	1.30	--	--	--	--	--
		04-ago	0.55	--	--	3.09	--	--
		22-set	1.93	--	--	--	--	--
	2016	Ene-mar	--	--	--	0.82	0.14	--
		Abr-jun	--	--	--	0.70	--	--
		09-mar	--	--	--	1.51	--	0.07
		17-mar	--	--	--	--	--	14.22
		23-mar	--	3.00	--	--	--	0.18

E-7B	2014	01-abr	--	--	--	--	--	0.98
		14-abr	--	--	--	--	--	0.24
		12-may	--	--	--	--	--	0.05
		23-jun	--	--	--	--	--	0.09
		30-jun	--	--	--	--	--	0.35
		02-jul	--	--	--	--	--	11.35
		07-jul	--	--	--	--	--	12.35
		21-jul	--	--	--	--	--	0.09
		28-jul	--	--	--	--	--	0.21
		04-ago	--	--	--	--	--	2.46
		11-ago	--	--	--	--	--	1.03
		08-set	--	--	--	--	--	1.56
		21-set	--	--	--	--	--	0.42
		12-oct	--	--	--	--	--	0.05
		23-nov	--	--	--	--	--	0.14
	30-nov	--	--	--	--	--	4.00	
	2015	04-ene	--	--	--	--	--	2.05
		18-ene	--	--	--	--	--	3.69
		25-ene	--	--	--	--	--	4.69
		15-feb	--	--	--	--	--	2.43
		22-feb	--	--	--	--	--	0.50
		06-abr	--	--	--	--	--	0.50
		12-abr	--	--	--	--	--	3.09
		04-may	--	--	--	--	--	0.11
		10-may	--	--	--	--	--	0.11
		17-may	--	--	--	--	--	1.91
24-may		--	--	--	--	--	1.91	
16-jun	--	--	--	--	--	0.09		
06-jul	--	--	--	--	--	0.06		
Estación	Año	Fecha	Parámetro evaluado (mg/L)					
			Cu	Pb	CN	Zn	As	Cd
<b>Límites Máximos Permisibles</b>			<b>0.1</b>	<b>0.2</b>	<b>1</b>	<b>1.5</b>	<b>0.1</b>	<b>0.05</b>
		31-jul	--	--	--	--	--	0.75
		24-ago	--	--	--	--	--	0.13
		23-set	--	--	--	--	--	0.13
		21-oct	--	--	--	--	--	0.07
		23-nov	--	--	--	--	--	0.07
		30-nov	--	--	--	--	--	1.01
		13-dic	--	--	--	--	--	0.50
	2016	Ene-mar	--	--	--	1.31	0.28	--
		Abr-jun	--	--	--	0.90	--	--

Fuente: Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Detallado para el Nuevo Depósito de Relaves N°4 (2018) y D. S. 010-2010-MINAM.

-- El valor no excedió el límite establecido para ese parámetro.

\*\* No se evaluó este parámetro en el monitoreo.

Adicionalmente se revisó la información de los ensayos de laboratorio realizados para el monitoreo de efluentes de los años 2018 a 2020, para lo cual cabe mencionar que hasta mayo del 2019 únicamente se monitoreaban nueve (09) parámetros, que incluían los metales Cobre, Zinc, Arsénico, Cadmio Plomo y Hierro, en adelante se evalúan todos los metales totales por ICP-MS.

Para las estaciones E-6 y E-7B se presentan excedencias constantes de Zinc, con respecto a los LMP del D.S N°010-2010-MINAM, y únicamente para la estación E-7B, a partir de julio del 2019 en los análisis de metales totales, se evidencian excedencias de Manganeso, con respecto al ECA Agua Categoría 3 (Manganeso no se encuentra en los LMP), con valores de hasta 3 mg/L (el ECA Agua Categoría 3 establece un límite de 0.2 mg/L).

### 5.2.2. Calidad de aire

Los resultados del análisis de partículas en el aire del MAP 2019 – 2020 se presentan en la Tabla 11. Los resultados se contrastan con el ECA Aire, ratificado mediante D.S N°003-2017-MINAM.

Tabla 11: Resultados de Análisis de partículas de aire del MAP 2019 - 2020

Punto de Monitoreo	Sector	Parámetros analizados	
		PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Pb PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
ECA Aire – Periodo de 24 h para PM10 y Mensual para Pb en PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		100	1.5
<i>Sotavento</i>			
P1-CCA	Sector 1	62.5	0.0067
P2-JEC	Sector 1	42.5	0.0069
P3-NOPAL	Sector 1	54.8	0.0722

CA-03	Sector 2	53.7	0.0228
CA-04	Sector 2	33.6	0.014
CA-10	Sector 2	31.6	0.0048
CA-11	Sector 2	45	0.0069
CA-12	Sector 2	51.6	0.0195
<b><i>Barlovento</i></b>			
CA-05	Sector 2	48.9	0.01
CA-06	Sector 2	37.5	0.0091
CA-07	Sector 2	52.2	0.0106
CA-08	Sector 2	65.4	0.0127
P1	Sector 3	48	0.0052
P2	Sector 3	34.6	0.0036
P3	Sector 3	61.1	0.0053
P4	Sector 3	49.3	0.0087
P5	Sector 3	48.6	0.0092
CA-01	Sector 4	39.8	0.0027
CA-04	Sector 4	27.9	0.0031
<b><i>Zona de Control</i></b>			
CA-01	Sector 2	37.7	0.0139
CA-02	Sector 2	39.4	0.0139

Fuente: Informes de Monitoreo de Calidad de Agua, Aire, Suelo y Ruido – SGS (2020) y D.S. 003-2017-MINAM

Con relación al transporte por viento, el receptor directo es el suelo que recibe partículas gruesas contaminantes, siendo receptores potenciales indirectos aquellos que pueden entrar en contacto con dichos suelos, mediante la actividad agrícola o de recreación, así como los que se encuentren expuestos a respirar partículas contaminantes finas suspendidas en el viento. Estos receptores potenciales son los que habitan en la zona de Sotavento. En este grupo se encuentra el fundo El Nopal, el centro poblado de Jecuán, los AA.HH. Real Perú y Cerro Cenizo, y los terrenos de la Asociación de Pobladores Agricultores Santa Rosa, La Victoria y La Calera, ubicados en el Sector 1.

La U.E.A María Teresa tiene ocho estaciones de monitoreo de calidad de aire. Cinco de estas estaciones se establecieron bajo el Estudio de Impacto Ambiental para expandir la Planta Concentradora a 1200 Tm/día, aprobado por la R.D. N°042-2003-EM/DGAAM. Además, se añadió una estación de

monitoreo como parte del Segundo ITS relacionado con el aumento del dique y la capacidad de almacenamiento del depósito de relaves N°2, autorizado por la R.D. N°503-2014-MEM-DGAAM. Finalmente, con la Modificación del Estudio Ambiental Detallado para el Nuevo Depósito de Relaves N°4 (MEIA 2018), aprobado mediante la R.D. N°0054-2018-SENACE-PE/DEAR, se incorporaron dos nuevas estaciones de monitoreo (S-16 y S-17), y se reubicó la estación S-11, que sería afectada por la expansión del depósito de relaves N°3, aprobada en el Tercer ITS por la R.D. N°192-2017-SENACE/DCA.

La localización y las especificaciones de las estaciones de monitoreo de calidad de aire se detallan en la (tabla 28) de los anexos.

De acuerdo con la información histórica presentada en la MEIA 2018, los hallazgos de los monitoreos de calidad de aire durante el primer semestre (época seca) de los años 2013, 2015 y 2016 presentaron excedencias en material particulado PM 2.5 en todas las estaciones evaluadas, adicionalmente, en dichos periodos, se presentaron excedencias de Plomo (valores mayores a  $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Cabe resaltar que el parámetro PM 2.5 sólo se evaluó el primer semestre de cada año (en el año 2014 no se evaluó). Estas excedencias se resumen en la tabla 12.

Tabla 12: Resumen de resultados excedentes en el monitoreo de aire (2013 – 2016)

Año de monitoreo	Mes de monitoreo	Quincena	S-5-2			S-5-3			S-6			S-11			S-12			S-13		
			P M 2.5	P M 10	Pb P M 10	P M 2.5	P M 10	Pb P M 10	P M 2.5	P M 10	Pb P M 10	P M 2.5	P M 10	Pb P M 10	P M 2.5	P M 10	Pb P M 10	P M 2.5	P M 10	Pb P M 10
<i>ECA Aire (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</i>			50	100	1.5	50	100	1.5	50	100	1.5	50	100	1.5	50	100	1.5	50	100	1.5
2013	Enero	1	170	**	2.0	70	**	--	77	**	2.1	--	**	--	--	**	--			
	Enero	2	--	**	--	71	**	--	--	**	--	--	**	--	--	**	--			
	Febrero	1	78	**	--	52	**	--	82	**	--	--	**	--	--	**	--			
	Febrero	2	103	**	--	109	**	--	61	**	--	116	**	--	71	**	--			
	Marzo	1	118	**	--	58	**	--	--	**	--	87	**	--	62	**	--			
	Marzo	2	--	**	--	64	**	--	97	**	--	--	**	--	70	**	--			
	Abril	1	66	**	--	52	**	--	55	**	--	63	**	--	58	**	--			
	Abril	2	--	**	--	--	**	--	--	**	--	--	**	--	--	**	--			
	Mayo	1	115	**	--	51	**	--	68	**	--	81	**	--	95	**	--			
	Mayo	2	--	**	2.7	107	**	--	189	**	2.0	121	**	--	91	**	2.49			
Junio	1	76	**	--	82	**	--	59	**	--	66	**	--	96	**	--				
2015	Enero	1	170	**	2.0	70	**	--	77	**	2.2	--	**	--	--	**	--			
	Enero	2	--	**	--	71	**	--	-	**	--	--	**	--	--	**	--			

Año de monitoreo	Mes de monitoreo	Quincena	S-5-2			S-5-3			S-6			S-11			S-12			S-13		
			P M 2.5	P M 10	Pb P M 10															
<i>ECA Aire (µg/m³)</i>			50	100	1.5	50	100	1.5	50	100	1.5	50	100	1.5	50	100	1.5	50	100	1.5
	Febrero	1	78	**	--	52	**	--	82	**	--	--	**	--	--	**	--			
	Febrero	2	103	**	--	109	**	--	61	**	--	116	**	--	71	**	--			
	Marzo	1	118	**	--	58	**	--	--	**	--	87	**	--	62	**	--			
	Marzo	2	--	**	--	64	**	--	97	**	--	--	**	--	70	**	--			
	Abril	1	66	**	--	52	**	--	55	**	--	63	**	--	58	**	--			
	Abril	2	--	**	--	--	**	--	--	**	--	--	**	--	--	**	--			
	Mayo	1	115	**	--	51	**	--	68	**	--	81	**	--	95	**	--			
	Mayo	2	397	**	2.8	107	**	--	189	**	2.0	121	**	--	191	**	2.49			
Junio	1	77	**	--	82	**	--	59	**	--	66	**	--	96	**	--				
2016	Enero	1	**	--	--	**	--	--	**	--	--	**	--	--	**	--	--	**	--	--
	Enero	2	**	140	--	**	--	--	**	--	--	**	--	--	**	373	2.2	**	193	--
	Febrero	1	**	--	--	**	112	--	**	--	--	**	--	--	**	163	--	**	119	--
	Febrero	2	**	123	--	**	183	--	**	275	--	**	--	--	**	--	--	**	256	--

Año de monitoreo	Mes de monitoreo	Quincena	S-5-2			S-5-3			S-6			S-11			S-12			S-13		
			P M 2.5	P M 10	Pb P M 10	P M 2.5	P M 10	Pb P M 10	P M 2.5	P M 10	Pb P M 10	P M 2.5	P M 10	Pb P M 10	P M 2.5	P M 10	Pb P M 10	P M 2.5	P M 10	Pb P M 10
<i>ECA Aire (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</i>			50	100	1.5	50	100	1.5	50	100	1.5	50	100	1.5	50	100	1.5	50	100	1.5
	Marzo	1	**	--	--	**	143	--	**	--	--	**	--	--	**	154	--	**	--	--
	Marzo	2	**	--	--	**	--	1.7	**	136	--	**	--	--	**	--	--	**	147	--
	Abril	1	**	114	--	**	123	--	**	--	--	**	--	--	**	218	1.9	**	--	--
	Abril	2	**	--	--	**	--	--	**	--	--	**	--	--	**	115	--	**	--	--
	Mayo	1	**	--	--	**	--	--	**	--	--	**	--	--	**	--	--	**	--	--
	Mayo	2	**	104	--	**	--	--	**	--	--	**	--	--	**	--	--	**	--	--

Fuente: Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Detallado para el Nuevo Depósito de Relaves N° 4 (MEIA 2018), Informes de ensayo N° 55665L/17-MA-MB, N° 125597L/17-MA-MB y N° 126728L/18-MA-MB emitidos por Inspectorate Services Perú S.A.C. y D.

S. 004-2017-MINAM.

-- El valor no excedió el límite establecido para ese parámetro.

\*\*El parámetro no fue evaluado.

En el año 2013 las estaciones S-5-2 y S-6 presentaron dos (02) valores excedentes de plomo cada una, en la primera quincena de enero y en la segunda quincena de mayo, asimismo, la estación S-12 presentó un valor excedente en la segunda quincena de mayo. Este patrón de repitió en el año 2015. Durante el primer semestre del año 2016 se presentaron excedencias en materia particulado PM10. Este mismo año, las estaciones S-5-3 y S-12 reportaron excedencias de Plomo. Adicionalmente, los hallazgos del monitoreo de calidad de aire de los años 2018 y 2019 señala que no existen excedencias para los parámetros evaluados en este periodo (PM10, Pomo en PM10 y Arsénico en PM10), lo cual indica que las medidas de preventivas para la generación de material particulado establecidos en el instrumento ambiental han mejorado el control ambiental como la impermeabilización de la corona y muro de contención a fin de evitar la acción eólica que pueda genera algún tipo de transporte de material particulado hacia el área de influencia ambiental.

Comparando los resultados de partículas respirables en el aire (PM10 en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y plomo en PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) se determinó que en el periodo del 2013 al 2015, la concentración del plomo en dichas partículas excedió los 20000 ppm en las estaciones S-12 (Cerro La Calera), S-5-2 (Eucaliptos) y S-6 Planta concentradora; mientras que el 2016 las concentraciones fluctuaron entre 5000 ppm y 10000 ppm en El Nopal y Cerro La Calera.

### **5.2.3. *Ruido ambiental***

Los resultados de la evaluación del Ruido Ambiental en el marco del MAP 2019 – 2020 se presentan en la tabla 13, así como la zona de influencia del viento a la que pertenece cada punto evaluado. Los resultados tanto en horario diurno y nocturno se contrastan con el ECA de ruido para zonas residenciales aprobado mediante D.S N°085-2003-PCM dado que incluso en las zonas de cultivos agrícolas del área de estudio se encuentran viviendas individuales.

Tabla 13: Resultados de análisis de evaluación de ruido ambiental del MAP 2019 - 2020

Punto de Monitoreo	Sector	Parámetros analizados	
		Ruido Diurno (LAeqT) - 60	Ruido Nocturno (LAeqT) - 50
<i>Sotavento</i>			
P1-RA-1	Sector 1	51.9	46
RUI-10	Sector 2	53.6	44
RUI-11	Sector 2	43.5	37.9
<i>Barlovento</i>			
RUI-05	Sector 2	50	41.8
RUI-06	Sector 2	57.4	<b>58.5</b>
RUI-07	Sector 2	59.7	<b>58.5</b>
R-1	Sector 3	53.3	46.5
R-2	Sector 3	52.3	47.2
R-3	Sector 3	55.5	47.5
RA-01	Sector 4	51.2	48.7
RA-02	Sector 4	52.2	<b>50</b>
RA-03	Sector 4	51.4	49.9
<i>Zona de Control</i>			
RUI-01	Sector 2	52.1	43.8
RUI-02	Sector 2	56.9	<b>52.4</b>
RUI-03	Sector 2	53.7	48.3
RUI-04	Sector 2	51.5	47.6
RUI-08	Sector 2	46.8	43.7
RUI-09	Sector 2	52.2	<b>51.2</b>
RUIAD-12	Sector 2	53.2	46.9
RUIAD-13	Sector 2	56	43.8
RUIAD-14	Sector 2	54	47.1

**xx** valor excedente al ECA para ruido.

Como se puede observar en la tabla N°24, horario diurno no se presentaron excedencias con respecto al ECA de Ruido para zonas residenciales, sin embargo, en el horario nocturno se presentaron cinco (05) valores excedentes, todos ubicados en la zona barlovento o de control, respecto al viento, y hacia el oeste (03 puntos) y suroeste (02 puntos de la unidad minera).

No se ha implementado puntos de monitoreo de ruido ambiental en el plan de vigilancia ambiental (PVA) porque las mediciones realizadas en la Línea Base, para la Modificación del Estudio Ambiental Detallado del Nuevo Depósito de Relaves N°4 (MEIA 2018), aprobadas por la R. D. N°0054-2018-SENACE-PE/DEAR, se ajustan a los Estándares de Calidad Ambiental para Ruido (D.S. 085 – 2003 – PCM) aplicables a zonas industriales. Los niveles de ruido reportados se mantienen bajo los límites regulados y se concentran principalmente dentro del área del proyecto, según demuestra el estudio de modelamiento de ruido.

La especificación del ruido ambiental realizada para la MEIA 2018 tomó en cuenta cinco (05) estaciones de monitoreo, ubicadas dentro y fuera del área efectiva de la unidad minera. El monitoreo se realizó en época seca y en época húmeda, y tomó como valor de contraste el establecido por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido (D.S. 085-2003-PCM) para zonas industriales (tabla 29 de los anexos).

Si bien ningún valor excedió los ECA Ruido para zonas industriales, se observa que algunos de los valores del monitoreo realizado en época húmeda en horario nocturno exceden el límite establecido para zonas residenciales (50 LAeqT). Dentro de estos, la estación R-8, ubicada en campos de cultivo al este de la unidad minera, presentó un valor de 51.9.

Adicionalmente, se consideran receptores potenciales de ruido generado en Colquisiri únicamente a aquellos ubicados hacia el lado este de la unidad minera, dado que la barrera física del cerro aísla del ruido a la zona oeste. Cabe mencionar que no se realizan vertimientos a cuerpos de agua superficiales y el transporte de concentrado se realiza en camiones con tolva de cerrado hermético y que las vías de transporte fuera de la unidad minera están, en su mayoría, asfaltadas.

#### ***5.2.4. Calidad del suelo***

Los resultados del análisis de suelo en el MAP 2019 – 2020 se presentan en la tabla N° 14 así como la zona de influencia del viento a la que pertenece cada punto evaluado, los resultados se contrastan con la normativa de suelo para uso agrícola mediante D.S N° 011-2017-MINAM

Tabla 14: Resultados de análisis de suelo MAP 2019 – 2020

Punto de Monitoreo	Sector	Parámetros analizados							
		Cr 6 (mg/kg)	Hg (mg/kg)	CN libre (mg/kg)	As (mg/kg)	Ba (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Cr Total (mg/kg)	Pb (mg/kg)
<b>ECA Suelos de uso agrícola (mg/kg)</b>		<b>0.4</b>	<b>6.6</b>	<b>0.9</b>	<b>50</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>**</b>	<b>70</b>
<i>Sotavento</i>									
S-03	Sector 2	<0.26	0.05	<0.5	19.63	92.79	0.43	15.32	30.16
S-04	Sector 2	<0.26	0.06	<0.5	13.52	60.72	0.4	19.2	39.64
S-05	Sector 2	<0.26	<0.03	<0.5	11.59	118.22	0.29	10.96	24.4
S-06	Sector 2	<0.26	0.04	<0.5	14.47	76.51	0.34	14.42	22.08
S-07	Sector 2	<0.26	0.14	<0.5	35.9	194.91	0.62	7.73	45.14
S-08	Sector 2	<0.26	0.12	<0.5	39.17	196.51	0.53	13.34	<b>72.36</b>
S-09	Sector 2	<0.26	0.1	<0.5	<b>62.02</b>	277.72	0.52	12.25	65.84
S-11	Sector 2	<0.26	<0.03	<0.5	4.04	45.35	<0.144	1.35	7.55
S-12	Sector 2	<0.26	<0.03	<0.5	10.83	87.49	0.25	8.22	6.8
S-13	Sector 2	<0.26	0.06	<0.5	11.94	71.4	0.32	9.96	13.52
<i>Barlovento</i>									
S-14	Sector 2	<0.26	<0.03	<0.5	13.7	22.48	<0.144	11.84	8.7
S-15	Sector 2	<0.26	<0.03	<0.5	10.79	20.18	<0.144	9.93	9.99
S-16	Sector 2	<0.26	<0.03	<0.5	12.09	42.1	<0.144	6.46	8.97
S-17	Sector 2	<0.26	<0.03	<0.5	12.32	28.23	<0.144	12.19	10.72
S-18	Sector 2	<0.26	<0.03	<0.5	10.21	28.27	<0.144	13.01	8.46
S-19	Sector 2	<0.26	<0.03	<0.5	8.81	44.59	0.2	8.57	12.62

S-20	Sector 2	<0.26	<0.03	<0.5	12.98	<0.440	<0.144	6.99	<0.346
SU-1	Sector 3	--	--	--	12.18	38.93	0.18	6.91	14.78
SU-2	Sector 3	--	--	--	8.83	39.63	0.23	8.21	8.68
SU-3	Sector 3	--	--	--	9.98	37.45	0.22	8.39	11.23
SU-4	Sector 3	--	--	--	12.93	70.53	0.35	9.66	13.29
SU-5	Sector 3	--	--	--	11.4	34.83	0.35	7.4	12.67
SU-6	Sector 3	--	--	--	10.63	36.18	0.17	6.63	9.06
SU-7	Sector 3	--	--	--	11.74	39.04	0.85	6.45	20.46
SUE-01	Sector 4	--	--	--	10.35	40.33	<0.144	6.65	16.97
SUE-02	Sector 4	--	--	--	9.82	42.08	<0.144	5.36	10.28
SUE-05	Sector 4	--	--	--	9.19	36.24	<0.144	6.07	11.77
<b>Barlovento</b>									
S-01	Sector 2	<0.26	0.15	<0.5	13.61	62.98	0.56	13.76	25.56
S-02	Sector 2	<0.26	0.14	<0.5	15.28	69.01	0.35	12.02	31.48
S-10	Sector 2	<0.26	<0.03	<0.5	11.5	25.18	<0.144	8.81	7.68
S-21	Sector 2	<0.26	<0.03	<0.5	14.19	98.64	0.5	17.41	8.53
S-22	Sector 2	<0.26	<0.03	<0.5	10.96	19.52	<0.144	7.8	8.96
SUE-03	Sector 4	--	--	--	10.98	73.23	0.35	8.37	15.57
SUE-04	Sector 4	--	--	--	10.39	26	<0.144	9.6	9.83

Fuente: Informes de Monitoreo de Calidad de Agua, Aire, Suelo y Ruido – SGS (2020) y D.S. 003-2017-MINAM

xx valor excedente al ECA para suelo.

Se detalla en la (tabla 30) de los anexos, que se presentaron solo dos valores que excedieron con respecto al ECA para suelos de uso agrícola. El punto 2-71 presentó un valor excedente de plomo (72 mg/kg), mientras que el punto 2-72 presentó un valor excedente de Arsénico (62 mg/kg).

La U.E.A María Teresa alberga cuatro estaciones de monitorización de la calidad del suelo que se detallan en los anexos (tabla 30).

Las estaciones S-02 y S-04 aprobadas el expediente en el tercer informe sustentatorio presentado por Colquisiri bajo RD N°192-2017-SENACE/DCA, mientras que las estaciones LB-1 y LB-2 fueron aprobadas por la modificatoria del estudio de impacto ambiental, mediante RD N°0054-2018-SENACE-PE/DEAR.

La frecuencia de monitoreo es anual, una vez las relaveras (N°3 y N°4) entren en etapa de cierre. La estación S-04 sólo se monitoreo previo al proceso de trabajos preliminares del depósito de relaves N°4. Se revisó el Informe de ensayo 106627L/19-MA, que evaluó, entre otros parámetros, las concentraciones de metales en las cuatro (04) estaciones. No se presentó ningún valor excedente para el ECA Suelos para suelos de uso industrial.

Adicionalmente, en el año 2015 se desarrolló el Informe de Identificación de Sitios Contaminados (IISC) de Colquisiri, el cual obtuvo conformidad en la R. D. N°067-2018-MEM-DGAAM. En el Informe de identificación de suelos contaminados se identificaron 16 Áreas de Potencial Interés – API (09 en 2015 y 07 adicionales en 2017). Inicialmente se identificaron 23 puntos de muestreo, como parte del muestreo de identificación, donde se tomaron muestras de suelo a profundidad entre 0 a 10 cm, y se identificaron tres (03) puntos para el muestreo de nivel de fondo, donde se colectaron muestras compuestas, a 1 m de profundidad. Como parte del levantamiento de observaciones, en enero de 2017 se incorporó el análisis del contenido de metales en los puntos P-17 y P18 correspondientes al taller de mantenimiento mecánico y adicionalmente se agregaron 10 puntos de muestreo para determinación de metales.

La tabla 15 presenta el resumen de resultados para concentración de metales del IISC, contrastados con el ECA Suelos vigente (D.S. 011-2017- MINAM),

donde se resaltan los valores excedentes.

Tabla 15: Resumen de resultados del IISC para metales

API	Componentes que abarca	Punto	As (mg/kg)	Ba (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Hg (mg/kg)
<b>ECA Suelo Industrial</b>			<b>140</b>	<b>2,000</b>	<b>22</b>	<b>800</b>	<b>24</b>
<b>Muestreo de suelos inicial - 2015</b>							
Botadero provisional de desmonte cerro La Mina 2	Botadero "Cerro la Mina 2"	P-1	31.79	1,141.00	3.84	284.80	...
		P-3	32.88	1,188.00	3.10	305.50	...
	Bocamina Rampa 185-W Planta Chancado Bubulina donde hay indicio o alguna evidencia de contaminación.	P-4	33.21	1,077.00	3.48	286.20	...
Plataforma de acceso a la Rampa 170-83W; Rampa 170-W	Boca mina 2 Rampa 170-3W	P-5	20.76	254.50	2.00	26.69	...
		P-6	40.32	570.40	2.22	92.56	...
	Boca mina 2 Rampa 170W Área de suministro de combustibles	P-7	29.55	293.40	1.95	39.04	...
API	Componentes que abarca	Punto	As (mg/kg)	Ba (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Hg (mg/kg)
<b>ECA Suelo Industrial</b>			<b>140</b>	<b>2,000</b>	<b>22</b>	<b>800</b>	<b>24</b>
	2 Desmontera provisional						
	Cancha de Relaves 3	P-9	56.90	716.10	5.89	779.10	0.49
		P-10	38.58	505.00	3.61	402.60	0.48

Presa de relavera N°3	Pozas de sedimentación N°1 y 2 Área de suministro de combustibles 2	P-11	32.00	395.20	2.27	125.10	0.09
Planta de tratamiento de aguas residuales	--	P-12	26.41	167.30	1.66	35.90	0.08
		P-14	28.36	559.40	1.92	48.71	0.17
		P-15	33.95	637.90	5.45	121.20	0.40
Almacenamiento de residuos sólidos peligroso	Almacenes de residuos inflamables Suministro de combustible 1 Almacenamiento de residuos sólidos en general	P-19	13.22	96.64	1.13	18.55	...
		P-20	15.85	83.85	1.61	25.17	...
Banco 400	Planta Concentradora Banco 400 Bocamina 400 Reservorio de Agua	P-21	115.90	<b>2,207.80</b>	20.40	<b>1,468.00</b>	<b>161.80</b>
		P-22	63.70	903.80	17.20	373.00	<b>60.10</b>
		P-23	18.75	162.70	8.36	285.70	3.07
API	Componentes que abarca	Punto	As (mg/kg)	Ba (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Hg (mg/kg)
<i>ECA Suelo Industrial</i>			<b>140</b>	<b>2,000</b>	<b>22</b>	<b>800</b>	<b>24</b>
Chimenea Rb N°2	Cancha de Relaves 3	P-25	21.19	166.30	2.27	44.70	...
	Cancha de Relaves 2 Chimenea Rb 2	P-26	47.58	630.60	<b>23.89</b>	348.90	...
	Cancha de	P-27	32.26	368.30	12.50	300.60	...

Polvorines	Relaves 2 en cierre progresivo Cancha de Relave 1 en desuso Área de polvorín	P-28	48.69	944.40	<b>34.01</b>	485.80	...
Nivel de fondo	Zona Planta de Procesos	NF-01	25.16	374.30	5.40	125.40	1.73
	Zona Presa de Relave	NF-02	33.23	297.30	1.19	96.94	0.05
	Zona Deposito Almacenamiento de residuos	NF-03	25.46	317.00	1.95	69.02	0.22
<b>Muestreo LOB - 2017</b>							
Almacén de Combustibles N°2	P-29A						
	P-29B	81.2	-	<b>37.2</b>	<b>1,411.00</b>	11.85	
	P-29C						
Planta Concentradora	P-30	<b>171.2</b>	-	<b>110.6</b>	<b>3,652.00</b>	23.58	
Antigua Planta de Desmercurizado	P-33	34.7	-	<b>24.9</b>	617.00	11.77	
Relavera 1	P-35	46.1	-	11.9	<b>1,646.00</b>	10.48	
	P-36	-	-	-	-	-	
API	Componentes que abarca	Punto	As (mg/kg)	Ba (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Hg (mg/kg)
<b>ECA Suelo Industrial</b>			<b>140</b>	<b>2,000</b>	<b>22</b>	<b>800</b>	<b>24</b>
Cancha de Volatilización	P-39	<b>242.7</b>	-	<b>76.3</b>	<b>8,531.00</b>	<b>165.5</b>	
Relavera 2	P-37	-	-	-	-	-	
Almacén de Cal y Cianuro de sodio	P-38	-	-	-	-	-	
Taller de mantenimiento	P-17	117.8	-	<b>117.8</b>	<b>4,030.00</b>	21.55	

mecánico (parámetros adicionales)	P-18	134.7	-	143.00	3,133.00	31.00
-----------------------------------	------	-------	---	--------	----------	-------

Fuente: Informe de Identificación de Sitios Contaminados (ACOMISA, 2015-2017) y D.S. 011-2017-MINAM.

Notas:

\*No se incluye el foco potencial del área de mantenimiento mecánico, pues no se evaluaron metales en esta zona.

...No se evaluó el parámetro en dicho punto

- No se cuenta con los resultados de laboratorio de las muestras de esos puntos, pero de acuerdo con la resolución que aprueba el IISC

**xx** valor excedente al ECA para suelos industriales.

En el API Chimenea Rb N°2, estación de muestreo P-26, se determinó una concentración de 23.89 mg/kg de Cadmio y en el API Polvorín, estación de muestreo P-28, se determinó una concentración de 34.01 mg/kg de Cadmio, en ambos casos se excedió el ECA para Cadmio, establecido en 22 mg/kg.

En el API Banco 400, estación de muestreo P-21, se determinó una concentración de 1,468 mg/kg de plomo que excede el ECA establecido en 800 mg/kg, además, la concentración de Bario fue de 2,207 mg/kg que excede el ECA Bario establecido en 2,000 mg/kg, el mercurio presentó una concentración de 161.8 mg/kg en la estación de muestreo P-21 y una concentración de 60.1 mg/kg en la estación de muestreo P-22, en ambos casos se excedió el ECA Mercurio establecido en 24 mg/kg. Cabe indicar que dentro del API “Banco 400”, los puntos P-21 y P-22 corresponden al área de la Planta Concentradora. Asimismo, en el muestreo adicional del 2017, en el API de la Planta Concentradora, se evidenciaron excedencias para arsénico, cadmio y plomo.

Los API Almacén de Combustibles N°2, Antigua Planta de Desmercurizado, Relavera 1, Cancha de Volatilización y Taller de mantenimiento también presentaron concentraciones excedentes de metales pesados.

En conclusión, de los resultados del IISC se determinó que nueve (09) API exceden parámetros de metales en contraste con el ECA para suelos de uso

industrial (arsénico, cadmio, plomo, mercurio y bario), y que estos pasarán a fase de caracterización.

## 6. Comentarios

Teniendo en cuenta las características, procesos y actividades de la U.E.A María Teresa y su área de influencia, se identificaron las posibles fuentes de impacto en relación a la operación de Colquisiri y de la zona de estudio que podrían influir en la naturaleza ambiental de área de estudio. Estas fuentes potenciales figuran en la tabla 16.

Tabla 16: Fuentes potenciales de contaminación identificadas en el área de estudio

Fuente	Contaminante potencial	Ruta de transporte potencial	Comentarios
<b>Fuentes potenciales de la actividad minera</b>			
Planta Concentradora	Metales pesados/ ruido	Aire / Ruido	Fuente puntual
Camino internos y otros componentes		Aire / Ruido	Fuentes difusas
Polvorines (API 9)	Metales pesados	Aire	0.01 ha
Chimenea Rb N°2 (API 8)		Aire	0.001 ha
Almacén de Combustibles N°2 (API 10)		Aire	0.002 ha
Antigua Planta de Desmercurizado (API 13)		Aire	0.16 ha
Cancha de volatilización (API 14)		Aire	0.17 ha
Taller de mantenimiento mecánico (API 5)		Aire	0.06 ha
Relleno de labores explotadas con relave minero		Agua subterránea	Fuentes difusas
Depósitos de Relaves 1, 2 y 3		Agua subterránea / Aire	27.32 ha

Nuevo Depósito de Relaves N° 4		Agua subterránea / Aire	17.52 ha
Botadero Provisional Cerro La Mina		Aire	0.15 ha
Riego de Áreas Forestadas		Agua subterránea	12.06 ha, riego 1 L/s/ha
<b>Fuentes potenciales del entorno</b>			
Agroindustria y campos agrícolas	Fertilizantes, enmiendas, pesticidas	Suelo / recursos hídricos	Fuentes de área
Concesión Minera Fortaleza 2	Metales pesados	Aire / recursos hídricos	Fuente puntual
Planta Campo Verde	Fertilizantes, enmiendas, pesticidas	Transporte en recursos hídricos	Fuente puntual
Tanques de combustible	Hidrocarburos	Suelo / agua subterránea	Fuente puntual
Lubricentro	Hidrocarburos	Suelo / agua subterránea	Fuente puntual
Centros Poblados	Ruido	Ambiente	Fuentes difusas

Fuente: Propia (2020).

Se descartan las fuentes de contaminación de hidrocarburos, y aquellas que se confirmaron en el IISC, pero no presentaron excedencias coincidentes con las halladas durante el MAP 2019 - 2020 (plomo y arsénico).

Al observar la tabla 16, la mayoría de las fuentes potenciales podrían generar contaminante en la actualidad, sin embargo, tres (03) han sido consideradas históricas:

- La Relavera N°1 y N°2 se encuentran cerradas, mientras que la relavera N°3 aun no cuenta con cobertura y mantiene relaves húmedos; por ello, estas fuentes han sido consideradas como: Fuente Potencial Actual (relavera N°3) y Fuentes Potenciales históricas (Relaveras N°1 y N°2). En el IISC se reportaron excedencias puntuales de plomo en una de las seis (06) muestras de tomadas en las inmediaciones de los depósitos de relaves.
- Planta concentradora e instalaciones varias. Los suelos alrededor de la planta concentradora (muestras P21 y P30) han reportado valores de plomo, cadmio, bario, mercurio y arsénico que exceden la normativa para

suelos de uso industrial.

- Otras áreas que han reportado excedencias de dichos elementos son colindantes almacén de combustibles N°2, la antigua planta de desmercurizado, la cancha de volatilización, el taller de mantenimiento mecánico, la Bocamina 400 y la chimenea Rb N°2.
- Para la distribución de riego optimizados de nuestras zonas forestadas en la unidad se realiza con agua proveniente de la poza de recirculación, donde se almacena el agua tratada en la Planta de Tratamiento de Aguas Industriales (PTARI), la cual lleva en funcionamiento aproximadamente dos años. Esta poza es monitoreada constantemente y su estación se llama E-6 - Agua de Reúso de la poza de recirculación.

Luego de la revisión de información histórica sobre la calidad del agua en la estación E-6, se observó que en los análisis realizados entre los años 2013 y 2016 se presentaron excedencias de cobre, plomo, cianuro y zinc, todas en contraste con los Límites Máximos Permisibles (LMP) para la descarga de efluentes líquidos, aprobados mediante D. S. 010- 2010-MINAM. En este periodo en dicha estación solo se monitoreaba la concentración de cobre, zinc, arsénico, cadmio, plomo y eventualmente, hierro, cianuro, pH y Sólidos Totales Suspendidos. Sin embargo, en los análisis realizados a partir del 2018, se observa que las únicas excedencias en la estación E-6 corresponden a Zinc; por lo que se establece que esta fuente potencial es histórica.

En la estación E-7B, correspondiente al Agua de Pondaje de la Cancha de relaves N°3, la cual es direccionada actualmente hacia la PTARI (anteriormente hacia la poza de recirculación), se evidenciaron excedencias respecto de los LMP para As, Cd y Zn; los cuales son representados en la tabla 29. A partir de julio del 2019 en los análisis de metales totales, se evidencian valores de hasta 3 mg/L de manganeso, que si bien no tiene un LMP puede guardar relación con los valores históricos de manganeso obtenidos en la estación E-3.

Tabla 17: Excedencias reportadas en las estaciones E-6 (Agua de riego) y E-7B (Agua de procesos mineros)

Año	As mg/L	Cd mg/L	CN mg/L	Cu mg/L	Pb mg/L	Zn mg/L
<b>LMP</b>	<b>0.1</b>	<b>0.05</b>	<b>1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.2</b>	<b>1.5</b>
<b>Estación E-6 Agua de Reúso de la poza de recirculación</b>						
2013	--	0.47	3	8	0.45	32.64
2014	--	0.46	--	1.93	--	42.57
2016	0.14	--	--	--	--	0.82
<b>Estación E-7B Agua de Pondaje de la Cancha de relaves N°3</b>						
2014	--	14.22	--	--	3	1.51
2015	--	4.69	--	--	--	--
2016	0.28	--	--	--	--	1.31

Fuente: Propia (2022).

Por lo anterior, se puede descartar el transporte actual de contaminantes proveniente del riego de zonas forestales, no obstante, dada la falta de información, no se puede descartar una contaminación histórica por este medio.

En ese sentido, cabe mencionar que, según el ITS 2016, aprobado bajo R.D. N°89-2016-MEM-DGAAM, el agua destinada al riego de campos forestados (sin tener en cuenta los que se ubican en la parte alta del cerro) hasta ese momento, equivalía a aproximadamente 357,232.29 m<sup>3</sup>/año.

Debido a las excedencias puntuales de arsénico y plomo en los suelos agrícolas ubicados al este de la U.E.A María Teresa, no se puede descartar el uso histórico de material proveniente del fondo geológico para la construcción de plataformas para los campos de cultivos y plantas instalados.

**En el caso del transporte de contaminantes mediante recursos hídricos**, los parámetros a evaluar en relación con la potencialidad de afectación del acuífero y el transporte a través de este, ha sido evaluado para metales pesados debido a la potencialidad de lixiviación de dichos elementos. Se estableció como fuentes probables la filtración desde los depósitos de relaves; así como del riego histórico de áreas forestadas con agua proveniente de los procesos mineros.

Debido a los resultados reportados en el manantial ubicado en el punto ASUB - 29, donde se evidenciaron excedencias de manganeso, arsénico, aluminio, hierro y plomo, así como un bajo valor de oxígeno disuelto, se evaluó la potencialidad que

dicho receptor esté conectado con alguna de las fuentes mencionadas (depósitos de relaves y campos forestales); conceptualizando las líneas de flujo y estimando el tiempo de recorrido. Para ello se utilizó como base del análisis la información proporcionada en el estudio hidrogeológico de Colquisiri. Dicho estudio refiere los resultados de ensayos de permeabilidad en siete (07) perforaciones en la zona cercana al nuevo depósito de relaves, de las cuales la perforación P-7 se ubica al límite de la Colquisiri, colindante a campos de cultivos, y a la zona de potenciales vertimientos al acuífero; y ha sido seleccionada para los cálculos; y los datos del Pozo Tubular N°1 para determinar la profundidad media del nivel freático, el cual está precisado en 6.5 m.

De acuerdo con los resultados del pozo P-7, el coeficiente de permeabilidad en la zona es de aproximadamente  $1.467 \times 10^{-3}$  cm/s, lo cual nos da un recorrido promedio de 462.63 m/año en el acuífero.

A efectos de un análisis conceptual se consideró líneas rectas de recorrido entre cada una de las fuentes potenciales y el punto 2-30; los cuales están precisados en la tabla 18, junto con los tiempos estimados de recorrido. Dichos recorridos deben ser afinados mediante investigaciones hidrogeológicas.

Tabla 18: Recorrido de material contaminante por aguas subterráneas

Fuente Potencial	Distancia recorrida hasta el manantial en km al Punto 2-30	Tiempo estimado de recorrido en años
Depósitos de Relaves 1, 2 y 3	1,73	3 - 4
Nuevo Depósito de Relaves N° 4	1,13	2 – 2.5
Área Forestada 1 (Campo 3)	1,68	3 - 4
Área Forestada 2 (Campos 1, 2, 4)	1,86	4
Área Forestada 3 (Campos 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13)	2,49	5

Fuente: Propia (2022)

Nota: Sólo se toman en cuenta las áreas forestadas al año 2017, antes de la instalación de la PTAR.I

Según los datos obtenidos de la tabla previa, las excedencias halladas en el manantial del ASUB – 29 provienen de una fuga dada hace tres (03) a más años. Por lo anterior, se descarta que dichas excedencias sean a causa del nuevo depósito de relaves N°4.

Mediante este análisis también se pudo observar que el uso del agua proveniente de los pozos tubulares N°1 y N°2, circundantes a la U.E.A María Teresa, tienen el potencial de generar una retroalimentación entre las filtraciones potenciales de las áreas forestadas 1 y 2, y/o la relavera N°2 y dichos pozos, lo cual podría generar un estado estacionario de flujo. Dichos procesos tienen la capacidad de incrementar la concentración de metales en el agua recirculante.

Este proceso depende de la extensión del cono de depresión generado por el bombeo de agua. En tal sentido, para asegurar que dicho proceso no esté ocurriendo ni se presente hacia el futuro, es necesario afinar las investigaciones hidrogeológicas en este sector.

Luego de analizar los resultados de calidad, se **confirmó el transporte aéreo de partículas contaminantes**. Con relación a la erosión eólica, en términos generales, se tiene que las partículas que presentan un tamaño de superior a los 2.0 mm tienden a ser inmóviles, y las partículas de menor tamaño están sujetas a diferentes mecanismos de transporte. El transporte consiste en la iniciación, transporte, abrasión, clasificación y deposición de agregados y partículas de suelo. Los principales mecanismos de transporte actúan sobre partículas de tamaño inferior a los 2.0 mm, estando representados por el rodamiento, la saltación y la sedimentación. En tanto, las partículas de tamaño inferior a los 0.01 mm suelen quedar suspendidas en el aire y recorrer largas distancias.

Bajo este concepto, se define que la erosión eólica transporta partículas gruesas y finas. Las partículas gruesas se sedimentan en los suelos, que actúan como receptores primarios, y luego, las personas pueden entrar en contacto dichos suelos, convirtiéndose en receptores secundarios.

Asimismo, las partículas finas (PM10) se mantienen suspendidas en el aire, pudiendo ser inhaladas por los pobladores que habitan la zona a sotavento de la unidad minera.

Los resultados históricos de monitoreos de calidad de aire evidencian elevados valores de PM10 y Pb en PM10 en el área operacional; así como excedencias en los suelos por metales pesados. Ello contrasta con los valores de aire obtenidos en

el MAP 2019 – 2020, donde los resultados de los monitoreos del entorno están por debajo de la normativa ambiental; lo cual indica que la influencia del material particulado se limita al área operacional.

Teniendo en cuenta los resultados de la **evaluación de ruido ambiental**, se puede afirmar que la barrera física que genera la cima del Cerro La Mina funciona como aislante de sonido, por lo cual, la influencia de la mina se vería acotada al lado este de la misma. Los resultados tomados en estaciones más cercanas a la mina son bajos, mientras que las que se ubican en centros poblados presentaron valores más elevados.

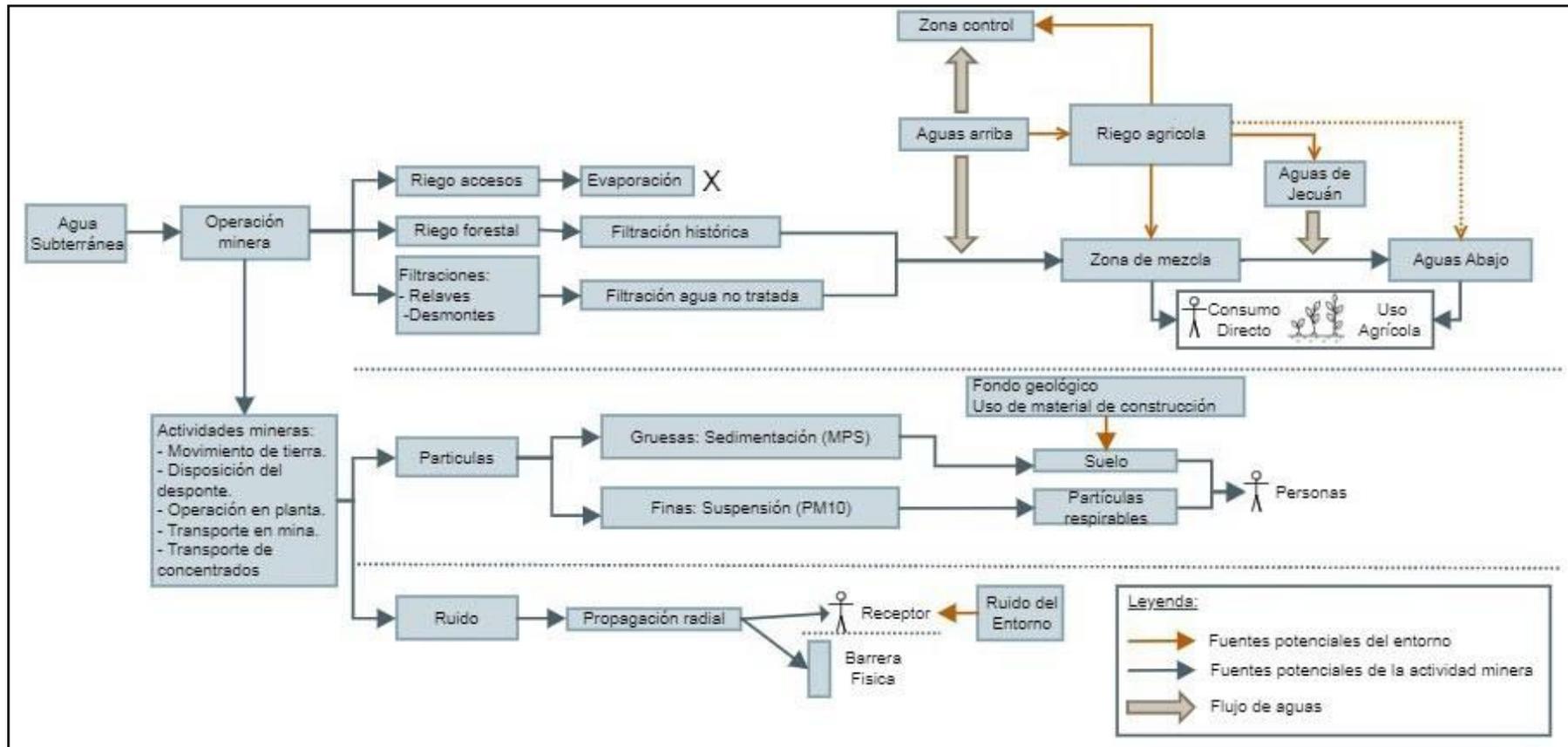
Por último, los receptores serían:

- En el caso de la potencial afectación de la calidad de los recursos hídricos, los receptores potenciales son los pobladores que habitan en la zona de mezcla - aguas debajo de la unidad minera, que utilizan el agua de pozos de extracción y canales superficiales para consumo o riego de cultivos.
- En el caso de la calidad del aire, los receptores potenciales son los suelos al noreste de la unidad minera en el entorno muy cercano, donde además las personas pueden entrar en contacto con ellos, siendo receptores indirectos. Así mismo, existe un potencial de exposición por inhalación de partículas contaminantes en el aire a sotavento de la U.E.A María Teresa U.E.A., sin embargo, estas partículas no exceden los límites establecidos por la ley.
- Las actividades en la U.E.A María Teresa pueden influenciar la calidad del ruido ambiental únicamente hacia el lado este del macizo rocoso, sin embargo, los resultados muestran que son fuentes del entorno las que afectan la calidad del ruido ambiental en dicha zona.

## 7. Modelo Conceptual

Teniendo en cuenta las fuentes potenciales, rutas de transporte y receptores potenciales identificados, en la figura 1 figura el modelo conceptual de la zona de estudio.

**Figura 1: Modelo Conceptual del área de estudio**



**Fuente: Propia**

## 8. CONCLUSIONES

Sobre la base de la evaluación técnica realizada y el modelo conceptual se concluye que:

- En relación con las propiedades físicas del área analizada y los procesos mineros desarrollados en la U.E.A María Teresa, se han determinado que las rutas potenciales de transporte de contaminantes desde la unidad minera son las aguas de transporte subterráneas y aire.
- La mayoría de los puntos de monitoreo del MAP 2019 - 2020 no guardan relación con las rutas de transporte potencial.
- Los resultados de calidad del MAP 2019 - 2020 evidenciaron en cada matriz evaluada:
  - Aguas subterráneas: excedencias de arsénico, conductividad, oxígeno disuelto, aluminio, hierro, cromo, manganeso y plomo en aguas subterráneas, en contraste con el ECA Agua Categoría 1 -A1, utilizado como estándar referencial.
  - Agua superficial: excedencias de manganeso y aluminio en aguas superficiales, en contraste con el ECA Agua Categoría 3 -D1.
  - Calidad de aire: no evidenciaron excedencias en el entorno.
  - Ruido ambiental: valores superiores al límite normativo establecido para ruido en zonas residenciales en horario nocturno, asociado a actividades urbanas.
  - Suelos: excedencias puntuales para arsénico y plomo, en contraste con la normativa para suelos para suelos de uso agrícola.
- Se concluye que la propuesta planteada en el monitoreo ambiental participativo 2019-2020 no es suficiente para determinar de forma específica la ubicación de estaciones de control de monitoreo, motivo por el cual se plantea incrementar puntos de control conforme al nuevo diseño de la red de monitoreo en adelante (Anexo 01).

## 9. RECOMENDACIONES

- Con la finalidad de delimitar la influencia de las actividades mineras de Colquisiri para la calidad ambiental en las áreas de influencia, se recomienda un estudio hidrogeológico local considerando lo siguiente:
  - Abarcar los depósitos de relaves, zonas de riego forestal, pozos de extracción de agua y potenciales fracturas de labores mineras sobre el nivel de fondo del acuífero.
  - Evaluar las condiciones de borde del acuífero y flujos (dirección) de las aguas.
- En cuanto al monitoreo de agua, se recomienda que la ubicación de los puntos propuestos y los parámetros de diagnóstico, puedan caracterizar el agua en su recorrido desde aguas arriba hacia aguas abajo, y validarlos con los grupos de interés de formar que se garantice la caracterización de los contaminantes para identificar su influencia en la afectación a la calidad ambiental en la salud humana, flora o fauna.
- Se recomienda implementar un equipo de monitoreo para ruido a lado del equipo de aire y estación meteorológica además de tomar una muestra de suelo, lo que nos permitirá establecer una correlación entre el viento y la potencial contaminación del suelo, además de la inclusión de la evaluación PM 2-5 que responde a las excedencias presentadas para estos parámetros en los monitoreos realizados por la U.E.A Maria Teresa entre los años 2013 y 2015, cuando aún se monitoreaba estos parámetros.
- Recomendaciones para el monitoreo de suelos:
  - Se debe realizar un muestreo detallado a mayor profundidad el cual deberá ser comparado con los niveles de fondo que podrán tener o no influencia directa con los resultados de calidad ambiental para el muestreo propuesto.
- Recomendaciones para el monitoreo de ruido:
  - Interpolar los resultados de los puntos adicionales del muestreo de ruido con las estaciones ya establecidas, esto podría definir si las actividades de Colquisiri son la fuente en aquellos puntos de control donde superó los límites establecidos.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- ACOMISA (2017). *Estudio Hidrológico e Hidrogeológico para la Modificación del EIA Detallado para el Nuevo Depósito de Relaves N°4 en la U.E.A María Teresa.*
- D.S. N°010-2010-MINAM. *Límites Máximos Permisibles (LMP) para la descarga de efluentes líquidos de actividad minero-metalúrgicas.*
- D.S. N°003-2017-MINAM. *Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire.*
- D.S. N°004-2017-MINAM. *Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.*
- D.S. N°05-2003-PCM. *Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.*
- D.S. N°011-2017-MINAM. *Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.*
- D.S. N°012-2017-MINAM. *Aprueban Criterios para la Gestión de Sitios Contaminados.*
- Geomecánica Latina (2017). *Actualización del Estudio Hidrogeológico de Mina María Teresa – Minera Colquisiri SA.*
- INRENA (2001). *Estudio Hidrogeológico del Valle Chancay-Huaral. Dirección General de Aguas y Suelos.*
- Minera Colquisiri SA (2019). *Monitoreo Ambiental Participativo.*
- Ministerio del Ambiente (2014). *Guía de Elaboración de Planes de Descontaminación.*
- Ministerio del Ambiente (2014). *Guía de Muestreo de Suelos.*
- R.M. N°085-2014-MINAM. *Aprueba las Guías de Planes de Descontaminación y de Muestreo de Suelos.*

11. ANEXOS

**Anexo 01: Tabla y plano de los puntos de control para el MAP 2021 - 2022**

N°	Código	Coordenadas. UTM (Zona 18L - WGS84)		Descripción	Parámetros para evaluar
		Este	Norte		
<i>Aguas subterráneas</i>					
1	Col-AU-01	250705	8730845	Punto en la zona de mezcla, donde pasa a ser aguas debajo, (Aguas pasan a ser magnésicas)	Color Verdadero Bicarbonatos Carbonatos Conductividad Temperatura Potencial de Hidrógeno Cianuro total Oxígeno Disuelto Metales Totales (incluyendo Ca, Mg, Na, K) Cloruro Fluoruro Nitrito (como N) Nitratos (NO3-N) + Nitritos (NO2-N) Sulfato Fenoles S.A.A.M. (Detergentes) Cianuro Wad
2	Col-AU-02	251572	8730182	Punto en la zona de mezcla, donde aún posee las características de la influencia de la mina.	
3	Col-AU-03	252589	8729315	Punto entre zona de mezcla y aguas arriba. Transición de aguas.	
4	Col-AU-04	254611	8728354	Aguas arriba. Características premezcla.	
5	Col-AU-05	252988	8728509	Punto medio entre zona de riego y aguas arriba.	
6	Col-AU-06	253511	8732248	Aguas de Jecuán. Aguas arriba de la zona de mezcla.	
7	Col-AU-07	249163	8730391	Aguas debajo, antes de la influencia urbana.	
8	Col-AU-08	253717	8724295	Aguas subterráneas que no son influenciadas por los procesos de la mina. Punto de	

N°	Código	Coordenadas. UTM (Zona 18L - WGS84)		Descripción	Parámetros para evaluar
		Este	Norte		
				control.	
9	Col-AU-09	251914	8729154	Aguas subterráneas en la zona central de mezcla.	
10	Col-AU-10	252276	8729230	Aguas subterráneas en la zona central de mezcla.	
11	Col-AU-11	252487	8728823	Aguas subterráneas en la zona central de mezcla.	
12	Col-AU-12	254029	8729917	Aguas arriba. Características premezcla.	
13	Col-AU-13	247592	8728365	Aguas debajo, luego de la influencia urbana.	
<b><i>Aguas Superficiales</i></b>					
14	Col-AS-01	248469	8729307	Aguas debajo.	
15	Col-AS-02	253858	8732325	Aguas de Jecuán. Aguas arriba de la zona de mezcla.	
16	Col-AS-03	254903	8729981	Aguas arriba. Características premezcla.	
17	Col-AS-04	250746	8730812	Punto en la zona de mezcla, donde pasa a ser aguas debajo (Aguas pasan a ser magnésicas)	
18	Col-AS-05	251846	8729373	Toma de agua del canal La Calichera	
19	Col-AS-06	254518	8727545	Aguas arriba del punto de toma del canal La Calichera.	
<b><i>Aire, suelo y ruido</i></b>					
20	Col-ASR-01	252224	8730943	Sotavento. Control de	<u>Aire:</u> Material Particulado con

N°	Código	Coordenadas. UTM (Zona 18L - WGS84)		Descripción	Parámetros para evaluar
		Este	Norte		
				dispersión.	diámetro menor a 2.5 micras (PM2.5) Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10) Plomo (Pb) en PM10  <u>Suelo:</u> Cromo Hexavalente Metales Mercurio Cianuro Libre  <u>Ruido:</u> Niveles de ruido ambiental en paralelo.
21	Col-ASR-02	251751	8729727	Sota viento de componentes mineros.	
22	Col-ASR-03	252302	8728556	Sotavento de áreas forestadas.	
23	Col-ASR-04	250509	8725316	Barlovento zona baja.	
24	Col-ASR-05	251266	8728363	Barlovento de componentes mineros. Punto S-11 del programa de la mina.	
25	Col-ASR-06	250685	8728692	Barlovento en la parte más alta. Punto PT-02 del programa de la mina.	
26	Col-ASR-07	252443	8729104	Niveles de plomo a sotavento.	
27	Col-ASR-08	252606	8729710	Caracterización a sotavento, en dirección noreste a la zona de excedencia de plomo en suelo.	
28	Col-ASR-09	252778	8728853	Caracterización a sotavento, previo a la zona de excedencia de Arsénico en suelo.	
<b>Suelos</b>					
29	Col-S-01	253610	8728131	Control al sureste. Confirma si es por viento.	Cromo Hexavalente Metales Mercurio Cianuro Libre
30	Col-S-02	250972	8730717	Control al noreste. Confirma si es por viento.	

N°	Código	Coordenadas. UTM (Zona 18L - WGS84)		Descripción	Parámetros para evaluar
		Este	Norte		
31	Col-S-03	253013	8728375	Sotavento de área forestada	
32	Col-S-04	252848	8729469	Punto a distancia de los excedentes, en dirección del viento.	
<b>Ruido</b>					
33	Col-R-01	253961	8727393	Zona de alto ruido al suroeste de la U.E.A	Niveles de ruido ambiental en paralelo.
34	Col-R-02	249434	8728577	Zona de alto ruido al noroeste de la U.E.A	
35	Col-R-03	253059	8727995	Control de ruido entre la unidad minera y zona de excedencia	



**LEYENDA**

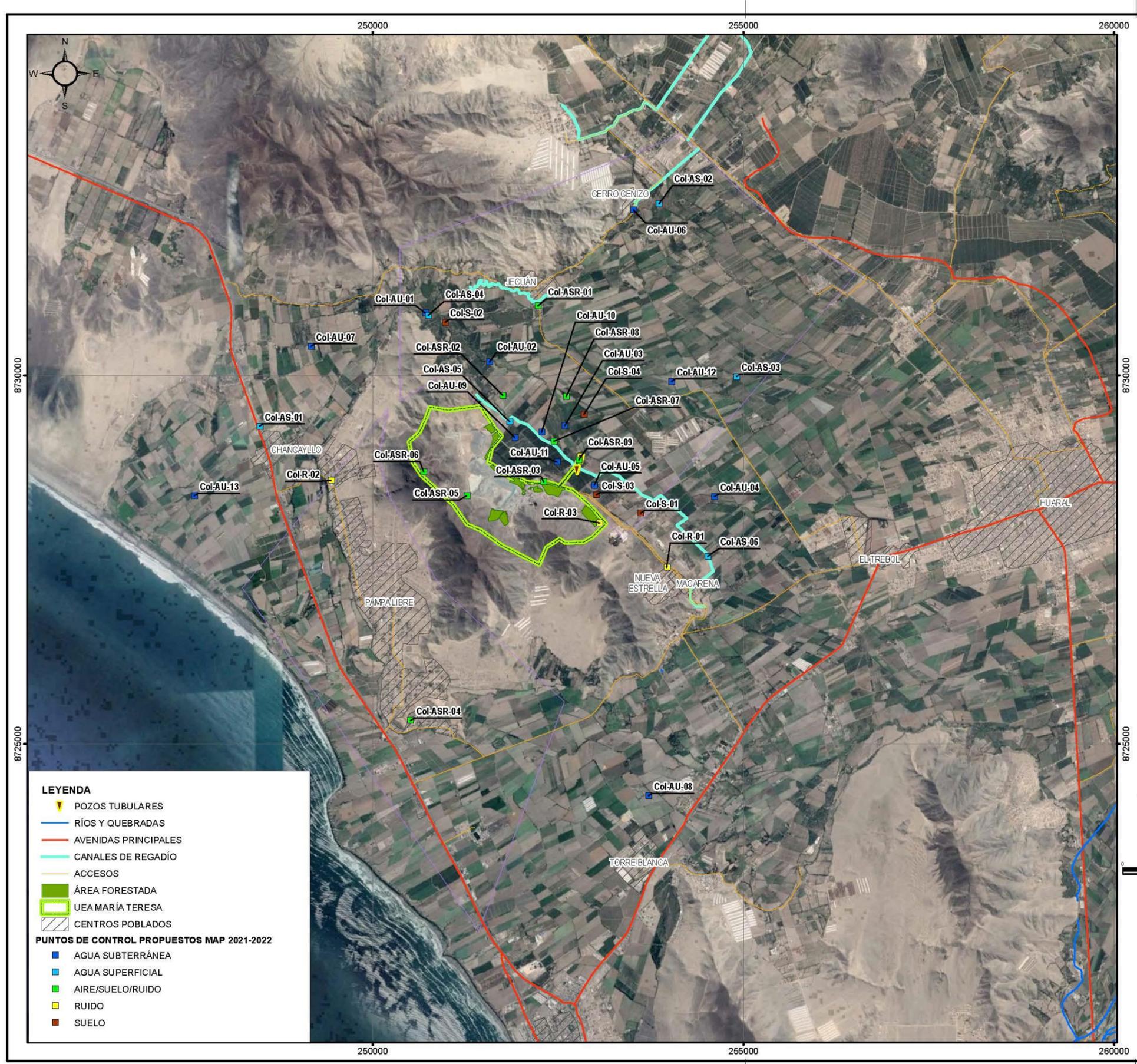
- CENTROS POBLADOS
- CANALES DE REGADÍO
- RÍOS Y QUEBRADAS
- AVENIDAS PRINCIPALES
- ACCESOS
- ▭ UEA MARÍA TERESA
- ▨ SECTORES

**REFERENCE**

Imagen satelital: Google Earth 11/04/2020  
 Sistema de Coordenadas: Proyección UTM  
 Elipsoide de referencia: WGS84 Zona 18 Sur



PROYECTO:				
EVALUACIÓN TÉCNICA DEL MONITOREO PARTICIPATIVO 2019 - 2020				
TÍTULO:				
ÁREA DE EVALUACIÓN DEL MONITOREO PARTICIPATIVO 2019 - 2020				
ESCALA:	FECHA:	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	NÚMERO:
1:50,000	NOVIEMBRE, 2021	CG	CG/PI	01



CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Col-AU-01	Punto en la zona de mezcla, donde pasa a ser aguas debajo (Aguas pasan a ser magnésicas)
Col-AU-02	Punto en la zona de mezcla, donde aún posee las características de la influencia de la mina.
Col-AU-03	Punto entre zona de mezcla y aguas arriba. Transición de aguas.
Col-AU-04	Aguas arriba. Características premezcla.
Col-AU-05	Punto medio entre zona de riego y aguas arriba.
Col-AU-06	Aguas de Jecúan. Aguas arriba de la zona de mezcla.
Col-AU-07	Aguas debajo, antes de la influencia urbana.
Col-AU-08	Aguas subterráneas que no son influenciadas por los procesos de la mina. Punto de control.
Col-AU-09	Aguas subterráneas en la zona central de mezcla.
Col-AU-10	Aguas subterráneas en la zona central de mezcla.
Col-AU-11	Aguas subterráneas en la zona central de mezcla.
Col-AU-12	Aguas arriba. Características premezcla.
Col-AU-13	Aguas debajo, luego de la influencia urbana.
Col-AS-01	Aguas debajo.
Col-AS-02	Aguas de Jecúan. Aguas arriba de la zona de mezcla.
Col-AS-03	Aguas arriba. Características premezcla.
Col-AS-04	Punto en la zona de mezcla, donde pasa a ser aguas debajo (Aguas pasan a ser magnésicas)
Col-AS-05	Toma de agua del canal La Calichera
Col-AS-06	Aguas arriba del punto de toma del canal La Calichera.
Col-ASR-01	Sotavento. Control de dispersión.
Col-ASR-02	Sota viento de componentes mineros.
Col-ASR-03	Sotavento de áreas forestadas.
Col-ASR-04	Barlovento zona baja.
Col-ASR-05	Barlovento de componentes mineros. Punto S-11 del programa de la mina.
Col-ASR-06	Barlovento en la parte más alta. Punto PT-02 del programa de la mina.
Col-ASR-07	Niveles de plomo a sotavento.
Col-ASR-08	Caracterización a sotavento, en dirección noreste a la zona de excedencia de plomo en suelo.
Col-ASR-09	Caracterización a sotavento, previo a la zona de excedencia de Arsénico en suelo.
Col-S-01	Control al sureste.
Col-S-02	Control al noreste.
Col-S-03	Sotavento de área forestada
Col-S-04	Punto a distancia de los excedentes, en dirección del viento.
Col-R-01	Zona de alto ruido al suroeste de la UEA
Col-R-02	Zona de alto ruido al noroeste de la UEA
Col-R-03	Control de ruido entre la unidad minera y zona de excedencia.

- LEYENDA**
- POZOS TUBULARES
  - RÍOS Y QUEBRADAS
  - AVENIDAS PRINCIPALES
  - CANALES DE REGADÍO
  - ACCESOS
  - ÁREA FORESTADA
  - UEA MARÍA TERESA
  - CENTROS POBLADOS
- PUNTOS DE CONTROL PROPUESTOS MAP 2021-2022**
- AGUA SUBTERRÁNEA
  - AGUA SUPERFICIAL
  - AIRE/SUELO/RUIDO
  - RUIDO
  - SUELO

**REFERENCE**

Imagen satelital: Google Earth 11/04/2020  
 Sistema de Coordenadas: Proyección UTM  
 Elipsoide de referencia: WGS84 Zona 18 Sur



PROYECTO: <b>EVALUACIÓN TÉCNICA DEL MONITOREO PARTICIPATIVO 2019 - 2020</b>				
TÍTULO: <b>PUNTOS DE CONTROL PROPUESTOS PARA EL MAP 2021 - 2022</b>				
ESCALA: 1:50,000	FECHA: NOVIEMBRE, 2021	ELABORADO POR: CG	REVISADO POR: C.G/FI	NÚMERO: 02

