

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS



“EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL GENERADO POR PASIVOS MINEROS EN LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL”

Presentado por:

Joel Jesús Cervantes Neira

Samuel Jesús Quito Quilla

TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

Lima – Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS

**“EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL GENERADO POR
PASIVOS MINEROS EN LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL”**

Presentado por:

Joel Jesús Cervantes Neira

Samuel Jesús Quito Quilla

Trabajo académico para optar el título profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Dr. Ever Menacho Casimiro
PRESIDENTE

Dra. Rosemary Vela Cardich
MIEMBRO

Mg. Sc. Armando Aramayo Bazzetti
MIEMBRO

Mg. Sc. Víctor Miyashiro Kiyari
ASESOR

Para aquellos que tuvieron algún obstáculo en el camino, para ellos que nunca se rindieron, para ellos que tenían claro sus objetivos, para ellos que supieron reponerse y siguieron adelante.

AGRADECIMIENTO

Para cada una de las personas que nunca dejaron de confiar en nosotros y apoyarnos, desde familiares, profesores y amigos; y que con cada palabra y consejos nos impulsaban a lograr nuestra meta.

Para nuestra amada casa de estudios Universidad Nacional Agraria La Molina, con la que hinchamos el pecho de orgullo cada vez que escuchamos esas benditas palabras; pues aquí nos hicimos compañeros, amigos y profesionales.

Para los pobladores de la localidad de San Miguel de Viso, por su gentil trato y cordialidad, por su apertura a la problemática que viven y su deseo de superación.

Para nuestro asesor, Mg. Sc. Víctor Miyashiro Kiyán por su apoyo en la elaboración del presente trabajo académico, donde sus acertados consejos pulieron de forma efectiva nuestro panorama.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	ix
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Generalidades.....	1
1.2 Justificación	3
1.3 Objetivo principal	6
1.4 Objetivos específicos	6
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	7
2.1 Aspectos normativos	7
2.1.1 Normativa nacional.....	7
2.1.2 Normativa Sectorial.....	7
2.2 Generalidades de los pasivos ambientales	8
2.2.1 Pasivos Ambientales.....	8
2.2.2 Tipos de Pasivos Ambientales Mineros	8
2.2.3 Impacto de los pasivos mineros.....	9
2.2.4 Avances en la Identificación y Remediación de PAMs en el Perú.	11
2.2.5 Avances en la gestión del riesgo de pasivos.....	14
2.3 Generalidades de la Minería en el Perú	16
2.3.1 La minería en el Perú.....	16
2.3.2 Descripción del ciclo minero.....	16
2.4 Glosario de Términos.....	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1 Ubicación	21
3.2 Materiales.....	21
3.3 Métodos.....	22
3.4 Identificación y Diagnóstico de los PAMs	22
3.4.1 Preparación para la evaluación preliminar	23
a. Recopilación de información	23
b. Preparación de la cartografía	23

c.	Definición preliminar del área de estudio.....	24
d.	Caracterización preliminar de los entornos en el área de estudio.....	24
3.4.2	Visita al área de estudio.....	26
a.	Identificación de PAMs	26
b.	Descripción de los componentes afectados por contaminación.....	26
c.	Diagnóstico de la calidad de agua superficial.....	27
d.	Confirmar los límites del área de estudio	31
e.	Identificar los entornos del área de estudio	31
f.	Revisión final del trabajo en campo	31
3.5	Riesgo Ambiental.....	31
3.5.1	Evaluación del riesgo ambiental.....	31
a.	Identificación de peligro	31
b.	Definición del suceso indicador.....	32
c.	Formulación de escenario	33
d.	Estimación de la Probabilidad	34
e.	Estimación de la gravedad de las consecuencias	35
f.	Estimación del riesgo.....	41
g.	Evaluación de riesgo ambiental	42
h.	Caracterización del Riesgo Ambiental	42
i.	Priorización de los PAMs	43
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	44
4.1	Ubicación del área de estudio	44
4.2	Identificación de los PAMs.....	44
4.2.1	Evaluación preliminar.....	44
a.	Recopilación de información	45
b.	Preparación de la cartografía	49
c.	Definición preliminar del área de estudio.....	49
d.	Características preliminares de los entornos.....	50
4.2.2	Visita al área de estudio.....	52
a.	Identificación de PAMs	52
b.	Descripción de componentes afectados por contaminación	54
c.	Diagnóstico de la calidad de agua superficial.....	54
d.	Análisis de resultados	59
e.	Confirmación de los límites del área de estudio	60

f. Revisión final de campo	61
4.3 Estimación del Riesgo Ambiental.....	61
4.3.1 Evaluación del riesgo ambiental.....	61
a. Identificación de peligros.....	61
b. Definición del suceso indicador.....	64
c. Formulación de escenarios.....	64
d. Estimación de la probabilidad.....	67
e. Estimación de la gravedad de las consecuencias	68
f. Estimación del riesgo.....	95
g. Evaluación del riesgo ambiental	107
h. Caracterización de riesgo ambiental	115
i. Priorización de los PAMs	118
4.4 Discusiones	118
V. CONCLUSIONES	122
VI. RECOMENDACIONES	124
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	125
VIII. ANEXOS	130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Formato de resultados de la calidad del agua	30
Tabla N° 2: Identificación de peligros en los entornos	32
Tabla N° 3: Identificación de fuentes de peligro.....	32
Tabla N° 4: Análisis del entorno humano	32
Tabla N° 5: Análisis del entorno natural	33
Tabla N° 6: Análisis del entorno socioeconómico	33
Tabla N° 7: Formulación de escenarios.....	33
Tabla N° 8: Rangos de estimación probabilística.....	34
Tabla N° 9: Formulario para la estimación de la gravedad de las consecuencias.....	35
Tabla N° 10: Factor de cantidad.....	36
Tabla N° 11: Factor peligrosidad	36
Tabla N° 12: Factor extensión.....	37
Tabla N° 13: Factor de la población potencialmente afectada	38
Tabla N° 14: Factor de extensión.....	38
Tabla N° 15: Calidad del medio	39
Tabla N° 16: Patrimonio y capital productivo (Pcp).....	40
Tabla N° 17: Valoración de la gravedad de las consecuencias	40
Tabla N° 18: Estimación del riesgo ambiental.....	41
Tabla N° 19: Establecimiento de la escala en la evaluación de riesgo ambiental.....	42
Tabla N° 20: Pasivos ambientales identificados durante la visita a campo	53
Tabla N° 21: Identificación de puntos de monitoreo de agua superficial.	55
Tabla N° 22: Resultados de la calidad del agua	60
Tabla N° 23: Identificación de peligros en los entornos	62
Tabla N° 24: Identificación de las fuentes de peligro	63
Tabla N° 25: Análisis de los entornos	64
Tabla N° 26: Formulación de escenarios del entorno humano.....	65
Tabla N° 27: Formulación de escenarios del entorno natural	66
Tabla N° 28: Formulación de escenarios del entorno socioeconómico	67
Tabla N° 29: Determinación de la probabilidad.....	68
Tabla N° 30: Estimación del factor de cantidad para el entorno humano	69
Tabla N° 31: Estimación del factor de peligrosidad para el entorno humano.....	72

Tabla N° 32: Estimación del factor de extensión para el entorno humano	73
Tabla N° 33: Gravedad de las consecuencias del entorno humano para el PAS-1	74
Tabla N° 34: Gravedad de las consecuencias del entorno humano para el PAS-8	75
Tabla N° 35: Gravedad de las consecuencias del entorno humano para el PAS-14	76
Tabla N° 36: Gravedad de las consecuencias del entorno humano para el PAS-16	77
Tabla N° 37: Estimación del factor de cantidad para el entorno natural.....	79
Tabla N° 38: Estimación de los factores de peligrosidad para el entorno natural.....	82
Tabla N° 39: Gravedad de las consecuencias del entorno natural para el PAS-1.	84
Tabla N° 40: Gravedad de las consecuencias del entorno natural para el PAS-8.	85
Tabla N° 41: Gravedad de las consecuencias del entorno natural para el PAS-14.	86
Tabla N° 42: Gravedad de las consecuencias del entorno natural para el PAS-16.	87
Tabla N° 43: Factor de la cantidad para el escenario social.....	88
Tabla N° 44: Factor de cantidad para el escenario económico	89
Tabla N° 45: Factor de peligrosidad para el escenario social	90
Tabla N° 46: Factor de peligrosidad para el escenario económico	90
Tabla N° 47: Estimación de la peligrosidad para el entorno socioeconómico	91
Tabla N° 48: Estimación del capital productivo para el entorno socioeconómico.....	91
Tabla N° 49: Gravedad de las consecuencias del entorno socioeconómico para el PAS-1.....	93
Tabla N° 50: Gravedad de las consecuencias del entorno socioeconómico para el PAS-8.....	93
Tabla N° 51: Gravedad de las consecuencias del entorno socioeconómico para el PAS-14.....	94
Tabla N° 52: Gravedad de las consecuencias del entorno humano para el PAS-16.	94
Tabla N° 53: Estimación del riesgo ambiental del entorno humano para el PAS-1.....	96
Tabla N° 54: Estimación del riesgo ambiental del entorno natural para el PAS-1	97
Tabla N° 55: Estimación del riesgo ambiental del entorno socioeconómico para el PAS-1	98
Tabla N° 56: Estimación del riesgo ambiental del entorno humano para el PAS-8.....	99
Tabla N° 57: Estimación del riesgo ambiental del entorno natural para el PAS-8	100
Tabla N° 58: Estimación del riesgo ambiental del entorno socioeconómico para el PAS-8.....	101
Tabla N° 59: Estimación del riesgo ambiental del entorno humano para el PAS-14.....	102
Tabla N° 60: Estimación del riesgo ambiental del entorno natural para el PAS-14	103
Tabla N° 61: Estimación del riesgo ambiental del entorno socioeconómico para el PAS-14	104
Tabla N° 62: Estimación del riesgo ambiental del entorno humano para el PAS-16.....	105

Tabla N° 63: Estimación del riesgo ambiental del entorno natural para el PAS-16	106
Tabla N° 64: Estimación del riesgo ambiental del entorno socioeconómico para el PAS-16	107
Tabla N° 65: Riesgo ambiental para el PAS-1	116
Tabla N° 66: Riesgo ambiental para el PAS-8	116
Tabla N° 67: Riesgo ambiental para el PAS-14	117
Tabla N° 68: Riesgo ambiental para el PAS-16	117
Tabla N° 69: Priorización de los PAMs evaluados	118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Pasivos Ambientales por Región.....	13
Figura N° 2: Ubicación de San Miguel de Viso	21
Figura N° 3: Estimación del riesgo ambiental.....	41
Figura N° 4: Mapa provincial del departamento de Lima.....	45
Figura N° 5: Comunidades campesinas y anexos del distrito de San Mateo de Huánchor.	47
Figura N° 6: Actividad predominante en San Miguel de Viso.....	51
Figura N° 7: Riesgo ambiental del entorno humano para el PAS-1	108
Figura N° 8: Riesgo ambiental del entorno natural para el PAS-1.....	108
Figura N° 9: Riesgo ambiental del entorno socioeconómico para el PAS-1.....	109
Figura N° 10: Riesgo ambiental del entorno humano para el PAS-8.....	110
Figura N° 11: Riesgo ambiental del entorno natural para el PAS-8.....	110
Figura N° 12: Riesgo ambiental del entorno socioeconómico para el PAS-8.....	111
Figura N° 13: Riesgo ambiental del entorno humano para el PAS-14.....	112
Figura N° 14: Riesgo ambiental del entorno natural para el PAS-14.....	112
Figura N° 15: Riesgo ambiental del entorno socioeconómico para el PAS-14.....	113
Figura N° 16: Riesgo ambiental del entorno humano para el PAS-16.....	114
Figura N° 17: Riesgo ambiental del entorno natural para el PAS-16.....	114
Figura N° 18: Riesgo ambiental del entorno socioeconómico para el PAS-16.....	115

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Formatos de fichas de registro	131
Anexo N° 2: Ficha de revisión de recopilación de información de la evaluación de riesgo	134
Anexo N° 3: Ficha de identificación de PAMs en campo.....	136
Anexo N° 4: Mapa base preliminar	157
Anexo N° 5: Mapa de delimitación final.....	159
Anexo N° 6: Mapa de puntos de monitoreo	161
Anexo N° 7: Cadena de custodia.....	163
Anexo N° 8: Informe de ensayo de laboratorio.....	166
Anexo N° 9: Factores de peligrosidad.....	174
Anexo N° 10: Galería de Fotos	184

RESUMEN

En la antigüedad, no existía la preocupación de cerrar los componentes de una mina, ni remediar los impactos negativos generados en las zonas donde se desarrolló la minería; por ello, la identificación de pasivos ambientales mineros en Perú se inicia formalmente el año 2004 con la ley N° 28271, ley que regula los pasivos ambientales en la actividad minera. Para el año 2018 se reportó 8794 pasivos ambientales mineros según el Ministerio de Energía y Minas. En consecuencia, los pasivos se deben evaluar y priorizar respecto al nivel de riesgo que generen, por ello, en el año 2010 el Ministerio del Ambiente publica la guía de evaluación de riesgo ambiental; esta metodología establece características principales para la evaluación de riesgo ambiental que se aplica en áreas determinadas, afectadas o propensas a daños de origen antrópico o natural; analizando el entorno humano, entorno natural y el entorno socioeconómico.

El presente trabajo académico se enfoca en la evaluación de riesgo ambiental generado por pasivos mineros en la calidad de agua superficial en la localidad de San Miguel de Viso, distrito de San Mateo de Huáchor; con el objetivo de identificar los pasivos, diagnosticar la calidad de agua, estimar el nivel de riesgo y priorizar aquellos pasivos que representen un nivel de riesgo significativo. En consecuencia, se aplicó la guía de evaluación de riesgo ambiental propuesta, estableciendo como fuente de peligro a los pasivos mineros que generen drenaje, donde las sustancias peligrosas presentes en los drenajes representan los escenarios de riesgo a estimar en los entornos humano y natural; y los escenarios de riesgo para el entorno socioeconómico son las actividades agrícolas y conflictos socioambientales.

Como resultado se identificaron un total de 20 pasivos en el área de estudio, de los cuales cuatro presentaron drenaje y donde se realizó el diagnóstico de calidad de agua superficial para los mismos. Con los resultados obtenidos en del diagnóstico de calidad de agua y visitas al área de estudio se establecieron 14 escenarios de riesgo para el entorno humano, 14 escenarios de riesgo para el entorno natural y dos escenarios de riesgo para el entorno socioeconómico; con un total de 30 escenarios de riesgo para cada pasivo que presentó

drenaje. Para cada escenario de riesgo se estimó el nivel de riesgo ambiental mediante la probabilidad, respecto a la ocurrencia de drenajes; y la gravedad, respecto a la afectación del agua superficial comparado con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua; con el fin de calcular el riesgo ambiental para los tres entornos y caracterizar el nivel de riesgo ambiental del pasivo.

Como conclusión final, se determinó que la tolva mineral (PAS-1) y la Bocamina (PAS-14), representan un nivel moderado de riesgo; y el depósito de relaves (PAS-8) y la bocamina (PAS-16), representan un nivel significativo de riesgo ambiental para la calidad de agua superficial

Palabra clave: Pasivo ambiental minero, inventario de pasivo, estándar de calidad ambiental, peligro, escenario de riesgo, riesgo ambiental, gravedad.

ABSTRACT

In ancient times, there was no concern to close the components of a mine, or to remedy the negative impacts generated in the areas where mining developed; therefore, the identification of mining environmental liabilities in Peru formally began in 2004 with Law N ° 28271, a law that regulates environmental liabilities in mining activity. For the year 2018, 8794 mining environmental liabilities were reported according to the Ministry of Energy and Mines. Consequently, liabilities must be evaluated and prioritized with respect to the level of risk they generate, therefore, in 2010, the Ministry of the Environment publishes the environmental risk assessment guide; this methodology establishes main characteristics for the environmental risk assessment that is applied in certain areas, affected or prone to anthropogenic or natural damages; Analyzing the human environment, natural environment and socio-economic environment.

This academic work focuses on the evaluation of environmental risk generated by mining liabilities in the quality of surface water in the town of San Miguel de Viso, district of San Mateo de Huáchor; with the objective of identifying liabilities, diagnosing water quality, estimating the level of risk and prioritizing those liabilities that represent a significant level of risk. Consequently, the proposed environmental risk assessment guide was applied, establishing as a source of danger the mining liabilities that generate drainage, where the hazardous substances present in the drains represent the risk scenarios to be estimated in the human and natural environments; and the risk scenarios for the socio-economic environment are agricultural activities and socio-environmental conflicts.

As a result, a total of 20 liabilities were identified in the study area, of which four presented drainage and where the diagnosis of surface water quality was made for them. With the results obtained in the diagnosis of water quality and visits to the study area, 14 risk scenarios were established for the human environment, 14 risk scenarios for the natural environment and two risk scenarios for the socioeconomic environment; with a total of 30 risk scenarios for each liability that presented drainage. For each risk scenario, the level of environmental risk was estimated through probability, with respect to the

occurrence of drainages; and the severity, regarding the affectation of surface water compared with the Environmental Quality Standards (ECA) for water; in order to calculate the environmental risk for the three environments and characterize the level of environmental risk of the liability.

As a final conclusion, it was determined that the mineral hopper (PAS-1) and the pithead (PAS-14) represent a moderate level of risk; and the tailings deposit (PAS-8) and the pithead (PAS-16), represent a significant level of environmental risk for the quality of surface water.

Key word: Mining environmental liability, passive inventory, environmental quality standard, hazard, risk scenario, environmental risk, seriousness.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

En el territorio peruano se ha venido desarrollando minería desde hace varios siglos, prueba de ello son las piezas de orfebrería y ornamenta que utilizaban las autoridades de las distintas culturas preincaicas, las cuales eran trabajadas en oro y plata principalmente, y en otros casos con piezas marinas como las conchas *espondylus* (IIMP, 2010).

En la antigüedad, no existía la preocupación de cerrar los componentes de una mina, ni remediar los impactos negativos generados en las zonas donde se desarrolló la actividad minera. En consecuencia, en la actualidad se puede encontrar un número considerable de instalaciones abandonadas, residuos, áreas contaminadas, entre otros pasivos ambientales, los cuales provienen de épocas tan lejanas como la pre inca, siendo llamados por algunos como pasivos ambientales históricos (Yipari, 2003).

La falta de preocupación por el cierre de los componentes de una mina se debía principalmente a la ausencia de una regulación específica al respecto; antes se planeaba una mina solo para explotarla. Sin embargo, hoy en día se planea una actividad minera hasta el cierre de misma. Recién en el año 2003 se afronta el tema mediante la Ley N° 28090 que regula el cierre de minas y su reglamento, con ello se abordó todas las etapas de la actividad minera. Actualmente los titulares mineros son responsables del tratamiento de los residuos generados durante su actividad, de acuerdo a lo señalado en el estudio de impacto ambiental y el plan de cierre de minas. Pero, aún queda pendiente remediar los residuos y demás pasivos ambientales de actividades mineras antiguas.

En ciertos casos, estos residuos generados por la actividad minera contienen minerales que resultan rentables aprovechar, lo cual constituye una oportunidad para el titular minero. Por otro lado, estos residuos al contener minerales, estar expuestos en la superficie y no contar con ningún tipo de control ambiental, pueden constituir un riesgo permanente al ambiente y a la salud de las personas (Leturia, 2008).

En el año 2004 se publica la Ley N° 28271, la cual regula los pasivos ambientales de la actividad minera; esta ley tiene por objetivo identificar los pasivos, la responsabilidad y el financiamiento para la remediación de las áreas afectadas por estos; destinados a su reducción y/o eliminación, con la finalidad de mitigar sus impactos negativos a la salud de la población, al ecosistema circundante y la propiedad.

El organismo competente del Estado encargado de velar por el cumplimiento de la legislación en los temas de actualización del inventario, caracterización y priorización de Pasivos Ambientales Mineros, en adelante PAMs, así como la identificación de los responsables y la remediación de PAMs asumidos por el Estado; está a cargo de la Dirección General de Minera (DGM). La obtención del financiamiento para la remediación ambiental de los PAMs a cargo del Estado, es asumido por el Fondo Nacional del Ambiente (FONAM). Finalmente la supervisión y fiscalización está a cargo del Organismo de Supervisión de la Inversión en Energía y Minería (OSINERMIN), las Autoridades Regionales y el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA).

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo evaluar el riesgo ambiental de los pasivos mineros sobre la calidad del agua superficial en la localidad de San Miguel de Viso, distrito de San Mateo de Huánchor, provincia de Huarochirí. Para lo cual se utilizaron los criterios especificados en la Guía de Evaluación de Riesgo Ambiental publicada en el año 2010 por el Ministerio del Ambiente; la cual tiene por objetivo dotar a los profesionales de un instrumento ambiental de fácil comprensión y aplicación, que ayude a determinar los niveles de riesgos ambientales de un área de estudio.

1.2 Justificación

Desde el año 2004 el Perú cuenta con la Ley N° 28271 que regula los pasivos ambientales de la actividad minera y su modificatoria con la Ley N° 28526 que modifica los artículos 5, 6, 7, y 8; asimismo, se dispone del Reglamento aprobado con el D.S. N° 59-2005-EM y su modificatoria D.S. N° 003-2009-EM.

Si bien esta ley promueve la elaboración y actualización del inventario de los PAMs e identificar a los responsables de su abandono aplicando las sanciones correspondientes, debiendo el Estado asumir la tarea de remediación de las áreas impactadas en caso de que no se logre dicha identificación del generador del pasivo de acuerdo al artículo 5 de Ley N° 28526, estos inventarios presentados a la autoridad no cuentan con una evaluación para priorizar los pasivos que generen mayor riesgo, y de los que el estado pueda realizar la remediación, como lo indica el artículo 9 del reglamento de la Ley N° 28271 .

Como se mencionó líneas arriba, los pasivos ambientales se deben evaluar y priorizar respecto al nivel de riesgo que generen, para lo cual existen diversas herramientas; una de ellas es la Evaluación de Riesgo Ambiental. La Norma UNE 150008 Análisis y Evaluación de Riesgo Ambiental, norma española publicada en marzo del 2008, tiene por objetivo principal describir el método para analizar y evaluar el riesgo ambiental, así como establecer las bases para una gestión eficaz del mismo y facilitar la toma de decisiones en esta materia, en el ámbito de las empresas, administraciones públicas y otras organizaciones. Esta norma se consolida a través de diversas directivas que fueron publicadas anteriormente como consecuencia del relevante accidente industrial sucedido en la ciudad italiana de Seveso en 1975, que abrió las puertas a un nuevo enfoque de la gestión de la seguridad industrial basado en el concepto del Riesgo.

En 2008 Chile publica el Manual de Evaluación de Riesgos de Faenas Mineras Abandonadas o Paralizadas (FMA/P), con el objetivo de contar con procedimientos sistematizados para identificar cuáles de las FMA/P son PAMs y caracterizar dichos pasivos según su nivel de riesgo para desarrollar acciones de remediación posteriores en función de su orden de prioridad.

En el 2009 el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) aprueba las fichas de campo propuestas por el proyecto PERCAN para la identificación de pasivos ambientales en una ex unidad minera. Estas fichas además de ser utilizadas para la identificación de pasivos,

también proporcionan un método de evaluación de riesgo de forma cualitativa y priorización mediante el método de quintiles.

En 2010 el Ministerio del Ambiente (MINAM) establece la Guía de Evaluación de Riesgo Ambiental, la cual se sustenta en la Norma UNE 150008 - 2008, emitida por la asociación Española de Normalización (AENOR); dicha guía es una herramienta de apoyo para la gestión ambiental, que se pone a disposición de los profesionales que puedan desarrollar evaluaciones ambientales, con la finalidad de determinar los niveles de riesgos en un área geográfica, basados en indicadores y criterios de evaluación.

En Julio del 2011 el Ministerio del Ambiente aprueba el Plan Nacional de Acción Ambiental PLANAA – Perú 2011-2021 mediante el D.S. N°014-2011-MINAM. Donde los objetivos se sustentan en la política nacional del ambiente y se desarrollan en función del Eje N°02 de la Gestión Integral de la Calidad Ambiental, en la cual se establece la rehabilitación de áreas afectadas por pasivos ambientales. Esta acción está orientada a mitigar los efectos negativos de las construcciones, materiales, relaveras y otros elementos y sustancias que han sido dispuestas y abandonadas sobre los diversos espacios naturales, llámese cuencas, lagunas y bahías, sin ningún tipo de tratamiento. La acción comprende la identificación y calificación de los pasivos, así como la implementación de medidas técnicas para la mitigación de la contaminación y en consecuencia la remediación de esos espacios contaminados o degradados.

En 2013 el Ministerio del Ambiente mediante resolución de consejo directivo N° 002-2013-OEFA/CD, establece la metodología para la estimación del nivel de riesgo de pasivos ambientales en el subsector de hidrocarburos, la cual se toma en cuenta los lineamientos establecidos en la guía de evaluación de riesgo ambiental publicada por el Ministerio del Ambiente del 2010.

Según el Ministerio de Energía y Minas, los PAMs identificados aumentan cada año. El último inventario oficial realizado en el 2018 ha identificado ocho mil setecientos noventa y cuatro (8794) pasivos mineros a nivel nacional; de los cuales el 29 por ciento se encuentran en gestión de remediación y/o reaprovechamiento y el 19 por ciento cuenta con un Plan de Cierre de Pasivos Aprobado. Por lo tanto el 71 por ciento solo está identificado, mas no se ha realizado un análisis de riesgo ambiental que generan estos pasivos al medio ambiente, específicamente al recurso hídrico.

En Septiembre del 2013 el MINEM informa la remediación y cierre del 100 por ciento de PAMs de la zona El Dorado, ubicado en el distrito y provincia de Hualgayoc, región Cajamarca; en el que se destinó 3 625 358 nuevos soles para la ejecución de obras. Asimismo, se indica que en la zona de La Tahoma, distrito de Hualgayoc, se está llevando a cabo la remediación y cierre de los PAMs donde se destinó el monto de 2 630 024 nuevos soles.

El Ministerio del Ambiente realizó la “Evaluación de Riesgos Ambientales de Emisiones Atmosféricas y Efluentes por Actividad Minera-Metalúrgica en la Provincia de Yauli – La Oroya”, basándose en la Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales, analizando el factor humano, ecológico y socioeconómico llegando a las siguientes conclusiones; disminución de la población pecuaria, disminución de las áreas agrosilvopastoriles, disminución de los ingresos económico y alto costo de vida.

1.3 Objetivo principal

Evaluar el riesgo ambiental ocasionado por la presencia de pasivos mineros en la calidad del agua superficial de la localidad de San Miguel de Viso, distrito de San Mateo de Huánchor, provincia de Huarochirí, región de Lima.

1.4 Objetivos específicos

- Identificar los pasivos ambientales mineros presentes en el área de estudio.
- Realizar un diagnóstico de la calidad del agua superficial existente en el área de estudio.
- Estimar el nivel de riesgo ambiental por la presencia de pasivos mineros en la calidad de agua superficial existente en el área de estudio.
- Priorizar los pasivos ambientales mineros, que generan mayor riesgo sobre la calidad de agua superficial existente en el área de estudio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Aspectos normativos

2.1.1 Normativa nacional

- La Constitución Política del Perú.
- Ley N° 28245 - Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental.
- Ley N° 28271 – Ley que Regula los Pasivos Ambientales de la Actividad Minera.
- Ley N° 28526 – Ley que modifica Art. 5°, 6°, 7° y 8°, primera disposición complementaria y final de la Ley 28271.
- Ley N° 28090 - Ley que Regula el Cierre de Minas.

2.1.2 Normativa Sectorial

Ministerio del Ambiente

- Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales publicada por el Ministerio del Ambiente.
- D.S. N° 004-2017-MINAM – Aprueban los Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias.
- D.S. N° 010-2010-MINAM - Límites Máximos Permisibles para la descarga de Efluentes Líquidos de Actividades Minero Metalúrgicas.

Ministerio de Energía y Minas

- D.S. N° 059-2005-EM - Reglamento de Pasivos Ambientales de la Actividad Minera.
- D.S. N° 003-2009-EM Modificación del Reglamento de Pasivos Ambientales de la Actividad Minera aprobado por D.S. N°-059-2005-EM.

- R.D. N° 173-2009-MEM-DGM Aprueban fichas de campo propuestas por el proyecto PERCAN para la identificación de pasivos ambientales mineros ubicados dentro de una ex unidad minera.
- Guía para la Elaboración de Planes de Cierre de Pasivos Ambientales Mineros.

2.2 Generalidades de los pasivos ambientales

2.2.1 Pasivos Ambientales

Según el Art. 4 del D.S. N° 059-2005-EM. Reglamento de Pasivos ambientales en la actividad minera, se clasifican a los pasivos ambientales de forma siguiente:

- Pasivo ambiental minero

Son todas aquellas instalaciones, efluentes, emisiones, restos o depósitos de residuos producidos por operaciones mineras, abandonadas o inactivas a la fecha de la Ley N° 28271, que constituyen un riesgo permanente y potencial para la salud de la población, el ecosistema circundante y la propiedad.

- Pasivo ambiental minero abandonado

Pasivos que se encontraban localizados fuera de una concesión vigente a la fecha de entrada en vigencia de la Ley N° 28271.

- Pasivo ambiental minero inactivo

Aquellos pasivos que a la fecha de vigencia de la Ley N° 28271, se encontraban localizados en concesión vigente, en áreas, labores o instalaciones que estaban sin operar durante dos años o más.

2.2.2 Tipos de Pasivos Ambientales Mineros

Según las fichas de campo de PERCAN para la identificación de pasivos ambientales mineros ubicados dentro de una ex unidad minera, aprobadas mediante Resolución Directoral N° 173-2009-MEM-DGM se estable los siguientes tipos de pasivos:

- Según el tipo de labor minera

Tajo, pique, chimenea, bocamina, tajeo comunicado, media barreta, trinchera y rampa.

- Según Residuos Mineros

Material de desbroce, desmonte de mina, escorias, pilas de lixiviación, relaves, residuos de carbón, lodos de neutralización y suelo orgánico.

- Otros Residuos

Residuos industriales, domésticos y/o de construcción.

- Edificaciones infraestructura y otros

Campamentos, oficinas, talleres, caminos, helipuertos, pistas de aterrizaje, líneas férreas, líneas eléctricas, generadores, transformadores, planta de procesamiento, chancadoras, patios de testigo de perforación diamantina.

- Sustancias químicas almacenadas o derramadas

Reactivos de proceso, aceites, combustibles, solventes, explosivos, cianuro y reactivos de laboratorio.

2.2.3 Impacto de los pasivos mineros

Como toda actividad productiva, la minería produce impactos. El término impacto se puede entender como la alteración positiva o negativa de la calidad ambiental, provocada o inducida por cualquier actividad (Glosario, 2013).

Según la dirección general de calidad ambiental del MINAM, el impacto ambiental hace referencia a cualquier cambio, modificación o alteración de los elementos del medio ambiente o de las relaciones entre ellos, causada por una o varias acciones (proyecto, actividad o decisión). El sentido del término no involucra ninguna valoración del cambio, la que depende de juicios de valor.

El mayor impacto ambiental de los PAMs es la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.

- Contaminación de agua

El agua se considera contaminada cuando se altera su composición de tal forma que resulta menos apta para cualquier o todas las funciones y propósitos para los que sería apropiada en su estado natural. Alteraciones tales como: propiedades físicas,

químicas y biológicas, asimismo, la descarga de sustancia líquidas, gaseosas o sólidas que producirán alteraciones en las aguas, siendo un peligro para la salud pública, la ganadería, la agricultura y la fauna acuática (Brack y Mendiola, 2004).

La contaminación de agua se debe a la liberación de contaminantes tóxicos contenidos en los residuos mineros y desde las obras mineras, los tajos abiertos, los socavones entre otros. Existen diferentes fuentes y mecanismos de liberación de estos contaminantes, el potencial de liberación de estos elementos y el riesgo asociado depende de las condiciones específicas del sitio, incluye el diseño, la operación de la extracción, del procesamiento de la extracción, gestión de residuos, calidad de medidas de mitigación, aspectos ambientales como el clima y la cercanía de los posibles receptores (Red Muqui, 2015).

Los principales mecanismos de transporte a las aguas superficiales y subterráneas son las descargas directas de las aguas de proceso, las aguas de mina, escurrimiento superficial y la infiltración. Otros impactos lo conforman la descarga superficial de sedimentos contaminantes, la reducción del pH, la destrucción de ecosistemas hídricos y la contaminación de agua potable (Red Muqui, 2015).

La presencia de sulfuros en los residuos y labores mineras da como consecuencia la formación de drenaje ácido de mina (DAM) con altos contenidos de metales pesados y arsénico. La formación de DAM se debe a la oxidación del agua y oxígeno, reaccionando para formar ácidos sulfúricos que fácilmente disuelven metales como el hierro, cobre, aluminio y plomo, este proceso puede ser natural, pero el desarrollo minero puede acelerar en gran medida la velocidad a la que se produce tales reacciones (Red Muqui, 2015).

Las aguas superficiales se pueden contaminar debido a la erosión y descarga de sedimentos y/o materiales provenientes de los tajos, pilas de lixiviación, relaveras, desmonte, etc. (Red Muqui, 2015).

- Contaminación del suelo

Remoción incontrolada de la capa vegetal y deforestación, en la fase extractiva de la explotación de cielo abierto; puede abarcar considerables extensiones. Los procesos erosivos incontrolados producen cambios en el paisaje, asimismo, alteración en el

drenaje, absorción de contaminantes transportados por vía aérea y luego depositados en el suelo (Brack y Mendiola, 2004).

- Contaminación del aire

Se entiende por contaminación del aire la dispersión de sólidos en suspensión emitidos en cualquiera de las etapas de producción y el cierre. Así como los humos tóxicos que aniquilan la vegetación, afectan a la agricultura y la salud humana (Brack y Mendiola, 2004).

- Impacto en la salud humana

Patologías respiratorias, oftalmológicas y problemas nerviosos (stress) en la población circundante, generados por ruidos, vibraciones, polvo y cambios del paisaje (Brack y Mendiola, 2004).

- Impacto en los seres vivos

Migración y extinción de especies de animales, introducción de nuevas especies vegetales por programas de reforestación (Brack y Mendiola, 2004).

- Impactos socioeconómicos

Puede ser impactado tanto directa como indirectamente por los proyectos mineros. Se puede incluir a las diferentes etnias y comunidades nativas compitiendo por recursos ambientales es decir, la tierra y el agua que pueden ser reducidos en cantidad como resultado del proyecto minero (Brack y Mendiola, 2004).

2.2.4 Avances en la Identificación y Remediación de PAMs en el Perú.

Desde el año 1995, se han desarrollado diversos proyectos relacionados a la identificación y remediación de los pasivos ambientales mineros como el Proyecto PRODES (Proyecto Desarrollo Sostenible), Proyecto Mantaro, Proyecto EPA (Eliminación de Pasivos Ambientales) y el convenio con el FONAM (Fondo Nacional del Ambiente).

El proyecto PRODES se creó en el año 1995 con el fin de identificar los pasivos ambientales mineros, dicho proyecto realizó el diagnóstico ambiental de 16 cuencas hidrográficas del Perú con actividad minera, mediante los Estudios de Evaluación Ambiental Territorial (EVAT).

El Proyecto Mantaro se inició el año 1997 para el Control de la Contaminación Ambiental de Origen Minero Metalúrgico en la Cuenca del Río Mantaro (Sub Proyecto Mantaro), el cual tuvo la finalidad de identificar alternativas de solución a los problemas ambientales del río Mantaro. El financiamiento se obtuvo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y uno de los objetivos del Proyecto Mantaro fue la realización de un Inventario de Minas Abandonadas en la Cuenca del Río Mantaro en el tramo comprendido entre Cerro de Pasco y Cobriza en Febrero de 1997.

El Proyecto EPA se inició en Enero del 2001 a cargo de la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros (DGAAM). Tuvo como finalidad realizar estudios y obras para la rehabilitación de áreas afectadas por pasivos ambientales históricos originados por actividades mineras y energéticas; en base a estos estudios se identificaron 611 pasivos ambientales mineros en el 2003.

En el año 2005, el MINEM suscribió un convenio con el FONAM (Fondo Nacional del Ambiente). Quien está encargado de obtener y administrar el financiamiento para la remediación ambiental de pasivos ambientales a cargo del Estado.

Finalmente en el año 2006, mediante R.M. N° 290-2006-MEM/DM se aprobó el inventario inicial de pasivos ambientales mineros como lo exige el artículo 6 del Reglamento de Pasivos Ambientales de la Actividad Minera, el cual indica que el Ministerio de Energía y Minas, a través de la Dirección General de Minería, está facultado para realizar todas las acciones que resulten necesarias para la identificación de los pasivos ambientales mineros, la elaboración y actualización del inventario y la determinación de los responsables de las medidas de remediación ambiental correspondiente. En dicho inventario inicial se identificaron un total de 850 pasivos ambientales mineros, que fueron resultado de los proyectos mencionados.

Respecto a la última actualización del inventario de PAMs realizada por el MINEM en el año 2018, se han identificado ocho mil setecientos noventa y cuatro (8794) pasivos mineros a nivel nacional; de los cuales el 29 por ciento se encuentran en gestión de remediación y/o reaprovechamiento y el 19 por ciento cuenta con un Plan de Cierre de Pasivos Aprobado. Asimismo, conforme a la figura N° 1 a nivel regional la presencia de pasivos es variada, siendo Ancash (1378), Cajamarca (1156) y Puno (1140) aquellos donde se han identificado mayor cantidad de pasivos.



Figura N° 1: Pasivos Ambientales por Región

FUENTE: Ministerio de Energía y Minas.

Finalmente respecto a la remediación de los PAMs asumidos por el estado, en el año 2010 mediante R.M. N°129-2010-MEM/DM se dispone la remediación de 119 pasivos declarados de muy alto y alto riesgo ubicados en la región Cajamarca; específicamente en las zonas de La Tahona y El Dorado con 55 y 64 PAMs respectivamente. En Septiembre del 2013 el MINEM informa la remediación y cierre del 100 por ciento de PAMs de la zona El Dorado, del distrito y provincia de Hualgayoc, región Cajamarca; en el que se destinó 3 625 358 nuevos soles para la ejecución de obras. Asimismo, se indica que en la zona de La Tahoma, distrito de Hualgayoc, se está llevando a cabo la remediación y cierre de los PAMs, donde se destinó el monto de 2 630 024 nuevos soles.

El 12 de Marzo del 2013 mediante R.M. N° 094-2013-MEM/DM encargan a la empresa estatal Activos Mineros S.A.C. la ejecución de la remediación y cierre de 473 PAMs que han sido considerados de muy alto y alto riesgo ubicados en las regiones de Áncash, Cajamarca, Lima, Pasco, Junín, Huancavelica, Puno e Ica; para lo cual se ha destinado la suma inicial de 45 millones de nuevos soles.

El 09 de Febrero del 2015 mediante R.M. N° 045-2015-MEM/DM se dispone que el Estado asuma la remediación de 134 pasivos ambientales mineros de los siguientes proyectos de remediación: Proyecto “Collaracra, San Pedro Nuevo, Nivel Tres, El Triunfo 1 y Quebrada Alcaparrosa”, y el Proyecto “Katatnga 1” en la región Áncash; Proyecto “Huampar” en la región Lima; Proyecto “Cecilia” en la región Puno; y, Proyecto “Paredones” en la región Cajamarca, calificados de muy alto riesgo y alto riesgo.

El 12 de Febrero del 2015 mediante R.M. N° 044-2015-MEM/DM se dispone que el Estado asuma la remediación de 138 pasivos ambientales mineros de los siguientes proyectos de remediación: Proyecto “AladinoIV”, Proyecto “Marina Uno y Marina Dos” y Proyecto “Lampa Mining” en la región Puno; y, Proyecto “Canaura y Chulluncane” en la región Tacna calificados de muy alto riesgo y alto riesgo.

2.2.5 Avances en la gestión del riesgo de pasivos

Como se indicó en el ítem 2.2.4, la identificación de pasivos es el primer paso para su remediación; sin embargo actualmente se tiene identificado 8 794 pasivos mineros; y todos no pueden ser remediados al mismo tiempo, pues resultaría económicamente inviable; por lo que se requiere, y como la norma lo establece, dar atención a aquellos pasivos que generen mayor riesgo. Por tanto, se necesita de metodologías adecuadas que prioricen aquellos pasivos que resulten ser altamente riesgosos para la salud humana, ecosistema circundante y propiedad.

En el ámbito internacional se tienen distintas experiencias respecto a la metodología de evaluación o estimación del riesgo de pasivos como es el caso de Bolivia, donde el programa de inventario de minas abandonadas y elaboración de atlas de pasivos ambientales mineros a cargo del Servicio Geológico Minero, cuyo objetivo es proporcionar la base de información minero ambiental necesaria para promover acciones de protección al medio ambiente, presentó como resultado en el año 2011 un inventario de 1973 Pasivos ambientales mineros que se encuentran en los departamentos de la Paz, Cochabamba Oruro y Potosí, de los cuales el siete por ciento fueron clasificados con alta prioridad de remediación (Braceño, 2008).

En tanto México, junto con la agencia de cooperación técnica alemana, están desarrollando un sistema de sitios contaminados que tiene por objetivo identificar y registrar todos los sitios contaminados a nivel nacional que ayude a priorizar y caracterizar todos los sitios. Como una primera aproximación, en el 2006 se realizó un estudio en el cual se identificaron 2368 minas abandonadas de las cuales el 94 por ciento son estimadas como superficiales (Braceño, 2008).

Con respecto a Chile, en el año 2005 el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) con el apoyo del instituto federal de Geociencias y Recursos Naturales Alemán desarrollaron el manual de evaluación de riesgo de faenas mineras abandonadas o

paralizadas, donde el objetivo principal de este proyecto consiste en desarrollar un marco jurídico, técnico e institucional que permita al estado hacerse cargo de los impactos de la minería histórica del país y determinar si una faena minera abandonada o paralizada corresponde o no a un pasivo ambiental minero. Este manual, presenta unas técnicas de remediación que están asociadas a escenarios de peligro específicos y para ello se debe iniciar con la revisión de la evaluación de riesgos significativos (SERNAGEOMIN, 2008).

En Estados Unidos, mediante el marco del programa *Superfund*, se provee fondos que se utilizan para restaurar y mejorar los lugares que contiene los residuos peligrosos. Dentro de las leyes que componen el programa *Superfund*, la ley CERCLA (Ley de responsabilidad, compensación y recuperación ambiental) que tiene por objetivo la identificación, investigación y restauración de sitios contaminados. Del procedimiento del programa, el concepto del riesgo hace referencia a la evaluación cuantitativa y cualitativa para la salud humana y el medio ambiente (Braceño, 2008).

En Canadá existen alrededor de 10,176 minas abandonadas/huérfanas, y es así que existe el Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados (NCSRP), el cual busca la identificación, investigación y remediación de sitios contaminados a lo largo de ese país de manera efectiva y consistente. La asociación de servicios de geología y minería Iberoamericanos en el 2010, establece un manual para el inventario de minas abandonadas o paralizadas, con la participación de países como lo son Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, Ecuador, España, México, Perú, República Dominicana y Venezuela. En la reunión celebrada en Santa Cruz de la Sierra, Bolivia en el 2009, se consensó la elaboración de las fichas, con el fin de establecer los criterios y metodologías de trabajo aplicables en los estudios de inventario y caracterización de los espacios mineros abandonados (Braceño, 2008).

En el Perú, partir del año 2008, se ha incorporado al Proyecto de Reforma del Sector de Recursos Mineros del Perú (PERCAN) en el marco de un convenio entre Perú y Canadá para el fortalecimiento institucional, a través de la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional (ACDI). Este convenio tuvo la finalidad de mejorar la gestión de los pasivos ambientales y sociales en el sector minero peruano, al establecer un programa de revisión y desarrollo de un procedimiento de sistema de priorización de cuencas hidrográficas para el inventario y remediación de pasivos mineros. Para ello se tuvo en cuenta el nivel de desarrollo humano, la sensibilidad ambiental en las cuencas, la probabilidad de impactos

causados por los componentes de las operaciones mineras abandonadas, existentes o futuras y sus consecuencias a la salud humana y al ecosistema (Sotomayor, 2016).

En consecuencia, mediante R.D. 173-2009-MEM-DGM se aprobaron las fichas de campo propuestas por el proyecto PERCAN para la identificación de pasivos ambientales mineros ubicados dentro de una ex unidad minera; y que, luego de la evaluación cualitativa de riesgo registrada en las fichas de campo de cada componente o pasivo ambiental minero señalado se procederá a ingresar la información en el Sistema de Gestión de Pasivos Ambientales Mineros (SIGEPAM), para calcular el puntaje normalizado de cada pasivo, el cual es la base sobre la que se hace la priorización de los pasivos ambientales mineros para luego determinar el puntaje de cada ex unidad minera por el método de quintiles.

Por último, respecto a los pasivos ambientales del sector hidrocarburos en el año 2013 el Ministerio del Ambiente mediante resolución de consejo directivo N° 002-2013-OEFA/CD, establece la metodología para la estimación del nivel de riesgo de pasivos ambientales en el subsector de hidrocarburos, la cual se toma en cuenta los lineamientos establecidos en la guía de evaluación de riesgo ambiental publicada por el Ministerio del Ambiente del 2010.

2.3 Generalidades de la Minería en el Perú

2.3.1 La minería en el Perú

La actividad minera consta de las etapas de proceso, dentro de lo que se denomina el ciclo de vida del mineral, el contenido del mineral de las formaciones rocosas extraídas de las minas son sometidas al proceso de beneficio, cuya primera etapa se denomina concentración, a través de la cual se prepara el mineral regulando el tamaño del material por trituración y molido, mejorando su calidad y pureza por separación de los materiales con menor contenido metálico. Los materiales desechados del proceso de beneficio son los llamados relaves, que son tóxicos por su contenido de químicos y metales residuales. Debido al alto contenido de metales, los concentrados son sustancias tóxicas que pueden tener un gran impacto sobre la salud y el medio ambiente (Aranda, 2013).

2.3.2 Descripción del ciclo minero

En diciembre de 2006 la Sociedad Nacional de Minería Petróleo y Energía publica el informe N°41 donde indica que los procesos del ciclo minero son:

- Cateo y Prospección

Consiste en realizar búsquedas visuales de anomalías geológicas en la superficie, lo que puede dar indicios de presencia de minerales. En la prospección, la observación se realiza con el apoyo de herramientas tecnológicas para realizar un trabajo más eficiente y rápido, como las fotos aéreas, datos satelitales, técnicas geofísicas (para observar propiedades físicas de las rocas analizadas) o geoquímicas (para obtener resultados químicos de los materiales observados). En base a los resultados del cateo y prospección, se elige el área para un estudio más detallado, que permita comprobar la existencia de minerales.

- Exploración

En esta etapa se realizan estudios para determinar la magnitud (reserva) y calidad (ley) del mineral que se encuentran en el yacimiento, incluyendo perforaciones, muestreos, análisis del contenido y tipo de mineral, entre otros; buscando definir si el mineral es recuperable y a que costo. Así, la exploración y los estudios más detallados ayudan a determinar si es viable económicamente la explotación de un yacimiento.

Confirmada la información respecto a la calidad y cantidad de mineral del yacimiento, se deben de realizar otros análisis y estudios previos al desarrollo de la mina. Toda exploración debe contar con un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), con el objeto de conocer el potencial impacto ambiental de su puesta en operación. También se realiza el estudio técnico económico que determina la ingeniería necesaria para ejecutar el proyecto, su costo y viabilidad económica, conocido como factibilidad. Este estudio contiene información de las reservas; leyes de corte, método de minado (subterráneo o a tajo abierto), plan de desarrollo, costos de transporte, mano de obra, insumos a emplearse, impuestos, seguros, etc.

- Desarrollo y construcción

En esta etapa se culmina la planificación y se ejecutan los trabajos de infraestructura necesarios para realizar la explotación. Es claro que los trabajos dependerán del método de extracción así como de la infraestructura para el transporte del mineral. El estudio de factibilidad permitirá seleccionar el método de explotación (subterráneo o tajo abierto) de acuerdo a las características de yacimiento y su viabilidad.

- Explotación

En la etapa de explotación minera es mucho más específica y particular de la ubicación de donde se obtiene el mineral. Sin embargo, el mineral extraído de por sí no es comerciable, debido a su contenido de impurezas ya que se encuentra asociado a otras rocas sin valor. Por ese motivo está sujeto a un tratamiento para generar valor; estos tratamientos dependen del tipo de mineral que será procesado. Finalmente la refinación y fundición permite purificar los metales obtenidos, y es en este momento que recién sirven para su transformación o uso industrial.

- Cierre de mina

Cuando la mina deja de operar, porque ya no tiene reservas de mineral que resulten económicamente viables de ser trabajadas, se procede a su cierre. El cierre se inicia desde el momento que se inicia la operación minera. El cierre de la mina es programado desde antes de su inicio y tiene como objetivo rehabilitar las áreas donde se desarrolló la actividad minera. Para lograrlo, se desmantelan los equipos e instalaciones que se usaron en el ciclo de vida de la mina y se recuperan las zonas afectadas. El post cierre, es una etapa de monitoreo y mantenimiento de los alcances del cierre, con la finalidad de verificar que el cierre de la mina haya sido efectivo.

2.4 Glosario de Términos

- **Efluente:** Descarga directa de aguas residuales que son descargadas al ambiente, cuya concentración de sustancias contaminantes es medida a través de los Límites Máximos Permisibles (LMP), (MINAM, 2012).

- **Escenario de exposición:** Corresponde al área física donde se vierten contaminantes, el área donde se transportan y el lugar donde las poblaciones entran en contacto con los contaminantes (MINAM, 2010).
- **Evaluación de riesgo:** Evaluación cualitativa y cuantitativa del riesgo ambiental o para la salud resultante de la exposición a un producto químico o agente físico (contaminante); combinan los resultados de la evaluación de la exposición con los resultados de la evaluación de la toxicidad o los efectos para estimar el riesgo (MINAM, 2010).
- **Mapa base de la evaluación de riesgo:** Es un mapa geo referenciado utilizando un sistema de proyección empleado (WGS84, PSAD56, etc.) en la cual se encuentra las principales características del área de estudio.
- **Peligro:** Es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o tecnológico potencialmente dañino, para un periodo específico y una localidad o zona conocidas. Se identifica, en la mayoría de los casos, con el apoyo de la ciencia y tecnología (MINAM, 2010).
- **Riesgo:** Estimación o evaluación matemática de probables pérdidas de vidas, de daños a los bienes materiales, a la propiedad y la economía, para un periodo específico y área conocidos de un evento específico de emergencia. Se evalúa en función del peligro y la vulnerabilidad. (MINAM, 2010).
- **Riesgo ambiental:** Probabilidad de que ocurran accidentes mayores que involucren a los materiales peligrosos que se manejan en las actividades altamente riesgosas, que puedan trascender los límites de sus instalaciones y afectar de manera adversa a la población, sus bienes, y al ambiente (MINAM, 2010).
- **Sustancia peligrosa:** Aquella que por su alto índice de corrosión, inflamabilidad, explosividad, toxicidad, radiactividad o acción biológica, pueden ocasionar una acción significativa al ambiente, a la población, o a sus bienes (MINAM, 2010).
- **Vía de exposición:** Mecanismo por medio del cual el tóxico entra al organismo (ingestión, inhalación, contacto dérmico) (MINAM, 2010).

- **Vulnerabilidad:** Grado de resistencia y/o exposición de un elemento o conjunto de elementos frente a la ocurrencia de un peligro. Puede ser: física, social, económica, cultural, institucional y otros (MINAM, 2010).
- **Estándar de Calidad Ambiental (ECA):** Estándar ambiental que regula el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente (MINAM, 2012).
- **Límite Máximo Permisible (LMP):** Instrumento de gestión ambiental que regula la concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su determinación corresponde al Ministerio del Ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Los criterios para la determinación de la supervisión y sanción serán establecidos por dicho ministerio. (Ley General del Ambiente).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación

El presente trabajo académico se realizó en la localidad de San Miguel de Viso, distrito de San Mateo de Huánchor, provincia de Huarochirí, región Lima. En la figura N° 2 se presenta la ubicación de centro poblado con respecto a la carretera central.

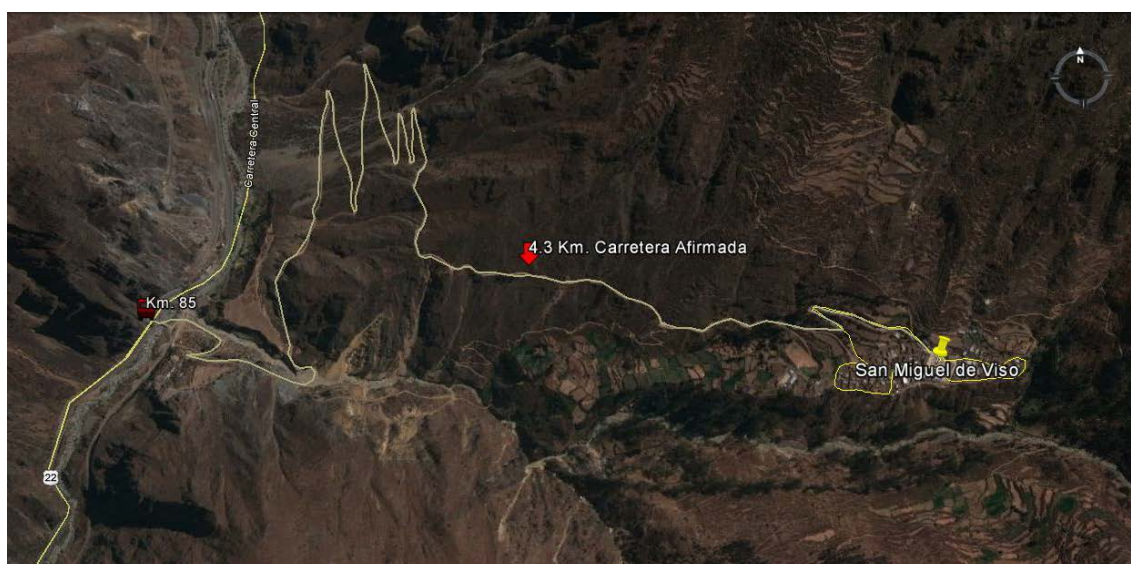


Figura N° 2: Ubicación de San Miguel de Viso

FUENTE: Google Earth, 2018 – Elaboración propia

3.2 Materiales

- Equipo multiparámetro marca WTW, (conductividad eléctrica, temperatura y pH).
- Frascos de plástico de polietileno 1L para análisis de sólidos.
- Frascos de plástico de polietileno 125 mL conforme a la metodología de laboratorio externo acreditado.
- Guantes de nitrilo.
- Preservantes para las muestras (ácido nítrico).
- Refrigerante.

- Papel tisú.
- Jarra de 500 mL graduada.
- Agua destilada.
- GPS.
- Wincha.
- Cámara digital.
- Mapas cartográficos.
- Fichas de campo para la identificación de PAM.
- Ficha de registro de evaluación de riesgo.
- Libreta de notas.
- Materiales de escritorio.
- Laptop.

3.3 Métodos

Para lograr los dos primeros objetivos planteados, que son la identificación y diagnóstico de los PAMs, la metodología se basó en la revisión literaria nacional e internacional; y para cumplir con los dos objetivos siguientes, que son establecer el nivel de riesgo y priorización de los PAMs, se aplicó la Guía de Evaluación de Riesgo Ambiental propuesta por el MINAM.

3.4 Identificación y Diagnóstico de los PAMs

Para la identificación y diagnóstico de los PAMs se estableció una estructura de trabajo que facilitó el procesamiento de la información. Esta estructura se estableció conforme a la metodología del manual de riesgos de faenas mineras abandonadas o paralizadas de Chile, que en su capítulo tres hace referencia a la preparación de la evaluación y reconocimiento del terreno. Sin embargo, cabe indicar que para el desarrollo de los primeros dos objetivos, se usaron metodologías establecidas en normativa nacional.

3.4.1 Preparación para la evaluación preliminar

En esta etapa se describió la evaluación que se realizó en gabinete antes de visitar el área de estudio.

La preparación para la evaluación de los riesgos de los PAMs consistió en la recopilación y análisis de la mayor cantidad de información disponible, así se logró una visión completa de la situación de los PAMs.

Al completarse la etapa de evaluación de gabinete se procedió a realizar la inspección del terreno, recabando todos los antecedentes necesarios para la evaluación de riesgos de los PAMs.

a. Recopilación de información

Se recopiló toda información relacionada a los PAMs, en el inventario de pasivos ambientales mineros del Ministerio de Energía y Minas. Se revisó información complementaria disponible como estudios de impacto ambiental, zonificación económica ecología, monitoreos existentes, información general, estadísticas de la región, departamento, municipal, información del Ministerio de Energía y Minas, de la Autoridad Nacional del Agua y Ministerio de Agricultura.

b. Preparación de la cartografía

En esta etapa se buscaron imágenes satelitales del “Google Earth”, mapas del sistema de información geológicos catastral minero (Geocatmin), de las diferentes fuentes de sistema cartográfico; se escogieron la de mayor calidad. Con la información cartográfica previa, se realizó un mapa base para la evaluación de riesgo, el cual contiene coordenadas en su marco exterior utilizando el sistema de proyección (WGS84). Este mapa es el que se llevó al área de estudio y sobre el cual se apoyó la mayor parte de los trabajos de evaluación, recogiendo anotaciones del área de estudio.

La preparación del mapa base es crucial al momento de la evaluación, pues en función de ella se determinaron elementos que fueron exigidos durante la evaluación de riesgo, tales como, distancia de los PAMs a los distintos entornos; humanos, ambiental (cuerpos de agua superficial) y económico.

c. Definición preliminar del área de estudio

Una vez revisada la información de los PAMs identificados según el inventario del MINEM, se escogerá la zona potencialmente afectada debido al riesgo que se presenten sobre el medio ambiente.

El área de estudio se delimitó de manera preliminar antes de la visita a campo, posteriormente y durante el reconocimiento de los PAMs, se precisaron sus límites.

Forma parte del área de estudio los cursos de agua superficial (ríos, arroyos permanentes, etc.) que pudieron ser afectados por drenajes o escurrimientos que contengan contaminantes procedentes de los PAMs. La extensión del área de estudio es hasta el punto en el cual se consideren todos los entornos posiblemente afectados por los PAMs a criterio del evaluador o hasta los límites naturales de la microcuenca. Algunos criterios que determinarán estos los límites son: el lugar donde no se detecta variaciones bruscas registradas mediante la medición de pH.

El área de estudio es un elemento relevante de la evaluación, si los límites son muy reducidos se podría estar disminuyendo la magnitud de riesgo al no considerarse todos los entornos que pueden verse afectados, mientras que al quedar más amplia de lo necesario podría estarse aumentando la magnitud de los riesgos al incrementar sin razón los entornos que se consideran potencialmente afectados.

d. Caracterización preliminar de los entornos en el área de estudio

Los entornos se determinaron en la etapa de gabinete, a partir de la información reunida y de las observaciones que se realicen sobre la cartografía o imágenes satelitales.

Más adelante en la visita a campo se confirmaron los entornos y se tomaron los datos que requiera la evaluación, para efectos de esta metodología se consideró posibles entornos al aspecto humano, medio ambiente y actividades económicas.

- Entorno humano

Se consideró como entorno humano a las personas que residen dentro del área de estudio del PAMs, son las personas que estarán expuestas a los riesgos,

considerándose también a los visitantes (personas que aprovechan el pasto para el ganado, actividades deportivas, etc.).

Si en el área de estudio existieran fuentes de captaciones para agua potable, que sirven a una población que se encuentran fuera del área de estudio, esta población podría ser potencialmente afectada por los PAMs. Si se presentase este caso es necesario obtener información del nombre de la localidad, cantidad de población, coordenadas de asentamiento, existencia de agua superficial para consumo humano (identificación y nombre de las bocatomas) y sus ubicaciones geográficas, existencia de pozos para extraer agua subterránea, existencia de manantiales o vertientes localizadas aguas abajo.

- Entorno medio ambiente

Para este entorno se requirió la caracterización del medio ambiente en dos categorías.

- Vida acuática

Para evaluar la magnitud de riesgo sobre la vida acuática, se estimó la afectación en la calidad superficial de los cuerpos de agua que estén presentes dentro del área de estudio.

- Áreas protegidas

Se consideró dentro de la evaluación del riesgo a todas las áreas naturales protegidas próximas al área de estudio. Para lo cual se obtuvo información del SERNANP, en caso que existiese áreas naturales. En caso de identificar estas áreas, estas deben de ser ubicadas espacialmente en el mapa de base de evaluación de riesgos.

- Entorno socioeconómico

En este caso, puede presentarse un riesgo para actividades económicas como la agricultura, ganadería, acuicultura, pesca, etc. Ya que estas actividades son de sustento para el desarrollo económico. En el caso que existan zonas utilizadas económicamente dentro del área de estudio, éstas deben ser incluidas en la evaluación de riesgos. Es de interés estimar el área que se encuentra afectada por los PAMs, es necesaria la siguiente información como tipo de producción, ubicación con

respecto al área de estudio y distancia a los PAMs, lugar y forma de extracción del agua que utilizan para la bebida de animales y agricultura.

Finalmente es importante mencionar que se requirió de una Ficha de revisión de recopilación de información de la evaluación de riesgo, la cual se presenta en el Anexo N° 1: Formatos de fichas de registro. Esta ficha se basó en el anexo N° 24, instructivo para la recopilación de información para la evaluación de riesgos ambiental, de la guía de evaluación de riesgos del MINAM.

3.4.2 Visita al área de estudio

La visita al área de estudio se realizó dos veces, esto para realizar la identificación y diagnóstico de la calidad de agua superficial.

Los objetivos de este reconocimiento son los siguientes:

a. Identificación de PAMs

Durante la visita a campo se confirmó la existencia de los PAMs declarados en el inventario del Ministerio de Energía y Minas. En caso de identificar PAMs que no se encuentren en dicho inventario, se requirió de una ficha de campo para su identificación (Anexo N° 1: Formatos de fichas de registro) la cual permitió describirlos y caracterizarlos. Esta ficha se elaboró a partir de las fichas de campo propuestas por el proyecto PERCAN para la identificación de pasivos ambientales mineros ubicados dentro de una ex unidad minera.

Con la identificación de PAMs dentro del área de estudio se da por cumplido el primero de los cuatro objetivos planeados.

b. Descripción de los componentes afectados por contaminación.

En campo se realizó una descripción de los componentes ambientales afectados por contaminación. Para fines del presente trabajo académico solo se evaluó la contaminación al agua superficial como único componente ambiental afectado, para cada uno de los PAMs que estén presentes en el área de estudio preliminar.

c. Diagnóstico de la calidad de agua superficial

Para el cumplimiento del segundo de los cuatro objetivos planteados se realizó el diagnóstico de la calidad de agua superficial, siguiendo el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales aprobado mediante R.J. N° 010-2016-ANA.

Por tanto, se tomaron muestras de agua (usando frascos de plástico), para ser analizados en el laboratorio. Cada muestra obtenida en campo fue rotulada con un código que identifique al PAM que lo origina, parámetros a analizar, número de muestra y la fecha.

Para el diagnóstico se realizaron mediciones de parámetros físicos y químicos descritos en el ECA de agua, tomando en cuenta la ubicación del área de estudio dicho curso de agua, con código 1375545, está clasificado dentro de la categoría 1-A2, conforme a la R.J. N° 056-2018-ANA. Asimismo, como parte de la metodología no se está considerando en la evaluación del riesgo ambiental los Límites Máximos Permisibles (LMPs), debido a que dicha norma hace referencia a las descargas de efluentes líquidos de actividades mineras; sin embargo, los PAMs a evaluar están en zonas donde ya no hay presencia de actividad minera y por lo tanto no reciben ningún tipo de tratamiento previo antes de converger a la quebrada. También, los estándares que se aplican para ECA-Agua son más estrictos para los mismos parámetros aplicados a los LMPs, además que se pueden considerar otros parámetros no admisibles en los LMPs como son sulfato, aluminio, hierro y manganeso. Por último, se hace referencia a la metodología de estimación del nivel de riesgo de pasivos ambientales en el subsector hidrocarburos emitido por el OEFA, donde presenta el caso de un pozo abandonado (pasivo ambiental) en la playa Zorritos - Tumbes el mismo que muestra afloramiento de petróleo y del cual se tomaron muestras de agua y se realizó la evaluación del riesgo con los parámetros del ECA agua categoría 4 y no con los LMP de efluentes líquidos para el subsector hidrocarburos establecida mediante D.S. N° 037-2008-PCM.

Los parámetros analizados son los principales que caracterizan a las aguas generadas por los PAMs, estos son fuente de generación de metales pesados (Al, As, Cd, Cu,

Fe, Mn, Pb, Hg, Zinc), generación de agua ácida (pH, CE, Sulfuros, Sulfatos), arrastre de sedimentos (Sólidos Disueltos Totales)

Respecto al sulfuro, es un parámetro que no se encuentra contemplado en el ECA categoría 1-A2. El mismo, que químicamente es fácilmente oxidable para formar sulfatos en el medio acuoso. La presencia de sulfuro en aguas superficiales bien oxigenadas es muy rara, ya que se produce una rápida oxidación por las condiciones aerobias presentes (Ayora, 2010) y considerando que el cuerpo receptor a analizar esta categorizado para agua a potabilizar con tratamiento convencional, estas aguas tendrán un proceso de oxigenación, donde se facilitara la oxidación de sulfuros a sulfatos y por lo tanto la presencia de sulfuros en un cuerpo superficial para esta categoría es considerado no relevante.

- Parámetros In – situ
 - Temperatura
 - pH
 - Conductividad eléctrica

- Parámetros a analizar en laboratorio
 - Sólidos disueltos totales
 - Aluminio total
 - Arsénico total
 - Cadmio total
 - Cobre total
 - Hierro total
 - Manganeseo total
 - Plomo total
 - Mercurio total
 - Zinc total
 - Sulfatos

Procedimiento de monitoreo

- Parámetros analizados in – situ

El procedimiento para la medición de los parámetros in – situ es el siguiente:

- Temperatura; se usó un termómetro digital de marca WTW, cuya medición se da en grados centígrados. La sensibilidad del instrumento es de 0.01°C.
 - Potencial de Hidrógeno (pH); se usó un Potenciómetro digital marca WTW. La unidad de medición son las unidades de pH, el cual varía de un rango de 0 a 14.
 - Conductividad eléctrica; para medir la conductividad eléctrica se usó un conductímetro marca WTW. La unidad de medición es uS/cm.
- Parámetros analizados en el laboratorio

El procedimiento de toma de muestra, para los parámetros en el laboratorio:

- Sólidos Disueltos Totales; las muestras se recolectaron en frascos de plástico de polietileno de un litro de capacidad y luego trasladadas dentro de un conservador hacia el laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
 - Método de análisis: Sólidos disueltos totales secados a 180°C.
 - Norma de Referencia: APHA. 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Edition 20. APHA/AWWA/WPCF. 2-56 pp.
- Metales totales: Las muestras se recolectaron en frascos de plástico de polietileno de 125 mililitros de capacidad y se adicionara 20 gotas de HNO₃ a pH 2, para finalmente ser trasladadas dentro de un conservador hacia un laboratorio acreditado por el INACAL.
 - Método de análisis: Determinación de elementos de trazas en aguas y desechos mediante espectrometría de masa plasmática acoplada inductivamente.
 - Norma de Referencia: SGS del Perú, EPA 200.8, Rev 5.4: 1994.
- Sulfatos: Las muestras se recolectaron en frascos de plástico de polietileno de 125 mililitros para finalmente ser trasladadas dentro de un conservador hacia un laboratorio acreditado por el INACAL.
 - Método de análisis: Determinación de aniones inorgánicos por cromatografía iónica.
 - Norma de Referencia: SGS del Perú: EPA 300.0, Rev 2.1: 1993.

Puntos de muestreo

Los puntos de muestreo dependieron de la cantidad de PAMs identificados que generen drenaje, escorrentía, lixiviado, etc. El tipo de muestra será puntual y tomo en la ruta antes de converger en la quebrada, y la frecuencia de monitoreo fue de una vez durante toda la evaluación.

Análisis de los resultados

Los resultados del monitoreo son evaluados para determinar el nivel de riesgo que generen los PAMs en la calidad de agua superficial. Asimismo, dicha evaluación será realizada mediante la comparación de los parámetros con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua categoría 1-A2. En la tabla N° 1 se presenta el formato donde se registran los resultados del análisis.

Tabla N° 1: Formato de resultados de la calidad del agua

Monitoreo de la calidad de agua				
Parámetros	Puntos de monitoreo			
	EF-1	EF-2	EF-3	EF-n
Temperatura				
pH				
Conductividad Eléctrica				
Sulfatos				
Sólidos Disueltos Totales				
Aluminio Total				
Arsenico Total				
Cadmio Total				
Cobre Total				
Hierro Total				
Manganeso Total				
Mercurio Total				
Plomo Total				
Zinc Total				

FUENTE: Elaboración propia

d. Confirmar los límites del área de estudio

Se determinó en la inspección de campo el área que resultaría potencialmente afectada por los efectos negativos de contaminación al agua superficial como único componente ambiental afectado.

e. Identificar los entornos del área de estudio

La contaminación al agua superficial, como único componente ambiental afectado para el presente trabajo académico, está asociado a los tres tipos de entornos: humanos, ambientales y socioeconómicos. Las observaciones durante la inspección permitió corregir o completar la información reunida durante la etapa de preparación; ello incluye la constatación de la presencia de los tres tipos de entorno.

Una vez identificado los entornos, se procede a recabar información en campo, que sirvió para determinar la Probabilidad de Ocurrencia y Gravedad de las Consecuencias.

f. Revisión final del trabajo en campo

La visita al área de estudio finalizó con la revisión de la información reunida, comprobando que se han visitado todos los PAMs, se describieron todos los escenarios de riesgo presentes en la zona y, se recogieron los antecedentes suficientes que permiten estimar la Probabilidad de Ocurrencia y la Gravedad de las Consecuencias.

3.5 Riesgo Ambiental

El desarrollo para determinar el riesgo se basó siguiendo la metodología de la Guía de Evaluación de Riesgo Ambiental, propuesta por el MINAM.

3.5.1 Evaluación del riesgo ambiental

a. Identificación de peligro

Una vez recabada toda la información en la fase de preparación y en campo, respecto a la identificación y diagnóstico de los PAMs, se procedió a evaluar el riesgo ambiental solo de aquellos pasivos que generen algún tipo de contaminación al agua

superficial, ya sea en forma de drenaje, lixiviado, escorrentía, etc. En la tabla N°2 y 3 se registraron los peligros identificados y sus fuentes generadores, respectivamente.

Tabla N° 2: Identificación de peligros en los entornos

Factor		Humano	Natural	Socioeconómico
Antrópico	Causas			
	Efectos			

FUENTE: Elaboración propia

Tabla N° 3: Identificación de fuentes de peligro

PAMS	Evidencia de generación de drenaje, lixiviados u otros relacionados a la actividad minera	Presencia de drenaje	Próximo a cuerpos receptores	Pasivo a evaluar (Si/No)
	X	X	X	Si
	X			No

FUENTE: Elaboración propia

b. Definición del suceso indicador

Los sucesos indicadores se desarrollarán para cada uno de los entornos tanto humano, ambiental y socioeconómico. En la tabla N° 4, 5 y 6 se registraron los indicadores que se utilizaron para la evaluación del riesgo para los tres entornos.

Tabla N° 4: Análisis del entorno humano

Análisis del entorno Humano		
Elemento de riesgo	Suceso indicador/Parámetro de evaluación	Fuente de información

FUENTE: Elaboración propia

Tabla N° 5: Análisis del entorno natural

Análisis del entorno Natural		
Elemento de riesgo	Suceso indicador/Parámetro de evaluación	Fuente de información

FUENTE: Elaboración propia

Tabla N° 6: Análisis del entorno socioeconómico

Análisis del entorno Socioeconómico		
Elemento de riesgo	Suceso indicador/Parámetro de evaluación	Fuente de información

FUENTE: Elaboración propia

c. Formulación de escenario

Una vez identificados todos los peligros potenciales, que para el presente trabajo académico serán los PAMs, se formularon una serie de escenarios de riesgo asociado a la contaminación de agua superficial, en los cuales se estimará la probabilidad de ocurrencia y la gravedad de las consecuencias. En la tabla N° 7 se registraron los escenarios de riesgo a evaluar.

Tabla N° 7: Formulación de escenarios

Tipología de Peligros			sustancia o evento	Escenario de Riesgo	Causas	Consecuencias
Ubicación de la zona	Natural	Antrópico				
	↑		↑	↑	↑	↑
Identificar Peligro			Identificar	Posibles desencadenantes suceso iniciador	Principales causas suceso iniciador	Consecuencias asociadas en primera instancia

FUENTE: Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales – MINAM

d. Estimación de la Probabilidad

Durante la evaluación se debe asignar al escenario de riesgo una probabilidad de ocurrencia en función a los valores de la escala según los criterios de la tabla N° 8.

Tabla N° 8: Rangos de estimación probabilística

Valor	Probabilidad	
5	Muy Probable	Se estima que ocurra de manera continua o diaria
4	Altamente probable	Se estima que pueda suceder dentro de una semana
3	Probable	Se estima que pueda suceder dentro de un mes
2	Posible	Se estima que pueda suceder dentro de un año
1	Poco probable	Se estima que pueda suceder dentro de un periodo mayor a un año

FUENTE: Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales – MINAM

Un Índice de Probabilidad “Poco Probable” corresponde a los casos donde la concentración de sustancias peligrosas en componentes de los PAMs es insignificante; o no exista posibilidad de que las sustancias químicas nocivas puedan trasladarse por el agua; o bien éstas no alcanzarían más allá que en calidad de trazas hasta los cuerpos receptores.

El Índice de Probabilidad “Muy Probable” se reserva para aquellos casos donde se considere la existencia de concentraciones elevadas de las sustancias químicas de interés en los PAMs, siendo posible la movilización de éstas a través de cuerpos de agua.

e. Estimación de la gravedad de las consecuencias

La estimación de la gravedad de las consecuencias se realizó de forma diferenciada para el entorno natural, humano y socioeconómico. En la tabla N° 9 se presenta la forma como se estimó la gravedad para los distintos entornos.

Tabla N° 9: Formulario para la estimación de la gravedad de las consecuencias

Gravedad	Límites del entorno	Vulnerabilidad
Entorno humano	= Cantidad + 2peligrosidad + extensión	+ Población afectada
Entorno natural	= Cantidad + 2peligrosidad + extensión	+ Calidad del medio
Entorno socioeconómico	= Cantidad + 2peligrosidad + extensión	+ Patrimonio y capital productivo

FUENTE: Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales - MINAM

- Estimación de la gravedad de consecuencia en el entorno humano

La estimación de la gravedad de consecuencia en el entorno humano está referida a la salud y se determina en función de la sumatoria de los valores obtenidos en los factores siguientes:

$$\text{Salud} = C + 2(P) + E_h + \text{Población}$$

A continuación se presentan los cuadros en los que se asigna los valores de los factores con los que se estima la gravedad de consecuencia en la salud.

- Cantidad (C)

La cantidad se determina de acuerdo al análisis de las sustancias en los "componentes ambientales" de los PAMs, eligiéndose la sustancia a analizar según su identificación en campo. Los criterios se presentan en la tabla N°10.

El primer factor está referido a la cantidad del contaminante encontrado en el ambiente comparada con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA), y el segundo factor está referido a la cantidad del contaminante encontrado en el ambiente en función al volumen de infraestructura, residuos u otros identificados en campo. Los valores se detallan en la siguiente tabla.

Tabla N° 10: Factor de cantidad

Cantidad	Componente Ambiental	Infraestructura, residuos u otros	Valor
Muy Alta	Cantidad del contaminante que se encuentre 100% por encima del ECA	Mayor a 500 toneladas	4
Alta	Cantidad de contaminante que se encuentre entre 50% y 100% por encima del ECA.	Entre 50 y 500 toneladas	3
Poca	Cantidad de contaminante que se encuentre entre 10% y 50% por encima del ECA.	Entre 5 y 49 toneladas	2
Muy Poca	Cantidad de contaminante que se encuentre entre 1% y 10% por encima del ECA.	Menor a 5 toneladas	1

FUENTE: Metodología para la estimación del nivel de riesgo de pasivos ambientales en el subsector hidrocarburos

En el caso que se encuentren más de dos parámetros contaminantes que superen el ECA, se considerará el valor más alto que resulte de la valoración.

- Peligrosidad (P)

Se entiende como la aptitud intrínseca de la sustancia para causar daño, su toxicidad, su posibilidad de acumulación o bioacumulación, etc. Dichas características se encuentran recogidas y valoradas en la tabla N° 11. Para la aplicación de la presente metodología la mayor valoración es aquella que genera mayor daño.

Tabla N° 11: Factor peligrosidad

Peligrosidad	Peligrosidad (según caracterización)	Valor
Muy Peligroso	Muy Inflamable Muy Toxica Causa Efectos irreversibles	4
Peligroso	Explosiva, Inflamable Corrosiva	3
Poco Peligroso	Combustible	2
No Peligroso	Daños leves y reversibles	1

FUENTE: Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales del MINAM

Para determinar el valor del factor de peligrosidad de los valores 4 y 3 solo bastará identificar una característica, y en el caso que se cuente con dos o más características de diferentes valoraciones, se considera el valor más alto de los identificados.

- Extensión (Eh)

Para la aplicación de la metodología, en el entorno humano, el factor extensión está referido a la distancia entre el pasivo y la población que potencialmente se encuentren afectados. Los criterios de valoración se presentan en la tabla N° 12.

Tabla N° 12: Factor extensión

Extensión	Valor
Presencia de población adyacente, localizada en el mismo lugar del pasivo	4
Presencia de población en un radio menor a 0.5 km	3
Presencia de población en un radio de 0.5 a 1 km	2
Presencia de población en un radio mayor a 1 km	1

FUENTE: Metodología para la estimación del nivel de riesgo de pasivos ambientales en el subsector hidrocarburos

- Población (Pobl.)

El factor de población se encuentra en función del número de personas que se encuentren en riesgo de ser afectadas potencialmente, previo a la determinación de la extensión, es decir, se considera el número de la población ubicada en la extensión determinada. Los criterios de valoración se presentan en la tabla N° 13.

Tabla N° 13: Factor de la población potencialmente afectada

Población potencialmente afectada		Valor
Más de 100 personas	Muy alto	4
Entre 50 y 100 personas	Alto	3
Entre 5 y 50 personas	Bajo	2
Menos de 5 personas	Muy Bajo	1

FUENTE: Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales del MINAM

En caso que no hubiera población potencialmente afectada en forma directa debe considerarse un puntaje de uno.

- Estimación de la gravedad de consecuencia en el entorno natural

La estimación de la gravedad de consecuencia en la calidad del ambiente se realizará de acuerdo con la siguiente fórmula (ver Tabla N° 9):

$$\text{Calidad del ambiente} = C + 2(P) + E_n + CM$$

La cantidad y peligrosidad del entorno natural son iguales a los factores del entorno humano. En tal sentido, se aplican las Tablas N° 11 y 12. A continuación se describe la estimación de la extensión y la calidad del medio.

- Extensión (En)

Para la aplicación de la metodología en el entorno natural, el factor extensión está referido al espacio de influencia del impacto en el entorno. Los criterios de valoración se presentan en la tabla N° 14.

Tabla N° 14: Factor de extensión

Extensión		Valor
Radio de impacto mayor a 1km	Muy Extenso	4
Radio de impacto hasta 1 km.	Extenso	3
Radio de impacto menor a 0.5 km	Poco extenso	2
Área afectada	Puntual	1

FUENTE: Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales del MINAM

- Calidad del medio (CM)

La calidad del medio se determinó de acuerdo a los componentes afectados, agua, aire y/o suelo, dependiendo de los parámetros establecidos en el ECA; sin embargo para fines del presente estudio solo se consideró como único componente al agua superficial. Los criterios de valoración se presentan en la tabla N° 15.

Tabla N° 15: Calidad del medio

Calidad del Medio	Valor
Pasivo ambiental que se encuentre afectando dos o más componentes ambientales y dos o más parámetros por componente afectado establecido en el ECA.	4
Pasivo ambiental que se encuentre afectando dos componentes ambientales y al menos un parámetro por componente afectado establecido en el ECA.	3
Pasivo ambiental que se encuentre afectando un componente ambiental en al menos un parámetro establecido en el ECA.	2
Pasivo ambiental que no afecte a los componentes ambientales	1

FUENTE: Metodología para la estimación del nivel de riesgo de pasivos ambientales en el subsector hidrocarburos

- Estimación de la gravedad de consecuencia en el entorno socioeconómico.

Se refiere a la valoración del patrimonio económico y social (patrimonio histórico, infraestructura, actividad agraria, instalaciones industriales, áreas naturales protegidas, zonas residenciales y de servicios).

$$\text{Socioeconómico} = C + 2(P) + E_n + Pcp$$

La cantidad y peligrosidad son factores que se definirán en base a los hallazgos sociales y económicos propios del área de estudio según la visita a campo. La extensión es igual al factor de extensión del entorno natural. A continuación se describe la estimación del patrimonio y capital productivo.

- Patrimonio y capital productivo (Pcp)

Se entiende que la pérdida de un cuerpo receptor ocurre cuando todos los parámetros del ECA- Agua han sido superados. Los criterios de valoración se presentan en la tabla N° 16.

Tabla N° 16: Patrimonio y capital productivo (Pcp)

Patrimonio y capital productivo		Valor
Letal: Pérdida del 100% del cuerpo receptor. Se aplica en los casos en que se prevé la pérdida total del receptor. Sin productividad y nula distribución de recursos (Cuando el 100% de los parámetros evaluados del ECA han sido superados)	Muy Alto	4
Agudo: Pérdida del 50% del receptor. Cuando el resultado prevé efectos agudos y en los casos de una pérdida parcial pero intensa del receptor. Escasamente productiva recursos (Cuando el 50% los parámetros evaluados del ECA han sido superados)	Alto	3
Crónico: Pérdida de entre el 10% y 20% del receptor. Los efectos a largo plazo implican pérdida de funciones que puede hacerse equivalente a ese rango de pérdida del receptor, también se aplica en los casos de escasas pérdidas directas del receptor. Medianamente productiva recursos (Cuando el 10% y 20% los parámetros evaluados del ECA han sido superados)	Bajo	2
Pérdida de entre el 1% y 2% del receptor. ésta puede clasificar los escenarios que producen efectos, pero son difícilmente medidos o evaluados sobre el receptor Alta productividad recursos (Cuando el 1% y 2% los parámetros evaluados del ECA han sido superados)	Muy Bajo	1

FUENTE: Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales del MINAM - Modificada

Finalmente, para el escenario de contaminación de agua superficial se asigna una puntuación de 1 a 5 a la gravedad de las consecuencias en cada entorno según la tabla N° 17.

Tabla N° 17: Valoración de la gravedad de las consecuencias

Valor	Valoración	Gravedad (Valor Asignado)
Critico	20 – 18	5
Grave	17 – 15	4
Moderado	14 – 11	3
Leve	10 – 8	2
No relevante	7 – 5	1

FUENTE: Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales del MINAM

f. Estimación del riesgo

El producto de la probabilidad por la gravedad de las consecuencias anteriormente descritas, permite la estimación del riesgo ambiental. Este se determina para los tres entornos considerados natural, humano y socioeconómico, para cada PAMs según se muestra en la figura siguiente.

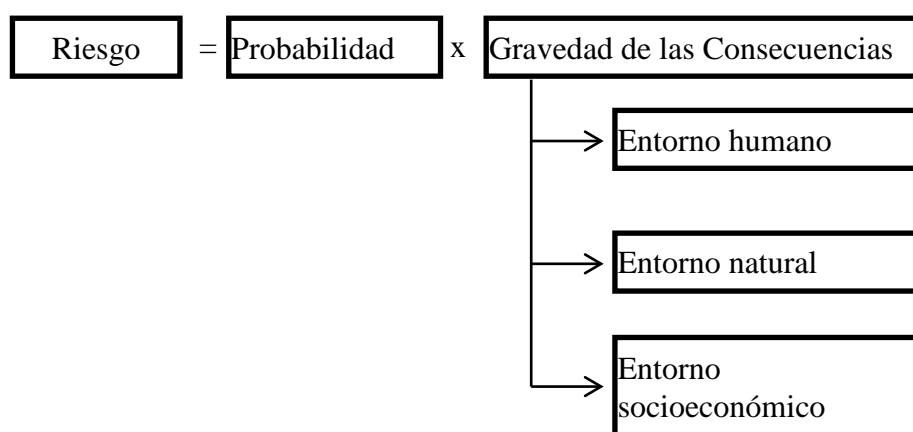


Figura N° 3: Estimación del riesgo ambiental

FUENTE: Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales del MINAM

Para la evaluación final del riesgo ambiental de cada PAMs se preparó tres tablas de doble entrada, una para cada entorno (natural, humano y socioeconómico) como se muestra en la tabla N° 18, en las que gráficamente debe aparecer cada escenario teniendo en cuenta su probabilidad y gravedad como resultado de la estimación del riesgo realizado.

Tabla N° 18: Estimación del riesgo ambiental

		Gravedad de las consecuencias				
		1	2	3	4	5
Probabilidad	1					
	2	E1				
	3					
	4			E2		
	5					

	Riesgo significativo: 16-25
	Riesgo Moderado: 6-15
	Riesgo Leve: 1-5




FUENTE: Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales – MINAM

g. Evaluación de riesgo ambiental

Los escenarios de riesgo E1 y E2 se colocan en la tabla N° 18, los riesgos se caracterizan según el color de las casillas en la que se ubican en la misma tabla, en este caso se trata de riesgo leve.

Una vez ubicado los riesgo en la tabla antes mostrada y se han catalogado (ya sea como riesgo leves, moderados o significativos) identificar aquellos riesgos que deben eliminarse o reducirse. Los riesgos críticos sobre los que es necesario actuar son los riesgos considerados como altos. Por tanto se presenta la tabla N° 19 que muestra la escala de nivel riesgo.

Tabla N° 19: Establecimiento de la escala en la evaluación de riesgo ambiental

	Valor Matricial	Equivalente porcentual (%)	Promedio (%)
 Riesgo significativo:	16-25	64-100	82
 Riesgo Moderado:	6-15	24-60	42
 Riesgo Leve:	1-5	1-20	10.5

FUENTE: Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales - MINAM

h. Caracterización del Riesgo Ambiental

Esta es la última etapa de la evaluación del riesgo ambiental y se caracteriza porque el riesgo se efectúa en base a los tres entornos: humano, natural y socioeconómico. Previamente se determina el promedio de cada uno, expresado en porcentaje, finalmente la sumatoria y media de los tres entornos, el cual es el resultado final de la evaluación de cada PAMs, que se enmarca en uno de los tres niveles establecidos: riesgo significativo, moderado o leve.

$$CR_{PAMs} = \frac{EH + EN + ES}{3}$$

Dónde:

CR_{PAMs}: Caracterización del Riesgo para una Pasivo Ambiental Minero.

EH: Entorno humano

EN: Entorno Natural

ES: Entorno socioeconómico

i. Priorización de los PAMs

Como existen PAMs de distintos niveles de riesgo, no todos se pueden remediar a la vez. El propósito de priorizar los pasivos es para optimizar los recursos financieros, así como atacar primero los PAMs que generen mayor riesgo por la contaminación de agua superficiales.

La priorización de los PAMs se realiza para cada pasivo identificado según los entornos de evaluación y el escenario determinado. Estableciendo un puntaje por entorno, para finalmente obtener un promedio del nivel de riesgo por cada pasivo conforme con la tabla N°19.

Los niveles de riesgo para cada PAMs son ordenados de mayor a menor y se procede a clasificar aquellos que generen un riesgo significativo, moderado o leve ver tabla N°19.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Ubicación del área de estudio

El presente trabajo académico se realizó en la localidad de San Miguel de Viso, distrito de San Mateo de Huánchor, provincia de Huarochirí, región Lima.

Hidrográficamente, la quebrada Viso pertenece a la subcuenca Santa Eulalia-Parac, cuenca media del Rímac.

Geográficamente San Miguel de Viso está asentada en la quebrada Viso, en las coordenadas geográficas 11°48' de latitud y 76°19' de longitud, sobre los 3090 m.s.n.m. Políticamente pertenece al distrito de San Mateo de Huánchor, provincia de Huarochirí (Castro y Huamán, 2013).

4.2 Identificación de los PAMs

Es importante mencionar que para poder determinar la validez de la información se programó dos viajes de campo, la primera fue para constatar, modificar y actualizar la información relacionada al área de estudio preliminar e identificar la cantidad, ubicación y tipos de PAMs que afectan los cuerpos acuáticos y las diversas actividades socioeconómicas que se desarrollan en el área de estudio, donde se utilizó la ficha de campo presentado en el (Anexo N° 2: Ficha de revisión de recopilación de información de la evaluación de riesgo).

Este primer viaje también permitió establecer la ubicación de puntos de monitoreo, la cantidad y tipos de parámetros de monitoreo a analizar para su identificación la cual nos permitió describirlo y caracterizarlo.

4.2.1 Evaluación preliminar

En esta etapa se realizó una preparación en gabinete antes de visitar el área de estudio recopilando y analizando la información vinculada al área de estudio y a los PAMs para la evaluación de riesgos.

Al completarse la etapa de evaluación de gabinete se procedió a realizar la inspección del terreno, recabando todos los antecedentes necesarios para complementar la evaluación preliminar.

a. Recopilación de información

Se recopiló toda información relacionada a los PAMs, en el inventario de pasivos ambientales mineros del Ministerio de Energía y Minas. Se revisó información complementaria disponible como estudios de impacto ambiental, zonificación económica ecología, monitoreos existentes, información general, estadísticas de la región, departamento, municipal, información del Ministerio de Energía y Minas, de la Autoridad Nacional del Agua y Ministerio de Agricultura.

- **Provincia de Huarochirí**

La provincia de Huarochirí se encuentra situada en la zona central y oriental del departamento de Lima. La provincia de Huarochirí posee actualmente un total de 32 municipios distritales, siendo de esta forma la tercera provincia tras Lima y Yauyos con el mayor número de distritos. Tiene una extensión territorial de 5657.93 Km.



Figura N° 4: Mapa provincial del departamento de Lima
FUENTE: Gobierno Regional de Lima

- Distrito de San Mateo de Huánchor

El distrito San Mateo de Huánchor se encuentra ubicado en la zona central de la provincia de Huarochirí, departamento de Lima, en la parte media-alta de la cuenca hidrográfica del río Rímac, a una distancia de 95 kilómetros de la ciudad de Lima. El acceso al centro poblado se efectúa por medio de la carretera central, tomando un tiempo promedio de tres horas. Geográficamente está ubicada entre las coordenadas 11°45'-11°47' de latitud y 76°18'-76°20'. La altitud del mismo pueblo asciende a 3100 m.s.n.m. llegando a poco más de 5000 m.s.n.m. Por otro lado, el ámbito del distrito abarca una extensión aproximada de 425.60 Km². El distrito San Mateo de Huánchor limita por el norte con el distrito de Chiela y Carampoma, por el sur con la cuenca del río Lurín (con el distrito de San Damián) y con la cuenca del río Mala (con los distritos de Juan de Tantarache, Huarochirí y San Lorenzo de Quinti), por el oeste con el distrito de Matucana y por el este con la cuenca del río Mantaro (distrito de Yauli). En el plano urbano, San Mateo pueblo, como sede del distrito, es atravesado por el río Rímac dividiéndolo en dos barrios principales: San Mateo y San Antonio.

En el distrito San Mateo existen cinco comunidades campesinas: San Mateo, San Antonio, San José de Parac, San Miguel de Viso y Yuracamayo, cada una con sus respectivos anexos y caseríos (Castro y Huamán, 2013).



Figura N° 5: Comunidades campesinas y anexos del distrito de San Mateo de Huánchor.

FUENTE: INEI, 2007

- San Miguel de Viso

Esta comunidad está ubicada a la margen derecha del río Rímac a la altura del kilómetro 85 de la carretera central. Sus pobladores se dedican específicamente a la agricultura y ganadería, y muy pocos a la minería, aun cuando su territorio se encuentra mineralizado con yacimientos poli-metálicos. La comunidad tiene tres anexos y son: Tambo de Viso, Pacota y Chacahuaro (Castro y Huamán, 2013).

Esta comunidad posee una población de 91 habitantes, de acuerdo al Sistema de Consulta de Centros Poblados del INEI, realizado en base a los resultados del censo nacional del 2017. Además de contar con 133 viviendas, energía eléctrica en las viviendas y red pública de desagüe. También, cuenta con carretera afirmada y el uso de transporte público es a través de ómnibus con una frecuencia diaria.

Con respecto a la geología regional, San Miguel de Viso se encuentra dentro de la unidad estratigráfica del grupo Rímac, que es el conjunto de rocas volcánicas y sedimentarias constituido por andesitas, flujos de brechas y andesitas tufáceas. Por otra parte, las unidades litológicas del grupo Rímac, se presenta la serie Volcánico-Sedimentaria que está constituido por lavas y brechas andesíticas de color gris azulado a verdoso, con bastante oxidación, por el contenido de pirita, tobas andesíticas y algunas intercalaciones de areniscas. Por tanto, en general en el grupo Rímac hay volcánicos y sedimentos pero con predominio de las facies tobácea y un alto porcentaje de minerales ferromagnesianos que por alteración dan, a las rocas, coloración rojizovioláceo (INGEMET, 1983).

En cuanto a la geoquímica de San Miguel de Viso, en el año 2005 el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMET) publicó el Boletín N° 14 Estudios de los recursos minerales del Perú, Franja 4, donde se realizó la muestra con código 24k-020, ubicada en la zona de estudio; presentando aquellos elementos que predominan como son el Hierro (78 000 ppm), Aluminio (12 700 ppm), Plomo (7776 ppm), Magnesio (5600 ppm), Arsénico (4154 ppm) y Potasio (2700 ppm), Manganeso (1382 ppm).

- Antecedentes de pasivos ambientales en el área

Conforme al inventario de pasivos ambientales mineros del MINEM, se identificó un total de 173 pasivos dentro del distrito de San Mateo de Huánchor; asimismo, se contabilizó un total de 46 dentro de microcuenca Viso.

También se recopiló información del EIASd para exploración “Tambo de Viso” realizado por la consultora SEGECO S.A. para la empresa minera ESPERADA S.A.C en el año 2008, donde se identifican un total de 07 pasivos.

Aquellos pasivos ambientales identificados en las fuentes mencionadas en los párrafos anteriores se encuentran representadas en el mapa base preliminar (Ver Anexo N°4: Mapa base preliminar).

b. Preparación de la cartografía

Para esta etapa se utilizó el programa ArcMap con el fin de organizar la cartografía recabada de distintas fuentes, como son:

- Carta nacional de Matucana, descargada de la Instituto Geográfico Nacional (IGN).
- Centros poblados, descargada del Organismo de Formalización de la Propiedad Informal (COFOPRI).
- Áreas naturales protegidas, descargada del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP).
- Cuencas hidrográficas, descargada de la Autoridad Nacional el Agua (ANA).
- Límites departamental, provincial y distrital, descargada del IGN.
- Red vial nacional, departamental y vecinal, descargada del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).
- Pasivos ambientales de MIMEN, elaborado a partir del inventario nacional de pasivos ambientales mineros.
- Pasivos ambientales de la Zona, elaborados a partir del EIA_sd para exploración “Tambo de Viso”.

Con la información cartográfica previa, se realizó un mapa base (Ver Anexo N° 4: Mapa base preliminar) para la evaluación de riesgo. Este mapa se llevó al área de estudio y sobre el cual se apoyó la mayor parte de los trabajos de evaluación, recogiendo anotaciones del área de estudio.

c. Definición preliminar del área de estudio

Para la delimitación del área preliminar se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- La delimitación hidrográfica de la microcuenca de Viso.
- Identificación de PAMs según el inventario del MINEM.
- Identificación de PAMs de otros estudios.
- Áreas urbanas próximas.
- Identificación de vías de acceso accesos.
- Fuentes hídricas como ríos, lagunas, afloramientos, reservorios, etc.

Finalmente el área preliminar de estudio tiene un extensión de 7.9 kilómetros cuadrados e incluye un total de 42 pasivos; también cuenta con fuentes hídricas como el río Rímac, las quebradas Mayo, Viso y Chamanjune, (Ver Anexo N° 4: Mapa base preliminar).

d. Características preliminares de los entornos

Los entornos se determinaron en la etapa de gabinete, a partir de la información reunida y de las observaciones realizadas sobre la cartografía o imágenes satelitales. Con la información de recabada se preparó la ficha de recopilación de información (Anexo N° 2: Ficha de revisión de recopilación de información de la evaluación de riesgo).

- Entorno humano

Se consideró como entorno humano a las personas que residen dentro del área de estudio del PAMs, son las personas que están expuestas a los riesgos.

En el área de estudio la captación de agua para fines agrícolas proviene de la laguna Huangro y para consumo del manantial Chuquicocha, según el presidente de regantes de la comunidad de Viso.

Esta afirmación se puede confirmar con la data del censo del 2007, donde el abastecimiento de agua para consumo humano es no potable, pudiendo ser de laguna, rio, acequia, manantial o similar.

- Entorno medio ambiente

Para este entorno se requirió la caracterización del medio ambiente en dos categorías.

- Vida acuática

Para evaluar la magnitud de riesgo sobre la vida acuática, se estimó la afectación en la calidad superficial de los cuerpos de agua que estén presentes dentro del área de estudio.

- Áreas protegidas

Se consideraron dentro de la evaluación del riesgo a todas las áreas naturales protegidas próximas al área de estudio, para lo cual se obtuvo información del SERNANP, en caso que existiesen áreas naturales protegidas. Sin embargo, no se identificaron dichas áreas dentro del área de estudio. El área de protección más cercana es la zona reservada Bosque de Zarate ubicado en la provincia de Huarochirí y se encuentra a 22.9 kilómetros del área de estudio.

• Entorno socioeconómico

En este caso se analizó la agricultura como actividad predominante del centro poblado de San Miguel de Viso según la figura N° 6.

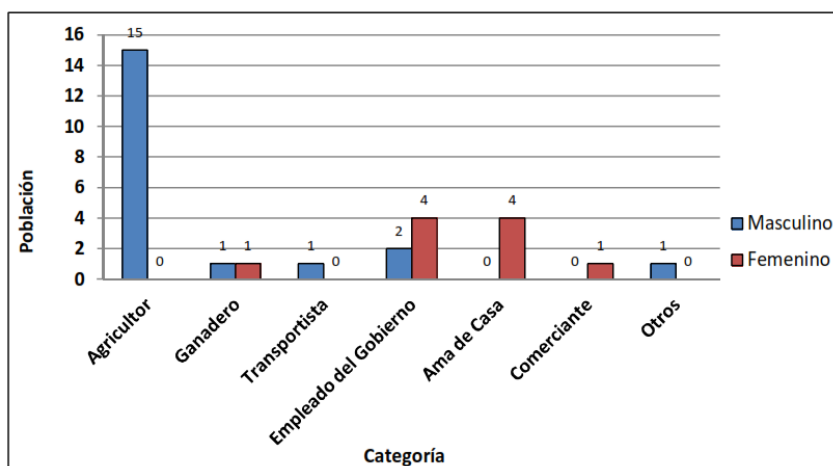


Figura N° 6: Actividad predominante en San Miguel de Viso
FUENTE: Análisis de percepción ambiental de la población de Viso sobre la influencia de las actividades mineras en la calidad de agua (Castro y Huamán, 2013)

4.2.2 Visita al área de estudio

La visita al área de estudio se realizó en dos oportunidades, la primera visita fue el 12 de mayo del 2018 y la segunda visita fue 13 de junio del 2018.

Los objetivos de este reconocimiento son los siguientes:

a. Identificación de PAMs

Es importante mencionar que para poder determinar la validez de la información se programó dos viajes de campo, la primera fue para constatar, modificar y actualizar la información relacionada al área de estudio preliminar e identificar la cantidad, ubicación y tipos de PAMs que afectan los cuerpos acuáticos y las diversas actividades socioeconómicas que se desarrollan en el área de estudio, donde se utilizó la ficha de campo presentado en el (Anexo N° 3: Ficha de identificación de PAMs en campo). Este primer viaje también nos permitió establecer la ubicación de puntos de monitoreo, la cantidad y tipos de parámetros de monitoreo a analizar para su identificación la cual nos permitió describirlo y caracterizarlo. A continuación se presenta la tabla N° 20, que identifica, georreferencia y establece la distancia de los pasivos identificados al poblado más cercano.

Tabla N° 20: Pasivos ambientales identificados durante la visita a campo

N°	Código del Pasivo	Tipo de Pasivo	Coordenadas		Zona	Distancia al Centro Poblado	Cuenca	Comentarios
			Norte	Este				
1	PAS-1	Tolva de mineral	8 694 527	354 470	18S	1.20 km	Cuenca Hidrográfica Río Rímac	A 50 metros de la quebrada de Viso
2	PAS-2	Bocamina	8 694 473	354 541	18S	1.11 km	Cuenca Hidrográfica Río Rímac	No hay presencia de cuerpos receptores
3	PAS-3	Taller	8 694 489	354 554	18S	1.10 km	Cuenca Hidrográfica Río Rímac	No hay presencia de cuerpos receptores
4	PAS-4	Desmonte de mina	8 694 238	356 285	18S	0.69 km	Cuenca Hidrográfica Río Rímac	No hay presencia de cuerpos receptores
5	PAS-5	Desmonte de mina	8 694 113	356 396	18S	0.84 km	Cuenca Hidrográfica Río Rímac	No hay presencia de cuerpos receptores
6	PAS-6	Infraestructura	8 693 916	356 714	18S	1.22 km	Cuenca Hidrográfica Río Rímac	No hay presencia de cuerpos receptores
7	PAS-7	Campamento	8 693 774	356 808	18S	1.37 km	Cuenca Hidrográfica Río Rímac	No hay presencia de cuerpos receptores
8	PAS-8	Relavera	8 693 841	356 789	18S	1.32km	Cuenca Hidrográfica Río Rímac	Hay presencia de filtraciones y empozamientos en calicatas
9	PAS-9	Campamento	8 693 747	356 837	18S	1.41 km	Cuenca Hidrográfica Río Rímac	No hay presencia de cuerpos receptores
10	PAS-10	Rampa	8 693 756	356 864	18S	1.43 km	Cuenca Hidrográfica Río Rímac	No hay presencia de cuerpos receptores
11	PAS-11	Planta de Procesamiento	8 693 716	356 833	18S	1.43 km	Cuenca Hidrográfica Río Rímac	No hay presencia de cuerpos receptores
12	PAS-12	Tolva de mineral	8 693 734	356 849	18S	1.43 km	Cuenca Hidrográfica Río Rímac	No hay presencia de cuerpos receptores
13	PAS-13	Tolva de mineral	8 693 745	356 886	18S	1.45 km	Cuenca Hidrográfica Río Rímac	Presencia de cuerpo receptor a 4 metros
14	PAS-14	Bocamina	8 693 744	356 935	18S	1.50 km	Cuenca Hidrográfica Río Rímac	Presencia de cuerpo receptor a 4 metros
15	PAS-15	Infraestructura	8 693 766	357 078	18S	1.61 km	Cuenca Hidrográfica Río Rímac	No hay presencia de cuerpos receptores
16	PAS-16	Bocamina	8 693 963	357 116	18S	1.56 km	Cuenca Hidrográfica Río Rímac	No hay presencia de cuerpos receptores
17	PAS-17	Chatarra	8 693 972	357 095	18S	1.54 km	Cuenca Hidrográfica Río Rímac	No hay presencia de cuerpos receptores
18	PAS-18	Relavera	8 694 190	357 157	18S	1.54 km	Cuenca Hidrográfica Río Rímac	No hay presencia de cuerpos receptores
19	PAS-19	Campamento	8 694 103	357 094	18S	1.50 km	Cuenca Hidrográfica Río Rímac	No hay presencia de cuerpos receptores
20	PAS-20	Bocamina	8 694 185	356 301	18S	0.72 km	Cuenca Hidrográfica Río Rímac	No hay presencia de cuerpos receptores

FUENTE: Elaboración propia

De la tabla anterior se pudo identificar que solo cuatro PAMs tienen drenaje, los mismos que se analizaron y se evaluaron para determinar el nivel de riesgo en la calidad de agua superficial.

Asimismo, indicar que de los 20 pasivos identificados dentro del área de estudio, 09 de ellos no se encontraban registrados dentro del inventario de pasivos del MINEM, estos pasivos son el PAS-1, PAS-12, PASA-13, PAS-15, PAS-16, PAS-17, PAS-18, PAS-19 y PAS-20.

b. Descripción de componentes afectados por contaminación

En campo se realizó una descripción de los componentes ambientales que pueden ser afectados por contaminación. Para fines del presente trabajo académico solo se evaluó la contaminación al agua superficial como único componente ambiental afectado, para cada uno de los PAMs que estén presentes en el área de estudio preliminar.

En el segundo viaje se procedió a tomar las muestras de la calidad de agua superficial que son afectados por los PAMs, esto nos permitió realizar el diagnóstico de la calidad de agua superficial.

c. Diagnóstico de la calidad de agua superficial

Como se mencionó en el apartado b. Identificación de PAMs, de los veinte pasivos identificados en la visita a campo, cuatro de ellos presentaron drenaje; por lo tanto, el diagnóstico de la calidad de agua superficial solo se realizó en los pasivos PAS-1, PAS-8, PAS-14 y PAS-16. Finalmente, se tomaron en cuenta las disposiciones del protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales de la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

- **Identificación de puntos de muestreo**

El tipo de muestreo realizado será puntual y con una sola frecuencia. Los puntos de monitoreo de los PAMs identificados que generan drenaje, escorrentía y lixiviado se presentan en la tabla N° 21. También, la ubicación de los puntos de muestreo se visualizan en el Anexo N° 6: Plano de puntos de monitoreo.

Tabla N° 21: Identificación de puntos de monitoreo de agua superficial.

Punto	Coordenadas UTM		Descripción
	Este	Norte	
PAS-1	8 694 527	354 470	Tolva de mineral
PAS-8	8 693 841	356 789	Relavera
PAS-14	8 693 744	356 935	Bocamina
PAS-16	8 693 963	357 116	Bocamina

FUENTE: Elaboración propia

- Parámetros de monitoreo

La justificación de la elección de parámetros se detalla en el apartado c. Diagnóstico de la calidad de agua superficial, del punto 3.4.2 Visita al área de estudio del capítulo tres, materiales y métodos.

Adicionalmente, se tomó en cuenta la geología y geoquímica de área de estudio, descrita en el apartado a. Recopilación de la información, del punto 4.2.1 Evaluación preliminar del presente capítulo. Por tanto a continuación los parámetros considerados:

- Parámetros In – situ

- Temperatura
- pH
- Conductividad eléctrica

- Parámetros a analizar en laboratorio

- Solidos disueltos totales
- Arsénico total
- Cadmio total
- Cobre total
- Hierro total
- Manganeso total
- Plomo total
- Mercurio total
- Zinc total
- Sulfato

- Materiales, equipo e instrumentaria

Para ejecutar el monitoreo de forma efectiva, se preparó con anticipación los materiales de trabajo, soluciones estándar de pH, conductividad, formatos (etiquetas y cadenas de custodia). Asimismo, se consideró que todos los materiales y equipos de muestreo estén operativos y debidamente calibrados. A continuación se detalla los materiales y equipo usados:

- Materiales: *Cooler* grande, frascos de plástico de polietileno 1L, frascos de plástico de polietileno 125 mL, jarra de 500 mL graduada, guantes de nitrilo, refrigerante, papel tisú, mascarilla, pizeta y libreta de notas.
- Equipos: Equipo multiparámetro marca WTW (conductividad eléctrica, temperatura y pH), GPS y cámara fotográfica.
- Soluciones y reactivos: Agua destilada y preservantes para las muestras (ácido nítrico).
- Formatos: Etiquetas, fichas de campo para la identificación de PAM (Anexo N° 2) y cadena de custodia (Anexo N° 7).
- Material cartográfico: Mapa base preliminar (Anexo N° 4).

- Rotulado y etiquetado

Los recipientes se rotularon con etiquetas autoadhesivas proporcionadas por el laboratorio de análisis antes de la toma de muestras. La etiqueta de cada muestra contó con los siguientes datos a ser llenados: Nombre del solicitante, código del punto de muestreo, tipo de agua, fecha y hora de muestreo, nombre del responsable de la toma de muestra, tipo de análisis requerido, preservación y tipo de reactivo (si lo requiere). Las etiquetas se cubrieron con cinta transparente a fin de proteger de la humedad.

- Medición de parámetros de campo

Se realizaron las mediciones de parámetros de campo de los puntos de monitoreo identificados, mediante el uso de un equipo multiparamétrico, el mismo que fue calibrado previamente en laboratorio.

El procedimiento para la medición de los parámetros in – situ es el siguiente:

- Temperatura; se usó un termómetro digital de marca WTW, cuya medición se da en grados centígrados. La sensibilidad del instrumento es de 0.01°C.
- Potencial de Hidrógeno (pH); para lo cual se utilizó un Potenciómetro digital marca WTW. La unidad de medición son las unidades de pH, el cual varía de un rango de 0 a 14.
- Conductividad eléctrica; para medir la conductividad eléctrica se utilizó un conductímetro marca WTW. La unidad de medición es uS/cm.

Las mediciones realizadas se registraron en la libreta de campo. Asimismo, después de cada medición se realizó la limpieza de las sondas con agua destilada y se secaron con papel tisú.

- Toma de muestra

Se tomaron muestras de agua (usando frascos de plástico) a la salida del pasivo ambiental que lo originó o en la ruta de convergencia hacia la quebrada. Previamente a la toma e muestra se buscó un área donde sin presencia de sedimentos para tomar directamente o en todo caso se recolecto la muestra en una jarra cuando el caudal era bajo como en el PAS-1. Mediante el uso de guantes de nitrilo se abrieron los frascos evitando tocar el interior del mismo; asimismo, previo a la toma de muestra se enjuagaron los envases tres veces. Finalmente se recolectaron las muestras dejando una pequeña fracción sin llenar para la preservación.

- Preservación, cadena de custodia, almacenamiento, conservación y transporte

Las muestras recolectadas para el análisis de sólidos disueltos totales no requieren preservación. Para las muestras recolectadas para el análisis de metales totales y sulfatos se realizó la preservación con la adición de ácido nítrico. La preservación se realizó inmediatamente después de tomada la muestra, la misma que fue homogeneizada y cerrada herméticamente. El reactivo de ácido nítrico se manipulo adecuadamente evitando el contacto a los ojos, labios y piel; por lo cual se usaron guantes de nitrilo y mascarilla.

La cadena de custodia fue llenada según los requerimientos del laboratorio de análisis y se presentan en el Anexo N° 7: Cadena de custodia. Una vez llenada la cadena se colocó en un sobre de plástico sellado con cinta adhesiva y se colocó

dentro del *cooler* con las muestras. Se guardó una copia para el remitente la misma que se llevó como cargo de entrega al laboratorio.

Respecto al almacenamiento, las muestras se colocaron en forma vertical dentro del *cooler* para evitar derrames y evitar exponer a la luz solar. La conservación se realizó con los refrigerantes (*ice packs*). Finalmente el *cooler* se selló con cinta adhesiva para su traslado al laboratorio cumpliendo los plazos de preservación.

- Aseguramiento de la calidad

El laboratorio de análisis como parte de control de calidad entrego un frasco como blanco viajero, el mismo que permaneció en el *cooler* durante la salida, transporte, toma de muestra y reingreso al laboratorio.

- Análisis en el laboratorio

El análisis de las muestras se realizó en dos laboratorios según el parámetro requerido de la siguiente manera:

- Sólidos Disueltos Totales; las muestras fueron recolectadas en frascos de plástico de polietileno de 1 litro de capacidad y luego trasladadas dentro de un conservador hacia el laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
 - Método de análisis: Sólidos disueltos totales secados a 180 °C.
 - Norma de Referencia: *APHA. 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Edition 20. APHA/AWWA/WPCF. 2-56 pp.*
- Metales totales: Las muestras fueron recolectadas en frascos de plástico de polietileno de 125 mililitros de capacidad y se adicionaron 20 gotas de HNO₃ a pH 2, para finalmente ser trasladadas dentro de un conservador hacia un laboratorio acreditado por el INACAL.
 - Método de análisis: Determinación de elementos de trazas en aguas y desechos mediante espectrometría de masa plasmática acoplada inductivamente.
 - Norma de Referencia: SGS del Perú, EPA 200.8, Rev 5.4: 1994.

- Sulfatos: Las muestras fueron recolectadas en frascos de plástico de polietileno de 125 mililitros para finalmente ser trasladadas dentro de un conservador hacia un laboratorio acreditado por el INACAL.
 - Método de análisis: Determinación de aniones inorgánicos por cromatografía iónica.
 - Norma de Referencia: SGS del Perú: EPA 300.0, Rev 2.1: 1993.

d. Análisis de resultados

Los resultados de las muestras analizadas por el laboratorio SGS del Perú, son para los parámetros de metales totales y sulfatos, y se presenta en el Anexo N° 8: Informe de ensayo de laboratorio.

Los resultados de las muestras correspondientes a sólidos disueltos totales, se obtuvieron mediante el ensayo realizado en el laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Para evaluar los resultados de monitoreo y determinar el nivel de riesgo que generan los PAMs en la calidad de agua superficial se hizo mediante la comparación de los parámetros con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua categoría 1-A2. En la tabla N° 22 se presenta los resultados de análisis de laboratorio y la comparación con la norma indicada.

Tabla N° 22: Resultados de la calidad del agua

Parámetros	Unidad	PAS-1	PAS-8	PAS-14	PAS-16	ECA
Temperatura	°c	14	6.8	6.7	6.3	<8.22-14.22>
pH	pH	7.3	2.24	5.42	2.32	<5.5-9-0>
Conductividad Eléctrica	uS/cm	1840	5450	1534	5820.00	1600
Sulfatos	mg/L	1385.31	2404.65	1002.56	2113.85	500
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1826.00	5064.00	1452.00	6040.00	1000
Aluminio Total	mg/L	0.109	65.356	1.282	22.283	5
Arsénico Total	mg/L	0.0024	151.39722	0.10512	121.43509	0.01
Cadmio Total	mg/L	0.06209	1.13539	0.07756	2.17927	0.005
Cobre Total	mg/L	0.07161	20.00241	0.70445	29.88764	2
Hierro Total	mg/L	0.9946	1481.3644	2.8783	745.9291	1
Manganeso Total	mg/L	5.11521	12.55800	5.35218	16.77209	0.4
Mercurio Total	mg/L	<0.00009	0.01125	<0.00009	<0.00009	0.002
Plomo Total	mg/L	0.0014	80.0030	0.2174	2.7196	0.05
Zinc Total	mg/L	16.2195	260.3914	<0.00045	493.9288	5
Porcentaje de parámetros que superan el ECA		43%	93%	57%	86%	

FUENTE: Elaboración propia

De la tabla anterior se puede observar que para el punto PAS-1 el 43 por ciento de los parámetros superan el ECA, para el PAS-8 el 93 por ciento de los parámetros superan el ECA, para el PAS-14 el 57 por ciento de los parámetros superan el ECA, para el PAS-16 el 86 por ciento de los parámetros superan el ECA.

e. Confirmación de los límites del área de estudio

Después de la primera visita a campo, e identificados los PAMs existentes y otros nuevos; se procedió a delimitar un área de estudio final; donde se precisa la influencia que tendría aquellos pasivos que generen algún tipo de drenaje y que afecten la calidad de agua superficial.

Asimismo, cabe indicar que se identificaron un total de 20 PAMs de los 46 que se reportaron dentro del inventario del MINEM, y que se encuentran distribuidos por toda la microcuenca, debido a que se verificó la existencia de minería activa en las microcuenca alta como son Minera Fray Martín, Mina Esperada, Mina Alberto, Mina Victoria y Minera Paica; por lo que se determinó delimitar el estudio con aquellos pasivos que se encuentren más cercanos a la población y a sus actividades agrícolas. Por tanto, el área final de estudio tiene un área total de 2.6 kilómetros cuadrados (ver Anexo N° 5: Mapa de delimitación final).

f. Revisión final de campo

Se identificó en el área de estudio 20 PAMs, labores mineras, residuos mineros, edificaciones, infraestructura, de las cuales cuatro de ellos presentan drenaje que afectan directamente a los cuerpos de agua cercanos, suelo, actividad agrícola y generación de potenciales conflictos socioambientales o latentes por la presencia de los PAMs.

4.3 Estimación del Riesgo Ambiental

La estimación de riesgo se realizó según la metodología de la Guía de Evaluación de Riesgo Ambiental propuesta por el MINAM.

4.3.1 Evaluación del riesgo ambiental

a. Identificación de peligros

Se identificó aquellos peligros, que son ocasionados por la presencia de pasivos, en los entornos humano, natural y socioeconómico. También, se reconoció las causas y efectos de cada peligro identificado. En la tabla N° 23 se presenta el desarrollo de identificación de los peligros.

Respecto a las fuentes de peligro cabe mencionar que en la visita preliminar se identificó 20 PAMs, de los cuales cuatro de ellos presentan drenaje, estos se determinaron como las fuentes de peligro y son aquellos donde se evaluó el riesgo ambiental. En la tabla N° 24 se realizó la discriminación de aquellos pasivos que presenten drenaje, lixiviados y/o escorrentía, y que fueron marcados para realizar la evaluación.

Tabla N° 23: Identificación de peligros en los entornos

Factor		Humano	Natural	Socioeconómico
Antrópico	Causas	<p>Generación de drenaje: Aumento de niveles de contaminación en aguas superficiales.</p> <p>Arrastre de sedimentos: Incrementa el material particulado en los cuerpos de agua superficial.</p> <p>Generación de aguas ácidas: disminución del pH en el agua superficial</p>	<p>Generación de efluentes: Aumento de niveles de contaminación en aguas superficiales.</p> <p>Arrastre de sedimentos: Incrementa el material particulado en los cuerpos de agua superficial.</p> <p>Generación de aguas ácidas: disminución del pH en el agua superficial</p>	<p>Consumo de aguas contaminadas para las diferentes actividades socio económicas de la zona.</p>
	Efectos	<p>Deterioro de la salud de los pobladores Incremento en los costos de tratamientos médicos. Incremento de la tasa infantil con problemas de crecimiento y aprendizaje por los altos niveles plomo.</p>	<p>Deterioro del medio ambiente. Pérdida de la calidad de agua para consumo. Pérdida de la biodiversidad acuática.</p>	<p>- Riego de áreas agrícolas con aguas superficiales contaminadas por PAMs. - Conflictos socio ambientales causados por la presencia de PAMs.</p>

FUENTE: Elaboración propia

Tabla N° 24: Identificación de las fuentes de peligro

PAMS	Evidencia de generación de drenaje, lixiviados relacionados a la actividad minera	Presencia de drenaje	Próximo a cuerpos receptores	Pasivo a evaluar (Si/No)	Observación
PAS-1	X	X	X	Si	Presento un drenaje continuo de agua durante la evaluación
PAS-2				No	No presenta drenaje – no evaluar
PAS-3				No	No presenta drenaje – no evaluar
PAS-4				No	No presenta drenaje – no evaluar
PAS-5				No	No presenta drenaje – no evaluar
PAS-6				No	No presenta drenaje – no evaluar
PAS-7				No	No presenta drenaje – no evaluar
PAS-8	X	X	X	Si	Al ser una relavera no hay un drenaje continuo de agua sino más bien durante la precipitación.
PAS-9				No	No presenta drenaje – no evaluar
PAS-10				No	No presenta drenaje – no evaluar
PAS-11				No	No presenta drenaje – no evaluar
PAS-12				No	No presenta drenaje – no evaluar
PAS-13				No	No presenta drenaje – no evaluar
PAS-14	X	X	X	Si	Presento un drenaje continuo de agua durante la evaluación
PAS-15				No	No presenta drenaje – no evaluar
PAS-16	X	X		Si	Presento un drenaje continuo de agua durante la evaluación
PAS-17				No	No presenta drenaje – no evaluar
PAS-18				No	No presenta drenaje – no evaluar
PAS-19				No	No presenta drenaje – no evaluar
PAS-20				No	No presenta drenaje – no evaluar

Fuente: Elaboración propia

b. Definición del suceso indicador

El suceso indicador presentado en la tabla N° 25 hace referencia a aquellas variables cuantificables que nos servirán como indicadores dentro de la evaluación del riesgo ambiental. Estos indicadores se definen para cada entorno.

Tabla N° 25: Análisis de los entornos

Análisis del entorno Humano		
Elemento de riesgo	Suceso indicador/Parámetro de evaluación	Fuente de información
Exposición Potencial de Agua: Contaminación superficial	T, pH, C.E., Sulfatos, SDT, Al, As, Cd, Cu, Fe, Mn, Hg Pb, Zn	Monitoreo de parámetros In-situ e informes de análisis de ensayo realizado por el laboratorio SGS
Análisis del entorno Natural		
Exposición Potencial de Agua: Contaminación superficial	T, pH, C.E., Sulfatos, SDT, Al, As, Cd, Cu, Fe, Mn, Hg Pb, Zn	Monitoreo de parámetros In-situ e informes de análisis de ensayo realizado por el laboratorio SGS
Análisis del entorno Socioeconómico		
Exposición Potencial de Agua: Variación de la calidad de los productos agrícolas y conflictos ambientales	Disminución de la actividad agrícola, aumento de conflictos ambientales	INEI. Municipalidad Provincial de Huarochirí. Defensoría del Pueblo Reunión con autoridades locales.

FUENTE: Elaboración propia

c. Formulación de escenarios

Después que se identificaron los peligros que vienen asociados a una fuente, que en este caso son los cuatro pasivos a evaluar, se procede formular los escenarios de riesgo asociados a sustancias o eventos; así como sus consecuencias para los distintos entornos. En las tablas N° 26, 27 y 28 se presenta la formulación de los escenarios de riesgo para los entornos humano, natural y socioeconómico respectivamente; los mismos que serán evaluados para estimar su nivel de riesgo.

Tabla N° 26: Formulación de escenarios del entorno humano

Tipología de Peligros			sustancia o evento	Escenario de Riesgo	Causas	Consecuencias	
Ubicación de la zona	Natural	Antrópico					
San Miguel de Viso, distrito San Mateo de Huánchor, provincia Huarochirí	Entorno Humano						
			x	Temperatura	Generación de Aguas ácidas	PAS	Aumento microbiano patógeno por aumento de temperatura
			x	pH	Generación de Aguas ácidas	PAS	Contaminación del Agua Superficial; deterioro de la salud de los pobladores; liberación de metales pesados.
			x	Conductividad Eléctrica	Generación de Aguas ácidas	PAS	Deterioro de la salud de los pobladores; enfermedades renales
			x	Sulfatos	Generación de Aguas ácidas	PAS	Efectos gastrointestinales
			x	Sólidos Disueltos Totales	Arrastre de sedimentos	PAS	Enfermedades gastrointestinales
			x	Aluminio Total	Generación de drenaje	PAS	Enfermedades renales y problemas sistema nervioso.
			x	Arsénico Total	Generación de drenaje	PAS	Daños a la salud, hiperqueratosis, arseniosis, cáncer
			x	Cadmio Total	Generación de drenaje	PAS	Anemia, insuficiencia renal, osteoporosis, trastornos respiratorios, cáncer
			x	Cobre Total	Generación de drenaje	PAS	Necrosis hepática, anemia, insuficiencia cardiaca
			x	Hierro Total	Generación de drenaje	PAS	Enfermedades del sistema nervioso y capacidad de orientación.
			x	Manganeso Total	Generación de drenaje	PAS	Hemocromatosis (lesiones de diversa gravedad en tejidos)
			x	Mercurio Total	Generación de drenaje	PAS	Hipertrofia de tiroides, taquicardia, pérdida de memoria, daños neurológicos
			x	Plomo Total	Generación de drenaje	PAS	Retraso del desarrollo mental, enfermedades cardiovasculares,
		x	Zinc Total	Generación de drenaje	PAS	Daño pancreático, arterioesclerosis	

FUENTE: Elaboración propia

Tabla N° 27: Formulación de escenarios del entorno natural

Tipología de Peligros			Sustancia o evento	Escenario de Riesgo	Causas	Consecuencias	
Ubicación de la zona	Natural	Antrópico					
San Miguel de Viso, distrito San Mateo de Huánchor, provincia Huarochirí	Entorno Natural						
			x	Temperatura	Generación de Aguas ácidas	PAS	Contaminación del agua superficial
			x	pH	Generación de Aguas ácidas	PAS	Contaminación del agua superficial
			x	Conductividad Eléctrica	Generación de Aguas ácidas	PAS	Contaminación del agua superficial
			x	Sulfatos	Generación de Aguas ácidas	PAS	Contaminación del agua superficial
			x	Sólidos Disueltos Totales	Arrastre de sedimentos	PAS	Contaminación del agua superficial
			x	Aluminio Total	Generación de Drenaje	PAS	Contaminación del agua superficial
			x	Arsénico Total	Generación de Drenaje	PAS	Contaminación del agua superficial
			x	Cadmio Total	Generación de Drenaje	PAS	Contaminación del agua superficial
			x	Cobre Total	Generación de Drenaje	PAS	Contaminación del agua superficial
			x	Hierro Total	Generación de Drenaje	PAS	Contaminación del agua superficial
			x	Manganeso Total	Generación de Drenaje	PAS	Contaminación del agua superficial
			x	Mercurio Total	Generación de Drenaje	PAS	Contaminación del agua superficial
			x	Plomo Total	Generación de Drenaje	PAS	Contaminación del agua superficial
		x	Zinc Total	Generación de Drenaje	PAS	Contaminación del agua superficial	

FUENTE: Elaboración propia

Tabla N° 28: Formulación de escenarios del entorno socioeconómico

Tipología de Peligros			sustancia o evento	Escenario de Riesgo	Causas	Consecuencias
Ubicación de la zona	Natural	Antrópico				
San Miguel de Viso, distrito San Mateo de Huánchor, provincia Huarochirí	Entorno Socioeconómico					
		X	Contaminantes en el cuerpo de agua superficial	Riego de áreas agrícolas con aguas superficiales contaminadas por PAMs.	PAMs	Riego de áreas agrícolas con aguas superficiales contaminadas por PAMs. Disminución de la cantidad de actividades económicas
		X	Contaminantes en el cuerpo de agua superficial	Conflictos socioambientales causados por la presencia de PAMs	PAMs	Aumento de problemas socio ambientales

FUENTE: Elaboración propia

d. Estimación de la probabilidad

Según la metodología, la estimación del riesgo ambiental está asociada a la probabilidad de ocurrencia del escenario de riesgo y de la gravedad de las consecuencias de los mismos. Por tanto, para la estimación de la probabilidad se asignó una valoración utilizando la tabla N° 8, que toma en cuenta el nivel de ocurrencia de la generación de drenajes que generen los pasivos; indicando si estos son continuos, intermitentes y/o eventuales.

En la tabla N° 29 se desarrolló la valoración de la probabilidad de los cuatro pasivos a evaluar y que son representados en sus escenarios de riesgo. Por tanto, se asigna una probabilidad de 5, que indica una ocurrencia diaria o continua, para los PAS-1, PAS-14 y PAS-16; y una probabilidad de 4, que indica una ocurrencia menor a una semana, para el PAS-8.

Tabla N° 29: Determinación de la probabilidad

Pasivo minero	Presencia de drenaje	Próximo a cuerpos receptores	Observación	Probabilidad
PAS-1	SI	SI	Presento un drenaje continuo de agua durante la evaluación	5
PAS-8	SI	SI	Al ser una relavera no hay un drenaje continuo de agua sino más bien durante la precipitación.	4
PAS-14	SI	SI	Presento un drenaje continuo de agua durante la evaluación	5
PAS-16	SI	SI	Presento un drenaje continuo de agua durante la evaluación	5

FUENTE: Elaboración propia

e. Estimación de la gravedad de las consecuencias

Para el desarrollo de la estimación de la gravedad de las consecuencias se realizó de forma diferenciada para cada entorno, natural, humano y socioeconómico conforme a la tabla N° 9.

• Estimación de la gravedad de consecuencia en el entorno humano

La estimación de la gravedad de consecuencia en el entorno humano se determinó en función de la afectación a la salud de la población. Su desarrollo representa la sumatoria de los valores obtenidos de los factores de acuerdo a la siguiente fórmula, que se indicó en la tabla N° 9.

$$Salud = C + 2(P) + E_h + Población$$

- Cantidad (C)

El factor de cantidad hace referencia al grado de concentración de una sustancia contaminante en el agua superficial. Por tanto, esta se determinó mediante los resultados de análisis de calidad de agua, presentada en la tabla N° 22. Estos resultados se comparan con los valores de referencia del ECA-agua categoría 1-A2 y la valoración está definida según el grado de porcentaje que supera la norma como se indica la tabla N° 10. En consecuencia, se presenta la tabla N° 30 que desarrolla este factor de cantidad para los escenarios de riesgo de los cuatro pasivos.

Tabla N° 30: Estimación del factor de cantidad para el entorno humano

Escenario de Riesgo	Unidades	ECA	PAS-1			PAS-8		
			Análisis	Variación %	Cantidad (C)	Análisis	Variación %	Cantidad (C)
Generación de Agua Ácida Temperatura	°C	<8.22-14.22>	14	0%	1	6.8	0%	1
Generación de Agua Ácida pH	pH	<5.5-9-0>	7.3	0%	1	2.24	59%	2
Generación de Agua Ácida Conductividad Eléctrica	uS/cm	1600	1840	15%	2	5450	241%	4
Generación de Agua Ácida Sulfatos	mg/L	500	1385.31	177%	4	2404.65	381%	4
Arrastre de sedimentos Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1000	1826	83%	3	5064	406%	4
Generación de drenajes Aluminio Total	mg/L	5	0,109	0%	1	65.356	1207%	4
Generación de drenajes Arsénico Total	mg/L	0.01	0.0024	0%	1	151.39722	1 513 872%	4
Generación de drenajes Cadmio Total	mg/L	0.005	0.06209	1142%	4	1.13539	22 608%	4
Generación de drenajes Cobre Total	mg/L	2	0.07161	0%	1	20.00241	900%	4
Generación de drenajes Hierro Total	mg/L	1	0.9946	0%	1	1481.3644	148 036%	4

Continuación

Generación de drenajes Manganeso Total	mg/L	0.4	5.11521	1179%	4	12.558	3040%	4
Generación de drenajes Mercurio Total	mg/L	0.002	<0.00009	0%	1	0.01125	463%	4
Generación de drenajes Plomo Total	mg/L	0.05	0.0014	0%	1	80.003	159 906%	4
Generación de drenajes Zinc Total	mg/L	5	16.2195	224%	4	260.3914	5108%	4

FUENTE: Elaboración propia

Escenario de Riesgo	Unidades	ECA	PAS-14			PAS-16		
			Análisis	Variación %	Cantidad (C)	Análisis	Variación %	Cantidad (C)
Generación de Agua Ácida Temperatura	°C	<8.22-14.22>	6,7	0%	1	6.3	0%	1
Generación de Agua Ácida pH	pH	<5.5-9-0>	5,42	1%	1	2.32	58%	3
Generación de Agua Ácida Conductividad Eléctrica	uS/cm	1600	1534	0%	1	5820	264%	4
Generación de Agua Ácida Sulfatos	mg/L	500	1002.56	101%	4	2113.85	323%	4

Continuación

Arrastre de sedimentos Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1000	1452	45%	2	6040	504%	4
Generación de drenajes Aluminio Total	mg/L	5	1.282	0%	1	22.283	346%	4
Generación de drenajes Arsénico Total	mg/L	0.01	0.10512	951%	4	121.43509	1 214 251%	4
Generación de drenajes Cadmio Total	mg/L	0.005	0.07756	1451%	4	2.17927	43 485%	4
Generación de drenajes Cobre Total	mg/L	2	0.70445	0%	1	29.88764	1394%	4
Generación de drenajes Hierro Total	mg/L	1	2.8783	188%	4	745.9291	74 493%	4
Generación de drenajes Manganeso Total	mg/L	0,4	5.35218	1238%	4	16.77209	4093%	4
Generación de drenajes Mercurio Total	mg/L	0.002	0.00009	0%	1	<0.00009	0%	1
Generación de drenajes Plomo Total	mg/L	0.05	0.2174	335%	4	2.7196	5339%	4
Generación de drenajes Zinc Total	mg/L	5	<0.00045	0%	1	493.9288	9779%	4

FUENTE: Elaboración propia

- Peligrosidad (P)

Se entiende como la aptitud intrínseca de una sustancia para causar daño, su toxicidad, su posibilidad de acumulación o bioacumulación, etc. Dichas características se encuentran recogidas y valoradas en la tabla N° 11. La valoración se analizó conjuntamente con los factores de peligrosidad (Ver Anexo N° 9: Factores de peligrosidad) los cuales se usaron para determinar los valores de peligrosidad en el entorno humano. La tabla N° 31 muestra los valores asignados después del análisis respecto a los factores de peligrosidad para el entorno humano.

Tabla N° 31: Estimación del factor de peligrosidad para el entorno humano

Parámetro	Escenario de Riesgo	Valor de peligrosidad	
Temperatura	Generación de Aguas ácidas	1	Daño leve y reversible
pH	Generación de Aguas ácidas	3	Tóxico
Conductividad Eléctrica	Generación de Aguas ácidas	3	Tóxico
Sulfatos	Generación de Aguas ácidas	1	Daño leve y reversible
Sólidos Disueltos Totales	Arrastre de sedimentos	1	Daño leve y reversible
Aluminio Total	Generación de Drenajes	4	Daños irreversibles
Arsénico Total	Generación de Drenajes	4	Daños irreversibles
Cadmio Total	Generación de Drenajes	4	Daños irreversibles
Cobre Total	Generación de Drenajes	4	Daños irreversibles
Hierro Total	Generación de Drenajes	4	Daños irreversibles
Manganeso Total	Generación de Drenajes	4	Daños irreversibles
Mercurio Total	Generación de Drenajes	4	Daños irreversibles
Plomo Total	Generación de Drenajes	4	Daños irreversibles
Zinc Total	Generación de Drenajes	4	Daños irreversibles

FUENTE: Elaboración propia

- Extensión (Eh)

El factor extensión para el entorno humano está referido a la distancia entre el pasivo y la población que potencialmente se encuentren afectados, para esto se usó los criterios de valoración de la tabla N° 12. Por tanto, en la tabla N° 32 se presenta los valores de extensión para el entorno humano, el cual tiene asignado un valor de 1 para los cuatro pasivos, porque los mismos se encuentran a una distancia mayor a un kilómetro del centro poblado de San Miguel de Viso

Tabla N° 32: Estimación del factor de extensión para el entorno humano

PAMs	Distancia del PAMs al centro poblado	Valor Eh
PAS-1	1.2Km	1
PAS-8	1.3Km	1
PAS-14	1.5Km	1
PAS-16	1.5Km	1

FUENTE: Elaboración propia

- Población (Pobl.)

El factor de población se desarrolla en función del número de personas que se encuentren en riesgo de ser afectadas potencialmente; para este criterio de valoración se usó la tabla N° 13. Según el censo del 2017 la cantidad de personas en la localidad de San Miguel de Viso fue 91, por lo tanto, el valor de población afectada para todos los escenarios de riesgo descritos tabla N° 26 es 3, e indica un valor alto.

Finalmente, conforme a la ecuación descrita líneas arriba se presenta la sumatoria de los factores de cantidad, peligrosidad, extensión y población para el entorno humano en las Tablas N° 33, N° 34, N° 35 y N° 36 de los escenarios de riesgo del PAS-1, PAS-8, PAS-14 y PAS-16, respectivamente. La valoración, que corresponde a la sumatoria de los factores, tendrá un valor equivalente como gravedad según la tabla N° 17, donde el valor 1 corresponde a una gravedad no relevante y el valor 5 a una gravedad crítica.

Tabla N° 33: Gravedad de las consecuencias del entorno humano para el PAS-1

Peligro	Entorno	Escenario de Riesgo	Cantidad					Peligrosidad	Extensión	Población Afectada	Valoración	Gravedad
			Unidades	Análisis	ECA	Variación %	C					
PAS-1	Humano	Generación de Agua Ácida Temperatura	°C	14	<8.22-14.22>	0%	1	1	1	3	7	1
		Generación de Agua Ácida pH	pH	7.3	<5.5-9-0>	0%	1	3	1	3	11	3
		Generación de Agua Ácida Conductividad Eléctrica	uS/cm	1840	1600	15%	2	3	1	3	12	3
		Generación de Agua Ácida Sulfatos	mg/L	1385.31	500	177%	4	1	1	3	10	2
		Arrastre de sedimentos Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1826	1000	83%	3	1	1	3	9	2
		Generación de drenajes Aluminio Total	mg/L	0.109	5	0%	1	4	1	3	13	3
		Generación de drenajes Arsénico Total	mg/L	0.0024	0.01	0%	1	4	1	3	13	3
		Generación de drenajes Cadmio Total	mg/L	0.06209	0.005	1142%	4	4	1	3	16	4
		Generación de drenajes Cobre Total	mg/L	0.07161	2	0%	1	4	1	3	13	3
		Generación de drenajes Hierro Total	mg/L	0.9946	1	0%	1	4	1	3	13	3
		Generación de drenajes Manganeso Total	mg/L	5.11521	0,4	1179%	4	4	1	3	16	4
		Generación de drenajes Mercurio Total	mg/L	<0.00009	0.002	0%	1	4	1	3	13	3
		Generación de drenajes Plomo Total	mg/L	0.0014	0.05	0%	1	4	1	3	13	3
		Generación de drenajes Zinc Total	mg/L	16.2195	5	224%	4	4	1	3	16	4

FUENTE: Elaboración propia

Tabla N° 34: Gravedad de las consecuencias del entorno humano para el PAS-8

Peligro	Entorno	Escenario de Riesgo	Cantidad					Peligrosidad	Extensión	Población Afectada	Valoración	Gravedad
			Unidades	Análisis	ECA	Variación %	C					
PAS-8	Humano	Generación de Agua Ácida Temperatura	°C	6,8	<8.22-14.22>	0%	1	1	1	3	7	1
		Generación de Agua Ácida pH	pH	2.24	<5.5-9-0>	59%	2	3	1	3	12	3
		Generación de Agua Ácida Conductividad Eléctrica	uS/cm	5450	1600	241%	4	3	1	3	14	3
		Generación de Agua Ácida Sulfatos	mg/L	2404.65	500	381%	4	1	1	3	10	2
		Arrastre de sedimentos Sólidos Disueltos Totales	mg/L	5064	1000	406%	4	1	1	3	10	2
		Generación de drenajes Aluminio Total	mg/L	65	5	1207%	4	4	1	3	16	4
		Generación de drenajes Arsénico Total	mg/L	151.39722	0.01	1 513 872%	4	4	1	3	16	4
		Generación de drenajes Cadmio Total	mg/L	1.13539	0.005	22 608%	4	4	1	3	16	4
		Generación de drenajes Cobre Total	mg/L	20.00241	2	900%	4	4	1	3	16	4
		Generación de drenajes Hierro Total	mg/L	1481.36440	1	148 036%	4	4	1	3	16	4
		Generación de drenajes Manganeso Total	mg/L	12.55800	0.4	3040%	4	4	1	3	16	4
		Generación de drenajes Mercurio Total	mg/L	0.01125	0.002	463%	4	4	1	3	16	4
		Generación de drenajes Plomo Total	mg/L	80.00300	0.05	159 906%	4	4	1	3	16	4
		Generación de drenajes Zinc Total	mg/L	260.39140	5	5108%	4	4	1	3	16	4

FUENTE: Elaboración propia

Tabla N° 35: Gravedad de las consecuencias del entorno humano para el PAS-14

Peligro	Entorno	Escenario de Riesgo	Cantidad					Peligrosidad	Extensión	Población Afectada	Valoración	Gravedad
			Unidades	Análisis	ECA	Variación %	C					
PAS-14	Humano	Generación de Agua Ácida Temperatura	°C	6.7	<8.22-14.22>	0%	1	1	1	3	7	1
		Generación de Agua Ácida pH	pH	5.42	<5.5-9-0>	1%	1	3	1	3	11	3
		Generación de Agua Ácida Conductividad Eléctrica	uS/cm	1534	1600	0%	1	3	1	3	11	3
		Generación de Agua Ácida Sulfatos	mg/L	1002.56	500	101%	4	1	1	3	10	3
		Arrastre de sedimentos Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1452	1000	45%	2	1	1	3	8	2
		Generación de drenajes Aluminio Total	mg/L	1.2820	5	0%	1	4	1	3	13	3
		Generación de drenajes Arsénico Total	mg/L	0.10512	0.01	951%	4	4	1	3	16	4
		Generación de drenajes Cadmio Total	mg/L	0.07756	0.005	1451%	4	4	1	3	16	4
		Generación de drenajes Cobre Total	mg/L	0.70445	2	0%	1	4	1	3	13	3
		Generación de drenajes Hierro Total	mg/L	2.87830	1	188%	4	4	1	3	16	4
		Generación de drenajes Manganeso Total	mg/L	5.35218	0.4	1238%	4	4	1	3	16	4
		Generación de drenajes Mercurio Total	mg/L	0.00009	0.002	0%	1	4	1	3	13	3
		Generación de drenajes Plomo Total	mg/L	0.21740	0.05	335%	4	4	1	3	16	4
		Generación de drenajes Zinc Total	mg/L	<0.00045	5	0%	1	4	1	3	13	3

FUENTE: Elaboración propia

Tabla N° 36: Gravedad de las consecuencias del entorno humano para el PAS-16

Peligro	Entorno	Escenario de Riesgo	Cantidad					Peligrosidad	Extensión	Población Afectada	Valoración	Gravedad
			Unidades	Análisis	ECA	Variación %	C					
PAS-16	Humano	Generación de Agua Ácida Temperatura	°C	6.3	<8.22-14.22>	0%	1	1	1	3	7	1
		Generación de Agua Ácida pH	pH	2.32	<5.5-9-0>	58%	3	3	1	3	13	3
		Generación de Agua Ácida Conductividad Eléctrica	uS/cm	5820	1600	264%	4	3	1	3	14	4
		Generación de Agua Ácida Sulfatos	mg/L	2113.85	500	323%	4	1	1	3	10	2
		Arrastre de sedimentos Sólidos Disueltos Totales	mg/L	6040	1000	504%	4	1	1	3	10	2
		Generación de drenajes Aluminio Total	mg/L	22.2830	5	346%	4	4	1	3	16	4
		Generación de drenajes Arsénico Total	mg/L	121.43509	0.01	1 214 251%	4	4	1	3	16	4
		Generación de drenajes Cadmio Total	mg/L	2.17927	0.005	43 485%	4	4	1	3	16	4
		Generación de drenajes Cobre Total	mg/L	29.88764	2	1394%	4	4	1	3	16	4
		Generación de drenajes Hierro Total	mg/L	745.92910	1	74 493%	4	4	1	3	16	4
		Generación de drenajes Manganeso Total	mg/L	16.77209	0.4	4093%	4	4	1	3	16	4
		Generación de drenajes Mercurio Total	mg/L	<0.00009	0.002	0%	1	4	1	3	13	3
		Generación de drenajes Plomo Total	mg/L	2.71960	0.05	5339%	4	4	1	4	17	4
		Generación de drenajes Zinc Total	mg/L	493.92880	5	9779%	4	4	1	4	17	4

FUENTE: Elaboración propia

- **Estimación de la gravedad de consecuencia en el entorno Natural**

La estimación de la gravedad de consecuencia en el entorno natural se determinó en función de la afectación de la calidad del ambiente. Su desarrollo representa la sumatoria de los valores obtenidos de los factores de acuerdo a la siguiente fórmula, que se indicó en la tabla N° 9.

$$\text{Calidad del ambiente} = C + 2(P) + E_n + CM$$

- Cantidad (C)

El factor de cantidad en el desarrollo del entorno natural, al igual que la cantidad en el entorno humano, hace referencia al grado de concentración de una sustancia contaminante en el agua superficial. Por tanto, esta se determinó mediante los resultados de análisis de calidad de agua, presentada en la tabla N° 22. Estos resultados se comparan con los valores de referencia del ECA-agua categoría 1-A2 y la valoración está definida según el grado de porcentaje que supera la norma como se indica la tabla N° 10. En consecuencia, se presenta la tabla N° 37 que desarrolla este factor de cantidad para los escenarios de riesgo de los cuatro pasivos. Asimismo, cabe mencionar que los factores de cantidad del entorno humano y natural serán los mismos.

Tabla N° 37: Estimación del factor de cantidad para el entorno natural

Escenario de Riesgo	Unidades	ECA	PAS-1			PAS-8		
			Análisis	Variación %	Cantidad (C)	Análisis	Variación %	Cantidad (C)
Generación de Agua Ácida Temperatura	°C	<8.22-14.22>	14	0%	1	6.8	0%	1
Generación de Agua Ácida pH	pH	<5.5-9-0>	7.3	0%	1	2.24	59%	2
Generación de Agua Ácida Conductividad Eléctrica	uS/cm	1600	1840	15%	2	5450	241%	4
Generación de Agua Ácida Sulfatos	mg/L	500	1385.31	177%	4	2404.65	381%	4
Arrastre de sedimentos Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1000	1826	83%	3	5064	406%	4
Generación de drenajes Aluminio Total	mg/L	5	0.109	0%	1	65.356	1207%	4
Generación de drenajes Arsénico Total	mg/L	0.01	0.0024	0%	1	151.39722	1 513 872%	4
Generación de drenajes Cadmio Total	mg/L	0.005	0.06209	1142%	4	1.13539	22 608%	4
Generación de drenajes Cobre Total	mg/L	2	0.07161	0%	1	20.00241	900%	4
Generación de drenajes Hierro Total	mg/L	1	0.9946	0%	1	1481.3644	148 036%	4

Continuación

Generación de drenajes Manganeso Total	mg/L	0.4	5.11521	1179%	4	12.558	3040%	4
Generación de drenajes Mercurio Total	mg/L	0.002	<0.00009	0%	1	0.01125	463%	4
Generación de drenajes Plomo Total	mg/L	0.05	0.0014	0%	1	80.003	159 906%	4
Generación de drenajes Zinc Total	mg/L	5	16.2195	224%	4	260.3914	5108%	4

FUENTE: Elaboración propia

Escenario de Riesgo	Unidades	ECA	PAS-14			PAS-16		
			Análisis	Variación %	Cantidad (C)	Análisis	Variación %	Cantidad (C)
Generación de Agua Ácida Temperatura	°C	<8.22-14.22>	6.7	0%	1	6.3	0%	1
Generación de Agua Ácida pH	pH	<5.5-9-0>	5.42	1%	1	2.32	58%	3
Generación de Agua Ácida Conductividad Eléctrica	uS/cm	1600	1534	0%	1	5820	264%	4
Generación de Agua Ácida Sulfatos	mg/L	500	1002.56	101%	4	2113.85	323%	4
Arrastre de sedimentos Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1000	1452	45%	2	6040	504%	4

Continuación

Generación de drenajes Aluminio Total	mg/L	5	1.282	0%	1	22.283	346%	4
Generación de drenajes Arsénico Total	mg/L	0.01	0.10512	951%	4	121.43509	1 214 251%	4
Generación de drenajes Cadmio Total	mg/L	0.005	0.07756	1451%	4	2.17927	43 485%	4
Generación de drenajes Cobre Total	mg/L	2	0.70445	0%	1	29.88764	1394%	4
Generación de drenajes Hierro Total	mg/L	1	2.8783	188%	4	745.9291	74 493%	4
Generación de drenajes Manganeso Total	mg/L	0.4	5.35218	1238%	4	16.77209	4093%	4
Generación de drenajes Mercurio Total	mg/L	0.002	0.00009	0%	1	<0.00009	0%	1
Generación de drenajes Plomo Total	mg/L	0.05	0.2174	335%	4	2.7196	5339%	4
Generación de drenajes Zinc Total	mg/L	5	<0.00045	0%	1	493.9288	9779%	4

FUENTE: Elaboración propia

- Peligrosidad (P)

El factor de peligrosidad se determinó según la característica de cada parámetro que afectan la calidad de agua superficial, por ende se usó la tabla N°11 como criterio de valoración. Cabe mencionar que las sustancias que se encuentran en el ECA, son variables sensibles para el entorno natural; cualquier cambio o variación mínima será intolerable para diferentes organismos, especialmente del entorno natural acuático. Por tanto, la valoración de peligrosidad para los escenarios de riesgo del entorno natural, que incluye los cuatro pasivos evaluados, será de 4, muy tóxica; y se presenta en la tabla N° 38.

Tabla N° 38: Estimación de los factores de peligrosidad para el entorno natural

Parámetro	Escenario de Riesgo	Valor de peligrosidad	
Temperatura	Generación de Aguas ácidas	4	Muy Tóxico
pH	Generación de Aguas ácidas	4	Muy Tóxico
Conductividad Eléctrica	Generación de Aguas ácidas	4	Muy Tóxico
Sulfatos	Generación de Aguas ácidas	4	Muy Tóxico
Sólidos Disueltos Totales	Arrastre de sedimentos	4	Muy Tóxico
Aluminio Total	Generación de Drenajes	4	Muy Tóxico
Arsénico Total	Generación de Drenajes	4	Muy Tóxico
Cadmio Total	Generación de Drenajes	4	Muy Tóxico
Cobre Total	Generación de Drenajes	4	Muy Tóxico
Hierro Total	Generación de Drenajes	4	Muy Tóxico
Manganeso Total	Generación de Drenajes	4	Muy Tóxico
Mercurio Total	Generación de Drenajes	4	Muy Tóxico
Plomo Total	Generación de Drenajes	4	Muy Tóxico
Zinc Total	Generación de Drenajes	4	Muy Tóxico

FUENTE: Elaboración propia

- Extensión (En)

Este factor está referido al espacio de influencia del impacto en el entorno; para la valoración se utilizó la tabla N°14.

De los PAMs identificados cuatro presentan drenaje, los mismos que generan sustancias contaminantes y serán transportadas kilómetros abajo tanto de forma superficial y de forma subterránea, por lo tanto, la extensión se le asignara un valor de 4 pues el grado de impacto supera más de un kilómetro de extensión. Este valor asignado, será el mismo para todos los escenarios de riesgo de los cuatro pasivos del entorno natural.

- Calidad del medio (CM)

El factor de calidad del medio (CM) hace referencia a la cantidad de componentes ambientales que son afectados por contaminación, pudiendo ser agua, aire y/o suelo; y como el agua superficial es el componente evaluado en el presente estudio se determinó el grado de afectación a la calidad de agua tomando como referencia el ECA, para eso utilizo el criterio de valoración de la tabla N°15.

Para determinar los valores de la calidad del medio (CM), se tomó en cuenta que los únicos escenarios de riesgos son los parámetros de calidad de agua superficial y esta será afectada, solo cuando los resultados de los análisis superen la calidad del ECA- agua. Por tanto, aquellos escenarios de riesgo (parámetros del ECA -agua) que superen la norma se asignó un valor de 2, y los que no superen, se le asignó el valor de 1; para ello revisar la tabla N° 22.

Finalmente, conforme a la ecuación descrita líneas arriba se presenta la sumatoria de los factores de cantidad, peligrosidad, extensión y calidad del medio para el entorno natural en las tablas N° 39, N° 40, N° 41 y N° 42 de los escenarios de riesgo del PAS-1, PAS-8, PAS-14 y PAS-16, respectivamente. La valoración, que corresponde a la sumatoria de los factores, tendrá un valor equivalente como gravedad según la tabla N° 17, donde el valor 1 corresponde a una gravedad no relevante y el valor 5 a una gravedad crítica.

Tabla N° 39: Gravedad de las consecuencias del entorno natural para el PAS-1.

Peligro	Entorno	Escenario de Riesgo	Cantidad					Peligrosidad	Extensión	Calidad del Medio	Valoración	Gravedad
			Unidades	Análisis	ECA	Variación %	C					
PAS-1	Natural	Generación de Agua Ácida Temperatura	°C	14	<8.22-14.22>	0%	1	4	4	1	14	3
		Generación de Agua Ácida pH	pH	7,3	<5.5-9-0>	0%	1	4	4	1	14	3
		Generación de Agua Ácida Conductividad Eléctrica	uS/cm	1840	1600	15%	2	4	4	2	16	4
		Generación de Agua Ácida Sulfatos	mg/L	1385.31	500	177%	4	4	4	2	18	5
		Arrastre de sedimentos Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1826	1000	83%	3	4	4	2	17	4
		Generación de drenajes Aluminio Total	mg/L	0.109	5	0%	1	4	4	1	14	3
		Generación de drenajes Arsénico Total	mg/L	0.0024	0.01	0%	1	4	4	1	14	3
		Generación de drenajes Cadmio Total	mg/L	0.06209	0.005	1142%	4	4	4	2	18	5
		Generación de drenajes Cobre Total	mg/L	0.07161	2	0%	1	4	4	1	14	3
		Generación de drenajes Hierro Total	mg/L	0.9946	1	0%	1	4	4	1	14	3
		Generación de drenajes Manganeso Total	mg/L	5.11521	0.4	1179%	4	4	4	2	18	5
		Generación de drenajes Mercurio Total	mg/L	<0.00009	0.002	0%	1	4	4	1	14	3
		Generación de drenajes Plomo Total	mg/L	0.0014	0.05	0%	1	4	4	1	14	3
		Generación de drenajes Zinc Total	mg/L	16.2195	5	224%	4	4	4	2	18	5

FUENTE: Elaboración propia

Tabla N° 40: Gravedad de las consecuencias del entorno natural para el PAS-8.

Peligro	Entorno	Escenario de Riesgo	Cantidad					Peligrosidad	Extensión	Calidad del Medio	Valoración	Gravedad
			Unidades	Análisis	ECA	Variación %	C					
PAS-8	Natural	Generación de Agua Ácida Temperatura	°C	6.8	<8.22-14.22>	0%	1	4	4	1	14	3
		Generación de Agua Ácida pH	pH	2.24	<5.5-9-0>	59%	2	4	4	2	16	4
		Generación de Agua Ácida Conductividad Eléctrica	uS/cm	5450	1600	241%	4	4	4	2	18	5
		Generación de Agua Ácida Sulfatos	mg/L	2404.65	500	381%	4	4	4	2	18	5
		Arrastre de sedimentos Sólidos Disueltos Totales	mg/L	5064	1000	406%	4	4	4	2	18	5
		Generación de drenajes Aluminio Total	mg/L	65.3560	5	1207%	4	4	4	2	18	5
		Generación de drenajes Arsénico Total	mg/L	151.39722	0.01	1 513 872%	4	4	4	2	18	5
		Generación de drenajes Cadmio Total	mg/L	1.13539	0.005	22 608%	4	4	4	2	18	5
		Generación de drenajes Cobre Total	mg/L	20.00241	2	900%	4	4	4	2	18	5
		Generación de drenajes Hierro Total	mg/L	1.481.36440	1	148 036%	4	4	4	2	18	5
		Generación de drenajes Manganeso Total	mg/L	12.55800	0.4	3040%	4	4	4	2	18	5
		Generación de drenajes Mercurio Total	mg/L	0.01125	0.002	463%	4	4	4	2	18	5
		Generación de drenajes Plomo Total	mg/L	80.00300	0.05	159 906%	4	4	4	2	18	5
		Generación de drenajes Zinc Total	mg/L	260.39140	5	5108%	4	4	4	2	18	5

FUENTE: Elaboración propia

Tabla N° 41: Gravedad de las consecuencias del entorno natural para el PAS-14.

Peligro	Entorno	Escenario de Riesgo	Cantidad					Peligrosidad	Extensión	Calidad del Medio	Valoración	Gravedad
			Unidades	Análisis	ECA	Variación %	C					
PAS-14	Natural	Generación de Agua Ácida Temperatura	°C	6.7	<8.22-14.22>	0%	1	4	4	1	14	3
		Generación de Agua Ácida pH	pH	5.42	<5.5-9-0>	1%	1	4	4	2	15	4
		Generación de Agua Ácida Conductividad Eléctrica	uS/cm	1534	1600	0%	1	4	4	1	14	3
		Generación de Agua Ácida Sulfatos	mg/L	1002.56	500	101%	4	4	4	2	18	5
		Arrastre de sedimentos Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1452	1000	45%	2	4	4	2	16	4
		Generación de drenajes Aluminio Total	mg/L	1.2820	5	0%	1	4	4	1	14	3
		Generación de drenajes Arsénico Total	mg/L	0.10512	0.01	951%	4	4	4	2	18	5
		Generación de drenajes Cadmio Total	mg/L	0.07756	0.005	1451%	4	4	4	2	18	5
		Generación de drenajes Cobre Total	mg/L	0.70445	2	0%	1	4	4	1	14	3
		Generación de drenajes Hierro Total	mg/L	2.87830	1	188%	4	4	4	2	18	5
		Generación de drenajes Manganeso Total	mg/L	5.35218	0.4	1238%	4	4	4	2	18	5
		Generación de drenajes Mercurio Total	mg/L	0.00009	0.002	0%	1	4	4	1	14	3
		Generación de drenajes Plomo Total	mg/L	0.21740	0.05	335%	4	4	4	2	18	5
		Generación de drenajes Zinc Total	mg/L	<0.00045	5	0%	1	4	4	1	14	3

FUENTE: Elaboración propia

Tabla N° 42: Gravedad de las consecuencias del entorno natural para el PAS-16.

Peligro	Entorno	Escenario de Riesgo	Cantidad					Peligrosidad	Extensión	Calidad del Medio	Valoración	Gravedad
			Unidades	Análisis	ECA	Variación %	C					
PAS-16	Natural	Generación de Agua Ácida Temperatura	°C	6.3	<8.22-14.22>	0%	1	4	4	1	14	3
		Generación de Agua Ácida pH	pH	2.32	<5.5-9-0>	58%	3	4	4	2	17	4
		Generación de Agua Ácida Conductividad Eléctrica	uS/cm	5820	1600	264%	4	4	4	2	18	5
		Generación de Agua Ácida Sulfatos	mg/L	2113.85	500	323%	4	4	4	2	18	5
		Arrastre de sedimentos Sólidos Disueltos Totales	mg/L	6040	1000	504%	4	4	4	2	18	5
		Generación de drenajes Aluminio Total	mg/L	22.2830	5	346%	4	4	4	2	18	5
		Generación de drenajes Arsénico Total	mg/L	121.43509	0.01	1 214 251%	4	4	4	2	18	5
		Generación de drenajes Cadmio Total	mg/L	2.17927	0.005	43 485%	4	4	4	2	18	5
		Generación de drenajes Cobre Total	mg/L	29.88764	2	1394%	4	4	4	2	18	5
		Generación de drenajes Hierro Total	mg/L	745.92910	1	74 493%	4	4	4	2	18	5
		Generación de drenajes Manganeso Total	mg/L	16.77209	0.4	4093%	4	4	4	2	18	5
		Generación de drenajes Mercurio Total	mg/L	<0.00009	0.002	0%	1	4	4	1	14	3
		Generación de drenajes Plomo Total	mg/L	2.71960	0.05	5339%	4	4	4	2	18	5
		Generación de drenajes Zinc Total	mg/L	493.92880	5	9779%	4	4	4	2	18	5

FUENTE: Elaboración propia

- **Estimación de la gravedad de consecuencia en el entorno Socioeconómico**

Para la estimación de la gravedad de consecuencias en el entorno socioeconómico se determinaron dos escenarios de riesgo. Un escenario de riesgo social referido a los conflictos socioambientales y otro escenario riesgo económico referido a la afectación de la agricultura.

La estimación de la gravedad en el entorno socioeconómico se determinó de acuerdo con la siguiente fórmula, que se indicó en la tabla N° 9.

$$\text{Socioeconómico} = C + 2(P) + E_n + PCP$$

- Cantidad (C)

El factor cantidad para el escenario de riesgo social, está referido al número de conflictos sociales ambientales que se originaron por la presencia de PAMs que fueron reportados por la Defensoría del Pueblo. En consecuencia, se estableció un criterio de evaluación a partir del número de conflictos en la provincia de Huarocharí, la cual se presenta en la tabla N° 43, teniendo en cuenta que en los últimos 10 años se reportaron solo dos conflictos.

Por tanto, el valor de cantidad para el escenario de riesgo social, en los cuatro pasivos evaluados, es de 1; debido a que no hay ninguna denuncia y/o reporte de conflicto social en la Defensoría del Pueblo.

Tabla N° 43: Factor de la cantidad para el escenario social

Conflictos sociales	Valor	
Mayor a 2 conflictos en 5 años	Muy Alta	4
2 conflictos en 5 años	Alta	3
1 conflictos en 5 años	Poco	2
Ningún conflicto	Muy Poco	1

FUENTE: Elaboración propia

Por otra parte, el factor de cantidad para el escenario de riesgo económico, está referido al uso de fuentes de agua contaminada por los PAMs para su agricultura. En consecuencia, se estableció un criterio de evaluación a partir del porcentaje de área agrícola regada por fuentes contaminadas, la cual se presenta en la tabla N° 44.

El valor de la cantidad para el escenario de riesgo económico, de los cuatro pasivos evaluados, es de 1; porque el agua que se usa para la agricultura proviene principalmente de la laguna Huangro, ubicada kilómetros arriba del centro poblado sin interactuar de forma directa con los PAMs, la otra fuente de riego, pero en menor medida, es la quebrada Viso siendo está impactada directamente por los efluentes de drenaje los PAMs.

Tabla N° 44: Factor de cantidad para el escenario económico

Riego de áreas agrícolas	Valor	
Entre un 75 a 100% del área agrícola es regada por la fuente contaminante	Muy Alta	4
Entre un 51 a 75% del área agrícola es regada por la fuente contaminante	Alta	3
Entre un 26 a 50% del área agrícola es regada por la fuente contaminante	Poco	2
Si menos del 25% del área agrícola es regada por la fuente contaminante	Muy Poco	1

FUENTE: Elaboración propia

- Peligrosidad (P)

El factor de peligrosidad se estableció en los escenarios de riesgo social y económico.

Para el factor de peligrosidad en el escenario de riesgo social se establecieron criterios que consideren las fases en la que pueden estar los conflictos según la Defensoría del Pueblo, las mismas que se explican el Anexo N° 9: Factores de peligrosidad. Por tanto, dichos criterios se presentan en la tabla N° 45.

Entonces, el valor de peligrosidad para el escenario de riesgo social es de 1, que indica una fase latente de conflicto, pues no hay registros de quejas realizados a la Defensoría del Pueblo hasta el último reporte de noviembre del 2018. Sin embargo, la tesis de análisis de percepción ambiental de la población de San miguel de Viso sobre la influencia de la actividad minera en la calidad de agua; menciona, que el 80% de la población encuestada adjudica la responsabilidad de contaminación de agua a las minerías, ocasionando problemas socioambientales latentes (Castro y Huamán, 2013).

Tabla N° 45: Factor de peligrosidad para el escenario social

Peligrosidad	Fases de conflictos sociales	Valor
Muy Peligroso	Fase de Crisis	4
Peligroso	Fase de escalamiento	3
Poco Peligroso	Fase temprana	2
No Peligroso	Conflicto latente	1

FUENTE: Elaboración propia

Para el factor de peligrosidad en el escenario de riesgo económico se establecieron criterios que consideran el número de fuentes de aguas que tiene el centro poblado de San Miguel de Viso para el desarrollo de su agricultura. Dichos criterios se presentan en la tabla N° 46.

Por tanto, el valor de peligrosidad para el escenario de riesgo económico, de los cuatro pasivos evaluados, es de 2; ya que el centro poblado de San Miguel de Viso tiene la laguna Huangro y la quebrada permanente Viso como fuente de agua para su agricultura.

Tabla N° 46: Factor de peligrosidad para el escenario económico

Fuentes de agua	Valor	
Depende de una sola fuente de riego no permanente (Riego estacional)	Muy Peligroso	4
Depende de una sola fuente de agua permanente	Peligroso	3
Tiene dos o más fuentes de riegos naturales	Poco Peligroso	2
Tiene fuentes naturales y fuentes de captación tecnificada	No Peligroso	1

FUENTE: Elaboración propia

En la tabla N° 47 se presenta los valores de peligrosidad asignados para los dos escenarios de riesgo social y económico. Estos valores son los mismos para los cuatro pasivos evaluados.

Tabla N° 47: Estimación de la peligrosidad para el entorno socioeconómico

Parámetro	Escenario de Riesgo	Valor de peligrosidad	
Contaminantes en el cuerpo de agua superficial	Conflictos socioambientales causados por la presencia de PAMs	1	Cualquier conflicto por parte de la población se entado latente.
Contaminantes en el cuerpo de agua superficial	Riego de áreas agrícolas con aguas superficiales contaminadas por PAMs	2	El área de estudio cuenta con más de dos fuentes para riego

FUENTE: Elaboración propia

- Extensión (En)

Siguiendo la metodología se estableció que este factor de extensión (En) es igual que la del entorno natural, la misma que tiene una valoración de 4. Este valor hace referencia a los escenarios de riesgo social y económico, para los cuatro pasivos evaluados.

- Patrimonio capital productivo (Pcp)

Para determinar este factor se tomó en cuenta la pérdida del cuerpo receptor, y solo sucede cuando todos los parámetros evaluados del ECA han sido superados conforme a los criterios de valoración de la tabla N°16. Para el presente trabajo se evaluaron catorce parámetros del ECA-agua, que representa al 100 por ciento. Por tanto, según muestra la tabla N°22, se tienen los valores que se superan el ECA en porcentaje y por cada pasivo.

En la tabla N° 48 se muestra los valores asignados de 3; esto indica que más de 20 por ciento de los parámetros evaluados han sido superados por el ECA en cada escenario de riesgo de los cuatro pasivos.

Tabla N° 48: Estimación del capital productivo para el entorno socioeconómico

	PAS-1	PAS-8	PAS-14	PAS-16
Cantidad % de parámetro que supera el ECA	43%	93%	57%	86%
Valor del Pcp	3	3	3	3

FUENTE: Elaboración propia

Finalmente, conforme a la ecuación descrita líneas arriba se presenta la sumatoria de los factores de cantidad, peligrosidad, extensión y patrimonio de capital productivo para el entorno socioeconómico en las tablas N° 49, N° 50, N° 51 y N° 52 de los escenarios de riesgo del PAS-1, PAS-8, PAS-14 y PAS-16, respectivamente. La valoración, que corresponde a la sumatoria de los factores, tendrá un valor equivalente como gravedad según la tabla N° 17, donde el valor 1 corresponde a una gravedad no relevante y el valor 5 a una gravedad crítica.

Tabla N° 49: Gravedad de las consecuencias del entorno socioeconómico para el PAS-1

Peligro	Entorno	Escenario de Riesgo	Cantidad				Peligrosidad	Extensión	Patrimonio	Valoración	Gravedad
			Unidades	Análisis	ECA	C	P	En	Pcp		
PAS-1	Socio económico	Riego de áreas agrícolas con aguas superficiales contaminadas por PAMs.	-	-	-	1	2	4	3	12	3
		Conflictos socioambientales causados por la presencia de PAMs.	-	-	-	1	1	4	3	10	2

FUENTE: Elaboración propia

Tabla N° 50: Gravedad de las consecuencias del entorno socioeconómico para el PAS-8

Peligro	Entorno	Escenario de Riesgo	Cantidad				Peligrosidad	Extensión	Patrimonio	Valoración	Gravedad
			Unidades	Análisis	ECA	C	P	En	Pcp		
PAS-8	Socio económico	Riego de áreas agrícolas con aguas superficiales contaminadas por PAMs.	-	-	-	1	2	4	3	12	3
		Conflictos socioambientales causados por la presencia de PAMs.	-	-	-	1	1	4	3	10	2

FUENTE: Elaboración propia

Tabla N° 51: Gravedad de las consecuencias del entorno socioeconómico para el PAS-14

Peligro	Entorno	Escenario de Riesgo	Cantidad				Peligrosidad	Extensión	Patrimonio	Valoración	Gravedad
			Unidades	Análisis	ECA	C	P	En	Pcp		
PAS-14	Socio económico	Riego de áreas agrícolas con aguas superficiales contaminadas por PAMs.	-	-	-	1	2	4	3	12	3
		Conflictos socioambientales causados por la presencia de PAMs.	-	-	-	1	1	4	3	10	2

FUENTE: Elaboración propia

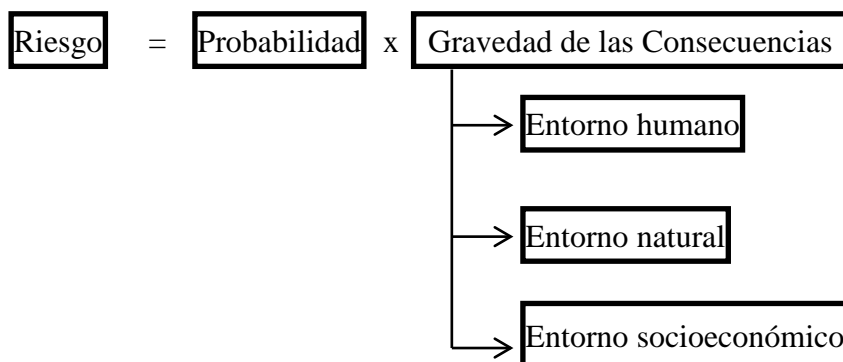
Tabla N° 52: Gravedad de las consecuencias del entorno humano para el PAS-16.

Peligro	Entorno	Escenario de Riesgo	Cantidad				Peligrosidad	Extensión	Patrimonio	Valoración	Gravedad
			Unidades	Análisis	ECA	C	P	En	Pcp		
PAS-16	Socio económico	Riego de áreas agrícolas con aguas superficiales contaminadas por PAMs.	-	-	-	1	2	4	3	12	3
		Conflictos socioambientales causados por la presencia de PAMs.	-	-	-	1	1	4	3	10	2

FUENTE: Elaboración propia

f. Estimación del riesgo

La estimación del riesgo viene a ser del producto de la probabilidad por la gravedad de las consecuencias, desarrolladas en los ítems d. y e. respectivamente. El mismo, es determinado para los escenarios de riesgo en los entornos humano, natural y socioeconómico para los cuatro pasivos evaluados. El esquema a continuación muestra la forma como se determina el riesgo.



La valoración de la estimación del riesgo puede resultar desde 1 hasta 25, donde se discrimina el nivel de riesgo ambiental de acuerdo a la tabla N°19. Asimismo, usando la misma tabla se procedió a desarrollar el porcentaje promedio de riesgo ambiental, donde cada escenario de riesgo puede tener un valor de 10.5, 42 o 82 por ciento.

En consecuencia, a continuación se desarrolla el cálculo para la estimación del riesgo ambiental de cada escenario de riesgo, en los tres entornos y por cada pasivo ambiental minero.

Las tablas N° 53, 54 y 55, que se presentan a continuación, indican la estimación del riesgo ambiental de los escenarios de riesgo del entorno humano, natural y socioeconómico para el PAS-1. Como se indicó en la tabla N° 29 la probabilidad para los escenarios de riesgo del PAS-1 es de 5, por ser una tolva que presenta una filtración de agua continua. Asimismo, para la gravedad se usó los valores obtenidos de las tablas N° 33, 39 y 49. Finalmente se calculó un promedio porcentual para todo el entorno humano del PAS-1 usando la tabla N° 19.

Tabla N° 53: Estimación del riesgo ambiental del entorno humano para el PAS-1

Peligro	Entorno	Escenario de Riesgo	Frecuencia de la Probabilidad	Gravedad	Riego Ambiental	Porcentaje de Riego Ambiental
PAS-1	Humano	Generación de Agua Ácida Temperatura	5	1	5	10.5
		Generación de Agua Ácida pH	5	3	15	42
		Generación de Agua Ácida Conductividad Eléctrica	5	3	15	42
		Generación de Agua Ácida Sulfatos	5	2	10	42
		Arrastre de sedimentos Sólidos Disueltos Totales	5	2	10	42
		Generación de drenajes Aluminio Total	5	3	15	42
		Generación de drenajes Arsénico Total	5	3	15	42
		Generación de drenajes Cadmio Total	5	4	20	82
		Generación de drenajes Cobre Total	5	3	15	42
		Generación de drenajes Hierro Total	5	3	15	42
		Generación de drenajes Manganeso Total	5	4	20	82
		Generación de drenajes Mercurio Total	5	3	15	42
		Generación de drenajes Plomo Total	5	3	15	42
		Generación de drenajes Zinc Total	5	4	20	82
Promedio equivalente del entorno humano						48,32

FUENTE: Elaboración propia

Tabla N° 54: Estimación del riesgo ambiental del entorno natural para el PAS-1

Peligro	Entorno	Escenario de Riesgo	Frecuencia de la Probabilidad	Gravedad	Riego Ambiental	Porcentaje de Riego Ambiental
PAS-1	Natural	Generación de Agua Ácida Temperatura	5	3	15	42
		Generación de Agua Ácida pH	5	3	15	42
		Generación de Agua Ácida Conductividad Eléctrica	5	4	20	82
		Generación de Agua Ácida Sulfatos	5	5	25	82
		Arrastre de sedimentos Sólidos Disueltos Totales	5	4	20	82
		Generación de drenajes Aluminio Total	5	3	15	42
		Generación de drenajes Arsénico Total	5	3	15	42
		Generación de drenajes Cadmio Total	5	5	25	82
		Generación de drenajes Cobre Total	5	3	15	42
		Generación de drenajes Hierro Total	5	3	15	42
		Generación de drenajes Manganeso Total	5	5	25	82
		Generación de drenajes Mercurio Total	5	3	15	42
		Generación de drenajes Plomo Total	5	3	15	42
		Generación de drenajes Zinc Total	5	5	25	82
Promedio equivalente del entorno natural						59.14

FUENTE: Elaboración propia

Tabla N° 55: Estimación del riesgo ambiental del entorno socioeconómico para el PAS-1

Peligro	Entorno	Escenario de Riesgo	Frecuencia de la Probabilidad	Gravedad	Riego Ambiental	Porcentaje de Riego Ambiental
PAS-1	Socio económico	Riego de áreas agrícolas con aguas superficiales contaminadas por PAMs.	5	3	15	42
		Conflictos socioambientales causados por la presencia de PAMs.	5	2	10	42
Promedio del entorno socioeconómico						42.00

FUENTE: Elaboración propia

Las tablas N° 56, 57 y 58, que se muestran a continuación, indican la estimación del riesgo ambiental de los escenarios de riesgo del entorno humano, natural y socioeconómico para el PAS-8. Como se indicó en la tabla N° 29 la probabilidad para los escenarios de riesgo del PAS-8 es de 4, por ser una relavera que no presenta drenaje continuo, sino más bien intermitente en época de lluvias. Asimismo, para la gravedad se usó los valores obtenidos de las tablas N° 34, 40 y 50. Finalmente, se calculó un promedio porcentual para todo el entorno humano del PAS-8 usando la tabla N° 19.

Tabla N° 56: Estimación del riesgo ambiental del entorno humano para el PAS-8

Peligro	Entorno	Escenario de Riesgo	Frecuencia de la Probabilidad	Gravedad	Riesgo Ambiental	Porcentaje de Riesgo Ambiental
PAS-8	Humano	Generación de Agua Ácida Temperatura	4	1	4	10.5
		Generación de Agua Ácida pH	4	3	12	42
		Generación de Agua Ácida Conductividad Eléctrica	4	3	12	82
		Generación de Agua Ácida Sulfatos	4	2	8	42
		Arrastre de sedimentos Sólidos Disueltos Totales	4	2	8	42
		Generación de drenajes Aluminio Total	4	4	16	82
		Generación de drenajes Arsénico Total	4	4	16	82
		Generación de drenajes Cadmio Total	4	4	16	82
		Generación de drenajes Cobre Total	4	4	16	82
		Generación de drenajes Hierro Total	4	4	16	82
		Generación de drenajes Manganeso Total	4	4	16	82
		Generación de drenajes Mercurio Total	4	4	16	82
		Generación de drenajes Plomo Total	4	4	16	82
		Generación de drenajes Zinc Total	4	4	16	82
Promedio equivalente del entorno humano						68.32

FUENTE: Elaboración propia

Tabla N° 57: Estimación del riesgo ambiental del entorno natural para el PAS-8

Peligro	Entorno	Escenario de Riesgo	Frecuencia de la Probabilidad	Gravedad	Riego Ambiental	Porcentaje de Riego Ambiental
PAS-8	Natural	Generación de Agua Ácida Temperatura	4	3	12	42
		Generación de Agua Ácida pH	4	4	16	82
		Generación de Agua Ácida Conductividad Eléctrica	4	5	20	82
		Generación de Agua Ácida Sulfatos	4	5	20	82
		Arrastre de sedimentos Sólidos Disueltos Totales	4	5	20	82
		Generación de drenajes Aluminio Total	4	5	20	82
		Generación de drenajes Arsénico Total	4	5	20	82
		Generación de drenajes Cadmio Total	4	5	20	82
		Generación de drenajes Cobre Total	4	5	20	82
		Generación de drenajes Hierro Total	4	5	20	82
		Generación de drenajes Manganeso Total	4	5	20	82
		Generación de drenajes Mercurio Total	4	5	20	82
		Generación de drenajes Plomo Total	4	5	20	82
		Generación de drenajes Zinc Total	4	5	20	82
Promedio equivalente del entorno natural						79.14

FUENTE: Elaboración propia

Tabla N° 58: Estimación del riesgo ambiental del entorno socioeconómico para el PAS-8

Peligro	Entorno	Escenario de Riesgo	Frecuencia de la Probabilidad	Gravedad	Riesgo Ambiental	Porcentaje de Riesgo Ambiental
PAS-8	Socio económico	Riego de áreas agrícolas con aguas superficiales contaminadas por PAMs.	5	3	15	42
		Conflictos socioambientales causados por la presencia de PAMs.	5	2	10	42
Promedio equivalente del entorno socioeconómico						42

FUENTE: Elaboración propia

Las tablas N° 59, 60 y 61, que se muestran a continuación, indican la estimación del riesgo ambiental de los escenarios de riesgo del entorno humano, natural y socioeconómico para el PAS-14. Como se indicó en la tabla N° 29 la probabilidad para los escenarios de riesgo del PAS-8 es de 5, por ser una bocamina que presenta drenaje continuo. Asimismo, para la gravedad se usó los valores obtenidos de las tablas N° 35, 41 y 51. Finalmente, se calculó un promedio porcentual para todo el entorno humano del PAS-14 usando la tabla N° 19.

Tabla N° 59: Estimación del riesgo ambiental del entorno humano para el PAS-14

Peligro	Entorno	Escenario de riesgo	Frecuencia de la Probabilidad	Gravedad	Riego Ambiental	Porcentaje de Riego Ambiental
PAS-14	Humano	Generación de Agua Ácida Temperatura	5	1	5	10.5
		Generación de Agua Ácida pH	5	3	15	42
		Generación de Agua Ácida Conductividad Eléctrica	5	3	15	42
		Generación de Agua Ácida Sulfatos	5	3	15	42
		Arrastre de sedimentos Sólidos Disueltos Totales	5	2	10	42
		Generación de drenajes Aluminio Total	5	3	15	42
		Generación de drenajes Arsénico Total	5	4	20	82
		Generación de drenajes Cadmio Total	5	4	20	82
		Generación de drenajes Cobre Total	5	3	15	42
		Generación de drenajes Hierro Total	5	4	20	82
		Generación de drenajes Manganeso Total	5	4	20	82
		Generación de drenajes Mercurio Total	5	3	15	42
		Generación de drenajes Plomo Total	5	4	20	82
		Generación de drenajes Zinc Total	5	3	15	42
Promedio equivalente del entorno humano						54.04

FUENTE: Elaboración propia

Tabla N° 60: Estimación del riesgo ambiental del entorno natural para el PAS-14

Peligro	Entorno	Escenario de riesgo	Frecuencia de la Probabilidad	Gravedad	Riego Ambiental	Porcentaje de Riego Ambiental
PAS-14	Natural	Generación de Agua Ácida Temperatura	5	3	15	42
		Generación de Agua Ácida pH	5	4	20	82
		Generación de Agua Ácida Conductividad Eléctrica	5	3	15	82
		Generación de Agua Ácida Sulfatos	5	5	25	82
		Arrastre de sedimentos Sólidos Disueltos Totales	5	4	20	82
		Generación de drenajes Aluminio Total	5	3	15	42
		Generación de drenajes Arsénico Total	5	5	25	82
		Generación de drenajes Cadmio Total	5	5	25	82
		Generación de drenajes Cobre Total	5	3	15	42
		Generación de drenajes Hierro Total	5	5	25	82
		Generación de drenajes Manganeso Total	5	5	25	82
		Generación de drenajes Mercurio Total	5	3	15	42
		Generación de drenajes Plomo Total	5	5	25	82
		Generación de drenajes Zinc Total	5	3	15	42
Promedio equivalente del entorno natural						67.71

FUENTE: Elaboración propia

Tabla N° 61: Estimación del riesgo ambiental del entorno socioeconómico para el PAS-14

Peligro	Entorno	Escenario de riesgo	Frecuencia de la Probabilidad	Gravedad	Riego Ambiental	Porcentaje de Riego Ambiental
PAS-14	Socio económico	Riego de áreas agrícolas con aguas superficiales contaminadas por PAMs.	5	3	15	42
		Conflictos socioambientales causados por la presencia de PAMs.	5	2	10	42
Promedio equivalente del entorno socioeconómico						42.00

FUENTE: Elaboración propia

Las tablas N° 62, 63 y 64, que se muestran a continuación, indican la estimación del riesgo ambiental de los escenarios de riesgo del entorno humano, natural y socioeconómico para el PAS-16. Como se indicó en la tabla N° 29 la probabilidad para los escenarios de riesgo del PAS-16 es de 5, por ser una bocamina que presenta drenaje continuo. Asimismo, para la gravedad se usó los valores obtenidos de las tablas N° 36, 42 y 52. Finalmente, se calculó un promedio porcentual para todo el entorno humano del PAS-14 usando la tabla N° 19.

Tabla N° 62: Estimación del riesgo ambiental del entorno humano para el PAS-16

Peligro	Entorno	Escenario de riesgo	Frecuencia de la Probabilidad	Gravedad	Riego Ambiental	Porcentaje de Riego Ambiental
PAS-16	Humano	Generación de Agua Ácida Temperatura	5	1	5	10.5
		Generación de Agua Ácida pH	5	3	15	42
		Generación de Agua Ácida Conductividad Eléctrica	5	4	20	82
		Generación de Agua Ácida Sulfatos	5	2	10	42
		Arrastre de sedimentos Sólidos Disueltos Totales	5	2	10	42
		Generación de drenajes Aluminio Total	5	4	20	82
		Generación de drenajes Arsénico Total	5	4	20	82
		Generación de drenajes Cadmio Total	5	4	20	42
		Generación de drenajes Cobre Total	5	4	20	82
		Generación de drenajes Hierro Total	5	4	20	82
		Generación de drenajes Manganeso Total	5	4	20	82
		Generación de drenajes Mercurio Total	5	3	15	42
		Generación de drenajes Plomo Total	5	4	20	82
		Generación de drenajes Zinc Total	5	4	20	82
		Promedio equivalente del entorno humano				

FUENTE: Elaboración propia

Tabla N° 63: Estimación del riesgo ambiental del entorno natural para el PAS-16

Peligro	Entorno	Escenario de riesgo	Frecuencia de la Probabilidad	Gravedad	Riego Ambiental	Porcentaje de Riego Ambiental
PAS-16	Natural	Generación de Agua Ácida Temperatura	5	3	15	42
		Generación de Agua Ácida pH	5	4	20	82
		Generación de Agua Ácida Conductividad Eléctrica	5	5	25	82
		Generación de Agua Ácida Sulfatos	5	5	25	82
		Arrastre de sedimentos Sólidos Disueltos Totales	5	5	25	82
		Generación de drenajes Aluminio Total	5	5	25	82
		Generación de drenajes Arsénico Total	5	5	25	82
		Generación de drenajes Cadmio Total	5	5	25	82
		Generación de drenajes Cobre Total	5	5	25	82
		Generación de drenajes Hierro Total	5	5	25	82
		Generación de drenajes Manganeso Total	5	5	25	82
		Generación de drenajes Mercurio Total	5	3	15	42
		Generación de drenajes Plomo Total	5	5	25	82
		Generación de drenajes Zinc Total	5	5	25	82
		Promedio equivalente del entorno natural				

FUENTE: Elaboración propia

Tabla N° 64: Estimación del riesgo ambiental del entorno socioeconómico para el PAS-16

Peligro	Entorno	Escenario de riesgo	Frecuencia de la Probabilidad	Gravedad	Riego Ambiental	Porcentaje de Riego Ambiental
PAS-16	Socio económico	Riego de áreas agrícolas con aguas superficiales contaminadas por PAMs.	5	3	15	42
		Conflictos socioambientales causados por la presencia de PAMs.	5	2	10	42
Promedio equivalente del entorno socioeconómico						42.00

FUENTE: Elaboración propia

g. Evaluación del riesgo ambiental

Después de estimar el riesgo ambiental para cada escenario de riesgo, se elaboró una tabla de doble entrada con la probabilidad y la gravedad de las consecuencias. En ella se introdujeron los escenarios de riesgo conforme al grado de significancia que se obtendría después del cálculo; donde los colores rojo, amarillo y verde indican un riesgo significativo, moderado y leve, respectivamente; como se muestra en la tabla N° 19.

En este sentido, a continuación se presentan las figuras N° 7, 8 y 9, donde se muestra el grado de significancia del riesgo obtenido de los escenarios de riesgo del entorno humano, natural y socioeconómico para el PAS-1, respectivamente. Donde la generación de aguas con variación significativa de temperatura representa un riesgo leve y aquellas con contenido de sólidos disueltos totales, pH, conductividad eléctrica, sulfatos, aluminio, arsénico, cobre, hierro, mercurio y plomo representan un riesgo moderado para el entorno humano; mientras que la generación de aguas con contenido de cadmio, manganeso y zinc representan un riesgo significativo, como se ve en la figura N° 7. Además, las aguas con contenido de aluminio, arsénico, cobre, hierro, mercurio, plomo, temperatura y pH representan un riesgo moderado para el entorno natural; mientras que la generación de aguas con contenido de sólidos disueltos totales, conductividad eléctrica, sulfato, manganeso y zinc representan un riesgo significativo, como se muestra en la figura N° 8. Finalmente, los conflictos socio ambientales y el riego de áreas agrícolas con aguas contaminadas

representan un riesgo moderado para el entorno socioeconómico, como se ve en la figura N° 9.

		GRAVEDAD EN EL ENTORNO HUMANO				
		1	2	3	4	5
PROBABILIDAD	1					
	2					
	3					
	4					
	5	°T,	STD, Al	pH, CE, SO ₄ , As, Cu, Fe, Hg, Pb.	Cd, Mn, Zn	

Figura N° 7: Riesgo ambiental del entorno humano para el PAS-1

FUENTE: Elaboración propia

		GRAVEDAD EN EL ENTORNO NATURAL				
		1	2	3	4	5
PROBABILIDAD	1					
	2					
	3					
	4					
	5			°T, Ph, Al, As, Cu, Fe, Hg, Pb	CE, STD	SO ₄ , Cd, Mn, Zn

Figura N° 8: Riesgo ambiental del entorno natural para el PAS-1

FUENTE: Elaboración propia

		GRAVEDAD EN EL ENTORNO SOCIOECONÓMICO				
		1	2	3	4	5
PROBABILIDAD	1					
	2					
	3					
	4					
	5		Conflictos socio ambientales causados por PAMs	Riego de áreas agrícolas con aguas contaminadas por PAMs		

Figura N° 9: Riesgo ambiental del entorno socioeconómico para el PAS-1

FUENTE: Elaboración propia

Por otra parte, también se presentan las figuras N° 10, 11 y 12, donde se muestra el grado de significancia del riesgo obtenido de los escenarios de riesgo del entorno humano, natural y socioeconómico para el PAS-8, respectivamente. Donde la generación de aguas con variación significativa de temperatura representa un riesgo leve y aquellas con contenido de sólidos disueltos totales, pH, y sulfatos representan un riesgo moderado para el entorno humano; mientras que la generación de aguas con contenido de conductividad eléctrica, aluminio, arsénico, cadmio, cobre, hierro, manganeso, mercurio, plomo y zinc representan un riesgo significativo, como se ve en la figura N° 10. Además, la generación de aguas con variación significativa de temperatura representan un riesgo moderado para el entorno natural; mientras que la generación de aguas con contenido de pH, sólidos disueltos totales, conductividad eléctrica, sulfato, aluminio, arsénico, cadmio, cobre, hierro, manganeso, mercurio, plomo y zinc representan un riesgo significativo, como se muestra en la figura N° 11. Finalmente, los conflictos socio ambientales y el riego de áreas agrícolas con aguas contaminadas representan un riesgo moderado para el entorno socioeconómico, como se ve en la figura N° 12.

		GRAVEDAD EN EL ENTORNO HUMANO				
		1	2	3	4	5
PROBABILIDAD	1					
	2					
	3					
	4	°T	SO4, STD	Ph, CE	Al, As, Cd, Cu, Fe, Mn, Hg, Pb, Zn	
	5					

Figura N° 10: Riesgo ambiental del entorno humano para el PAS-8
FUENTE: Elaboración propia

		GRAVEDAD EN EL ENTORNO NATURAL				
		1	2	3	4	5
PROBABILIDAD	1					
	2					
	3					
	4			°T	pH	CE, STD, SO4, Al, As, Cd, Cu, Fe, Mn, Hg, Pb, Zn
	5					

Figura N° 11: Riesgo ambiental del entorno natural para el PAS-8
FUENTE: Elaboración propia

		GRAVEDAD EN EL ENTORNO SOCIOECONÓMICO				
		1	2	3	4	5
PROBABILIDAD	1					
	2					
	3					
	4					
	5		Conflictos socio ambientales causados por PAMs	Riego de áreas agrícolas con aguas contaminadas por PAMs		

Figura N° 12: Riesgo ambiental del entorno socioeconómico para el PAS-8

FUENTE: Elaboración propia

También, se presentan las figuras N° 13, 14 y 15, donde se muestra el grado de significancia del riesgo obtenido de los escenarios de riesgo del entorno humano, natural y socioeconómico para el PAS-14, respectivamente. Donde la generación de aguas con variación significativa de temperatura representa un riesgo leve y aquellas con contenido de sólidos disueltos totales, pH, conductividad eléctrica, sulfatos, aluminio, cobre, mercurio y zinc representan un riesgo moderado para el entorno humano; mientras que la generación de aguas con contenido de arsénico, cadmio, hierro, manganeso y plomo representan un riesgo significativo, como se ve en la figura N° 13. Además, la generación de aguas con variación significativa de temperatura, conductividad eléctrica, con contenido de aluminio, cobre, mercurio y zinc representan un riesgo moderado para el entorno natural; mientras que la generación de aguas con contenido de pH, sólidos disueltos totales, sulfato, arsénico, cadmio, hierro, manganeso y plomo representan un riesgo significativo, como se muestra en la figura N° 14. Finalmente, los conflictos socio ambientales y el riego de áreas agrícolas con aguas contaminadas representan un riesgo moderado para el entorno socioeconómico, como se ve en la figura N° 15.

		GRAVEDAD EN EL ENTORNO HUMANO				
		1	2	3	4	5
PROBABILIDAD	1					
	2					
	3					
	4					
	5	°T	SDT	pH, CE, SO ₄ , Al, Cu, Hg, Zn	As, Cd, Fe, Mn, Pb	

Figura N° 13: Riesgo ambiental del entorno humano para el PAS-14
FUENTE: Elaboración propia

		GRAVEDAD EN EL ENTORNO NATURAL				
		1	2	3	4	5
PROBABILIDAD	1					
	2					
	3					
	4					
	5			°T, CE, Al, Cu, Hg, Zn	pH, SDT	SO ₄ , As, Cd, Fe, Mn, Pb

Figura N° 14: Riesgo ambiental del entorno natural para el PAS-14
FUENTE: Elaboración propia

		GRAVEDAD EN EL ENTORNO SOCIOECONÓMICO				
		1	2	3	4	5
PROBABILIDAD	1					
	2					
	3					
	4					
	5		Conflictos socio ambientales causados por PAMs	Riego de áreas agrícolas con aguas contaminadas por PAMs		

Figura N° 15: Riesgo ambiental del entorno socioeconómico para el PAS-14

FUENTE: Elaboración propia

Por último, se presentan las figuras N° 16, 17 y 18, donde se muestra el grado de significancia del riesgo obtenido de los escenarios de riesgo del entorno humano, natural y socioeconómico para el PAS-16, respectivamente. Donde la generación de aguas con variación significativa de temperatura representa un riesgo leve y aquellas con contenido de sulfatos, sólidos disueltos totales, pH y mercurio representan un riesgo moderado para el entorno humano; mientras que la generación de aguas con variación de conductividad eléctrica y con contenido de aluminio, arsénico, cadmio, cobre, hierro, manganeso, plomo y zinc representan un riesgo significativo, como se ve en la figura N° 16. Además, la generación de aguas con variación de temperatura y con contenido de mercurio representan un riesgo moderado para el entorno natural; mientras que la generación de aguas con variaciones de pH y conductividad eléctrica, con contenido de sólidos disueltos totales, sulfato, aluminio, arsénico, cadmio, cobre, hierro, manganeso, plomo y zinc representan un riesgo significativo, como se muestra en la figura N° 17. Finalmente, los conflictos socioambientales y el riego de áreas agrícolas con aguas contaminadas representan un riesgo moderado para el entorno socioeconómico, como se ve en la figura N° 18.

		GRAVEDAD EN EL ENTORNO HUMANO				
		1	2	3	4	5
PROBABILIDAD	1					
	2					
	3					
	4					
	5	°T	SO4, SDT	pH, Hg	CE, Al, As, Cd, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn	

Figura N° 16: Riesgo ambiental del entorno humano para el PAS-16
FUENTE: Elaboración propia

		GRAVEDAD EN EL ENTORNO NATURAL				
		1	2	3	4	5
PROBABILIDAD	1					
	2					
	3					
	4					
	5			°T, Hg	pH	CE, SO4, SDT, Al, As, Cd, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn

Figura N° 17: Riesgo ambiental del entorno natural para el PAS-16
FUENTE: Elaboración propia

		GRAVEDAD EN EL ENTORNO SOCIOECONÓMICO				
		1	2	3	4	5
PROBABILIDAD	1					
	2					
	3					
	4					
	5		Conflictos socio ambientales causados por PAMs	Riego de áreas agrícolas con aguas contaminadas por PAMs		

Figura N° 18: Riesgo ambiental del entorno socioeconómico para el PAS-16

FUENTE: Elaboración propia

h. Caracterización de riesgo ambiental

La caracterización del riesgo ambiental hace referencia al nivel o significancia del riesgo del pasivo minero como tal. El mismo que se obtiene ponderando los equivalentes porcentuales de riesgo de cada uno de los entornos (humano, natural y socioeconómico). El valor del promedio de los tres entornos se comparó con la tabla N° 19, para determinar la significancia de riesgo del pasivo.

En la tabla N° 65 se presenta la estimación del nivel de riesgo ambiental para el PAS-1. Para ello, se determinó el valor equivalente del entorno humano, natural y socioeconómico, el cual es el promedio del nivel de riesgo de los escenarios de riesgo obtenidos en la última fila de tablas N° 53, 54 y 55, respectivamente. Seguidamente, los valores promedios equivalentes de los tres entornos fueron comparados con la tabla N° 19, donde un valor equivalente de 48,32 por ciento del entorno humano corresponde un valor promedio de 42 por ciento; además un valor equivalente de 59,14 por ciento del entorno natural corresponde un valor promedio de 42 por ciento, y un valor equivalente de 42 por ciento en el entorno socioeconómico corresponde un valor promedio de 42 por ciento también. Finalmente, usando los valores del promedio porcentual de los tres entornos, se calculó nuevamente el promedio porcentual y este valor representa el nivel de riesgo ambiental para el PAS-1.

Tabla N° 65: Riesgo ambiental para el PAS-1

Pasivo	Entorno	Equivalente (%)	Promedio (%)	Riesgo % del pasivo
PAS-1	Humano	48,32	42	42
	Natural	59,14	42	
	Socioeconómico	42	42	

FUENTE: Elaboración propia

En la tabla N° 66 se presenta la estimación del nivel de riesgo ambiental para el PAS-8. Para esto, se determinó el valor equivalente del entorno humano, natural y socioeconómico, el cual es el promedio del nivel de riesgo de los escenarios de riesgo obtenidos en la última fila de las tablas N° 56, 57 y 58, respectivamente. Seguidamente, los valores promedios equivalentes de los tres entornos fueron comparados con la tabla N° 19, donde un valor equivalente de 68.32 por ciento del entorno humano corresponde un valor promedio de 82 por ciento; además un valor equivalente de 79.14 por ciento del entorno natural corresponde un valor promedio de 82 por ciento, y un valor equivalente de 42 por ciento en el entorno socioeconómico corresponde un valor promedio de 42 por ciento también. Finalmente, usando los valores del promedio porcentual de los tres entornos, se calculó nuevamente el promedio porcentual y este valor representa el nivel de riesgo ambiental para el PAS-8.

Tabla N° 66: Riesgo ambiental para el PAS-8

Pasivo	Entorno	Equivalente (%)	Promedio (%)	Riesgo % del pasivo
PAS-8	Humano	68.32	82	69
	Natural	79.14	82	
	Socioeconómico	42	42	

FUENTE: Elaboración propia

En la tabla N° 67 se presenta la estimación del nivel de riesgo ambiental para el PAS-14. Para esto, se determinó el valor equivalente del entorno humano, natural y socioeconómico, el cual es el promedio del nivel de riesgo de los escenarios de riesgo obtenidos en la última fila las tablas N° 59, 60 y 61, respectivamente. Seguidamente, los valores promedios equivalentes de los tres entornos fueron comparados con la tabla N° 19, donde un valor equivalente de 54.04 por ciento del

entorno humano corresponde un valor promedio de 42 por ciento; además un valor equivalente de 67.71 por ciento del entorno natural corresponde un valor promedio de 42 por ciento, y un valor equivalente de 42 por ciento en el entorno socioeconómico corresponde un valor promedio de 42 por ciento también. Finalmente, usando los valores del promedio porcentual de los tres entornos, se calculó nuevamente el promedio porcentual y este valor representa el nivel de riesgo ambiental para el PAS-14.

Tabla N° 67: Riesgo ambiental para el PAS-14

Pasivo	Entorno	Equivalente (%)	Promedio (%)	Riesgo % del pasivo
PAS-14	Humano	54.04	42	55
	Natural	67.71	82	
	Socioeconómico	42	42	

FUENTE: Elaboración propia

En la tabla N° 68 se presenta la estimación del nivel de riesgo ambiental para el PAS-16. Para esto, se determinó el valor equivalente del entorno humano, natural y socioeconómico, el cual es el promedio del nivel de riesgo de los escenarios de riesgo obtenidos en la última fila de las tablas N° 62, 63 y 64, respectivamente. Seguidamente, los valores promedios equivalentes de los tres entornos fueron comparados con la tabla N° 19, donde un valor equivalente de 65.46 por ciento del entorno humano corresponde un valor promedio de 82 por ciento; además un valor equivalente de 76.29 por ciento del entorno natural corresponde un valor promedio de 82 por ciento, y un valor equivalente de 42 por ciento en el entorno socioeconómico corresponde un valor promedio de 42 por ciento también. Finalmente, usando los valores del promedio porcentual de los tres entornos, se calculó nuevamente el promedio porcentual y este valor representa el nivel de riesgo ambiental para el PAS-16.

Tabla N° 68: Riesgo ambiental para el PAS-16

Pasivo	Entorno	Equivalente (%)	Promedio (%)	Riesgo % del pasivo
PAS-16	Humano	65.46	82	69
	Natural	76.29	82	
	Socioeconómico	42	42	

i. Priorización de los PAMs

Para la priorización de los PAMs se utilizaron los valores de porcentaje obtenidos de la evaluación de riesgo ambiental para cada pasivo conforme con las tablas N°65, 66, 67 y 68; la misma que se compara con la tabla N°19 para identificar el nivel de riesgo. Por tanto, se presenta la tabla N° 69 donde se muestra que la tolva de mineral (PAS-1) y la bocamina (PAS-14) representan un riesgo moderado para la calidad de agua superficial. Asimismo, la relavera (PAS-8) y la bocamina (PAS-16) representan un riesgo significativo a la calidad de agua superficial; y por tanto, estos dos últimos pasivos deben ser considerados como de atención prioritaria para su remediación.

Tabla N° 69: Priorización de los PAMs evaluados

Pasivos	ID	Riesgo % del pasivo	Nivel de Riesgo
Tolva de mineral	PAS-1	42	Moderado
Relavera	PAS-8	69	Significativo
Bocamina	PAS-14	55	Moderado
Bocamina	PAS-16	69	Significativo

FUENTE: Elaboración propia

4.4 Discusiones

En la etapa de identificación de PAMs se elaboró una ficha de identificación de pasivos en base a las fichas de campo propuesta por el proyecto PERCAN. Si bien esta última permite identificar, caracterizar y priorizar el riesgo de los pasivos mineros, los criterios de evaluación son de carácter cualitativo; y si lo comparamos con la metodología del MINAM de evaluación de riesgos, este tiene criterios cualitativos y cuantitativos. Para el estudio se identificaron 20 PAMs y cuatro de ellos presentan drenaje donde se puede aplicar criterios de evaluación de riesgos cuantitativos brindando datos con mayor precisión comparados con las fichas del proyecto PERCAN. Si bien la metodología de evaluación de riesgos ambientales brinda datos más específicos para su priorización, esta priorización solo permite establecer tres niveles como son leve, moderado y significativo.

En la fase de la estimación de gravedad en el entorno humano y natural, se observó que existe la posibilidad de utilizar como suceso indicador el ECA o LMP. El 2012 el MINAM desarrolla el estudio de riesgos ambientales de emisión atmosférica y efluentes en

actividades mineras metalúrgicas en la provincia de Yauli la Oroya distrito de Morococha donde utiliza los LMP como criterio para determinar la estimación de riesgo. Sin embargo, en el 2013 la OEFA realiza un estudio de estimación de nivel de riesgo de un pasivo ambiental de hidrocarburo en la de provincia Tumbes, distrito Zorritos y que corresponde a un pasivo ambiental del sector hidrocarburo que consiste en un pozo abandonado que afecta la calidad de agua y suelo usando el ECA como criterio para estimar el riesgo, siendo la muestra de agua tomada en el mismo pasivo. Si se usa los LMP como criterio de evaluación, se presume que las descargas son producidas por una industria en actividad con el fin de adecuarse a los LMPs y las mismas derivan a un cuerpo receptor. Sin embargo, en el presente trabajo, no hay presencia de actividad que pueda realizar un tratamiento los drenajes de bocaminas y relavera, y mucho menos adecuarse a los LMPs; además estos drenajes de agua discurren por las vías a través de la pendiente sin llegar en su totalidad al cuerpo receptor más cercano que es la quebrada Viso. Por tanto, como el objetivo es estimar el nivel de riesgo por la presencia de pasivos mineros en la calidad de agua superficial, se usó el ECA como criterio de evaluación por tratarse de pasivos.

En conclusión, cuando se trata de estudios donde se quiere estimar el nivel de riesgo ambiental en zonas donde hay presencia de actividades se usará LMP como criterio de evaluación, y cuando se quiere estimar el nivel de riesgo en pasivos ambientales mineros donde ya no hay actividad se recomienda usar el ECA, además que este último permite evaluar más parámetros que no están considerados en los LMPs para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero- metalúrgicas, y que generalmente se encuentran en drenajes de pasivos como son el aluminio, manganeso, hierro y sulfato.

En la fase de estimación de la gravedad en el entorno socioeconómico propuesta por el MINAM, se observó que los rangos en los límites de los entornos se realizan en base a criterios de cantidad en toneladas y caracterización de la peligrosidad según la naturaleza del material; estos factores son muy generales para desarrollar un adecuado análisis del riesgo. En el estudio de evaluación riesgos ambientales de emisión atmosférica y efluentes en actividades mineras metalúrgicas en la provincia de Yauli la Oroya distrito de Morococha, donde se aplica la metodología de evaluación de riesgo ambiental propuesta por el MINAM, se determina los criterios de valoración de cantidad y peligrosidad proponiendo como escenario riesgo, la disminución de actividad pecuaria, disminución de área pastoril, disminución de ingresos económico y variación de tasa de labor, pero sigue utilizando los factores de cantidad y peligrosidad con las valoraciones según sus

características. Por otra parte, en el estudio realizado por el OEFA se determinó el nivel de riesgo de un pasivo ambiental de hidrocarburo en provincia Tumbes en distrito Zorritos, no desarrolla un análisis en el entorno socioeconómico, pero si hace un análisis de estimación de la gravedad en la seguridad de población con los factores de accesibilidad, potencial de colapso, presencia de cercos y potencial de incendio, explosiones.

Por lo tanto, para determinar los criterios de valoración de riesgo en el entorno socioeconómico se realizó en base a la información recopilada en campo; donde el presidente de la junta de regantes y la vicepresidenta de la localidad de San Miguel de Viso afirmo que presentaron quejas a la municipalidad de San Mateo debido a la contaminación a la quebrada Viso generado por los pasivos que se encuentran cerca de su comunidad, y en consecuencia afectan su agricultura ya que una de las fuentes de agua para su agricultura es la quebrada Viso. En consecuencia, se buscó información sobre las denuncias en la Defensoría del Pueblo, donde en los últimos diez años se presentaron dos conflictos socioambientales en la provincia de Huarochirí. En la tesis de análisis de percepción ambiental de la población de San miguel de Viso sobre la influencia de la actividad minera en la calidad de agua, se menciona, que el ochenta por ciento de la población encuestada adjudica la responsabilidad de contaminación de agua a las minerías, ocasionando problemas socioambientales latentes y también se menciona que la actividad predominante es la agricultura (Castro, V. 2013), cabe mencionar que el agua que se usa para la agricultura proviene principalmente de la laguna Huangro, ubicada kilómetros arriba del centro poblado sin interactuar de forma directa con los PAMs, la otra fuente de riego pero en menor medida, es la quebrada Viso siendo está impactada directamente por los efluentes de drenaje los PAMs.

Entonces, para el presente trabajo académico se determinó como escenario de riesgo, los conflictos ambientales causados por la presencia de PAMs para el entorno social y como consecuencia el aumento de conflictos socioambientales, estableciendo el factor de cantidad como el número de conflictos existentes en el área de estudio. Para el factor de peligrosidad en el entorno social se basó según la secuencia de fases en la que puede estar el conflicto socioambiental, esta escala de fases es propuesta por la Defensoría del Pueblo (Ver Anexo N° 9: Factores de peligrosidad).

De la misma manera, en el entorno económico se determinó como escenario de riesgo, el riego de áreas agrícolas con aguas superficiales contaminadas por PAMs y como

consecuencia disminución de la actividad economía, estableciendo el factor de cantidad el porcentaje de áreas agrícolas regada por fuente contaminante. Para el factor de peligrosidad se consideró el número de fuentes de aguas que tiene el centro poblado de San Miguel de Viso para el desarrollo de su agricultura.

Como resultado de la evaluación de riesgos se puede observar que hay dos pasivos que representan un riesgo significativo (PAS-8 y PAS-16) y dos pasivos de riesgo moderado (PAS-1 y PAS-14). Dichos resultados son la interacción de los pasivos en los entornos humano, natural y socioeconómico; siendo los entornos humano y natural aquellos que están relacionados con el diagnóstico de calidad de agua superficial y el entorno socioeconómico relacionado con los conflictos socioambientales y la actividad agrícola. El diagnóstico de la calidad de agua caracteriza a cada pasivo y los conflictos y actividad agrícola caracterizan al entorno, por lo que un gran peso en la evaluación del riesgo está relacionado con los resultados de la calidad de agua; puesto la evaluación del riesgo en el entorno socioeconómico fue el mismo para los cuatro pasivos evaluados.

En la fase de priorización los PAMs se observó que la valoración de riesgo ambiental sobre la calidad de agua superficial, de los cuatro PAMs evaluados, el PAS-8 y el PAS-16 tienen un nivel de riesgo significativo con un valor de 69 por ciento de riesgo ambiental cada uno de ellos respectivamente. Y estos datos nos permiten reconocer que hay un impacto en la calidad de agua superficial, pero estos valores no representan la evaluación en su totalidad, ya que falta analizar el componente suelo y aire para poder determinar el nivel de riesgo ambiental que ocasionan los PAMs.

V. CONCLUSIONES

- La microcuenca de Viso presenta un total de 46 pasivos registrados en el inventario del MINEM. Sin embargo, para el área de estudio se identificó un total de 20 PAMs, de los cuales nueve de ellos no se encuentran registrados en el inventario. Asimismo, de los pasivos identificados el PAS-1, PAS-8, PAS-14, PAS-16 presentaron drenaje, lixiviado y/o escorrentía.
- Del diagnóstico realizado a los cuatro pasivos ambientales mineros que presentaron drenajes, se definieron un total de 14 parámetros a monitorear; y con respecto al ECA de agua categoría 1-A2, del PAS-1 el 43 por ciento de los parámetros evaluados superan el ECA, para el PAS-8 el 93 por ciento de los parámetros evaluados superan el ECA, para el PAS-14 el 57 por ciento de los parámetros evaluados superan el ECA, el PAS-16 el 86 por ciento de los parámetros superan el ECA.
- De los resultados obtenidos para los parámetros de sulfato, sólidos disueltos, cadmio total y manganeso total; estos superan el ECA de agua categoría 1-A2 en los cuatro puntos de monitoreo. Siendo el manganeso uno de los principales elementos presentes en la geoquímica natural del área de estudio.
- El nivel de riesgo ambiental para el PAS-1 en el entorno humano es 48.32 por ciento, en el entorno natural es 59.14 por ciento y en el entorno socioeconómico es 42 por ciento; para el PAS-8 en el entorno humano es 68.32 por ciento, en el entorno natural es 79.14 por ciento y en el entorno socioeconómico es 42 por ciento; para el PAS-14 en el entorno humano es 54.04 por ciento, para el entorno natural es 67.71 por ciento y para el entorno socioeconómico es 42 por ciento y para el PAS-16 en el entorno humano es 65.46 por ciento, para el entorno natural es 76.29 por ciento y para el entorno socioeconómico es 42 por ciento.

- El PAS-1 tiene un valor de 42 por ciento promedio que representa un nivel de riesgo moderado, el PAS-8 tiene un valor de 69 por ciento promedio que representa un nivel de riesgo significativo, el PAS-14 tiene un valor de 55 por ciento promedio que representa un nivel de riesgo moderado y el PAS-16 tiene un valor de 69 por ciento promedio que representa un nivel de riesgo significativo.
- La metodología de evaluación de riesgo ambiental del MINAM, es una herramienta que usa criterios cualitativos y cuantitativos; este último se realiza a través de indicadores medibles; a diferencia de la metodología que actualmente usa el MINEM, que son las fichas PERCAN para la evaluación y priorización, que se basa en criterios cualitativos.
- Con la metodología de evaluación de riesgo ambiental del MINAM, se obtiene resultados más confiables, debido a que los criterios de evaluación provienen de resultados medibles. Por tanto, ya sea que varios evaluadores utilicen la misma herramienta para la estimación del riesgo, todos obtendrían resultados iguales en los términos del grado de significancia de riesgo.
- Para la priorización de los pasivos ambientales, después de la evaluación de riesgo, se establecieron tres niveles de priorización respecto a su significancia como pasivos de riesgo leve, moderado y significativo.
- Los criterios de valoración para el entorno socioeconómico son mucho más dinámicos, a diferencia del entorno humano y natural que están más relacionados al diagnóstico de la calidad de agua. Dichos criterios se establecieron en función de la realidad de San Miguel de Viso y posteriormente a los dos escenarios de riesgo propuestos como son conflictos socioambientales y afectación al riego para la agricultura.

VI. RECOMENDACIONES

- Extender la identificación de PAMs para toda la microcuenca, con el objetivo de comparar e identificar nuevos pasivos que no se encuentren dentro del inventario de PAMs del MINEM.
- Se recomienda realizar una revisión preliminar de los estudios geológicos y geoquímicos del área de estudio con el objetivo de realizar una mejor elección de parámetros de monitoreo.
- Extender el diagnóstico de calidad los componentes aire y suelo en las áreas de impacto por los pasivos ambientales mineros.
- Extender la estimación del nivel de riesgo ambiental tomado en cuenta los resultados del diagnóstico en la calidad en los componentes de aire y suelo.
- Como siguiente paso se recomienda realizar los estudios necesarios para la remediación y/o cierre de los pasivos ambientales mineros que presentaron un riesgo significativo para la calidad de agua superficial.
- Extender la evaluación de riesgo ambiental en la calidad de agua superficial para los otros 35 pasivos ambientales registrados en el inventario del MINEM ubicados en la microcuenca Viso, y que actualmente se encuentran en áreas de actividad minera.
- Para un adecuado desarrollo del entorno social en la evaluación de riesgos ambientales por PAMs, se recomienda realizar previamente un análisis de percepción de la población respecto a la relación de la minería con sus actividades; con el objetivo de definir adecuadamente los escenarios de riesgo y posteriormente establecer los criterios de valoración para el entorno socioeconómico.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aranda A. 2013. Pasivos ambientales mineros en el Perú. Lima, Perú. Pag. 3.
- Aramburo M. 2011. Requerimientos para el diseño de una metodología que permita estimar el valor pasivos ambientales mineros. Tesis de grado para optar al título de maestría. Universidad Nacional de Colombia.
- ANA (Autoridad Nacional del Agua). 2018 R.J. N°056-2018-ANA. Aprobación de la clasificación de los cuerpos de agua continentales superficiales.
- ANA (Autoridad Nacional del Agua). 2016 R.J. N°010-2016-ANA. Aprobación del protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de agua de los recursos hídricos superficiales.
- Barreño, C. 2018. Evaluación de los riesgos generados por pasivos ambientales en la minería de carbón, con enfoque de ecología política: estudio de caso municipio de Rondon (Boyacá). Bogotá, Colombia, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Pag. 24-30.
- Basabe, A. 2009. Análisis de evaluación de riesgo ambiental en un vertedero de residuos de construcción y demolición. Tesis de Maestría. Disponible en <http://www.eoi.es/savia/documento/eoi-67202/analisis-y-evaluacion-de-riesgo-ambiental-en-un-vertedero-de-residuos-de>.
- Brack y Mendiola. 2004. Ecología del Perú-Bruño.
- Castro, V. 2013. Análisis de la percepción ambiental de la población de San Miguel de Viso sobre la influencia de las actividades mineras en la calidad de agua. Lima, Perú, UNALM. Pag. 21-23, 45.

- Congreso de la Republica 2004. Ley marco del sistema nacional de gestión ambiental, aprobada mediante la Ley N° 28245.
- Congreso de la Republica 2005. Modificatoria de los Artículos 5, 6, 7, 8, la primera disposición complementaria y final de la Ley N° 28271, ley que regula los pasivos ambientales en la actividad minera, y le añade una tercera disposición complementaria y final aprobada mediante Ley N° 28526.
- Congreso de la Republica 2004. Regula los pasivos ambientales en la actividad minera, aprobado mediante la Ley N° 28271.
- Congreso de la Republica 2003. Ley que regula el cierre de minas, aprobada mediante la Ley N° 28090.
- De la Puente, L. 2007. Regulación Ambiental Peruana y el ciclo de una mina. Lima, Perú. DELAPUENTE Abogados.
- Defensoría del Pueblo. 2018. Reporte de conflictos sociales. Adjuntía para la prevención de conflictos sociales y la gobernabilidad. Lima, Perú. Reporte N° 176. Disponible en: <https://www.defensoria.gob.pe/documentos/reporte-mensual-de-conflictos-sociales-n-176/>
- DGAAM (Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros). 2013. MEM concluye remediación y cierre de 64 pasivos mineros en Cajamarca. Consultada el 18 de Septiembre del 2013. Disponible en http://www.minem.gob.pe/_detallenoticia.php?idSector=4&idTitular=5684.
- DGAAM (Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros). 2010. Guía para la elaboración de planes de cierre de pasivos ambientales mineros.
- DGM (Dirección General de minería). 2009. Fichas de campo propuestas por el proyecto PERCAN para la identificación de pasivos ambientales mineros dentro de una ex unidad minera, aprobada mediante Resolución Directoral N° 173-2009-MEM-DGM.

- FONAM (Fondo Nacional del Ambiente). 2006. Inventario, diagnóstico y priorización de los pasivos ambientales en la cuenca del río Llaucano – Hualgayoc.
- Glosario.net – Hisoanetwork Publicidad y Servicios S.L. (s.f.). Glosario de Términos. Consultada en Septiembre del 2013. Disponible en <http://ciencia.glosario.net/medio-ambiente-acuatico/impacto-ambiental-0368.html>.
- Instituto de Ingenieros de Minas del Perú. 2010. Minería Peruana: Contribución al desarrollo económico y social.
- (INGEMENT) Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. 1983. Geología de los cuadrángulos de: Matucana y Huarochirí. Lima, Perú. Boletín N° 36.
- (INGEMENT) Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. 2005. Estudio de los recursos minerales del Perú, Franja N° 4. Lima, Perú. Boletín N° B14.
- Leturia J. 2008. Remediación de pasivos ambientales mineros y aprovechamiento económico. Revista peruana de derecho de la empresa. Perú 23-65 pag-129-147.
- María Ayora 2010. Análisis de aguas naturales y residuales. Universidad de Jaén – España.
- MINAM (Ministerio del Ambiente). 2010 Guía de evaluación de riesgo ambiental.
- MINAM (Ministerio del Ambiente). 2012. Glosario de términos para la formulación de proyectos ambientales.
- MINAM (Ministerio del Ambiente). 2012. Metodología para la estimación del nivel de riesgo de pasivos ambientales en el subsector hidrocarburos.
- MINAM (Ministerio del Ambiente). 2017. Estándares nacionales de calidad ambiental para agua, aprobado mediante D.S. N° 004-2017-MINAM. Lima, Perú.

- MINAM (Ministerio del Ambiente). 2010. Límites máximos permisibles para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero metalúrgicas, aprobado mediante D.S. N° 001-2010-MINAM. Lima, Perú.
- MINEM (Ministerio de Energía y Minas). 2005. Modifican reglamento de pasivos ambientales de la actividad minera aprobado por DS N°059-2005-EM mediante el Decreto Supremo N° 003-2009EM. Ministerio de Energía y Minas. Lima, Perú.
- MINEM (Ministerio de Energía y Minas). 2005. Reglamento de pasivos ambientales de la actividad minera aprobado mediante el Decreto Supremo N° 059-2005-EM. Ministerio de Energía y Minas. Lima, Perú.
- MINEM (Ministerio de Energía y Minas). 2010. R.M. N° 129-2010-MEM/DM Disponen que el Estado asuma la remediación de los pasivos ambientales mineros calificados de muy alto riesgo y alto riesgo ubicados en la región Cajamarca.
- MINEM (Ministerio de Energía y Minas). 2013 R.M. N° 094-2013-MEM/DM Encargan a la empresa estatal Activos Mineros S.A.C. ejecutar la remediación de los pasivos ambientales mineros de diversos proyectos ubicados en las regiones Áncash, Lima Cajamarca, Huancavelica, Pasco, Junín e Ica.
- MINEM (Ministerio de Energía y Minas). 2015 R.M. N° 045-2015-MEM/DM se dispone que el Estado asuma la remediación de 134 pasivos ambientales mineros de diversos proyectos de remediación ubicados en las regiones de Ancash, Lima, Puno y Cajamarca.
- MINEM (Ministerio de Energía y Minas). 2015 R.M. N° 044-2015-MEM/DM se dispone que el Estado asuma la remediación de los pasivos ambientales mineros calificados como muy alto riesgo y de alto riesgo ubicados en la región Tacna.
MINEM (Ministerio de Energía y Minas). 2016 R.M. N° 536-2016-MEM/DM actualización del inventario inicial de pasivos ambientales mineros.
- OIT (Organización Internacional de Trabajo). 2012 enciclopedia de salud seguridad en el trabajo Capítulo 63 “Metales: Propiedades químicas y tóxicas”.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2018 cuarta edición. “Guía para la calidad de agua de consumo humano”.

- PLANAA (2011). Plan Nacional de acción ambiental – Perú 2011 – 2021.
- RED MUQUI. 2010. Los Pasivos ambientales mineros: Diagnostico y propuesta pag. – 11-12.
- SERNAGEOMIN (Servicio Nacional de Geología y Minería). 2008. Manual de evaluación de riesgos de faenas mineras abandonadas o paralizadas FMA/P – Chile.
- SNMPE (Sociedad Nacional de Minería Petróleo y Energía). Diciembre. 2006. Informe N°41 El ciclo productivo de la minería.
- Sotomayor A. 2016. Remediación de pasivos ambientales mineros como estrategia para el cuidado del ambiente (trabajo presentado en la Conferencia Académica Anual del Consorcio, octubre, 2015). En Consorcio de Universidades (Ed.), Metas del Perú al bicentenario (pp. 241-246). Lima: Consorcio de Universidades
- UNE 150008: 2008. Análisis y evaluación del riesgo ambiental.
- Walter, M. 2009. Conflictos ambientales, socioambientales, ecológicos distributivos de contenido ambiental. Madrid, España. Pag 3 CIP-ECOSOCIAL (Centro de la investigación para la paz).
- Yipari, A. 2003. Pasivos Ambientales Mineros en Sudamérica Informe elaborado para la Comisión Económica para América Latina y el Caribe – CEPAL, el Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales – BGR, y el Servicio Nacional de Geología y Minería – SERNAGEOMIN.

VIII. ANEXOS

Anexo N° 1: Formatos de fichas de registro



Nombre del Estudio:		
Objetivo:		
Ubicación Geográfica y Política:	Alcance de la evaluación del estudio:	
Referencias del Estudio:	Situación Actual:	
Antecedentes técnicos:		
Entornos posiblemente afectados (Entorno Humano, Ambiental y Socio-económico)		
Identificación del peligro:	Características del peligro:	
Mapa base de evaluación de riesgo:	Plan de muestreo:	Herramientas de gestión:

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PAMS



* Tipo de Pasivo				Código de PAM	
Coordenadas	Norte	Este	Zona	Datum	
Clima durante la inspección (descripción)					
Tamaño del componente					
Cuerpo receptor (descripción)					
Medición de campo	pH	Conductividad (uS/cm)	TDS (mg/L)	Temperatura (°C)	
Descripción/ comentarios			Foto		

*Tipo de PAM:

1. Labores mineras: Tajo, pique, chimenea, bocamina, tajeo comunicado, trinchera, rampa.
2. Residuos mineros: Relaveras, desmonte, depósito de escoria, pilas de lixiviación, suelo orgánico.
3. Otros residuos: Chatarra, industrial, doméstico, construcción.
4. Edificaciones e infraestructura: Campamentos, oficinas, talleres, caminos, heliopuertos, pistas de aterrizaje, líneas férreas, líneas eléctricas, generadores y transformadores eléctricos, planta de procesamiento, chancadoras, patios de testigos de perforación diamantina.
5. Sustancias químicas: Almacenas o derrames.

**Anexo N° 2: Ficha de revisión de recopilación de información de la
evaluación de riesgo**



<p>Nombre del Estudio: Evaluación del riesgo ambiental generado por pasivos mineros en la calidad de agua superficial.</p>		
<p>Objetivo: Evaluar el riesgo ambiental ocasionado por la presencia de pasivos mineros en la calidad del agua superficial de la localidad de San Miguel de Viso, distrito de San Mateo de Huánchor, provincia de Huarochirí, región de Lima.</p>		
<p>Ubicación Geográfica y Política: San Miguel de Viso está asentada en la quebrada Viso, en las coordenadas geográficas 11°48' de latitud y 76°19' de longitud, sobre los 3090 msnm. Políticamente pertenece al distrito de San Mateo de Huánchor, provincia de Huarochirí</p>	<p>Alcance de la evaluación del estudio: Análisis de la calidad de agua superficial en el distrito de San Mateo de Huánchor.</p>	
<p>Referencias del Estudio: . Tesis análisis de la percepción ambiental de la población de San Miguel de Viso sobre la influencia de las actividades mineras en la calidad de agua. . Perfil de proyecto ambiental en Tambo de Viso . Evaluación de riesgos ambientales de emisiones atmosféricas y efluentes por actividad minera-metalúrgica en la provincia de Yauli – La Oroya MINAM. . Metodología para la estimación del nivel de riesgo de pasivos ambientales en el subsector hidrocarburos.</p>	<p>Situación Actual: La localidad de San Miguel de Viso se encuentra en el distrito de San Mateo de Huánchor, provincia de Huarochirí a una altitud 3090msnm, su principal actividad económica principal es la agricultura, el agua para su agricultura proviene de la laguna Huangro y para el consumo del manantial Chuquicocha, un kilometro en promedio del centro poblado de San Miguel de Viso se encuentran diferentes pasivos ambientales</p>	
<p>Antecedentes técnicos: Basado en la percepción ambiental de la población de San Miguel de Viso sobre la influencia de las actividades mineras en la calidad de agua 2013, De los resultados de calidad de agua obtenidos durante el monitoreo realizado en octubre del 2011, se concluye que la calidad del agua de la quebrada Viso no cumple con los estándares de calidad ambiental para agua, categoría 3, aprobados mediante D.S. N° 0022008-MINAM.</p>		
<p>Entornos posiblemente afectados (Entorno Humano, Ambiental y Socio-económico)</p> <p>Entorno humano: Generación de enfermedades por la Descarga de efluentes.</p> <p>Entorno Ambiental: Contaminación del agua superficial por la Descarga de efluentes.</p> <p>Entorno Socio-económico: Disminución de la cantidad de actividad agrícola ocasionada por el riego con aguas superficiales contaminadas por PAMs. Disminución de los ingresos económicos ocasionado por los conflictos socioambientales.</p>		
<p>Identificación del peligro: Pasivos mineros: Tolva, bocamina, talleres, desmonte, infraestructura, campamentos, relavera, plata de procesos.</p>	<p>Características del peligro: Las bocaminas presentan drenaje de flujo continuo. La relavera presenta un drenaje estacional. La tolva presenta un drenaje estacional.</p>	
<p>Entornos afectados por los pasivos mineros. Estimación de la gravedad de consecuencias en los respectivos entornos por cada pasivo.</p>	<p>Plan de muestreo: . Identificación de los PMAs. . Ubicación de puntos de monitero de calidad de agua superficial.</p>	<p>Herramientas de gestión: . ECA para agua 2017. . Norma UNE 150008 2008 Evaluación de los riesgos ambientales. . Geocatmin. . Arcgis.</p>

Anexo N° 3: Ficha de identificación de PAMs en campo

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PAMS




* Tipo de Pasivo	Tolva de mineral		Código de PAM	PAS-1
Coordenadas	Norte	Este	Zona	Datum
	8 694 527	354 470	18 S	WGS-84
Clima durante la inspección (descripción)	Soleado Clima seco Poco viento			
Tamaño del componente	Largo: 3.0 m Ancho: 2.0 m Alto: 3.5 m			
Cuerpo receptor (descripción)	A 50 metros de la quebrada de Viso			
Medición de campo	pH	Conductividad (uS/cm)	TDS (mg/L)	Temperatura (°C)
	7.3	1840	1826	7.3
Descripción/ comentarios		Foto		
<p>Tolva de Mineral: Infraestructura de almacenamiento, el mismo que se encuentra con mineral y presenta filtraciones lixiviados. Dichas filtraciones fluyen a la quebrada que se encuentra a 50 metros.</p>				

***Tipo de PAM:**

1. Labores mineras: Tajo, pique, chimenea, bocamina, tajeo comunicado, trinchera, rampa.
2. Residuos mineros: Relaveras, desmonte, depósito de escoria, pilas de lixiviación, suelo orgánico.
3. Otros residuos: Chatarra, industrial, doméstico, construcción.
4. Edificaciones e infraestructura: Campamentos, oficinas, talleres, caminos, heliopuertos, pistas de aterrizaje, líneas férreas, líneas eléctricas, generadores y transformadores eléctricos, planta de procesamiento, chancadoras, patios de testigos de perforación diamantina.
5. Sustancias químicas: Almacendas o derrames.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PAMS



* Tipo de Pasivo	Bocamina		Código de PAM	PAS-2
Coordenadas	Norte	Este	Zona	Datum
	8 694 473	354 541	18 S	WGS-84
Clima durante la inspección (descripción)	Soleado Clima seco Poco viento			
Tamaño del componente	Largo: ---- Ancho: 1.50 m Alto: 1.80 m			
Cuerpo receptor (descripción)	No hay presencia de cuerpos receptores			
Medición de campo	pH	Conductividad (uS/cm)	TDS (mg/L)	Temperatura (°C)
	NA	NA	NA	NA
Descripción/ comentarios		Foto		
Bocamina seca. Componente abandonado				

***Tipo de PAM:**

1. Labores mineras: Tajo, pique, chimenea, bocamina, tajeo comunicado, trinchera, rampa.
2. Residuos mineros: Relaveras, desmonte, depósito de escoria, pilas de lixiviación, suelo orgánico.
3. Otros residuos: Chatarra, industrial, doméstico, construcción.
4. Edificaciones e infraestructura: Campamentos, oficinas, talleres, caminos, heliopuertos, pistas de aterrizaje, líneas férreas, líneas eléctricas, generadores y transformadores eléctricos, planta de procesamiento, chancadoras, patios de testigos de perforación diamantina.
5. Sustancias químicas: Almacendas o derrames.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PAMS




* Tipo de Pasivo	Taller		Código de PAM	PAS-3
Coordenadas	Norte	Este	Zona	Datum
	8 694 489	354 554	18 S	WGS-84
Clima durante la inspección (descripción)	Soleado Clima seco Poco viento			
Tamaño del componente	Largo: 6.0 m Ancho: 3.0 m Alto: ----			
Cuerpo receptor (descripción)	No hay presencia de cuerpos receptores			
Medición de campo	pH	Conductividad (uS/cm)	TDS (mg/L)	Temperatura (°C)
	NA	NA	NA	NA
Descripción/ comentarios		Foto		
<p>Plataforma abandonada donde se asentaba un taller artesanal. Se observa una mesa de trabajo.</p>				

***Tipo de PAM:**

1. Labores mineras: Tajo, pique, chimenea, bocamina, tajeo comunicado, trinchera, rampa.
2. Residuos mineros: Relaveras, desmonte, depósito de escoria, pilas de lixiviación, suelo orgánico.
3. Otros residuos: Chatarra, industrial, doméstico, construcción.
4. Edificaciones e infraestructura: Campamentos, oficinas, talleres, caminos, heliopuertos, pistas de aterrizaje, líneas férreas, líneas eléctricas, generadores y transformadores eléctricos, planta de procesamiento, chancadoras, patios de testigos de perforación diamantina.
5. Sustancias químicas: Almacendas o derrames.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PAMS



* Tipo de Pasivo	Desmonte de mina		Código de PAM	PAS-4
Coordenadas	Norte	Este	Zona	Datum
	8 694 238	356 285	18 S	WGS-84
Clima durante la inspección (descripción)	Nublado Clima húmedo Sin viento			
Tamaño del componente	Largo: 40 m Ancho: 15 m Alto: 1.0 m			
Cuerpo receptor (descripción)	No hay presencia de cuerpos receptores			
Medición de campo	pH	Conductividad (uS/cm)	TDS (mg/L)	Temperatura (°C)
	NA	NA	NA	NA
Descripción/ comentarios		Foto		
Desmonte acopiado en la pendiente o ladera, sin presencia de perfilado. Se observa material suelto y sin estabilidad.				

***Tipo de PAM:**

1. Labores mineras: Tajo, pique, chimenea, bocamina, tajeo comunicado, trinchera, rampa.
2. Residuos mineros: Relaveras, desmonte, depósito de escoria, pilas de lixiviación, suelo orgánico.
3. Otros residuos: Chatarra, industrial, doméstico, construcción.
4. Edificaciones e infraestructura: Campamentos, oficinas, talleres, caminos, heliopuertos, pistas de aterrizaje, líneas férreas, líneas eléctricas, generadores y transformadores eléctricos, planta de procesamiento, chancadoras, patios de testigos de perforación diamantina.
5. Sustancias químicas: Almacendas o derrames.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PAMS



* Tipo de Pasivo	Desmonte de mina		Código de PAM	PAS-5
Coordenadas	Norte	Este	Zona	Datum
	8 694 113	356 396	18 S	WGS-84
Clima durante la inspección (descripción)	Nublado Clima húmedo Sin viento			
Tamaño del componente	Largo: 7.0 m Ancho: 3.0 m Alto: 0.8 m			
Cuerpo receptor (descripción)	No hay presencia de cuerpos receptores			
Medición de campo	pH	Conductividad (uS/cm)	TDS (mg/L)	Temperatura (°C)
	NA	NA	NA	NA
Descripción/ comentarios		Foto		
Desmonte acopiado en terreno plano, sin presencia de perfilado. Se observa material suelto.				

***Tipo de PAM:**

1. Labores mineras: Tajo, pique, chimenea, bocamina, tajeo comunicado, trinchera, rampa.
2. Residuos mineros: Relaveras, desmonte, depósito de escoria, pilas de lixiviación, suelo orgánico.
3. Otros residuos: Chatarra, industrial, doméstico, construcción.
4. Edificaciones e infraestructura: Campamentos, oficinas, talleres, caminos, heliopuertos, pistas de aterrizaje, líneas férreas, líneas eléctricas, generadores y transformadores eléctricos, planta de procesamiento, chancadoras, patios de testigos de perforación diamantina.
5. Sustancias químicas: Almacendas o derrames.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PAMS




* Tipo de Pasivo	Infraestructura		Código de PAM	PAS-6
Coordenadas	Norte	Este	Zona	Datum
	8 693 916	356 714	18 S	WGS-84
Clima durante la inspección (descripción)	Nublado Clima húmedo Sin viento			
Tamaño del componente	Largo: 7.0 m Ancho: 3.0 m Alto: 1.2 m			
Cuerpo receptor (descripción)	No hay presencia de cuerpos receptores			
Medición de campo	pH	Conductividad (uS/cm)	TDS (mg/L)	Temperatura (°C)
	NA	NA	NA	NA
Descripción/ comentarios		Foto		
Plataforma de canto y concreto en desuso.				

***Tipo de PAM:**

1. Labores mineras: Tajo, pique, chimenea, bocamina, tajeo comunicado, trinchera, rampa.
2. Residuos mineros: Relaveras, desmonte, depósito de escoria, pilas de lixiviación, suelo orgánico.
3. Otros residuos: Chatarra, industrial, doméstico, construcción.
4. Edificaciones e infraestructura: Campamentos, oficinas, talleres, caminos, heliopuertos, pistas de aterrizaje, líneas férreas, líneas eléctricas, generadores y transformadores eléctricos, planta de procesamiento, chancadoras, patios de testigos de perforación diamantina.
5. Sustancias químicas: Almacendas o derrames.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PAMS



* Tipo de Pasivo	Campamento		Código de PAM	PAS-7
Coordenadas	Norte	Este	Zona	Datum
	8 693 774	356 808	18 S	WGS-84
Clima durante la inspección (descripción)	Nublado Clima húmedo Sin viento			
Tamaño del componente	Largo: 6.0 m Ancho: 3.0 m Alto: 2.0 m			
Cuerpo receptor (descripción)	No hay presencia de cuerpos receptores			
Medición de campo	pH	Conductividad (uS/cm)	TDS (mg/L)	Temperatura (°C)
	NA	NA	NA	NA
Descripción/ comentarios		Foto		
Campamento abandonado. Actualmente es usado como refugio de ganado de la población.				

***Tipo de PAM:**

1. Labores mineras: Tajo, pique, chimenea, bocamina, tajeo comunicado, trinchera, rampa.
2. Residuos mineros: Relaveras, desmonte, depósito de escoria, pilas de lixiviación, suelo orgánico.
3. Otros residuos: Chatarra, industrial, doméstico, construcción.
4. Edificaciones e infraestructura: Campamentos, oficinas, talleres, caminos, heliopuertos, pistas de aterrizaje, líneas férreas, líneas eléctricas, generadores y transformadores eléctricos, planta de procesamiento, chancadoras, patios de testigos de perforación diamantina.
5. Sustancias químicas: Almacendas o derrames.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PAMS



* Tipo de Pasivo	Relavera		Código de PAM	PAS-8
Coordenadas	Norte	Este	Zona	Datum
	8 693 841	356 789	18 S	WGS-84
Clima durante la inspección (descripción)	Nublado Clima húmedo Sin viento			
Tamaño del componente	Largo: 102 m Ancho: 50 m Alto: 6.0 m			
Cuerpo receptor (descripción)	Hay presencia de filtraciones y empozamientos en calicatas			
Medición de campo	pH	Conductividad (uS/cm)	TDS (mg/L)	Temperatura (°C)
	2.24	5450	5064	6.8
Descripción/ comentarios		Foto		
Relaver con preseencia de filtraciones y empozamientos. Prescencia de espejos de agua en calicatas realizadas.				

***Tipo de PAM:**

1. Labores mineras: Tajo, pique, chimenea, bocamina, tajeo comunicado, trinchera, rampa.
2. Residuos mineros: Relaveras, desmonte, depósito de escoria, pilas de lixiviación, suelo orgánico.
3. Otros residuos: Chatarra, industrial, doméstico, contrucción.
4. Edificaciones e infraestructura: Campamentos, oficinas, talleres, caminos, heliopuertos, pistas de aterrizaje, líneas férreas, líneas eléctricas, generadores y transformadores eléctricos, planta de procesamiento, chancadoras, patios de testigos de perforación diamantina.
5. Sustancias químicas: Almacendas o derrames.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PAMS




* Tipo de Pasivo	Campamento		Código de PAM	PAS-9
Coordenadas	Norte	Este	Zona	Datum
	8 693 747	356 837	18 S	WGS-84
Clima durante la inspección (descripción)	Nublado Clima húmedo Sin viento			
Tamaño del componente	Largo: 20 m Ancho: 17 m Alto: 2.0 m			
Cuerpo receptor (descripción)	No hay presencia de cuerpos receptores			
Medición de campo	pH	Conductividad (uS/cm)	TDS (mg/L)	Temperatura (°C)
	NA	NA	NA	NA
Descripción/ comentarios		Foto		
Campamentos sin techos y con los muros debilitados.				

***Tipo de PAM:**

1. Labores mineras: Tajo, pique, chimenea, bocamina, tajeo comunicado, trinchera, rampa.
2. Residuos mineros: Relaveras, desmonte, depósito de escoria, pilas de lixiviación, suelo orgánico.
3. Otros residuos: Chatarra, industrial, doméstico, construcción.
4. Edificaciones e infraestructura: Campamentos, oficinas, talleres, caminos, heliopuertos, pistas de aterrizaje, líneas férreas, líneas eléctricas, generadores y transformadores eléctricos, planta de procesamiento, chancadoras, patios de testigos de perforación diamantina.
5. Sustancias químicas: Almacendas o derrames.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PAMS




* Tipo de Pasivo	Rampa		Código de PAM	PAS-10
Coordenadas	Norte	Este	Zona	Datum
	8 693 756	356 864	18 S	WGS-84
Clima durante la inspección (descripción)	Nublado Clima húmedo Sin viento			
Tamaño del componente	Largo: --- Ancho: 0.9 m Alto: 2.2 m			
Cuerpo receptor (descripción)	No hay presencia de cuerpos receptores			
Medición de campo	pH	Conductividad (uS/cm)	TDS (mg/L)	Temperatura (°C)
	NA	NA	NA	NA
Descripción/ comentarios		Foto		
Labor minera en abandono, con una puerta metálica. La longitud es de 10 metros. La salida esta obturada.				

***Tipo de PAM:**

1. Labores mineras: Tajo, pique, chimenea, bocamina, tajeo comunicado, trinchera, rampa.
2. Residuos mineros: Relaveras, desmonte, depósito de escoria, pilas de lixiviación, suelo orgánico.
3. Otros residuos: Chatarra, industrial, doméstico, construcción.
4. Edificaciones e infraestructura: Campamentos, oficinas, talleres, caminos, helipuertos, pistas de aterrizaje, líneas férreas, líneas eléctricas, generadores y transformadores eléctricos, planta de procesamiento, chancadoras, patios de testigos de perforación diamantina.
5. Sustancias químicas: Almacendas o derrames.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PAMS




* Tipo de Pasivo	Planta de Procesamiento		Código de PAM	PAS-11
Coordenadas	Norte	Este	Zona	Datum
	8 693 716	356 833	18 S	WGS-84
Clima durante la inspección (descripción)	Nublado Clima húmedo Sin viento			
Tamaño del componente	Largo: 42 m Ancho: 28 m Alto: ---			
Cuerpo receptor (descripción)	No hay presencia de cuerpos receptores			
Medición de campo	pH	Conductividad (uS/cm)	TDS (mg/L)	Temperatura (°C)
	NA	NA	NA	NA
Descripción/ comentarios		Foto		
Obras civiles de una antigua planta de procesamiento. La mayor cantidad esta conformada de plataformas y bases de concreto.				

***Tipo de PAM:**

1. Labores mineras: Tajo, pique, chimenea, bocamina, tajeo comunicado, trinchera, rampa.
2. Residuos mineros: Relaveras, desmonte, depósito de escoria, pilas de lixiviación, suelo orgánico.
3. Otros residuos: Chatarra, industrial, doméstico, construcción.
4. Edificaciones e infraestructura: Campamentos, oficinas, talleres, caminos, heliopuertos, pistas de aterrizaje, líneas férreas, líneas eléctricas, generadores y transformadores eléctricos, planta de procesamiento, chancadoras, patios de testigos de perforación diamantina.
5. Sustancias químicas: Almacendas o derrames.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PAMS



* Tipo de Pasivo	Tolva de mineral		Código de PAM	PAS-12
Coordenadas	Norte	Este	Zona	Datum
	8 693 734	356 849	18 S	WGS-84
Clima durante la inspección (descripción)	Nublado Clima húmedo Sin viento			
Tamaño del componente	Largo: 10 m Ancho: 8.0 m Alto: 4.0 m			
Cuerpo receptor (descripción)	No hay presencia de cuerpos receptores			
Medición de campo	pH	Conductividad (uS/cm)	TDS (mg/L)	Temperatura (°C)
	NA	NA	NA	NA
Descripción/ comentarios		Foto		
Tolva para almacenamiento de mineral.				

***Tipo de PAM:**

1. Labores mineras: Tajo, pique, chimenea, bocamina, tajeo comunicado, trinchera, rampa.
2. Residuos mineros: Relaveras, desmonte, depósito de escoria, pilas de lixiviación, suelo orgánico.
3. Otros residuos: Chatarra, industrial, doméstico, construcción.
4. Edificaciones e infraestructura: Campamentos, oficinas, talleres, caminos, heliopuertos, pistas de aterrizaje, líneas férreas, líneas eléctricas, generadores y transformadores eléctricos, planta de procesamiento, chancadoras, patios de testigos de perforación diamantina.
5. Sustancias químicas: Almacendas o derrames.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PAMS




* Tipo de Pasivo	Tolva de mineral		Código de PAM	PAS-13
Coordenadas	Norte	Este	Zona	Datum
	8 693 745	356 886	18 S	WGS-84
Clima durante la inspección (descripción)	Nublado Clima húmedo Sin viento			
Tamaño del componente	Largo: 6.0 m Ancho: 4.0 m Alto: 3.0 m			
Cuerpo receptor (descripción)	Presencia de cuerpo receptor a 4 metros			
Medición de campo	pH	Conductividad (uS/cm)	TDS (mg/L)	Temperatura (°C)
	NA	NA	NA	NA
Descripción/ comentarios		Foto		
Tolva para almacenamiento de mineral.				

***Tipo de PAM:**

1. Labores mineras: Tajo, pique, chimenea, bocamina, tajeo comunicado, trinchera, rampa.
2. Residuos mineros: Relaveras, desmonte, depósito de escoria, pilas de lixiviación, suelo orgánico.
3. Otros residuos: Chatarra, industrial, doméstico, construcción.
4. Edificaciones e infraestructura: Campamentos, oficinas, talleres, caminos, heliopuertos, pistas de aterrizaje, líneas férreas, líneas eléctricas, generadores y transformadores eléctricos, planta de procesamiento, chancadoras, patios de testigos de perforación diamantina.
5. Sustancias químicas: Almacenas o derrames.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PAMS




* Tipo de Pasivo	Bocamina		Código de PAM	PAS-14
Coordenadas	Norte	Este	Zona	Datum
	8 693 744	356 935	18 S	WGS-84
Clima durante la inspección (descripción)	Nublado Clima húmedo Sin viento			
Tamaño del componente	Largo: --- Ancho: 1.5 m Alto: 1.8 m			
Cuerpo receptor (descripción)	Presencia de cuerpo receptor a 4 metros			
Medición de campo	pH	Conductividad (uS/cm)	TDS (mg/L)	Temperatura (°C)
	5.42	1534	1452	6.7
Descripción/ comentarios		Foto		
Bocamina con flujo continuo de agua. Se evidencia que el agua genera óxidos de color amarillo en la roca debido al bajo pH.				

***Tipo de PAM:**

1. Labores mineras: Tajo, pique, chimenea, bocamina, tajeo comunicado, trinchera, rampa.
2. Residuos mineros: Relaveras, desmonte, depósito de escoria, pilas de lixiviación, suelo orgánico.
3. Otros residuos: Chatarra, industrial, doméstico, construcción.
4. Edificaciones e infraestructura: Campamentos, oficinas, talleres, caminos, heliopuertos, pistas de aterrizaje, líneas férreas, líneas eléctricas, generadores y transformadores eléctricos, planta de procesamiento, chancadoras, patios de testigos de perforación diamantina.
5. Sustancias químicas: Almacendas o derrames.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PAMS




* Tipo de Pasivo	Infraestructura		Código de PAM	PAS-15
Coordenadas	Norte	Este	Zona	Datum
	8 693 766	357 078	18 S	WGS-84
Clima durante la inspección (descripción)	Nublado Clima húmedo Sin viento			
Tamaño del componente	Largo: 17 m Ancho: 15 m Alto: 3.0 m			
Cuerpo receptor (descripción)	No hay presencia de cuerpos receptores			
Medición de campo	pH	Conductividad (uS/cm)	TDS (mg/L)	Temperatura (°C)
	NA	NA	NA	NA
Descripción/ comentarios		Foto		
Plataforma conformada por relleno de rocas. Dicha plataforma se encuentra desmoronándose. Hay poca estabilidad y presencia de derrumbe.				

***Tipo de PAM:**

1. Labores mineras: Tajo, pique, chimenea, bocamina, tajeo comunicado, trinchera, rampa.
2. Residuos mineros: Relaveras, desmonte, depósito de escoria, pilas de lixiviación, suelo orgánico.
3. Otros residuos: Chatarra, industrial, doméstico, construcción.
4. Edificaciones e infraestructura: Campamentos, oficinas, talleres, caminos, heliopuertos, pistas de aterrizaje, líneas férreas, líneas eléctricas, generadores y transformadores eléctricos, planta de procesamiento, chancadoras, patios de testigos de perforación diamantina.
5. Sustancias químicas: Almacenas o derrames.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PAMS




* Tipo de Pasivo	Bocamina		Código de PAM	PAS-16
Coordenadas	Norte	Este	Zona	Datum
	8 693 963	357 116	18 S	WGS-84
Clima durante la inspección (descripción)	Soleado Clima seco Sin viento			
Tamaño del componente	Largo: --- Ancho: 1.2 m Alto: 1.7 m			
Cuerpo receptor (descripción)	No hay presencia de cuerpos receptores			
Medición de campo	pH	Conductividad (uS/cm)	TDS (mg/L)	Temperatura (°C)
	2.32	5820	6040	6.3
Descripción/ comentarios		Foto		
Bocamina con flujo continuo de agua. Se evidencia que el agua genera óxidos de color amarillo en la roca debido al bajo pH.				

***Tipo de PAM:**

1. Labores mineras: Tajo, pique, chimenea, bocamina, tajeo comunicado, trinchera, rampa.
2. Residuos mineros: Relaveras, desmonte, depósito de escoria, pilas de lixiviación, suelo orgánico.
3. Otros residuos: Chatarra, industrial, doméstico, construcción.
4. Edificaciones e infraestructura: Campamentos, oficinas, talleres, caminos, heliopuertos, pistas de aterrizaje, líneas férreas, líneas eléctricas, generadores y transformadores eléctricos, planta de procesamiento, chancadoras, patios de testigos de perforación diamantina.
5. Sustancias químicas: Almacendas o derrames.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PAMS




* Tipo de Pasivo	Chatarra		Código de PAM	PAS-17
Coordenadas	Norte	Este	Zona	Datum
	8 693 972	357 095	18 S	WGS-84
Clima durante la inspección (descripción)	Soleado Clima seco Sin viento			
Tamaño del componente	Largo: --- Ancho: --- Alto: ---			
Cuerpo receptor (descripción)	No hay presencia de cuerpos receptores			
Medición de campo	pH	Conductividad (uS/cm)	TDS (mg/L)	Temperatura (°C)
	NA	NA	NA	NA
Descripción/ comentarios		Foto		
Residuos mineros como chatarras y llantas				

***Tipo de PAM:**

1. Labores mineras: Tajo, pique, chimenea, bocamina, tajeo comunicado, trinchera, rampa.
2. Residuos mineros: Relaveras, desmonte, depósito de escoria, pilas de lixiviación, suelo orgánico.
3. Otros residuos: Chatarra, industrial, doméstico, construcción.
4. Edificaciones e infraestructura: Campamentos, oficinas, talleres, caminos, heliopuertos, pistas de aterrizaje, líneas férreas, líneas eléctricas, generadores y transformadores eléctricos, planta de procesamiento, chancadoras, patios de testigos de perforación diamantina.
5. Sustancias químicas: Almacendas o derrames.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PAMS



* Tipo de Pasivo	Relavera		Código de PAM	PAS-18
Coordenadas	Norte	Este	Zona	Datum
	8 694 190	357 157	18 S	WGS-84
Clima durante la inspección (descripción)	Soleado Clima seco Sin viento			
Tamaño del componente	Largo: 47 m Ancho: 24 m Alto: 1.5 m			
Cuerpo receptor (descripción)	No hay presencia de cuerpos receptores			
Medición de campo	pH	Conductividad (uS/cm)	TDS (mg/L)	Temperatura (°C)
	NA	NA	NA	NA
Descripción/ comentarios		Foto		
Relaves depositados en ladera. Con material suelto y sin conformar. No hay taludes.				

***Tipo de PAM:**

1. Labores mineras: Tajo, pique, chimenea, bocamina, tajeo comunicado, trinchera, rampa.
2. Residuos mineros: Relaveras, desmonte, depósito de escoria, pilas de lixiviación, suelo orgánico.
3. Otros residuos: Chatarra, industrial, doméstico, construcción.
4. Edificaciones e infraestructura: Campamentos, oficinas, talleres, caminos, heliopuertos, pistas de aterrizaje, líneas férreas, líneas eléctricas, generadores y transformadores eléctricos, planta de procesamiento, chancadoras, patios de testigos de perforación diamantina.
5. Sustancias químicas: Almacendas o derrames.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PAMS



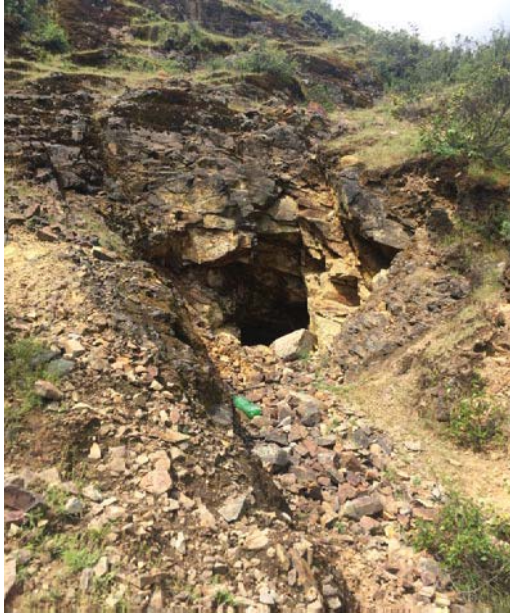
* Tipo de Pasivo	Campamento		Código de PAM	PAS-19
Coordenadas	Norte	Este	Zona	Datum
	8 694 103	357 094	18 S	WGS-84
Clima durante la inspección (descripción)	Soleado Clima seco Sin viento			
Tamaño del componente	Largo: 90 m Ancho: 8.5 m Alto: 1.6 m			
Cuerpo receptor (descripción)	No hay presencia de cuerpos receptores			
Medición de campo	pH	Conductividad (uS/cm)	TDS (mg/L)	Temperatura (°C)
	NA	NA	NA	NA
Descripción/ comentarios		Foto		
Campamentos abandonados, sin techos y con las paredes caídas				

***Tipo de PAM:**

1. Labores mineras: Tajo, pique, chimenea, bocamina, tajeo comunicado, trinchera, rampa.
2. Residuos mineros: Relaveras, desmonte, depósito de escoria, pilas de lixiviación, suelo orgánico.
3. Otros residuos: Chatarra, industrial, doméstico, construcción.
4. Edificaciones e infraestructura: Campamentos, oficinas, talleres, caminos, heliopuertos, pistas de aterrizaje, líneas férreas, líneas eléctricas, generadores y transformadores eléctricos, planta de procesamiento, chancadoras, patios de testigos de perforación diamantina.
5. Sustancias químicas: Almacendas o derrames.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PAMS

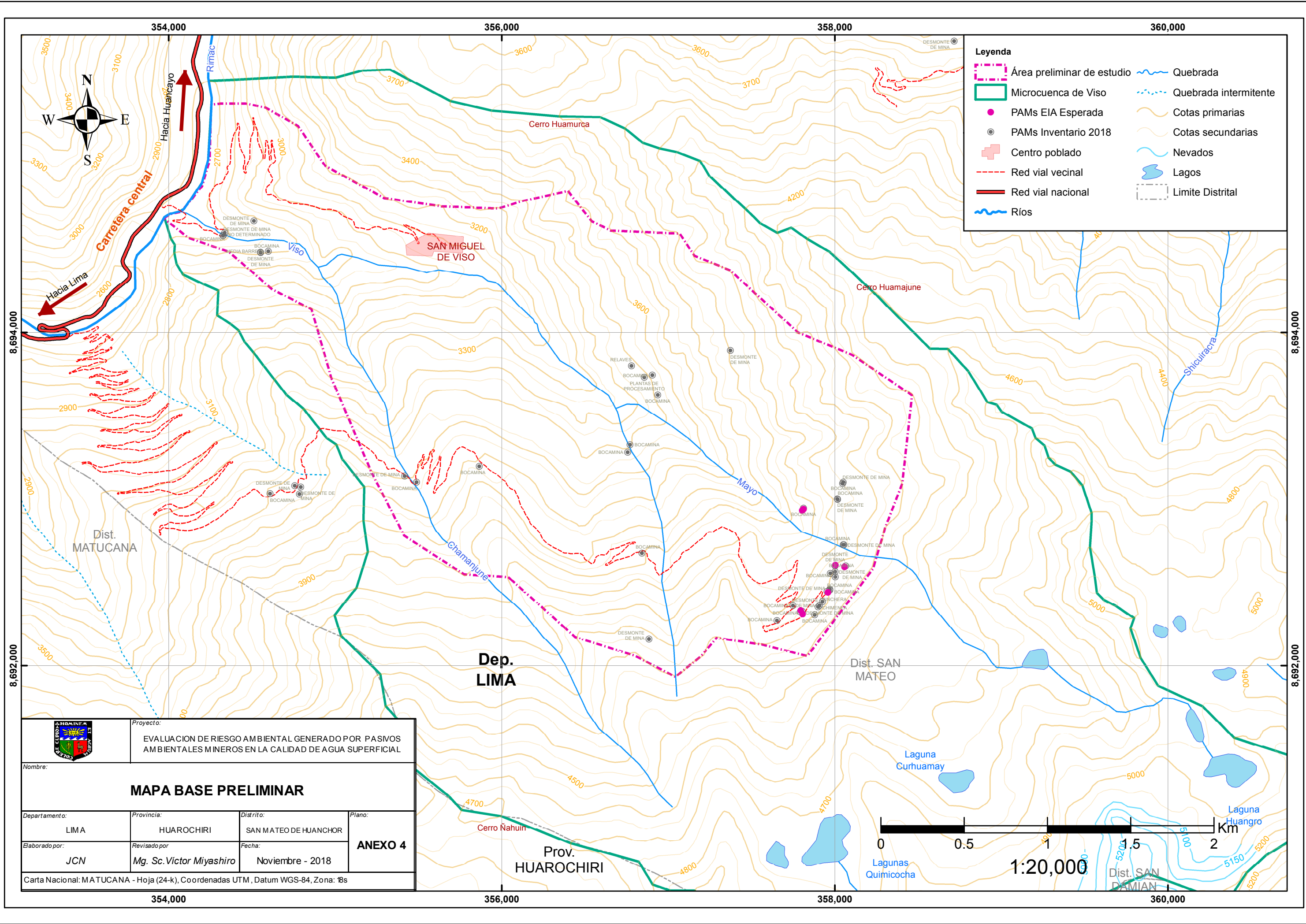


* Tipo de Pasivo	Bocamina		Código de PAM	PAS-20
Coordenadas	Norte	Este	Zona	Datum
	8 694 185	356 301	18 S	WGS-84
Clima durante la inspección (descripción)	Soleado Clima seco Sin viento			
Tamaño del componente	Largo: --- Ancho: 0.7 m Alto: 0.9 m			
Cuerpo receptor (descripción)	No hay presencia de cuerpos receptores			
Medición de campo	pH	Conductividad (uS/cm)	TDS (mg/L)	Temperatura (°C)
	NA	NA	NA	NA
Descripción/ comentarios		Foto		
Bocamina pequeña, en la ladera de la quebrada. Hay presencia de mineral acopiado.				

***Tipo de PAM:**

1. Labores mineras: Tajo, pique, chimenea, bocamina, tajeo comunicado, trinchera, rampa.
2. Residuos mineros: Relaveras, desmonte, depósito de escoria, pilas de lixiviación, suelo orgánico.
3. Otros residuos: Chatarra, industrial, doméstico, construcción.
4. Edificaciones e infraestructura: Campamentos, oficinas, talleres, caminos, heliopuertos, pistas de aterrizaje, líneas férreas, líneas eléctricas, generadores y transformadores eléctricos, planta de procesamiento, chancadoras, patios de testigos de perforación diamantina.
5. Sustancias químicas: Almacendas o derrames.

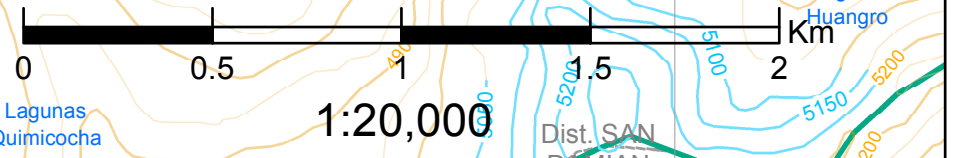
Anexo N° 4: Mapa base preliminar



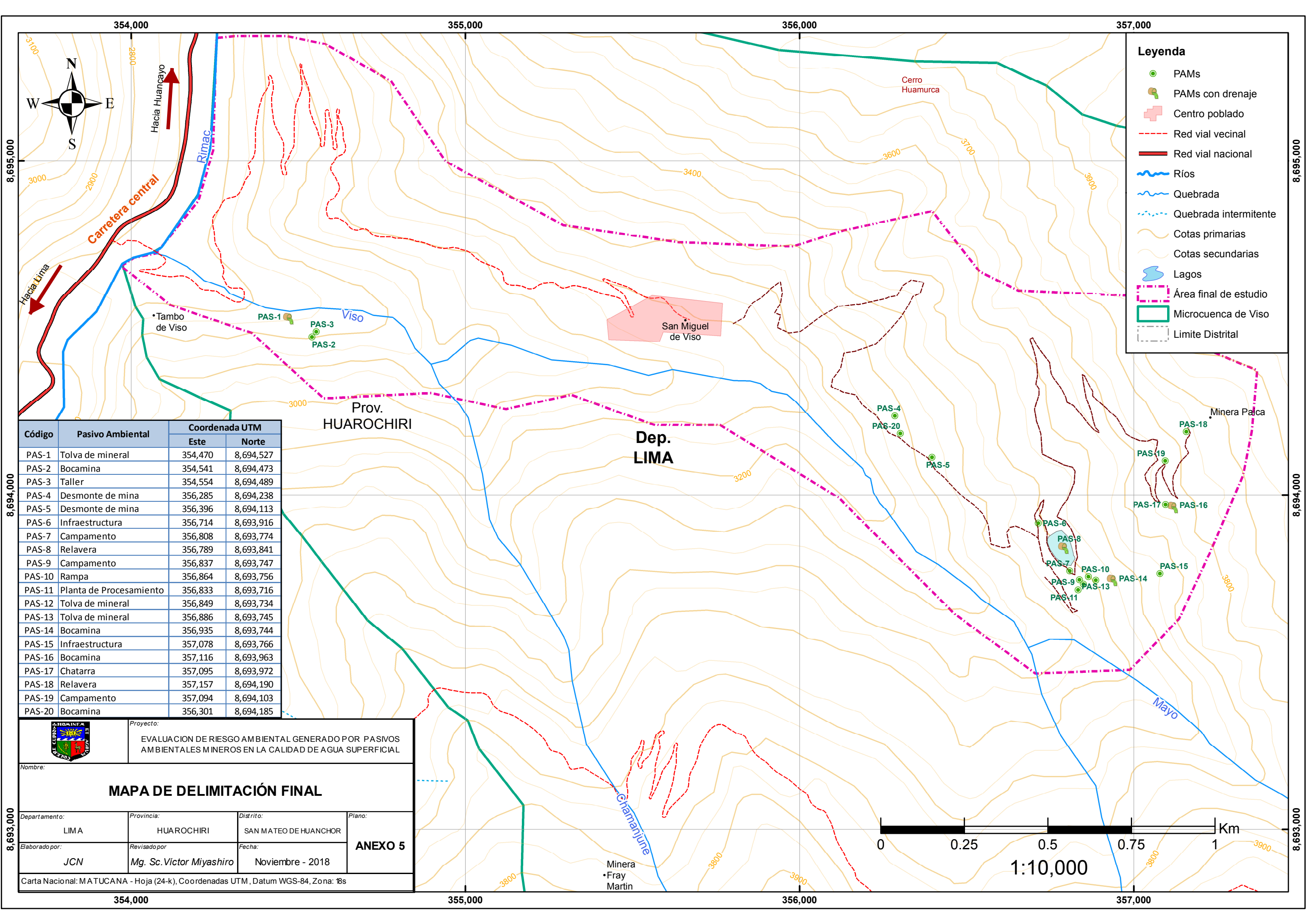
Leyenda

- Área preliminar de estudio
- Microcuenca de Viso
- PAMs EIA Esperada
- PAMs Inventario 2018
- Centro poblado
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Ríos
- Quebrada
- Quebrada intermitente
- Cotas primarias
- Cotas secundarias
- Nevados
- Lagos
- Limite Distrital

			
Proyecto: EVALUACION DE RIESGO AMBIENTAL GENERADO POR PASIVOS AMBIENTALES MINEROS EN LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL			
Nombre: MAPA BASE PRELIMINAR			
Departamento:	Provincia:	Distrito:	Plano:
LIMA	HUAROCHIRI	SAN MATEO DE HUANCHOR	ANEXO 4
Elaborado por:	Revisado por:	Fecha:	
JCN	Mg. Sc. Víctor Miyashiro	Noviembre - 2018	
Carta Nacional: MATUCANA - Hoja (24-k), Coordenadas UTM, Datum WGS-84, Zona: 18s			




Anexo N° 5: Mapa de delimitación final



Leyenda

- PAMs
- PAMs con drenaje
- Centro poblado
- - - Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Ríos
- Quebrada
- - - Quebrada intermitente
- Cotas primarias
- Cotas secundarias
- Lagos
- - - Área final de estudio
- Microcuenca de Viso
- - - Limite Distrital

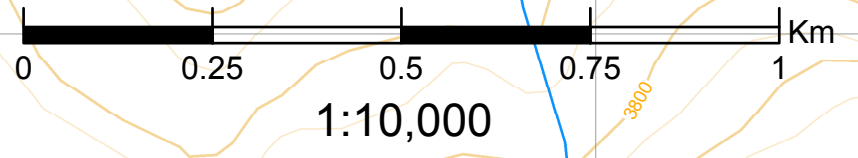
Código	Pasivo Ambiental	Coordenada UTM	
		Este	Norte
PAS-1	Tolva de mineral	354,470	8,694,527
PAS-2	Bocamina	354,541	8,694,473
PAS-3	Taller	354,554	8,694,489
PAS-4	Desmonte de mina	356,285	8,694,238
PAS-5	Desmonte de mina	356,396	8,694,113
PAS-6	Infraestructura	356,714	8,693,916
PAS-7	Campamento	356,808	8,693,774
PAS-8	Relavera	356,789	8,693,841
PAS-9	Campamento	356,837	8,693,747
PAS-10	Rampa	356,864	8,693,756
PAS-11	Planta de Procesamiento	356,833	8,693,716
PAS-12	Tolva de mineral	356,849	8,693,734
PAS-13	Tolva de mineral	356,886	8,693,745
PAS-14	Bocamina	356,935	8,693,744
PAS-15	Infraestructura	357,078	8,693,766
PAS-16	Bocamina	357,116	8,693,963
PAS-17	Chatarra	357,095	8,693,972
PAS-18	Relavera	357,157	8,694,190
PAS-19	Campamento	357,094	8,694,103
PAS-20	Bocamina	356,301	8,694,185


Proyecto:
 EVALUACION DE RIESGO AMBIENTAL GENERADO POR PASIVOS AMBIENTALES MINEROS EN LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL

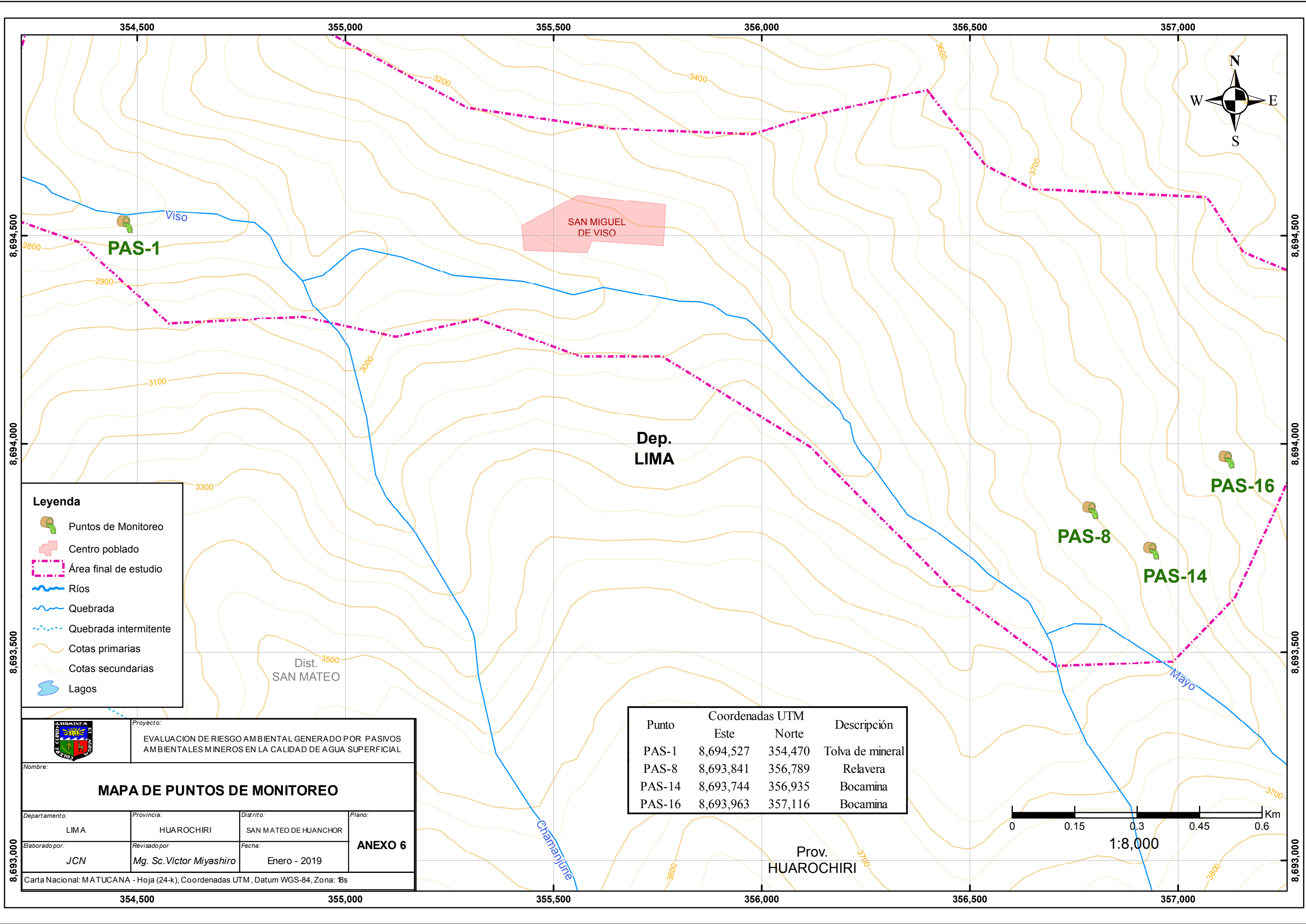
Nombre:
MAPA DE DELIMITACIÓN FINAL

Departamento: LIMA	Provincia: HUAROUCHIRI	Distrito: SAN MATEO DE HUANCHOR	Plano: ANEXO 5
Elaborador por: JCN	Revisado por: Mg. Sc. Víctor Miyashiro	Fecha: Noviembre - 2018	

Carta Nacional: MATUCANA - Hoja (24-k), Coordenadas UTM, Datum WGS-84, Zona: 18s

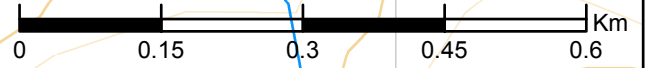


Anexo N° 6: Mapa de puntos de monitoreo




- Leyenda**
- Puntos de Monitoreo
 - Centro poblado
 - Área final de estudio
 - Ríos
 - Quebrada
 - Quebrada intermitente
 - Cotas primarias
 - Cotas secundarias
 - Lagos

Punto	Coordenadas UTM		Descripción
	Este	Norte	
PAS-1	8,694,527	354,470	Tolva de mineral
PAS-8	8,693,841	356,789	Relavera
PAS-14	8,693,744	356,935	Bocamina
PAS-16	8,693,963	357,116	Bocamina



1:8,000

			
Proyecto: EVALUACION DE RIESGO AMBIENTAL GENERADO POR PASIVOS AMBIENTALES MINEROS EN LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL			
Nombre: <h2 style="text-align: center;">MAPA DE PUNTOS DE MONITOREO</h2>			
Departamento: LIMA	Provincia: HUARACHIRI	Distrito: SAN MATEO DE HUANCHOR	Plano: ANEXO 6
Elaborado por: JCN	Revisado por: Mg. Sc. Víctor Miyashiro	Fecha: Enero - 2019	
Carta Nacional: MATUCANA - Hoja (24-k), Coordenadas UTM, Datum WGS-84, Zona: 18s			

Anexo N° 7: Cadena de custodia



Laboratorio Callao
Avenida Elmer Faucett 3348, Callao 1
Teléfono: (01) 517 1900
E-mail: pe.labambientales@sgs.com

Laboratorio Arequipa
Ernesto Gunther N° 275, Parque Industrial
Teléfono: (054) 213506
E-mail: ada.paredes@sgs.com

Laboratorio Cajamarca
Calle Arnaldo Márquez 257, Barrio San Antonio
Teléfono: (076) 367723
E-mail: jade.huarcays@sgs.com

N° 209688

CADENA DE CUSTODIA PARA MONITOREO DE AGUA

DATOS DEL CLIENTE		FACTURAR A:								
Cliente :	Joel Cervantes Meira	Razón Social :								
Contacto :		RUC :								
Teléfono :	992248991	Dirección :								
E-mail :	joel.cervantes@gmail.com	Contacto :								
Proyecto :		Teléfono :								
Lugar de Inspección :	San Manuel de Uro	Muestreado por :	SGS <input type="checkbox"/> El Cliente <input checked="" type="checkbox"/>							
ENVIAR EL INFORME A:										
Contacto :	Joel Cervantes Meira	Frecuencia del Monitoreo:	Periódico <input type="checkbox"/> No Periódico <input type="checkbox"/> Especial <input checked="" type="checkbox"/>							
Dirección :										
Teléfono :	992248991									
E-mail :	joel.cervantes@gmail.com									
N° de Of. :	N° de Pro-Acta :									
Fecha de inicio:	13-06-18	Fecha de finalización:	3-06-18							
Hora de inicio:		Hora de finalización:	19:00 pm							
Item	Estación	Altitud (msnm)	Coordenadas UTM	WGS 84 <input type="checkbox"/> PSAD 56 <input type="checkbox"/>	Tipo de Agua*	Tipo de Muestra	Fecha	Hora	Item	Observaciones
1	PAS-1	8694.527 N	354.470 E	3764 AS	X	12-06-18	12:50	3	V	
2	PAS-16	8693.241 N	356.389 E	3536 AS	X	13-06-18	17:14	3	V	
3	PAS-11	8693.744 N	356.937 E	3536 AS	X	13-06-18	18:20	3	V	
4	PAS-8	8693.963 N	357.416 E	3718 AS	X	13-06-18	18:50	3	V	

Análisis requeridos / Preservantes		TIPOS DE AGUA*	
AGUA NATURAL	AGUA RESIDUAL	AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO	AGUA DE PROCESO
ASUB : Agua subterránea	ARD : Agua residual doméstica	AB : Agua de bebida	ACE : Agua de circulación o enfriamiento
AMA : Agua de manantial	ARI : Aguas residual industrial		AAC : Agua de alimentación para calderas
AT : Agua termal	ARM : Agua residual municipal		AC : Agua de calderas
AS : Agua superficial			AL : Agua de lixiviación
ASL : Agua salobre			APR : Agua purificada
SAL : Salmuera			AIRP : Agua de inyección y reinyección (de proceso)
AIRS : Agua de inyección y reinyección (salina)			
ADA : Agua de depósitos atmosférica			

Cantidad de envases (Plástico / Vidrio)		N° de Frascos	
P	V	8	

Inspector responsable:		Fecha:	
Joel Cervantes N.		13-06-18	

Representante del Cliente:		Fecha:	
Joel Cervantes N.		13-06-18	

Muestra enviada vía:		Responsable del Envío:	
<input checked="" type="checkbox"/> Terrestre	<input type="checkbox"/> Fluvial	Agencia / Persona a cargo del transporte:	
<input type="checkbox"/> Aérea	<input type="checkbox"/> Marítima	RUC / DNI:	
		Fecha y Hora del envío:	

Condiciones en que se recibieron las muestras:	
Refrigeradas <input type="checkbox"/>	Preservadas <input type="checkbox"/>
Dentro del tiempo de conservación <input type="checkbox"/>	N° de muestras rotas: <input type="checkbox"/>
Otros (especifique):	

SGS del Perú S.A.C.
CALLAO

Fecha de Recepción de las Muestras: **14:50**

Responsable de Recepción de Muestras: **Data Center - EHS**

Firma: *[Firma]*



CANTIDAD DE MUESTRA Y REQUISITOS MÍNIMOS PARA ENSAYOS DE MUESTRAS AMBIENTALES POR SERVICIO

Señores: CERVANTES NEIRA JOEL JESUS

N° O.L.: 344303

Fecha: 6 de Junio del 2018

Nro	Determinaciones (Servicio)	Matriz	Método de ensayo	Tipo Envase	Tamaño mínimo de muestra	Tipo Muestra	Preservación	Precauciones	Tiempo de Almacenamiento
1	Metal Total ICPMS	AGUA	EPA 200.8, Rev 5.4; 1994, Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.	Frasco PVC 100 ml boca ancha	100.00	PUNTUAL COMPOSITO	ADICIONAR HNO3 1:1 PH < 2 (ANADIR 0.3 ML O 6 GOTAS DE HNO3 1:1).	INCLUIR BLANCO VIAJERO POR ORDEN COMERCIAL	2 MESES. EL HG SÓLO 28 DIAS. TIEMPO PROPUESTO POR LABORATORIO DE MEDIO AMBIENTE- CALLAO
2	SO4	AGUA	EPA 300.0 Rev. 2.1, 1993, Determination Of Inorganic Anions By Ion Chromatography.	Frasco PVC 100 ml boca ancha	100.00	PUNTUAL COMPOSITO	ALMACENAR ENTRE >0°C A <= 6°C DE TEMPERATURA	MÉTODO NO APLICA PARA AGUA SALINA	28 DIAS. A EXCEPCIÓN: NITRATO, NITRITO Y FOSFATO LOS CUALES SON 48 HORAS

Anexo N° 8: Informe de ensayo de laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1812547**

CERVANTES NEIRA JOEL JESUS

ENV / LB-344303-002

Fecha de Recepción SGS : 14-06-2018

Fecha de Ejecución : Del 14-06-2018 al 22-06-2018

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
PAS-1
PAS-16
PAS-14
PAS-8

Emitido por **SGS del Perú S.A.C.**

Impreso el **22/06/2018**

Rocio J. Manrique Torres

C.I.P. 136634

Coordinador de Laboratorio

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1812547**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PAS-1	PAS-16	PAS-14
FECHA DE MUESTREO					8694527N / 354470E	8693841N / 356789E	8693744N / 356935E
HORA DE MUESTREO					13/06/2018	13/06/2018	13/06/2018
CATEGORIA					12:50:00	17:14:00	18:20:00
SUBCATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Aniones							
Sulfato	EW_EPA300_0	mg/L	0.01	0.03	1,385.31	2,113.85	1,002.56
Metales Totales							
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	0.109	22.283	1.282
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013	0.91019	0.00969
Arsénico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00240	121.43509	0.10512
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0067	0.0111	0.0075
Berilio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	0.01454	<0.00006
Bismuto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	0.13380	<0.00003
Boro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	0.121	0.048	0.023
Cadmio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.06209	2.17927	0.07756
Calcio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.003	0.009	369.946	165.965	308.039
Cerio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00008	0.00024	0.00078	0.07603	0.01008
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0173	0.0280	0.0043
Cobalto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.06995	0.17995	0.01485
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	0.07161	29.88764	0.70445
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	0.0236	0.0116
Estaño Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	0.01161	<0.00010
Estroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	3.3291	0.9943	1.4214
Fósforo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.015	0.047	<0.047	16.919	<0.047
Galio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012	0.04326	0.00026
Germanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	0.0051	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	0.00047	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	0.9946	745.9291	2.8783
Ioduro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	0.0249	0.0057
Litio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0424	0.0162	0.0101
Lutecio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	0.00026	<0.00006
Magnesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	37.778	33.897	38.205
Manganeso Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	5.11521	16.77209	5.35218
Mercurio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	0.00689	<0.00006
Niobio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015
Níquel Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0098	0.1878	0.0364
Plata Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	0.003742	<0.000010



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1812547**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PAS-1	PAS-16	PAS-14
FECHA DE MUESTREO					8694527N / 354470E	8693841N / 356789E	8693744N / 356935E
HORA DE MUESTREO					13/06/2018	13/06/2018	13/06/2018
CATEGORIA					12:50:00	17:14:00	18:20:00
SUBCATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Metales Totales							
Plomo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0014	2.7196	0.2174
Potasio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	4.04	2.13	1.13
Rubidio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0275	0.0304	0.0069
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	0.0178	<0.0013
Silice Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.09	0.27	15.41 *	28.20 *	18.33 *
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	7.20	13.18	8.57
Sodio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.006	0.019	30.092	4.686	7.114
Talio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	0.00714	0.00026
Tantalo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	0.054	<0.003
Thorio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	0.01740	<0.00019
Titanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	0.0127	<0.0006
Uranio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000349	0.001865	0.000135
Vanadio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	0.0389	<0.0003
Wolframio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	0.0017	<0.0006
Yterbio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	0.00283	0.00027
Zinc Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	16.2195	493.9288	21.5116
Zirconio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045	0.00064	<0.00045

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PAS-8
FECHA DE MUESTREO					8693963N / 357116E
HORA DE MUESTREO					13/06/2018
CATEGORIA					18:50:00
SUBCATEGORIA					AGUA NATURAL
					AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
Aniones					
Sulfato	EW_EPA300_0	mg/L	0.01	0.03	2,404.65



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



Registro N° LE - 002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1812547**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PAS-8
FECHA DE MUESTREO					8693963N / 357116E
HORA DE MUESTREO					13/06/2018
CATEGORIA					18:50:00
SUBCATEGORIA					AGUA NATURAL
					AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
Metales Totales					
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	65.356
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00013	2.50739
Arsénico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	151.39722
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	2.5600
Berilio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00995
Bismuto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.50875
Boro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	0.274
Cadmio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	1.13539
Calcio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.003	0.009	163.510
Cerio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00008	0.00024	0.23331
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.1164
Cobalto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.29175
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	20.00241
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0935
Estaño Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.02889
Estroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.9246
Fósforo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.015	0.047	14.241
Galio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	0.03778
Germanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0070
Hafnio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	1,481.3644
Lantano Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	0.1139
Litio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0180
Lutecio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00011
Magnesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	28.664
Manganeso Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	12.55800
Mercurio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	0.01125
Molibdeno Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.10972
Niobio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.2898
Plata Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	1.411135
Plomo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	80.0030
Potasio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	68.43



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1812547**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PAS-8
FECHA DE MUESTREO					8693963N / 357116E
HORA DE MUESTREO					13/06/2018
CATEGORIA					18:50:00
SUBCATEGORIA					AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
Metales Totales					
Rubidio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	0.3758
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	0.1551
Silice Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.09	0.27	46.30 *
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	21.64
Sodio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.006	0.019	9.852
Talio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.01334
Tantalo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	0.208
Thorio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00006	0.00019	0.04816
Titanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.2429
Uranio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	0.002253
Vanadio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0716
Wolframio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0110
Yterbio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00259
Zinc Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	260.3914
Zirconio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00015	0.00045	0.00510

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1812547**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	0 - 7%	NA - 94%	93%	1%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	0 - 4%	97 - 101%	96%	4%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0 - 4%	95 - 99%	104%	0%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 3%	96 - 97%	98%	5%
Berilio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0 - 8%	93 - 95%	96%	0%
Bismuto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0 - 1%	101%	101%	2%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	0 - 7%	92 - 101%	97%	1%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0 - 5%	97 - 102%	101%	3%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	1 - 4%	104 - 105%	99%	0%
Cerio Total	mg/L	0.00024	<0.00024	0 - 5%	96%	95%	2%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 5%	97 - 101%	100%	5%
Cobalto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0 - 8%	100 - 109%	105%	1%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0 - 5%	99 - 108%	102%	1%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 2%	98 - 107%	97%	1%
Estaño Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0 - 1%	102 - 105%	102%	2%
Estroncio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	1 - 5%	97 - 98%	91%	0%
Fósforo Total	mg/L	0.047	<0.047	0 - 5%	NA - 95%	97%	0%
Galio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	0 - 6%	93 - 97%	94%	6%
Germanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 1%	91 - 97%	97%	1%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0 - 3%	96 - 100%	91%	6%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0 - 8%	105%	99%	2%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0 - 2%	93 - 98%	97%	3%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 6%	91 - 95%	96%	1%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0 - 6%	94 - 97%	94%	2%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	0 - 0%	106 - 107%	100%	1%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0 - 8%	102 - 104%	98%	2%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	101 - 102%	101%	2%
Molibdeno Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0 - 7%	98 - 101%	99%	1%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	98 - 106%	91%	0%
Niquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 6%	102 - 107%	100%	1%
Plata Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0 - 1%	101 - 105%	106%	1%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 2%	102 - 104%	102%	1%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	0 - 7%	NA - 102%	101%	1%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	0 - 6%	94 - 98%	107%	2%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0 - 2%	94 - 97%	103%	0%
Silice Total	mg/L	0.27	<0.27	0 - 4%	NA - 98%	91%	0%
Silicio Total	mg/L	0.13	<0.13	0 - 6%	NA - 98%	91%	0%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	0 - 7%	102 - 105%	98%	1%
Talio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	102 - 103%	101%	2%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	94 - 99%	99%	1%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0 - 2%	97 - 99%	96%	0%
Thorio Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0 - 4%	98 - 104%	97%	1%
Titanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 5%	NA - 103%	98%	4%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0 - 4%	103%	105%	1%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 5%	101 - 105%	101%	0%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 2%	102 - 103%	98%	5%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0 - 7%	96 - 98%	94%	3%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	0 - 8%	99 - 105%	99%	1%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	0 - 2%	93 - 98%	93%	5%
Sulfato	mg/L	0.03	<0.03		99 - 101%	99 - 100%	0%



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1812547**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_CPA200_0	Callao	Metales Totales	EPA 200.8, Rev 5.4: 1994. Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.
EW_EPA300_0	Callao	Aniones	EPA 300.0, Rev. 2.1. 1993. Determination Of Inorganic Anions By Ion Chromatography.

Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

(*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA , para la matriz en mención.

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fé pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

Última Revisión Julio 2015

Anexo N° 9: Factores de peligrosidad

Factores de Peligrosidad

- Temperatura

La temperatura es tal vez el parámetro físico más importante del agua. Además de afectar la viscosidad y la velocidad de las reacciones químicas, interviene en el diseño de la mayoría de los procesos de tratamiento del agua. (Castro, V. 2013)

- pH

El pH es el término utilizado para expresar la intensidad de las condiciones ácidas o básica del agua. Por convención está definido como:

$$pH = -\log(H^+)$$

El pH mide el grado de acidez o de alcalinidad, pero no determina el valor de la acidez ni de la alcalinidad. Este parámetro puede ser medido en campo o en laboratorio por medio de instrumentos electrónicos (phchímetro).

- Conductividad eléctrica

Es un indicativo de las sales disueltas en el agua y mide la cantidad de iones especialmente de Ca, Mg, Na, O, bicarbonatos, cloruros y sulfatos. Se mide en micromhos/cm. o Siemens/cm.

Este parámetro es una medida indirecta de los sólidos disueltos. Las aguas que contienen altas concentraciones de conductividad son corrosivas. (Castro, V. 2013)

- Sulfatos

Los sulfatos y otros iones, como los fosfatos, pueden actuar como laxantes cuando se ingieren en cantidades elevadas que superan la capacidad del intestino para absorberlos. El agua con concentraciones superiores a 1600 mg/litro de sulfatos produce diarrea en animales durante la primera semana. Después este efecto desaparece. Estudios con agua de grifo, con voluntarios humanos indicaban efecto laxante en concentraciones de 1000-1200 mg/l. Otros estudios, han observado la aparición de diarrea en recién nacidos expuestos bruscamente a valores superiores a 650 mg/litro de sulfatos. En adultos. En adultos, se pueden sentir efectos laxantes a

partir de los 750 mg/litro. (<https://www.caib.es/sites/salutambiental/es/sulfats-26202/>)

- Sólidos disueltos totales

Los sólidos disueltos totales (SDT) comprenden las sales inorgánicas (principalmente de calcio, magnesio, potasio y sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos) y pequeñas cantidades de materia orgánica que están disueltas en el agua. Los SDT presentes en el agua de consumo proceden de fuentes naturales, aguas residuales, escorrentía urbana y aguas residuales industriales. Las sales empleadas en algunos países para eliminar el hielo de las carreteras también contribuyen a aumentar el contenido de SDT en el agua de consumo. Debido a las diferentes solubilidades de diferentes minerales, las concentraciones de SDT en el agua varían considerablemente de unas zonas geológicas a otras.

No se dispone de datos fiables sobre posibles efectos para la salud asociados a la ingestión de SDT presentes en el agua de consumo y no se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud. No obstante, la presencia de concentraciones altas de SDT en el agua de consumo puede resultar desagradable para los consumidores.

Las Normas internacionales para el agua potable de la OMS de 1958 sugirieron que concentraciones de sólidos totales superiores a 1500 mg/l afectarían notablemente a la potabilidad del agua. Las Normas internacionales de 1963 y 1971 mantuvieron este valor como concentración máxima admisible o permisible. En la primera edición de las Guías para la calidad del agua potable, publicada en 1984, se estableció un valor de referencia de 1000 mg/l para los SDT, basado en consideraciones gustativas. En las Guías de 1993 no se propuso ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para los SDT, ya que no se disponía de datos fiables sobre posibles efectos sobre la salud asociados a la ingestión de SDT en el agua de consumo. No obstante, la presencia de concentraciones altas de SDT en el agua de consumo (superiores a 1200 mg/l) puede resultar desagradable para los consumidores. El agua con concentraciones muy bajas de SDT también puede ser inaceptable debido a su falta de sabor (OMS. 2018).

- Aluminio

Las fuentes más comunes de aluminio en el agua de consumo son el aluminio de origen natural y las sales de aluminio utilizadas como coagulantes en el tratamiento del agua. La presencia de aluminio en concentraciones mayores que 0,1–0,2 mg/l suele ocasionar quejas de los consumidores como consecuencia de la precipitación del floculo de hidróxido de aluminio en los sistemas de distribución y el aumento de la coloración del agua por el hierro. (OMS. 2018)

La absorción de niveles elevados de aluminio causa daños en el tejido nervioso, llegando a producir daños cerebrales graves e incluso fatales (Nordberg, G. 2012)

- Arsénico

El arsénico (As) es un semi metal altamente tóxico y cancerígeno el cual se encuentra presente en la naturaleza debido principalmente a fuentes antropogénicas, como minería, manufactura, combustión, entre otros procesos. (Castro, V. 2013)

La intoxicación aguda con compuestos de arsénico suele ir acompañada de anemia y leuco penia, especialmente granulocitopenia. En los supervivientes, dichos efectos revierten generalmente en 2-3 semanas. También se observa hepatomegalia reversible, pero las pruebas de función hepática y las enzimas hepáticas suelen ser normales. En las personas que sobreviven a una intoxicación aguda, es frecuente que aparezcan alteraciones neurológicas periféricas algunas semanas después de la ingestión. (Nordberg, G. 2012)

Entre los principales efectos que el arsénico produce en plantas está la reducción de germinación de semillas, siendo el arsenito el que mayores efectos tiene debido a que es más fitotóxico que el arsenato. (Castro, V. 2013)

- Cadmio

La absorción del cadmio por parte de plantas y la biodisponibilidad del elemento en el suelo depende de varios factores, como el pH, el potencial óxido-reductor, la capacidad de intercambio catiónico, la presencia de materia orgánica y otros elementos en el suelo, temperatura y el contenido de arcillas. Así entonces, la acumulación del cadmio por plantas será mayor cuando el pH disminuya y menor cuando este aumente. (Castro, V. 2013)

Se han producido casos de intoxicación crónica por cadmio tras exposiciones profesionales prolongadas a humos o polvo de óxido de cadmio y a estearatos de cadmio. Los cambios asociados con la intoxicación crónica por cadmio pueden ser locales, en cuyo caso se afectan las vías respiratorias, o sistémicos, debidos a la absorción de cadmio. Las alteraciones sistémicas incluyen lesiones renales, con proteinuria y anemia. estudios epidemiológicos demuestran una relación dosis respuesta y un aumento en la mortalidad por cáncer pulmonar en los trabajadores expuestos al cadmio. (Nordberg, G. 2012)

La absorción de los compuestos de cadmio depende de su solubilidad. El cadmio se acumula principalmente en los riñones y su semivida biológica en el ser humano es prolongada, de 10 a 35 años. Hay pruebas de que el cadmio es cancerígeno por inhalación, y el CIIC ha clasificado el cadmio y los compuestos de cadmio en el Grupo 2^a (probablemente cancerígenos para los humanos). (OMS.2018)

- Cobre

Cuando se beben aguas carbonatadas o zumos de cítricos que han estado en contacto con recipientes, cañerías, grifos o válvulas de cobre se puede producir irritación del tracto gastrointestinal, que pocas veces llega a ser grave. (Nordberg, G. 2012)

- Hierro

La inhalación de polvo que contenga óxido de hierro o sílice puede originar neumoconiosis, pero no existen conclusiones definitivas con relación al papel de las partículas de óxido de hierro en el desarrollo del cáncer de pulmón en el hombre. Los experimentos en animales indican que el polvo de óxido de hierro podría actuar como una sustancia “co-cancerígena”, favoreciendo el desarrollo del cáncer cuando se combina simultáneamente con la exposición a sustancias cancerígenas. (Nordberg, G. 2012)

El hierro (ya sea fundido o dúctil) se utiliza con frecuencia en sistemas de distribución de agua y su corrosión genera preocupación. Si bien la falla estructural debido a la corrosión del hierro es rara, los problemas de calidad del agua (p. ej., el "agua roja") puede surgir como resultado de la corrosión excesiva de las tuberías de hierro. La corrosión del hierro es un proceso complejo que consiste en la oxidación del metal, normalmente por el oxígeno disuelto, que en última instancia forma un

precipitado de hierro (III). Esto conduce a la formación de protuberancias en la superficie de la tubería. Los principales factores de la calidad del agua que determinan si el precipitado formará una costra protectora son el pH y la alcalinidad. Las concentraciones de calcio, cloruro y sulfato también influyen en la corrosión del hierro. Se ha logrado controlar con éxito la corrosión de hierro mediante el ajuste del pH entre 6.8 a 7.3, de la dureza y la alcalinidad al menos a 40 mg/l (como carbonato de calcio), la sobresaturación con carbonato de calcio de 4 a 10 mg/l y una relación de la alcalinidad con el cloruro más sulfato de al menos 5 (cuando ambos se expresan como carbonato de calcio).

Los silicatos y polifosfatos se describen a menudo como inhibidores de la corrosión, pero no hay garantía de que vayan a inhibir la corrosión en los sistemas de distribución de agua. Sin embargo, pueden formar complejos con el hierro disuelto (en forma de hierro II) y evitar su precipitación que se hace visible como herrumbre roja. Estos compuestos más bien pueden enmascarar los efectos de la corrosión en lugar de prevenirlos. El ortofosfato es un posible inhibidor de la corrosión y, como los polifosfatos, se utiliza para evitar el "agua roja". (OMS.2018)

- Manganeseo

La intoxicación crónica por manganeso puede tener manifestaciones nerviosas o pulmonares. Si afecta al sistema nervioso. (Nordberg, G. 2012)

El manganeso para las plantas se vuelve tóxico especialmente en suelos ácidos, con un bajo pH (menor a 5) ya que el Mn se vuelve soluble y puede ser absorbido. Dentro de los efectos de la toxicidad por manganeso, este suele acumularse con mayor concentración en hojas, a diferencia de otros metales que lo hacen en raíces y tallos (Castro, V.2013)

El manganeso es un elemento esencial para los seres humanos y los animales. Varios estudios epidemiológicos han sugerido que el manganeso soluble en el agua potable está asociado con efectos adversos en el aprendizaje de los niños. Estos hallazgos aún no se han confirmado y se debe demostrar que la asociación es casual. Los datos experimentales con animales, especialmente los datos sobre roedores, no son apropiados para evaluar el riesgo humano porque los requerimientos fisiológicos del manganeso varían entre diferentes especies.

No representa una preocupación para la salud en los niveles que suelen causar problemas de aceptabilidad en el agua potable. Sin embargo, hay circunstancias en las que el manganeso puede permanecer en solución en concentraciones más altas en algunas aguas ácidas o anaerobias, especialmente en las aguas subterráneas. (OMS.2018)

- Mercurio

Los síntomas de una intoxicación aguda son: irritación pulmonar (neumonía química), que puede producir edema pulmonar agudo. La intoxicación grave se caracterizaba por importantes trastornos renales, digestivos, mentales y nerviosos. (Nordberg, G. 2012)

El mercurio inorgánico está presente en aguas superficiales y subterráneas, en concentraciones generalmente menores de 0.5 $\mu\text{g/l}$, aunque pueden darse concentraciones mayores en aguas subterráneas por la presencia de menas de mercurio.

Los efectos tóxicos de los compuestos inorgánicos del mercurio se observan principalmente en los riñones, tanto en personas como en animales de laboratorio, tras exposiciones breves o prolongadas. En las ratas, estos efectos incluyen el aumento del peso absoluto y relativo de los riñones, la necrosis tubular, la proteinuria y la hipoalbuminemia. En el ser humano, la toxicidad aguda por la vía oral produce principalmente gastritis hemorrágica y colitis, aunque el daño principal se produce en los riñones. El conjunto de pruebas indica que el cloruro de mercurio (II) puede aumentar la incidencia de algunos tumores benignos en los tejidos afectados y que posee una actividad genotóxica débil, pero no causa mutaciones puntuales. (OMS.2018)

- Plomo

En el caso de las plantas, el Pb puede ser absorbido desde el suelo o por vía aérea por la deposición seca del plomo. En el suelo, la disponibilidad del Pb depende de la cantidad de materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico del suelo y pH, sobre todo a valores entre 3.5 y 8. Las raíces suelen absorber mucho más plomo que las hojas, y es en esta parte donde se suele acumular en mayores cantidades que en hojas, tallos florecencias o semillas. Así, la acumulación de Pb en raíces se da

principalmente en las paredes celulares y vacuolas de células radiculares, lo que provoca que las raíces se tornen de un color negruzco y se observe una reducción en su tamaño. Adicionalmente, las raíces laterales son más sensibles que las primarias a la presencia del Pb en el suelo. Por otra parte, la absorción en hojas depende de la edad de las mismas, encontrándose más Pb en hojas caducas que jóvenes. (Castro, V. 2013)

Los efectos biológicos del plomo son los mismos independientemente de que entre en el organismo por inhalación o ingestión. El plomo interfiere con la función celular normal y con varios procesos fisiológicos. pueden observarse, Efectos neurológicos, Efectos hematológicos. Efectos, endocrinos. Efectos renales, Efectos sobre la reproducción y el desarrollo, Efectos cancerígenos. (Nordberg, G. 2012)

- Zinc

El zinc es un nutriente esencial. Es un componente de las meta loenzimas que participan en el metabolismo de los ácidos nucleicos y en la síntesis de las proteínas. El zinc no se acumula en el organismo y los expertos en nutrición recomiendan una ingesta diaria mínima de zinc. Su absorción es más fácil a partir de proteínas animales que de productos vegetales. (Nordberg, G. 2012)

En altas concentraciones en plantas, los efectos típicos que presenta son un retardo en el crecimiento, interferencia en ciertos metabolismos, las hojas se tornan marrones desde el centro de la misma hacia la punta y posteriormente expandiéndose hacia los bordes,

pudiendo culminar en clorosis. El zinc en animales es utilizado en enzimas y metabolismo normal de proteínas, pero los efectos tóxicos de este micronutriente, en concentraciones de 4 a 8 g/kg incluyen disminuciones en el crecimiento, rigidez, hemorragias alrededor de las articulaciones de los huesos y excesiva absorción ósea. En niveles de 0.9 a 1.7 g/kg, se produce una reducción del apetito e inducen al apetito depravado, manifestado por masticar madera y un consumo elevado de suplementos minerales. (Castro, V. 2013)

- Conflictos socioeconómicos

Pueden destacarse algunas características generales de los conflictos sociales. En primer lugar, son procesos, es decir, no son estáticos y tienen un desarrollo temporal. En este sentido, pueden analizarse en términos de ciclos o series de ciclos con un inicio, un desarrollo y un cierre, que puede ser parcial o total. Estos procesos tienen lugar en el ámbito público, por lo que se excluyen las disputas del espacio privado. En cuanto al ambiente, un daño en el mismo puede considerarse como la base de un potencial conflicto ambiental. Se puede presentar como conflicto ambiental y conflicto socio ambiental, en el primer caso, se trataría de conflictos relacionados con el daño a los recursos naturales, donde la oposición proviene principalmente de actores exógenos, por lo común activistas de organizaciones ambientalistas. Esta lectura toma en cuenta las organizaciones que defienden el ambiente y los recursos naturales. En el segundo caso, los conflictos también involucran a las comunidades directamente afectadas por los impactos derivados de un determinado proyecto. (Walter, M. 2009)

- Conflictos sociales

El conflicto social debe ser entendido como un proceso complejo en el cual sectores de la sociedad, el Estado y las empresas perciben que sus objetivos, intereses, valores o necesidades son contradictorios y esa contradicción puede derivar en violencia. (Defensoría del pueblo.2018)

- Estado de conflictos

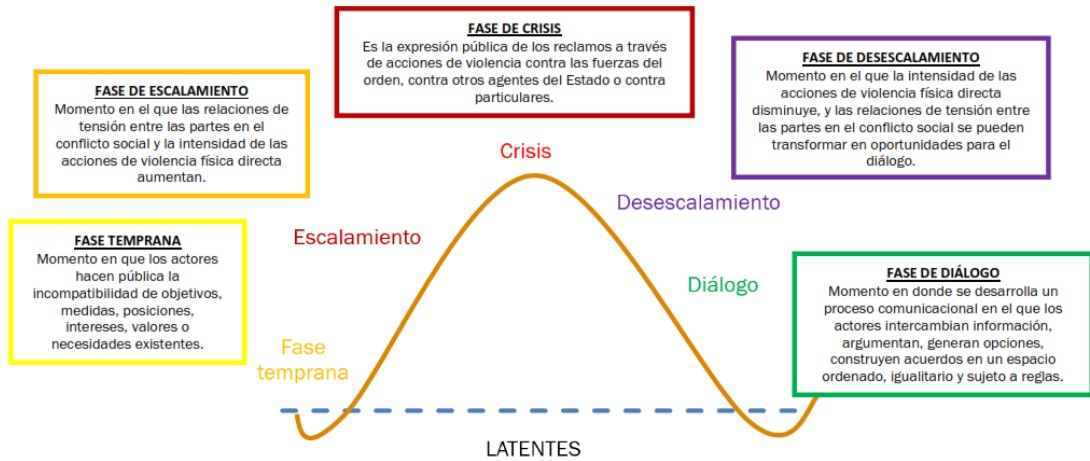
Conflicto activo: Es el conflicto social expresado por alguna de las partes o por terceros a través de demandas públicas, formales o informales. (Defensoría del pueblo.2018)

Conflicto latente: Es el conflicto social no expresado públicamente. Permanece oculto, silencioso o inactivo, en el que se puede observar la concurrencia de factores que tienen un curso de colisión pero que no se manifiestan o habiéndose manifestado han dejado de hacerlo durante un tiempo considerable. (Defensoría del pueblo.2018)

Conflicto resuelto: Es el conflicto social cuya solución aceptada por las partes, mediante acuerdos, normas, resoluciones, dan por concluida la disputa. (Defensoría del pueblo.2018)

- Fases de los conflictos Sociales

Son los momentos por los que puede pasar un conflicto social activo, en función al incremento o disminución de la violencia, y las posibilidades de diálogo y entendimiento. (Defensoría del pueblo.2018)



Fuente defensoría del pueblo 2018

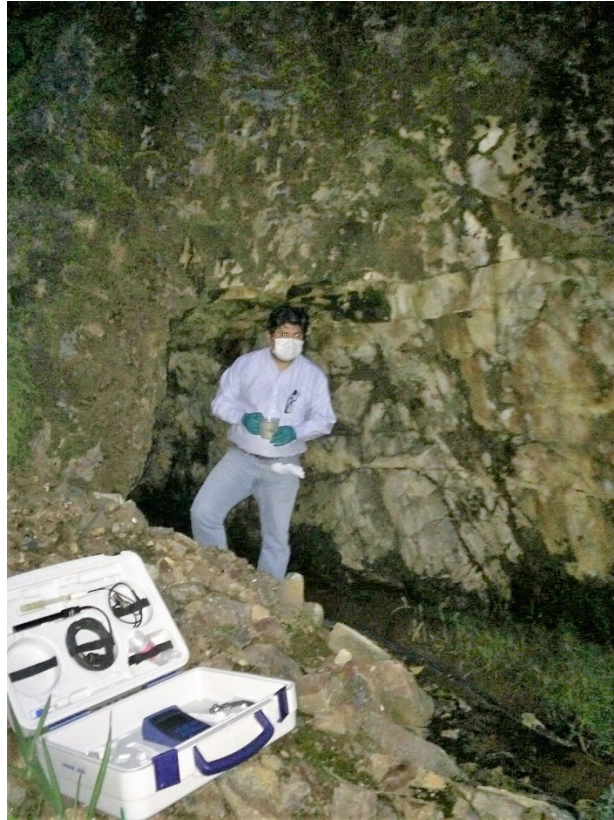
Anexo N° 10: Galería de Fotos



Monitoreo en el PAS-1



Monitoreo en el PAS-8



Monitoreo en el PAS-14



Monitoreo en el PAS-16