

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA , MINERA Y METALÚRGICA



TESIS

**“EVALUACIÓN DEL NEXO CAUSAL DE LA AFECTACIÓN EN EL ÁREA DE
INFLUENCIA DE UNA UNIDAD MINERA”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO METALURGISTA**

**ELABORADO POR
MAGDIEL DAN PÉREZ PASCUAL**

ASESOR

DR. ING. ALBERTO LANDAURO ABANTO

**LIMA – PERU
2021**

Dedicatoria

A mis padres por estar siempre a mi lado y brindarme su apoyo incondicional, siendo un ejemplo de constante superación y perseverancia, pudiendo lograr mis metas trazadas pese a las dificultades.

INDICE

Capítulo I: Introducción.....	1
1.1 Generalidades	1
1.2 Problemática.....	2
1.2.1 Problema General	3
1.2.2 Problemas Específicos	3
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivo Específico.....	4
1.4 Hipótesis.....	5
Capítulo II: Marco Teórico y Conceptual.....	6
2.1 Línea base (hidrología) de la Unidad Minera	6
2.1.1 Recursos Hídricos	7
2.1.1.1 Microcuenca del río Margaritani	8
2.1.1.2 Quebradas	8
2.1.1.3 Río Margaritani.....	10
2.1.1.4 Aguas Subterráneas	11
2.1.2 Calidad de Agua.....	13
2.2 Componentes de la Unidad Minera.....	18
2.2.1 Tajo	20
2.2.2 Pad de lixiviación.....	22
2.2.3 Botadero (depósito) de desmonte.....	23
2.2.4 Sistema de tratamiento del depósito de desmonte	25
2.2.5 Sistema de tratamiento del tajo	26
Capítulo III: Desarrollo del Trabajo de Investigación.....	29
3.1 Proceso de Evaluación y Supervisión.....	29
3.2 Definiciones de referencia	30
3.3 Metodología.....	35
3.3.1 Calidad de agua superficial y agua subterránea	35
3.3.2 Caracterización de componentes mineros.....	38
3.3.3 Prospección geofísica.....	38
Capítulo IV: Análisis de Resultados.....	40
4.1 Proceso de evaluación	40
4.1.1 Calidad de agua superficial	40
4.1.2 Calidad de agua subterránea.....	53
4.1.3 Afloramientos	56
4.1.4 Filtraciones (Efluentes)	63
4.1.5 Geoquímica de los componentes	65
4.1.6 Prospección geofísica (Tomografía Geoeléctrica) en la unidad minera	71
4.2 Proceso de supervisión	84
4.2.1 Depósito de desmonte	84
4.2.2 Sistema de tratamiento del depósito de desmonte	88
4.2.3 Sistema de tratamiento del tajo	91
4.3 Diagrama general del agua superficial y afloramiento.....	94
4.4 Variación de concentración en la hidrología superficial.....	96
Conclusiones.....	97
Recomendaciones.....	102

Bibliografía 104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Puntos de Monitoreo de Calidad de Agua Superficiales.....	14
Tabla 2.2 Parámetros tomados en campo de Agua Superficial.....	14
Tabla 2.3 Puntos de Monitoreo de Calidad de Agua Subterráneas.....	15
Tabla 2.4 Parámetros tomados en campo de Agua Subterránea.....	16
Tabla 2.5 Análisis de Agua Superficial.....	16
Tabla 2.6 Análisis de Agua Subterránea.....	17
Tabla 2.7 Potencial Neto de Neutralización (NNP)	20
Tabla 2.8 Razón de Potencial Neto	20
Tabla 2.9 Potencial Neto de Neutralización para el Tajo	21
Tabla 2.10 Potencial Neto de Neutralización para el PAD	23
Tabla 2.11 Potencial Neto de Neutralización para el Botadero de Desmonte	24
Tabla 3.1 Referencia para el monitoreo.....	37
Tabla 4.1 Puntos de Monitoreo Agua Superficial	42
Tabla 4.2 Estándares de Calidad Ambiental – Agua Superficial	43
Tabla 4.3 Parámetros químicos en Sector I: Quebrada Margaritani.....	45
Tabla 4.4 Parámetros químicos en Sector II: Quebrada Apostoloni.....	48
Tabla 4.5 Parámetros químicos en Sector III: Río Margaritani y tributarios.....	50
Tabla 4.6 Puntos de Monitoreo Agua Subterránea	53
Tabla 4.7 Parámetros de agua subterránea	54
Tabla 4.8 Afloramientos en la unidad minera.....	56
Tabla 4.9 Parámetros de afloramientos de la unidad minera	57
Tabla 4.10 Puntos de Monitoreo de Filtraciones.....	63
Tabla 4.11 Parámetros filtraciones y agua residual industrial	64
Tabla 4.12 Muestreo en botadero de desmorte Norte.....	65
Tabla 4.13 Análisis químico de botadero de desmorte.....	65
Tabla 4.14 Test ABA botadero de desmorte Norte	67
Tabla 4.15 Muestreo en ampliación botadero de desmorte.....	67
Tabla 4.16 Análisis químico de ampliación botadero de desmorte.....	68
Tabla 4.17 Test ABA ampliación botadero de desmorte	69
Tabla 4.18 Muestreo en tajo	69
Tabla 4.19 Análisis químico de tajo	70
Tabla 4.20 Test ABA tajo.....	71
Tabla 4.21 Ubicación de las líneas tomográficas, parte alta quebrada Margaritani.....	72
Tabla 4.22 Ubicación de las líneas tomográficas, parte media quebrada Margaritani....	78
Tabla 4.23 Ubicación de las líneas tomográficas, quebrada Apostoloni.....	80
Tabla 4.24 Puntos de monitoreo de supervisión	85
Tabla 4.25 Resultados del punto ESP-8A.....	87
Tabla 4.26 Resultados de los muestreos agua superficial	87
Tabla 4.27 Monitoreo en Sistema de tratamiento del depósito de desmorte	90
Tabla 4.28 Resultados del punto ESP-1A.....	90
Tabla 4.29 Monitoreo en Sistema de tratamiento del tajo	92
Tabla 4.30 Resultados del punto ESP-4C	93
Tabla 4.31 Comparación Calidad de agua - Quebrada Margaritani	96
Tabla 4.32 Comparación Calidad de agua - Quebrada Apostoloni y Río Margaritani.....	96

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Ubicación Regional de la Unidad Minera	7
Figura 2.2 Inventario de Fuentes Hídricas Superficiales	11
Figura 2.3 Inventario de Fuentes Hídricas Subterráneas	12
Figura 2.4 Mapa de Componentes	28
Figura 3.1 Distribución de resistividades a lo largo del perfil tomográfico en el depósito de residuos mineros	33
Figura 3.2 Contaminación de un acuífero por lixiviados de residuos sólidos	34
Figura 3.3 Perfil de tomografía eléctrica de un vertedero	35
Figura 4.1 Mapa de distribución de los sectores y zonas de estudio del área de influencia	41
Figura 4.2 Monitoreo Sector I: quebrada Margaritani	59
Figura 4.3 Monitoreo Sector II: quebrada Apostoloni	62
Figura 4.4 Ubicación de los perfiles de tomografía geoeléctrica – parte alta quebrada Margaritani	73
Figura 4.5 Sección e interpretación de tomografía eléctrica-3D depósito de desmonte Norte, quebrada sin nombre 1 y zona aledaña	75
Figura 4.6 Distribución de resistividades en quebrada Margaritani	76
Figura 4.7 Tomografía geoeléctrica Línea L-100, L-0, L100, L200, L300, L400 y L500	77
Figura 4.8 Ubicación de los perfiles de tomografía geoeléctrica – parte media quebrada Margaritani	78
Figura 4.9 Sección e interpretación de tomografía eléctrica-3D depósito de desmonte Norte, quebrada sin nombre 2 y zona aledaña	79
Figura 4.10 Ubicación de los perfiles de tomografía geoeléctrica – quebrada Apostoloni	81
Figura 4.11 Sección e interpretación de tomografía eléctrica-3D quebrada Apostoloni, planta de tratamiento aguas ácidas	82
Figura 4.12 Distribución de resistividades en quebrada Apostoloni	83
Figura 4.13 Vista panorámica de afloramiento en parte baja del depósito de desmonte	85
Figura 4.14 Monitoreo de efluente y agua superficial, quebrada Margaritani	86
Figura 4.15 Poza tipo serpentin (Wetland), Sistema de tratamiento depósito de desmonte	89
Figura 4.16 Poza de decantación N° 2 Sistema de tratamiento tajo	92
Figura 4.17 Diagrama General del agua superficial y afloramiento	94

RESUMEN

El siguiente estudio evalúa los componentes ambientales y mineros entorno a una unidad minera de acuerdo a la función evaluadora, supervisora y fiscalizadora del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) establecida en la Ley N° 29325, Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental (SINEFA), asimismo, se detalla los componentes mineros que inciden o generan impactos en el área de influencia ambiental, esto de acuerdo a los Instrumentos de Gestión Ambiental (IGA) aprobados al titular minero del proyecto.

Asimismo, el desarrollo de la presente tesis se sustenta en la evaluación y supervisión ejecutada por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) durante el año 2017 y los Estudios de Impacto Ambiental aprobados, por lo que, se analiza las características ambientales descritas en la Línea Base de la unidad minera, los componentes mineros y la calidad de los factores ambientales durante el

proceso de fiscalización del OEFA, a fin de evaluar el nexo causal de la afectación en el área de influencia de la unidad minera.

El Plan de Manejo Ambiental es el producto de la evaluación de las actividades a desarrollar durante la operación del proyecto minero, orientada en prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos ambientales contemplados en los Instrumentos de Gestión Ambiental, de no estar contemplado un impacto ambiental y por ende su medida ambiental el titular debe adoptar medidas de prevención y control a fin de evitar un impacto ambiental en concordancia con la normativa ambiental vigente – Artículo 16 del Reglamento de Protección y Gestión Ambiental para las Actividades de Explotación, Beneficio, Labor General, Transporte y Almacenamiento Minero, aprobado mediante Decreto Supremo N° 040-2014-EM.

ABSTRACT

The following study evaluates the environmental and mining components around a mining unit according to the evaluation, supervision and oversight function of the Environmental Evaluation and Oversight Agency (OEFA) established in Law No. 29325, Law of the National System of Environmental Evaluation and Oversight (SINEFA), also, it details the mining components that affect or generate impacts in the area of environmental influence, this according to the Environmental Management Instruments (IGA) approved to the mining owner of the project.

Likewise, the development of this thesis is based on the evaluation and supervision carried out by the Environmental Evaluation and Oversight Agency (OEFA) during 2017 and the approved Environmental Impact Studies, therefore, the environmental characteristics described in the Baseline of the mining unit, the mining components and the quality of the environmental factors during the OEFA oversight process are analyzed in order to evaluate the causal nexus of the impact on the area of influence of the mining unit.

The Environmental Management Plan is the product of the evaluation of the activities to be developed during the operation of the mining project, aimed at preventing, mitigating, correcting or compensating the environmental impacts contemplated in the Environmental Management Instruments, if an environmental impact is not contemplated and therefore its environmental measure the holder must adopt prevention and control measures in order to avoid an environmental impact in accordance with current environmental regulations - Article 16 of the Environmental Protection and Management Regulations for Mining Exploitation, Beneficiation, General Labor, Transport and Storage Activities, approved by Supreme Decree No. 040-2014-EM.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

El Perú a nivel mundial y latinoamericano es considerado como uno de los productores diversos de metales (oro, plata, cobre, plomo, zinc, entre otros), debido a que contamos con un enorme potencial geológico con la presencia de la Cordillera de los Andes, constituyendo la principal fuente de recursos de minerales.

Los proyectos mineros consisten en la exploración y explotación del yacimiento mineralógico, cuyas actividades deben contar con la certificación ambiental emitida por la autoridad competente a través del cual se aprueba el instrumento de gestión ambiental, que certifica que el proyecto propuesto cumple con los requisitos de forma y fondo establecidos en el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.

La unidad minera materia de evaluación consiste en la explotación del yacimiento aurífero del cerro Tucurirani, mediante tajo abierto con tratamiento de pads, recuperación en Planta Merrill Crowe (MC), y la disposición de desmonte en el botadero. En el ámbito de la unidad minera existe conflictividad socioambiental entre

los pobladores de la comunidad del Área de Influencia Social Directa (AISD), los cuales alegan una presunta contaminación del medio ambiente en consecuencia de las actividades de la unidad minera.

Por ello, la presente tesis busca determinar el nexo causal de la afectación en el área de influencia, tomando en consideración la fiscalización realizada por el OEFA, los instrumentos de gestión ambiental aprobados que detallan los componentes mineros del proyecto y la caracterización de los componentes ambientales de la Línea Base, permitiendo identificar las causales que generan impacto en el medio ambiente, a fin de poder evaluar, diseñar y ejecutar medidas de manejo ambiental que mitiguen el impacto ambiental.

1.2 Problemática

En el área de influencia de la unidad minera existe un problema socio ambiental, la cual se manifiesta por la probable afectación de los cuerpos de ríos Coralaque, Margaritani y Tambo, como producto de las actividades mineras que se desarrollan en el entorno.

La probable afectación de los cuerpos hídricos conlleva una afectación en su calidad, así como los factores físicos y biológicos que dependan de dicho recurso. En caso que dicha alteración se encuentre relacionada a actividades minero – metalúrgicas que se ejecuten en el entorno, es de obligación del titular minero cumplir con la legislación ambiental aplicable a sus operaciones, las obligaciones derivadas de los estudios

ambientales, licencias, autorizaciones y permisos aprobados por la autoridad competente.

Asimismo, el titular de la actividad minera es responsable por las emisiones, efluentes, vertimientos, y cualquier otro aspecto de sus operaciones, así como de los impactos ambientales que pudieran generarse durante todas las etapas de desarrollo del proyecto afectando el ambiente y la salud de las personas.

En ese sentido, es de importancia identificar la caracterización de la línea base del entorno donde se ejecuta el proyecto minero y la situación actual, a fin de identificar las probables fuentes de afectación, y vinculación con los componentes de la unidad minera con la finalidad de evaluar las medidas de manejo ambiental a aplicar y mitigar el impacto negativo

1.2.1 Problema General

¿Cuál es la relación entre la afectación en el área de influencia de la unidad minera y los componentes mineros que lo conforman?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cuál es el impacto ambiental de la descarga de los efluentes mineros metalúrgicos no controlados en los cuerpos receptores?

- ¿Cuál es la situación del proyecto minero de acuerdo a las autorizaciones, y cronograma aprobado en sus instrumentos de gestión ambiental?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Identificación de los componentes mineros que estarían generando la afectación en las cuencas donde se ubica el proyecto minero.

1.3.2 Objetivo Específico

- En base a los componentes que generan la afectación del entorno circundante, recomendar la implementación de acciones en el marco del cumplimiento de su compromiso ambiental establecido en su instrumento de gestión ambiental y/o normativa ambiental.
- Determinar el nexo entre la afectación del área de influencia de la unidad minera y las actividades productivas minero – metalúrgicas.
- Caracterización del área de acuerdo a lo establecido en la línea base del proyecto y su modificación.

1.4 Hipótesis

- Identificando los componentes aportantes de efluentes minero metalúrgicos no controlados se puede implementar medidas de manejo ambiental adicional a las instaladas, mitigando el efecto nocivo que se pueda generar en el medio ambiente.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 Línea base (hidrología) de la Unidad Minera

La unidad materia de estudio se encuentra ubicada en el distrito de Carumas, provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua.

Geográficamente la unidad se encuentra en el paraje denominado Quebrada de Apostoloni del distrito de Carumas, hidrogeográficamente, se ubica en la parte alta del río Tambo, en la cuenca del río Aruntaya, específicamente en la micro cuenca Margaritani, entre las quebradas Apostoloni y Margaritani.

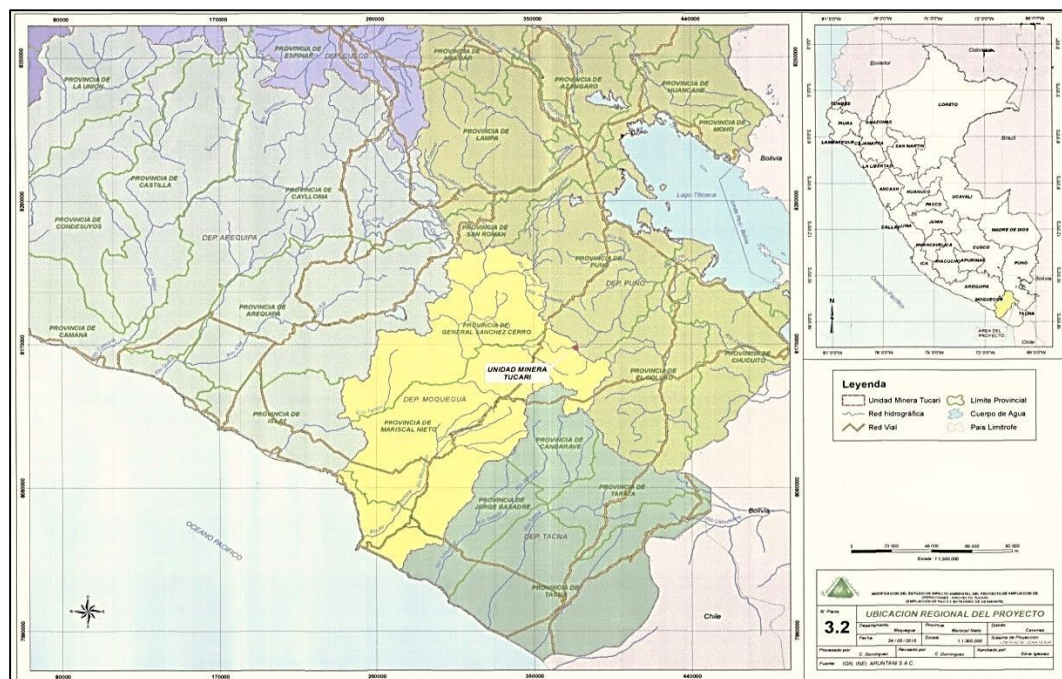


Figura 2.1 Ubicación Regional de la Unidad Minera

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Resolución Directoral N° 501-2014-MEM/DGAAM

2.1.1 Recursos Hídricos

El área de estudio se encuentra en la cordillera volcánica y comprende las nacientes de las quebradas Margaritani, Apostoloni y Cercacerca, que se originan en las cumbres de la divisoria de aguas de las cuencas de los ríos Tambo e Ilave.

El curso principal de drenaje natural es la quebrada Margaritani, la quebrada Apostoloni en un afluente menor al igual que la quebrada Cercacerca. En el área ocurren coberturas de hielo estacional en las cumbres, los cuales durante época de estiaje representan un factor de recarga de los acuíferos y constituyen el flujo base de los cursos de agua.

2.1.1.1 Microcuenca del río Margaritani

Principal cuenca vinculada con el área de estudio, teniendo como origen las nacientes en los venados Apostoloni, Tinlarirani, Santocoronado, Iscayichujasi, Orcochoa y Corini a 5 200 m.s.n.m. y en su curso superior se extiende hasta los 4 780 m.s.n.m. en la confluencia con la quebrada Apostoloni, para posterior confluencia de la quebrada Cercacerca.

2.1.1.2 Quebradas

a) Quebrada Margaritani

La cuenca de la quebrada Margaritani se encuentra ubicada en la cordillera Volcánica, dentro de un valle fluvioglacial denominada quebrada Margaritani, tiene como afluente a la quebrada Apostoloni y al confluir con la quebrada Cercacerca cambia de nombre a quebrada Queulirijahuri.

Tiene sus nacientes en los cerros Apostoloni, Tinlarirani, Santocoronado, Iscayichujasi, Orcochoa y Corini a 5 200 m.s.n.m. y en su curso superior se extiende hasta los 4 780 m.s.n.m. en la confluencia con la quebrada Apostoloni. La confluencia con la quebrada Cercacerca, que delimita el curso total de la quebrada.

La superficie total de la cuenca de la quebrada Margaritani desde sus nacientes hasta la confluencia con la quebrada Cercacerca es de 20.6 km², la quebrada en su totalidad recibe aportes de la quebrada Apostoloni por el margen izquierdo y de los nevados Apostoloni, Tinlarirani, Iscayichujasi y Orcochoa los cuales se cubren de nieve durante los meses de verano.

b) Quebrada Apostoloni

Afluyente por la margen izquierda de la quebrada Margaritani, tiene su nacimiento en los nevados Santocoronado, Iscayichujasi, Apostoloni y Coroni. La confluencia con la quebrada Margaritani se ubica a 4780 ms.n.m. aproximadamente, la superficie de la cuenca colectora es de 8.3 km². Contando el cauce principal con un desarrollo longitudinal aproximado de 4.37 km.

c) Quebrada Cercacerca

La quebrada Cercacerca es un afluyente por la margen derecha de la quebrada Queullirijahuiri, se encuentra ubicada en la denominada cordillera Volcánica. La cuenca de la quebrada Cercacerca tiene sus nacientes en los nevados Quihuire, Apostoloni, Tinlarirani y Chiaraque a 5 250 m.s.n.m.

La superficie de la cuenca, ubicada aguas arriba de la confluencia con la quebrada Margaritani (ubicada a 4 650 m.s.n.m. aproximadamente), es de 14.9 km². Contando el cauce principal con un desarrollo longitudinal aproximado de 7.49 km.

d) Quebrada Queullirijahuiri

La cuenca de la quebrada Queullirijahuiri tiene sus nacientes en la confluencia de las quebradas Margaritani y Cercacerca a 4650 m.s.n.m. También recibe los drenajes de dos lagunas ubicadas en la margen derecha, laguna Vilanerani (4 790 m.s.n.m.) y la laguna Chamapatja (4 740 m.s.n.m.).

El punto de cierre de la cuenca se encuentra ubicada a 700 m. aguas debajo de la confluencia del drenaje de la laguna Vilanerani con la quebrada Margaritani (ubicada a 4 5890 m.s.n.m. aproximadamente).

2.1.1.3 Río Margaritani

El río Margaritani nace a 5 050 m.s.n.m. aproximadamente, con nacientes en los nevados Apostoloni, Tinarirani, Santocoronado, Iscayichujasi, Orcochoa y Corini a 5 200 m.s.n.m. y sigue una orientación hacia el oeste, teniendo en ese tramo como aportante al nevado Apostoloni.

En su curso superior se extiende hasta los 4 780 m.s.n.m. en la confluencia con la quebrada Apostoloni, recibiendo aportes de los nevados Apostoloni y Tinarirani, en su curso inferior se extiende hasta los 4 650 m.s.n.m. en la confluencia con la quebrada Cercacerca, durante el recorrido de esta parte recibe aportes de la quebrada Apostoloni por el margen izquierdo, y en su curso final desciende hasta los 4 600 m.s.n.m. hacia la confluencia con el río Queullirijahuri.

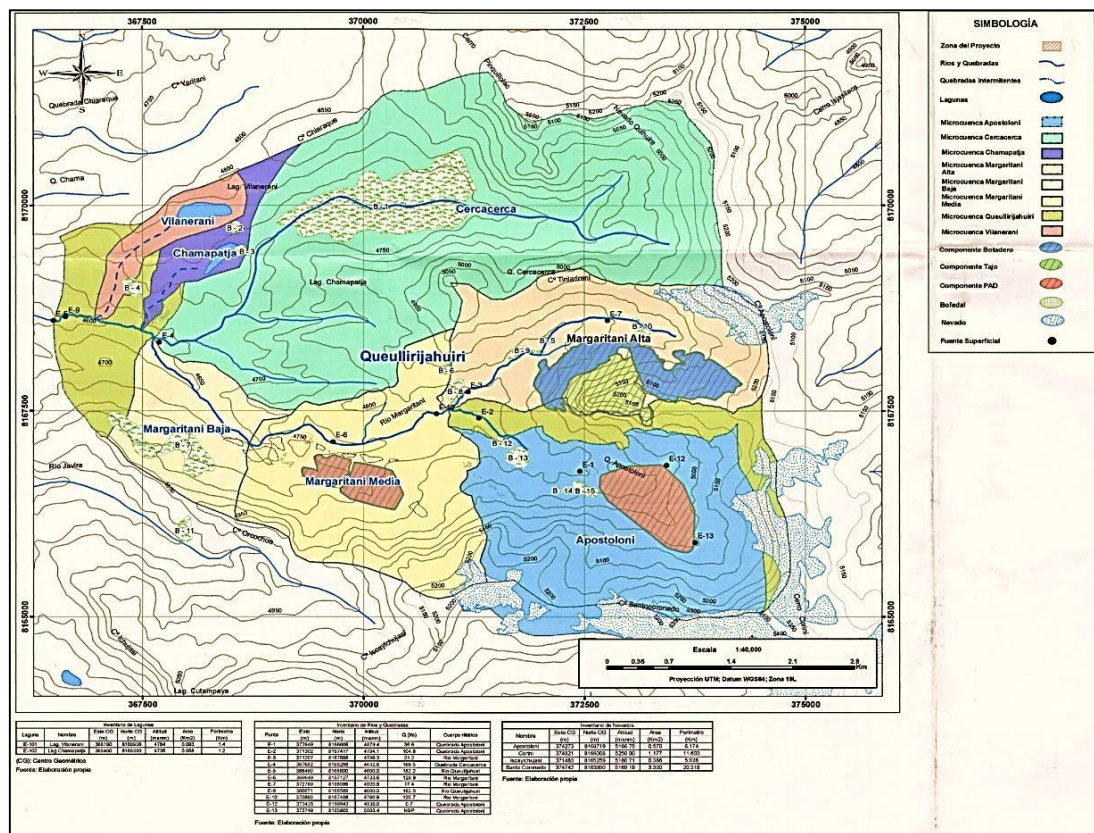


Figura 2.2 Inventario de Fuentes Hídricas Superficiales
 Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Resolución Directoral N° 501-2014-MEM/DGAAM

2.1.1.4 Aguas Subterráneas

El agua subterránea proviene de los deshielos de zonas cubiertas con nieve y además de las precipitaciones estacionales que ocurren en los meses de diciembre a abril. Las áreas de recarga de los acuíferos lo conforman desde las líneas de cumbres y en todo su perímetro de la micro cuenca hasta el talweg del valle. Las formaciones geológicas permiten el movimiento de las aguas infiltradas.

Parte del volumen de escurrimiento se infiltran a través de fracturas de las rocas que afloran y se acumulan en el nivel freático. El agua circula por contacto sedimento (arena y grava) – intrusivo, ya que por su naturaleza ígnea esta se comporta como acuícludo (material impermeable)

Como recursos de aguas subterráneas en el área de estudio, se observan afloramientos o manantiales en las zonas media a baja de lomadas. El agua de los manantiales ubicados cerca de los parajes de los campesinos es usado para alimentación; pero además cuando se ubican como bofedales se usa para el desarrollo ganadero.

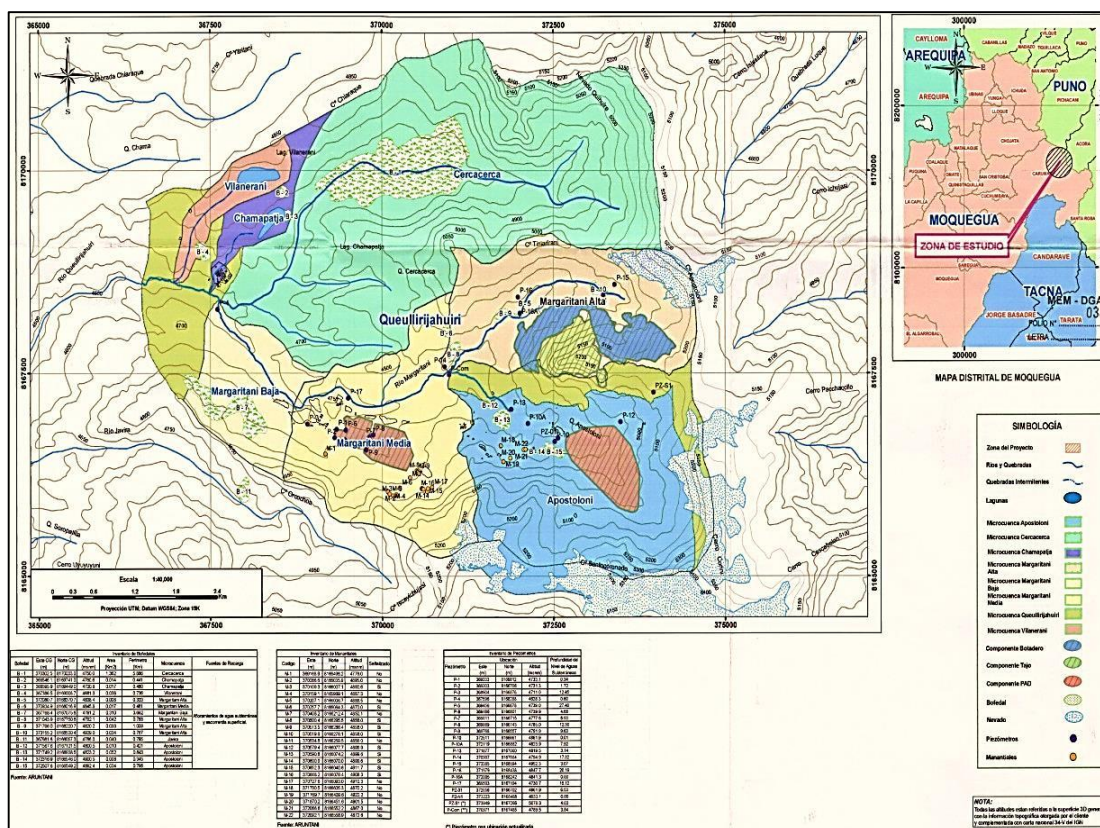


Figura 2.3 Inventario de Fuentes Hídricas Subterráneas
Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Resolución Directoral N° 501-2014-MEM/DGAAM

2.1.2 Calidad de Agua

La calidad de las aguas está en función de las características Geoquímicas y antrópicas de la cuenca del río Margaritani y sus afluentes, los procesos de erosión son los que modifican las condiciones naturales de las aguas, siendo los procesos de mayor incidencia en los cambios es la presencia de drenajes ácidos como consecuencia de la lixiviación del material rocoso adyacente (pirita y óxidos), condición natural que puede afectar profundamente la composición química del agua para consumidores aguas abajo.

La calidad de agua, es un parámetro físico importante para la evaluación de los recursos hídricos antes de la intervención antropogénica, y determinar si las concentraciones de los elementos se encuentran por encima de los límites permisibles para los diferentes usos.

a) Monitoreo de la Calidad del Agua

Se realizó la toma de muestras en los cauces de las quebradas: Margaritani y Apostoloni, y de aguas subterráneas a través de piezómetros cuyo muestreo se realiza bajo procedimientos y criterios técnicos establecidos en la recolección de muestras de agua.

Los puntos de muestreo se detallan a continuación:

Agua Superficial

Tabla 2.1 Puntos de Monitoreo de Calidad de Agua Superficiales

Muestra	Coordenadas (PSAD 56)		Coordenadas (WGS 84)		Descripción
	Este	Norte	Este	Norte	
MA-01	373 539	8 167 198	372 352	8 166 821	Quebrada afluente de Apostoloni
MA-02	372 545	8 167 145	372 358	8 166 768	Quebrada Apostoloni curso superior
MA-03	372 960	8 169 000	372 773	8 168 623	Quebrada principal Margaritani
MA-04	371 332	8 168 072	371 145	8 167 695	Quebrada Margaritani
MA-05	371 378	8 167 847	371 191	8 167 470	Quebrada Apostoloni parte inferior
MA-06	371 134	8 167 845	370 947	8 167 468	Quebrada Apostoloni cruce
E-02	371 513	8 167 805	371 326	8 167 428	Quebrada Apostoloni
E-03	371 397	8 168 140	371 210	8 167 763	Quebrada Margaritani
E-04	367 808	8 168 858	367 621	8 168 481	Río Margaritani
E-07	373 531	8 168 848	373 343	8 168 471	Quebrada Margaritani

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Resolución Directoral N° 403-2007-MEM/AAM

Tabla 2.2 Parámetros tomados en campo de Agua Superficial

Muestra	Descripción	pH	Temperatura °C	Caudal (l/s)
MA-01	Quebrada Apostoloni	3.58	0.5	16.29
MA-02	Quebrada Apostoloni	3.18	0.5	87.34
MA-03	Quebrada Margaritani	2.97	4.5	24.92
MA-04	Quebrada Margaritani	3.04	9.3	44
MA-05	Quebrada Apostoloni	3.17	8.9	109.73
MA-06	Río Margaritani	3.11	11.4	136.94
E-02	Quebrada Apostoloni	3.32	8.2	-
E-03	Quebrada Margaritani	3.30	9.0	-
E-04	Río Margaritani	3.27	10.8	-
E-07	Quebrada Margaritani	3.29	8.0	-

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Resolución Directoral N° 403-2007-MEM/AAM

Agua Subterránea

Tabla 2.3 Puntos de Monitoreo de Calidad de Agua Subterráneas

Muestra	Coordenadas (PSAD 56)		Coordenadas (WGS 84)	
	Este	Norte	Este	Norte
P-01	369 528	8 167 178	369 341	8 166 801
P-02	369 513	8 167 070	369 326	8 166 693
P-03	369 109	8 167 242	368 922	8 166 865
P-04	367 800	8 168 653	367 613	8 168 276
P-05	369 661	8 167 043	369 474	8 166 666
P-13A	372 085	8 167 433	371 897	8 167 056
P-14A	371 149	8 167 863	370 962	8 167 486
P-16A	372 209	8 168 506	372 021	8 168 129
P-17	369 707	8 167 558	369 520	8 167 181
V-01	369 704	8 167 551	369 517	8 167 174
V-02	371 059	8 166 758	370 872	8 166 381
V-03	372 044	8 167 455	371 856	8 167 078
V-04	372 348	8 167 769	372 160	8 167 392
V-06	373 519	8 168 818	373 331	8 168 441
V-07	372 644	8 168 638	372 456	8 168 261
V-08	373 955	8 166 420	373 767	8 166 043

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Resolución Directoral N° 403-2007-MEM/AAM

Tabla 2.4 Parámetros tomados en campo de Agua Subterránea

Muestra	pH	Temperatura °C
P-01	8.10	9.7
P-02	7.68	6.8
P-03	7.68	8.5
P-04	6.82	9.4
P-05	7.83	9.9
P-13A	6.42	10.9
P-14A	4.59	8.5
P-16A	7.26	9.4
P-17	7.79	9.0
V-01	7.00	16.0
V-02	9.68	9.0
V-03	12.49	-
V-04	7.77	8.5
V-06	7.27	7.1
V-07	4.14	7.0
V-08	4.79	-

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental,
Resolución Directoral N° 403-2007-MEM/AAM

b) Resultados de Análisis

Tabla 2.5 Análisis de Agua Superficial

Muestra	Unidad	Parámetro							
		Sólidos Totales Suspendido	Plomo total	Cobre total	Zinc total	Hierro total	Arsénico total	Cadmio Total	Cianuro total
MA-01	mg/l	11.2	<0.100	0.100	1.18	124.75	<0.010	-	<0.005
MA-02	mg/l	152.4	<0.100	0.105	0.64	41.25	<0.010	-	<0.005
MA-03	mg/l	4.1	<0.100	0.158	1.41	41.00	<0.010	-	<0.005
MA-04	mg/l	5.3	<0.100	0.078	1.38	53.50	0.075	-	<0.005
MA-05	mg/l	80.6	<0.100	0.095	0.55	33.25	<0.010	-	<0.005
MA-06	mg/l	90.2	<0.100	0.095	0.73	38.13	0.027	-	<0.005
E-02	mg/l	536.0	0.083	0.160	0.746	64.70	0.0338	0.004	<0.005
E-03	mg/l	18.0	0.0118	0.108	1.12	39.50	0.14	0.0146	<0.005
E-04	mg/l	62.0	0.0181	0.111	0.805	31.80	0.0454	0.0072	<0.005
E-07	mg/l	-	0.0025	0.046	0.854	18.90	0.0021	0.0023	<0.005

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Resolución Directoral N° 403-2007-MEM/AAM

Tabla 2.6 Análisis de Agua Subterránea

Muestra	unidad	Parámetro							
		STS (*)	Plomo disuelto	Cobre disuelto	Zinc disuelto	Hierro disuelto	Arsénico o disuelto	Cadmio disuelto	Cianuro total
P-01	mg/l	12	0.0014	0.00141	0.0198	<0.030	0.0003	0.00008	<0.005
P-02	mg/l	72	0.0019	0.00159	0.0862	<0.030	0.0014	0.00018	0.006
P-03	mg/l	22	0.00326	0.0403	0.76	<0.030	0.0013	0.00395	0.175
P-04	mg/l	67	0.0013	<0.002	0.141	2.22	<0.0005	<0.00025	<0.005
P-05	mg/l	7	0.001	0.0036	0.137	<0.030	0.0073	0.00014	<0.005
P-13A	mg/l	26	0.00431	0.0144	0.139	<0.030	0.001	0.00043	<0.005
P-14A	mg/l	505	0.00305	0.114	0.507	0.2	0.00057	0.00262	<0.005
P-16A	mg/l	11	0.00104	0.00086	0.011	<0.030	0.0027	<0.00025	<0.005
P-17	mg/l	25	0.00218	0.00092	0.094	0.369	0.251	<0.00025	<0.005
V-01	mg/l	413	0.00128	0.00434	0.0149	<0.030	0.0042	0.00046	<0.005
V-02	mg/l	1080	0.0641	0.0102	0.0831	0.837	0.0148	<0.00025	<0.005
V-03	mg/l	-	0.0535	0.0042	0.019	<0.030	<0.001	<0.005	<0.005
V-04	mg/l	338	0.0008	0.0095	0.056	0.049	0.0023	0.00157	<0.005
V-06	mg/l	93	0.00262	0.00209	0.0498	<0.030	0.0079	<0.00025	<0.005
V-07	mg/l	450	0.48	0.147	0.852	0.661	<0.001	0.0049	<0.005
V-08	mg/l	-	0.194	0.299	1.21	26.4	0.0013	0.00758	<0.005

(*): Sólidos Totales Suspendidos

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Resolución Directoral N° 403-2007-MEM/AAM

2.2 Componentes de la Unidad Minera

Las actividades de la unidad consisten en la explotación del yacimiento aurífero del cerro Tucuirani, mediante tajo abierto con tratamiento por lixiviación en pads y recuperación en Planta Merrill Crowe (MC), asimismo con una fundición-refinería.

La unidad cuenta con un botadero de desmontes (mina) que se ubica a 500 m al Norte del tajo, en una zona sin mayor presencia de fenómenos geodinámicos.

- **Geoquímica de un componente**

Permite conocer la caracterización de un componente en base a su geología y química, teniendo como objetivo en el presente estudio determinar la probable generación de drenajes ácidos provenientes de componentes mineros.

La generación de efluentes contaminantes (DAR – drenaje de ácido de roca y lixiviados) se debe a la interacción entre roca, aire y agua, el cual conlleva a las reacciones de oxidación de minerales sulfurados, cuya caracterización de un material que pueda o no producir drenaje ácido es fundamental para la implementación de un plan de manejo ambiental, el cual está abocado a evitar dicha situación o controlar el aspecto ambiental (efluente minero) que pueda generar un impacto negativo en el ambiente.

Para la estimación del potencial de generar acidez la prueba estática más usada es el Test ABA (Acid- Base Accounting) – creada en 1978 (Sobek et al – US EPA), determinando el potencial de acidez (PA) y potencial de neutralización (PN) de una

determinada muestra para finalmente, en función de ambos, PA y PN, determinar el potencial neto de neutralización (NNP) y el ratio PN/PA. En ese sentido a través del Test ABA se obtiene la siguiente información:

- Potencial de Neutralización (PN)
- Potencial de Acidez (PA)
- Potencial Neto de Neutralización (NNP)
- Ratio NP/AP
- pH en Pasta
- Azufre Total (%)
- Sulfato Total (%)
- Sulfuro Total (%)

Dentro de los criterios para el potencial de generar acidez se encuentran:

a) Potencial Neto de Neutralización

Es la capacidad de una muestra para generar o consumir acidez y se obtiene por la diferencia entre el potencial de neutralización (PN) y el potencial de acidez (PA) determinando el potencial neto de neutralización (NNP).

Como regla general se tiene el siguiente criterio, lo cual es referido en la Guía Ambiental para el Manejo de Drenaje Ácido de Minas publicado por el Ministerio de Energía y Minas:

Tabla 2.7 Potencial Neto de Neutralización (NNP)

Valores	Interpretación
PNN > +20	No generará drenaje ácido
PNN < -20	Si generará drenaje ácido
-20 < PNN < 20	Incertidumbre, puede o no generar drenaje ácido

PNN: Potencial de Neutralización Neto (expresado en Kg de CaCO_3 /Ton de muestra)

Fuente: MINEM

b) Razón de Potencial Neto (NPR)

Se define como la razón entre el PN/PA, el cual determina el potencial de generación ácida, siendo el potencial de acidez (PA) como la capacidad de un material de generar acidez y depende del contenido de sulfuros, mientras que el potencial de neutralización (PN) se define como la capacidad de neutralizar la acidez dependiente del contenido de materiales consumidores de acidez (carbonatos, hidróxidos, etc).

Tabla 2.8 Razón de Potencial Neto

Valores	Interpretación
PN/PA > 3	No generará drenaje ácido
PN/PA < 1	Si generará drenaje ácido
1 < PN/PA < 3	Incertidumbre, puede o no generar drenaje ácido

Fuente: Instituto Geológico y Minero de España.

2.2.1 Tajo

El tajo se desarrolla en una elevación montañosa conocida como cerro Tucarirani, cuyo yacimiento corresponde a un depósito aurífero epitermal de tipo diseminado, de alta sulfuración, asociado principalmente a alteración silícea, emplazado en formaciones volcánicas cenozoicas. De acuerdo a las características mineralógicas, morfogenéticas y geotécnicas del yacimiento, el método de explotación se desarrolla mediante tajo abierto con sistema de bancos (de arriba

hacia abajo). Las operaciones mineras, se realizan de modo progresivo y sistemático, de conformidad al plan de minado y operaciones básicas de extracción como: perforación voladura, carguío y transporte o acarreo (mineral al pad y desmonte al botadero).

Características Geoquímicas

Los resultados son interpretados por la diferencia, como la relación entre los valores del PN/PA, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 2.9 Potencial Neto de Neutralización para el Tajo

Código	pH Pasta	%S Sulfuro	PN	PA	NNP	PN/PA	Genera
M-DDH-A7	4.5	4.87	23.0	160	-137.0	0.14	SI
M-DDH-A17	4.0	4.88	3.0	157	-154.0	0.02	SI
M-DDH-A30	3.3	4.62	-8.0	154	-162.0	-0.05	SI
M-DDH-A53	3.8	3.57	-2.0	118	-120.0	-0.02	SI
M-DDH-A61	4.9	2.90	-2.0	158	-160.0	-0.01	SI
M-DDH-A87	3.2	4.45	-19.0	174	-193.0	-0.11	SI
M-DDH-A112-1	5.0	0.17	0.0	51	-51.0	0.00	SI
M-DDH-A121	3.6	4.24	-13.0	152	-165.0	-0.09	SI
M-DDH-A134	4.2	6.74	-1.0	253	-254.0	0.00	SI
M-DDH-A159	4.7	1.14	-1.0	258	-259.0	0.00	SI
M-DDH-A165	3.1	5.20	-17.0	195	-212.0	-0.09	SI
M-DDH-A167	4.4	8.22	-5.0	311	-316.0	-0.02	SI
M-DDH-A173	3.3	9.04	-19.0	306	-325.0	-0.06	SI
M-DDH-A239	4.1	6.25	-5.0	202	-207.0	-0.02	SI
M-DDH-A245	3.9	3.11	-9.0	107	-116.0	-0.08	SI
M-DDH-A274	3.9	6.29	-7.0	225	-232.0	-0.03	SI
M-DDH-A267	5.1	3.39	-6.0	179	-185.0	-0.03	SI

PN, PA y NNP: KgCaCO₃ / ton de material, S: Azufre

NNP: Potencial Neto de Neutralización, Genera: Potencial Generador de Acidez

Fuente: Plan de Cierre de Minas, Resolución Directoral N° 382-2015-MEM-DGAAM

2.2.2 Pad de lixiviación

Componente básico del sistema, cuyo piso corresponde a una superficie cubierta con arcilla compactada de 30 cm de espesor, la cual soporta una capa de geomembrana de polietileno del tipo HDPE de 2 mm de espesor, protegida con capa de material detrítico, evitando el deterioro durante la descarga de mineral.

Cuenta con tuberías subterráneas para la conducción de aguas subterráneas y de tuberías de colección de las soluciones que drenan al PAD (con la solución); conducidas a pozas de proceso para continuar con el tratamiento metalúrgico.

El piso del PAD es inclinado de modo que la solución drena hacia una salida única, contando con canales de escorrentías de agua para la derivación de las aguas de lluvia, los cuales están implementados en el contorno evitando el ingreso de agua hacia el interior del PAD.

La solución Rica que drena del PAD, es almacenada en la poza de solución rica (PLS), que tiene doble revestimiento de geomembrana; de esta poza se alimenta la solución a la planta Merrill Crowe para continuar con el proceso de recuperación. Las soluciones que drenarán del PAD, procedentes de zonas gastadas (que tienen un tiempo considerable de lixiviación) y que por tanto tienen leyes bajas en oro, son derivadas a la poza intermedia (ILS), desde donde por bombeo se recircula directamente al PAD, para elevar su ley en el proceso de lixiviación, completando el sistema de circuito cerrado.

Características Geoquímicas

Los resultados son interpretados por la diferencia, como la relación entre los valores del PN/PA, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 2.10 Potencial Neto de Neutralización para el PAD

Código	pH Pasta	%S Sulfuro	PN	PA	NNP	PN/PA	Genera
M-PAD-01	6.5	0.66	1	65	-64	0.02	SI
M-PAD-02	7.0	2.08	1	20	-19	0.05	SI
M-PAD-03	6.8	0.63	1	46	-45	0.02	SI
M-PAD-04	6.5	1.55	0	48	-48	0.00	SI
M-PAD-05	6.7	0.79	0	25	-25	0.00	SI
M-PAD-06	7.0	0.19	1	6	-5	0.17	SI
M-PAD-07	6.6	0.58	0	18	-18	0.00	SI
M-PAD-08	6.7	0.40	0	13	-13	0.00	SI
M-PAD-09	7.4	0.99	1	31	-30	0.03	SI
M-PAD-10	7.4	0.84	1	26	-25	0.04	SI
M-PAD-11	6.1	1.38	1	43	-42	0.02	SI
M-PAD-12	6.9	1.20	1	38	-37	0.03	SI
M-PAD-13	6.6	0.54	1	17	-16	0.06	SI
M-PAD-14	6.2	1.04	0	33	-33	0.00	SI

PN, PA y NNP: KgCaCO₃ / ton de material

S: Azufre NNP: Potencial Neto de Neutralización

Genera: Potencial Generador de Acidez

Fuente: Plan de Cierre de Minas, Resolución Directoral N° 382-2015-MEM-DGAAM

2.2.3 Botadero (depósito) de desmonte

El depósito de desmonte para fines operativos se ha dividido en dos zonas:

Botadero Norte se ubica aproximadamente al Nor-este del Tajo mientras que el Botadero Sur se encuentra al Nor-oeste del Tajo; con una altitud entre los 4 900 y 5 200 msnm. Contando con banquetas de 3 m de ancho y 10 m de altura con ángulo

de reposo de 24°, asimismo como la ampliación del botadero ubicado en el lado sur del Tajo, en el cual se deposita el desmonte de mina procedente del proceso de extracción del Tajo.

Características Geoquímicas

Los resultados son interpretados por la diferencia, como la relación entre los valores del PN/PA, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 2.11 Potencial Neto de Neutralización para el Botadero de Desmonte

Código	pH Pasta	%S Sulfuro	PN	PA	NNP	PN/PA	Genera
M-DDH-A7	4.5	4.87	23	160	-137	0.14	SI
M-DDH-A17	4.0	4.88	3	157	-154	0.02	SI
M-DDH-A30	3.3	4.62	-8	154	-162	-0.05	SI
M-DDH-A53	3.8	3.57	-2	118	-120	-0.02	SI
M-DDH-A61	4.9	2.90	-2	158	-160	-0.01	SI
M-DDH-A87	3.2	4.45	-19	174	-193	-0.11	SI
M-DDH-A112-1	5.0	0.17	0	51	-51	0.00	SI
M-DDH-A121	3.6	4.24	-13	152	-165	-0.09	SI
M-DDH-A134	4.2	6.74	-1	253	-254	0.00	SI
M-DDH-A159	4.7	1.14	-1	258	-259	0.00	SI
M-DDH-A165	3.1	5.20	-17	195	-212	-0.09	SI
M-DDH-A167	4.4	8.22	-5	311	-316	-0.02	SI
M-DDH-A173	3.3	9.04	-19	306	-325	-0.06	SI
M-DDH-A239	4.1	6.25	-5	202	-207	-0.02	SI
M-DDH-A245	3.9	3.11	-9	107	-116	-0.08	SI
M-DDH-A274	3.9	6.29	-7	225	-232	-0.03	SI
M-DDH-A267	5.1	3.39	-6	179	-185	-0.03	SI

PN, PA y NNP: KgCaCO₃ / ton de material

S: Azufre NNP: Potencial Neto de Neutralización

Genera: Potencial Generador de Acidez

Fuente: Plan de Cierre de Minas, Resolución Directoral N° 382-2015-MEM-DGAAM

2.2.4 Sistema de tratamiento del depósito de desmonte

En la zona del depósito de desmonte cuenta con un sistema de tratamiento para el agua residual del botadero, consiste en una poza de 1.5 m x 1.5 m x 0.70 m en el cual convergen las aguas de infiltración con los canales al pie del botadero de desmonte; en el sistema de infiltración compuesto de drenes franceses al pie concluyendo en una tubería HDPE perforada de 12 “ la cual entrega sus aguas en la poza de captación y mezcla; mientras que los canales al pie captar las aguas que convergen por escurrimiento en el botadero y son conducidos para su tratamiento. En la captación y mezcla se realiza el proceso de adición de cal con la finalidad de conducir las aguas de pH ácido a pH básico (entre 8.2 a 8.7) para asegurar la reacción de la solución.

Posteriormente ingresa a la fase de sedimentación, la cual se realiza mediante un canal de entrega en la cual se aprovecha la zona de caída para asegurar la mezcla por catarata. Este componente consta de dos (02) pozas de sedimentación (decantación), dichas pozas tienen la función de sedimentar los finos existentes en las aguas residuales del Botadero. En la primera poza se permite que los sólidos generados en el proceso previo sedimenten durante el tiempo de retención, ingresando a la segunda poza de igual capacidad y tiempo de retención.

El agua proveniente de las pozas de sedimentación ingresan a 04 cajas de concreto en el que se realiza la limpieza; cada caja está compuesta de material grava de caliza, aserrín y guano.

Finalmente la solución ingresa al sistema Wetland, consistiendo en asegurar que la solución previamente tratada culmine el proceso de limpieza, la cual consta de una superficie impermeabilizada con geomenbrana, sobre el cual se colocará grava de caliza y compost, para luego cubrirlo con la planta totora, el efluente final tratado es evacuado por rebose mediante una tubería hasta su descarga de vertimiento en la quebrada Margaritani.

2.2.5 Sistema de tratamiento del tajo

Cuenta con un sistema de bombeo a través de una bomba sumergible, la cual es instalada en la zona de acumulación de agua dentro del tajo, evacuando el agua hacia el sistema de tratamiento ubicado en el exterior del tajo, asimismo, se en sistema de tratamiento del tajo se colecta las aguas proveniente del botadero de desmonte que se ubica en el lado sur del Tajo, ambas soluciones convergen hacia la poza de captación, previó a la conducción a la Fase de sedimentación se realiza la adición de lechada de cal, con la finalidad de conducir las aguas de pH ácido a pH básico (entre 8.2 a 8.7).

Posteriormente la fase de sedimentación consta de dos (02) pozas de sedimentación, teniendo como función sedimentas los finos existentes en las aguas residuales y los sólidos generados en el proceso de precipitación química. En la primera poza se permite que los sólidos generados en el proceso previo sedimenten

durante el tiempo de retención, ingresando a la segunda poza de igual capacidad y tiempo de retención.

Previamente al ingreso al sistema Wetland se consta de dos pozas cuya base presenta piedra caliza para ayudar el incremento de pH y bajar la concentración de metales.

Finalmente la solución ingresa al sistema Wetland, consistiendo en asegurar que la solución previamente tratada culmine el proceso de limpieza, la cual consta de una superficie impermeabilizada con geomenbrana, sobre el cual se colocará grava de caliza y compost, para luego cubrirlo con la planta totora, el efluente final tratado es evacuado por rebose mediante una tubería hasta su descarga de vertimiento en la quebrada Apostoloni.

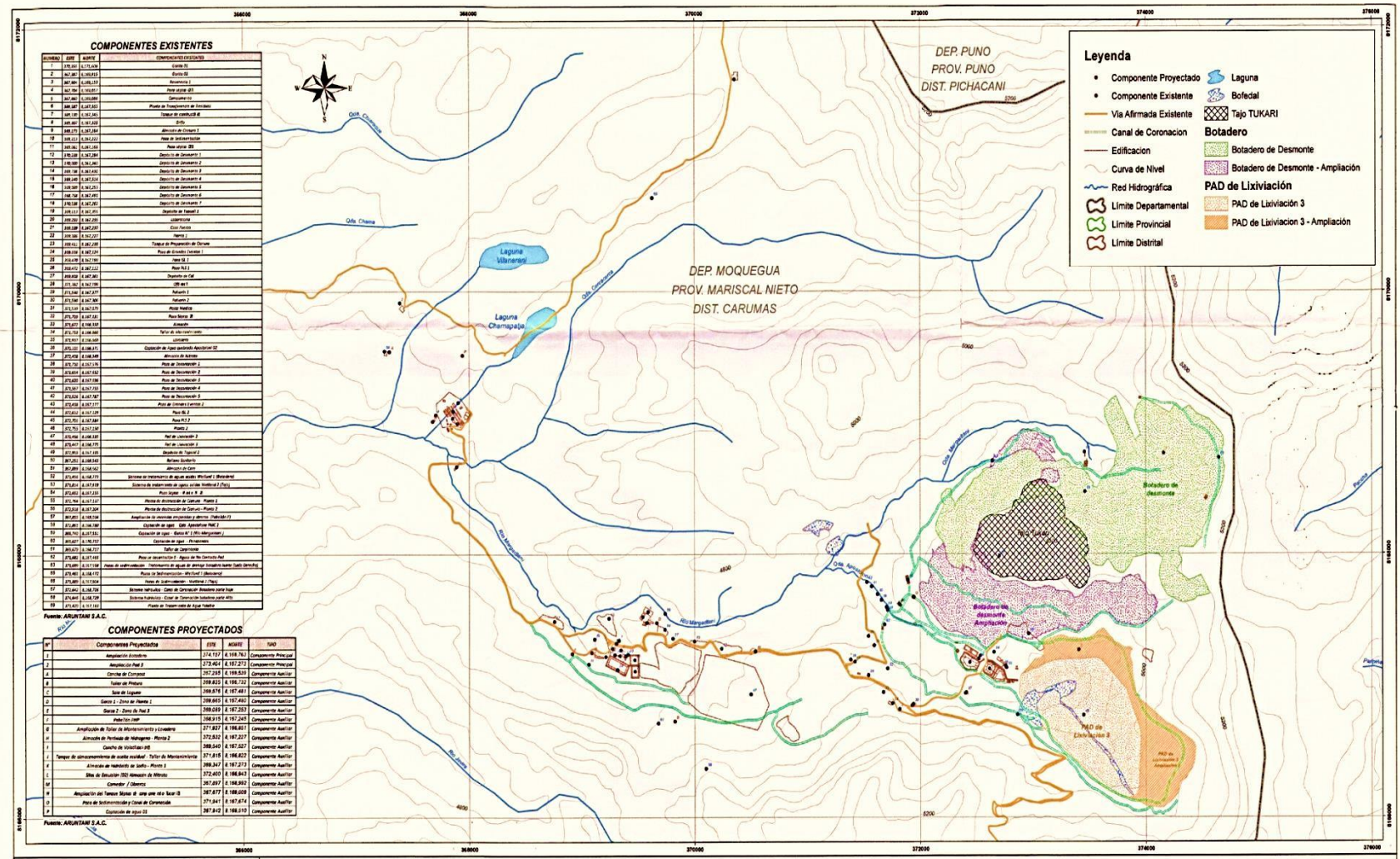


Figura 2.4 Mapa de Componentes
Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Resolución Directoral N° 501-2014-MEM/DGAAM

CAPITULO III

DESARROLLO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

3.1 Proceso de Evaluación y Supervisión

De acuerdo a lo establecido en la Ley N° 29325, Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental (SINEFA) las competencias del Organismo de Evaluación y Fiscalización (OEFA) comprende las funciones de evaluación, supervisión, fiscalización y sanción destinadas a asegurar el cumplimiento de las obligaciones ambientales fiscalizables establecidas en la legislación ambiental, así como de los compromisos derivados de los instrumentos de gestión ambiental y de los mandatos o disposiciones emitidos por dicha entidad.

a) Función Evaluadora: comprende la vigilancia, monitoreo y otras similares que realiza el OEFA para asegurar el cumplimiento de las normas ambientales.

b) Función Supervisora: comprende la facultad de realizar acciones de seguimiento y verificación con el propósito de asegurar el cumplimiento de las obligaciones

establecidas en la regulación ambiental por parte de los administrados, asimismo el dictado de medidas preventivas para evitar cualquier inminente peligro o alto riesgo de producirse un daño grave al ambiente.

c) Función fiscalizadora y sancionadora: comprende la facultar de investigar la comisión de posibles infracciones administrativas sancionables y la de imponer sanciones por el incumplimiento de obligaciones y compromisos derivados de los instrumentos de gestión ambiental, normas ambientales, compromisos ambientales de contratos de concesión y de los mandatos o disposiciones emitidas por el OEFA, asimismo el dictado de medidas cautelares y correctivas.

Como consecuencia del problema socioambiental en el Área de Influencia Social Directa (AISD) relacionada a la unidad minera, en la cual los pobladores manifiestan su preocupación por una posible afectación de los ríos Coralaque, Margaritani y Tambo se realiza la evaluación ambiental y la supervisión en la unidad minera con la finalidad de determinar el cumplimiento de las obligaciones fiscalizables así como evaluar la calidad ambiental e identificar posibles fuentes de alteración en el área de influencia.

3.2 Definiciones de referencia

a) Proceso de lixiviación en pilas y cianuro

El proceso de lixiviación en pilas (o PAD) tiene como objetivo la extracción de los metales valiosos del mineral, para ello se extrae el mineral, se acarrea y se coloca en las pilas de lixiviación, donde se filtra una solución lixivante a través del mineral. A medida que

la solución pasa a través de la mena, disuelve selectivamente uno o más elementos presentes en la roca o mineral, para luego ser captadas por tuberías colocadas en la base del pad y derivada a la planta de procesos, donde se extraen los elementos valiosos y refinan. La solución restante se recircula hacia el pad completando el circuito cerrado.

b) Drenaje ácido de mina

Proviene de los minerales sulfurosos cuando son expuestos al aire y al agua, es un proceso que ocurre de forma natural y que involucra reacciones químicas, biológicas y fenómenos fisicoquímicos asociados; el drenaje ácido se produce lentamente cuando el mineral no presenta perturbaciones; sin embargo, las actividades mineras aceleran el proceso debido a que incrementan la exposición del mineral sulfuroso al aire, agua y microorganismos. El drenaje ácido puede producirse en instalaciones mineras operativas, inactivas o abandonadas (túneles subterráneos, minas a tajo abierto, pilas de lixiviación y desmonte, relaves).

c) Suelo

Conformado por organismos vivos, minerales, materia orgánica, aire y agua, realiza una serie de servicios ambientales, sociales y económicos claves que son vitales para toda la vida, abasteciendo de agua y nutrientes para la planta. Presentan propiedades físicas tales como textura, color, estructura, porosidad, drenaje y profundidad, los que de acuerdo con su variación le confieren características propias.

d) Nivel de fondo

Se define como la concentración de sustancias peligrosas, presentes de forma sistemática en el medio natural que no han sido influenciadas por actividades localizadas. Es la concentración en el suelo de los químicos regulados que no fueron generados por actividad objeto de análisis y que se encuentran en el suelo de manera natural o fueron generados por alguna fuente antropogénica ajena a la considerada.

e) Extracción secuencial de Tessier

- La biodisponibilidad de metales se analiza mediante la extracción secuencial de metales por método de Tessier, la cual permite determinar la asociación del metal con las diferentes extracciones que se detallan:
- Extracción I: Metales en forma de iones intercambiables, en esta extracción los metales pueden ser fácilmente liberados de los sistemas acuáticos por pequeños cambios ambientales.
- Extracción II: Metales ligado a carbonatos. Los metales asociados a los carbonatos son susceptibles a los cambios de pH.
- Extracción III: Metales ligados a óxidos de hierro y manganeso.
- Extracción IV: Metales ligados a la materia orgánica. Bajo condiciones oxidantes en aguas naturales, la materia orgánica puede ser degradado, lo que lleva a una liberación de metales traza.
- Extracción V: Metales ligados a la fase residual. Una vez que se han eliminado las primeras cuatro extracciones, el sólido residual debe contener minerales principalmente primarios y secundarios, que pueden contener metales traza dentro de su estructura de cristal.

f) Relación entre resistividad y lixiviados de botaderos de desmontes

En estudios geofísicos (tomografía eléctrica) realizado por Olenchenko V.V., Kucher D.O, Bortnikova S.B., Gas'kova, Edelev A.V., Gora M.P. (2015) realizado a vertederos de residuos con contenido de sulfuros, permitieron determinar dos ejes de soluciones altamente tóxicas, los caudales, de los cursos de agua de drenaje de superficie sobre pendiente natural del valle, además de la filtración en el agua subterránea aproximadamente de 20m. Estas interpretaciones de los datos de geofísica, suponen la penetración de las soluciones en el medio ambiente geológico que lleva a su dilución en agua subterránea.

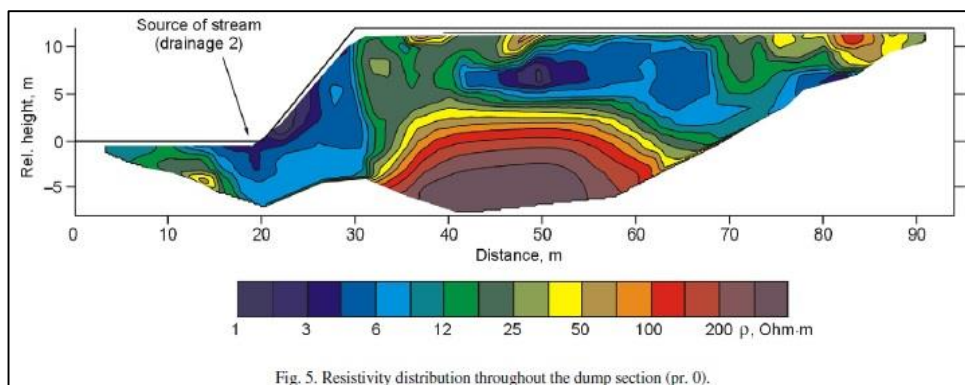


Figura 3.1 Distribución de resistividades a lo largo del perfil tomográfico en el depósito de residuos mineros

Fuente: Vertical and lateral spreading of highly mineralized acid drainage solutions (Ur dump, Salair): electrical resistivity tomography and hydrogeochemical

De acuerdo con los mecanismos de propagación de la contaminación en un acuífero y propagación a partir de la superficie, que incluye casos de arrastre de contaminación desde la superficie del terreno por aguas de infiltración y los de infiltración de aguas superficiales contaminadas desde ríos y escorrentía.

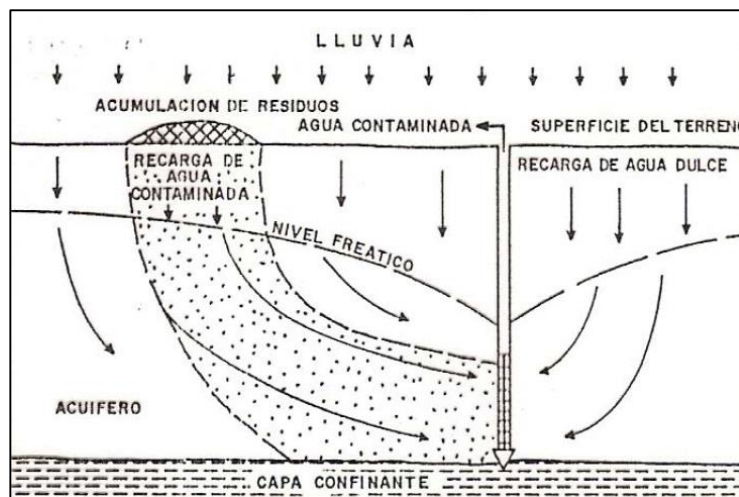


Figura 3.2 Contaminación de un acuífero por lixiviados de residuos sólidos

Fuente: Calidad y Contaminación de las Aguas Subterráneas en España

g) Prospección geofísica (tomografía eléctrica)

La tomografía eléctrica es un método prospectivo geoelectrico no destructivo que analiza los materiales del subsuelo en función de su comportamiento eléctrico, diferenciándolos en función de resistividad eléctrica, propiedad de los materiales que indica su grado de oposición a conducir la corriente eléctrica a través.

La resistividad de las rocas va a depender, además de su naturaleza y composición, de los factores como la porosidad, la disposición geométrica de los poros, la proporción de poros rellenos de agua frente a los huecos secos y la resistividad de agua de relleno. Por lo tanto, su textura más o menos alterada o más o menos porosa y el contenido en fluidos de sus poros o fracturas condicionan la concentración de iones, cuya mayor movilidad tiene como consecuencia una menor resistividad o, lo que es lo mismo, una mayor conductividad.

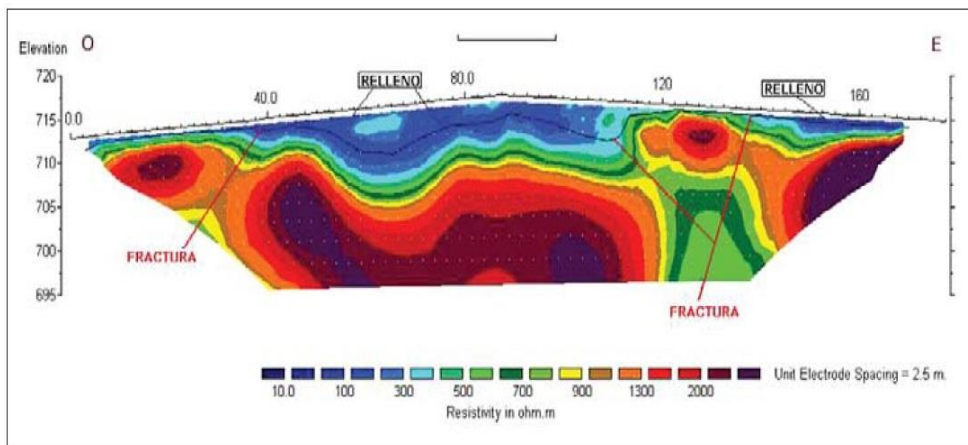


Figura 3.3 Perfil de tomografía eléctrica de un vertedero
 Fuente: Evaluación de problemas medioambientales mediante tomografía eléctrica

3.3 Metodología

La referencia utilizada durante el proceso de evaluación y supervisión ambiental, los puntos de monitoreo, los métodos de análisis empleados, herramientas y equipos utilizados, así como los estándares de comparación y análisis son detallados de la siguiente manera:

3.3.1 Calidad de agua superficial y agua subterránea

Para determinar la calidad ambiental del agua en la microcuenca Margaritani se consideró puntos de monitoreo de agua superficial, subterránea a través de piezómetros, subdrenajes, afloramientos, filtraciones y agua residual industrial, que emplee referencias nacionales.

Para efectos de la tesis se considera:

- Afloramientos: Aguas que emergen desde una roca o el suelo que posiblemente se encuentren afectados por lixiviados provenientes de los componentes mineros o trabajos realizados por la actividad minera.
- Agua subterránea: Agua que se encuentra o corre por los acuíferos, que se mueve lentamente desde lugares con alta elevación y hacia lugares de menor elevación.
- Subdrenaje: Flujos de agua subterránea que circula por debajo de los componentes mineros y que se colectan mediante un sistema de tuberías perforadas hacia pozas.

Los puntos de monitoreo fueron ubicados considerando los puntos de monitoreo establecidos en los instrumentos de gestión ambiental que cuenta la unidad minera, aguas arriba y aguas debajo de los vertimientos detectados, asimismo, de los componentes ambientales materia de evaluación.

Los resultados del monitoreo de la calidad del agua superficial y afloramientos son presentados por sectores: quebrada Margaritani (Sector I), quebrada Apostoloni (Sector II) y río Margaritani y tributarios (Sector III).

Para la evaluación se considera referencias nacionales para el monitoreo de agua superficial, subterránea y agua residual industrial, según el siguiente detalle:

Tabla 3.1 Referencia para el monitoreo

Matriz	Autoridad emisora	Dispositivo Legal	Referencia
Agua Superficial	Autoridad Nacional del Agua (ANA)	Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA	Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales
Agua Subterránea	Ministerio del Ambiente (MINAM)	-	Manual de buenas prácticas en la investigación de sitios contaminados muestreo de aguas subterráneas
Agua residual industrial	Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros (DGAAM) del MINEM	Resolución Directoral N° 004-94-EM-DGAA	Protocolo de Monitoreo de Calidad de agua sub sector-minería

Fuente: Elaboración propia

Los parámetros evaluados proveniente del agua superficial, subterránea y afloramientos se seleccionan en función a la actividad de la unidad minera, los cuales son comparados con los parámetros establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental nacional (ECA) de la normativa vigente al momento de la evaluación y supervisión, contenidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

En el caso de filtraciones fueron comparados con los Límites Máximos Permisibles (LMP) para la descarga de efluente líquidos provenientes de actividades minero-metalúrgicos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM.

3.3.2 Caracterización de componentes mineros

La caracterización de los componentes mineros (caracterización geoquímica) permite conocer la concentración de metales, las zonas de generación de acidez, la biodisponibilidad y la susceptibilidad a procesos de lixiviación.

Para la determinación de los puntos de monitoreo para los componentes mineros se realizó en consideración a la ubicación de los afloramientos aledaños al componente, asimismo, se realizó en los componentes depósito de desmonte Norte, tajo Tucari y la ampliación del depósito de desmonte.

Para caracterizar la composición química y potencial generación de acidez en el depósito de desmonte Norte, tajo Tucari y ampliación del depósito de desmonte se evaluaron metales totales y prueba estática de balance ácido-base (ABA).

3.3.3 Prospección geofísica

Para la evaluación se realizó la prospección geofísica por el método de “tomografía geoelectrica” debido a su amplia gama de aplicaciones, sobre todo con fines medioambientales.

Para la realización del trabajo en campo fue empleado el método geoelectrico de resistividades 2D y 3D, para 2D el arreglo es polo dipolo y para 3D el arreglo es polo dipolo lateral offset, en su modalidad de tomografía eléctrica. Dicho método consiste en la implantación de electrodos a lo largo de perfiles, con una separación condicionada por el grado de resolución, profundidad y objetivos que se pretende cubrir, de modo que a menor separación mayor resolución y a mayor separación mayor profundidad.

La distribución del trazado de las líneas tomográficas se distribuyó en el depósito de desmonte Norte, la ampliación del depósito de desmonte y en zonas aledañas al sistema de tratamiento de aguas ácidas del tajo Tucari.

La base de datos validada y empleada para la generación de pseudo-secciones (perfiles geoelectricos) es exportada a un formato específico para el proceso de inversión, el cual se transforma las resistividades aparentes obtenidas en campo, a valores de resistividad real, obteniendo una solución más precisa para las anomalías determinadas.

CAPITULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Proceso de evaluación

Los puntos de monitoreo, los estándares de comparación y resultado de análisis se detallan de la siguiente manera:

4.1.1 Calidad de agua superficial

Los puntos de monitoreo fueron considerando los puntos establecidos en los instrumentos de gestión ambiental de la unidad minera, aguas arriba y aguas debajo de los vertimientos, de los componentes mineros y nacientes de cuerpos hídricos.

Los resultados de agua superficial y afloramientos son presentados por sectores: quebrada Margaritani (sector I), quebrada Apostoloni (sector II) y río Margaritani y tributarios (sector III), el sector I esta subdividido en tres zonas, que

presentan la parte alta, media y baja de la quebrada Margaritani, esto de acuerdo al siguiente gráfico:

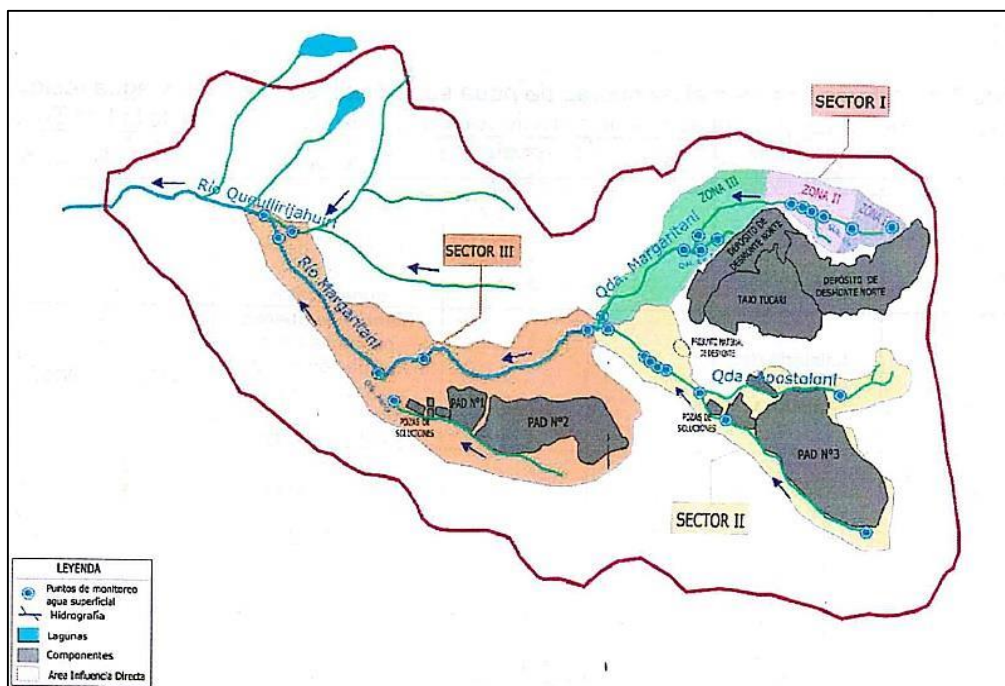


Figura 4.1 Mapa de distribución de los sectores y zonas de estudio del área de influencia

Fuente: OEFA

Tabla 4.1 Puntos de Monitoreo Agua Superficial

Punto	Coordenada WGS-84 (Zona 19)		Sector de estudio	Zona	Ubicación	Cantidad
	Este	Norte				
TU-40	374 087	8 168 401	Sector I: quebrada Margaritani	Zona I	Parte alta quebrada Margaritani	2
TU-20	373 663	8 168 359				
AG-20	373 373	8 168 480		Zona II	Parte media quebrada Margaritani y quebrada sin nombre 1	4
AG-21	373 164	8 168 558				
TU-21	373 247	8 168 496				
TU-22	373 049	8 168 594				
TU-24	372 034	8 168 156		Zona III	Parte baja quebrada Margaritani y quebrada sin nombre 2	5
TU-24A	372 269	8 168 286				
TU-25	372 032	8 168 197				
TU-26	371 946	8 168 163				
TU-27	371 007	8 167 538				
AG-25	373 566	8 166 917	Sector II: quebrada Apostoloni	-	Quebrada Apostoloni	9
AG-26	373 876	8 165 728				
AG-26A	372 358	8 166 684				
AG-27	372 117	8 166 894				
TU-05	371 566	8 167 162				
TU-34	371 692	8 167 172				
TU-04	371 635	8 167 187				
AG-30	371 499	8 167 211				
TU-11	370 985	8 167 507	Sector III: río Margaritani y tributarios	-	Río Margaritani	3
TU-28	370 928	8 167 487				
AG-24	369 232	8 167 214				
AG-18	367 656	8 168 237			Quebrada Planta	2
TU-14	368 918	8 166 848				
TU-38	368 744	8 167 064				
AG-17	367 820	8 168 287	Río Queullirijahuiri	2		
AG-19	367 527	8 168 444				

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de agua superficial son comparados con los valores de los Estándares de Calidad Ambiental para agua de acuerdo a la normativa vigente

durante la evaluación de la unidad (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM), los valores de comparación utilizados para la evaluación se muestran a continuación:

Tabla 4.2 Estándares de Calidad Ambiental – Agua Superficial

Parámetros	Unidad	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales
pH	unidad pH	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5
Conductividad eléctrica	µS/cm	2 500	5 000
Oxígeno disuelto	mg/L	>= 4	>= 5
Cianuro wad	mg/L	0.1	0.1
Cloruros	mg/L	500	-
Fluoruros	mg/L	1	-
Bicarbonatos	mg/L	518	-
Sulfatos	mg/L	1 000	1 000
Cromo	mg/L	0.1	1
Aluminio	mg/L	5	5
Arsénico	mg/L	0.1	0.2
Bario	mg/L	0.7	-
Berilio	mg/L	0.1	0.1
Boro	mg/L	1	5
Cadmio	mg/L	0.01	0.05
Cobalto	mg/L	0.05	1
Cobre	mg/L	0.2	0.5
Hierro	mg/L	5	-
Litio	mg/L	2.5	2.5
Magnesio	mg/L	-	250
Manganeso	mg/L	0.2	0.2
Mercurio	mg/L	0.001	0.01
Niquel	mg/L	0.2	1
Plomo	mg/L	0.05	0.05
Selenio	mg/L	0.02	0.05
Zinc	mg/L	2	24

Fuente: Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

Sector I: Quebrada Margaritani

Se datan las concentraciones de algunos metales de los puntos de monitoreo en comparación a la regulación ambiental – Estándares de calidad ambiental, de acuerdo al siguiente detalle:

Tabla 4.3 Parámetros químicos en Sector I: Quebrada Margaritani

Parámetros	Unidad	TU-40	TU-20	AG-20	AG-21	TU-21	TU-22	TU-24	TU-24A	TU-25	TU-26	TU-27	D1: Riego de vegetales (**)	D2: Bebida de animales (**)
pH	pH	3.26	2.88	2.81	2.70	2.54	2.53	2.61	2.49	2.70	2.66	2.78	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5
Conductividad E.	µS/cm	2 730	3 300	2 730	3 150	4 260	4 040	6 490	7 700	3 690	5 320	3 280	2 500	5 000
Sulfatos	mg/L	1 809.8	3 360.5	1 989	2 438	3 785	3 921	6 327	8 389	3 130	3 225	2 695	1 000	1 000
Aluminio	mg/L	320.80	524.80	328.00	413.80	572.70	594.30	958.10	1 666	389.10	409.20	343.90	5	5
Arsénico	mg/L	0.04	0.20	<0.007	<0.007	0.32	0.11	13.17	35.94	2.83	3.44	2.06	0.1	0.2
Cadmio	mg/L	2.04	0.43	0.15	0.10	0.19	0.17	2.58	2.50	0.35	0.54	0.43	0.01	0.05
Cobalto	mg/L	1.74	1.94	1.00	0.96	1.91	1.65	3.12	5.67	1.65	1.67	1.42	0.05	1
Cobre	mg/L	1.26	16.95	8.74	17.84	47.99	32.64	87.34	65.15	11.54	18.28	15.78	0.2	0.5
Hierro	mg/L	54.25	218.90	154.30	282.60	645.70	432.20	1 336	3 347	349.60	443.70	330.50	5	-
Manganeso	mg/L	27.00	24.64	19.72	20.72	25.56	25.43	32.46	25.78	12.60	14.70	13.21	0.2	0.2
Níquel	mg/L	1.36	1.54	0.76	0.73	1.59	1.31	2.14	3.73	1.14	1.15	0.99	0.2	1
Plomo	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.05	0.05
Zinc	mg/L	9.40	14.06	7.43	7.88	18.80	17.46	100.80	140.70	12.08	19.38	15.98	2	24

(**) Estándares de Calidad Ambiental para Agua – Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

Fuente: OEFA

De la tabla 4.3 correspondiente al sector I: Quebrada Margaritani se advierte que en los puntos TU-40, TU-20, AG-20, AG-21, TU-21, TU-22, TU-24, TU-24A, TU-25, TU-26 y TU-27 presentan valores de pH ácidos entre 2.49 y 3.26 los cuales se encuentran fuera del rango de los Estándares de Calidad Ambiental para agua.

En relación a la conductividad eléctrica, los puntos de monitoreo se encuentran en valores de 2 730 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 7 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ superando al ECA para agua categoría 3, subcategoría riego de vegetales. Los valores más altos se registran en los puntos TU-24A, TU-24 y TU-26 con valores de 7 700, 6 490 y 5 320 $\mu\text{S}/\text{cm}$ los cuales superan al ECA para agua categoría 3, subcategoría bebida de animales.

En relación al parámetro Aluminio, Cadmio, Cobre, Hierro, Manganeso se encuentran en valores de 320.8 mg/L a 1 666 mg/L, 0.10 mg/L a 2.58 mg/L, 1.26 mg/L a 87.34 mg/L, 54.25 mg/L a 3 347 mg/L y 12.60 mg/L 32.46 mg/L respectivamente los cuales superan a los ECA para agua categoría 3.

El parámetro Arsénico en el punto TU-21, TU-24, TU-24A, TU-25, TU-26 y TU-27 se encuentran en valores de 0.32 mg/L a 35.94 mg/L superando los ECA para categoría 3, subcategoría bebida de animales, el parámetro Cobalto se encuentran en valores de 0.96 mg/L a 5.67 mg/L superando a los ECA para agua, a excepción de los puntos AG-20 y AG-21 que no superan los ECA agua categoría 3, subcategoría bebida de animales.

Respecto al parámetro Níquel se encuentra en valores de 0.73 mg/L a 3.73 mg/L, superando a los ECA para agua, a excepción de los puntos AG-20, AG-21 y TU-27 que no superan los ECA agua categoría 3, subcategoría bebida de animales.

Los valores de Plomo no superan los ECA para agua, mientras que el parámetro Zinc se encuentra en valores de 7.43 mg/L a 140.70 mg/L superando los cuales superan al ECA para agua categoría 3, subcategoría riego de vegetales, y en los puntos TU-24 y TU-24A superan al ECA para agua categoría 3, subcategoría bebida de animales.

Sector II: Quebrada Apostoloni

Se datan las concentraciones de algunos metales de los puntos de monitoreo en comparación a la regulación ambiental – Estándares de calidad ambiental, de acuerdo al siguiente detalle:

Tabla 4.4 Parámetros químicos en Sector II: Quebrada Apostoloni

Parámetros	AG-25	AG-26	AG-26A	AG-27	TU-05	TU-34	TU-04	AG-30	TU-11	D1: Riego de veget ales	D2: Bebid a de anim ales
pH	2.94	2.96	3.33	2.99	3.25	3.02	2.83	3.12	2.99	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5
Conductiv idad E. μS/cm	3 810	1 550	963	2 186	1 638	3 780	3 770	2 600	2 130	2 500	5 000
Sulfatos*	3 325.9	860.4	420.2	1 722.6	1 031	2 943	3 206	2 504	1 457	1 000	1 000
Aluminio*	592.6	112.3	52.14	290	150.6	698.1	826	447	300.8	5	5
Arsénico*	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.026	<0.007	0.109	<0.007	0.048	0.1	0.2
Cadmio*	0.033	0.012	0.006	0.031	0.017	0.032	0.058	0.047	0.049	0.01	0.05
Cobalto*	0.793	0.209	0.0978	0.413	0.255	0.823	0.949	0.631	0.462	0.05	1
Cobre*	0.473	0.069	0.043	1.339	0.996	2.003	3.813	3.754	2.593	0.2	0.5
Hierro*	269.4	53.64	19.41	130.6	97.31	404.8	448.9	278.3	126.9	5	-
Mangane so*	5.915	1.852	1.335	4.827	5.022	7.575	8.832	8.577	7.98	0.2	0.2
Níquel*	0.58	0.183	0.091	0.334	0.207	0.562	0.649	0.467	0.341	0.2	1
Plomo*	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.05	0.05
Zinc*	1.773	0.587	0.309	1.868	1.236	2.32	3.631	3.014	2.617	2	24

(*) Unidad mg/L

(**) Estándares de Calidad Ambiental para Agua – Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

Fuente: OEFA

De la tabla 4.4 correspondiente al sector II: Quebrada Apostoloni se advierte que en los puntos AG-25, AG-216, AG-26A, AG-27, TU-05, TU-34, TU-04, AG-30 y TU-11 presentan valores de pH ácidos entre 2.83 a 3.33 los cuales se encuentran fuera del rango de los Estándares de Calidad Ambiental para agua.

En relación a la conductividad eléctrica, los puntos de monitoreo se encuentran en valores de 963 μS/cm a 3 810 μS/cm, en los puntos AG-25, TU-34, TU-04 y AG-30 registran valores de 3 810, 3 780, 3 770 y 2 600 μS/cm superando al ECA para agua categoría 3, subcategoría riego de vegetales.

En relación al parámetro Aluminio, Hierro y Manganeso se encuentran en valores de 52.14 mg/L a 826 mg/L, 19.41 mg/L a 448.9 mg/L y 1.335 mg/L a 8.832 mg/L respectivamente los cuales superan a los ECA para agua categoría 3; respecto al parámetro Cobre se encuentran en valores de 0.043 mg/L a 3.813 mg/L, superando al ECA agua en los puntos AG-27, TU-05, TU-34, TU-04, AG-30 y TU-11; respecto al parámetro Cadmio se encuentra en valores de 0.006 mg/L a 0.058 mg/L, superando en los puntos AG-25, AG-26, AG-27, TU-05, TU-34, AG-30 y TU-11 al ECA agua categoría 3, subcategoría riego de vegetales y en el punto TU-04 superando al ECA agua categoría 3, subcategoría bebida de animales.

El parámetro Arsénico en el punto TU-04 tiene un valor de 0.109 mg/L superando el ECA para categoría 3, subcategoría riego de vegetales, el parámetro Cobalto se encuentran en valores de 0.0978 mg/L a 0.949 mg/L superando a los ECA para agua categoría 3, subcategoría riego de vegetales.

Respecto al parámetro Níquel se encuentra en valores de 0.091 mg/L a 0.649 mg/L, superando en los puntos AG-25, AG-27, TU-05, TU-34, TU-04, AG-30 y TU-11 al ECA agua categoría 3, subcategoría riego de vegetales

Los valores de Plomo no superan los ECA para agua, mientras que el parámetro Zinc se encuentra en valores de 0.309 mg/L a 3.631 mg/L, superando en los puntos TU-34, TU-04, AG-30 y TU-11 al ECA agua categoría 3, subcategoría riego de vegetales

Sector III: Río Margaritani y tributarios

Se datan las concentraciones de algunos metales de los puntos de monitoreo en comparación a la regulación ambiental – Estándares de calidad ambiental, de acuerdo al siguiente detalle:

Tabla 4.5 Parámetros químicos en Sector III: Río Margaritani y tributarios

Parámetros	Río Margaritani			Quebrada Planta		Río Queullirijahuri		D1: Riego de vegetales (**)	D2: Bebida de animales (**)
	TU-28	AG-24	AG-18	TU-14	TU-38	AG-17	AG-19		
pH	2.68	2.91	2.82	6.26	6.98	3.18	2.81	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5
Conductividad E. μ S/cm	2 840	2 610	2 690	249	351	889	2 200	2 500	5 000
Sulfatos *	2 174	2 111	1 991	93.4	131.2	459.1	1 315	1 000	1 000
Aluminio*	328	316	328.3	0.466	0.757	58.41	212.5	5	5
Arsénico*	2.045	0.356	0.625	<0.007	<0.007	<0.007	0.589	0.1	0.2
Cadmio*	0.309	0.112	0.166	<0.001	<0.001	0.004	0.149	0.01	0.05
Cobalto*	1.181	0.178	0.85	0.008	0.013	0.077	0.665	0.05	1
Cobre*	9.652	5.315	7.817	0.024	0.042	0.062	5.38	0.2	0.5
Hierro*	339	197	234	0.365	1.162	13.81	176.4	5	-
Manganeso*	9.863	9.174	9.884	0.727	1.995	1.889	7.857	0.2	0.2
Níquel*	0.783	0.509	0.591	0.0097	0.013	0.081	0.459	0.2	1
Plomo*	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.007	<0.001	<0.001	0.05	0.05
Zinc*	12.21	5.339	7.064	0.232	1.444	0.54	5.952	2	24

(*) Unidad mg/L

(**) Estándares de Calidad Ambiental para Agua – Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

Fuente: OEFA

De la tabla 4.5 correspondiente al sector III: Río Margaritani y tributarios se advierte que en los puntos TU-28, AG-24 y AG-18 presentan valores de pH ácidos entre 2.68 a 2.91 los cuales se encuentran fuera del rango de los Estándares de Calidad Ambiental para agua, en los puntos TU-14 y TU-38 (Quebrada Planta) presentan valores de pH de 6.26 y 6.98, cumpliendo el punto TU-38 los ECA agua, y en el río

Queullirijahuri presentan valores de pH ácidos de 3.18 y 2.81 superando los ECA agua.

En relación a la conductividad eléctrica, en el río Margaritani los valores se encuentran entre 2 610 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 2 840 $\mu\text{S}/\text{cm}$ superando al ECA agua categoría 3, subcategoría riego de vegetales, en la quebrada planta (TU-14 y TU-38) y río Queullirijahuri (AG-17 y AG-19) se encuentran en valores de 249 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 2 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ cumpliendo con los ECA agua.

Respecto al río Margaritani los parámetros Aluminio, Arsénico, Cadmio, Cobre, Hierro, Manganeso y Plomo se encuentran en valores de 316 mg/L a 328.3 mg/L, 0.356 mg/L a 2.045 mg/L, 0.112 mg/L a 0.309 mg/L, 5.315 mg/L a 9.652 mg/L, 197 mg/L a 339 mg/L, 9.174 mg/L a 9.884 mg/L y <0.001 respectivamente los cuales superan al ECA agua categoría 3.

En relación al parámetro Cobalto presenta valores de 0.85 mg/L a 1.181 mg/L, superando en los puntos TU-28 y AG-24 al ECA agua categoría 3, subcategoría bebida de animales, respecto al parámetro Níquel presenta valores de 0.509 mg/L a 0.783 mg/L superando al ECA agua categoría 3, subcategoría riego de vegetales, y el parámetro Zinc presenta valores de 5.339 mg/L a 12.21 mg/L superando al ECA agua categoría 3, subcategoría riego de vegetales.

Respecto a la quebrada Planta los parámetros Aluminio, Arsénico, Cadmio, Cobalto, Cobre, Hierro, Níquel, Plomo y Zinc se encuentran en valores de 0.466

mg/L a 0.757 mg/L, <0.007 mg/L, <0.001 mg/L, 0.008 mg/L a 0.013 mg/L, 0.024 mg/L a 0.042 mg/L, 0.365 mg/L a 1.162 mg/L, 0.0097 mg/L a 0.013 mg/L, <0.001 mg/L, y 0.232 mg/L a 1.444 mg/L respectivamente los cuales se encuentran dentro del rango de los ECA agua categoría 3.

En relación al parámetro Manganeseo presenta valores de 0.727 mg/L a 1.995 mg/L los cuales superan a los ECA agua categoría 3.

Respecto al río Quellirijahuiri los parámetros Aluminio, Hierro y Manganeseo se encuentran en valores de 58.41 mg/L a 212.5 mg/L, 13.81 mg/L a 176.4 mg/L y 1.889 mg/L a 7.857 mg/L, superando al ECA agua categoría 3.

En relación al parámetro Arsénico, Cadmio y Cobre en el punto AG-19 presentan un valor de 0.589 mg/L, 0.149 mg/L y 5.38 mg/L respectivamente superando al ECA agua categoría 3.

El parámetro Cobalto presenta valores de 0.077mg/L a 0.665 mg/L superando al ECA agua categoría 3, subcategoría riego de vegetales, en el punto AG-19 el parámetro Níquel y Zinc presenta un valor de 0.459 mg/L y 5.952 mg/L respectivamente superando al ECA agua Categoría 3, subcategoría riego de vegetales.

4.1.2 Calidad de agua subterránea

Los puntos de monitoreo (piezómetros) se encuentran ubicados en el área de influencia de la unidad minera, de acuerdo a la siguiente ubicación:

Tabla 4.6 Puntos de Monitoreo Agua Subterránea

Punto	Coordenada WGS-84 (Zona 19)		Ubicación	Cantidad
	Este	Norte		
PZT-02	373 331	8 168 439	Área de influencia de la unidad minera	6
PZT-14	373 784	8 167 105		
PZT-06	372 639	8 166 645		
PZT-05	372 137	8 166 870		
PZT-11	369 343	8 166 803		
PZT-13	368 928	8 166 864		

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de agua subterránea son comparados de forma referencial con los valores de los Estándares de Calidad Ambiental para agua de acuerdo a la normativa vigente durante la evaluación de la unidad (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM), de acuerdo al siguiente detalle:

Tabla 4.7 Parámetros de agua subterránea

Parámetros	unida d	PZT-02	PZT-05	PZT-06	PZT-11	PZT-13	PZT-14	D1: Riego de vegetale s (**)	D2: Bebida de animale s (**)
pH		7.170	7.50	7.230	7.68	5.00	5.000	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5
Conductivid ad E.	μS/cm	1 686	3 000	2 260	1 009	304.00	2 360	2 500	5 000
Sulfatos	mg/L	1 063.4	1 713.9	1 266	126.70	116.00	1 242.1	1 000	1 000
Aluminio	mg/L	0.044	0.05	6.434	2.02	2.46	2.376	5	5
Arsénico	mg/L	0.068	<0.007	0.174	<0.007	<0.007	<0.007	0.1	0.2
Cadmio	mg/L	<0.001	<0.001	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	0.01	0.05
Cobalto	mg/L	<0.001	<0.001	0.008	0.003	0.020	0.003	0.05	1
Cobre	mg/L	0.002	<0.002	0.095	0.009	0.018	<0.002	0.2	0.5
Hierro	mg/L	0.367	2.89	14.910	5.224	2.653	42.920	5	-
Manganeso	mg/L	2.545	0.21	2.652	0.965	0.755	7.154	0.2	0.2
Níquel	mg/L	<0.002	<0.002	0.009	0.007	0.019	0.005	0.2	1
Plomo	mg/L	<0.001	<0.001	0.057	0.062	0.049	<0.001	0.05	0.05
Zinc	mg/L	0.021	0.01	0.321	0.077	1.200	0.117	2	24

(**) Estándares de Calidad Ambiental para Agua – Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

Fuente: OEFA

De la tabla 4.7 se advierte que los puntos de monitoreo presentan valores de pH entre 5 a 7.68, los cuales se encuentran dentro del rango establecido en el ECA para agua categoría 3 a excepción de los puntos PZT-13 y PZT-14 que registraron valores de pH 5.

En relación a la conductividad eléctrica presenta valores de 304 μS/cm a 3 000 μS/cm, los cuales se encuentran dentro del rango establecido en el ECA para agua categoría 3 a excepción del punto PZT-05.

En relación al parámetro Aluminio, Cadmio, Cobalto, Cobre, Níquel y Zinc se encuentran en valores de 0.044 mg/L a 6.434 mg/L, <0.001 mg/L, <0.001 mg/L a 0.02 mg/L, <0.002 mg/L a 0.095 mg/L, <0.002 mg/L a 0.019 mg/L, y 0.01 mg/L a 1.2 mg/L respectivamente los cuales se encuentran dentro del rango establecido en el ECA para agua categoría 3.

El parámetro Arsénico se encuentra en valores de <0.007 mg/L a 0.174 mg/L encontrándose dentro del rango del ECA para agua categoría 3, a excepción del punto PZT-06 que supera al ECA para agua categoría 3, subcategoría riego de vegetales.

Respecto al parámetro Hierro se encuentra en valores de 0.367 mg/L a 42.920 mg/L, en el punto PZT-06, PZT-11 y PZT-14 superan los valores del ECA para agua categoría 3, subcategoría riego de vegetales.

En relación al Manganeso presenta valores de 0.21 mg/L a 7.154 mg/L los cuales superan al rango de valor establecido para ECA agua categoría 3, asimismo el parámetro Plomo se encuentra en valores de <0.001 mg/L a 0.062 mg/L, cumpliendo el rango establecido en el ECA para agua categoría 3 a excepción del punto PZT-06 y PZT-11 que superan al ECA para agua categoría 3, subcategoría riego de vegetales.

4.1.3 Afloramientos

Se identifica afloramientos aledaños a los componentes mineros en la quebrada Margaritani y Apostoloni, los cuales convergen con el cauce del agua superficial, siendo un aportante de caudal y metales, por lo que, se realiza el muestreo de estos afloramientos divididos en dos sectores: quebrada Margaritani y quebrada Apostoloni, esto de acuerdo al siguiente detalle:

Tabla 4.8 Afloramientos en la unidad minera

Punto	Coordenada WGS-84 (Zona 19)		Sector de estudio	Ubicación	Cantidad
	Este	Norte			
MT-46A	373 458	8 168 264	Sector I: quebrada Margaritani	Aledaños al depósito de desmonte Norte. Los afloramientos tributan a las quebrada Margaritani y sin nombre.	8
MT-BO11	373 343	8 168 472			
MT-01	373 196	8 168 437			
MT-60	372 410	8 168 350			
MT-52A	372 257	8 168 259			
MT-53A	372 239	8 168 248			
MT-BO2	372 118	8 168 207			
MT-BO3	372 070	8 168 152			
MT-55	371 661	8 167 578	Sector II: quebrada Apostoloni	Planta de tratamiento aguas ácidas	2
MT-57	371 730	8 167 511		Planta de tratamiento de aguas ácidas y tributan a la quebrada	4
MT-59	371 715	8 167 322			
MT-BO9	371 805	8 167 315			
MT-BO12	371 742	8 167 319			
MT-BO9A	371 795	8 167 274			

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de análisis se datan en la siguiente tabla disgregando cada afloramiento por el sector correspondiente, considerando los parámetros evaluados en el análisis de agua superficial:

Tabla 4.9 Parámetros de afloramientos de la unidad minera

Parámetros	Unidad	Sector I: Quebrada Margaritani										Sector II: Quebrada Apostoloni			
		MT-46A	MT-BO11	MT-01	MT-60	MT-52A	MT-53A	MT-BO2	MT-BO3	MT-55	MT-57	MT-59	MT-BO9	MT-BO12	MT-BO9A
pH	pH	2.54	2.72	3.69	2.33	2.50	2.57	2.50	2.49	2.61	2.79	2.60	2.51	2.38	2.61
Conductividad E.	µS/cm	6 040	5 080	3 330	7 760	4 040	3 670	6 690	6 540	12 250	5 480	4 130	12 430	13 180	13 350
Sulfatos	mg/L	4 677	5 228	3 351	7 383	1 574	1 862	5 790	5 808	15 980	5 852	3 569	14 930	18 840	18 750
Aluminio	mg/L	689	903.2	700.3	704	173.1	164.1	915.3	981.3	3 679	628.9	352	1 897	2 664	3 451
Arsénico	mg/L	0.373	1.043	<0.007	48.28	85.87	52.1	12.17	5.476	20.73	14.24	0.859	22.62	22.06	17.22
Cadmio	mg/L	0.357	0.292	0.219	1.708	4.322	3.510	2.484	2.151	1.394	2.389	0.930	1.304	1.382	1.095
Cobalto	mg/L	3.266	2.329	1.621	3.822	1.210	1.187	2.669	5.403	6.107	6.127	2.603	7.072	7.440	6.986
Cobre	mg/L	79.47	52.74	22.39	27.26	9.865	102.5	88.18	124	219.4	160.4	35.12	304.2	297.0	243
Hierro	mg/L	1 004	894.8	1.654	1 769	682.7	687.1	1 302	1 192	6 907	1 377	656.7	6 226	7 741	7 508
Manganeso	mg/L	25.93	36.73	34.51	7.632	4.542	3.516	28.28	51.71	135.2	22.59	41.64	170.8	195	220.1
Níquel	mg/L	2.810	2.019	1.323	2.392	0.738	0.726	1.889	3.202	3.860	4.474	1.541	5.745	6.002	5.477
Plomo	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	1.183	1.687	1.231	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Zinc	mg/L	25.80	26.81	22.22	72.08	38.84	42.8	96.20	97.38	151.8	143.6	36.70	149.3	160.8	135.2

Fuente: OEFA

De la tabla 4.9 el parámetro pH para los afloramientos en el sector I: quebrada Margaritani presenta un valor ácido desde 2.33 a 3.69, mientras que en el sector II: quebrada Apostoloni presenta un valor ácido desde 2.38 a 2.61, los cuales aportan carga metálica a cada respectiva quebrada.

Los drenajes de ácidos de mina presentan características comunes tales como pH (acidez y alcalinidad), sulfatos, concentración de metales pesados de acuerdo a los óxidos y sulfuros presentes en la minería, con frecuencia arsénico, cadmio, cobre, plomo, mercurio, y otros, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (2008), los cuales influyen en los cuerpos receptores hídricos aumentando su carga metálica.

Generalmente el drenaje ácido de roca se caracteriza por (i) valores de pH por debajo de 7 hasta 1.5, (ii) alcalinidad decreciente y acidez creciente, (iii) concentraciones elevadas de sulfato, (iv) concentraciones elevadas de metales (disueltos o totales), y (v) concentraciones elevadas de sólidos disueltos totales, Guía Ambiental para el Manejo de Drenaje Acido de Minas.

La ubicación de los puntos de afloramiento que se encuentran en el sector I: quebrada Margaritani, confluyen con el cauce de dicha quebrada y estarían modificando la calidad aguas abajo, esto pudiendo advertirse en los puntos de monitoreo de agua superficial.



Figura 4.2 Monitoreo Sector I: quebrada Margaritani
Fuente: Elaboración propia

Entre los puntos de monitoreo de agua superficial AG-20 y TU-22 se ve una alteración de la calidad del agua respecto del parámetro pH que varía de 2.81 a 2.53, el cual estaría influenciado por los afloramientos circundantes que confluyen al cauce de la quebrada (MT-46A, MT-BO11 y MT-01) que presentaron valores de pH ácidos (2.54, 2.72 y 3.69 respectivamente), asimismo se advierte que en dichos puntos de agua superficial AG-20 y TU-22 existe un aumento en la conductividad de 2 730 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 4 040 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Respecto a la concentración de Sulfatos en los puntos AG-20 y TU-22 se incrementa la concentración de 1 989 mg/L a 3 921 mg/L, debido a que los afloramientos MT-46A, MT-BO11 y MT-01 aportan a su concentración los cuales presentan valores de 4 677 mg/l, 5 228 mg/L y 3 351 mg/L respectivamente.

Entre los puntos de agua superficial AG-20 y TU-22 respecto a los parámetros Aluminio, Arsénico, Cadmio, Cobalto, Cobre, Hierro, Manganeso, Níquel y Zinc, se advierte un incremento en la concentración de dichos metales de 328 mg/L a 594.30 mg/L, <0.007 mg/L a 0.11 mg/L, 0.15 mg/L a 0.17 mg/L, 1 mg/L a 1.65 mg/L, 8.74 mg/L a 32.64 mg/L, 154.3 mg/L a 432.20 mg/L, 19.72 mg/L a 25.43 mg/L, 0.76 mg/L a 1.31 mg/L y 7.43 mg/L a 17.46 mg/L respectivamente, dicha aumento se debe a los afloramientos que aportan a la carga de metales en dicho sector, debido a que los afloramientos presentaron valores de Aluminio entre 689 mg/L a 903.2 mg/L, Arsénico entre <0.007 mg/L 1.043 mg/L, Cadmio entre 0.219 mg/L a 0.357 mg/L, Cobalto entre 1.621 mg/L a 3.266 mg/L, Cobre entre 22.39 mg/L a 79.47 mg/L, Hierro entre 1.654 mg/L a 1 004 mg/L, Manganeso 25.93 mg/L a 34.51 mg/L, Níquel entre 1.323 mg/L a 2.810 mg/L y Zinc entre 22.22 mg/L a 26.81 mg/L.

En la parte inferior de la quebrada Margaritani se encuentran los puntos de monitoreo TU-25 y TU-26, el punto de monitoreo TU-25 corresponde a la quebrada Margaritani antes de la confluencia con la quebrada sin nombre, la cual se podría ver influenciada por los afloramientos aledaños a la unidad minera (MT-52A, MT-53A, MT-BO2 y MT-BO3), cuya confluencia con la quebrada Margaritani modifica su caracterización la cual se ve reflejada en el punto TU-26.

Entre los puntos de monitoreo de agua superficial TU-25 y TU-26 se ve una alteración de la calidad del agua respecto del parámetro pH que varía de 2.70 a 2.66, asimismo, en dichos puntos de agua superficial existe un aumento en la

conductividad de 3 690 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 5 320 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo cual se debería al aumento de la carga metálica presente en el agua.

Respecto a la concentración de Sulfatos en los puntos TU-25 y TU-26 se incrementa la concentración de 3 130 mg/L a 3 225 mg/L, debido a la carga metálica que aporta la quebrada sin nombre que confluye con la quebrada Margaritani, en la cual se presenta los afloramientos. En relación a los parámetros de Aluminio, Arsénico, Cadmio, Cobalto, Cobre, Hierro, Manganeseo, Níquel y Zinc se advierte un incremento posterior a la confluencia de la quebrada Margaritani con la quebrada sin nombre (donde ocurren los afloramientos).

La ubicación de los puntos de afloramiento que se encuentran en el sector II: quebrada Apostoloni, confluyen con el cauce de dicha quebrada y estarían modificando la calidad aguas abajo, esto pudiendo advertirse en los puntos de monitoreo de agua superficial:



Figura 4.3 Monitoreo Sector II: quebrada Apostoloni
Fuente: Elaboración propia

Entre los puntos de monitoreo de agua superficial TU-34 y TU-04 se ve una alteración de la calidad del agua respecto del parámetro pH que varía de 3.02 a 2.83, el cual estaría influenciado por los afloramientos en la parte superior (MT-59, MT-BO9, MT-BO12 y MT-BO9A) que confluyen a la quebrada y que presentaron valores de pH ácidos (2.60, 2.51, 2.38 y 2.61 respectivamente).

Respecto a la concentración de Sulfatos en los puntos TU-34 y TU-04 se incrementa la concentración de 2 943 mg/L a 3 206 mg/L, asimismo los afloramientos presentan valores de 3 569 mg/L a 18 840 mg/L. En relación a los parámetros de Aluminio, Arsénico, Cadmio, Cobalto, Cobre, Hierro, Manganeso, Níquel y Zinc los valores en los afloramientos varían entre 352 mg/L a 3 451 mg/L, 0.859 mg/L a 22.62 mg/L, 0.930 mg/L a 1.382 mg/L, 2.603 mg/L a 7.44 mg/L, 35.12

mg/L a 304.2 mg/L, 656.7 mg/L a 7 741 mg/L, 41.64 mg/L a 220.1 mg/L, 1.541 mg/L a 6.002 mg/L y 36.70 mg/L a 160.8 mg/L respectivamente, advirtiéndose un incremento en la concentración aguas abajo de los afloramientos respecto al punto TU-34.

4.1.4 Filtraciones (Efluentes)

Dentro del área del componente botadero de desmonte se identificó filtraciones los cuales se realizó el muestreo para su caracterización, asimismo, se toma una muestra del agua residual industrial en el sistema de tratamiento de aguas ácidas, dichos puntos son comparados con los valores establecidos en el Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM, cabe precisar que dicho decreto rige para Efluentes Mineros Metalúrgicos los cuales son efluentes vertidos en cuerpos receptores:

Tabla 4.10 Puntos de Monitoreo de Filtraciones

Punto	Coordenada WGS-84 (Zona 19)		Ubicación	Cantidad
	Este	Norte		
MT-BO10	372 454	8 168 328	Botadero de desmonte	2
MT-BO5	372 286	8 168 178		
WT-01	371 731	8 167 452	Sistema de tratamiento	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.11 Parámetros filtraciones y agua residual industrial

Parámetros	unidad	MT-BO10	MT-BO5	WT-01	D.S. N° 010-2010-MINAM
pH		2.03	2.06	2.35	6 – 9
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	156.4	25.6	90	50
Arsénico total	mg/L	75.43	177.3	57.35	0.1
Cadmio total	mg/L	4.406	5.650	3.432	0.05
Cobre total	mg/L	1 543	1 864	1 070	0.5
Hierro disuelto	mg/L	23 560	23 180	11 490	2
Plomo total	mg/L	<0.001	0.614	<0.001	0.2
Mercurio total	mg/L	0.0002	0.0002	0.0002	0.002
Zinc total	mg/L	1 428	1 437	512.2	1.5

Fuente: OEFA

En los puntos MT-BO10 y MT-BO5 presenta un pH de 2.03 y 2.06 respectivamente, Sólidos totales en suspensión de 156.4 mg/L y 25.6 mg/L superando a los Límites Máximos Permisibles en el punto MT-BO10, en relación a las concentraciones de los metales: Arsénico (75.43 mg/L y 177.3 mg/L), Cadmio (4.406 mg/L y 5.650 mg/L), Cobre (1 543 mg/L y 1 864 mg/L), Hierro disuelto (23 560 mg/L y 23 180 mg/L), Plomo (<0.001 mg/L y 0.614 mg/L) y Zinc (1 428 mg/L y 1 437 mg/L), dichos valores exceden los valores establecidos en los Límites Máximos Permisibles, a excepción del parámetro plomo en el punto MT-BO10, las cuales corresponden a las filtraciones identificadas en el depósito de desmonte.

En relación al agua residual industrial WT-01 los parámetros pH, Sólidos Totales en Suspensión, Arsénico, Cadmio, Cobre, Hierro disuelto y Zinc presentan elevada concentración superando los valores establecidos para LMP, los cuales

deben ser tratados en el sistema de tratamiento de aguas ácidas implementado en la unidad minera para su posterior vertimiento y cumplimiento de los parámetros establecidos en la normativa ambiental.

4.1.5 Geoquímica de los componentes

La caracterización química y el potencial de generación de acidez en los componentes mineros botadero de desmonte y tajo se ha evaluado los metales totales y la prueba estática de balance ácido-base (ABA), de acuerdo al siguiente detalle:

a) Depósito de desmonte Norte

Los puntos de muestreo se muestran a continuación:

Tabla 4.12 Muestreo en botadero de desmonte Norte

Punto	Coordenada WGS-84 (Zona 19)		Ubicación	Cantidad
	Este	Norte		
CMBN-01	374 047	8 168 208	Depósito de desmonte Norte	9
CMBN-02	373 690	8 168 017		
CMBN-03	373 467	8 168 005		
CMBN-04	373 228	8 167 984		
CMBN-05	372 640	8 168 301		
CMBN-06	372 409	8 168 175		
CMBN-07	372 297	8 168 150		
CMBN-08	372 225	8 168 097		
CMBN-09	371 995	8 167 781		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.13 Análisis químico de botadero de desmonte

Parámetro	unidad	CMBN-01	CMBN-02	CMBN-03	CMBN-04	CMBN-05	CMBN-06	CMBN-07	CMBN-08	CMBN-09
Aluminio	mg/Kg	2 689	1 562	2 023	7 154	4 298	1 240	7 735	1 389	2 666
Arsénico	mg/Kg	82	415	77	75	133	258	150	182	226
Cadmio	mg/Kg	0.1352	2.922	0.939	0.091	<0.000 7	0.1483	<0.000 7	3.033	1.294
Cobalto	mg/Kg	5.77	15.6	6.96	5.90	1.10	1.19	1.67	6.13	4.48
Cobre	mg/Kg	210	1 433	75	35	176	682	58	295	235
Hierro	mg/Kg	21 648	43 909	28 987	33 730	25 738	13 782	76 829	19 166	21 074
Manganeso	mg/Kg	24.1	3.21	6.51	17.8	15.5	6.92	40.6	7.55	19.9
Mercurio	mg/Kg	1.1	3.0	1.5	0.47	1.4	0.83	1.1	1.8	1.3
Níquel	mg/Kg	6.18	13.2	7.04	5.68	1.10	1.22	2.28	4.84	4.06
Plomo	mg/Kg	1 161	>5 000	748	77.1	1 033	4 106	264	4 640	1 463
Zinc	mg/Kg	41	694	123	19.4	14.3	25.4	25.1	284	227

Fuente: OEFA

Los resultados son interpretados por la diferencia del potencial de neutralización y potencial de acidez, así como la relación entre los valores del PN/PA, de acuerdo a la metodología indicada en el Ítem 2.2.

Tabla 4.14 Test ABA botadero de desmante Norte

Parámetro	unidad	Botadero de desmante			
		CMBN-01	CMBN-03	CMBN-06	CMBN-08
pH	Unidad pH	3.74	3.31	3.59	3.05
Azufre total	%	5.7	5.2	6.2	5.3
Sulfato total	%	3.1	1.9	4.5	3
Sulfuro total	%	2.6	3.3	1.7	2.3
Potencial de Neutralización (PN)	Kg CaCO ₃ /Tn	0	0	0	0
Potencial de Acidez (PA)	Kg CaCO ₃ /Tn	81.3	103	53.1	71.9
Potencial Neto de Neutralización (NNP)	Kg CaCO ₃ /Tn	-81.3	-103	-53.1	-71.9
Ratio de Potencial Neto	-	0	0	0	0
Criterio 1 (NNP) ⁽¹⁾		PGA	PGA	PGA	PGA
Criterio 2 (PN/PA) ⁽²⁾		PGA	PGA	PGA	PGA

PGA: Potencial Generador de Acidez

⁽¹⁾ NNP<0 potencial generador ácido, -20<NNP<20 incertidumbre, NNP>+20 no genera ácido

⁽²⁾ PN/PA<1 potencial generador ácido, 1<PN/PA<3 incertidumbre, PN/PA>3 no genera ácido

Fuente: Elaboración propia

b) Ampliación del depósito de desmante

Los puntos de muestreo se muestran a continuación:

Tabla 4.15 Muestreo en ampliación botadero de desmante

Punto	Coordenada WGS-84 (Zona 19)		Ubicación	Cantidad
	Este	Norte		
CMB10-01	371 863	8 167 455	Depósito de desmante	3
CMB10-02	371 871	8 167 359		
CMB10-03	371 815	8 167 332		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.16 Análisis químico de ampliación botadero de desmonte

Parámetros	unidad	CMB10-01	CMB10-02	CMB10-03
Aluminio	mg/Kg	1 273	3 078	8 870
Arsénico	mg/Kg	697	493	76
Cadmio	mg/Kg	5.386	0.2484	<0.0007
Cobalto	mg/Kg	19.0	5.37	1.69
Cobre	mg/Kg	143	818	106
Hierro	mg/Kg	41 520	19 655	49 262
Manganeso	mg/Kg	8.23	15.7	55.4
Mercurio	mg/Kg	7.0	1.6	0.44
Níquel	mg/Kg	10.6	4.03	1.55
Plomo	mg/Kg	>5 000	1 698	149
Zinc	mg/Kg	772	38.8	16.3

Fuente: OEFA

Los resultados son interpretados por la diferencia del potencial de neutralización y potencial de acidez, así como la relación entre los valores del PN/PA, de acuerdo a la metodología indicada en el Ítem 2.2.

Tabla 4.17 Test ABA ampliación botadero de desmonte

Parámetro	unidad	Ampliación Botadero de desmonte	
		CMB10-01	CMB10-03
pH	Unidad pH	3.01	3.82
Azufre total	%	4.4	2.1
Sulfato total	%	2.4	1.3
Sulfuro total	%	2.0	0.8
Potencial de Neutralización (PN)	Kg CaCO ₃ /Tn	0	0
Potencial de Acidez (PA)	Kg CaCO ₃ /Tn	62.5	25
Potencial Neto de Neutralización (NNP)	Kg CaCO ₃ /Tn	-62.5	-25
Ratio de Potencial Neto	-	0	0
Criterio 1 (NNP) ⁽¹⁾		PGA	PGA
Criterio 2 (PN/PA) ⁽²⁾		PGA	PGA

PGA: Potencial Generador de Acidez

⁽¹⁾ NNP<0 potencial generador ácido, -20<NNP<20 incertidumbre, NNP>+20 no genera ácido

⁽²⁾ PN/PA<1 potencial generador ácido, 1<PN/PA<3 incertidumbre, PN/PA>3 no genera ácido

Fuente: Elaboración propia

c) Tajo

Los puntos de muestreo se muestran a continuación:

Tabla 4.18 Muestreo en tajo

Punto	Coordenada WGS-84 (Zona 19)		Ubicación	Cantidad
	Este	Norte		
CMTT-01	372 945	8 168 028	Tajo	2
CMTT-02	372 684	8 167 812		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.19 Análisis químico de tajo

Parámetros	unidad	CMTT-01	CMTT-02
Aluminio	mg/Kg	329	38
Arsénico	mg/Kg	131	930
Cadmio	mg/Kg	<0.0007	0.1080
Cobalto	mg/Kg	0.248	5.84
Cobre	mg/Kg	9.4	4 101
Hierro	mg/Kg	1 553	20 561
Manganeso	mg/Kg	<3.00	<3.00
Mercurio	mg/Kg	2.6	5.2
Níquel	mg/Kg	0.214	9.00
Plomo	mg/Kg	56.3	>5 000
Zinc	mg/Kg	3.58	5.0

Fuente: OEFA

Los resultados son interpretados por la diferencia del potencial de neutralización y potencial de acidez, así como la relación entre los valores del PN/PA, de acuerdo a la metodología indicada en el Ítem 2.2.

Tabla 4.20 Test ABA tajo

Parámetro	unidad	Tajo	
		CMTT-01	CMTT-02
pH	Unidad pH	5.33	4.02
Azufre total	%	2.2	2.1
Sulfato total	%	0.5	1.8
Sulfuro total	%	1.7	0.3
Potencial de Neutralización (PN)	Kg CaCO ₃ /Tn	0.24	0
Potencial de Acidez (PA)	Kg CaCO ₃ /Tn	53.1	9.38
Potencial Neto de Neutralización (NNP)	Kg CaCO ₃ /Tn	-52.86	-9.38
Ratio de Potencial Neto	-	0.0045	0
Criterio 1 (NNP) ⁽¹⁾		PGA	Incertidumbre
Criterio 2 (PN/PA) ⁽²⁾		PGA	PGA

PGA: Potencial Generador de Acidez

⁽¹⁾ NNP<0 potencial generador ácido, -20<NNP<20 incertidumbre, NNP>+20 no genera ácido

⁽²⁾ PN/PA<1 potencial generador ácido, 1<PN/PA<3 incertidumbre, PN/PA>3 no genera ácido

Fuente: Elaboración propia

4.1.6 Prospección geofísica (Tomografía Geoeléctrica) en la unidad minera

Se realiza la tomografía geoeléctrica en el depósito de desmonte Norte, presunto material de desmonte, el área de la planta de tratamiento de aguas ácidas y zonas aledañas para determinar la probable existencia de lixiviados.

Sector I: quebrada Margaritani

a) Interpretación de las líneas tomográficas en el depósito de desmonte Norte, quebrada sin nombre y zonas aledañas. Líneas: L-100, L0, L100, L200, L300, L400 y L500.

Las líneas se ubican en la parte alta de la quebrada Margaritani, comprendiendo el lado derecho, la quebrada sin nombre y parte del depósito de desmonte Norte, con una extensión aproximada de 500 metros y alcanzando una profundidad promedio de 190 metros.

Tabla 4.21 Ubicación de las líneas tomográficas, parte alta quebrada Margaritani

Código de Línea	Coordenadas iniciales WGS-48 (Zona 19)		Coordenadas finales WGS-84 (Zona 19)		Descripción
	Este	Norte	Este	Norte	
L-100	373 785	8 167 962	373 975	8 168 387	Parte alta, quebrada Margaritani, ladera del depósito de desmonte Norte y quebrada sin nombre 1.
L-0	373 649	8 167 905	373 848	8 138 455	
L100	373 549	8 167 928	373 710	8 168 527	
L200	373 453	9 167 954	373 614	8 168 553	
L300	373 356	9 167 980	373 517	8 168 579	
L400	373 259	8 168 006	373 420	8 168 605	
L500	373 189	8 168 128	373 324	8 168 631	

Fuente: Informe Técnico del Estudio de Prospección Geofísica

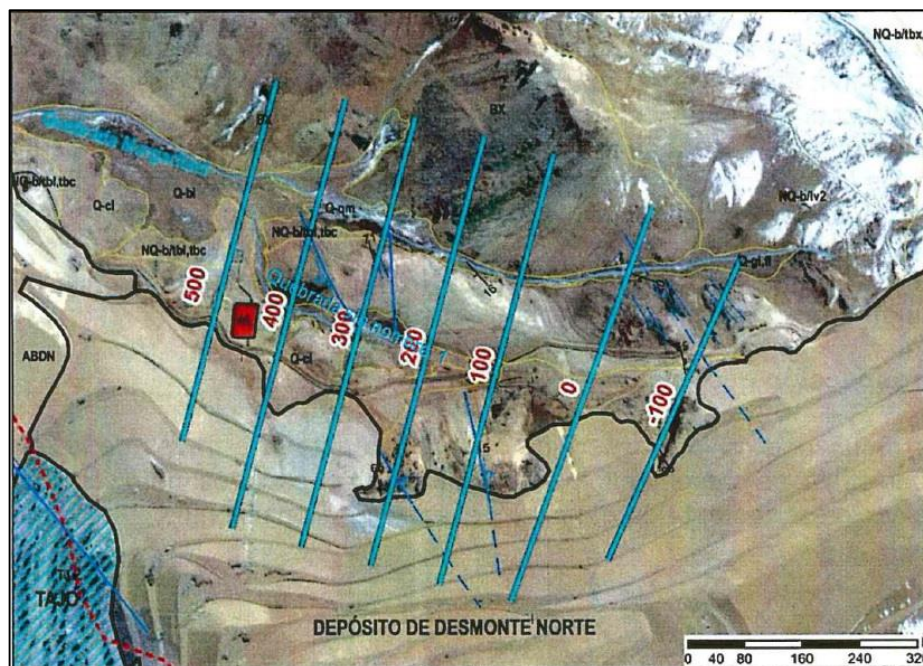


Figura 4.4 Ubicación de los perfiles de tomografía geoelectrica – parte alta quebrada Margaritani

Fuente: Informe Técnico del Estudio de Prospección Geofísica

En la figura 4.5 la parte superficial del bloque se observan zonas con valores bajos de resistividad del orden de 19 – 39 Ohm.m que indicarían la probable presencia de lixiviados. En la esquina inferior del margen derecho del bloque se aprecia una gran zona con presencia de agua o humedad.

Estas anomalías de baja resistividad abarcan desde la parte superficial hasta una profundidad promedio de 20 metros, identificándose zonas con valores bajos de resistividad de 19 – 39 Ohm.m

En la figura 4.6 se observa que, a 10 metros de profundidad, existen zonas con bajas resistividades de 7.6 a 23.4 Ohm.m, ubicadas en la ladera del depósito de desmonte Norte. En la quebrada sin nombre 1, se aprecia otra zona con baja

resistividad asociado a un bofedal, ubicado en la misma. En el margen derecho de la quebrada Margaritani se observan dos zonas de bajas resistividades, relacionadas a brechas mineralizadas y zonas de precipitación de óxidos.

A profundidades de 50, 80 y 100 metros se presentan resistividad más altas (>37.7 Ohm.m) en la ladera del depósito de desmonte; sin embargo, permanecen tres zonas puntuales con resistividades bajas.

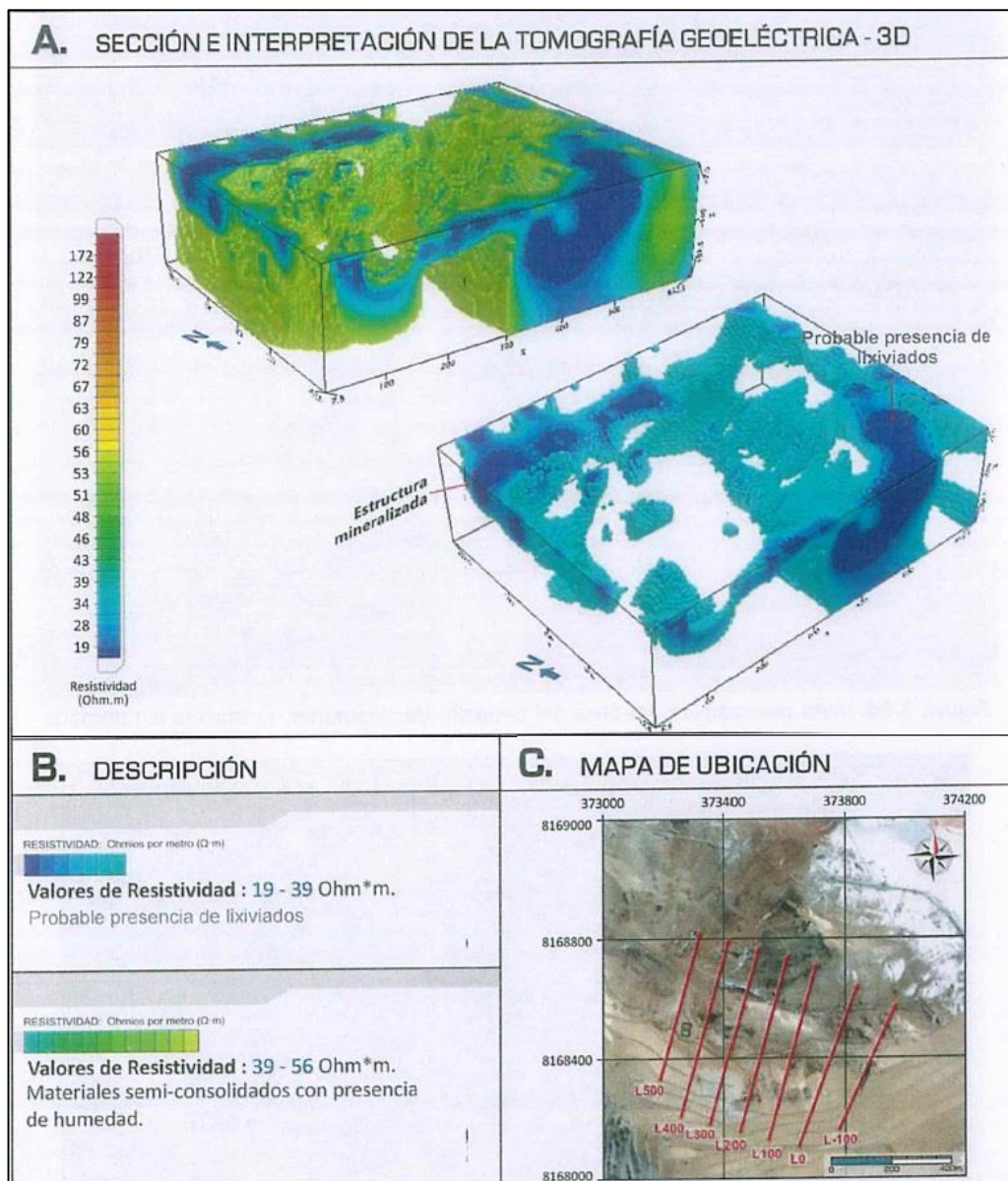


Figura 4.5 Sección e interpretación de tomografía eléctrica-3D depósito de desmonte Norte, quebrada sin nombre 1 y zona aledaña
Fuente: Informe Técnico del Estudio de Prospección Geofísica (Anexo 6)

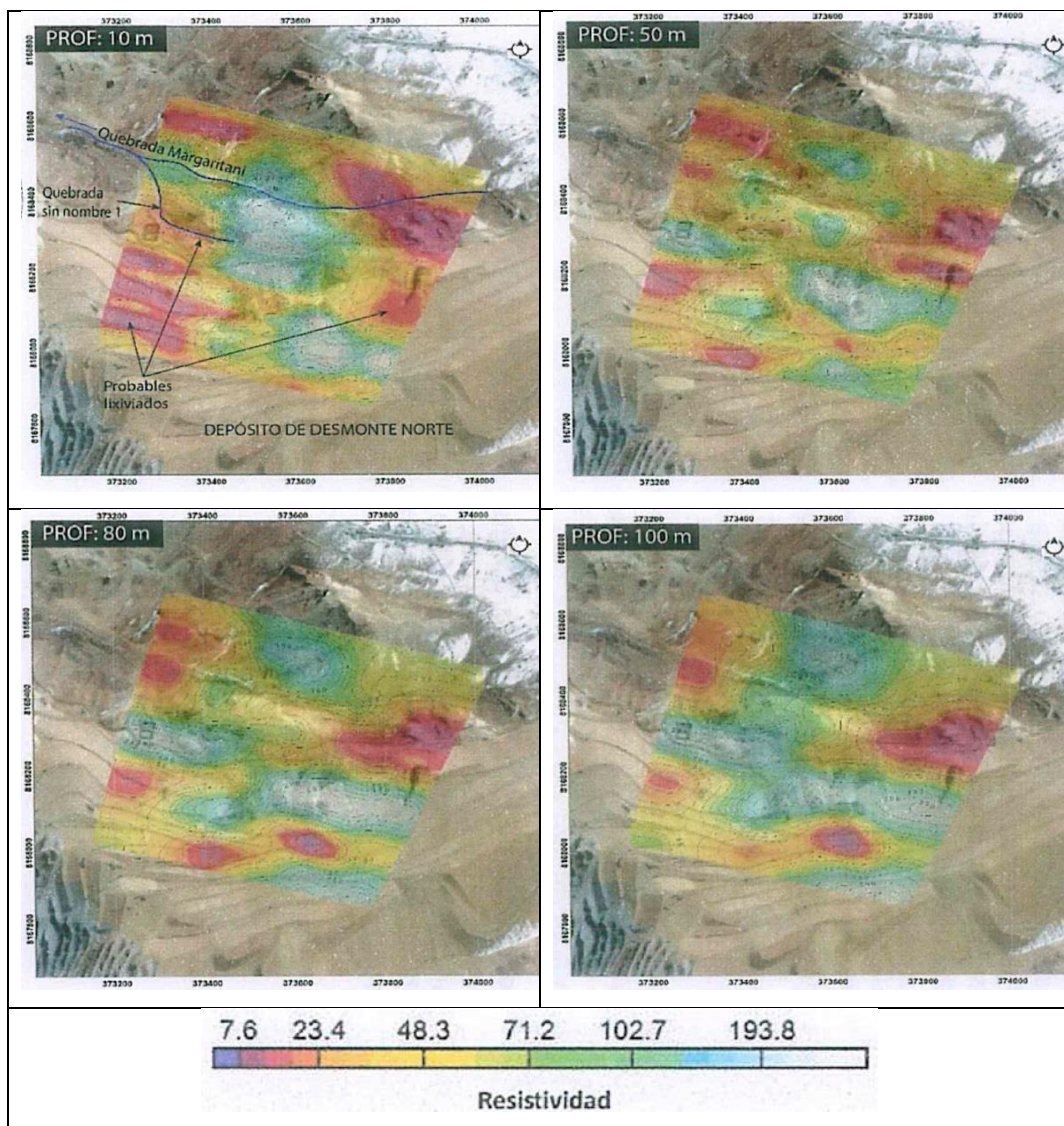


Figura 4.6 Distribución de resistividades en quebrada Margaritani
Fuente: Informe Técnico del Estudio de Prospección Geofísica (Anexo 6)

De la superposición del plano que muestra la distribución de resistividades a una profundidad de 10 m se evidencia dos zonas con baja resistividad de 6.1 a 13.2 Ohm.m (tono violeta a rojo), cuya área se encuentra en el depósito de desmonte, y en cota inferior los afloramientos que confluyen en la quebrada Margaritani.

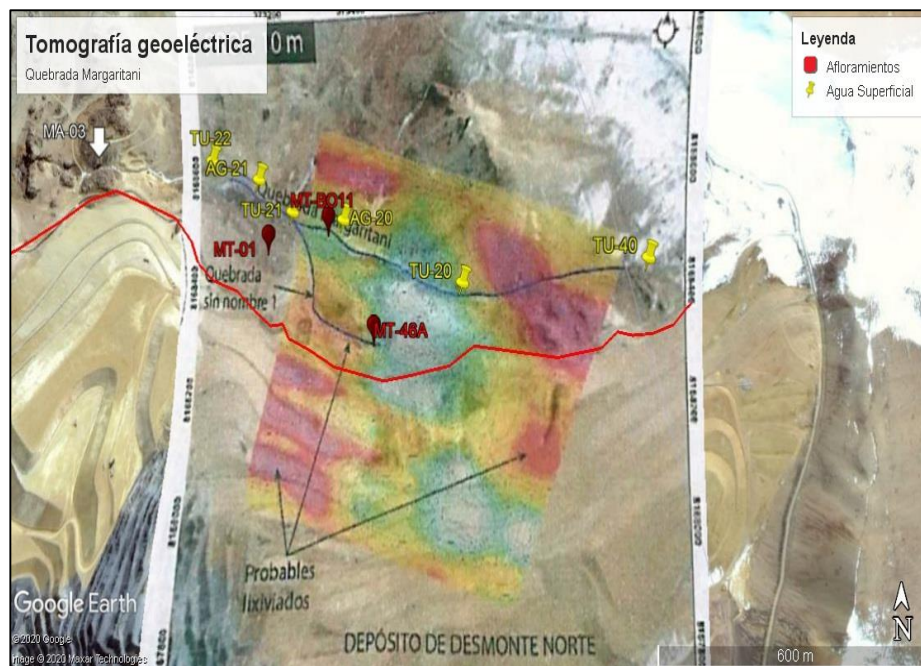


Figura 4.7 Tomografía geoelectrica Línea L-100, L-0, L100, L200, L300, L400 y L500

Fuente: Elaboración propia

b) Interpretación de las líneas tomográficas en el depósito de desmonte Norte, quebrada sin nombre y zona aledaña. Líneas: L600, L700, L800 y L900.

Las líneas se ubican en la parte media de la quebrada Margaritani, comprendiendo la quebrada sin nombre 2 hasta el depósito de desmonte, con una longitud promedio de 500 metros, y alcanzando una profundidad promedio de 190 metros.

Tabla 4.22 Ubicación de las líneas tomográficas, parte media quebrada Margaritani

Código de Línea	Coordenadas iniciales WGS-48 (Zona 19)		Coordenadas finales WGS-84 (Zona 19)		Descripción
	Este	Norte	Este	Norte	
L600	372 258	8 167 922	372 433	8 168 390	Parte media, quebrada Margaritani., ladera del depósito de desmonte y quebrada sin nombre 2.
L700	372 164	8 167 957	372 339	8 168 425	
L800	372 070	8 167 992	372 246	8 168 460	
L900	371 977	8 168 027	372 152	8 168 495	

Fuente: Informe Técnico del Estudio de Prospección Geofísica

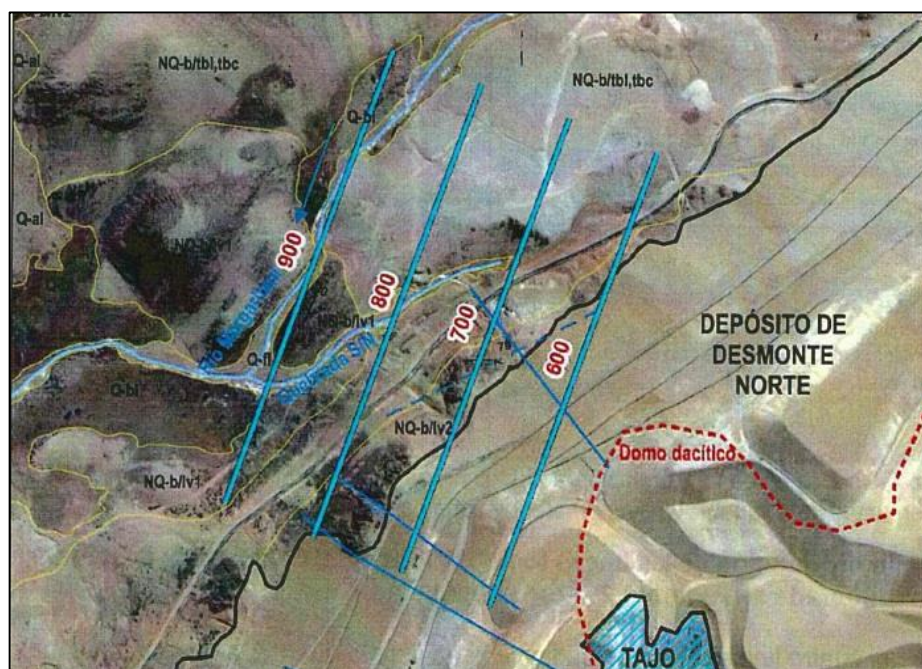


Figura 4.8 Ubicación de los perfiles de tomografía geoelectrica – parte media quebrada Margaritani

Fuente: Informe Técnico del Estudio de Prospección Geofísica (Anexo 6)

En la parte superficial de la figura 4.9 se observa zonas con resistividad baja (0 – 10 Ohm.m. en la ladera del depósito de desmonte como en la quebrada sin nombre 2, indica la presencia de probables lixiviados con una profundidad promedio de 50

metros, y las resistividad alta (19 a 411 Ohm.m.) corresponderían a materiales semiconsolidados a nivel de superficie y consolidados a profundidad.

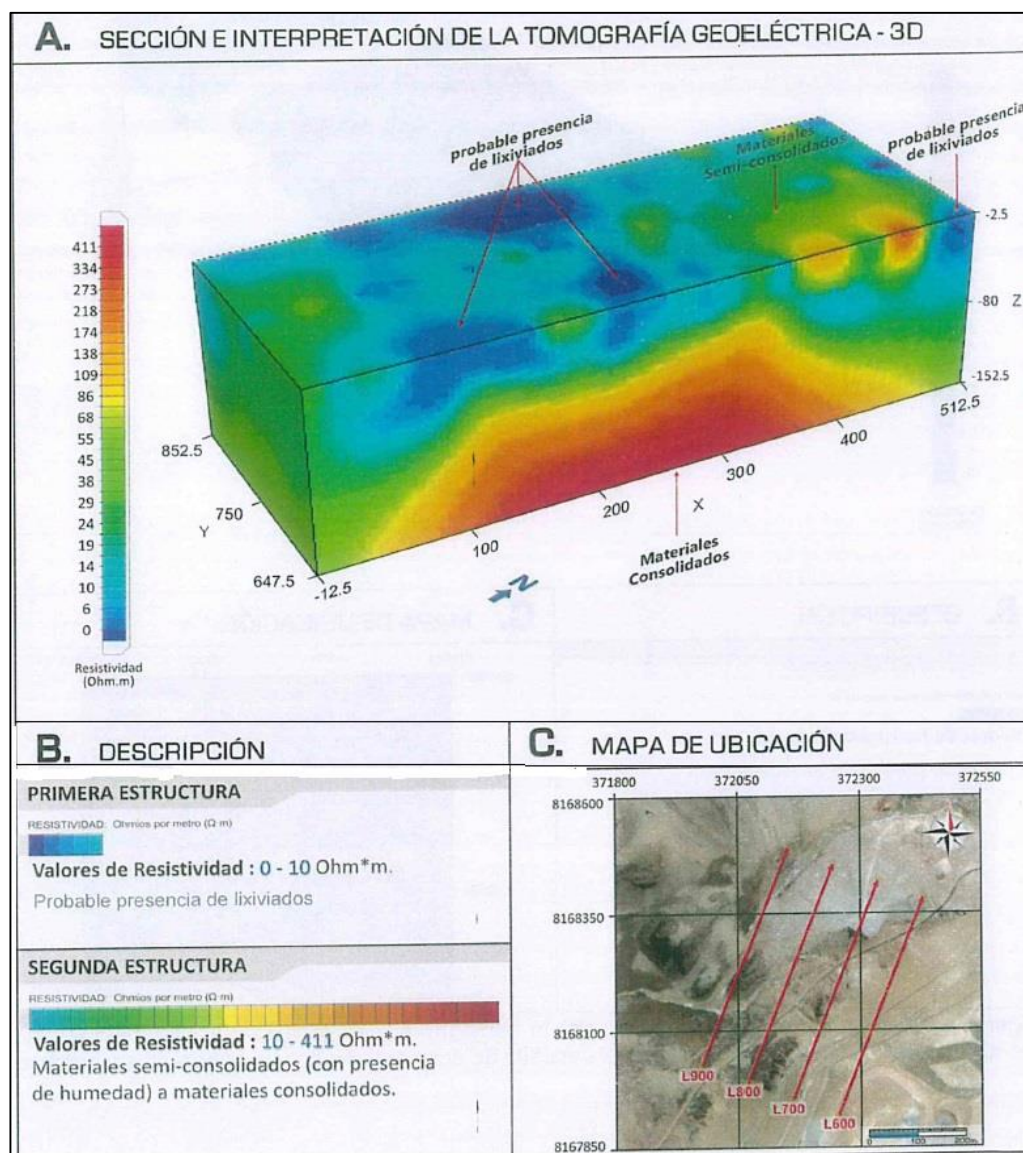


Figura 4.9 Sección e interpretación de tomografía eléctrica-3D depósito de desmonte Norte, quebrada sin nombre 2 y zona aledaña
Fuente: Informe Técnico del Estudio de Prospección Geofísica (Anexo 6)

Sector II: quebrada Apostoloni

Las líneas se ubican desde el área de material de desmonte hasta la confluencia de las quebradas Margaritani y Apostoloni, abarcando la planta de tratamiento de aguas ácidas, con una extensión aproximada de 400 metros y alcanzando una profundidad promedio de 200 metros.

Tabla 4.23 Ubicación de las líneas tomográficas, quebrada Apostoloni

Código de Línea	Coordenadas iniciales WGS-48 (Zona 19)		Coordenadas finales WGS-84 (Zona 19)		Descripción
	Este	Norte	Este	Norte	
L1000	371 834	8 167 182	371 797	8 167 701	Botadero de desmonte, planta de tratamiento de aguas ácidas y confluencia de quebrada Margaritani y Apostoloni.
L1100	371 733	8 167 195	371 698	8 167 694	
L1200	371 635	8 167 168	371 598	8 167 686	
L1300	371 534	8 167 181	371 498	8 167 679	
L1400	371 420	8 167 373	371 398	8 167 672	
L1500	371 320	8 167 366	371 299	8 167 665	
L1600	371 217	8 167 399	371 199	8 167 658	

Fuente: Informe Técnico del Estudio de Prospección Geofísica



Figura 4.10 Ubicación de los perfiles de tomografía geoelectrica – quebrada Apostoloni

Fuente: Informe Técnico del Estudio de Prospección Geofísica (Anexo 6)

En la figura 4.11 la parte superficial de la sección L1000, L1100 y L1200 presentan valores bajos de resistividad del orden de 0 – 10 Ohm.m la cual comprende la ladera del depósito de desmonte, que indicarían la probable presencia de lixiviados, extendiéndose desde la parte superficial hasta aproximadamente 50 metros de profundidad. En la sección L1600 muestra una zona de interés con valores bajos de resistividad de 7.6 – 12.8 Ohm.m, a una profundidad promedio de 60 metros, lo cual representaría una probable estructura mineralizada.

En la figura 4.12 se observa que, de 10 a 30 metros de profundidad, existen zonas con bajas resistividades de 7.6 a 23.4 Ohm.m, ubicadas en el depósito de desmonte. En el rango de 40 a 60 metros de profundidad se mantiene las bajas resistividades (<23 Ohm.m) ubicadas en la ampliación del depósito de desmonte,

los valores de resistividad mayor a 48.3 Ohm.m corresponde a materiales semiconsolidados y valores de resistividad mayor a 71.2 Ohm.m corresponden a afloramientos de rocas ubicados a 100 metros del área del material de desmonte.

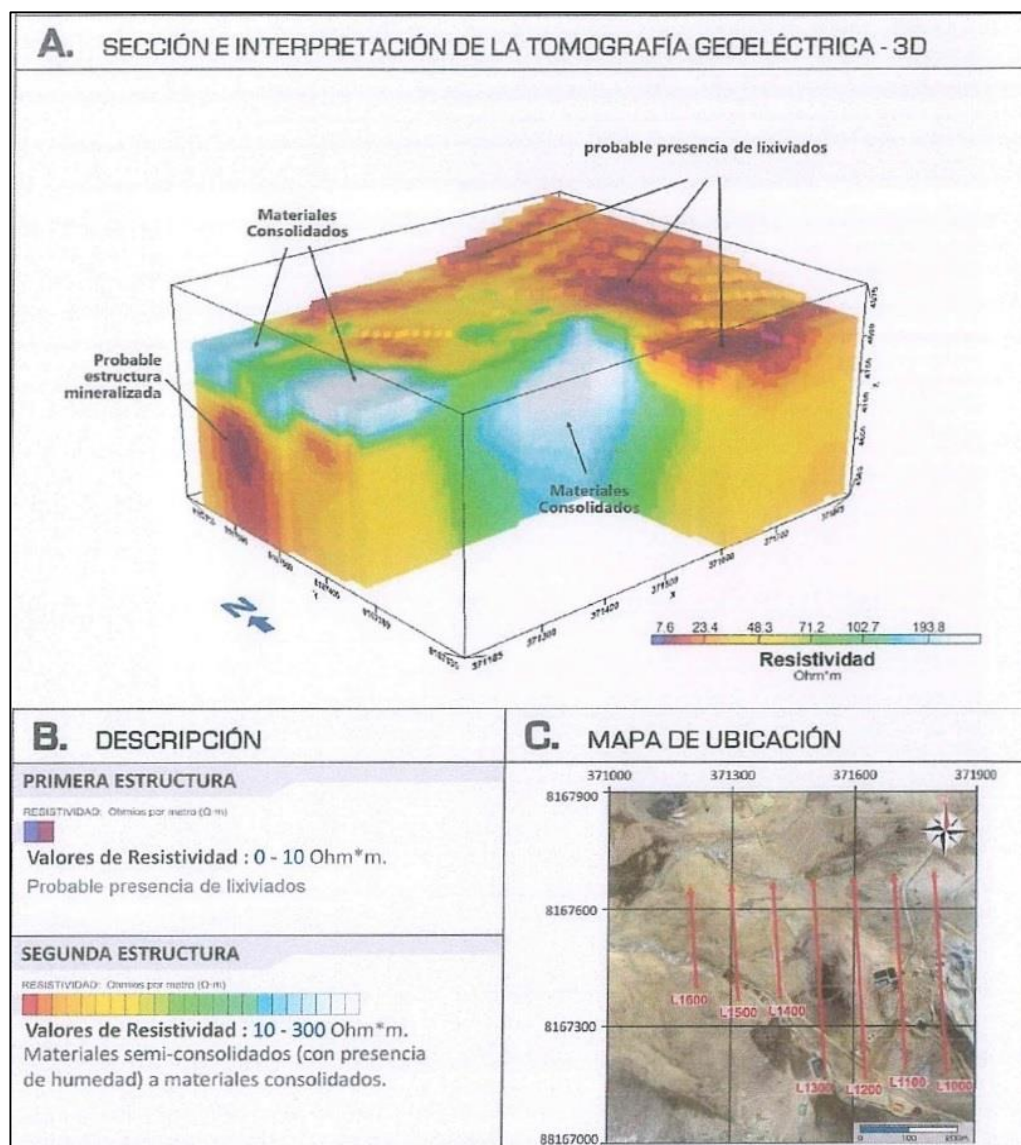


Figura 4.11 Sección e interpretación de tomografía eléctrica-3D quebrada Apostoloni, planta de tratamiento aguas ácidas
 Fuente: Informe Técnico del Estudio de Prospección Geofísica (Anexo 6)

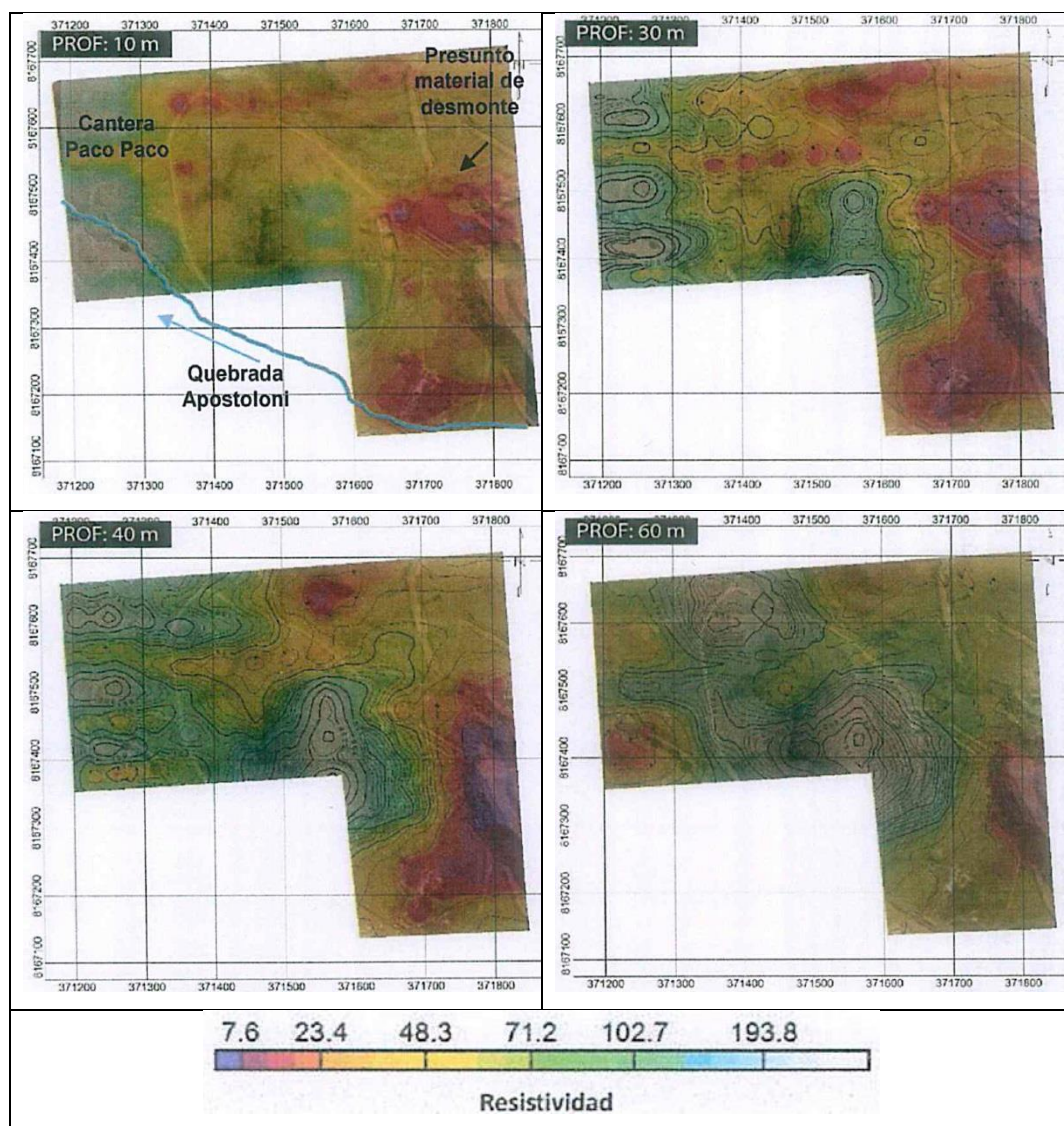


Figura 4.12 Distribución de resistividades en quebrada Apostoloni.
Fuente: Informe Técnico del Estudio de Prospección Geofísica (Anexo 6)

4.2 Proceso de supervisión

Durante las actividades de supervisión la unidad se encontraba en la etapa de cierre, donde no se ejecutaba actividades de explotación en el tajo; sin embargo, la planta Merrill Crowe aún realizada actividad debido al lavado de los Pad's de lixiviación, asimismo, dentro de las acciones de supervisión se verificó entre otros el depósito de desmonte, planta de tratamiento de aguas ácidas del depósito de desmonte y tajo.

4.2.1 Depósito de desmonte

Durante las acciones de supervisión se advierte un afloramiento proveniente del depósito de desmonte, ubicado al margen izquierdo del canal de coronación del lado norte del depósito de desmonte codificado como ESP-8A, asimismo, dicho flujo discurría por el talud hasta infiltrarse a un metro antes del canal de coronación.

En la zona baja del depósito de desmonte se advierte afloramientos que discurren superficialmente sobre el terreno hasta convergen a un punto donde se realiza la toma de muestra codificado como ESP-3A la cual posteriormente confluye con la quebrada Margaritani, asimismo, se realiza la toma de muestra en los puntos ESP-3E y M-1 correspondiendo aguas arriba y aguas abajo respectivamente. La ubicación de los puntos señalados corresponde al siguiente detalle:

Tabla 4.24 Puntos de monitoreo de supervisión

Punto	Coordenada WGS-84 (Zona 19)		Descripción
	Este	Norte	
ESP-8A	373 684	8 168 185	Ubicado en el depósito de desmonte.
ESP-3A	373 295	8 168 433	Ubicado a cien metros a la margen izquierda de la quebrada Margaritani
ESP-3E	374 084	8 168 395	Ubicado en la naciente de la quebrada Margaritani
M-1	373 045	8 168 604	Quebrada Margaritani, aguas abajo del punto de vertimiento de la planta de tratamiento aguas ácidas.

Fuente: OEFA



Figura 4.13 Vista panorámica de afloramiento en parte baja del depósito de desmonte

Fuente: OEFA



Figura 4.14 Monitoreo de efluente y agua superficial, quebrada Margaritani

Fuente: Elaboración propia

El punto ESP-8A se encuentra en el depósito de desmonte, se compara con los valores establecidos en el Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM, mientras que los puntos ESP-3A, ESP-3E y M-1 se compara de forma referencial con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua aprobados por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

Tabla 4.25 Resultados del punto ESP-8A

Parámetros	Unidad	ESP-8A	D.S. N° 010-2010-MINAM
pH	Unidad pH	2.06	6 – 9
Conductividad eléctrica	μS/cm	15 720	-
Arsénico total	mg/L	10.31	0.1
Cadmio total	mg/L	1.424	0.05
Cobre total	mg/L	448.3	0.5
Hierro total	mg/L	5 833	-
Plomo total	mg/L	0.267	0.2
Mercurio total	mg/L	0.0045	0.002
Zinc total	mg/L	122.3	1.5

Fuente: OEFA

Tabla 4.26 Resultados de los muestreos agua superficial

Parámetros	unidad	ESP-3E	ESP-3A	M-1	D1: Riego de vegetales (**)	D2: Bebida de animales (**)
pH		2.90	2.54	2.56	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5
Conductividad E.	μS/cm	2 600	5 720	5 110	2 500	5 000
Aluminio	mg/L	323	916.6	762.7	5	5
Arsénico	mg/L	0.273	0.919	0.547	0.1	0.2
Cadmio	mg/L	2.176	0.325	0.233	0.01	0.05
Cobalto	mg/L	1.648	3.135	2.157	0.05	1
Cobre	mg/L	14.30	85.51	39.43	0.2	0.5
Hierro	mg/L	132.2	1 241	753.1	5	-
Manganeso	mg/L	24.08	29.09	24.87	0.2	0.2
Níquel	mg/L	1.318	2.756	1.805	0.2	1
Plomo	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	0.05	0.05
Zinc	mg/L	7.871	29.47	21.39	2	24

(**) Estándares de Calidad Ambiental para Agua – Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

Fuente: OEFA

De la tabla 4.25 el efluente ESP-8A excede a los parámetros establecidos en el Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM respecto al parámetro pH, Arsénico total, Cadmio total, Cobre total, Plomo total, Mercurio total y Zinc total, asimismo, se advierte una elevada conductividad eléctrica lo que refleja la presencia de iones en la solución.

De la figura 4.14 se constata que el punto M-1 se encuentra aguas abajo del afloramiento ESP-3A, asimismo de la tabla 4.26 se advierte que el parámetro pH disminuye de 2.90 (naciente de la quebrada Margaritani – ESP-3E) a 2.56 (M-1) esto como consecuencia de la confluencia de los afloramientos en las zonas aledañas que convergen con la quebrada, tal como el afloramiento ESP-3A con un pH de 2.54, reflejado de la misma manera en la conductividad eléctrica.

Respecto a los parámetros Aluminio, Arsénico, Cobalto, Cobre, Hierro, Manganeso, Níquel y Zinc hay un incremento de sus concentraciones en el punto M-1 respecto al punto ESP-3E, lo cual se debería a los afloramientos circundantes que aportan en la carga metálica a la quebrada Margaritani.

4.2.2 Sistema de tratamiento del depósito de desmonte

La planta de tratamiento se compone por (i) poza de captación y mezcla, (ii) dos pozas de decantación en serie (1 y 2), (iii) caja de paso, (iv) sistema de reducción y producción de alcalinidad (RPAS), y (v) poza tipo serpentín

denominada Wetland, teniendo como punto de vertimiento de efluente en la quebrada Margaritani.

Durante el proceso de supervisión se verificó que la tubería de colección de subdrenaje del depósito de desmonte que ingresaba a la planta no presentaba flujo de agua, es decir no había flujo de ingreso hacia el sistema de tratamiento, asimismo, en la última etapa del proceso de tratamiento de aguas ácidas que cuenta la unidad, poza tipo serpentín (Wetland) se encontraba contenida con agua residual industrial almacenada y obstruido la tubería de rebose, asimismo, se advirtió huella de discurriramiento por la superficie de terreno proveniente de la poza tipo serpentín. Se realiza la toma de muestra del agua residual industrial contenida en la última poza identificada como ESP-1A.



Figura 4.15 Poza tipo serpentín (Wetland), Sistema de tratamiento depósito de desmonte

Fuente: OEFA

Tabla 4.27 Monitoreo en Sistema de tratamiento del depósito de desmonte

Punto	Coordenada WGS-84 (Zona 19)		Descripción
	Este	Norte	
ESP-1A	373 278	8 168 394	Sistema de tratamiento de aguas ácidas del depósito de desmonte

Fuente: OEFA

Tabla 4.28 Resultados del punto ESP-1A

Parámetros	Unidad	ESP-1A	D.S. N° 010-2010-MINAM
pH	Unidad pH	2.35	6 – 9
Conductividad eléctrica	μS/cm	12 520	-
Arsénico total	mg/L	29.11	0.1
Cadmio total	mg/L	1.224	0.05
Cobre total	mg/L	493	0.5
Hierro total	mg/L	4 839	-
Plomo total	mg/L	0.307	0.2
Mercurio total	mg/L	<0.0001	0.002
Zinc total	mg/L	158.4	1.5

Fuente: OEFA

De la figura 4.15 se advierte la presencia de solución de color roja en la poza tipo serpentín, la cual presentaba una pH de 2.35, asimismo de la tabla 4.28 Resultados del punto ESP -1A, la caracterización los parámetros de Arsénico, Cadmio, Cobre, Plomo y zinc superan a los valores establecidos en el Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM.

4.2.3 Sistema de tratamiento del tajo

La planta de tratamiento recibe agua de contacto proveniente del depósito de desmonte (ampliación) y del tajo, se compone por (i) poza de captación, (ii) tanque reactor para adición de cal, (iii) dos pozas de sedimentación en serie, (iv) dos pozas de decantación, y (v) poza tipo serpentín denominada Wetland, teniendo como punto de vertimiento de efluente en la quebrada Apostoloni.

Durante el proceso de supervisión se verificó en la poza de decantación N° 2 contenía agua residual industrial llegando al canal de rebose, contiguo al canal de rebose se advierte huella de discurrimiento por la superficie de terreno, asimismo, en la última etapa del proceso de tratamiento de aguas ácidas que cuenta la unidad, poza tipo serpentín (Wetland) se encontraba inoperativa por lo que el punto de descarga final no presentaba flujo hacia el cuerpo receptor (quebrada Apostoloni). Se realiza la toma de muestra del agua residual industrial contenida en la poza de decantación N° 2 identificada como ESP-4C.



Figura 4.16 Poza de decantación N° 2 Sistema de tratamiento tajo
Fuente: OEFA

Tabla 4.29 Monitoreo en Sistema de tratamiento del tajo

Punto	Coordenada WGS-84 (Zona 19)		Descripción
	Este	Norte	
ESP-4C	371 639	8 167 274	Sistema de tratamiento de aguas ácidas del depósito de desmonte

Fuente: OEFA

Tabla 4.30 Resultados del punto ESP-4C

Parámetros	Unidad	ESP-4C	D.S. N° 010-2010-MINAM
pH	Unidad pH	2.28	6 – 9
Conductividad eléctrica	μS/cm	18 990	-
Arsénico total	mg/L	34.33	0.1
Cadmio total	mg/L	1.997	0.05
Cobre total	mg/L	676.4	0.5
Hierro total	mg/L	7 394	-
Plomo total	mg/L	0.162	0.2
Mercurio total	mg/L	0.0003	0.002
Zinc total	mg/L	288.7	1.5

Fuente: OEFA

De la figura 4.16 se advierte la presencia de solución en la poza a nivel de rebose, la cual presenta un canal de rebose que se encuentra cubierta con material circundante, asimismo presenta una tubería la cual conduciría el rebose de solución hacia la poza tipo serpentín la cual se encontraba inoperativa, por tanto el tratamiento de aguas ácidas culmina en la poza de decantación N° 2 de acuerdo a lo verificado en las acciones de supervisión.

El agua residual contenido en la poza de decantación N° 2 tenía un pH de 2.28, asimismo de la tabla 4.30 Resultados del punto ESP-4C, la concentración de los parámetros de Arsénico, Cadmio, Cobre y zinc superan a los valores establecidos en el Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM.

4.3 Diagrama general del agua superficial y afloramiento

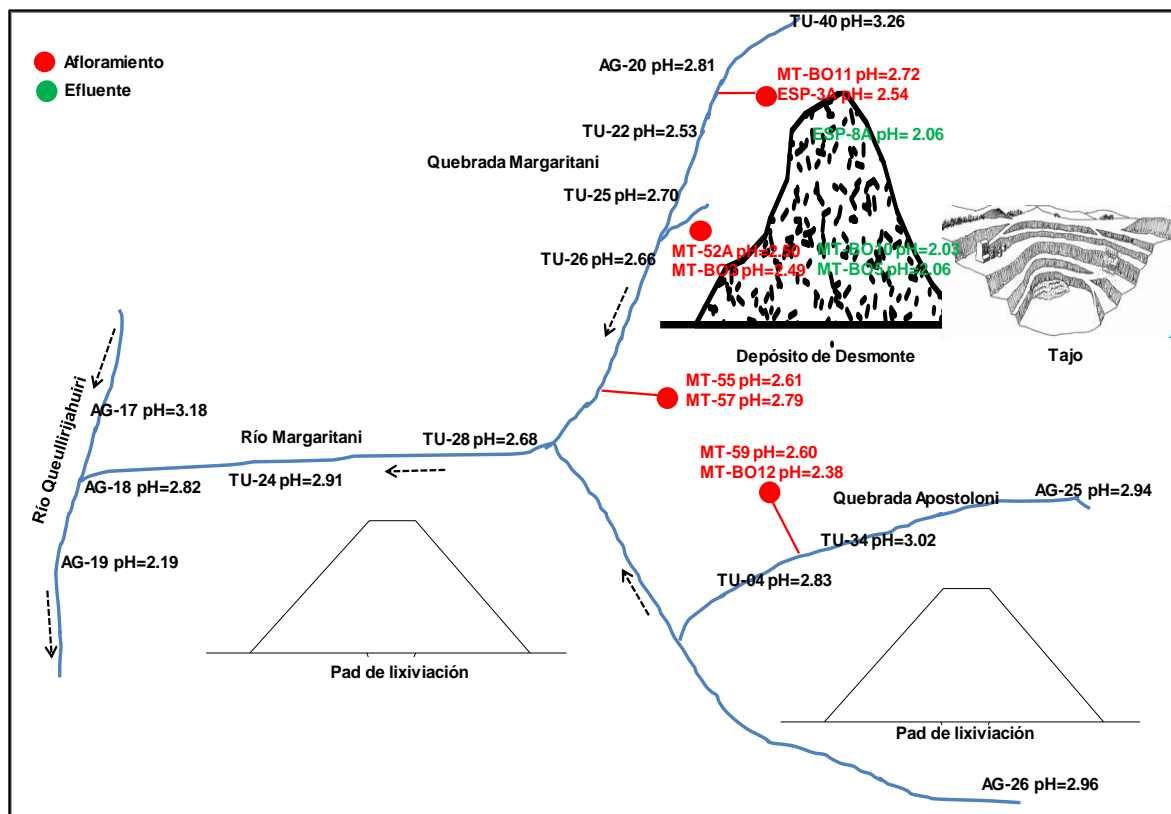


Figura 4.17 Diagrama General del agua superficial y afloramiento

Fuente: Elaboración propia

Desde la naciente de la quebrada Margaritani se advierte un carácter ácido con un valor de pH = 3.26, lo cual indica un carácter ácido natural de la quebrada, asimismo durante su recorrido dicho valor va disminuyendo como consecuencia de los afloramientos que se dan en el entorno confluyendo en la quebrada, los cuales presentan valores de pH entre 2.33 a 2.79 (teniendo como mayor valor en el punto MT-01 de pH=3.69).

La confluencia de los afloramientos generan la disminución de pH y aumento de la concentración de metales, lo cual se refleja en los puntos de muestreo de agua superficial AG-20, TU-22, TU-25 y TU-26, descritos en el ítem 4.1.3 Afloramientos, asimismo, los efluentes dentro del componente minero Depósito de Desmonte presentaron un pH de 2.03 y 2.06, los cuales se infiltran en el suelo y no son captados por el sistema de subdrenaje, pudiendo interceptar aguas subterráneas que se encuentran debajo del componente aflorando cotas inferiores.

En relación a la quebrada Apostoloni, se advierte similar comportamiento presentando un valor inicial de 2.94, la cual durante su recorrido es interceptado por los afloramientos con valores de pH entre 2.38 y 2.61, disminuyendo el pH y aumentando la carga metálica de la quebrada, lo cual se refleja en los puntos de muestreo de agua superficial TU-34 y TU-04, descritos en el ítem 3.3.3 Afloramientos.

Respecto al río Margaritani, en la confluencia de las quebradas Margaritani y Apostoloni presenta un pH de 2.68, aguas más abajo presenta un incremento de pH a 2.91 y finalmente un pH de 2.82 antes de la confluencia con el río Queullirijahuiri, el cual presenta aguas arriba del punto de confluencia con el río Margaritani presenta un pH de 3.18 (AG-17) y aguas abajo de la confluencia un pH de 2.19 (AG-19).

4.4 Variación de concentración en la hidrología superficial

Del contraste entre los valores de los parámetros monitoreados en la Línea Base de la unidad minera de la quebrada Margaritani, quebrada Apostoloni y el río Margaritani con los valores de los puntos de monitoreo cercanos durante la evaluación y supervisión existe un aumento en la concentración de metales tales como Arsénico, Cadmio, Cobre, Hierro y Zinc, así como la disminución de pH.

Tabla 4.31 Comparación Calidad de agua - Quebrada Margaritani

Parámetro	unidad	Parte Media 1		Parte Media 2		
		EIA 2007	Evaluación	EIA 2007	Evaluación	Supervisión
		E-07	AG-20	MA-03	TU-22	M-1
pH	unidad pH	3.29	2.81	2.97	2.53	2.56
Arsénico	mg/L	0.0021	<0.007	<0.010	0.11	0.547
Cadmio	mg/L	0.0023	0.15	-	0.17	0.233
Cobre	mg/L	0.046	8.74	0.158	32.64	39.43
Hierro	mg/L	18.9	154.3	41	432.20	753.1
Zinc	mg/L	0.854	7.43	1.41	17.46	21.39

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.32 Comparación Calidad de agua - Quebrada Apostoloni y Río Margaritani

Parámetro	unidad	Quebrada Apostoloni		Río Margaritani	
		EIA 2007	Evaluación	EIA 2007	Evaluación
		MA-05	TU-11	MA-06	TU-28
pH	unidad pH	3.17	2.99	3.11	2.68
Arsénico	mg/L	<0.01	0.048	0.027	2.045
Cadmio	mg/L	-	0.049	-	0.309
Cobre	mg/L	0.095	2.593	0.095	9.652
Hierro	mg/L	33.25	126.9	38.13	339
Zinc	mg/L	0.55	2.617	0.73	12.21

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- La calidad del agua superficial de la línea base de la unidad minera presenta características naturales ácidas producto de la lixiviación del material rocoso (piritas y óxidos) presentes en la geología del área, lo cual se refleja en los valores de pH en la quebrada Margaritani, Apostoloni y río Margaritani que varía desde un pH de 2.97 a 3.58.
- La calidad del agua subterránea de la línea base presenta situación diferente debido a que en algunos puntos presenta características básicas alcanzando un valor de pH 12.49 (punto V-03) ubicado en la quebrada Apostoloni, asimismo, de acuerdo a la georreferencia algunos puntos se encuentran bajo los componentes de pad de lixiviación (V-08 con pH 4.79) y depósito de desmonte (V-07 con pH 4.14), determinándose que bajo los componentes existe flujos de agua subterránea (EIA con Resolución Directoral N° 391-2010-MEM-AAM se indica que las aguas subterráneas se encuentran a un nivel de 4890 m.s.n.m. mientras que los componentes a 5000 m.s.n.m.) y como parte del Plan de Manejo Ambiental se debe evitar que las aguas de contacto de los

componentes se infiltren alcanzando aguas subterráneas, dicha caracterización química se mantiene de forma similar durante la evaluación de la unidad minera, donde presenta valores de pH desde 5 a 7.68.

- Del Test ABA (Acid- Base Accounting) en el depósito de desmonte y tajo comprendido en el aspecto de la unidad minera son potenciales generadores de acidez, lo cual se corrobora en el proceso de evaluación realizado en las muestras de cada componente.
- La calidad de las cuencas se ha alterado, si bien las aguas superficiales presentan características naturales ácidas ha aumentado la acidez y la concentración de metales (Arsénico, Cadmio, Cobre, Hierro y Zinc) respecto a los valores considerados en la línea base de la unidad minera, en la quebrada Margaritani, Apostoloni y en la confluencia de dichas quebradas (río Margaritani).
- Los afloramientos de agua circundantes a los componentes mineros aumentan la acidez y concentración de metales del cauce de la quebrada Margaritani tal como en el punto AG-20 y TU-22 que se encuentran aguas arriba y aguas abajo respectivamente de los afloramientos MT-46A, MT-BO11 y MT-01, estos afloramientos se encuentran en la cota inferior del punto de muestreo del efluente ESP-8A el cual es tomado en las acciones de supervisión y se ubica dentro del depósito de desmonte para posteriormente infiltrarse en suelo y la no

captación en el sistema de subdrenaje del componente llega hacia las aguas subterráneas que se encuentran cerca de la superficie.

- Asimismo en el punto TU-25 y TU-26 que se encuentran aguas arriba y aguas abajo respectivamente de los afloramientos MT-52A, MT-53A, MT-BO2 y MT-BO3, aumenta su acidez y concentración de metales, dichos afloramientos se encuentran en cotas inferiores del punto de muestreo de efluente MT-BO5 y MT-BO10 tomado durante las acciones de evaluación dentro del depósito de desmonte, y de la misma manera en la quebrada Apostoloni en el punto TU-34 y TU-04 que se encuentran aguas arriba y aguas abajo respectivamente de los afloramientos MT-59, MT-BO9, MT-BO12 y MT—BO9A que confluyen a la quebrada Apostoloni.
- Respecto a la prospección geofísica (Tomografía Geoeléctrica) de las líneas L-100, L-0, L100, L200, L300, L400 y L500 que muestra la distribución de resistividades a diferentes profundidades se evidencia a una profundidad de 10 m dos zonas con baja resistividad de 6.1 a 13.2 Ohm.m (tono violeta a rojizo de la figura 4.6) dentro del depósito de desmonte, lo cual indica la presencia de lixiviados que se generan en el componente, y que alteran las características de los afloramientos MT-46A y MT-BO11, dichos afloramientos aportan a la quebrada sin nombre 1 que confluye al cauce de la quebrada Margaritani.
- La prospección geofísica (Tomografía Geoeléctrica) de las líneas L600, L700, L800 y L900 presenta cuatro zonas con resistividades bajas de 0 a 16 Ohm.m

(tono azul a celeste de la figura 4.9) de las cuales tres zonas se encuentran en la zona del depósito de desmonte y abarca las filtraciones de efluentes detectadas durante el proceso de evaluación (MT-BO5 y MT-BO10) indicando la presencia de lixiviados en el componente y la alteración de los afloramientos MT-52A, MT-53A, MT-BO2 y MT-BO3 que aportan a la quebrada sin nombre 2 y confluye con el cauce de la quebrada Margaritani, asimismo de la prospección geofísica (Tomografía Geoeléctrica) de las líneas L1000, L 1100, L1200, L1300, L1400, L1500 y L1600 las zonas de menor resistividad de 0 a 20 Ohm.m (coloración rojiza de la figura 4.12) se encuentran desde la ladera del depósito de desmonte (ampliación) abarcando los afloramientos MT-55 y MT-57 y los afloramientos MT-59, MT-BO12, MT-BO9 y MT-BO9A que aportan a la quebrada Apostoloni.

- Del proceso de supervisión se concluye que existe afloramiento de efluente dentro del depósito de desmonte, infiltrándose en el mismo el cual no es captado por el sistema de subdrenaje del componente, toda vez que en el sistema de tratamiento de aguas ácidas del depósito de desmonte no ingresaba flujo de agua, lo cual evidencia que el agua de contacto que se genera producto de las precipitaciones pluviales se infiltran en el suelo alcanzando las aguas subterráneas cercanas a la superficie y aflorando cotas abajo (de acuerdo a la tomografía geoeléctrica) con una mayor acidez debido a que el componente tiene el potencial de generar acidez (test ABA) y una mayor carga metálica producto de la lixiviación que se genera en el material que conforma el depósito

de desmonte y posteriormente confluir en cuerpos receptores (quebrada Margaritani) alterando la calidad de aguas superficial.

- Los sistemas de tratamiento de aguas ácidas del depósito de desmonte y tajo no se encontraban operativos, sin generar vertimiento de efluente tratado a los cuerpos receptores (quebrada Margaritani y Apostoloni), es decir no se daba tratamiento a las aguas ácidas que se generan en los componentes principales como el depósito de desmonte, su ampliación y tajo, cuyos drenajes se están infiltrando en el suelo e interceptando aguas subterráneas.

RECOMENDACIONES

- Implementar un sistema de colección de drenajes en las áreas donde se advierte filtraciones de efluentes en el depósito de desmonte, y dirigirlas hacia el sistema de tratamiento de aguas ácidas del componente, hasta que se realice su cierre final.
- Considerar durante la etapa de cierre de los componentes que son potenciales generadores de acidez (depósito de desmonte, tajo y pad de lixiviación) la estabilidad geoquímica con una cobertura de material impermeable (arcilla), material granular (calcáreos) y cobertura orgánica de acuerdo a la vegetación de la zona, restableciendo a las condiciones iniciales del lugar y evitando la interacción entre el material sulfurado, aire y agua.
- De acuerdo a la Cuarta Modificación del Plan de Cierre de Minas de la unidad minera aprobada con Resolución Directoral N° 286-2016-MEM-DGAAM, el cierre del tajo y depósito de desmonte se realiza en la etapa de cierre progresivo, respecto a la estabilidad geoquímica indica que el tajo no amerita y el botadero de desmonte corresponde una cobertura con 0.3 m de material

morrénico cuyo plazo de ejecución comprende del año 2016 al 2017, se debe considerar las características de los componentes y del entorno, debido a que la implementación de material morrénico del área de igual manera presenta características ácidas, por lo que, su implementación como cobertura igual da origen a la formación de drenajes ácidos.

- Evaluar el sistema actual de tratamiento de aguas ácidas, realizar el mantenimiento de los componentes que lo conforman y optimizar, para verter efluentes que cumplan con los parámetros establecidos en la normativa ambiental (Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM), asimismo, realizar la limpieza y remediación del suelo por donde ha discurrido el efluente producto del rebose de los sistemas de tratamiento de aguas ácidas del depósito de desmonte y tajo evidenciado durante el proceso de supervisión, tomando como referencia el nivel de fondo del área donde se ubica la unidad minera.

BIBLIOGRAFÍA

1. Jain, Ravi K., Cui, Zengdi, Domen, Jeremy K. (2016). *Environmental Impact of Mining and Mineral Processing Management, Monitoring, and Auditing Strategies*.
2. Olenchenko, V.V., Kucher, D.O., Bortnikova, S.B., Gas'kova, O.L. Edelev, A.V., Gora, M. P. (2016). *Vertical and lateral spreading of highly mineralized acid drainage solutions (Ur dump, Salair): electrical resistivity tomography and hydrogeochemical*. Vol. 57, 617-628.
3. Aracil E., Mauri, U., Vallés, J., Martínez, P. & Porres, J. (2002). *Evaluación de problemas medioambientales mediante tomografía eléctrica*.
4. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (2008). *Basic of Metal Mining Influenced Water Vol 1*.
5. Porrás Martín J., Nieto López P., Álvarez Fernández C, Fernández Uría A. Gimeno M. (1985) *Calidad y Contaminación de las Aguas Subterráneas en España*, 43-70
6. Tessier A., Campbell P.G.C. and Bisson M. (1979). *Sequential Extraction Procedure for the Speciation of Particulate Trace Metals*. ANALYTICAL CHEMISTRY Vol 51, 844 - 851

7. Price, William A. (2009) *Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials. Canada V0J2NO, 9.2 – 9.9*
8. Price, William A (1997) *Guidelines and Recommended Methods for the Prediction of Metal Leaching and Acid Rock Drainage at Minesites in British Columbia.*
9. Aduvire, Osvaldo (2006). *Drenaje Ácido de Mina, Generación y Tratamiento. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.*
10. Montesinos León, Mayra I. (2017). *Caracterización de efluentes de mina para elección de la alternativa óptima de tratamiento (tesis de pregrado). Universidad Pontificia Católica del Perú, Lima, Perú.*
11. Ministerio del Ambiente del Perú (2010). *Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM*
12. Ministerio del Ambiente del Perú (2014). *Guía para Muestreo de Suelos – Resolución Ministerial N° 085-2014-MINAM*
13. Ministerio del Ambiente (2017), *Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM*
14. Ministerio de Energía y Minas (2014), *Reglamento de Protección y Gestión Ambiental para las Actividades de Explotación, Beneficio, Labor General, Transporte y Almacenamiento Minero, Decreto Supremo N° 040-2014-EM*

15. Ministerio de Energía y Minas, *Guía Ambiental para el Manejo de Drenaje Ácido de Minas*

ANEXOS

ANEXO N° 1



MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

Resolución Directoral

N° 171 -2003-EM/DGAA

Lima, 04 ABR. 2003

Visto, el Recurso N° 1381503 de fecha 11 de setiembre de 2002, presentado por la empresa ARUNTANI S.A.C., mediante el cual solicita la aprobación de Estudio de Impacto Ambiental del "Proyecto Tucari", ubicado en el Distrito de Carumas, Provincia de Mariscal Nieto y Departamento de Moquegua;

CONSIDERANDO:

Que, por Decreto Supremo N° 016-93-EM, se aprobó el Reglamento Ambiental para las Actividades Minero - Metalúrgicas, declarándose que los titulares de concesiones mineras que, habiendo completado la etapa de exploración, proyecten iniciar la etapa de explotación, deberán presentar al Ministerio de Energía y Minas un Estudio de Impacto Ambiental del correspondiente proyecto, realizado por una empresa registrada por la Dirección General de Asuntos Ambientales;

Que, por Decreto Supremo N° 053-99-EM, se uniformizaron los procedimientos administrativos ante la Dirección General de Asuntos Ambientales otorgándosele la facultad para evaluar, observar, aprobar, aprobar condicionado o desaprobar según corresponda, los Estudios de Impacto Ambiental presentadas al Ministerio de Energía y Minas;

Que, el Estudio de Impacto Ambiental presentado ha sido elaborado por la empresa D & MA S.A. Profesionales para el Desarrollo y Medio Ambiente S.A.;

Que, por resolución Ministerial N° 728-99-EM/VMM, se aprobó el Reglamento de Participación Ciudadana en el procedimiento de aprobación de los estudios ambientales presentados al Ministerio de Energía y Minas;

Que, en cumplimiento de los artículos 1° y 5° de la Resolución Ministerial N° 728-99-EM/VMM, el 18 de octubre de 2002, a las 03:00 horas, se llevo a cabo en el local del Colegio Agropecuario del Centro Poblado de Aruntaya, sito en Plaza de Armas de Aruntaya, Distrito de San Cristóbal de Calacoa, Provincia de Mariscal Nieto, Departamento de Moquegua, la respectiva Audiencia Pública del referido Estudio de Impacto Ambiental, con la participación de diversas instituciones públicas y privadas y público en general, habiendo la empresa Aruntani S.A.C. realizado la convocatoria previa, mediante las publicaciones efectuadas en el Diario Oficial el Peruano y en el Diario Correo de la Ciudad de Tacna de fecha 27 de setiembre de 2002 respectivamente;

Que, la Dirección General de Asuntos Ambientales mediante el Informe N° 06/2002/MEM/EPA/UCV de fecha 26 de noviembre de 2002 efectuó la evaluación técnica del Estudio de Impacto Ambiental del "Proyecto Tucari", concluyéndose por la observación del estudio;

Que, en concordancia con la reglamentación vigente, el Ministerio de Energía y Minas a través del Oficio N° 175-2003-EM/DGAA de fecha 07 de febrero de 2003 corrió traslado de requerimiento al solicitante para que pueda levantar dichas observaciones:

Que, con recurso N° 1401978 de fecha 26 de febrero de 2003, la recurrente presentó dentro del plazo establecido por ley, el levantamiento de las observaciones correspondientes, de lo que se desprendió el Informe N° 14/2003/MEM/EPA/UCV de fecha 31 de marzo de 2003, recaído en el proveído del Director General de fecha 31 de marzo de 2003, a través de los cuales se concluye por la aprobación del estudio en mención;

De conformidad con el Decreto Supremo N° 016-93-EM, Decreto Supremo N° 053-99-EM, Decreto Supremo N° 025-2002-EM, y demás normas reglamentarias y complementarias;

SE RESUELVE:

Artículo 1°. - Aprobar el Estudio de Impacto Ambiental del "Proyecto Tucari", ubicado en el Distrito de Carumas, Provincia de Mariscal Nieto y Departamento de Moquegua, presentado por la empresa ARUNTANI S.A.C..

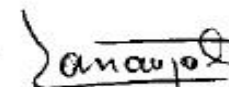
Las especificaciones de la evaluación del presente Estudio de Impacto Ambiental se encuentran indicadas en los informes señalados en la parte considerativa de la presente Resolución Directoral, los cuales forman parte integrante de la misma como anexo 1.

Artículo 2°. - Remitir a la Dirección General de Minería, copia de la presente Resolución Directoral y de los documentos que sustentan la misma, para los fines de fiscalización correspondiente.

Regístrese y Comuníquese,




ING JULIO BONELLI ARENAS
Director General
Asuntos Ambientales

Rdo } 
Nicolás Carranza Toledo ?
DNI - 04013166
07 AB 2003.

Transcrito a ARUNTANI S.A.C.
Nicolás Carranza Toledo - Representante Legal
Av. Principal 556, Of. 402, Lima 27

ANEXO N° 2



MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

Resolución Directoral

N° 403 -2007-MEM/AAM

Lima, 13 DIC. 2007

Visto; el escrito N° 1502484 del 17 de noviembre del 2004, presentado por la empresa ARUNTANI S.A.C., con R.U.C. N° 20466327612, representada por su Apoderado, señor Nicolás Carranza Toledo, por el que solicita aprobación de la Modificación del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto "Tucari", a Nivel de Mina por Nuevo Tajo y Botadero de Desmonte;

CONSIDERANDO:

Que, por Resolución Directoral N° 171-2003-EM/DGAA, del 4 de abril de 2003, se aprobó el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto "Tucari", ubicado en el distrito de Carumas, provincia de Mariscal Nieto y departamento de Moquegua, presentado por la empresa Aruntani S.A.C.;

Que, la Modificación del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto "Tucari" a Nivel de Mina por Nuevo Tajo y Botadero de Desmonte, a desarrollarse en las concesiones mineras "Marlene" y "Mayela" tiene como objetivo, establecer las bases técnico-ambientales para la ejecución de la explotación a tajo abierto del cerro Tucarirani, así como de su cancha de desmonte;

Que, el trámite de la solicitud, el Instituto Nacional de Recursos Naturales-INRENA mediante Oficio N° 019-05-INRENA-OGATEIRN, de fecha 10 de enero de 2005, remitió Opinión Técnica N° 010-05-INRENA-OGATEIRN-UGAT, conteniendo observaciones a la modificación del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto "Tucari";

Que, por Auto Directoral N° 058-2005-MEM-AAM del 21 de enero de 2005 sustentado en el Informe N° 008-2005-MEM-AAM/HSG/LV/FV/AL/CC, se notificó a la empresa minera las observaciones recaídas en su solicitud de modificación de EIA, otorgándosele sesenta (60) días calendario, bajo apercibimiento de declararse el abandono de la solicitud, enviándose adjunta las observaciones del INRENA;

Que, por escrito N° 1515586 del 09 de febrero del 2005, ARUNTANI S.A.C. informa sobre la realización de un taller previo, programado para el día 13 de enero del 2005 en el local comunal de Aruntaya, distrito de Carumas, provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua;

Que, por escrito N° 1523127 del 22 de marzo del 2005, ARUNTANI S.A.C. presenta el levantamiento de las observaciones planteadas, tanto por esta Dirección General y del INRENA, siendo enviadas a ésta última entidad las correspondientes, mediante Oficio N° 186-2005-MEM-AAM del 11 de abril del 2005;

Que, el INRENA mediante Oficio N° 1096-05-INRENA-OGATEIRN, envía la Opinión Técnica N° 335-05-INRENA-OGATEIRN-UGAT sobre la evaluación del segundo levantamiento de las observaciones la misma que continúa siendo observada y es notificada a la recurrente a través de Auto Directoral N° 1188-2005-MEM-AAM del 06 de diciembre del 2005 sustentado en el Informe N° 258-2005-MEM-AAM/HSG;

Que, por Auto Directoral N° 132-2006-MEM-AAM del 10 de febrero de 2006, se notifica a Aruntani S.A.C. el Informe N° 030-2006-MEM-AAM/HSG/FV/AL/AV/CC/PRN, que contiene observaciones pendientes y, por escrito N° 1590376 del 14 de febrero de 2006, la Asociación Civil "Labor" formula comentarios al levantamiento de observaciones presentado por la referida titular;

Que, por escrito N° 1597710 del 23 de marzo de 2006, Aruntani S.A.C. solicita ampliación de plazo para el levantamiento de las observaciones, la que fuera otorgada por Auto Directoral N° 132-2006-MEM-AAM;

Que, por Auto Directoral N° 005-2007- MEM-AAM del 9 de enero del 2007, se le otorga la ampliación del plazo hasta el 15 de junio del 2007, para que Aruntani S.A.C. levante las observaciones formuladas en el Informe N° 177-2006-MEM-AAM/HSG/FV/PRN/RC;

Que, mediante escrito N° 1692979, Aruntani S.A.C. presentó el avance del estudio Hidrológico e Hidrogeológico y solicita prórroga de la fecha de entrega del Informe Final al levantamiento de Observaciones del presente estudio, hasta el 5 de Noviembre del 2007 el mismo que es concedido por Auto Directoral N° 266-2007-MEM/AAM del 22 de agosto último, sustentado en el Informe N° 807-2007-MEM-AAM/HEA por un plazo máximo de treinta (30) días calendario, bajo apercibimiento de declarar en abandono el estudio en evaluación;

Que, por escrito N° 1717041 de fecha 03 de setiembre de 2007, Aruntani S.A.C. presentó el informe (final) del estudio Hidrológico e Hidrogeológico y, por escrito N° 1722006 del 21 de setiembre de 2007 presenta el levantamiento de observaciones contenidas en la Opinión Técnica N° 203-07-INRENA-OGATEIRN/UGAT del INRENA el mismo que fue enviado a dicha entidad mediante Oficio N° 877-2007/MEM-AAM de fecha 30 de octubre de 2007;

Que, por escrito N° 1741573 de fecha 07 de diciembre de 2007, el INRENA envía, mediante Oficio N° 867-07.INRENA-OGATEIRN la Opinión Técnica N° 352-07-INRENA-OGATEIRN-UGAT, en la cual concluye que la empresa Aruntani S.A.C. ha cumplido con absolver todas las observaciones realizadas a la Modificación del Estudio de Impacto Ambiental;

Que, de la evaluación efectuada, se emite el Informe N° 1193-2007-MEM-AAM/JCV/WAL/RCV/PRN/EAF, de fecha 10 de diciembre de 2007, que recomienda aprobar la Modificación del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto "Tucari" a Nivel de Mina por Nuevo Tajo y Botadero de Desmonte a desarrollarse en las concesiones mineras "Marlene" y "Mayela";

De conformidad con el Decreto Supremo N° 016-93-EM, Decreto Supremo N° 053-99-EM, Decreto Supremo N° 056-97-PCM, Resolución Ministerial N° 596-2002-EM/DM, Decreto Supremo N° 025-2002-EM, y demás normas reglamentarias y complementarias;



MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

Resolución Directoral

N° 403-2007-MEM/AAM

Lima, 13 DIC. 2007

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- APROBAR la Modificación del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto "Tucari" a Nivel de Mina por Nuevo Tajo y Botadero de Desmonte, presentado por Aruntani S.A.C.,

Las especificaciones técnicas detalladas que sustentan la presente Resolución Directoral se encuentran indicadas en el Informe N° 1193-2007-MEM-AAM/JCV/WAL/RCV/PRN/PRR/EAF de fecha 10 de diciembre de 2007, el cual se adjunta como anexo de la presente Resolución Directoral y forma parte integrante de la misma, sin perjuicio de los demás informes de evaluación correspondientes señalados en la parte considerativa.

Artículo 2°.- Aruntani S.A.C., se encuentra obligada a cumplir con lo estipulado en la Modificación del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto "Tucari" a Nivel de Mina por Nuevo Tajo y Botadero de Desmonte, así como con la presente Resolución Directoral y los compromisos asumidos a través de los recursos complementarios presentados por el titular.

Artículo 3°.- La aprobación de la Modificación del Estudio de Impacto Ambiental no constituye el otorgamiento de autorizaciones, permisos y otros requisitos legales con los que deberá contar el titular del proyecto minero para iniciar operaciones, de acuerdo a lo establecido en la normatividad vigente.

Artículo 4°.- Remitir al Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minas (OSINERGMIN) copia de la presente Resolución Directoral y de los documentos que sustentan la misma, para los fines de fiscalización correspondientes.

Regístrese y Comuníquese,


FREDESENDO VASQUEZ F.
Director General
Asuntos Ambientales Mineros

ANEXO N° 3



MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS

Resolución Directoral

N° 501 -2014-MEM-DGAAM

Lima, 02 OCT. 2014

Visto, el escrito N° escrito N° 2309551 de fecha 05 de julio de 2013, Aruntani S.A.C., presentó a la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros, la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari", a desarrollarse en la concesión minera Acumulación Mariela, ubicado en el distrito de Carumas, provincia Mariscal Nieto, departamento de Moquegua;

CONSIDERANDO:

Que, por Decreto Supremo N° 016-93-EM, se aprobó el reglamento ambiental para las actividades Minero Metalúrgicas, declarándose que los titulares de concesiones mineras que, habiendo completado la etapa de exploración, proyectan iniciar la etapa de explotación, deberán presentar al Ministerio de Energía y Minas un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del correspondiente proyecto, elaborado por una empresa inscrita en el registro de entidades autorizadas a elaborar Estudios de Impacto Ambiental del Ministerio de Energía y Minas;

Que, de conformidad con el Decreto Supremo N° 053-99-EM, se establece que la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros se encuentra facultada para evaluar, observar, aprobar, aprobar condicionadamente o desaprobar según corresponda, los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) presentados al Ministerio de Energía y Minas;

Que, mediante escrito N° 2309551 de fecha 05 de julio de 2013, Aruntani S.A.C., presentó a la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros, la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari", ubicado en el distrito de Carumas, provincia Mariscal Nieto, departamento de Moquegua;

Que, mediante Oficio N° 1480-2013/MEM-AAM de fecha 16 de julio del 2013, la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros, remitió a la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios invitación para la presentación de la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari";

Que, mediante Oficio N° 1481-2013/MEM-AAM de fecha 16 de julio del 2013, la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros remitió a la Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA, un ejemplar de la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari" en versión digital, a fin que emita opinión técnica;

Que, mediante Oficio N° 1482-2013/MEM-AAM de fecha 16 de julio del 2013, la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros invitó a Aruntani S.A.C. y a la consultora que elaboró el presente estudio ambiental, para la exposición y presentación de la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari";

Que, mediante Oficio N° 1483-2013/MEM-AAM de fecha 16 de julio de 2013, la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros remitió a la Autoridad Nacional del Agua, un ejemplar de la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari" en versión digital, a fin que emita opinión técnica;

Que, mediante Auto Directoral N° 555-2013-MEM-AAM de fecha 24 de julio de 2013, sustentado en el Informe N° 1045-2013-MEM-AAM/JCV/LRM de fecha 22 de julio de 2013, se emitieron las observaciones al Resumen Ejecutivo y Plan de Participación Ciudadana de la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari", para su absolución por parte del titular minero;

Que, mediante escrito N° 2320006 de fecha 13 de agosto de 2013, el titular minero presentó a la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros la subsanación de observaciones que corresponde a la Evaluación Inicial del Resumen Ejecutivo y Plan de Participación Ciudadana de la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari";

Que, mediante escrito N° 2321778 de fecha 22 de agosto de 2013, la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios del Ministerio de Agricultura, remitió Opinión Técnica N° 131-13-MINAGRI-DGAAA-DGAA-AGF-84813-13 que contiene el resultado de evaluación de "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari";

Que, mediante Auto Directoral N° 611-2013-MEM-AAM de fecha 26 de agosto de 2013, sustentado en el Informe N° 1186-2013-MEM-AAM/JCV/LRM de fecha 21 de agosto de 2013, la DGAAM dio conformidad al Plan de Participación Ciudadana (PPC) y Resumen Ejecutivo (RE) del referido estudio ambiental;

Que, mediante Oficio N° 1809-2013/MEM-AAM de fecha 26 de agosto de 2013, la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros comunicó a Aruntani S.A.C. la conformidad del Plan de Participación Ciudadana y Resumen Ejecutivo de la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari", de conformidad a lo establecido en la Resolución Ministerial N° 304-2008-EM/DM;

Que, mediante escrito N° 2326239 de fecha 10 de setiembre de 2013, Aruntani S.A.C. remitió a la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros copias de los cargos de entrega de la Modificación del presente Estudio de Impacto Ambiental y Resumen Ejecutivo corregido, recortes de los avisos en el Diario Oficial El Peruano y diario local "La República" de Moquegua y copia de contrato de prestación de servicios publicitarios (anuncios radiales);

Que, mediante Oficio N° 2065-2013/MEM-AAM de fecha 23 de setiembre de 2013, la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros remitió un reiterativo a la Autoridad Nacional del Agua respecto a lo solicitado en el Oficio N° 1483-2013/MEM-AAM de fecha 16 de julio de 2013;

Que, mediante escrito N° 2330395 de fecha 30 de setiembre de 2013 y Oficio N° 1300-2013-GRP-DREM-P/D de la Dirección Regional de Energía y Minas de Puno se remite el Oficio N° 317-2013-MDA/A a la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros, el cual ha sido presentado por el señor Gerónimo Cutipa Cutipa, alcalde de la Municipalidad Distrital de Ácora. En el mencionado documento se interpone oposición en relación a la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari", porque, según señalan que geográficamente éste se encontraría en el distrito de Ácora, provincia y departamento de Puno;

Que, mediante Auto Directoral N° 702-2013-MEM-AAM de fecha 14 de octubre del 2013, sustentada en el Informe N° 1397-2013-MEM-AAM/JCV/MPO/MVO/CQB/PRR/CMC/ABC/APC/LRM de fecha 11 de octubre del 2013, la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros remitió al titular minero las observaciones de la evaluación de la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari", para su absolución;

Que, mediante Oficio N° 2303-2013-MEM-AAM de fecha 25 de octubre del 2013, la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros remitió a Aruntani S.A.C., el Oficio N° 1300-2013-GRP-DREM del Gobierno Regional de Puno correspondiente a la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari";

Que, mediante escrito N° 2341145 de fecha 07 de noviembre del 2013, Aruntani S.A.C. presentó a la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros el plano de los límites de ubicación del Proyecto, en coordenadas UTM, precisando que los componentes de la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari" se encuentran en el departamento de Moquegua;

Que, mediante escrito N° 2341208 de fecha 07 de noviembre del 2013, la Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua, presentó a la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros, el Oficio N°646-2013-ANA-DGCRH, adjuntando Informe Técnico N° 066-2013-ANA-DGCRH/GPP, donde formulan dieciséis (16) observaciones como resultado de la evaluación;

Que, mediante escrito N° 2344388 de fecha 18 de noviembre del 2013, la Dirección Regional de Energía y Minas Moquegua remitió a la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros el Oficio N° 1607- 2013-DREMM.M/GR.MOQ, conteniendo el informe N°355-2013-SGGMA-GDUAAT/GM/MPMN de la Municipalidad Provincial Mariscal Nieto, donde se formulan observaciones;

Que, mediante Oficio N° 2459-2013/MEM-AAM de fecha 18 de noviembre del 2013, la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros remitió a Aruntani S.A.C. la Opinión Técnica N° 066-2013-ANA-DGCRH/GPP, de fecha 25 de octubre del 2013 para su absolución;

Que, mediante Oficio N° 2534-2013/MEM-AAM de fecha 26 de noviembre del 2013, la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros remitió a Aruntani S.A.C. el documento de las observaciones formuladas a la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari", por la Municipalidad Provincial de Mariscal Nieto;

Que, mediante escrito N° 2359608 de fecha 15 de enero del 2014, Aruntani S.A.C. presentó a la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros el levantamiento de las observaciones que responden a la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari";

Que, mediante escrito N° 2363292 de fecha 30 de enero del 2014, la Comisión de Usuarios de Agua Cabecera del Río Blanco presentó a la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros, la solicitud de inclusión del Centro Poblado de Jilatamarca, cabecera de la Cuenca del Río Blanco a la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari" presentado por Aruntani S.A.C., y solicitó realización de la Audiencia Pública;

Que, mediante escrito N° 2364340 de fecha 03 de febrero del 2014, Aruntani S.A.C. presentó a la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros información sobre el levantamiento de observaciones, sustentando que por error material no remitieron la información completa correspondiente a la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari";

Que, mediante escrito N° 2364345 de fecha 03 de febrero del 2014, la Aruntani S.A.C. presentó a la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros el levantamiento de observaciones, que por error material no remitieron la información completa correspondiente a la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari";

Que, mediante escrito N° 2364348 de fecha 03 de febrero de 2014, Aruntani S.A.C. remitió a la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros, el levantamiento de observaciones a la opinión técnica del Ministerio de Agricultura y Riego;

Que, mediante escrito N° 2364423 de fecha 04 de febrero del 2014, Aruntani S.A.C., presentó a la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros el levantamiento de observaciones correspondientes al Oficio N° 2534-2013/MEM-AAM de fecha 26 de noviembre del 2013, el cual, también, incluye la respuesta Informe N°355-2013-SGGMA-GDUAAT/GM/MPMN de la Municipalidad Provincial Mariscal Nieto;

Que, mediante Oficio N° 238-2014-MEM-DGAAM/DGAM de fecha 10 de febrero del 2014, la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros remitió a la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios el levantamiento de observaciones de la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari" que fueron alcanzadas con Opinión Técnica N° 131-13-MINAGRI-DGAAA-DGAA-AGF-78965-13 para su absolución;

Que, mediante escrito N° 2367873 de fecha 12 de febrero del 2014, Aruntani S.A.C. presentó a la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros los cargos de entrega del levantamiento de observaciones de la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari" a las instituciones correspondientes;

Que, mediante escrito N°2377186 de fecha 20 de marzo del 2014, Aruntani S.A.C. presentó a la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros información complementaria correspondiente a la Opinión Técnica N° 066-2013-ANA-DGCRH/GPP de fecha 25 de octubre del 2013 a la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari";

Que, mediante escrito N° 2377170 de fecha 20 de marzo del 2014, Aruntani S.A.C. presentó a la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros información complementaria al Estudio Hidrológico de la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari", para la Autoridad Nacional del Agua;

Que, mediante Oficio N° 466-2014-MEM-DGAAM/DGAM de fecha 27 de marzo del 2014, la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros remitió a la Autoridad Nacional del Agua, la remisión de información complementaria al levantamiento de observaciones a la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari" presentado por Aruntani S.A.C.;

Que, mediante Oficio N° 543-2014-MEM/DGAAM/DGAM de fecha 10 de abril del 2014, la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros reiteró a la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios, la remisión del informe de absolución de observaciones, respecto a lo solicitado en el Oficio N° 0238-2014-MEM-DGAAM/DGAM de fecha 10 de febrero de 2014;

Que, mediante escrito N° 2384361 de fecha 14 de abril del 2014, Aruntani S.A.C. remitió a la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros información complementaria del levantamiento de observaciones correspondiente a la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari";

Que, mediante escrito N° 2385821 de fecha 21 de abril del 2014, la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios presentó a la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros, remitió la Opinión Técnica N°050-14-MINAGRI-DGAAA-DGAA-AGF-84813-13 que contiene el resultado de evaluación de la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari";

Que, mediante Oficio N° 610-2014-MEM/DGAAM/DGAM de fecha 28 de abril del 2014, la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros remitió al titular minero la Opinión Técnica N° 050-14-MINAGRI-DGAAA-DGAA-AGF-84813-13, conteniendo el resultado de la evaluación de la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari";

Que, mediante escrito N° 2395393 de fecha 27 de mayo del 2014, Aruntani S.A.C. presentó a la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros, información complementaria al levantamiento de observaciones del Informe Técnico N° 066-2013-ANA-DGCRH/GPP, de la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari";

Que, mediante Oficio N°796-2014-MEM-DGAAM/DGAM de fecha 02 de junio del 2014, la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros remitió a la Autoridad Nacional del Agua, información complementaria al levantamiento de observaciones de la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari" de Aruntani S.A.C.;

Que, mediante Oficio N° 830-2014-MEM-DGAAM de fecha 10 de junio de 2014 la DGAAM dirige al presidente de la Comisión de usuarios de agua Cabecera del Río Blanco el Informe N° 0530-2014-MEM-DGAAM/DNAM/B, Asimismo, se remitió a la Secretaría General mediante Memorando N° 0141-2014/MEM-DGAAM;

Que, mediante escrito N° 2401900 de fecha 18 de junio del 2014, la Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua, remitió a la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros la Opinión Técnica de la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari", según el Informe Técnico N° 285-2014-ANA-DGCRH/IGA, la Autoridad Nacional del Agua emite Opinión Favorable al mencionado estudio;

Que, mediante Oficio N° 928 -2014/MEM-DGAAM/DGAM de fecha 19 de junio del 2014, la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros reiteró a Aruntani S.A.C., la presentación del levantamiento de observaciones de la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios, respecto a lo solicitado en el Oficio N° 0610-2014-MEM/DGAAM/DGAM de fecha 28 de abril del 2014.

Que, mediante escrito N°2402699 de fecha 20 de junio del 2014, Aruntani S.A.C., remitió a la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros, el levantamiento de observaciones persistentes correspondientes a la opinión técnica N°050-14-MINAGRI-DGAAA-DGAA-AGF-84813-13, de la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios.

Que, mediante escrito N° 2414519 de fecha 17 de julio del 2014, la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios del Ministerio de Agricultura remitió a la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros, la Opinión Técnica de la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari", según el Informe Técnico N° 085-14-MINAGRI-DGAA-AGF-84813-13, la cual es Favorable.

Que, mediante escrito N° 2416167 de fecha 24 de julio del 2014, Aruntani S.A.C., remitió a la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros, información complementaria referida al Programa de monitoreo de calidad del agua, de conformidad con la recomendación realizada por la Autoridad Nacional del Agua en el Informe Técnico N° 066-2013-ANA-DGCRH/GPP, en el que emite su opinión técnica favorable respecto de la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari";

Que, mediante escrito N° 2429145 de fecha 05 de setiembre de 2014 Aruntani S.A.C. remitió a la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros el informe de la Oficina de Información Permanente, en el cual reporta las visitas y consultas registradas en el libro de visitas durante la etapa de evaluación de la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari";

Que, la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros ha procedido continuar la evaluación del presente procedimiento administrativo, sin la opinión no vinculante de la Dirección General de Salud Ambiental, bajo responsabilidad de los funcionarios de dicha entidad, al amparo del numeral 3.3. del artículo 3° del Decreto Supremo N° 060-2013-PCM, Aprueban disposiciones especiales para la ejecución de procedimientos administrativos y otras medidas para impulsar proyectos de inversión pública y privada, así como el numeral 21.1 del artículo 21° de la Ley N° 30230, Ley que establece medidas tributarias, simplificación de procedimientos y permisos para la promoción y dinamización de la inversión en el país;

Que, mediante proveído de fecha de octubre de 2014, sustentado en el Informe N° /023 - 2014-MEM-DGAAM/DNAM/DGAM/B se recomendó aprobar la "Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari";

Que, de conformidad con el Decreto Supremo N° 016-93-EM, Decreto Supremo N° 053-99-EM, Decreto Supremo N° 028-2008-EM, Decreto Supremo N° 061-2006-EM, Resolución Ministerial N° 304-2008-EM/DM y demás normas reglamentarias y complementarias;

SE RESUELVE:

Artículo 1.- APROBAR la Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari, presentado por Aruntani S.A.C.

Artículo 2.- Conforme lo prescrito por el artículo 2° de la Resolución Ministerial N° 209-2010-MEM/DM, los vértices actualizados de los componentes principales que comprenden la Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari, son los siguientes:

01.- Ampliación Pad de Exiviación N° 03					
N°	Coordenadas UTM PSAD 56, Zona 19S		N°	Coordenadas UTM PSAD 56, Zona 19S	
	Norte	Este		Norte	Este
1	8 167 440,29	373 558,21	38	8 166 233,96	373 870,59
2	8 167 387,54	373 710,62	39	8 166 307,97	373 878,56
3	8 167 351,58	373 770,88	40	8 166 382,82	373 881,64
4	8 167 340,06	373 831,24	41	8 166 457,72	373 884,73
5	8 167 328,15	373 886,59	42	8 166 532,69	373 887,82
6	8 167 273,31	373 912,87	43	8 166 607,41	373 890,91
7	8 137 212,04	373 888,27	44	8 166 679,67	373 874,91
8	8 167 139,96	373 902,35	45	8 166 749,31	373 847,15
9	8 167 067,78	373 912,83	46	8 166 821,92	373 832,22
10	8 166 996,42	373 930,50	47	8 166 896,87	373 831,56
11	8 166 924,41	373 947,83	48	8 166 971,04	373 825,46
12	8 166 877,64	374 001,41	49	8 167 029,45	373 780,62
13	8 166 833,84	374 057,06	50	8 167 081,92	373 728,91
14	8 166 794,13	374 107,46	51	8 167 134,33	373 677,24
15	8 166 772,19	374 169,37	52	8 167 186,75	373 625,58
16	8 166 739,89	374 231,50	53	8 167 218,88	373 561,39
17	8 166 704,05	374 295,26	54	8 167 216,58	373 487,49
18	8 166 660,62	374 351,16	55	8 167 213,39	373 412,75
19	8 166 613,31	374 400,71	56	8 167 210,22	373 338,23
20	8 166 559,66	374 450,59	57	8 167 207,04	373 263,66
21	8 166 486,52	374 458,26	58	8 167 203,39	373 189,05
22	8 166 412,32	374 449,43	59	8 167 180,65	373 118,05
23	8 166 345,02	374 419,89	60	8 167 155,34	373 047,57
24	8 166 283,69	374 378,60	61	8 167 130,00	372 977,02
25	8 166 241,04	374 322,47	62	8 167 151,41	372 926,68
26	8 166 168,69	374 306,30	63	8 167 205,41	372 967,83
27	8 166 166,36	374 255,71	64	8 167 229,77	373 034,09
28	8 166 072,63	374 196,29	65	8 167 271,60	373 078,86
29	8 166 042,27	374 133,27	66	8 167 330,61	373 067,83
30	8 166 046,85	374 060,43	67	8 167 370,48	373 107,39
31	8 166 061,44	373 993,36	68	8 167 391,58	373 178,24
32	8 166 091,53	373 925,65	69	8 167 413,92	373 247,61
33	8 166 106,66	373 854,37	70	8 167 397,59	373 313,20
34	8 166 112,48	373 787,69	71	8 167 390,63	373 386,05
35	8 166 145,68	373 724,40	72	8 167 406,94	373 448,99
36	8 166 215,61	373 739,45	73	8 167 426,94	373 519,50
37	8 166 204,06	373 807,84	74	8 167 463,95	373 588,13

02.- Botadero de Desmonte Norte 01								
N°	Coordenadas UTM PSAD 56, Zona 19S		N°	Coordenadas UTM PSAD 56, Zona 19S		N°	Coordenadas UTM PSAD 56, Zona 19S	
	Norte	Este		Norte	Este		Norte	Este
1	8 168 945,97	372 916,10	46	8 167 761,80	372 938,54	91	8 167 361,05	372 926,78
2	8 168 934,75	372 982,09	47	8 167 737,56	373 005,63	92	8 167 366,36	372 888,91
3	8 168 916,57	373 039,56	48	8 167 744,15	373 074,47	93	8 167 385,46	372 817,56
4	8 168 905,99	373 113,69	49	8 167 757,30	373 141,90	94	8 167 389,10	372 762,30
5	8 168 868,31	373 151,09	50	8 167 733,15	373 192,98	95	8 167 359,46	372 697,39
6	8 168 862,59	373 110,46	51	8 167 718,54	373 258,90	96	8 167 308,88	372 626,59
7	8 168 900,12	373 060,83	52	8 167 705,39	373 328,72	97	8 167 299,06	372 549,75
8	8 168 873,44	373 028,99	53	8 167 670,26	373 379,25	98	8 167 364,45	372 493,79
9	8 168 855,08	373 100,87	54	8 167 693,84	373 434,90	99	8 167 379,10	372 410,40
10	8 168 816,29	373 163,29	55	8 167 744,90	373 481,09	100	8 167 411,10	372 329,66
11	8 168 771,07	373 184,47	56	8 167 787,61	373 538,52	101	8 167 416,37	372 243,09
12	8 168 797,73	373 129,43	57	8 167 791,33	373 609,14	102	8 167 471,64	372 177,17
13	8 168 837,31	373 070,13	58	8 167 774,56	373 680,15	103	8 167 535,07	372 117,24
14	8 168 814,05	373 081,39	59	8 167 773,00	373 754,72	104	8 167 604,20	372 063,44
15	8 168 804,94	373 065,19	60	8 167 819,04	373 798,60	105	8 167 669,13	372 006,63
16	8 168 768,35	373 130,26	61	8 167 836,88	373 851,70	106	8 167 752,60	371 988,57
17	8 168 716,99	373 184,07	62	8 167 839,54	373 915,70	107	8 167 776,78	372 048,30
18	8 168 680,48	373 207,60	63	8 167 792,34	373 958,02	108	8 167 839,83	372 094,03
19	8 168 640,14	373 244,15	64	8 167 735,27	373 994,93	109	8 167 909,25	372 068,79
20	8 168 630,22	373 296,37	65	8 167 683,21	374 037,94	110	8 167 970,67	372 099,38
21	8 168 599,25	373 249,65	66	8 167 666,72	374 083,10	111	8 168 029,65	372 108,24
22	8 168 543,40	373 207,04	67	8 167 631,77	374 102,58	112	8 168 038,83	372 150,89
23	8 168 543,96	373 152,73	68	8 167 583,56	374 085,05	113	8 168 069,55	372 189,55
24	8 168 531,26	373 110,02	69	8 167 537,61	374 064,30	114	8 168 043,78	372 214,31
25	8 168 542,90	373 062,44	70	8 167 500,56	374 011,49	115	8 168 060,35	372 251,21
26	8 168 520,67	373 018,71	71	8 167 465,99	373 959,53	116	8 168 132,10	372 266,03
27	8 168 526,66	372 962,21	72	8 167 459,84	373 885,61	117	8 168 194,23	372 307,66
28	8 168 493,90	372 900,26	73	8 167 467,49	373 823,49	118	8 168 257,67	372 346,48
29	8 168 437,90	372 853,47	74	8 167 485,82	373 767,94	119	8 168 324,42	372 361,60
30	8 168 388,35	372 806,13	75	8 167 513,78	373 717,57	120	8 168 398,12	372 371,26
31	8 168 363,52	372 730,36	76	8 167 550,33	373 672,59	121	8 168 431,68	372 435,74
32	8 168 368,64	373 669,30	77	8 167 554,54	373 599,08	122	8 168 448,58	372 500,68
33	8 168 324,80	372 606,84	78	8 167 516,68	373 535,78	123	8 168 488,43	372 558,41
34	8 168 275,49	372 554,71	79	8 167 466,15	373 481,99	124	8 168 531,19	372 618,04
35	8 168 208,39	372 530,55	80	8 167 457,64	373 422,87	125	8 168 575,99	372 677,31
36	8 168 135,53	372 517,83	81	8 167 432,72	373 407,37	126	8 168 622,07	372 735,04
37	8 168 065,99	372 497,04	82	8 167 411,99	373 378,97	127	8 168 618,97	372 693,91
38	8 168 007,25	372 542,68	83	8 167 438,99	373 309,42	128	8 168 618,44	372 636,73
39	8 167 969,73	372 589,12	84	8 167 449,59	373 267,18	129	8 168 654,52	372 622, 97
40	8 167 901,14	372 607,92	85	8 167 445,26	373 228,71	130	8 168 711,23	372 636,10
41	8 167 845,76	372 599,32	86	8 167 428,49	373 180,50	131	8 168 735,12	372 664,68
42	8 167 803,27	372 654,09	87	8 167 408,74	373 136,70	132	8 168 783,77	372 705,62
43	8 167 785,95	372 726,13	88	8 167 394,15	373 084,09	133	8 168 820,73	372 748,22
44	8 167 791,68	372 799,89	89	8 167 363,19	373 037,63	134	8 168 874,39	372 799,60
45	8 167 789,02	372 872,20	90	8 167 348,79	372 994,93	135	8 168 902,26	372 857,46

02.- Botadero de Desmonte Norte 02					
N°	Coordenadas UTM PSAD 56, Zona 19S		N°	Coordenadas UTM PSAD 56, Zona 19S	
	Este	Norte		Este	Norte
1	374 213,70	8 169 064,22	26	374 089,23	8 168 133,05
2	374 248,86	8 169 017,05	27	374 022,82	8 168 164,76
3	374 302,10	8 169 037,87	28	373 949,35	8 168 179,13
4	374 344,41	8 169 064,47	29	373 912,48	8 168 231,11
5	374 390,33	8 169 037,03	30	373 856,76	8 168 255,72
6	374 457,54	8 169 038,22	31	373 863,75	8 168 327,36
7	374 527,58	8 169 011,41	32	373 862,08	8 168 368,51
8	374 586,24	8 168 965,83	33	373 824,23	8 168 425,92
9	374 638,76	8 168 912,43	34	373 778,47	8 168 457,15
10	374 667,76	8 168 845,70	35	373 716,85	8 168 447,27
11	374 652,28	8 168 773,47	36	373 655,34	8 168 438,73
12	374 668,55	8 168 699,86	37	373 704,83	8 168 465,50
13	374 669,71	8 168 625,21	38	373 764,61	8 168 530,54
14	374 656,69	8 168 551,61	39	373 812,97	8 168 587,65
15	374 630,10	8 168 481,57	40	373 850,60	8 168 652,42
16	374 593,85	8 168 415,97	41	373 877,56	8 168 722,33
17	374 557,97	8 168 350,10	42	373 885,38	8 168 796,77
18	374 523,81	8 168 283,36	43	373 885,74	8 168 871,75
19	374 482,26	8 168 215,37	44	373 912,11	8 168 858,49
20	374 472,64	8 168 143,02	45	373 940,08	8 168 869,31
21	374 418,99	8 168 092,13	46	373 952,86	8 168 873,72
22	374 345,48	8 168 081,14	47	373 985,10	8 168 906,37
23	374 271,78	8 168 088,95	48	374 032,31	8 168 941,25
24	374 211,52	8 168 133,27	49	374 083,80	8 168 994,34
25	374 151,87	8 168 137,30	50	374 147,88	8 169 033,05

Artículo 3.- Aruntani S.A.C. se encuentra obligada a cumplir con lo estipulado en los compromisos asumidos en sus diversos escritos, así como las recomendaciones de cumplimiento obligatorio establecidas en el Informe técnico de la Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari, aprobados con la presente Resolución Directoral.

Artículo 4.- En la próxima actualización y/o modificación del Plan de Cierre de Minas de la Unidad Minera Florencia - Tucari, Aruntani S.A.C. deberá tener en cuenta los aspectos aprobados en el Plan de Cierre de Minas.

Artículo 5.- La aprobación de la Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Operaciones por Ampliación de Pad 3 y Botadero de Desmonte del Proyecto Tucari no constituye otorgamiento de autorizaciones, permisos y otros requisitos legales con los que deberá contar el titular minero para iniciar sus operaciones, de acuerdo a lo establecido en la normatividad vigente;

Artículo 6.- Remitir al Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA copia de la presente Resolución Directoral y de los documentos que sustentan la misma, para los fines de fiscalización correspondiente, así como al Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería - OSINERGMIN.



Artículo 7.- Remitir copia de la presente Resolución Directoral y, de los documentos que sustentan la misma, a la Dirección Regional de Energía y Minería de Moquegua, a la Municipalidad Provincial de Mariscal Nieto, a la Municipalidad Distrital de Carumas, y a la Comunidad Campesina de Aruntaya y Comunidad Campesina de Titire, para su conocimiento y fines.

Regístrese y Comuníquese

Ing. Edwin Regente Ocmin
Director General (e)
Asuntos Ambientales Mineros

ANEXO N° 4



PERÚ

Ministerio
de Energía y Minas

Viceministerio
de Minas

Dirección
General de Asuntos
Ambientales Mineros

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 382-2015-MEM-DGAAM

Lima, 01 OCT. 2015

Visto, el Informe N° 380 -2015-MEM-DGAAM/DNAM/DGAM/PC que antecede y estando de acuerdo con lo expresado,

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- APROBAR la Tercera Modificación del Plan de Cierre de Minas de la unidad minera "Florencia-Tucari", presentado por ARUNTANI S.A.C., conforme al cual ésta queda obligada a cumplir con las especificaciones técnicas contenidas en la Tercera Modificación del Plan de Cierre de Minas presentado, Resolución Directoral N° 008-2014-MEM-AAM de fecha 08 de enero de 2014, que aprobó la Actualización del Plan de Cierre de Minas, el Informe N° 330-2015-MEM-DGAAM/DNAM/DGAM y en los compromisos asumidos a través de los escritos complementarios presentados, de conformidad a lo establecido en el Reglamento para el Cierre de Minas, aprobado por Decretos Supremo N° 033-2005-EM y modificatorias.

Artículo 2°.- ARUNTANI S.A.C., deberá cumplir con efectuar el aporte anual de las garantías indicada en el Informe N° 125-2015-MEM-DGM-DTM-PCM emitida por la Dirección General de Minería.

Artículo 3°.- ARUNTANI S.A.C., deberá garantizar que la calidad de las aguas superficiales y subterráneas producidas en el área de la unidad minera y de los cuerpos receptores se encuentre dentro de los Límites Máximos Permisibles y Estándares de Calidad Ambiental de acuerdo a lo establecido en la normatividad vigente.

En el supuesto de que no se logrará la calidad de las aguas superficiales y subterráneas con las medidas de cierre propuestas, ARUNTANI S.A.C., realizará el tratamiento activo de cualquier efluente que podría aflorar como consecuencia de la implementación de las obras de cierre, a fin de asegurar el cumplimiento de los LMP y ECA.

Artículo 4°.- ARUNTANI S.A.C., en la próxima actualización y/o modificación deberá acreditar el avance en la aplicación y adecuación a los ECA de Suelo para sus actividades mineras conforme a los alcances establecidos en el D.S. N° 002-2013-MINAM; D.S. N° 002-2014-MINAM; y R.M. N° 085-2014-MINAM.

Artículo 5°.- La aprobación de la presente Modificación del Plan de Cierre de Minas de la unidad minera "Florencia-Tucari", no constituye el otorgamiento de autorizaciones, permisos u otros requisitos legales con los que deberá contar el titular minero para operar o ejecutar las actividades de cierre planteadas, de acuerdo a lo establecido en la normatividad vigente.

Artículo 6°.- Remítase copia de la presente Resolución Directoral y todos los actuados, al OEFA y al OSINERGMIN para los fines de su competencia.

Notifíquese y Archívese.

Ing. ELVIS MEDINA PERALTA
Director General
Asuntos Ambientales Mineros



ANEXO N° 5



PERÚ

Ministerio
de Energía y Minas

Viceministerio
de Minas

Dirección
General de Asuntos
Ambientales Mineros

"Año de la consolidación del Mar de Grau"

RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 286 -2016-MEM-DGAAM

Lima, 27 SET. 2016

Visto, el proveído del Informe N° 764 -2016-MEM-DGAAM/DNAM-DGAM/PC que antecede y estando de acuerdo con lo expresado,

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- APROBAR la Cuarta Modificación del Plan de Cierre de Minas de la unidad minera Florencia - Tucari presentado por ARUNTANI S.A.C., conforme al cual ésta queda obligada a cumplir con las especificaciones técnicas contenidas en dicho Plan de Cierre de Minas, en el Informe N° 764 -2016-MEM-DGAAM/DNAM-DGAM/PC y en los compromisos asumidos a través de los escritos complementarios presentados por la administrada, de conformidad a lo establecido en el Reglamento para el Cierre de Minas, aprobado mediante el Decreto Supremo N° 033-2005-EM y modificatorias.

Artículo 2°.- ARUNTANI S.A.C., deberá cumplir con efectuar el aporte anual de la garantía en los plazos indicados en el Informe N° 177-2016/MEM-DGM-DTM-PCM. La garantía será a favor del Ministerio de Energía y Minas, la que debe ser presentada ante la Dirección General de Minería.

Artículo 3°.- ARUNTANI S.A.C., deberá garantizar la calidad de las aguas superficiales y subterráneas en el área de la unidad minera y de los cuerpos receptores, a fin de asegurar el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles y Estándares de Calidad Ambiental acorde a la normatividad vigente.

En el supuesto de que no se logrará la calidad de las aguas superficiales y subterráneas con las medidas de cierre propuestas, ARUNTANI S.A.C. deberá realizar el tratamiento activo de cualquier efluente que podría aflorar como consecuencia de la implementación de las obras de cierre, a fin de asegurar el cumplimiento de los LMP y ECA.

Artículo 4°.- La aprobación de la Cuarta Modificación del Plan de Cierre de Minas de la unidad minera Florencia - Tucari, no constituye el otorgamiento de autorizaciones, permisos y otros requisitos legales con los que deberá contar el titular del proyecto minero para operar o ejecutar las actividades de cierre planteadas, de acuerdo a lo establecido en la normatividad vigente.

Artículo 5°.- Notifíquese al titular y remítase copia de la presente Resolución Directoral y todos los actuados al OEFA y al OSINERGMIN, para los fines correspondientes.

Regístrese y Comuníquese,

Ing. Elvis Javier Medina Peralta
Director General
Asuntos Ambientales Mineros



ANEXO N° 6



INFORME TÉCNICO DEL ESTUDIO DE PROSPECCION GEOFISICA (TOMOGRAFIA GEOELÉCTRICA) EN LA UNIDAD MINERA TUCARI


A E & R
ADVANCE ENGINEERING & RESEARCH S.A.C.

Edg
H. EDWARD GONZALES ZENTENO
GERENTE GENERAL

Edg
H. EDWARD GONZALES ZENTENO
ING. GEOFISICO
REG. CP 34659

ÍNDICE

1.0. INTRODUCCIÓN	3
2.0. JUSTIFICACIÓN	3
3.0. ANTECEDENTES	3
4.0. UBICACIÓN	4
5.0. ALCANCE	5
6.0. OBJETIVOS	5
7.0. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	5
7.1. Tomografía Geoeléctrica	5
8.0. METODOLOGÍA	6
8.1. Etapa de pre-campo	6
8.2. Etapa de campo	6
8.3. Análisis de datos	8
9.0. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS TOMOGRAFÍAS GEOELÉCTRICAS	9
9.1. Interpretación de la tomografía geoeléctrica de las líneas: L-100, L0, L100, L200, L300, L400, L500	9
9.2. Interpretación de la tomografía geoeléctrica de las líneas: L600, L700, L800, L900.	12
9.3. Interpretación de las tomografías geoeléctricas de las líneas: L1000, L1100, L1200, L1300, L1400, L1500, L1600	15
10.0. CONCLUSIONES	21
11.0. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
12.0. ANEXOS	22


ADVANCE ENGINEERING & RESEARCH S.A.C.
H. EDUARD GONZALES ZENTENO
GERENTE GENERAL


ING. GEOPÍSICO
REG. CIP 34539

1.0. INTRODUCCIÓN

1. El presente estudio se realizó dando cumplimiento a la función evaluadora del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (en adelante, OEFA) establecida en la Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental (SINEFA), cuyo ejercicio permite establecer el diagnóstico de la calidad ambiental en forma integrada y continua, con énfasis en aquellas actividades fiscalizables por el OEFA, comprendiendo acciones de vigilancia, monitoreo y otras similares según sus competencias, para asegurar el cumplimiento de las normas ambientales.
2. La UM Tucari se ubica en el distrito de Carumas, provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua. La unidad minera, hidrográficamente, se encuentra en la unidad hidrográfica Coralaque, en la parte alta del río Tambo, específicamente, en la microcuenca Margaritani, entre las quebradas Apostoloni y Margaritani. La UM Tucari es un yacimiento aurífero, su explotación es mediante tajo abierto con tratamiento por lixiviación en pad y recuperación en planta Merrill Crowe, cuenta, además, con fundición y refinación, actualmente esta unidad se encuentra en cierre progresivo.
3. El OEFA, para abordar la problemática socioambiental, desarrolló estudios de agua, sedimento, suelo y estudios especializados como prospección geofísica (tomografía geoeléctrica), caracterización geoquímica de componentes mineros, descripción geológica local, entre otros estudios en la UM Tucari.
4. Finalmente, los resultados del presente estudio constituirán un soporte técnico por parte de la Dirección de Evaluación del OEFA, para la supervisión y fiscalización ambiental de las operaciones que se desarrollan en el área de influencia de la UM Tucari.

2.0. JUSTIFICACIÓN

5. El presente informe tiene como objetivo realizar una evaluación ambiental que permita determinar los factores externos mediante el estudio de prospección geofísica, que podrían estar influenciando en el agua superficial y agua subterránea asociados a los componentes mineros dentro del área de influencia de la UM Tucari.

3.0. ANTECEDENTES

6. Mediante la Resolución de Consejo Directivo N° 004-2017-OEFA/CD, publicado el 1 de febrero de 2017 por el diario oficial El Peruano, se aprobó el Plan anual de evaluación y fiscalización ambiental (Planefa) del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental correspondiente al año 2017, que está orientado a ejecutar acciones de evaluación ambiental en áreas de influencia de las actividades fiscalizables de competencia del OEFA, en aras de otorgar un soporte efectivo a la función supervisora. Se ha previsto que las evaluaciones ambientales permitan determinar los factores externos que podrían estar influenciando en los diferentes componentes ambientales, también, a través de un análisis, determinar si existe relación de causalidad entre el estado de los componentes ambientales y los impactos que pueden generar las actividades de los sectores fiscalizables.

7. La Defensoría del Pueblo, en su Reporte de conflictos sociales N° 160, de junio de 2017, en la sección 5.1 Conflictos activos desarrollados en un solo departamento, señala que los pobladores de la comunidad Pachas denuncian la contaminación ambiental del río Coralaque por parte de la empresa Minera Aruntani SAC
8. El 14 de junio de 2017, en las instalaciones del auditorio del INIA, se realizó la reunión de trabajo para tratar la denuncia de una posible afectación en el río Coralaque. Entre los acuerdos tomados el OEFA realizaría la evaluación ambiental en el área de influencia directa de la unidad minera Tucari, con fecha de inicio de la acción julio de 2017 (Acta N° 03, Reunión de trabajo para tratar el tema de la denuncia de la posible contaminación en el río Coralaque).

4.0. UBICACIÓN

9. La unidad minera Tucari está ubicado en la jurisdicción del distrito de Carumas, provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua. Hidrográficamente, se ubica en la parte alta de la cuenca del río Tambo, específicamente en la microcuenca Margaritani, entre las quebradas Apostoloni y Margaritani (ver Figura 4-1).

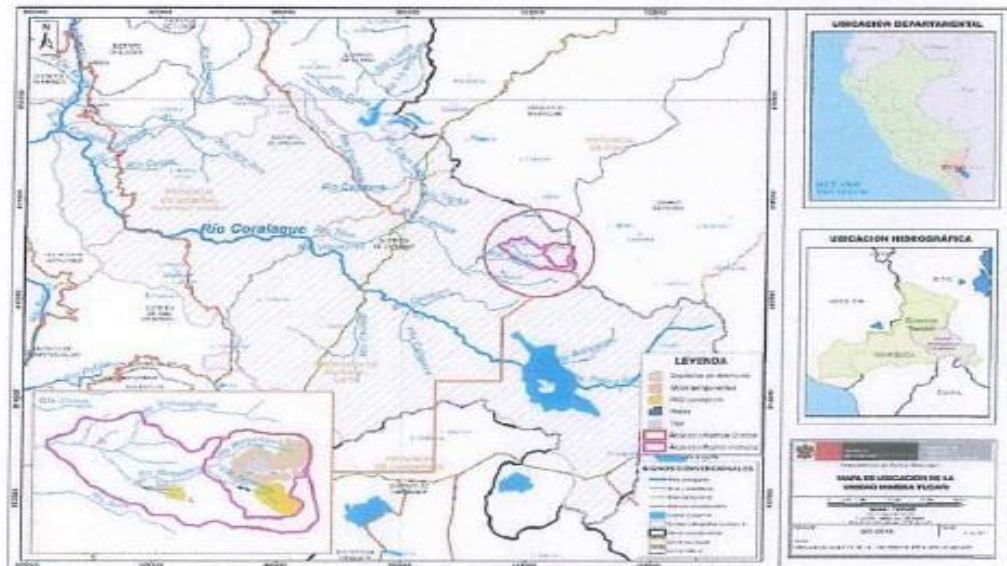


Figura 4-1. Mapa de ubicación de la Unidad Minera Tucari.

ADVANCE ENGINEERING & RESEARCH S.A.C.

H. EDGAR GONZALES ZENTENO
GERENTE GENERAL

H. Edgar Gonzales Zenteno
ING. GEOLÓGICO
REG. CIP. 34553

5.0. ALCANCE

10. El presente estudio especializado se realizó durante el 3 al 23 de julio de 2017. En la mencionada salida se realizó trabajos de campo para el estudio de tomografía geoelectrica. Mediante el mencionado estudio se busca evaluar el depósito de desmorte Norte, el presunto material de desmorte (ampliación del depósito de desmorte), el área de la planta de tratamiento de aguas ácidas del punto de control PS-02, hasta la confluencia de las quebradas Margaritani y Apostoloni, y zonas aledañas para identificar probables zonas vulnerables, afloramientos y filtraciones (probable presencia de lixiviados).

6.0. OBJETIVOS

11. Realizar el estudio de tomografía geoelectrica en el depósito de desmorte Norte, el presunto material de desmorte, el área de la planta de tratamiento de aguas ácidas del punto de control PS-02, hasta la confluencia de las quebradas Margaritani y Aposotoloni, y zonas aledañas, para identificar la probable presencia de lixiviados.

7.0. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

12. Para facilitar la comprensión del estudio especializado se requiere conocer los aspectos teóricos más importantes relacionados con el presente informe.

7.1. Tomografía Geoelectrica

13. Denominada también imagen de resistividad eléctrica, es una técnica geofísica para obtener imágenes de las estructuras sub superficiales del subsuelo a partir de medidas eléctricas efectuadas sobre la superficie o por electrodos. Mediante la tomografía geoelectrica se obtiene un modelo en dos dimensiones tres dimensiones (2D y 3D) el cual toma en cuenta los cambios de resistividad en la dirección vertical y en la dirección horizontal, los cuales son obtenidos a lo largo de la línea de investigación.
14. El equipo de tomografía geoelectrica consta de los siguientes instrumentos: un receptor, un transmisor, un motor generador y accesorios. (ver Figura 7-1 y Figura 7-2).



Figura 7-1. Receptor ELREC PRO, de 10 canales.



Figura 7-2. Transmisor de corriente I.P. TRANSMITTER 5000 W (INNOVA Electronics).

8.0. METODOLOGÍA

15. La metodología para la ejecución de estudios especializados de tomografía geoelectrica, consiste en tres etapas: la primera etapa de campo la cual consiste básicamente en la recopilación de información y preparación de planes de trabajo, la segunda etapa está compuesta de la etapa de campo y la tercera el análisis de los datos. Los cuales son descritos a continuación:

8.1. Etapa de pre-campo

16. El trabajo de pre-campo incluyó el análisis y sistematización de la información relevante relacionada a los objetivos del presente estudio. Además, la planificación, coordinación y elaboración de cronograma de actividades para llevar a cabo las siguientes etapas.

8.2. Etapa de campo

17. La etapa de campo se realizó en una sola salida de campo, la cual se llevó a cabo del 03 al 23 de julio del 2017. Para la realización del trabajo de campo se ha empleado el método eléctrico de resistividades 2D y 3D, para 2D el arreglo es polo dipolo y para 3D el arreglo es polo dipolo lateral offset, en su modalidad de tomografía eléctrica. Este método se basa en la implantación de electrodos a lo largo de perfiles, con una separación que viene condicionada por el grado de resolución, la profundidad y los objetivos que se pretendan cubrir, de tal modo que, a menor separación mayor resolución y a mayor separación mayor profundidad.
18. Se realizaron 18 líneas de tomografía geoelectrica, distribuidas en el depósito de desmorte Norte, el presunto material de desmorte (ampliación del depósito de desmorte), la planta de tratamiento de aguas ácidas hasta la confluencia de las quebradas Margaritani y Apostoloni, y zonas aledañas, que se detallan en la Tabla 8-1.

A E & R
ADVANCE ENGINEERING & RESEARCH S.A.C.

H. EDGARDO GONZALES ZENTENO

ADVANCE ENGINEERING & RESEARCH SAC., Urb. Edificios de Ingenieros E-3, Cerro Colorado, Arequipa, RUC: 20455896411. TEL: 5154 275143, RPC:5154 959341704, WEB: www.gxplorador.com, email: info@gxplorador.com

H. Edgardo Gonzales Zenteno
ING. GEOFISICO
REG. OIP 34559

Tabla 8-1. Sectores y líneas tomográficas considerados para la prospección geofísica para la evaluación ambiental en el área de influencia de la UM Tucari.

Sectores	Sector	Área de estudio	Cantidad de líneas tomográficas	Líneas tomográficas
Sector I (Margaritani)	Depósito de desmonte Norte	Margen derecha de la quebrada Margaritani hasta el depósito de desmonte Norte incluyendo la quebrada sin nombre 1*.	7	L-100, L0, L100, L200, L300, L400, L500
		Abarca la quebrada sin nombre 2* hasta el depósito de desmonte.	4	L600, L700, L800 y L900
Sector II (Apostoloni)	Áreas aledañas a la planta de tratamiento de aguas ácidas del punto de control PS-02	Desde el área del presunto material de desmonte (ampliación del depósito de desmonte) hasta la confluencia de las quebradas Margaritani y Apostoloni. Abarca el "wetland" del punto de control PS-02 (planta de tratamiento de aguas ácidas) y la cantera Paco Paco	7	L1000, L1100, L1200, L1300, L1400, L1500 y L1600

19. La campaña de campo fue realizada por el equipo técnico profesional y la ejecución del trabajo se efectuó siguiendo las recomendaciones del especialista en geofísica.
20. Para la ubicación de las líneas de tomografía geoelectrica, se procedió primero a realizar un recorrido por toda la zona de influencia del depósito de desmonte, el presunto material de desmonte (ampliación del depósito de desmonte), el área de la planta de tratamiento de aguas ácidas hasta la confluencia de las quebradas Margaritani y Apostoloni, y zonas aledañas. Con la finalidad de determinar las zonas accesibles y de interés para realizar los trabajos de campo. Las coordenadas de ubicación de las 18 líneas de tomografía geoelectrica, distribuidas en el depósito de desmonte Norte y su ampliación, y en áreas aledañas a la planta de tratamiento de aguas ácidas del punto de control PS-02, se detallan en la Tabla 8-2.

Tabla 8-2. Ubicación de las líneas tomográficas a realizar en el área de influencia de la UM Tucari.

N°	Código de línea	Coordenadas Iniciales UTM Datum WGS 84-Zona 17M		Coordenadas Finales UTM Datum WGS 84-Zona 17M		Descripción
		Este	Norte	Este	Norte	
1	L-100	373 785	8 167 962	373 975	8 168 387	Parte alta, quebrada Margaritani, ladera del depósito de desmonte Norte y quebrada sin nombre 1.
2	L-0	373 649	8 167 905	373 848	8 168 455	
3	L100	373 549	8 167 928	373 710	8 168 527	
4	L200	373 453	8 167 954	373 614	8 168 553	
5	L300	373 356	8 167 980	373 517	8 168 579	
6	L400	373 259	8 168 006	373 420	8 168 605	
7	L500	373 189	8 168 128	373 324	8 168 631	
8	L600	372 258	8 167 922	372 433	8 168 390	Parte media, quebrada Margaritani, ladera del depósito de desmonte Norte y quebrada sin nombre 2.
9	L700	372 164	8 167 957	372 339	8 168 425	
10	L800	372 070	8 167 992	372 246	8 168 460	
11	L900	371 977	8 168 027	372 152	8 168 495	Zona entre el Wetland del punto de control PS-02, el presunto material de desmonte (ampliación del depósito de desmonte) y confluencia de las quebradas Margaritani y Apostoloni
12	L1000	371 834	8 167 182	371 797	8 167 701	
13	L1100	371 733	8 167 195	371 698	8 167 694	
14	L1200	371 635	8 167 168	371 598	8 167 686	
15	L1300	371 534	8 167 181	371 498	8 167 679	
16	L1400	371 420	8 167 373	371 398	8 167 672	
17	L1500	371 320	8 167 366	371 299	8 167 665	
18	L1600	371 217	8 167 399	371 199	8167 658	

AE&R
ADVANCE ENGINEERING & RESEARCH S.A.C.

H. Margarita Godales Zenteno
ING. GEOFISICO
REG. CIP. 34559

21. La ubicación de las líneas de tomografía geoelectrónica se presentan en la Figura 8-1.

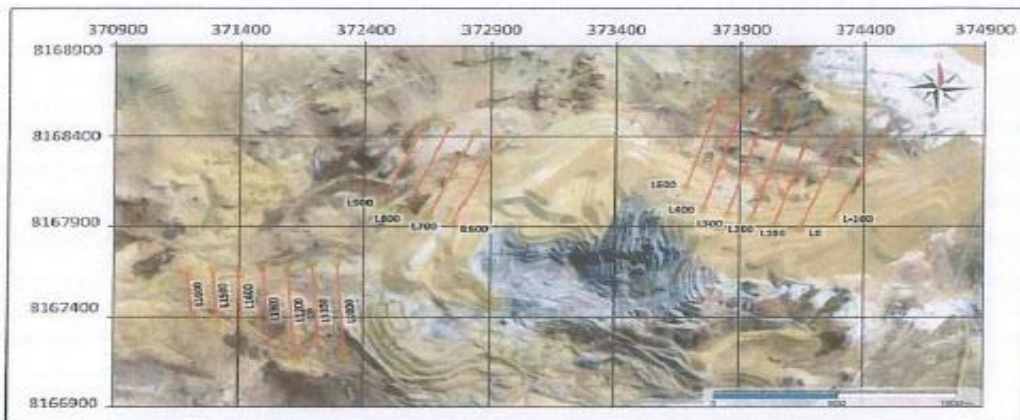


Figura 8-1. Ubicación de las líneas de tomografía geoelectrónica en el área de influencia de la UM Tucará.

8.3. Análisis de datos

22. A continuación, se presenta el análisis de los datos obtenidos durante la ejecución del levantamiento geoelectrónico.

- **Mediciones en el perfil geoelectrónico**

23. Las lecturas consisten de la emisión de corriente eléctrica enviada por el Transmisor a través del cable de corriente y electrodos hacia el terreno. La recepción del potencial eléctrico y el registro de sus valores a través del receptor. Mantener una comunicación constante entre el operador del transmisor, operador de receptor y personal de apoyo mediante el uso de radios móviles.
24. El operador del Transmisor (Tx), realizará el envío de corriente a solicitud del operador del Receptor (Rx) y siempre en coordinación con el personal de apoyo encargado de los cables de corriente, la confirmación del envío de corriente es indicado al personal de corriente para que no toquen los cables mientras se envía energía y junto a esta indicación se da el valor de la intensidad de corriente (mA) al operador de Rx. Este valor es ingresado al Rx y se realiza las mediciones, en cada medida se deberá considerar los valores de resistividad, una vez registrado y almacenado en el receptor.

25. A continuación, se describen los procesos realizados para obtener las secciones de resistividad y los resultados de los modelos de inversión de datos.

- **Base de Datos**

26. Los datos obtenidos en campo fueron almacenados en la memoria del receptor, en el que se consignan la ubicación de cada línea, los electrodos de medida, los electrodos de emisión de corriente, los valores la intensidad de corriente emitida,

el Voltaje primario, el número de repeticiones de intervalos de lecturas, el tiempo de dominio de las lecturas (2000 ms), los valores de resistividad aparente.

27. Con esta información se procede a generar los primeros resultados como pseudosecciones, a través del cual se realiza un control de calidad de los datos observando los errores de la desviación estándar de los datos del potencial primario en cada dipolo, cuyos valores menores al 4% son aceptados para el procesamiento de estos.

- **Revisión de datos**

28. En esta etapa se validan los datos y se eliminan valores incoherentes o ruidos generado por factores externos como; malas conexiones, errores de valores de Intensidad. Se validan los valores de diferencias de potencial mayores a 0.1 Mv.

- **Proceso de inversión**

29. La base de datos previamente validada y empleada para la generación de pseudo secciones será exportada a un formato específico para el proceso de inversión. El proceso de inversión se basa en el teorema de inversión mediante la determinación de modelos directos de solución para los datos y a partir de estos modelos realiza una solución mediante medidas indirectas y el proceso buscara un modelo que se ajuste a los valores obteniendo de esta manera una solución más precisa para las anomalías determinadas con las pseudo secciones.

9.0. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS TOMOGRAFÍAS GEOELÉCTRICAS

9.1. Interpretación de la tomografía geoelectrica de las líneas: L-100, L0, L100, L200, L300, L400, L500.

30. Ubicada en la parte alta de la quebrada Margaritani, ladera del depósito de desmonte Norte, quebrada sin nombre 1 y zonas aledañas, con una longitud promedio de 500 metros, alcanzando una profundidad promedio de investigación de 190 metros. En esta zona se han ejecutado siete líneas de tomografía geoelectricas, con la finalidad de obtener un bloque en 3D.
31. En la parte superficial del bloque se observan zonas con valores bajos de resistividad del orden de 19 – 39 Ohm.m, que indicarían la probable presencia de lixiviados. En la esquina inferior del margen derecho del bloque se observa una gran zona con presencia de agua o humedad. Estas anomalías de baja resistividad abarcan desde la parte superficial hasta una profundidad promedio de 20 metros (parte inferior derecha del bloque), (Figura 9-1). Además, en la Figura 9-2, se ha diferenciado las zonas con valores bajos de resistividad de 19 – 39 Ohm.m (coloración azul a celeste) con la finalidad de apreciar de mejor manera la extensión superficial y su continuidad en profundidad.

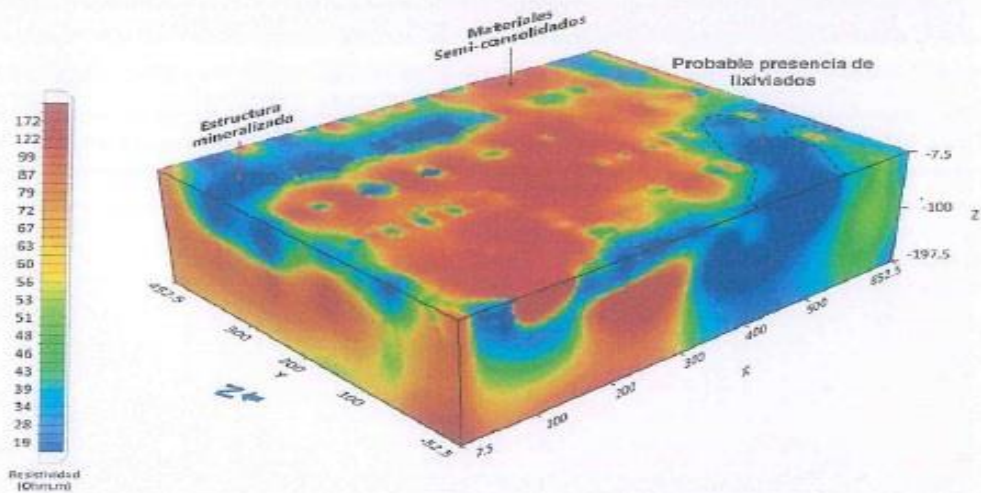
AE&R
ADVANCE ENGINEERING & RESEARCH S.A.C.

H. EDGARDO GONZALES ZENTENO

H. EDGARDO GONZALES ZENTENO
ING. GEOFISICO
REG. CIP 34559

EVALUACIÓN GEOFÍSICA MEDIANTE TOMOGRAFÍA GEOELÉCTRICA DEL BOTADERO NORTE (PARTE ALTA - QUEBRADA MARGARITANI) U.M. TUCARI, (MARISCAL NIETO - MOQUEGUA)

A. SECCIÓN E INTERPRETACIÓN DE LA TOMOGRAFÍA GEOELÉCTRICA - 3D



B. DESCRIPCIÓN

PRIMERA ESTRUCTURA

RESISTIVIDAD: Ombres por vector (0-m)

Valores de Resistividad : 19 - 39 Ohm*m.
Probable presencia de lixiviados

SEGUNDA ESTRUCTURA

RESISTIVIDAD: Ombres por vector (0-m)

Valores de Resistividad : 39 - 172 Ohm*m.
Materiales semi-consolidados.

C. MAPA DE UBICACIÓN



ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL

Figura 9-1. Sección e interpretación de la tomografía geoelectrica 3D en el área del depósito de desmonte norte y zonas aledañas.

AE&R
ADVANCE ENGINEERING & RESEARCH S.A.C.

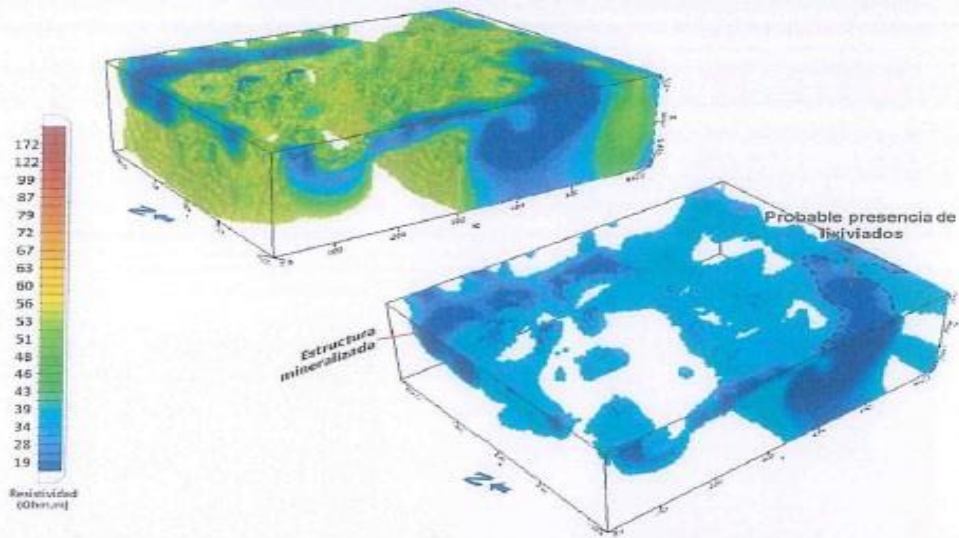
H. EDGARDO GONZALES ZENTENO
UPEL Colegiado de Ingenieros E-3, Cerro Colorado, Arequipa, RUC:

20455896411. TEL: 5154 275143, RPC-5154 959341704, WEB: www.explorador.com, email: info@explorador.com

H. Edgardo Gonzales Zenteno
ING. GEOPÍSICO
REG. CIP. 34559

EVALUACIÓN GEOFÍSICA MEDIANTE TOMOGRAFÍA GEOELÉCTRICA DEL BOTADERO NORTE (PARTE ALTA - QUEBRADA MARGARITANI) U.M. TUCARI, (MARISCAL NIETO - MOQUEGUA)

A. SECCIÓN E INTERPRETACIÓN DE LA TOMOGRAFÍA GEOELÉCTRICA - 3D



B. DESCRIPCIÓN

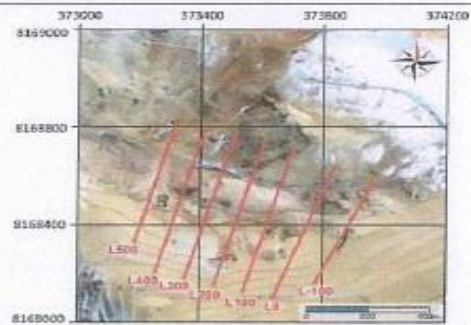
RESISTIVIDAD: Ohm por metro (Ω m)

Valores de Resistividad : 19 - 39 Ohm * m.
 Probable presencia de lixiviados

RESISTIVIDAD: Ohm por metro (Ω m)

Valores de Resistividad : 39 - 56 Ohm * m.
 Materiales semi-consolidados con presencia de humedad.

C. MAPA DE UBICACIÓN



ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL

Figura 9-2. Sección e interpretación de la tomografía geoelectrica 3D en el área del depósito de desmonte norte y zonas aledañas, valores de resistividad desde 19 a 56 Ohm.m.

AE&R
 ADVANCE ENGINEERING & RESEARCH S.A.C.

H. EDGARDO GONZALES ZENTENO

H. Edgar Gonzales Zenteno
 ING. GEOFÍSICO
 REG. CIP 34853

9.2. Interpretación de la tomografía geoeléctrica de las líneas: L600, L700, L800, L900.

32. Ubicada en la parte media de la quebrada Margaritani, ladera del depósito de desmonte Norte, quebrada sin nombre 2 y zonas aledañas, con una longitud de 500 metros, alcanzando una profundidad promedio de investigación de 190 metros. En esta zona se han ejecutado cuatro líneas de tomografías geoeléctricas, con la finalidad de obtener un bloque en 3D.
33. En la parte superficial del bloque se observa una gran zona con valores bajos de resistividad del orden de 0 - 10 Ohm.m, que indicarían la probable presencia lixiviados, que profundizan hasta una profundidad promedio de 50 metros. (Figura 9-3). Además, en la Figura 9-4 se ha delimitado las zonas con valores bajos de resistividad de 0 a 10 Ohm.m con la finalidad de de apreciar de mejor manera la extensión superficial y su continuidad en profundidad.

A E R R
ADVANCE ENGINEERING & RESEARCH S.A.C.

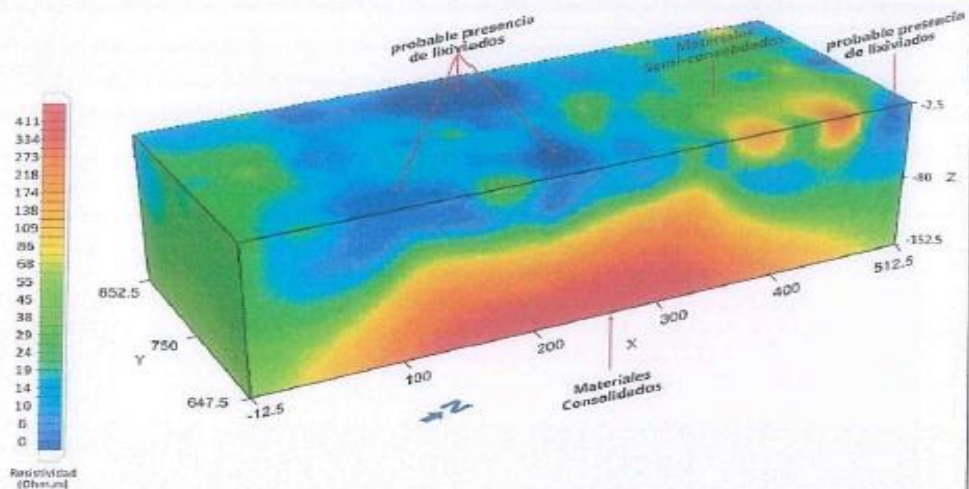
H. EDGARDO GONZALES ZENTENO

ADVANCE ENGINEERING & RESEARCH S.A.C., Urb. Cerro Colorado, Ing. Edgardo Gonzales Zenteno, Cerro Colorado, Arequipa, RUC: 20455896411. TEL: 5154 275143, RPC:5154 959341704, WEB: www.gxplorador.com, email: info@gxplorador.com

H. Edgardo Gonzales Zenteno
ING. GEOFISICO
REG. CIP 34558

EVALUACIÓN GEOFÍSICA MEDIANTE TOMOGRAFÍA GEOELÉCTRICA DEL BOTADERO NORTE (PARTE MEDIA - QUEBRADA MARGARITANI) U.M. TUCARI, (MARISCAL NIETO - MOQUEGUA)

A. SECCIÓN E INTERPRETACIÓN DE LA TOMOGRAFÍA GEOELÉCTRICA - 3D



B. DESCRIPCIÓN

PRIMERA ESTRUCTURA

RESISTIVIDAD: Ohm por metro (Ω m)

Valores de Resistividad : 0 - 10 Ohm*m.
Probable presencia de lixiviados

SEGUNDA ESTRUCTURA

RESISTIVIDAD: Ohm por metro (Ω m)

Valores de Resistividad : 10 - 411 Ohm*m.
Materiales semi-consolidados (con presencia de humedad) a materiales consolidados.

C. MAPA DE UBICACIÓN



Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL

Figura 9-3. Sección e interpretación de la tomografía geoelectrica 3D en la ampliación del depósito de desmonte Norte y zonas aledañas.

ADVANCE ENGINEERING & RESEARCH S.A.C.

H. EDGARDO GONZALES ZENTENO

ADVANCE ENGINEERING & RESEARCH S.A.C., Urb. Colegio de Ingenieros E-31, Cerro Colorado, Arequipa, RUC: 20455896411. TEL: 5154 275143, RPC:5154 959341704, WEB: www.gxplorador.com, email: info@gxplorador.com

H. EDGARDO GONZALES ZENTENO
ING. GEORFISICO
REG. CIP 34559

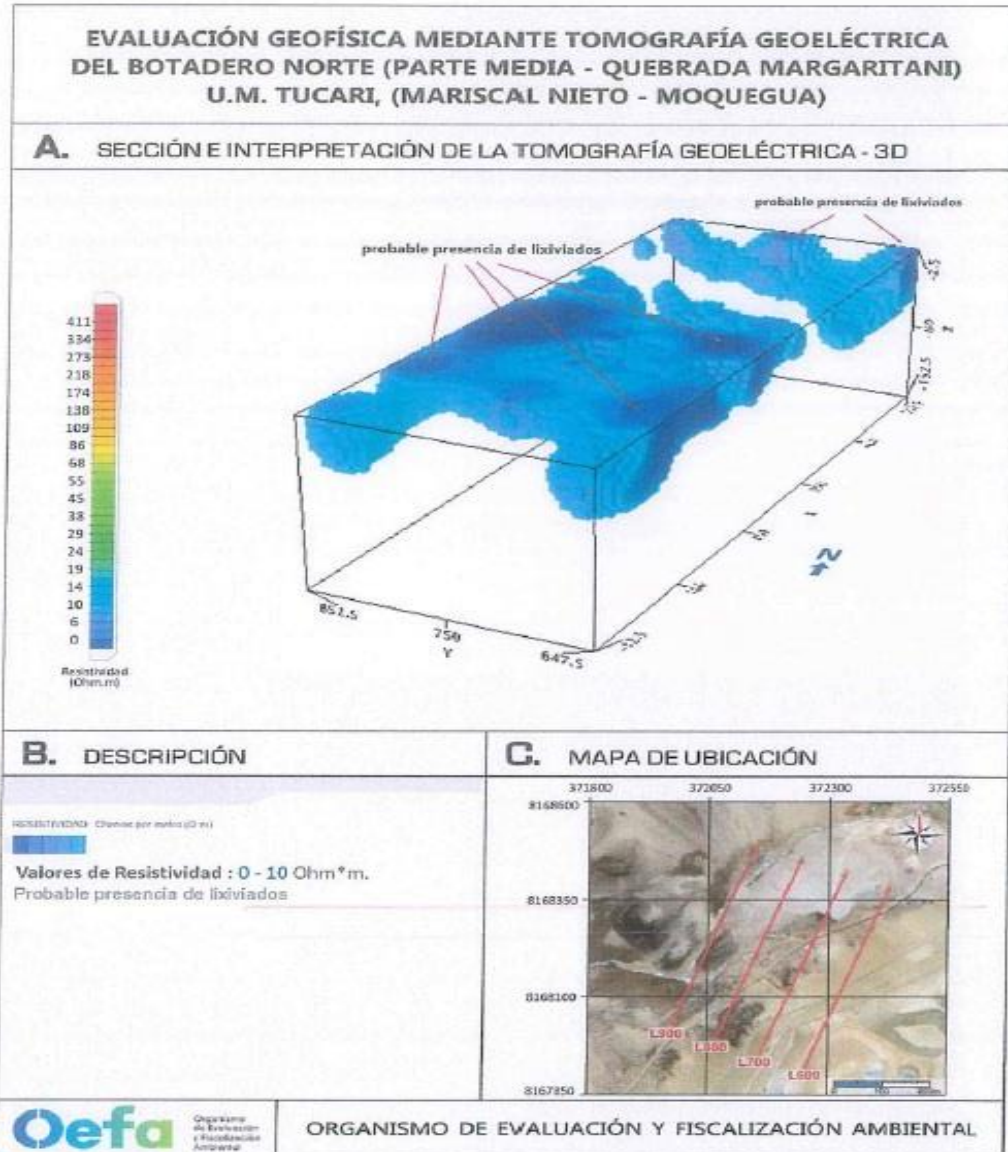
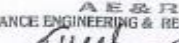


Figura 9-4. Sección e interpretación de la tomografía geoelectrica 3D en la ampliación del depósito de desmonte Norte y zonas aledañas. valores de resistividad desde 0 hasta 10 Ohm.m


 ADVANCE ENGINEERING & RESEARCH S.A.C.


 H. EDUARD GONZALES ZENTENO
 ING. GEOFÍSICO
 REG. CIP 34659

9.3. Interpretación de la tomografía geoelectrica de las líneas: L1000, L1100, L1200, L1300, L1400, L1500, L1600.

34. Ubicado entre la planta de tratamiento de aguas ácidas del punto de control PS-02 y la confluencia de las quebradas Margaritani y Apostoloni (Figura 9-5), con una longitud de 300-400 metros, alcanzando una profundidad promedio de investigación de 200 metros. En esta zona se han ejecutado siete líneas de tomografía geoelectrica (L1000, L1100, L1200, L1300, L1400, L1500, L1600), con la finalidad de obtener un bloque en 3D (Figura 9-6).
35. En la parte superior de la sección L1000, L1100 y L1200, se presentan zonas con valores bajos de resistividad de 0 a 10 Ohm.m, que indicarían la presencia de filtraciones con probable contenido de lixiviados. Esta zona con estas características se presenta a una distancia de 200 metros de la sección y se manifiesta desde la parte superficial hasta una profundidad promedio de 50 metros y se extiende en forma longitudinal hacia la margen derecho del perfil.
36. Las secciones L1100, L1200, L1300 y L1400, en el lado izquierdo muestran zonas superficiales con valores bajos de resistividad del orden de 7.6 - 23.4 Ohm.m, cuyos valores indicarían la presencia de filtraciones también con probable contenido de lixiviados (aunque en menor proporción). Se extienden en la parte superficial hasta una profundidad promedio de 50 metros.
37. La sección 1600 (margen inferior izquierdo del bloque), muestra una zona de interés con valores bajos de resistividad de 7.6 - 12.8 Ohm.m, a una profundidad promedio de 60 metros. Esta zona representaría a una probable estructura mineralizada. En el margen derecho de la misma sección, también se presenta otra zona con las mismas características, aunque en menor proporción, que probablemente tendrían su origen desde la parte superior del desmonte. Las secciones se muestran en las Figura 9-6.
38. Con la finalidad de observar el flujo de agua, con probables presencia de lixiviados en profundidad, se han realizado cortes horizontales a diferentes profundidades; Figura 9-7 (mapa de resistividad-profundidad de 20 m), Figura 9-8 (mapa de resistividad-profundidad de 40 m) y Figura 9-9 (mapa de resistividad- profundidad de 100 m). Para más detalle en el Anexo 3, se presentan los mapas de distribución de resistividades a diferentes profundidades para los sectores de la quebrada Margaritani y Apostoloni.

A E S R
ADVANCE ENGINEERING & RESEARCH S.A.C.

H. EDUARDO GONZALES ZIENTENO
GERENTE GENERAL

H. EDUARDO GONZALES ZIENTENO
ING. GEOFISICO
REG. CIP 34558

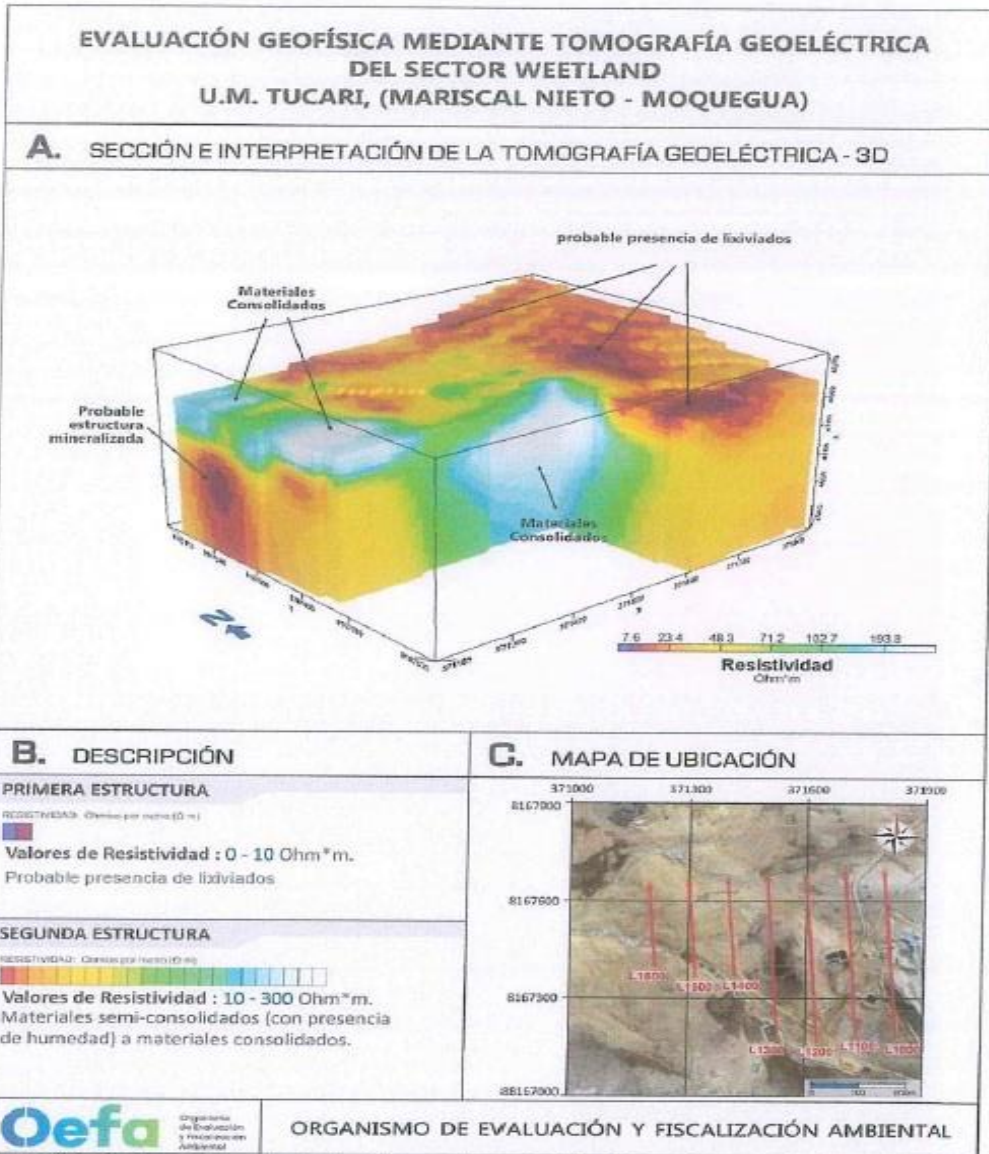


Figura 9-5. Sección e interpretación de la tomografía geoelectrica 3D en el sector de la planta de tratamiento de aguas ácidas (weetland) y zonas aledañas.

ADVANCE ENGINEERING & RESEARCH S.A.C.

H. EDGAR GONZALES ZENTENO
 Colegio de Ingenieros E-37 Cerro Colorado, Arequipa, RUC: 20455896411. TEL: 5154 275143, RPC:5154 959341704, WEB: www.gxplorador.com, email: info@gxplorador.com

H. Edgar Gonzales Zenteno
 ING. GEOFISICO
 REG. DIP. 34558

**EVALUACIÓN GEOFÍSICA MEDIANTE TOMOGRAFÍA GEOELÉCTRICA
 DEL SECTOR WETLAND
 U.M. TUCARI, (MARISCAL NIETO - MOQUEGUA)**

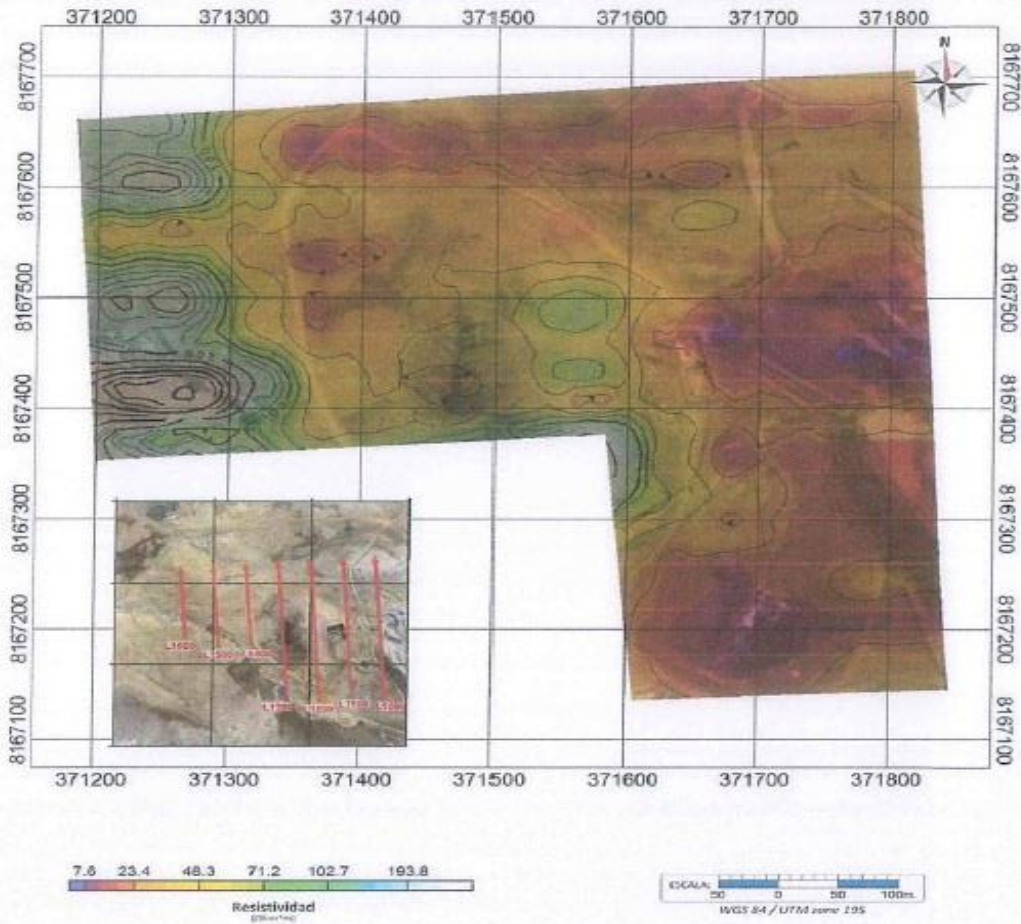


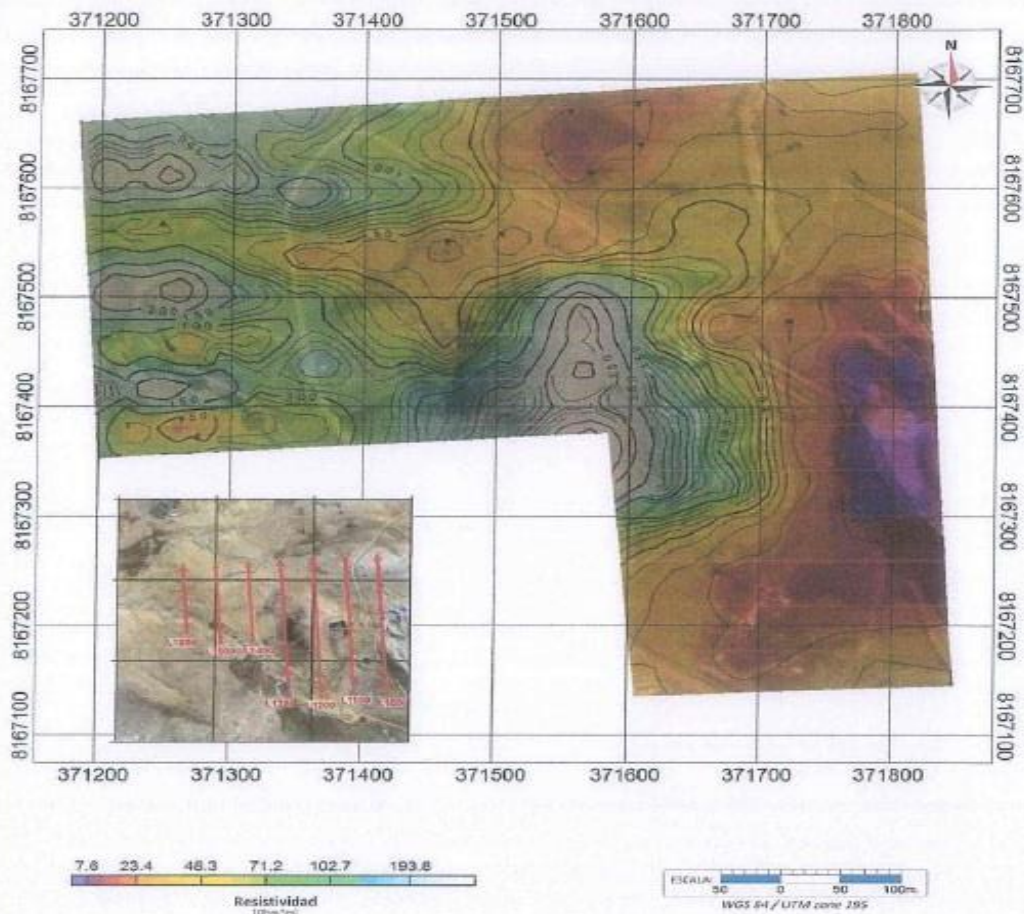
Figura 9-7. Mapa de resistividades a 20 m de profundidad en el sector de la planta de tratamiento de aguas ácidas (wetland) y zonas aledañas.

ADVANCE ENGINEERING & RESEARCH S.A.C.

H. EDUARDO GONZALES ZENTENO

H. Eduardo Gonzales Zenteno
 ING. GEOLÓGICO
 REG. PROF. 34652

**EVALUACIÓN GEOFÍSICA MEDIANTE TOMOGRAFÍA GEOELÉCTRICA
DEL SECTOR WETLAND
U.M. TUCARI, (MARISCAL NIETO - MOQUEGUA)**



Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL

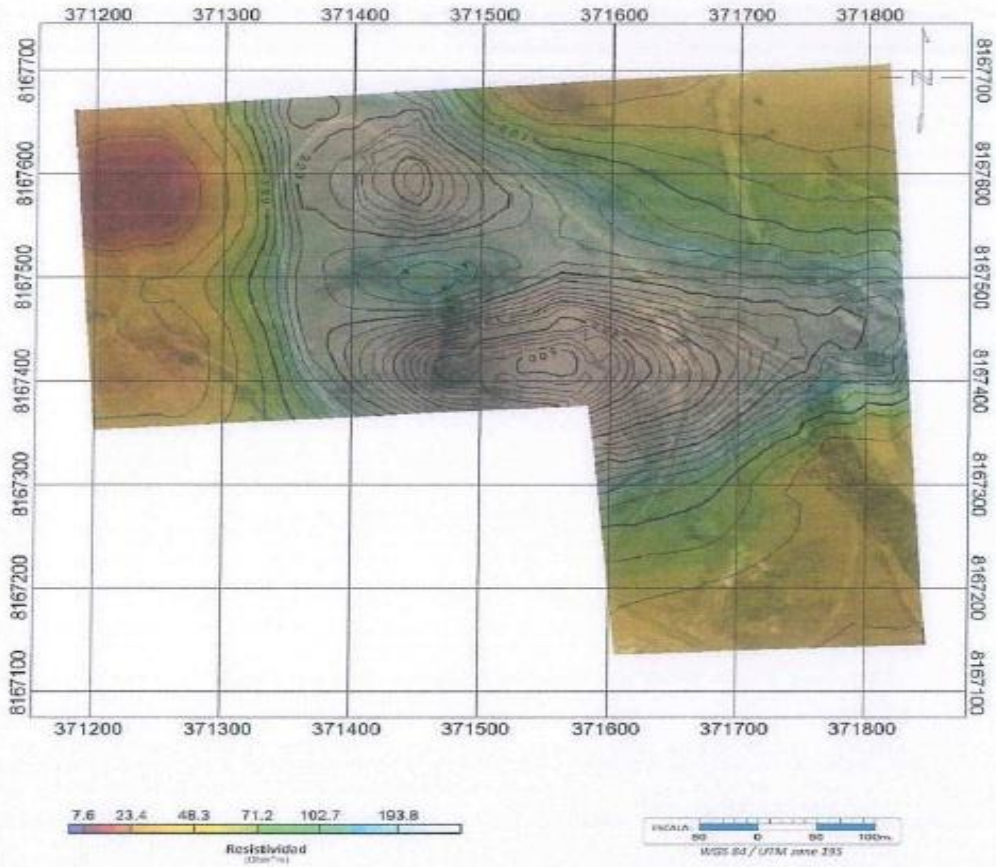
Figura 9-8. Mapa de resistividades a 40 m de profundidad en el sector de la planta de tratamiento de aguas ácidas (wetland) y zonas aledañas.

A E & R
ADVANCE ENGINEERING & RESEARCH S.A.C.

H. Eduardo Gonzalez Zente
ING. GEOFÍSICO
REG. CIP 34559

ADVANCE ENGINEERING & RESEARCH S.A.C., Urb. Colegio de Ingenieros E-3, Cerro Colorado, Arequipa, RUC: 20455896411. TEL: 5154 275143, RPC:5154 959341704, WEB: www.gxplorador.com, email: info@gxplorador.com

**EVALUACIÓN GEOFÍSICA MEDIANTE TOMOGRAFÍA GEOELÉCTRICA
 DEL SECTOR WETLAND
 U.M. TUCARI, (MARISCAL NIETO - MOQUEGUA)**



Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental **ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL**

Figura 9-9. Mapa de resistividades a 100 m de profundidad en el sector de la planta de tratamiento de aguas ácidas (wetland) y zonas aledañas.

A E S R
 ADVANCE ENGINEERING & RESEARCH S.A.C.
 H. EDUARDO GONZALES ZENTENO
 GERENTE GENERAL

H. Eduardo Gonzales Zenteno
 ING. GEOFISICO
 REG. CIP 34459

10.0. CONCLUSIONES

39. En total se realizaron dieciocho tomografías geoeléctricas. Siete Tomografías en la parte alta de la quebrada Margaritani, (ladera del depósito de desmonte Norte, quebrada sin nombre 1 y zonas aledañas), cuatro tomografías en la parte media de la quebrada Margaritani, (ladera del depósito de desmonte, quebrada sin nombre 2 y zonas aledañas), y siete tomografías entre la planta de tratamiento de aguas ácidas del punto de control PS-02, el presunto material de desmonte (ampliación del depósito de desmonte) y la confluencia de las quebradas Margaritani y Apostoloni.
40. A continuación, se describen los resultados de los principales objetivos buscados en el presente estudio:
- **Tomografía geoeléctrica 3D de las líneas: L-100, L-0, L100, L200, L300, L400, L500.**
41. Ubicada en la parte alta de la quebrada Margaritani, ladera del depósito de desmonte, quebrada sin nombre 1 y zonas aledañas. En la parte superficial del bloque se observan zonas con valores bajos de resistividad (19 – 39 Ohm.m) que se extienden hasta 20 metros de profundidad que indicarían la probable presencia de lixiviados. En la esquina inferior del margen derecho del bloque 3D de la Figura 9-1 se observa una gran zona con presencia de agua o humedad.
- **Tomografía geoeléctrica 3D de las líneas: L600, L700, L800, L900.**
42. Ubicada en la parte alta de la parte media de la quebrada Margaritani, ladera del depósito de desmonte Norte, quebrada sin nombre 2 y zonas aledañas. En la parte superficial del bloque se observa una gran zona con valores bajos de resistividad del orden de 0 - 10 Ohm.m, que indicarían la probable presencia lixiviados, que profundizan hasta una profundidad promedio de 50 metros
- **Tomografía geoeléctrica 3D de las líneas: L1000, L1100, L1200, L1300, L1400, L1500, L1600.**
43. Ubicados en la planta de tratamiento de aguas ácidas del punto de control PS-02, el presunto material de desmonte (ampliación del depósito de desmonte) y la confluencia de las quebradas Margaritani y Apostoloni. La parte superior del bloque de resistividad 3D presenta valores bajos de resistividad (0 a 10 Ohm.m) que indicarían la presencia de filtraciones con probable contenido de lixiviados, que profundizan aproximadamente hasta los 50 metros.
- 44.
45. Las secciones L1100, 1200, 1300, 1400, (margen izquierdo), muestran zonas superficiales con valores bajos de resistividad, cuyos valores indicaría la presencia de filtraciones con probable contenido de lixiviados (aunque en menor proporción). La sección 1600 (margen inferior izquierdo del bloque), muestra una zona con valores bajos de resistividad a una profundidad promedio de 60 metros que indicaría una probable estructura mineralizada.

A E R
ADVANCE ENGINEERING & RESEARCH S.A.C.

H. EDGARDO GONZALES ZENTENO
GERENTE GENERAL


H. Edgardo Gonzales Zenteno
ING. GEORISCO
REG. CIP 34559

11.0. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- C.J. Powers, Jody Wilson; Surface Geophysical investigation of the University of Connecticut landfill, Storrs, Connecticut.
- Echavarría (1977), depósitos de mineral, Universidad de La Plata, Argentina.
- GEOSOFT; Montaj Induced Polarization, Induced Polarization and Resistivity Processing Extension for Oasis Montaj 6.4, Geosoft 2007.
- GEOTOMO SOFTWARE, Geoelectrical Imaging 2D & 3D, Malasya.
- G.R. Koemer, Long Term temperatura monitoring of geomembranes at dry and wet landfills, Geosunthetic Institute, Departament of Civil Engineering, Drexel University, Philadelphia, PA 19104, USA.
- Nelson, E., Forsythe, R., and Arit, I., 1994, Ridge collision tectonics in terrane development, J. S. American Earth Sci., 7, 271-278.
- Peter Hewitt & Lucy Philip, Problems of Clay Dessication in composite Lining System, Departament of Earth Sciences, University of Ledds, Leeds United Kingdom.
- R. N. Yong and H.R. Thomas, "Geoenvironmental Engineering", Contaminated Ground: fate of pollutants and remediation, Published by Thomas Telford Publishing, Thomas Telford Services Ltd, 1 Heron Quay, London, E144JD, 1997.
- Ravelo Daniela, 2007, Inversión e interpretación de datos de resistividad aparente en 2D, adquiridos en relieves topográficos, Sartenejas, Venezuela.
- Ongley E.D (1997), Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos.

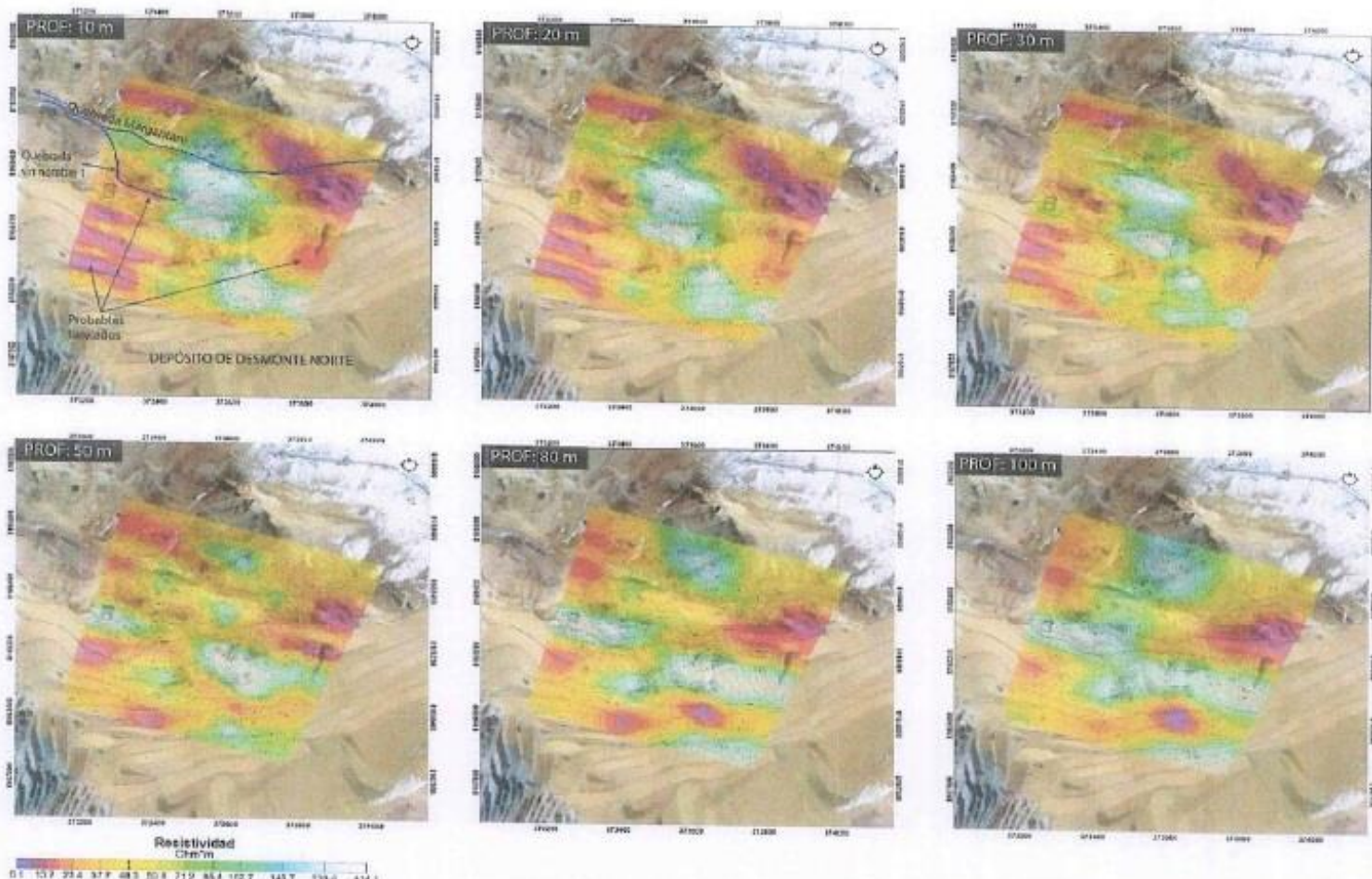
12.0. ANEXOS

- Anexo 1. Mapa de ubicación de las líneas de tomografía geoelectrica.
- Anexo 2. Registro fotográfico.
- Anexo 3. Mapas de distribución de resistividades a diferentes profundidades en los sectores de la quebrada Margaritani y Apostoloni.

A E & R
ADVANCE ENGINEERING & RESEARCH S.A.C.

H. EDGARD GONZALES ZENIÑO
GERENTE GENERAL


H. Edgard Gonzales Zeniño
ING. GEOFISICO
REG. DP 34598

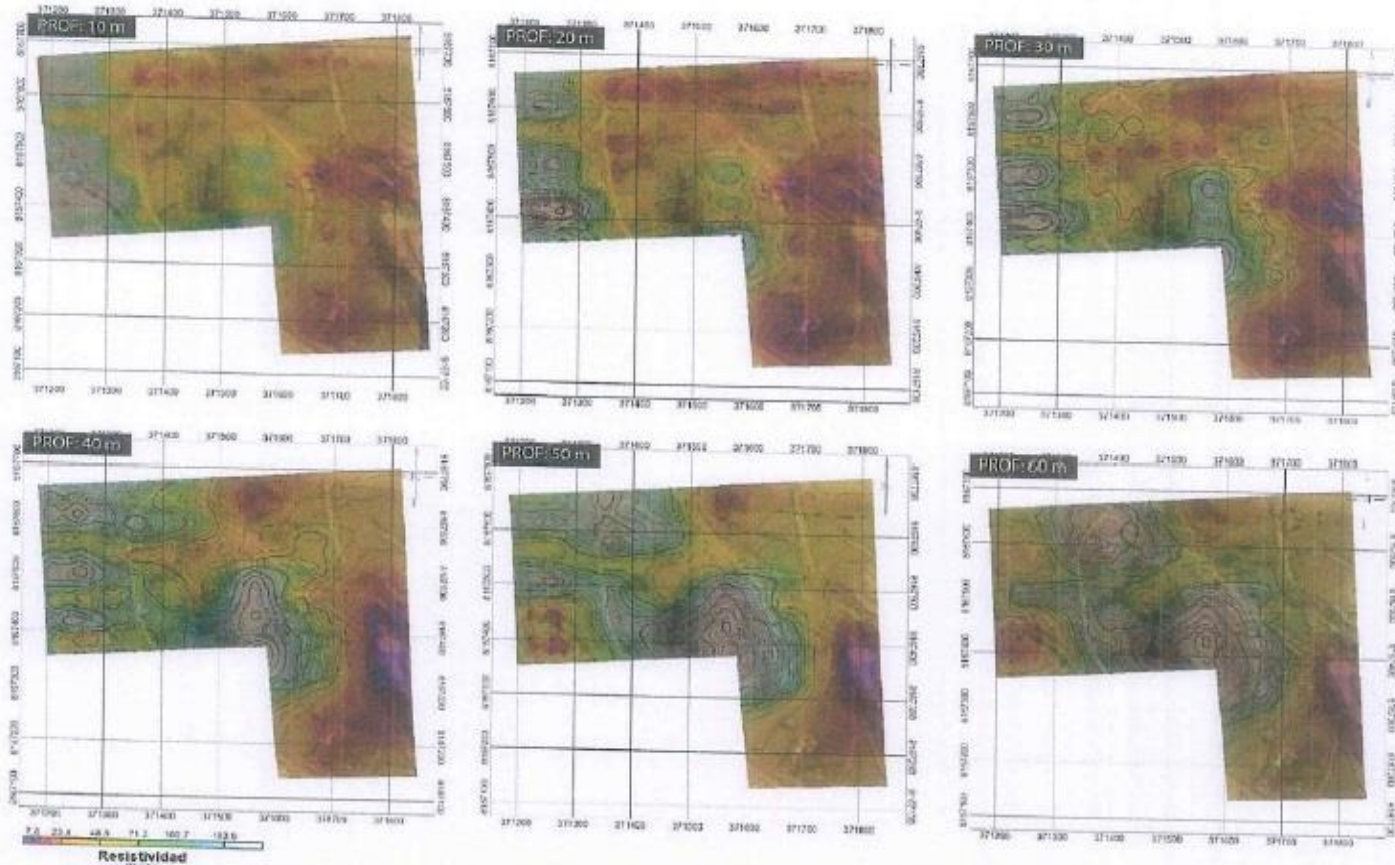


Mapa de distribución de resistividades en el sector I: Margaritani a profundidades de 10 m, 20 m, 30 m, 50 m, 80 m y 100 m.

ADVANCE ENGINEERING RESEARCH S.A.C.

H. EDGARDO GONZÁLEZ ZENTENO
GERENTE GENERAL

H. EDGARDO GONZÁLEZ ZENTENO
ING. GEOFÍSICO
REG. CIP. 34559



Mapa de distribución de resistividades en el sector II: Apostoloni a profundidades de 10 m, 20 m, 30 m, 40 m, 50 m y 60 m.

A E & T
 ADVANCE ENGINEERING & RESEARCH S.A.C.

Agiles
 H. EDGARDO GONZALES ZENTENO
 GERENTE GENERAL

Agul
 A. Edgardo Gonzales Zanera
 ING. GEOFISICO
 REG. CIP. 34058