

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA Y TEXTIL**



**EVALUACION DE LA LINEA BASE AMBIENTAL
PARA EL PROYECTO MINERO MAMA-AYACUCHO**

TESIS

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO QUIMICO**

PRESENTADO POR:

FRANK OMAR MALDONADO LEIVA

LIMA-PERU

2007

RESUMEN

El presente documento técnico es el resultado del estudio realizado para determinar la Línea Base Ambiental en su aspecto Físico, correspondiente al Área de Influencia de una Concesión Minera, ubicada en el Centro Poblado Mama-Ayacucho, próximamente a ser explotada.

Como consecuencia de las actividades mineras los medios sociales serán afectados, por lo que el desarrollo del Estudio analiza los aspectos más relevantes, sin llegar a sus detalles.

La información técnica necesaria al estudio proviene de dos fuentes primarias. La primera, resultado de la búsqueda bibliográfica referida a la zona; y la segunda, corresponde a la información específica que ha sido derivada de dos expediciones realizadas al lugar de la Concesión Minera.

Obtener cierta información de base, habría requerido el desarrollo de actividades que demandaban un alto costo; para salvar esta situación se ha asumido la información técnica correspondiente ha una zona minera semejante al caso de estudio.

Por consulta directa a la comunidad del Centro Poblado Mama se pudo determinar la información referente a sus expectativas de desarrollo, grado de organización, identificación de potencialidades y adversidades, entre otros.

El estudio y análisis cualitativo de toda esta información ha permitido la identificación de los impactos que las actividades mineras ocasionarán en el medio físico en sus diferentes factores. Considerando la convergencia de conocimientos interdisciplinarios, el análisis y discernimiento de determinados impactos se han realizado con el apoyo de profesionales especializados.

Posteriormente y mediante procedimientos de cálculos ingenieriles predictivos, se ha cuantificado para cada factor el grado de impacto ambiental.

Por el grado y magnitud de la cuantificación predictiva se concluye que: como resultado de los procesos de lixiviación natural que ocurrirán, los factores calidad de agua y suelo serán los mayormente alterados, y por efecto de la mecánica de fluidos, el impacto alcanzará áreas ubicadas a 30km de distancia, afectando al medio social y biológico.

Las recomendaciones que se proponen se sustentan por los riesgos previstos inmediatos y en el tiempo, que se producirán en el medio físico de no ser aplicados.

El estudio concluido constituye un documento técnico de consulta, para uso de los interesados.

INDICE

CAPITULO N°I: PROVINCIA DE HUANTA-AYACUCHO

1.1 Introducción.....	1
1.2 Localización Geográfica.....	1
1.3 Actividades Económicas de la Provincia.....	1
1.4 Indicadores de Calidad de Vida.....	1

CAPÍTULO N°II- LÍNEA BASE AMBIENTAL

2.1 Introducción.....	3
2.2 Localización Geográfica.....	4
2.3 Características Climáticas del Area de Concesión Minera.....	7
2.3.1 Temperatura	7
2.3.2 Precipitaciones	7
2.3.3 Evapotranspiración	7
2.4 Geología Local	7
2.5 Agua Superficial	9
2.5.1 Cuerpos de Agua Superficial	9
2.5.2 Calidad del Agua Superficial	9
2.5.3 Interpretación de resultados del Análisis del Agua Superficial	12
2.5.4 Agua Subterránea	17
2.6 Velocidad y Dirección del Viento.....	17
2.6.1 Interpretación de los datos de características del Viento	20
2.6.2 Calidad del Aire y Niveles de Ruido.....	20
2.7 Suelo.....	22
2.7.1 Interpretación de resultados del Análisis edafológico	22
2.7.2 Interpretación de resultados del Análisis de Metales en el Suelo	26
2.8 Zonas de Interés Nacional	26

CAPÍTULO N°III: COMUNIDADES

3.1 Introducción.....	28
3.2 Comunidades existentes.....	28
3.2.1 Etnias.....	28
3.3 Evaluación del Nivel de Conocimiento del Proyecto Minero.....	30
3.4 Aplicación de la Matriz FODA a la Comunidad.....	31

CAPÍTULO N°IV: EL PROYECTO MINERO

4.1 Introducción	34
4.2 Localización Geográfica.....	34
4.3 Rutas de acceso.....	34
4.4 Antecedentes Históricos y Finalidad.....	35
4.5 Tamaño de la Empresa Minera	35
4.6 Etapas y Operaciones Mineras a desarrollarse.....	36
4.6.1 Etapa de Desarrollo	37
4.6.2 Etapa de Explotación.....	37
4.6.2.1 Operación de Perforación y Voladura.....	37
4.6.2.2 Operación de Acarreo, Carga y Transporte.....	38
4.6.2.3 Operación de Trituración Primaria.....	38
4.6.2.4 Operación de Comercialización.....	38
4.6.3 Etapa de Cierre de Mina.....	38
4.6.3.1 Operación de Desmantelamiento y Salvamento.....	38
4.6.3.2 Operación de Estabilización Física y Geoquímica.....	39
4.6.3.3 Operación de Reestablecimiento de la forma del Terreno y	39
Arborización	
4.6.3.4 Operación de Programas Sociales.....	39
4.7 Características Técnicas del Proyecto Minero.....	40
4.7.1 Tipo de Mina.....	40
4.7.2 Estimado de Vida Util de la Mina.....	40
4.7.3 Generación de Coproductos	40
4.8 Equipamiento Minero.....	40

4.8.1 Equipos en la Operación de Perforación y Voladura.....	40
4.8.2 Equipos en la Operación de Acarreo, Carga y Transporte.....	41
4.8.3 Equipos en la Operación de Trituración Primaria.....	41
4.8.4 Equipos en la Operación de Comercialización.....	41
4.8.5 Otros equipos.....	41
4.9 Plan de Voladura.....	41
4.10 Plan de Minado.....	42
4.11 Estimados de Generación de Residuos durante la Vida Util.....	42
del Proyecto	
4.11.1 Desmonte de Mina.....	42
4.11.2 Residuos Sólidos Domésticos.....	43
4.11.3 Residuos Peligrosos.....	43
4.11.4 Aguas Residuales Domésticas.....	43
4.12 Estimado de Consumo de Agua.....	44
4.13 Estimado de Consumo de Combustible.....	44

CAPÍTULO N°V: IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS POTENCIALES

5.1 Introducción	46
5.2 Identificación y Análisis de los Impactos Potenciales en la.....	46
Etapa de Desarrollo	
5.2.1 Impactos Potenciales en la Operación: Expropiación de Predios	48
5.2.2 Impactos Potenciales en la Operación: Explanación y Movimiento....	48
de Tierras	
5.2.3 Impactos Potenciales en la Operación: Construcción de.....	48
Infraestructura Minera	
5.3 Identificación y Análisis de los Impactos Potenciales en la.....	49
Etapa de Explotación	
5.3.1 Impactos Potenciales en la Operación: Perforación y Voladura.....	49
5.3.2 Impactos Potenciales en la Operación: Acarreo, Carga y Transporte ..	50
5.3.3 Impactos Potenciales en la Operación: Trituración Primaria	51

5.3.4 Impactos Potenciales en la Operación: Comercialización	51
5.3.5 Impactos Potenciales a generarse por el Botadero de Desmonte	51
de Roca	
5.3.6 Impactos Potenciales a generarse por el vertido de Aguas	52
Residuales Domésticas	
5.4 Identificación y Análisis de los Impactos Potenciales en la	52
Etapa de Cierre de Mina	
5.4.1 Actividades en la Operación: Desmantelamiento y Salvamento.....	52
5.4.2 Actividades en la Operación: Estabilización Física y Geoquímica ...	53
5.4.3 Actividades en la Operación: Restauración de la forma del Terreno...	53
y Arborización	
5.4.4 Actividades en la Operación: Programas Sociales.....	54
5.5 Identificación de Impactos Potenciales que ocasionaría la ejecución...	54
del Proyecto Minero en el Ambiente de Interés Humano	

CAPÍTULO N°VI: IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS FACTORES AMBIENTALES SUSCEPTIBLES DE RECIBIR IMPACTOS POTENCIALES

6.1 Introducción	56
6.2 Factor Calidad de Agua Superficial.....	56
6.3 Factor Hidrología Superficial	58
6.4 Factor Calidad de Aire.....	59
6.5 Factor Ruido y Vibración.....	59
6.6 Factor Calidad de Suelo.....	59
6.7 Factor de Interés Humano.....	60

CAPÍTULO N°VII: PREDICCIÓN CUANTITATIVA DE IMPACTOS POTENCIALES SOBRE EL MEDIO AMBIENTE QUE GENERARÍA EL PROYECTO MINERO

7.1 Introducción.....	61
7.2 Drenaje Acido de Roca.....	62

7.2.1 Determinación del Potencial de Acidez, Potencial de Neutralización, y Potencial Neto de Neutralización y Acidez	62
7.2.2 Predicción Cuantitativa de Lixiviación Natural de Rocas de Desmonte	62
7.2.2.1 Teoría de la Lixiviación de Metales	63
7.3 Predicción Cuantitativa de Arrastre de Partículas Sólidas	65
7.4 Predicción Cuantitativa de Generación de Contaminantes Orgánicos	65
7.5 Predicción Cuantitativa de Emisión de Contaminantes Atmosféricos	68
7.6 Predicción Cuantitativa de Emisión de Contaminante Ruido	69
 CAPÍTULO N°VIII: ESTIMACIÓN DE RIESGOS	
8.1 Introducción	70
8.2 Estimación de Riesgos por Drenaje Acido de Mina	70
8.2.1 Factores que determinan la Movilización de Contaminantes	70
8.2.2 Riesgos de Contaminación del Suelo por el Drenaje Acido	72
8.2.3 Riesgos de Contaminación del agua del Río Mama por el Drenaje Acido	73
8.3 Riesgos por Deposición de Sedimentos	75
8.4 Riesgos por Vertido de Aguas Residuales Domésticas	77
8.5 Riesgos por Emisiones Atmosféricas	77
8.6 Riesgos por Ruido	83
8.7 Determinación del Area de Influencia	84
 CAPÍTULO N°IX: CONTROL PREVENTIVO	
9.1 Introducción	86
9.2 Manejo del Botadero de Desmonte de Roca	86
9.3 Manejo de Aguas Residuales Mineras	87
9.3.1 Manejo del Drenaje Acido	87
9.4 Manejo de Aguas Residuales Domésticas	91
9.4.1 Diseño de la Trampa de Grasas	91
9.4.2 Diseño del Tanque Séptico	92

9.4.3 Diseño del Area de Infiltración	92
9.5 Manejo del Combustible	93
9.6 Manejo de la Perforación y Voladura.....	94
9.7 Manejo de Residuos Sólidos	94
9.8 Manejo de las Emisiones Atmosféricas	96
9.8.1 Manejo de las Emisiones Gaseosas.....	96
9.8.2 Manejo de las Emisiones de Material Particulado.....	96
9.9 Manejo del Ruido.....	97
9.10 Manejo de Conflictos Sociales	97
9.11 Programa de Monitoreo Ambiental.....	100
CONCLUSIONES.....	102
RECOMENDACIONES.....	106
APÉNDICE N°I	109
APÉNDICE N°II	119
APÉNDICE N°III.....	123
APÉNDICE N°IV.....	152
APÉNDICE N°V.....	162
GLOSARIO.....	165
BIBLIOGRAFÍA.....	169

INDICE DE CUADROS

Cuadro N°1 “Indicadores de Calidad de Vida de la Provincia de Huanta”.....	2
Cuadro N°2 “Análisis Físico, Químico, Metales, y Bacteriológico del Agua”	13
Cuadro N°3 “Interpretación de los resultados del Análisis Físico, Químico... Metales, y Bacteriológico del Agua Superficial”	14
Cuadro N°4 “Registros de la Velocidad del Viento dentro de la Concesión Minera”	19
Cuadro N°5 “Registros de la Dirección del Viento dentro de la Concesión Minera”	19
Cuadro N°6 “Línea Base de Calidad del Aire y Niveles de Ruido”.....	21
Cuadro N°7 “Análisis Edafológico”.....	24
Cuadro N°8 “Análisis de Metales en Suelo”.....	25
Cuadro N°9 “Evaluación de existencia de Areas Naturales Protegidas..... dentro de la Concesión Minera y Areas Aledañas”	27
Cuadro N°10 “Centros Poblados y Grupos Etnicos”.....	29
Cuadro N°11 “Población de Centros Poblados”.....	29
Cuadro N°12 “Actividades Económicas de la Población”.....	29
Cuadro N°13 “Evaluación del Nivel de Conocimiento respecto del Proyecto Minero”	30
Cuadro N°14 “Resultados del Taller FODA aplicado a la Comunidad”.....	32
Cuadro N°15 “Ruta de acceso al Yacimiento Minero”.....	35
Cuadro N°16 “Tasa Anuales de Minado”.....	42
Cuadro N°17 “Consumo de Combustible de Maquinarias y Vehículos”.....	45
Cuadro N°18 “Impactos Potenciales en la Calidad de Agua del Río Mama”..	57
Cuadro N°19 “Impactos Potenciales en la Calidad de Agua del..... Río Minasjasa”	58
Cuadro N°20 “Impactos Potenciales en la Hidrología Superficial”.....	58
Cuadro N°21 “Impactos Potenciales en la Calidad del Aire”.....	59
Cuadro N°22 “Impactos Potenciales por Ruido y Vibración”.....	59
Cuadro N°23 “Impactos Potenciales en la Calidad de Suelo”.....	60

Cuadro N°24 “Impactos Potenciales de Interés Humano.....	60
Cuadro N°25 “Potencial de Acidez, Potencial de Neutralización y Potencial Neto de Neutralización”	62
Cuadro N°26 “Ejemplo de Calidad de Drenaje Acido en el Perú”.....	65
Cuadro N°27 “Deposición de Sedimentos sobre el Río Minasjasa”.....	65
Cuadro N°28 “Composición típica de Aguas Residuales sin tratar”.....	66
Cuadro N°29 “Generación de Contaminantes Orgánicos”.....	67
Cuadro N°30 “Generación de Contaminantes Atmosféricos”.....	68
Cuadro N°31 “Niveles de Emisión de Ruido de Maquinaria Minera”.....	69
Cuadro N°32 “Predicción de la Concentración de Metales en el Suelo..... del Cerro Carchahuayjo”	74
Cuadro N°33 “Predicción de la Concentración de Metales en el Río..... Minasjasa”	76
Cuadro N°34 “Toxicidad relativa de los Metales en Mamíferos”.....	77
Cuadro N°35 “Predicción de Concentración de Contaminantes Orgánicos.... en Río Mama”	78
Cuadro N°36 “Cálculo predictivo de Concentración de Contaminantes..... Atmosféricos”	80
Cuadro N°37 “Evaluación de Riesgos por exposición a Contaminantes..... Atmosféricos”	82
Cuadro N°38 “Riesgos por exposición al Ruido”.....	83
Cuadro N°39 “Dimensiones de Trampa de Grasas”.....	91
Cuadro N°40 “Determinación del Area de Infiltración”.....	92
Cuadro N°41 “Medidas Preventivas frente a la Contaminación Gaseosa”.....	96
Cuadro N°42 “Medidas Preventivas frente a la Contaminación por Material Particulado”	96
Cuadro N°43 “Medidas Preventivas frente a la Contaminación Acústica”.....	97
Cuadro N°44 “Programa de Monitoreo Ambiental”.....	101
Cuadro N°45 “Programa de Monitoreo Social”.....	101
Cuadro N°46 “Caracterización Metálica de 2 Vetas del Yacimiento Minero”	124

Cuadro N°47 “Composición Promedio Porcentual y en Peso de dos..... Muestras de Roca”	125
Cuadro N°48 “Potencial de Neutralización de una Muestra de Roca”.....	129
Cuadro N°49 “Datos para el cálculo de Deposición de Sedimentos en..... el Río Minasjasa”	131
Cuadro N°50 “Magnitud del factor de Erosión de Suelos (k)”.....	134
Cuadro N°51 “Magnitud del factor de Erosión C, para Llanuras, Pastizales y Tierras Vírgenes”	135
Cuadro N°52 “Emisión de Contaminantes Gaseosos provenientes de la..... Operación de Voladura”	139
Cuadro N°53 “Emisión de Contaminantes Gaseosos derivados del Tráfico... vehicular y del funcionamiento de Grupos Electrónicos”	141
Cuadro N°54 “Fórmulas a emplear para el cálculo de Emisiones de PM ₁₀ ”...	142
Cuadro N°55 “Tasa Anual de Emisiones de PM ₁₀ ”.....	144
Cuadro N°56 “Tasa Anual de Emisiones de PST”	151
Cuadro N°57 “Datos de entrada de Variables al Modelo Gaussiano”	159
Cuadro N°58 “Cálculo predictivo de Concentración de Contaminantes Atmosféricos”	161
Cuadro N°59 “Coeficientes de Escorrentía”.....	163

CAPITULO N°I: PROVINCIA DE HUANTA-AYACUCHO

ASPECTOS GENERALES

1.1 Introducción

En este capítulo se anota de manera breve las Actividades Económicas e indicadores de Calidad de Vida de la población de Huanta. Esta descripción ayudará a identificar el actual escenario económico y social en el cual se desarrollará el Proyecto minero.

1.2 Localización Geográfica

Huanta, se encuentra localizada a 48km de la capital de Ayacucho, en dirección Nor Este. Se accede por una carretera asfaltada. En auto, el tiempo de viaje de Huamanga (capital de la Región Ayacucho) a Huanta es de 50min.

1.3 Actividades Económicas de la Provincia

- El 61% de la Población Económicamente Activa (PEA) se ocupa en actividades agrícolas; el agro está constituido por la pequeña agricultura y la agricultura de autoconsumo.
- La actividad pecuaria es incipiente.
- El cultivo de la Coca, ocupa al 52% de la PEA y es la actividad que genera la mayor riqueza a la población.
- El 18% de la población que termina los estudios Secundarios ingresa a los institutos pedagógicos y técnicos, el restante se involucra en actividades agrícolas.
- No existe explotación minera, a pesar de la existencia de varios denuncios y peticiones de derechos mineros.

1.4 Indicadores de Calidad de Vida

En el Cuadro N°1, se anotan los indicadores de Calidad de Vida más importantes de la Provincia de Huanta.

CUADRO N°1 “INDICADORES DE CALIDAD DE VIDA DE LA PROVINCIA DE HUANTA” (1)

Indicador	Valor
Población al 2005 (hab.)	63 547,0
%Población rural-1996	58,8
Superficie (km ²)	3 878,9
Tasa de crecimiento anual (1981-1993)	-1,0
Salud-1996:	
- %Tasa de mortalidad infantil-1996	84,0
- %nacimientos atendidos por un profesional-1993	28,7
Educación (población > 15 años-1993):	
- %Analfabetos en toda la Provincia (habitantes > 15 años)	37,3
- %Analfabetismo en mujeres (población femenina > 15 años)	50,8
- %Analfabetismo en el sector rural (población rural > 15 años)	47,2
- %Analfabetismo en la población rural femenina (> 15 años)	63,9
Servicios Básicos-1999:	
- %Sin agua	29,62
- %Sin desagüe	86,70
- %Sin electricidad	77,84
Carreteras (km)-1997:	
- Longitud de carreteras	376,0
- Carretera asfaltada	12,0
- Carretera afirmada	43,0
- Trocha carrozable	164,0
- Trocha	77,0
- Otros	80,0

(1) Fuente: CTAR AYACUCHO (2001), “Plan Estratégico de Desarrollo Departamental 2001-2011”, pag.s: 25, 30, 48, 53, 132.

Se puede observar, que la población presenta un sesgo rural, por la migración hacia la capital de la provincia de los grupos étnicos quechuas (mayoritariamente) y ashánikas provenientes de las zonas altoandinas y de las zonas de selva (Valle Apurímac y Ene) en el periodo de la violencia política.

CAPITULO N°II: LINEA BASE AMBIENTAL

2.1 Introducción

En este capítulo describimos las características naturales de la Concesión Minera y Areas Aledañas; como se encuentran actualmente, antes del inicio del proyecto de explotación minera.

- Area de Concesión Minera: 2 km²
- Areas Aledañas: 144 km²

De acuerdo a los objetivos del Proyecto Tesis, el presente estudio tendrá su mayor relevancia en el impacto del Medio Físico (agua, aire y suelo) y en menor grado el impacto al Medio Social estudio que corresponde a otras especialidades profesionales.

Para la determinación de la Línea Base Ambiental, se ha recogido información proveniente de dos fuentes:

a. Información Base Existente

Las cuales provienen de publicaciones de estudios especializados de la Provincia de Huanta:

- Libro “Huanta-Aspectos Físicos, 1999”, para la caracterización ecológica y climática del lugar
- Mapa Geológico “El Cuadrángulo de Huanta-INGEMMET, 1996” para la caracterización geológica local del Proyecto Minero
- Mapa Geográfico “El Cuadrángulo de Huanta-IGN, 1995” para la descripción geográfica de los recursos hídricos y de caminos.

El Titular del Derecho Minero, ha proveído la siguiente información:

- Caracterización porcentual por componente metálico de dos vetas extraídas del yacimiento minero.

b. Información Base Faltante

Está constituida por la data puntual, correspondiente a la Concesión Minera y Areas Aledañas. Para obtener esta información técnica se realizaron dos expediciones en fechas 18/06/05 y 14/01/06.

La información faltante está constituida por la siguiente:

Calidad físico, químico, de metales, y bacteriológico del agua de ríos y lagunas.

- Características eólicas: velocidad y dirección predominante del viento.
- Calidad del suelo: edafología y metales pesados.
- Potencial de Acidez, Potencial de Neutralización y Potencial de Lixiviación (se muestran en el Cap. N°7).

En el Apéndice N°1, se adjuntan las copias fotostáticas de los Análisis de Agua y Suelo, efectuados en diversos laboratorios.

Una vez procesada la información se ha elaborado una Maqueta a escala 1/18182, señalando cada uno de los aspectos naturales y sociales existentes, como son: localización geográfica de centros poblados y minas antiguas, zonas ecológicas existentes, actividades agropecuarias, geología local, recursos hídricos, características eólicas, tipos de suelo y caminos de herradura.

La fotografía de la maqueta, se muestra en la Figura N°1.

2.2 Localización Geográfica

La Concesión Minera se encuentra circunscrita dentro del Centro Poblado de Mama, como se ilustra en la Figura N°2.

- Coordenadas UTM de la Concesión Minera:

	Coordenadas UTM	
	Norte	Este
Vértice 1	8606	595
Vértice 2	8605	595
Vértice 3	8605	593
Vértice 4	8606	593

FIGURA N°1 “MAQUETA EXPOSITIVA DE CARACTERÍSTICAS NATURALES DE LA CONCESIÓN MINERA Y AREAS ALEDAÑAS”

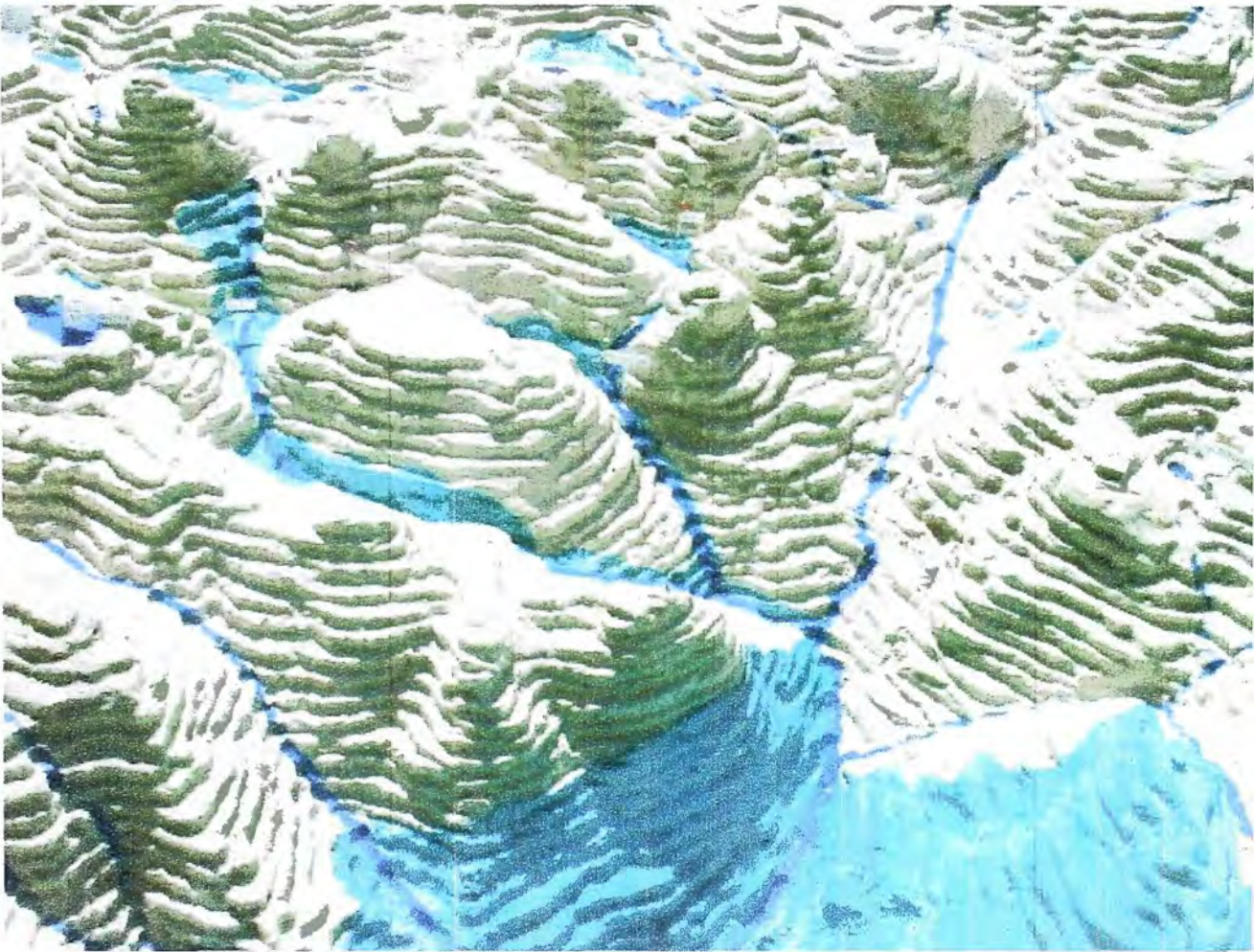


FIGURA N°2 “MAPA DE LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO MINERO”



	Coordenadas UTM de la de Concesión Minera	
	Norte	Este
Vértice 1	8606	595
Vértice 2	8605	595
Vértice 3	8605	593
Vértice 4	8606	593

Centro Poblado: Mama-cota promedio 3850msnm

- Distrito de Sivia, Provincia de Huanta, Departamento de Ayacucho
- Carta Geográfica: 26ñ-Huanta, escala 1/100000
- Zona: 18

2.3 Características Climáticas de la Concesión Minera

La Concesión Minera va desde la cota 3510 al 4000msnm, y está comprendida dentro de la clasificación N°10 – Zona de Vida Natural “Bosque Pluvial-Montano Subtropical”⁽²⁾, conocido con el nombre de Ceja de Montaña. Las características climáticas propias de esta zona de vida natural, son las siguientes:

2.3.1 Temperatura ⁽²⁾

- Temperatura media anual máxima: 12°C
- Temperatura media anual mínima: 6°C

2.3.2 Precipitaciones ⁽²⁾

- Precipitaciones media anual máximo: 4 000 mm
- Precipitaciones media anual mínimo: 2 000 mm
- Estación húmeda: diciembre a marzo
- Estación seca: mayo a julio

2.3.3 Evapotranspiración ⁽²⁾

- Evapotranspiración media anual máximo: 750mm
- Evapotranspiración media anual mínimo: 375mm

2.4 Geología Local

La geología de la Concesión Minera presenta dos tipos diferentes de unidades lito estratigráficas, conforme se muestra en la Figura N°3, cuyas características son:

- Zona 1: Depósitos Gladofluviales (Qh-gf)
- Zona 2: Grupo Tarma (Cs-t)

(2) Fuente: Oré, Juan (1999), “Huanta: Aspectos Físicos”, pags: 33-34.

2.5 Agua Superficial

2.5.1 Cuerpos de Agua Superficial

- Dentro de la Concesión Minera: Río Mama y Río Minasjasa
- En zonas colindantes a la Concesión Minera: Laguna Ranacocha y Río Choimacota

2.5.2 Calidad del Agua Superficial

Se consideró realizar el análisis físico químico, de metales, y bacteriológico de los Ríos Mama y Minasjasa que se encuentran dentro de la Concesión Minera, en razón que estarán en contacto directo con todo tipo de contaminación que se genere durante la explotación minera; mientras que para la Laguna Ranacocha y el Río Choimacota que se encuentran en zonas más altas y colindantes con el área minera, se realizaron solo los análisis físico-químicos, considerando la imposibilidad de contaminación por infiltración ó descarga directa de elementos metálicos que se generen por la explotación minera. Aunque se reconoce que luego de producida una voladura y por acción mecánica del viento puede depositarse material sólido sobre estos dos cuerpos de agua, estos materiales estarán compuestos de polvo mineral (Pb, Fe, Zn, S) mas no por partículas metálicas las cuales se encuentran formando una roca por debajo del suelo.

Siguiendo el procedimiento para la toma y conservación de muestras de agua contenido en el Protocolo de Monitores de Calidad de Aguas del Ministerio de Energía y Minas, se procedió a efectuar el muestreo en los puntos que se ilustran en las Figuras N°4 y N°5, y que son los siguientes:

- P1-RM: Punto de muestreo de Agua en el Río Mama (antes de punto de afluencia de Río Minasjasa)
- P2-RMJ: Punto de muestreo de agua en el Río Minasjasa (antes de punto de tributación al Río Mama)
- P3-RCH: Punto de muestreo de agua en el Río Choimacota (antes de punto de afluencia con Río Mama)
- P4-LR: Punto de muestreo de agua en la Laguna Ranacocha

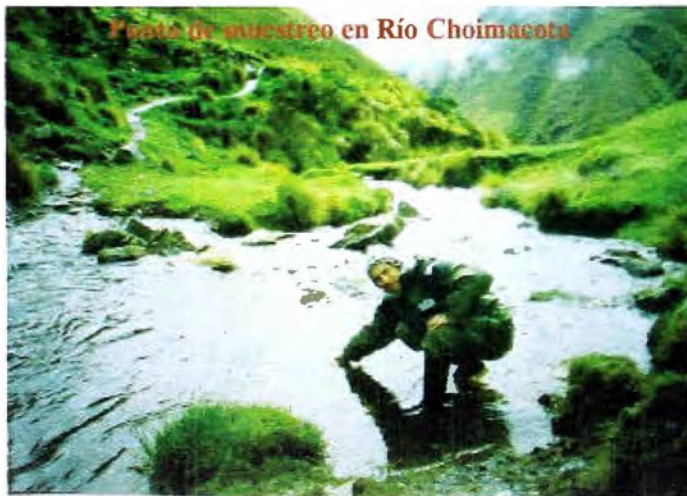
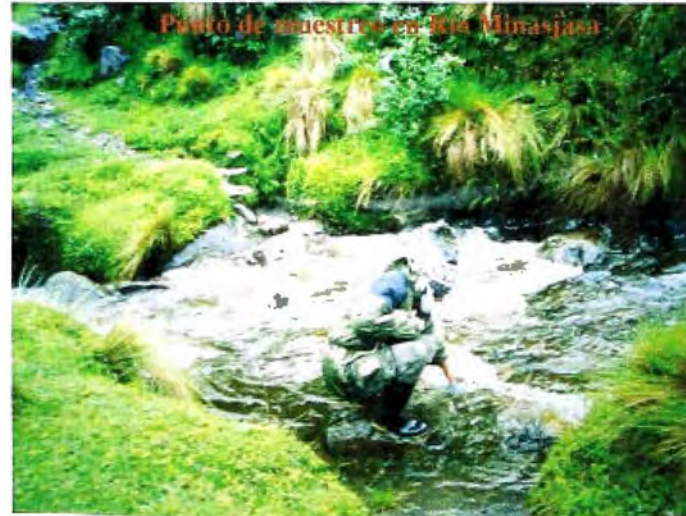
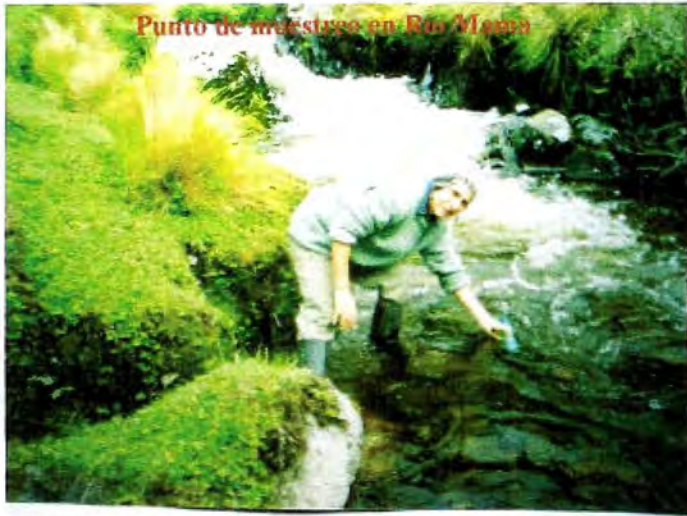
FIGURA N°4 “MAPA DE LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PUNTOS DE MUESTREO DEL AGUA SUPERFICIAL”



LEYENDA

- P1-RM:** Punto de muestreo de Agua en el Río Mama
- P2-RMJ:** Punto de muestreo de agua en el Río Minasjasa
- P3-RCH:** Punto de muestreo de agua en el Río Choimacota
- P4-LR:** Punto de muestreo de agua en la Laguna Ranacochea

FIGURA N°5 “FOTOGRAFÍAS DE LOS PUNTOS DE MUESTREO DEL AGUA SUPERFICIAL”



Los análisis se efectuaron en los siguientes laboratorios:

- Laboratorio de DIGESA-Lima: análisis de metales, en temporada seca (junio), de los Ríos Mama y Minasjasa.
- Laboratorio de Aguas de la Red de Salud de Huanta: análisis bacteriológico, en temporada húmeda (enero), de los Ríos Mama y Minasjasa.
- Laboratorio de EPSASA-Ayacucho: análisis físico y químico en temporada húmeda (enero), de los Ríos Mama, Minasjasa, Choimacota y de la Laguna Ranacocha.

Los resultados del análisis de las aguas, se muestran en el Cuadro N°2.

2.5.3 Interpretación de resultados del Análisis del Agua Superficial

La interpretación de estos resultados será mediante una comparación respecto a los Límites de Calidad Ambiental del Agua contenida en la Ley General de Aguas-Clase III (D.L. N°17752), los Límites Máximos Permisibles para Agua Potable contenido en la R.S. N°1121-99-SUNASS y de las Directrices de Calidad para Agua Potable de la Organización Mundial de la Salud y de la Unión Europea. Se ha considerado necesario recurrir a dos Fuentes Internacionales de Estándares de Calidad del Agua, para sustentar con un criterio técnico a que nivel de calidad se encuentra actualmente el agua de los ríos que son materia de estudio, en referencia a la salud humana.

En caso que dos o más Fuentes de Estándares de Calidad de Agua, consignen valores Límites de Calidad diferentes para un mismo tipo de parámetro, se asumirá como referencia el valor Límite de Calidad de menor valor numérico.

Sobre la base de este criterio técnico se ha elaborado el Cuadro N°3.

CUADRO N°2 "ANALISIS FISICO, QUIMICO, METALES, Y BACTERIOLOGICO DEL GUA SUPERFICIAL"

Parámetro	Estación	Fecha de análisis	Punto de muestreo			
			P1-RM	P2-RMJ	P3-RCH	P4-LR
Cadmio (mg/l)	secano	24/06/2005	<0,01	<0,01	No se efectuó	No se efectuó
	avenidas	18/01/2006				
Cobre (mg/l)	secano	24/06/2005	<0,005	<0,005	No se efectuó	No se efectuó
	avenidas	18/01/2006				
Hierro (mg/l)	secano	24/06/2005	0,114	0,101	No se efectuó	No se efectuó
	avenidas	18/01/2006				
Manganeso (mg/l)	secano	24/06/2005	<0,025	<0,025	No se efectuó	No se efectuó
	avenidas	18/01/2006				
Plomo (mg/l)	secano	24/06/2005	<0,025	<0,025	No se efectuó	No se efectuó
	avenidas	18/01/2006				
Zinc (mg/l)	secano	24/06/2005	0,216	0,191	No se efectuó	No se efectuó
	avenidas	18/01/2006				
pH	secano	24/06/2005				
	avenidas	18/01/2006	7,02	7,24	7,1	7,08
Conductividad (uS/cm)	secano	24/06/2005				
	avenidas	18/01/2006	45,7	60,2	55,2	44,2
STD (mg/l)	secano	24/06/2005				
	avenidas	18/01/2006	26,6	36,4	34,3	25,4
Dureza total (mg/l)	secano	24/06/2005				
	avenidas	18/01/2006	24	30	38	24
Dureza Calcio (mg/l)	secano	24/06/2005				
	avenidas	18/01/2006	18	26	30	20
Acidez (mg/l)	secano	24/06/2005				
	avenidas	18/01/2006	8	6	10	6
Alcalinidad CaCO ₃ (mg/l)	secano	24/06/2005				
	avenidas	18/01/2006	26	36	32	26
Sulfatos (mg/l)	secano	24/06/2005				
	avenidas	18/01/2006	0,85	0,5	0,7	0,8
Cloruros (mg/l)	secano	24/06/2005				
	avenidas	18/01/2006	1,5	1	1,5	1
Nitratos (mg/l)	secano	24/06/2005				
	avenidas	18/01/2006	2,1	1,6	1,8	2,1
Turbiedad (UNT)	secano	24/06/2005				
	avenidas	18/01/2006	1,4	1,7	2	1,1
Coliformes Fecales (UFC)	secano	24/06/2005				
	avenidas	18/01/2006	20	8	No se efectuó	No se efectuó

**CUADRO N°3 "INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO, QUMICO,
METALES Y BACTERIOLOGICO DEL AGUA SUPERFICIAL"**

Parámetro	Estación	Fecha de Análisis	Punto de Muestreo				Concentración Límite, según:			
			P1-RM	P2-RMJ	P3-RCH	P4-LR	LGA- Clase III (1969) ³	OMS (1993) ⁴	UE (1998) ⁵	SUNASS (1999) ⁶
Cadmio (mg/l)	secano	24/06/2005	<0,01	<0,01	No se efectuó	No se efectuó	0,05	0,003	0,005	No existe directriz
Cobre (mg/l)	secano	24/06/2005	<0,005	<0,005	No se efectuó	No se efectuó	0,5	2	2	No existe directriz
Hierro (mg/l)	secano	24/06/2005	0,114	0,101	No se efectuó	No se efectuó	No existe directriz	No existe directriz	0,2	No existe directriz
Manganeso (mg/l)	secano	24/06/2005	<0,025	<0,025	No se efectuó	No se efectuó	No existe directriz	0,5	0,05	No existe directriz
Plomo (mg/l)	secano	24/06/2005	<0,025	<0,025	No se efectuó	No se efectuó	0,1	0,01	0,01	No existe directriz
Zinc (mg/l)	secano	24/06/2005	0,216	0,191	No se efectuó	No se efectuó	25	3	No existe directriz	No existe directriz
Acidez (mg/l)	avenidas	18/01/2006	8	6	10	6	No existe directriz	No existe directriz	No existe directriz	250
Alcalinidad CaCO ₃ (mg/l)	avenidas	18/01/2006	26	36	32	26	No existe directriz	No existe directriz	No existe directriz	500
Conductividad (uS/cm)	avenidas	18/01/2006	45,7	60,2	55,2	44,2	No existe directriz	250	250	No existe directriz
Cloruros (mg/l)	avenidas	18/01/2006	1,5	1	1,5	1	No existe directriz	250	250	250
Dureza total (mg/l)	avenidas	18/01/2006	24	30	38	24	No existe directriz	150-500 deseable	No existe directriz	500

**CUADRO N°3 "INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO, QUIMICO,
METALES Y BACTERIOLOGICO DEL AGUA SUPERFICIAL"**

Parámetro	Estación	Fecha de Análisis	Punto de Muestreo				Concentración Límite, según:			
			P1-RM	P2-RMJ	P3-RCH	P4-LR	LGA- Clase III (1969) ³	OMS (1993) ⁴	UE (1998) ⁵	SUNASS (1999) ⁶
Dureza Calcio (mg/l)	avenidas	18/01/2006	18	26	30	20	No existe directriz	No existe directriz	No existe directriz	500
pH	avenidas	18/01/2006	7,02	7,24	7,1	7,08	No existe directriz	6,5-8,5 deseable	No existe directriz	6,5-8,5
Nitratos (mg/l)	avenidas	18/01/2006	2,1	1,6	1,8	2,1	0,1	No existe directriz	50	50
Sulfatos (mg/l)	avenidas	18/01/2006	0,85	0,5	0,7	0,8	No existe directriz	500	250	500
STD (mg/l)	avenidas	18/01/2006	26,6	36,4	34,3	25,4	No existe directriz	No existe directriz	No existe directriz	No existe directriz
Turbiedad (UNT)	avenidas	18/01/2006	1,4	1,7	2	1,1	No existe directriz	<5 deseable	No existe directriz	5
Coliformes Fecales (UFC)	avenidas	18/01/2006	20	8	No se efectuó	No se efectuó	No existe directriz	0	0	0

(3) Fuente: Ley General de Aguas-D.L. N° 17752 (1969) "Agua de clase III para Riego y Bebida de animales", Lima.

(4) Fuente: Organización Mundial de la Salud (1993) "Directrices para Agua Potable basados en la Salud", Lima.

(5) Fuente: Unión Europea (1998) "Directrices para Agua Potable basados en la Salud", Lima.

(6) Fuente: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento-R.S. N°1121-99 (1999) "Límites Máximos Permisibles para Agua Potable", Lima.

a. Cadmio y Plomo (Ríos Mama y Minasjasa)

El análisis realizado por DIGESA, señala una concentración para Cadmio (<0,01 mg/l) y para Plomo (<0,025 mg/l), para los Ríos Mama y Choimacota; el instrumento de medición empleado por DIGESA no detecta concentraciones inferiores a estos dos valores.

Tomando como referencia los valores Límite de Calidad para Aguas Superficiales contenido en la Ley General de Aguas-Clase III (1969), podemos afirmar que las concentraciones de Cadmio y Plomo existentes en ambos ríos no representan peligro para su empleo en riego agrícola y bebida de animales.

Sin embargo, al no contar con el valor preciso de la concentración de estos dos elementos metálicos, no va a ser posible establecer la comparación respecto a los Límites de Calidad basados en la Salud Humana (UE y OMS) y determinar si representan riesgo o no para el ser humano.

b. Cobre, Hierro, Manganeso y Zinc (Ríos Mama y Minasjasa)

La concentración existente de estos elementos en los Ríos Mama y Choimacota, se encuentran dentro de los Límites de Calidad de la Ley General de Aguas, UE y OMS; su consumo no representaría ningún peligro para la salud humana ni de animales, y también puede ser empleado para riego agrícola.

c. Bacteriológico (Ríos Mama y Minasjasa)

Las concentraciones existentes de 20 UFC (Río Mama) y de 8 UFC (Río Minasjasa); son superiores a la concentración permisible que es de 0 UFC, su consumo representaría riesgo para la salud humana.

d. Acidez, Alcalinidad, Conductividad, Cloruros, Dureza Total y Dureza de Calcio, pH, Sulfatos, STD y Turbidez (Ríos Mama, Minasjasa, Choimacota y Laguna Ranacocha)

Todos estos parámetros físico químicos se encuentran dentro de los Límites de Calidad según SUNASS, su consumo no representaría ningún peligro para la salud humana ni de animales, y también puede ser empleado para riego agrícola.

Las demás Fuentes de Estándares de Calidad del Agua, no presentan valores límite para estos parámetros.

e. Nitratos (Ríos Mama, Minasjasa, Choimacota y Laguna Ranacocha)

Las concentraciones existentes de 2,1 mg/l (Río Mama) y de 1,6 mg/l (Río Minasjasa), 1,8 mg/l (Río Choimacota) y de 2,1 mg/l (Laguna Ranacocha); son superiores a la concentración aceptable para aguas superficiales de acuerdo a la Ley General de Aguas (1969). Sin embargo, si lo comparamos respecto a los Límites de Calidad Internacionales, como el de la Unión Europea (1998) y de la OMS (1993) que emanan de estudios más recientes, se deduce que la concentración de Nitratos existente se halla dentro de los Límites de Calidad, su consumo no representaría ningún peligro para la salud humana ni de animales, y también puede ser empleado para riego agrícola.

2.5.4 Agua Subterránea

La búsqueda de corrientes de agua subterránea requiere el empleo de instrumental sofisticado y del concurso de personal de apoyo para diversas labores, lo que implica disponer de recursos económicos significativos o de un auspiciador que financie esta actividad; por tal motivo no ha sido posible determinar la Línea de Base de las aguas subterráneas.

2.6 Velocidad y Dirección del Viento

El recurso eólico (velocidad y dirección del viento) se ha determinado con una veleta anemométrica tipo WILD, la cual se instaló en la Concesión Minera, conforme se visualiza en la Figura N°6. La veleta fue construido según el modelo empleado por la Estación Metereológica del SENAMHI de Huanta.

En la segunda expedición efectuada a la Concesión Minera en fecha 14/01/06, se efectuó el muestreo de este recurso por espacio de tres días consecutivos, tomando datos cada hora y por espacio de 12 horas.

Los Cuadros N°4 y N°5, muestran los datos respectivos a la velocidad y dirección del viento.

FIGURA N°6 “FOTOGRAFÍA DE LA VELETA DE VIENTO DENTRO DE LA CONCESIÓN MINERA”

C.P. Mama-Huanta (ene 2006)



CUADRO N°4 "REGISTROS DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO DENTRO DE LA CONCESION MINERA"

VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)													
Hora	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
Fecha													
14-Ene-06	0	2.04	0	0	0	4.08	0	0	2.04	0	4.08	8.16	6.12
15-Ene-06	2.04	2.04	0	0	0	4.08	4.08	0	2.04	4.08	0	8.16	6.12
16-Ene-06	2.04	0	2.04	0	0	0	4.08	2.04	0	2.04	0	6.12	6.12

CUADRO N°5 "REGISTROS DE LA DIRECCION DEL VIENTO DENTRO DE LA CONCESION MINERA"

DIRECCION DEL VIENTO													
Hora	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
Fecha													
14-Ene-06	--	NNW	--	--	--	SSE	--	--	SSE	--	SSE	SSE	SSE
15-Ene-06	NNW	NNW	--	--	--	SSE	SSE	--	SSE	SSE	--	SSE	SSE
16-Ene-06	NNW	--	NNW	--	--	--	SSE	SSE	--	SSE	--	SSE	SSE

2.6.1 Interpretación de los datos de características del Viento

Los movimientos del aire manifiestan cierta regularidad respecto a la velocidad y dirección del viento:

- a. En horas de la mañana, se observa la existencia de vientos con velocidades inferiores a 2,04 m/s, manifestando una dirección (NNW) contraria a la dirección predominante (SSE). A esta velocidad del viento se ha observado los siguientes fenómenos: movimiento leve de las ramas y hojas de las plantas, y fricción del viento en el rostro.
- b. Alrededor del mediodía, la velocidad de los vientos es alrededor de 4,08 m/s, superior al de la mañana, con una dirección predominante SSE. A esta velocidad del viento se ha observado los siguientes fenómenos: ondeado de banderas, agitación constante de las ramas y hojas de las plantas.
- c. Sin embargo es en horas de la tarde, donde se manifiestan las velocidades más altas del viento, alcanzando aproximadamente el valor de 8,16 m/s y con una dirección de SSE. A esta velocidad del viento se ha observado los siguientes fenómenos: formación de polvaredas, formación de olas en la laguna, levantamiento y traslado de materiales de bajo peso como las hojas secas y papeles.

2.6.2 Calidad del Aire y Niveles de Ruido

No fue posible efectuar mediciones in-situ de la Calidad del Aire y del Nivel de Ruido en la Concesión Minera por no contar con los instrumentos especializados (su alquiler representa un costo elevado). Para salvar en parte este inconveniente, se procedió a identificar una zona con características parecidas a la Concesión Minera (en lo referente a ubicación geográfica, ecológica y nivel de inhospitabilidad), a la cual se le haya efectuado el estudio de Línea de Base en cuanto a calidad del aire y niveles de ruido.

Como resultado de esta búsqueda, se hallaron los siguientes casos:

- a. Area correspondiente al Proyecto Minero Cerro Corona⁽⁷⁾, localizado en el departamento de Cajamarca, provincia y distrito de Hualgayoc, Comunidad Campesina El Tingo, Anexo Predio La Jalca, Caseríos Coymolache y Pilancones, aproximadamente a 90km por carretera en dirección NW de la capital del departamento de Cajamarca, ubicado entre los 3600 y 4000msnm, donde no existe actividades mineras y/o industriales. Presenta características parecidas al caso en estudio, por lo que asumiremos como Línea de Base de Calidad de Aire, a la concentración de contaminantes existente en dicho lugar.

- b. Area correspondiente al Proyecto Minero Quilla⁽⁸⁾, localizado en el Paraje Punta Callan del Distrito de Pira, Provincia de Huaraz, ubicado entre los 3900 y 4500msnm, dentro de la zona ecológica conocida como Páramo muy Húmedo Subalpino Subtropical (pmh-SaS), presenta características parecidas al caso en estudio; por lo que asumiremos como Línea de Base de Niveles de Ruido al existente en dicho lugar, en este caso las fuentes de ruido, son la actividad de la fauna silvestre y de los Asentamientos Humanos.

CUADRO N°6 “LÍNEA BASE DE CALIDAD DEL AIRE Y RUIDO”

Componente	Concentración
PM ₁₀ ⁽⁷⁾	13 ug/m ³
PTS ⁽⁷⁾	13 ug/m ³
As, Pb, CO, SO ₂ , NO _x ⁽⁷⁾	Trazas
Ruido ⁽⁸⁾	50 dB

(7) Fuente: Knight Piésold Consultores S.A. (2005), “Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Minero Cerro Corona”, Lima, pag.: RE-9.

(8) Fuente: Clean Technology S.A.C. (2001), “Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado del Proyecto Minero Quilla”, Lima, pag.: 16, 25.

2.7 Suelo

El Estudio de Base para el suelo, está referido a su calidad edafológica y concentración de metales (livianos y pesados); para lo cual se extrajo muestras de suelo de 2kg, aproximadamente a una profundidad no mayor de 30cm. en cinco zonas distintas, las zonas seleccionadas poseen características de homogeneidad en una extensión no mayor de 1ha.

Los puntos de muestreo (Figura N°7) son los siguientes:

- P5-SMM: Suelo del C.P. Mama
- P6-SCC: Suelo del Cerro Carchahuayjo
- P7-SCh: Suelo de la Ladera Callihuasi
- P8-SM: Suelo del Cerro Morococha
- P9-SY: Suelo del Cerro Yuracrumi

Los resultados de los análisis se muestran en los Cuadros N°7 y 8.

2.7.1 Interpretación de resultados del Análisis Edafológico

a. Ladera Callihuasi: Presenta un elevado índice de materia orgánica (32.38%, Cuadro N°7), lo cual es coherente con la abundante vegetación gramínea existente, además es zona húmeda aún en temporada seca por las corrientes de agua que caen de las cumbres montañosas. Representa el único lugar colindante a la Concesión Minera que estaría en riesgo de perder su calidad edafológica a consecuencia de la contaminación con polvo mineral proveniente de las actividades mineras. Su condición de humedal no permitiría el empleo de este lugar como albergue del Botadero de Desmonte.

b. Suelos de los Cerros Morococha, Yuracrumi, Carchahuayjo y del C.P. Mama: El bajo índice de PH y regular porcentaje de materia orgánica, sustentan el hecho de la poca vegetación gramínea existente en estos cerros. La adición de polvo mineral (por la Operación de Voladura y Tráfico Vehicular) sobre estas áreas no constituirá un impacto adverso en la calidad edafológica.

FIGURA N°7 “MAPA DE LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PUNTOS DE MUESTREO DE SUELO”



LEYENDA

- P5-SMM: Suelo del C.P. Mama
- P6-SC : Suelo del Cerro Carchahuayjo
- P7-SCh : Suelo de la Ladera Callihuasi
- P8-SM : Suelo del Cerro Morococha
- P9-SY : Suelo del Cerro Yuracrumi

CUADRO N°7 “ANÁLISIS EDAFOLÓGICO”

PARAMETRO	PUNTO DE MUESTREO				
	P5-SMM	P6-SC	P7-SCh	P8-SM	P9-SY
Tipo de suelo	Franco-arcilloso	Franco-arcilloso	Franco-arcilloso-arenoso	Franco-arcilloso-arenoso	Franco-arcilloso
Características					
pH	5,20	4,90	4,20	4,30	5,10
%Mat. Org.	7,40	11,15	32,38	26,36	12,35
%N _{total}	0,37	0,56	1,62	1,32	0,61
P (ppm)	2,81	0,70	1,05	1,50	1,05
K (ppm)	43,00	40,00	62,50	40,00	32,50
Densidad aparente (gr/cm³)	1,02	No se efectuó	No se efectuó	No se efectuó	No se efectuó
CIC (meq/100gr)	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5
Contenido de Humedad	15%	No se efectuó	No se efectuó	No se efectuó	No se efectuó
Contenido de Sedimentos	25%	No se efectuó	No se efectuó	No se efectuó	No se efectuó
Grado erosión acuosa (cualitativo)	moderada	moderada	moderada	moderada	moderada

CUADRO N°8 “ANÁLISIS DE METALES EN SUELO”

Parámetro	Concentración de metales en suelo (mg/kg_{suelo})	Niveles Máximos Permisibles⁽⁹⁾ (mg/kg_{suelo})
Fe	34 100,00	No existe directriz
Cu	75,00	1 000
Zn	93,00	3 000
Mn	502,00	No existe directriz
Pb	15,00	1 000
Cd	2,00	70
Cr (total)	2,00	700

(9) Fuente: Amrhein C. (1992) “Environ S.c.i. Technol”. pag. 26, 703.

El estándar empleado como referencia de los niveles máximos permisibles de metales (pesados y livianos) en el suelo, corresponde a un estándar para uso industrial del suelo y determinado para zonas rurales.

Estas dos características del estándar de la referencia le hacen el más apropiado para ser utilizado en el presente estudio; el proyecto que se pondrá en ejecución es del tipo industrial minero y se desarrollara en una zona de Ceja de Montaña.

2.7.2 Interpretación de resultados del Análisis de Metales en el Suelo

Conforme se muestra en el Cuadro N°8, las concentraciones de metales pesados y livianos existentes en la muestra de suelo, se encuentran dentro de los Niveles Máximos Permisibles para uso industrial de suelo en áreas rurales.

La muestra que se extrajo para esta prueba corresponde a una mezcla de dos suelos, y que son: del Cerro Chaupi (en la ladera que da al Río Minasjasa), y del C.P. Mama.

2.8 Zonas de Interés Nacional

En este acápite se analiza la existencia de alguna zona perteneciente al Sistema Nacional de Areas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE) que se encuentre dentro de la Concesión Minera o en Areas Aledañas.

Los resultados de esta evaluación se muestran en el Cuadro N°9.

Respecto de los Pasivos Mineros, resultado de la explotación realizada en la Etapa Colonial en el siglo XVIII, en el cual se extraía el mineral de plata, en el lugar conocido como Minasjasa, son insignificantes. Se llega a esta conclusión por los siguientes fundamentos:

- a. Los resultados del análisis de metales realizados al agua del Río Minasjasa (Cuadro N°2) no arrojan concentración de metales ni contenido de acidez fuera de los niveles permitidos para agua de riego.
- b. El análisis de metales realizado a una muestra de suelo del Cerro Chaupi y del suelo en el cual se encuentra localizado el C.P. Mama, no arroja concentraciones de metales pesados fuera de los Niveles Máximos Permisibles (Cuadro N°8).
- c. Resultados de la inspección visual realizada, en el cual se aprecia la existencia de flora y fauna en el lugar.

**CUADRO N°9 “AREAS NATURALES PROTEGIDAS DENTRO DE LA
CONCESIÓN MINERA Y AREAS ALEDAÑAS”**

Parámetros indicados por SINANPE ^a	Dentro de la Concesión Minera (2km²)	Areas Aledañas (144km²)
Zona de Amortiguamiento	No existe	No existe
Bosque de Protección	No existe	No existe
Coto de Caza	No existe	No existe
Parque Nacional	No existe	No existe
Reserva Comunal	No existe	No existe
Reserva Nacional	No existe	No existe
Reserva Paisajística	No existe	No existe
Santuario Histórico	No existe	No existe
Santuario Nacional	No existe	No existe
Zona Reservada	No existe	No existe
Pasivos ambientales	Insignificante	No existe

^a: Recopilado del Mapa de Areas Naturales Protegidas-INRENA Perú

CAPITULO N°III: COMUNIDADES

3.1 Introducción

En este capítulo se expone la opinión de la Comunidad del C.P. Mama respecto del Proyecto Minero. Para tales efectos se aplicó un Formulario de Preguntas (ver Apéndice N°2), para evaluar el grado de conocimiento que tiene la comunidad respecto del desarrollo del Proyecto Minero y sus implicancias económicas, ambientales y sociales.

Asimismo para identificar las potencialidades y/o adversidades de la comunidad y las áreas naturales, se desarrolló un Taller FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) conjuntamente con las autoridades comunales.

3.2 Comunidades existentes

3.2.1 Etnias

El grupo humano existente en esta zona altoandina que habita la Cordillera del Razuhuilca pertenecen todos a la etnia de los Quechuas⁽¹⁰⁾.

En un radio no mayor a 7km respecto de la Concesión Minera, se han identificado a tres centros poblados, las cuales se muestran en el Cuadro N°10.

La cantidad de población existente en los centros poblados se anota en el Cuadro N°11.

Las actividades económicas de la población se muestran en el Cuadro N°12.

Como se puede apreciar del Cuadro N°12, solamente los pobladores del C.P. Rumichaca, realizan actividades agrícolas comerciales. en razón de encontrarse a sólo 2km de distancia de la carretera.

A las otras comunidades les es imposible integrarse económicamente por falta de infraestructura vial.

(10) Fuente: Valdez J. (2000), Revista Arqueológica "Warpa" N°2, Ayacucho, pag.: 38.

CUADRO N°10 “CENTROS POBLADOS Y GRUPOS ETNICOS”

	Ubicación Geográfica	Grupo Etnico
C.P. Mama	8606N 595E	Quechuas
C.P. Rumichaca	8602,5N 589E	Quechuas
C.P. Tircus	8601,5N 599,5E	Quechuas

CUADRO N°11 “POBLACIÓN DE CENTROS POBLADOS” ⁽¹¹⁾

	Población
C.P. Mama	<ul style="list-style-type: none"> • Hombres : 18 • Mujeres : 16 • Menores de edad : 13
C.P. Rumichaca	<ul style="list-style-type: none"> • Hombres : 35 • Mujeres : 22 • Menores de edad : 30
C.P. Tircus	<ul style="list-style-type: none"> • Hombres : 40 • Mujeres : 35 • Menores de edad : 23

CUADRO N°12 “ACTIVIDADES ECONÓMICAS DE LA POBLACIÓN”^u

	Actividades Económicas
C.P. Mama	<ul style="list-style-type: none"> • Hombres: Pastoreo, agricultura de autoconsumo. • Mujeres: Pastoreo agricultura de autoconsumo. • Menores de edad : Apoyo a padres
C.P. Rumichaca	<ul style="list-style-type: none"> • Hombres: Pastoreo, agricultura comercial. • Mujeres: Pastoreo, agricultura comercial. • Menores de edad : Apoyo a padres
C.P. Tircus	<ul style="list-style-type: none"> • Hombres: Pastoreo, agricultura de auto consumo. • Mujeres: Pastoreo, agricultura de auto consumo. • Menores de edad : Apoyo a padres

^u: Fuente: Adaptación propia

3.3 Evaluación del Nivel de Conocimiento del Proyecto Minero

Se ha considerado necesario la evaluación del nivel de conocimiento actual que poseen los pobladores respecto del Proyecto Minero, para identificar el grado de información existente, expectativas de desarrollo, nivel de organización e identificación de Organismos empoderados en la Comunidad.

La evaluación del nivel de conocimiento del Proyecto Minero se efectuó a través de un formulario de preguntas aplicado a las autoridades comunales y pobladores del C.P. Mama. Esta evaluación se complementó con el diálogo personal con los integrantes de la Comunidad, para lo cual se contó con un traductor bilingüe Quechua-Español.

Los resultados de la evaluación del nivel de conocimiento, se expresan en términos cualitativos y se muestran en el Cuadro N°13.

CUADRO N°13 “EVALUACIÓN DEL NIVEL DE CONOCIMIENTO RESPECTO DEL PROYECTO MINERO”

Parámetro	Resultado
Información	Las minas son destructoras del medio ambiente
Expectativas de la población	<ul style="list-style-type: none"> - Ser incluidos como socios de la Empresa Minera - Lograr puestos de trabajo como Operadores de las maquinarias mineras - Construcción de servicios básicos: posta médica, escuela, alumbrado público y sistema de agua potable.
Organizaciones empoderadas	<ul style="list-style-type: none"> - Iglesia Evangélica “Asambleas de Dios” - ONG “World Vision”
Nivel de organización	Consolidada: Junta Comunal y Religiosa
Conocimiento de sus derechos	Aceptable

3.4 Aplicación de la Matriz FODA a la Comunidad

La Matriz FODA se desarrolló con la participación de los pobladores y autoridades comunales, y tiene como finalidad identificar las potencialidades y adversidades intrínsecas a la comunidad y sus áreas naturales.

La Matriz FODA considera las siguientes definiciones:

- **Fortalezas:** Condiciones, elementos y procesos positivos que se desarrollan y/o se encuentran en la comunidad y áreas naturales.
- **Oportunidades:** Condiciones, elementos y procesos externos que la comunidad pudiera aprovechar en forma positiva.
- **Debilidades:** Condiciones, elementos y procesos que afectan negativamente el desarrollo de la Comunidad.
- **Amenazas:** Condiciones, elementos y procesos de carácter externo que afectan en forma negativa a la comunidad y/o áreas naturales si no se toman las previsiones del caso.

Los resultados del Taller de Evaluación de la Matriz FODA, se muestran en el Cuadro N°14.

El análisis de los resultados de la Evaluación del Nivel de Conocimiento y del Taller FODA, debe conducir a la elaboración objetiva y realista de un Programa de Desarrollo Social y Protección Ambiental, a efectos de prevenir futuros conflictos socio ambientales que pudieran surgir por la puesta en marcha del Proyecto Minero. En el Capítulo N°9, ítem 9.10, se proponen medidas para el manejo de conflictos socio ambientales.

CUADRO N°14 “RESULTADOS DEL TALLER FODA APLICADO A LA COMUNIDAD”

ANALISIS FODA	
Fortalezas	<ul style="list-style-type: none"> - Organizaciones Sociales y Religiosas consolidadas - Homogeneidad racial - Recientes hallazgos minerales - Zona Natural que alberga significativo número de Lagunas - Disponibilidad de mano de obra local no calificada, para actividades mineras. - Existencia de ganado vacuno y ovino en estado salvaje
Oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> - El desarrollo de algún Proyecto Minero, ocasionaría el retorno y repoblamiento del C.P. Mama (por sus habitantes originales), hoy dispersos en las zonas cocaleras. - Ubicación geográfica estratégica, puente de acceso que conecta el Valle Apurímac y las zonas altoandinas. - Interés de Empresarios por los recursos minerales - Existencia de ONGs interesadas en brindar asesoría a Comunidades poseedoras de recursos mineros - Establecimiento de Alianzas Estratégicas para el desarrollo de piscigranjas
Debilidades	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de infraestructura vial (carreteras) y de servicios básicos (agua potable, energía eléctrica, radio telefonía). - Dependencia económica respecto de las actividades que requiere el narcotráfico: sembrío, cultivo y cosecha de la Coca, alquiler de mulas y traslado de cocaína. - Exodo de pobladores a las zonas cocaleras - Baja calidad edafológica de los suelos, que impiden el cultivo de plantas comerciales. - Pobladores no cuentan con habilidades de nivel técnico. - 90% de pobladores solo hablan la Lengua Quechua. - Escuelas y Centros de Salud se encuentran a 02 días de camino.
Amenazas	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminación de las aguas por desarrollo de Proyectos Mineros. - Expropiación de sus terrenos en cuyo subsuelo se encuentran los minerales. - Ser incorporados a grupos políticos radicales, por abandono evidente del estado y presión de grupos cocaleros. - Problemas con comunidades vecinas por requerimiento de áreas para vivienda y pastoreo. - Migración del ganado vacuno en estado salvaje por ruido que generaría la Puesta en Marcha del Proyecto Minero - Destrucción de los bosques en la parte baja del Centro Poblado de Mama por Empresarios Madereros aprovechando la carretera de penetración que construiría la Empresa Minera. - Pérdida de valores y costumbres ancestrales

CAPITULO N°IV: EL PROYECTO MINERO

4.1 Introducción

Este capítulo presenta una breve descripción de las operaciones mineras que se ejecutarán para la extracción del mineral y su comercialización (en bruto) en tamaños de roca mineral inferiores a 0,25m. También se anotan las cantidades de residuos sólidos, efluentes y rocas de desmonte; que se calcula se generarían. La cantidad de combustible y de dinamita a emplearse también forma parte este capítulo, a efectos de que en los capítulos subsiguientes se efectúe los cálculos predictivos de emisión de contaminantes gaseosos.

4.2 Localización Geográfica

Centro Poblado: Mama (cota promedio 3850msnm)

Distrito: Sivia

Provincia: Huanta

Departamento: Ayacucho

Carta geográfica: 26ñ-Huanta, escala 1/100000

Zona: 18

Coordenadas UTM (ver Fig. N°2):

Vértice	Coordenadas UTM	
	Norte	Este
1	8606	595
2	8605	595
3	8605	593
4	8606	593

4.3 Rutas de acceso

Actualmente no existe carretera que conecte con el Centro Poblado de Mama y/o la mina. La manera de llegar desde la ciudad de Lima, es como se indica en la Figura N°8, y que se detalla en el Cuadro N°15:

FIGURA N°8 “RUTA DE ACCESO A LA CONCESIÓN MINERA”



LEYENDA

●●● Carretera de acceso

CUADRO N°15 “RUTA DE ACCESO AL YACIMIENTO MINERO”

De	A	Distancia	Tiempo
Lima	Ayacucho	580km, Carretera “Los Libertadores”, asfaltada	09hr, ómnibus
Ayacucho	Paraje Rodeo	136km, Carretera s/n, sin asfaltar	05hr, camioneta
Paraje Rodeo	C.P. Mama (Concesión Minera)	Camino de herradura	08hr, a pie
		TOTAL	22hr

4.4 Antecedentes Históricos y Finalidad

En la época colonial (siglo XVIII), se realizaban labores mineras en la zona en la que actualmente se encuentra el C.P. Mama, extrayendo el mineral de Plata. Los nombres “mama” y “minasjasa” son palabras quechuas que traducido al español, significan: mama \diamond mineral; y minasjasa \diamond mina en la ladera del cerro. Minasjasa, es un lugar localizado en la ladera del Cerro Chaupi, conforma una de las montañas en las cuales se encuentran los yacimientos minerales.

Finalidad

La finalidad del Proyecto Minero, será la explotación del mineral de Galena, solamente a nivel extractivo por un periodo de cuatro años, según estudio de la reserva probada de mineral.

4.5 Tamaño de la Empresa Minera

Por el Area de Concesión Minera y los estimados de producción, esta empresa está tipificada como Pequeño Productor Minero (Ley N° 27651, art. 10, inc. 1-2 y el D.S. N° 013-2002-EM).

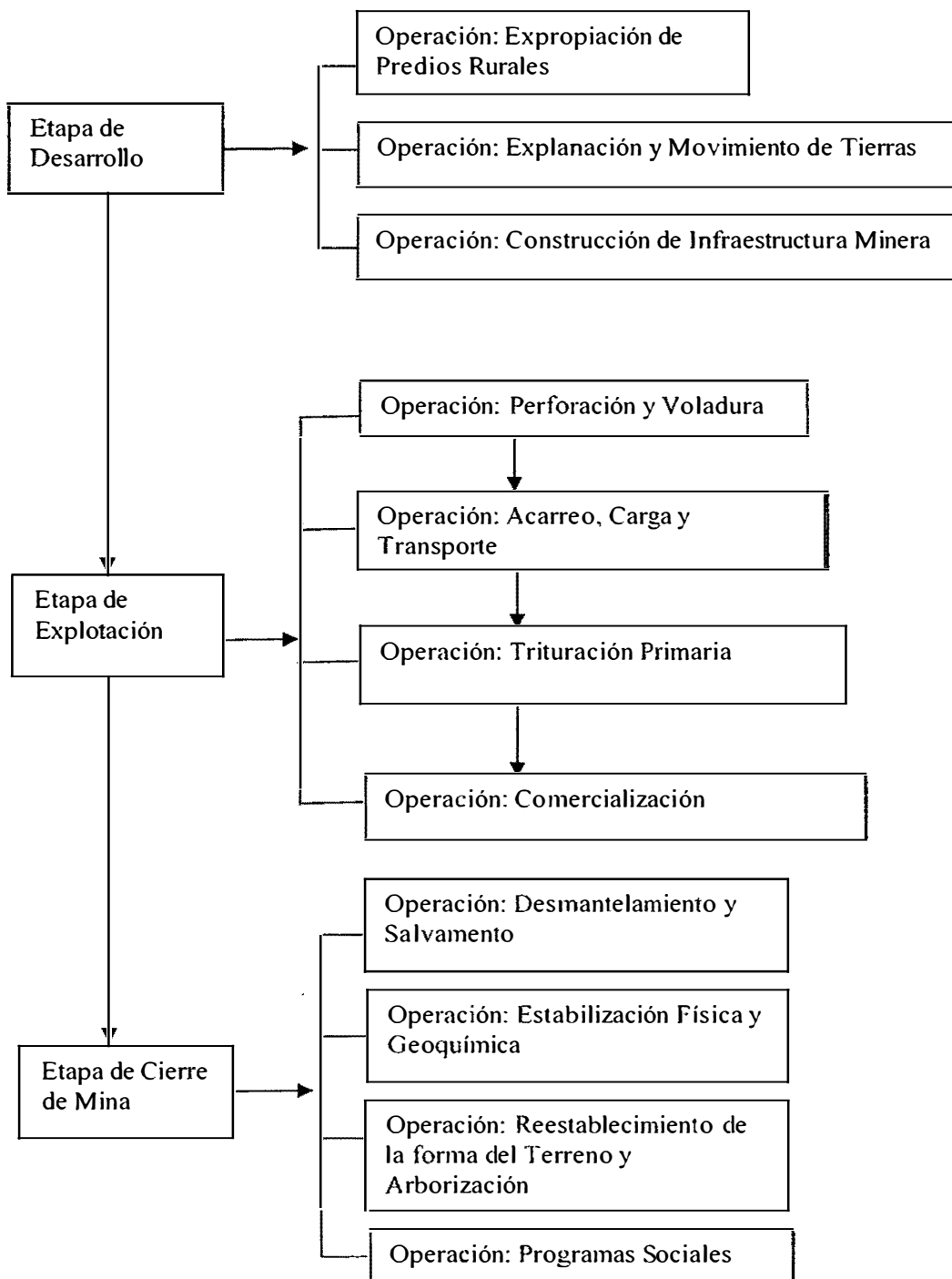
Area de concesión minera: 2km² (200ha)

Estimados de producción: 1200 tn/mes

4.6 Etapas y Operaciones Mineras a desarrollarse

Se muestran en el siguiente diagrama de bloques.

FIGURA N°9 “DIAGRAMA DE BLOQUES DE ETAPAS Y OPERACIONES MINERAS”



A continuación se efectúa una breve descripción de las etapas y operaciones mineras por desarrollarse:

4.6.1 Etapa de Desarrollo

Se inicia con la construcción de diversas infraestructuras y servicios necesarios a la Mina, tales como: caminos de servicio, un campamento de material pre-fabricado para vivienda de los trabajadores, un Taller de Mantenimiento, un Almacén de repuestos y herramientas, un Depósito de Explosivos, un Tanque de Combustible, un Tanque de Agua Purificada, un Grupo Electrógeno, y una red de desagüe. En esta etapa no se efectúan excavaciones para acceder al recurso mineral.

4.6.2 Etapa de Explotación

Se da inicio a la extracción del mineral valioso del subsuelo, lo que implica la ejecución de diversas operaciones previas y en paralelo, hasta obtener una roca mineral de tamaño adecuado para su transporte final (fuera del recinto minero) para su procesamiento respectivo. Contempla las siguientes operaciones:

4.6.2.1 Operación de Perforación y Voladura

Se emplearán máquinas Perforadoras Neumáticas con Barrenos de 7/8"X10', las cuales crean agujeros en la roca. Posteriormente dentro de estos agujeros se colocan los explosivos (dinamita). Se ha calculado realizar como mínimo, 40 perforaciones al día.

La Voladura es el paso siguiente a la Perforación, para lo cual se emplearán mechas eléctricas, se calcula emplear para el carguío de dinamita un tiempo aproximado de 3 minutos por agujero, lo que tomaría un tiempo de 2hr por los 40 agujeros. Una vez finalizado, se procede a la detonación de la carga explosiva para conseguir la fragmentación de las rocas. Se estima, de acuerdo a la mecánica de rocas, que se lograrán fragmentaciones de roca en tamaños inferiores a 0,50m de diámetro.

4.6.2.2 Operación de Acarreo, Carga y Transporte

Después de la voladura, la roca fragmentada es acarreada y cargada a los camiones, este trabajo se efectúa con maquinaria pesada, tales como: Motoniveladora, Tractor Oruga y Retroexcavadora. Los volquetes transportarán las rocas a la unidad de Trituración Primaria.

4.6.2.3 Operación de Trituración Primaria

Se empleará una Trituradora Primaria de Quijadas de 15"x24", el cual romperá la mena en trozos mas pequeños hasta un diámetro de roca inferior a 0,25m (10"), la faja transportadora de la trituradora "botará" las rocas a una distancia de 30m de la misma, donde irá acumulándose para luego ser cargada a los volquetes de la empresa contratista.

4.6.2.4 Operación de Comercialización

Representa la operación final del proceso de explotación minera. La mena en los tamaños inferiores a 0,25m (10") de diámetro serán cargados mediante el Cargador Frontal a los volquetes (propiedad de la empresa contratista) para su transporte a la Planta de Beneficio de Cobriza (a 80km de distancia), propiedad de la Empresa Doe Run con la que se ha firmado un Pre-Contrato.

4.6.3 Etapa de Cierre de Mina

Luego de cuatro años de operaciones de explotación minera, se calcula el agotamiento de las reservas probadas de mineral. Si bien es cierto este es un tiempo corto sin embargo los cambios infligidos al medio ambiente y a la comunidad probablemente persistirán por un tiempo muy largo; por tal motivo es menester diseñar e ir aplicando desde el inicio o la Puesta en Marcha del Proyecto Minero un Plan de Cierre.

4.6.3.1 Operación de Desmantelamiento y Salvamento

Esta Operación consiste en el desmantelamiento de las instalaciones existentes, y el salvamento de bienes que podrían reutilizarse.

Esta Operación debe ser ejecutada en un plazo no mayor de 01 mes (de acuerdo a los estimados del Titular del Derecho Minero), en razón de tratarse de pocas construcciones y/o instalaciones, asimismo varias de las instalaciones y/o construcciones serían entregados a la comunidad a perpetuidad, tales como: el Campamento, el Almacén, el Taller de Mantenimiento, el Tanque de Agua Purificada y el Grupo Electrónico. El Tanque de Combustible sería cerrado y aislado físicamente. Los saldos de materiales explosivos, insumos y repuestos de maquinarias, herramientas y otros utensilios, serían retirados por la empresa minera a sus almacenes.

4.6.3.2 Operación de Estabilización Física y Geoquímica

Son actividades para evitar los derrumbes en los botaderos, pilas de material rocosa, la erosión acuosa y eólica, la contención física para evitar el escape de sustancias contaminantes, y el aislamiento físico para impedir el acceso al tajo minero.

4.6.3.3 Operación de Reestablecimiento de la forma del Terreno y

Arborización

Restablecimiento en lo posible de las condiciones iniciales del paisaje, mediante el cubrimiento de hoyadas y nivelación del terreno. Será necesario mejorar la calidad edafológica del suelo con el empleo de tierra “negra”, luego iniciar un programa de arborización (árbol queñua).

4.6.3.4 Operación de Programas Sociales

Es la aplicación de programas sociales en las poblaciones afectadas (C.P. Mama, Tircus y Rumichaca), para mitigar el impacto adverso, resultado de la culminación las actividades mineras.

4.7 Características Técnicas del Proyecto Minero

El Titular del Derecho Minero, ha proveído datos referenciales en cuanto a rendimiento de maquinarias, consumo de combustible y porcentajes de pérdidas en procesos, etc.; con la finalidad de armar la información técnica contenida en los sub-capítulos que a continuación se desarrollan:

4.7.1 Tipo de Mina

- Yacimiento minero: polimetálico
- Tipo de extracción: tajo a cielo abierto
- Extensión: 2km² (200ha)
- Mineral: galena (Pb, Ag)
- Peso específico de mineral galena: 7,5
- Ley: Pb 69,2%, Ag 1 096 gr/tn
- Reserva probada de mineral: 41 238 tn_{galena}
- Mineral probable: 1 771 312 tn_{galena}

4.7.2 Estimado de Vida Util de la Mina

T_{explotación}: 04 años (de acuerdo a la reserva de mineral probada)

Tiempo calculado considerando un estimado de producción de 1200tn/mes, y 09 meses de explotación minera por año.

4.7.3 Generación de Coproductos

No se generarán coproductos comerciables.

4.8 Equipamiento Minero

Cada operación del proyecto requerirá de un determinado conjunto y tipo de equipos y/o máquinas, los cuales se indican a continuación:

4.8.1 Equipos en la Operación de Perforación y Voladura

- 02 Perforadoras Neumática INGERSOLRAM de 175 CFM, con consumo de 3,5 gal/hr de diesel.

4.8.2 Equipos en la Operación de Acarreo, Carga y Transporte

- 01 Cargador Frontal 966 (TD 100, 180cv), con consumo de diesel: 4,5 gal/hr.
- 01 Tractor Oruga D7 (220 hp), con consumo de diesel: 6 gal/hr.
- 01 Retroexcavadora CAT (110 hp), con consumo de diesel: 3 gal/hr.
- 02 Volquetes Volkswagen (14tn de carga útil, 7m³), con consumo de diesel: 4 gal/hr.

4.8.3 Equipos en la Operación de Trituración Primaria

- 01 Trituradora Primaria de Quijada de M.E. 15"x24", de 20hp y con capacidad de producir 25 tn/hr.
- 01 Grupo Electrónico Estacionario de 110kw, consumo de diesel: 11gal/hr

4.8.4 Equipos en la Operación de Comercialización

Se empleará el Cargador Frontal, mencionado en la Operación de Acarreo, Carga y Transporte.

4.8.5 Otros equipos

Para suplir las necesidades de energía eléctrica será necesario la adquisición de un grupo electrónico estacionario de 10kw, cuyo consumo es de 01 gal/hr de diesel. Para el transporte del personal de planta, se emplearán dos camionetas Toyota 4x4, cuyo consumo es de 02gal/hr de diesel. Estas camionetas podrán ser empleadas en casos de emergencia médica y otros que demande la ocasión.

4.9 Plan de Voladura

Las características de las operaciones de voladura se llevarán acabo de acuerdo a las técnicas ingenieriles mineras, las cuales se anotan a continuación:

- Factor de Carga: 0,45 kg_{EXPLOSIVO}/hueco
- Total de huecos: 40 huecos/día
- Dimensiones de Barreno de Perforadora: 7/8"x10pie (hueco)
- Total de Explosivo: 18 kg_{DINAMITA}/día
- 1 kg·Dinamita: 750 gr_{ANFO(6% diesel)} + 250 gr_{TNT (65%)}

ANFO ha emplear= $0,75 * 18 \text{ kg}_{\text{explosivo}}/\text{día} = 13,5 \text{ kg}_{\text{ANFO}}/\text{día}$

ANFO = $337,5 \text{ kg}_{\text{ANFO}}/\text{mes}$ (1 mes = 25 días)

ANFO = $3,0375 \text{ tn}_{\text{ANFO}}/\text{año}$ (1 año = 09 meses)

Frecuencia de explosiones: 1-2 disparos/día

Número de explosiones: 40 explosiones/día

Intensidad de explosión: 8-10 m. de radio

Total de remoción de roca y desmonte: $32 \text{ m}^3/\text{día}$

Relación dinamita/remoción de roca y desmonte: $0,56 \text{ kg}/\text{m}^3$

4.10 Plan de Minado

De acuerdo a las características geológicas del yacimiento y la relación desmonte/mineral valioso (2/1), se estima que los volúmenes de producción de mineral y desmonte, obedece al siguiente cronograma:

CUADRO N°16 “TASAS ANUALES DE MINADO”

Año (09 meses)	Mineral valioso, (tn)	Desmonte, (tn)
0	10 800	21 600
1	10 800	21 600
2	10 800	21 600
3	10 800	21 600
Total	43 200	86 400

4.11 Estimados de Generación de Residuos durante la Vida Util del Proyecto

Los residuos y efluentes más importantes que se generarían durante la Etapa de Explotación Minera, lo clasificaremos como sigue:

4.11.1 Desmonte de Mina

Roca extraída durante el minado para tener acceso al mineral, su rango de tamaño va desde 0,5m hasta micras (polvo), se incluye la materia vegetal. Se estima una generación de Desmonte de Mina ascendentes a 86400tn, en toda la vida útil del Proyecto Minero (04 años).

4.11.2 Residuos Sólidos Domésticos

Aquellos provenientes del campamento, tales como: plásticos, papeles, cartones, restos de comida, etc.

- Base de cálculo: 30 trabajadores mineros en total
- Según FAO: 0,4 kg residuos/día/hab.
- Años de operación: 04 años (36 meses)

Por lo que, se estima una generación de Residuos Sólidos Domésticos ascendentes a 12,96tn en toda la vida útil del Proyecto Minero.

4.11.3 Residuos Peligrosos

Los que presentan peligrosidad o son inflamables, corrosivos, reactivos, tóxicos o patogénicos; como Ej. aceites y lubricantes usados, explosivos no empleados, envases tóxicos, etc. Para efectuar una estimación de la generación de Residuos Peligrosos del Proyecto Minero, recurriremos a la información existente en otras empresas mineras, tal es el caso del Proyecto Minero MARAN-CIA Minera Pomatarea⁽¹²⁾, haciendo el escalamiento para nuestro caso estimamos se generarán 8tn de residuos, en toda la vida útil del Proyecto.

4.11.4 Aguas Residuales Domésticas

La que proviene de las instalaciones sanitarias del Campamento Minero.

- Base: 30 trabajadores mineros en total
- Caudal medio diario⁽¹³⁾: 270 l/(hab*día)
- Generación de efluentes domésticos/día: 8,1 m³/día
- Generación de efluentes domésticos/año: 2 187 m³/año
(mes=30días, año=9meses)

Total Generación de efluentes domésticos: 8 748 m³, en toda la vida útil del Proyecto (36 meses).

(12) Fuente: CIA Minera Pomatarea, "Evaluación Ambiental para Exploraciones Mineras del Proyecto Maran", pag.: 11.

(13) Fuente: Metcalf & Eddy (1991), "Ingeniería de Aguas Residuales", pag.: 172.

4.12 Estimado de Consumo de Agua

Como se ha mencionado la explotación del yacimiento minero solo se hará a nivel extractivo; la Operación de Perforación se efectuará con una perforadora de tipo neumática; por lo que el requerimiento de agua solo será necesario para el consumo humano. Para este fin se ha considerado la adquisición de un Tanque Purificador de Agua con capacidad de 500l.

Consideraciones:

- Base de cálculo: 30 trabajadores mineros en total
- Según FAO: 2 l_{agua}/(día*hab).
- Años de operación: 04 años (36 meses)

Consumo de agua purificada mensual: 18 m³

Consumo de agua purificada anual: 162 m³

Consumo de Agua Purificada en toda la vida útil del Proyecto Minero: 648m³ (36 meses)

4.13 Estimado de Consumo de Combustible

En el Cuadro N°17 se presenta un estimado del consumo de combustible para cada una de las operaciones mineras, tales como: perforación, acarreo carga y transporte, trituración primaria.

Los cálculos de consumo de combustible, se han realizado sobre la base técnica proporcionada por los proveedores de equipos y maquinarias.

**CUADRO N°17 "CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE MAQUINARIAS
Y VEHICULOS"**

Operación	Unidades U	Turno hr/día/U	Rendimiento gal/hr	Consumo de Diesel		
				gal/día	gal/año	tn/año
Perforación						
*Perforadora Neumática	1	6	3.50	21	4725	15.2145
Acarreo, Carga y Transporte						
*Cargador Frontal	1	5	4.50	22.5	5062.5	16.3013
*Tractor Oruga	1	4	6.00	24	5400	17.388
*Retroexcavadora	1	4	3.00	12	2700	8.694
*Volquetes	2	4	4.00	32	7200	23.184
			subtotal=		20362.5	65.5673
Trituración Primaria						
*Grupo Electrónico	1	2	11.00	22	4950	15.939
Otras Operaciones						
*Grupo Electrónico del Campamento	1	5	1.00	5	1125	3.6225
*Camionetas de servicio	2	4	2.00	16	3600	11.592
				subtotal=		4725
				TOTAL AÑO =		34762.5
				TOTAL 04 AÑOS =		139050.0
					111.94	447.74

Anotaciones:

- * 1mes=25días
- * 1año=9meses
- * 1año=270días
- * Densidad del Diesel= 0.0032 tn/gal
- * No se considera consumo de combustible en la Operación de Voladura, en razón que la Dinamita se adquirirá preparada en sacos.
- * No se considera consumo de combustible en la Operación de Comercialización, en razón que esta Operación la efectúa el Cargador Frontal, del cual ya se calculó su consumo.

CAPITULO N°V: IDENTIFICACION Y ANALISIS DE LOS IMPACTOS POTENCIALES

5.1 Introducción

En este capítulo se identifica y analiza los impactos potenciales sobre el Medio Ambiente Físico que podría generarse en cada etapa y operación del Proyecto Minero. Los impactos en el Medio Social se analizan en un sub-capítulo aparte, en razón que es el Proyecto en su totalidad el que ocasiona los impactos sobre este medio.

El análisis de los impactos potenciales es de carácter cualitativo; en el Capítulo N°VII y VIII, se realizarán cálculos matemáticos y pruebas de laboratorio para cuantificar si los Impactos identificados en este capítulo, son significativos sobre el Medio Ambiente.

La Figura N°10, muestra la localización del Botadero de Desmonte, y de las infraestructuras mineras que serán construidas; lo cual ayudará a identificar los impactos potenciales a sucederse.

5.2 Identificación y Análisis de los Impactos Potenciales en la Etapa de Desarrollo

En esta Etapa se ejecutan diversas obras civiles: movimiento de tierras, explanación de terrenos, construcción de caminos, construcción del Campamento, del Almacén, canalización del agua para el Campamento, instalación del Tanque de Agua Purificada, Sistema de Desagüe y Alumbrado; por lo tanto la modificación del paisaje y procesos naturales, puede ser adversa y modificar negativamente las condiciones naturales.

Es preciso manifestar que se ha previsto emplear un tiempo de seis meses para la ejecución de todas las labores señaladas en esta Etapa.

FIGURA N°10 “LOCALIZACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS MINERAS Y DEL BOTADERO DE DESMONTE”



LEYENDA
 [Dashed Box Symbol] : Area de Concesión Minera

5.2.1 Impactos Potenciales en la Operación: Expropiación de Predios

Para dar inicio a la ejecución de las obras civiles, es necesaria la expropiación de los predios rurales de los poseionarios naturales, que en este caso es la comunidad del Centro Poblado de Mama.

Los impactos potenciales, que se advierten serían los siguientes:

a. En el Medio Ambiente Físico

- Ninguno

5.2.2 Impactos Potenciales en la Operación: Explanación y Movimiento de Tierras

En esta operación se hace uso de maquinaria pesada, explosivos y requiere del concurso de un significativo número de trabajadores y personal calificado; lo que da inicio en forma palpable de alteraciones al paisaje y procesos naturales.

Los impactos potenciales, que se advierten serían los siguientes:

a. En el Medio Ambiente Físico

- Desviación del curso de arroyos y ríos, afectaría a agricultores del Valle Apurímac (a 30km de distancia).
- Alteración de la calidad de las aguas, principalmente por la introducción de partículas sólidas en ríos; en razón del aumento de la erosión por debilitamiento de cerros (ondas de choque a consecuencia de las voladuras) y por el movimiento de tierras (por la construcción de caminos).
- Contaminación atmosférica, por las voladuras y gases de combustión de maquinarias.

5.2.3 Impactos Potenciales en la Operación: Construcción de Infraestructura Minera

En esta operación de construcción de diversas infraestructuras mineras, es necesario el empleo de insumos como: agua, madera, y combustible (leña); lo cual da inicio a una explotación irreversible de los recursos naturales existentes en la Concesión Minera y Areas Aledañas.

Los impactos potenciales, que se advierten serían los siguientes:

a. En el Medio Ambiente Físico

- Tala de árboles de los cerros (Fig. N°10, localizados al Norte del Cerro Callihuasi) para ser empleado como elementos de construcción y combustible, podría acelerar actuando sinérgicamente con el régimen de lluvias (precipitación media anual máximo: 4000mm) los procesos erosivos en los cerros; migración de animales, riesgo de huaycos o deslizamientos de tierra; modificación de curso de corrientes de agua; exposición directa de habitantes a vientos fuertes.
- Nuevos encauzamiento del curso de aguas, necesario para el consumo de trabajadores en campamento minero, afectaría a agricultores del Valle Apurímac (a 30km de distancia).
- Alteración de la calidad de las aguas, por la introducción de desechos humanos.

5.3 Identificación y Análisis de los Impactos Potenciales en la Etapa de Explotación

En esta etapa se da inicio a la extracción del mineral valioso del subsuelo, lo que va a implicar la ejecución de diversas operaciones previas y en paralelo, hasta obtener una roca mineral de tamaño inferior a 0,25m (10") de diámetro para su transporte final (fuera del recinto minero) para su procesamiento respectivo.

Se ha previsto un tiempo de vida útil del Proyecto Minero de 04 años, en consecuencia las modificaciones y/o alteraciones al ambiente natural y social tendrán como mínimo un tiempo de continuidad inmutable de 04 años.

5.3.1 Impactos Potenciales en la Operación: Perforación y Voladura

Esta Operación implica el empleo de máquinas Perforadoras de tipo Neumático, el uso de explosivos y algunas obras civiles necesarias para lograr el aislamiento físico del agua, de los puntos señalados por el geólogo como bancos de mineral valioso.

Los impactos potenciales, que se advierten serían los siguientes:

a. En el Medio Ambiente Físico

- Encauzamiento y drenaje de pozas de agua subterránea encontradas durante la Operación de Perforación, podría alterar la calidad del agua en los ríos receptores (Mama y Minasjasa) y disminuir la cantidad de este recurso en los “ojos de agua” existentes en las zonas bajas.
- Polvo levantado en las explosiones podría alterar la calidad de la atmósfera local, según la dirección y velocidad de los vientos
- Aumento de procesos erosivos por el debilitamiento de taludes naturales y presencia de masas de tierra fraccionadas.

5.3.2 Impactos Potenciales en la Operación: Acarreo, Carga y Transporte

Esta Operación implica el empleo constante de maquinaria pesada: Retroexcavadora, Motoniveladora, Tractor Oruga y Camiones de carga; donde el insumo más empleado es el combustible Diesel.

Los impactos potenciales, que se advierten serían los siguientes:

a. En el Medio Ambiente Físico

- Contaminación atmosférica por subproductos de la combustión vehicular, polvo levantado por arrastre de rocas y por tránsito vehicular, erosión eólica de pilas de material rocoso acumulado.
- Posible contaminación de suelo, por fuga de aceites y lubricantes vehiculares o por derrame accidental durante el mantenimiento a las maquinarias.
- Asimismo al tener abierto el tajo minero, y presentando la zona régimen de lluvias de 4000mm se sucederán procesos de escorrentías pluviales con altos contenidos de partículas sólidas y elementos metálicos lavados por la lluvia, lo que ocasionará la contaminación de las aguas del Río Minasjasa.
- Las pilas de roca mineral y de desmonte, al estar expuesto a la acción del agua de lluvia y del aire atmosférico, acelerarán los procesos de lixiviación; ocasionando la contaminación de ríos.
- Contaminación acústica por el ruido proveniente de las maquinarias pesadas: 110-120 dB.

5.3.3 Impactos Potenciales en la Operación: Trituración Primaria

Esta Operación implica la fractura de la mena en partes más pequeñas, para lo cual se empleará una máquina de Trituración Primaria.

Los impactos potenciales, que se advierten serían los siguientes:

a. En el Medio Ambiente Físico

- Contaminación atmosférica por subproductos de la combustión del Grupo Electrógeno, y por polvo levantado al fracturarse la roca mineral.
- Contaminación acústica, por el ruido que genera el funcionamiento de la Trituradora Primaria: 110-120 dB.

5.3.4 Impactos Potenciales en la Operación: Comercialización

Esta es la operación final del proceso extractivo, implicará el carguío de minerales en tamaños inferiores a 0,25m, a los volquetes de la empresa contratista la cual la trasladará a su Planta de Beneficio en Cobriza.

Los impactos potenciales, que se advierten serían los siguientes:

a. En el Medio Ambiente Físico

- Contaminación atmosférica por subproductos de la combustión de los Volquetes (al momento de ingresar y salir a la Concesión Minera) y del Cargador Frontal.
- Contaminación atmosférica por polvo, al momento de efectuar el carguío de la roca mineral y por fuga en la tolva o hendiduras de los Volquetes durante el transporte hasta el límite del recinto de la Concesión Minera.
- Contaminación acústica por ruido proveniente de estos vehículos: 110-120 dB.

5.3.5 Impactos Potenciales a generarse por el Botadero de Desmonte de Roca

Las rocas de desmonte, se irán acumulando en lugares acondicionados para este fin, las cuales se encontrarán expuestas a la acción del agua de lluvia, aire atmosférico y viento.

Los impactos potenciales, que se advierten serían los siguientes:

a. En el Medio Ambiente Físico

- Contaminación de los Ríos Mama y Choimacota, con sustancias ácidas y elementos metálicos lixiviados proveniente del Botadero (Fig. N°10).
- Erosión eólica a generarse en las Pilas de Roca de Desmonte.

5.3.6 Impactos Potenciales a generarse por el Vertido de Aguas Residuales Domésticas

Los impactos potenciales, que se advierten serían los siguientes:

a. En el Medio Ambiente Físico

Contaminación del Río Mama, con sustancias orgánicas, grasas, sólidos disueltos y sólidos suspendidos. Se planea construir el Campamento Minero cerca al Río Mama (Fig. N°10), por lo que se descarta la contaminación del Río Minasjasa por estos contaminantes.

5.4 Identificación y Análisis de los Impactos Potenciales en la Etapa de Cierre de Mina

Esta Etapa está conformada de un conjunto de Actividades a ejecutarse, para evitar la generación de posibles Impactos Ambientales adversos a consecuencia de la culminación de las Operaciones Mineras. Todas las actividades que se proponen generarán impactos positivos sobre el Medio Ambiente, en razón que se busca restaurar la condición inicial del paisaje y de los procesos físicos. Para esta etapa se recomiendan las siguientes actividades:

5.4.1 Actividades en la Operación: Desmantelamiento y Salvamento

De acuerdo a lo estimado por la Empresa Minera, esta Actividad debe ser ejecutada en un plazo no mayor de 01 mes, por tratarse de pocas construcciones y/o instalaciones, asimismo varias de las instalaciones y/o construcciones serían entregados a la comunidad a perpetuidad, tales como: el Campamento, el Almacén, el Taller de Mantenimiento, el Tanque de Agua Purificada, y el Grupo

Electrógeno. Se prevé programar y desarrollar charlas de capacitación para el destino y buen uso de las instalaciones por transferir.

El Tanque de Combustible sería cerrado y aislado físicamente. Los saldos de materiales explosivos, insumos y repuestos de maquinarias, herramientas y otros utensilios, serían retirados del lugar del Proyecto Minero.

5.4.2 Actividades en la Operación: Estabilización Física y Geoquímica

a. En el Medio Ambiente Físico

- Aislamiento físico y vial de los botaderos de desmonte, pilas de mineral, y del tajo minero, mediante la construcción de cercas perimétricas y muros de protección.
- Reforzamiento y recontorneo de los taludes y rumas de desmonte, que impediría la erosión eólica y escorrentía pluvial.
- Construcción de aliviaderos en las pilas de roca para evitar la erosión acuosa.
- Cubrimiento y neutralización química de zonas identificadas como bancos de roca con potencial apto para generar drenaje ácido, para lo cual se tienen que efectuar Pruebas de Lixiviación en distintas zonas dentro de la Concesión Minera).

5.4.3 Actividades en la Operación: Restauración de la forma del Terreno y Arborización

a. En el Medio Ambiente Físico

- Forestación de las áreas afectadas, aún en zonas donde no existía una población de árboles: dentro de la Concesión Minera, Cerros Yuracrumi, Morococha, y Carchahuayjo; con las variedades de árboles Qeñua y Pino.
- Mitigación de procesos erosivos pluviales.
- Estabilidad física en cerros.

5.4.4 Actividades en la Operación: Programas Sociales

a. En el Medio Ambiente Social

- Capacitación en oficios de nivel técnico y artesanal: carpintería, mecánica de autos, operadores de maquinaria pesada, tejidos.
- Charlas sobre protección y conservación del medio ambiente.
- Charlas sobre higiene y salubridad humana.

5.5 Identificación de Impactos Potenciales que ocasionaría la ejecución del Proyecto Minero en el Ambiente de Interés Humano

A través de un proceso de consulta oral con la población del C.P Mama, se ha identificado los componentes ambientales que podrían ocasionar un Impacto Potencial, que desde la perspectiva del poblador es de importancia.

Los impactos potenciales, que se advierten serían los siguientes:

a. En el Ambiente de Interés Humano

Impactos Negativos:

- El ruido y vibraciones de tierra alterarían el ciclo reproductivo en animales domesticados y salvajes con la consecuente migración de éstos a zonas menos peligrosas. Afectando la economía de pobladores dependientes de esta actividad.
- Conflicto con la comunidad, en caso de que los pobladores no estén de acuerdo con el desarrollo del Proyecto Minero.
- Conflicto con las comunidades vecinas de Tircus y Rumichaca (Fig. N°10), en razón al grado de aceptabilidad que se tenga respecto al traslado físico de los habitantes y bienes (animales) de la comunidad emigrante hacia los linderos territoriales de los poblados vecinos.
- Alteración de los caminos rurales, considerando que el camino que conecta el Valle Apurímac con los Andes pasa por la Concesión Minera.

Impactos Positivos:

- Mejora de ingresos económicos en la población del C.P. Mama.
- Generación de nuevas fuentes de trabajo, como resultado del desarrollo del Proyecto Minero.
Elevación del nivel de preparación técnica, de llevarse a cabo el Plan de Capacitación a Comuneros por parte de la Empresa Minera.
- La Empresa Minera entregaría a la comunidad y con carácter de perpetuidad varias instalaciones para su uso y cuidado, en la Etapa de Cierre de Mina, las cuales son: el Campamento, el Almacén, el Taller de Mantenimiento, el Tanque de Agua Purificada, y el Grupo Electrógeno.
- Desarrollo Local, como resultado del Canon Minero recibido por los Gobiernos Locales.

CAPITULO N°VI: IDENTIFICACION Y ANALISIS DE LOS FACTORES AMBIENTALES SUJETOS A LOS IMPACTOS POTENCIALES

6.1 Introducción

En este capítulo identificaremos y analizaremos que factores del Medio Ambiente Físico y de Interés Humano, serán sujetos de recibir los impactos potenciales determinados en el Capítulo N°V.

Los factores que se han identificado como receptores de los impactos potenciales, son:

1. Factor Calidad de Agua Superficial
2. Factor Hidrología Superficial
3. Factor Calidad de Aire
4. Factor Ruido y Vibración
5. Factor Calidad de Suelo
6. Factor de Interés Humano

A continuación se describe cada factor identificado, señalando las fuentes que originan el potencial impacto ambiental y los agentes (procesos) por los cuales se suceden.

6.2 Factor Calidad de Agua Superficial

Se consideran impactos potenciales en los Ríos Mama y Minasjasa, las cuales se encuentran dentro de la Concesión Minera.

Se descarta la posible contaminación sobre la Laguna Ranacocha, por los siguientes motivos: las fuentes generadoras de contaminantes como el Tajo minero y las Pilas de Rocas se encuentran localizadas a menor altitud (aproximadamente 200m). La contaminación por partículas suspendidas generadas por las voladuras y el tráfico vehicular, será transportada en la dirección SSE que es la dirección predominante del viento en las horas de mayor

trabajo (Cuadro N°5). Este hecho haría imposible la deposición de partículas sólidas sobre las aguas de la Laguna Ranacocha por localizarse más al Nor-Este que las fuentes generadoras de contaminantes (Figura N°10).

El Río Mama es un afluente del Río Choimacota, por lo que su contaminación se sucederá cuando se contamine primero las aguas del Río Mama (Figura N°10).

Serán las aguas de los Ríos Mama y Minasjasa las que estarán sujetas a una mayor contaminación por encontrarse al pie del Tajo minero, de las Pilas de Roca, Taller de Mecánica y del Campamento (se planea construir el Campamento y el Taller cerca al Río Mama).

CUADRO N°18 “IMPACTOS POTENCIALES EN LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO MAMA”

Impacto	Agente	Fuente/foco emisor
Acidos y metales	- Drenaje y escorrentía pluvial - Infiltración	- Pilas de roca mineral - Tajo minero
Partículas sólidas	- Drenaje - Escorrentía pluvial - Sedimentación de polvo	- Tajo minero - Tráfico vehicular y voladuras
Contaminantes orgánicos	- Vertido de efluentes líquidos	- Instalaciones sanitarias
Aceites y grasas	- Infiltración - Derrame accidental de combustibles y lubricantes	- Taller de Mantenimiento y lavado - Areas de abastecimiento de combustible y lubricación

CUADRO N°19 “IMPACTOS POTENCIALES EN LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO MINASJASA”

Impacto	Agente	Fuente/foco emisor
Acidos y metales	- Drenaje y escorrentía pluvial - Infiltración	- Tajo minero
Partículas sólidas	- Drenaje - Escorrentía pluvial - Sedimentación de polvo	- Tajo minero - Tráfico vehicular y voladuras

6.3 Factor Hidrología Superficial

Se considera que se sucedan modificaciones del régimen hídrico en los Ríos Mama y Minasjasa.

CUADRO N°20 “IMPACTOS POTENCIALES EN LA HIDROLOGÍA SUPERFICIAL”

Impacto	Agente	Fuente/foco emisor
Interrupción de condiciones hidrológicas	Canales de derivación, desagüado, etc.	- Construcción - Actividades para acceder al mineral y para aislar el área minera
Disponibilidad y uso del agua	Uso y consumo	- Mantenimiento de máquinas - Personal de planta

6.4 Factor Calidad de Aire

Impacto Potencial dentro de la Concesión Minera y en Areas Aledañas.

CUADRO N°21 “IMPACTOS POTENCIALES EN LA CALIDAD DEL AIRE”

Impacto	Agente	Fuente/foco emisor
<ul style="list-style-type: none"> - Aerosoles - Gases de combustión 	<ul style="list-style-type: none"> - Dispersión de: PST y PM₁₀ - Gases: SO₂, CO, COV, NO_x 	<ul style="list-style-type: none"> - Voladura - Trituración de mineral - Arrastre y carguío de menas y desmote - Movimiento de tierras - Pilas de desmontes - Tráfico vehicular - Grupo Electrógeno

6.5 Factor Ruido y Vibración

Impacto Potencial dentro de la Concesión Minera y en Areas Aledañas.

CUADRO N°22 “IMPACTOS POTENCIALES POR RUIDO Y VIBRACIÓN”

Impacto	Agente	Fuente/foco emisor
<ul style="list-style-type: none"> - Ruido - Vibración de tierra 	<ul style="list-style-type: none"> - Dispersión acústica - Ondas de choque 	<ul style="list-style-type: none"> - Perforación y Voladura - Trituración de mineral - Tráfico vehicular - Grupo Electrógeno

6.6 Factor Calidad de Suelo

Impacto Potencial dentro de la Concesión Minera y en los Cerros Morococho y Yuracrumi, ocasionado por el viento que trasladará las partículas suspendidas en la dirección SSE (Figura N°10).

CUADRO N°23 “IMPACTOS POTENCIALES EN LA CALIDAD DE SUELO”

Impacto	Agente	Fuente/foco emisor
<ul style="list-style-type: none"> - Polvo - Metales: Plomo, Cobre, Plata, Zinc. - Combustibles 	<ul style="list-style-type: none"> - Erosión eólica - Deposición de elementos - Derrame accidental o fugas 	<ul style="list-style-type: none"> - Voladura de rocas - Pilas de roca - Tráfico vehicular

6.7 Factor de Interés Humano

Impacto Potencial dentro de la Concesión Minera y en Zonas Aledañas.

CUADRO N°24 “IMPACTOS POTENCIALES DE INTERÉS HUMANO”

Impacto	Agente	Fuente/foco emisor
<ul style="list-style-type: none"> - Reubicación de Centro Poblado - Impedimento de uso de caminos rurales 	<ul style="list-style-type: none"> - Expropiación 	<ul style="list-style-type: none"> - Proyecto Minero
<ul style="list-style-type: none"> - Conflicto con agricultores 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidad del agua 	<ul style="list-style-type: none"> - Proyecto Minero
<ul style="list-style-type: none"> - Afectación de la actual actividad pecuaria 	<ul style="list-style-type: none"> - Migración de animales 	<ul style="list-style-type: none"> - Proyecto Minero
<ul style="list-style-type: none"> - Habilidades técnicas 	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitación en oficios 	<ul style="list-style-type: none"> - Proyecto Minero
<ul style="list-style-type: none"> - Desocupación 	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de puestos de trabajo temporal 	<ul style="list-style-type: none"> - Proyecto Minero
<ul style="list-style-type: none"> - Patrimonio comunal 	<ul style="list-style-type: none"> - Entrega de infraestructura (campamento, taller, almacén, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> - Proyecto Minero (Cierre de Mina)

CAPITULO N°VII: PREDICCIÓN CUANTITATIVA DE IMPACTOS POTENCIALES SOBRE EL MEDIO AMBIENTE QUE GENERARIA EL PROYECTO MINERO

7.1 Introducción

La predicción es el único procedimiento que aplicaremos para estimar cuantitativamente los volúmenes de los potenciales elementos contaminantes del medio ambiente. El cálculo predictivo se realizará vía el empleo de ecuaciones matemáticas, provenientes de fuentes de reconocido prestigio Environmental Protection Agency (EPA), OMS, Guías Ambientales Internacionales, pruebas de laboratorio, y a la literatura técnica especializada. Los cálculos matemáticos son de carácter predictivo (y no definitivo) en razón de que se trata del estudio de procesos físicos que aún no se suceden.

Para la presente actividad minera se realizarán las predicciones cuantitativas para los siguientes impactos potenciales identificados en el Capítulo N°V:

- a.** Generación de Drenaje Acido de Roca:
 - Potencial de Acidez (PA)
 - Potencial de Neutralización
 - Potencial Neto de Neutralización (PNN)
 - Lixiviación Natural de Metales
- b.** Deposición de partículas sólidas (erosión) en Río Minasjasa
- c.** Vertido de Contaminantes Orgánicos en Río Mama
- d.** Emisión de Gases de Combustión: SO₂, NO_x, CO, COV.
- e.** Emisión de PM₁₀
- f.** Emisión de PST
- g.** Emisión de Ruido

La Infiltración de aceites y grasas a consecuencia de derrames accidentales, no se va a considerar en razón de la imposibilidad de predecir cuantitativamente cuantos accidentes y de que magnitud pudieran sucederse durante la Etapa de Explotación Minera.

7.2 Drenaje Acido de Roca

La peligrosidad de los Pilas de Desmonte de Roca debido a su reactividad está determinada por la oxidación de los sulfuros que ocurre cuando las rocas son expuestas al aire y al agua. El producto de la oxidación de los sulfuros metálicos es el ácido sulfúrico, que si no es neutralizado por minerales con reacción básica (carbonatos, hidróxidos y aluminosilicatos) producirán drenaje ácido, el cual contiene metales disueltos, metaloides y acidez.

7.2.1 Determinación del Potencial de Acidez, Potencial de Neutralización, Potencial Neto de Neutralización y Acidez

La determinación de la capacidad de un Desmonte de Roca de generar drenaje ácido, requiere la determinación inicial del Potencial de Acidez y el Potencial de Neutralización. El Cuadro N°25, muestra los resultados de estos cálculos matemáticos. En el Apéndice N°3, ítem 3.1, se detalla el procedimiento seguido.

CUADRO N°25 “POTENCIAL DE ACIDEZ, POTENCIAL DE NEUTRALIZACIÓN Y POTENCIAL NETO DE NEUTRALIZACIÓN”

Parámetro	Valor
Potencial de Acidez	218,75 kg _{CaCO3} /tn _{Roca}
Potencial de Neutralización	120,2 kg _{CaCO3} /tn _{Roca}
Potencial Neto de Neutralización	-98,55 kg _{CaCO3} /tn _{Roca}

El significado de obtener un valor de -98,55 kg_{CaCO3}/tn_{Roca} correspondiente al Potencial Neto de Neutralización, es que el Desmonte de Roca generará drenaje ácido.

7.2.2 Predicción Cuantitativa de Lixiviación Natural de Rocas de Desmonte

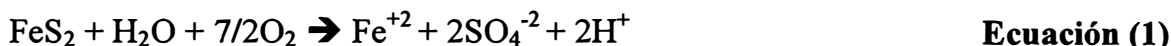
Por lo señalado en el ítem 7.2.1, el Desmonte de Roca genera drenaje ácido, en este subcapítulo determinaremos la calidad del agua de drenaje.

7.2.2.1 Teoría de la Lixiviación de Metales

Se cree que el proceso básico de formación de drenaje ácido se produce en tres etapas, incluyendo diferentes reacciones químicas⁽¹⁴⁾:

1^{ra} Etapa: Oxidación de los Sulfuros.

Reacción Química en Medio Acuoso:



2^{da} Etapa: El ión ferroso formado en presencia del ión hidrónico y oxígeno, se pueden oxidar y producir el ión férrico soluble en agua. Cuando el PH se reduce en el micro ambiente en torno de los minerales sulfurados, la población de la bacteria acidofílica Thiobacillus Ferrooxidans comienza a crecer, provocando una caída todavía mayor en el PH.

Reacción Química:



3^{ra} Etapa: Los iones metálicos (Fe^{+3}) se combinan con el radical hidroxilo, produciendo hidróxidos metálicos (a PH por encima de 3,5) los cuales son insolubles en ácido y precipitan.

Reacción Química:



Asimismo, el ión férrico es un oxidante fuerte capaz de disolver una amplia variedad de minerales sulfurados (PbS , ZnS , Cu_2S , Sb_2S_3 , etc). La lixiviación con Fe^{+3} recibe el nombre de lixiviación indirecta porque se realiza en ausencia de oxígeno o de bacterias.

Reacción Química:



El Azufre generado puede ser convertido en Acido Sulfúrico por la bacteria T. Ferrooxidans:

Reacción Química:



(14) Fuente: Sanchez L. (1995), "Drenaje de Minas a Cielo Abierto", Sao Paulo, pag. 12

Asimismo, el proceso de Lixiviación Natural es favorecido por factores climáticos y ambientales, y en especial por las altas temperaturas de los climas cálidos y la intensidad lluviosa (precipitación medio anual máximo 4000mm, Ej. Ceja de Selva), que favorecen la dinámica de los procesos, y por tanto, la presencia de aniones en el agua que la hacen más activa químicamente: como es el caso de los aniones Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- . La presencia en el área de compuestos "precursores" de estos aniones, como los carbonatos o sulfuros, favorece aún más este hecho, como es el caso en estudio (existencia de yacimientos de sulfuros metálicos).

Es importante observar que existen elementos que se movilizan con mayor facilidad que otros; hay elementos que entran en disolución con gran facilidad, mientras que otros tienden a formar geles, menos solubles, o forman rápidamente compuestos muy insolubles, quedando por tanto retenidos en el residuo de la roca. Así, los elementos lixivian de mayor a menor facilidad de acuerdo al siguiente orden: $\text{Na}_2\text{O} > \text{CaO} > \text{FeO} > \text{MgO} > \text{K}_2\text{O} > \text{SiO}_2 > \text{Al}_2\text{O}_3$

Mientras que los que tienden a concentrarse en la roca alterada son: $\text{H}_2\text{O} > \text{Fe}_2\text{O}_3$

En el presente caso, el Cuarzo y la Alúmina existente en el mineral, ofrecerán resistencia a la Lixiviación Natural; mientras que el óxido de Hierro (II), la Galena, la Esfalerita y la Chalcocita serán fácilmente Lixiviados; el óxido de Hierro (III) tenderá a concentrarse en la roca alterada.

Las reacciones químicas anotadas en las líneas anteriores que corresponden a la Lixiviación Natural de las rocas, pueden detectarse en el Botadero de Desmonte después de horas o días de lluvia, mediante el desarrollo de rutas de infiltración.

Para predecir la calidad del agua de drenaje recurriremos a la Literatura Especializada.

El Cuadro N°26, muestra la calidad del agua de drenaje de una mina peruana con características mineralógicas semejantes al presente estudio, por lo que tomaremos estos valores como referencia.

CUADRO N°26 “EJEMPLO DE CALIDAD DE DRENAJE ACIDO EN EL PERÚ” (15)

Efluente	Concentración (mg/l)						
	pH	SO ₄ ⁻²	Zn	Cu	Fe	As	Mn
Drenaje de mina de metales bases con bajo contenido de pirita	4,4	>1000	99	65	92	<1	29

7.3 Predicción Cuantitativa de Arrastre de Partículas Sólidas

El arrastre de Partículas Sólidas tendrá su mayor preponderancia en el Tajo Minero, el mismo que al estar expuesto a las escorrentías y drenajes de agua superficiales, arrastrarán las partículas sólidas hacia el Río Minasjasa (Figura N°10). El Río Mama, no será afectado por este contaminante.

En el Cuadro N°27, se anotan los volúmenes de sedimentos a generarse. Los detalles de los cálculos efectuados se encuentran en el Apéndice N°3, ítem 3.2.

CUADRO N°27 “DEPOSICIÓN DE SEDIMENTOS SOBRE RÍO MINASJASA”

Parámetro	Valor
Deposición de sedimentos sobre Río Minasjasa	46 151,6 tn _{sedimentos} /año

7.4 Predicción Cuantitativa de Generación de Contaminantes Orgánicos

Las Aguas Residuales Domésticas provenientes del Campamento Minero serían la fuente de los contaminantes orgánicos, las cuales se verterían solamente sobre el Río Mama, puesto que el Campamento Minero se construirá cerca de este río (ver Figura N°10), donde existe una área lateral amplia y alejada de la Concesión Minera.

La composición química de este tipo de aguas residuales lo asumiremos de la Literatura Especializada (Cuadro N°28); con el valor del caudal del efluente a generarse (Cap. N°4, ítem 4.11.4) se calculará la Tasa de Contaminantes Orgánicos. Los resultados se muestran en el Cuadro N°29.

(15) Fuente: DGAA Ministerio de Energía y Minas del Perú (1995), “Guía Ambiental para el Manejo de Drenaje Acido de Mina”, Lima, pag.: 8.

CUADRO N°28 “COMPOSICIÓN TÍPICA DE AGUAS RESIDUALES SIN TRATAR” ⁽¹⁶⁾

Contaminante	Concentración (mg/m³)	Concentración (tn/m³)
Sólidos Totales	350 000	0,350
Sólidos Disueltos Totales	250 000	0,250
Sólidos Suspendidos Totales	100 000	0,100
Sólidos Sedimentables	5 000	0,005
Carbono Orgánico Total (COT)	80 000	0,080
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	250 000	0,250
Nitrógeno total, como N	20 000	0,020
Orgánico	8 000	0,008
Amoníaco libre	12 000	0,012
Nitritos y Nitratos	0	0
Fósforo total, como P	4 000	0,004
Orgánico	1 000	0,001
Inorgánico	3 000	0,003
Cloruros	30 000	0,030
Sulfatos	20 000	0,020
Alcalinidad, como CaCO ₃	50 000	0,050
Grasas	50 000	0,050
Coliformes Fecales	10 ⁴ UFC/100ml	10 ⁸ UFC/m ³
Compuestos orgánicos volátiles	<100	<0,0001

(16) Fuente: Metcalf & Eddy (1991), “Ingeniería de Aguas Residuales”, pag. 125.

CUADRO N°29 “GENERACIÓN DE CONTAMINANTES ORGÁNICOS”

Contaminante	Concentración (tn/m³)	Caudal del efluente (m³/año)	Tasa anual (tn/año)
Sólidos totales	0,350	2 187	765,45
Sólidos disueltos totales	0,250	2 187	546,75
Sólidos suspendidos totales	0,100	2 187	218,70
Sólidos sedimentables	0,005	2 187	10,94
Carbono Orgánico Total (COT)	0,080	2 187	174,96
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	0,250	2 187	546,75
Nitrógeno total, como N	0,020	2 187	43,74
Orgánico	0,008		
Amoníaco libre	0,012		
Nitritos y Nitratos	0		
Fósforo total, como P	0,004	2 187	8,75
Orgánico	0,001		
Inorgánico	0,003		
Cloruros	0,030	2 187	65,61
Sulfatos	0,020	2 187	43,74
Alcalinidad, como CaCO ₃	0,050	2 187	109,40
Grasas	0,050	2 187	109,40
Coliformes Fecales	10 ⁸ UFC/m ³	2 187	2*10 ¹¹ UFC/año
Compuestos orgánicos volátiles	<0,0001	2 187	<0,22

7.5 Predicción Cuantitativa de Emisión de Contaminantes Atmosféricos

Las fuentes generadoras de contaminantes atmosféricos (gases, PM₁₀ y PST), son las Operaciones de Voladura; Carga, Descarga y Traslado de Materiales; Tráfico Vehicular y de los Grupos Electrónicos, descritas en el Capítulo N°5 y 6. Para cada una de estas operaciones y actividades se efectuará el cálculo predictivo de las emisiones atmosféricas.

Los cálculos en detalle se encuentran en el Apéndice N°3, ítem 3.3.

Los resultados se muestran en el Cuadro N°30.

CUADRO N°30 “GENERACIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS”

Emisión		Total Anual (tn/año)		Total vida útil de Proyecto (4 años)
SO ₂	Voladura	0,003035	0,583	2,332
	Combustión	0,5800		
NO _x	Voladura	0,0243	8,401	33,605
	Combustión	8,377		
CO	Voladura	0,103	3,022	12,088
	Combustión	2,919		
COV	Combustión		1,101	4,404
PM ₁₀	Voladura	0,006165	20,425	81,703
	Carga de materiales	1,3594		
	Descarga de materiales	0,00641		
	Traslado de materiales	19,0519		
	Erosión eólica	0,001985		
PST	Combustión	0,823	2,983	11,932
	Trituración 1 ^{ria}	2,160		

7.6 Predicción Cuantitativa de Emisión de Contaminante Ruido

Las fuentes más importantes de emisión de ruido provienen del funcionamiento de las maquinarias y equipos, debido a que operan largas horas y diariamente. El efecto más importante de las Voladuras es la vibración de tierra, por lo que descartamos su análisis en este apartado.

CUADRO N°31 “NIVELES DE EMISIÓN DE RUIDO DE MAQUINARIA MINERA”

Fuente de Ruido	Nivel de Potencia Sonora L_{wa} (dB) ⁽¹⁷⁾	Nivel Máximo de Ruido ⁽¹⁸⁾ (dB)
Trituradora	<110-120>	90 (a 16m de la Trituradora)
Tractor de Oruga	<110-120>	80 (a 16m del Tractor)
Retroexcavadora	<110-120>	78 (a 16m de la Pala Excavadora)
Camión	<110-120>	80 (a 16m del Camión)
Cargador Frontal	<110-120>	80 (a 16m del Cargador Frontal)
Equipo de Perforación	130	60,12 (a 50m de distancia) ⁽¹⁹⁾
Camioneta 4x4	No presenta	72 (a 16m de la Camioneta)

(17) Fuente: DGAA Ministerio de Energía y Minas del Perú (1997), “Guía Ambiental del Ruido”, Lima, pag. 45.

(18) Fuente: Environmental Protection Agency (1972), USA, pag. 108.

(19) Fuente: Documento Técnico (2001), “Evaluación Ambiental del Proyecto Bayóvar”, Lima, pag. 38

CAPITULO N°VIII: ESTIMACION DE RIESGOS

8.1 Introducción

El riesgo por emisiones contaminantes sean estos gaseosos, líquidos o partículas suspendidas, dependerá del grado de concentración y del medio vehicular para su transporte y dispersión.

En el Capítulo N°VII, se han calculado los volúmenes de estos contaminantes, resultado de las actividades mineras desarrolladas. A continuación estimaremos las concentraciones de las sustancias contaminantes en los receptores ambientales, luego estableceremos el grado de riesgo que puedan desencadenar.

8.2 Estimación de Riesgos por Drenaje Acido de Mina

Al drenaje ácido predecido en el Capítulo N°7 ítem 7.2, proseguirá un proceso de movilización por acción de la gravedad hasta alcanzar el cauce del Río Mama (que se encuentra en la parte más baja), este recorrido ocasionará también la contaminación del suelo. La concentración de los elementos metálicos en el suelo y en el Río Mama es difícil de predecir matemáticamente por depender de la interrelación de varios factores, que se describen a continuación:

8.2.1 Factores que determinan la Movilización de Contaminantes

a. PH del suelo

Es el factor más influyente, a menor pH mayor solubilidad y mayor biodisponibilidad de metales. Los iones H^+ desplazan a los elementos metálicos en el proceso de adsorción con los coloides del suelo. Las condiciones ácidas favorecen, en general, el mantenimiento de formas solubles de los compuestos metálicos, y suponen un elevado potencial de lixiviación de metales. De acuerdo al análisis edafológico del suelo del Cerro Carchahuayjo (Cuadro N°7), en cuya parte .baja (hoyada) se construirá el Botadero de Desmonte, presenta un $PH=4,9$ el cual favorece la movilización de metales pesados.

b. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

Es una propiedad, que expresa la capacidad de autodepuración de los suelos y sedimentos, al fijar los elementos metálicos sobre las superficies de los coloides del suelo (ácidos húmicos y arcillas). La CIC depende: del contenido inorgánico, de los materiales arcillosos, del contenido de materia orgánica y del PH del suelo.

De los elementos que se descargarán al suelo por lixiviación del Botadero de Desmonte, se agrupan de acuerdo a su mayor facilidad para adsorberse, de la siguiente manera: $Cu > Zn > Fe > Pb > As$. La CIC del suelo es de 24,5 meq/100gr (Cuadro N°7), el cual favorece la adsorción de los metales.

c. Textura del suelo

El tipo de sustrato y su textura, es determinante en la fijación de los metales pesados, y depende del contenido arcilloso del suelo. El tamaño de partícula del suelo tiene una gran influencia, ya que la textura fina implica una disminución del tamaño de partícula y un aumento de la superficie reactiva y por tanto un aumento de la CIC al aumentar la carga de la superficie.

El análisis de Textura efectuado al suelo del Cerro Carchahuayjo (Cuadro N°7), indica que es franco-arcillosa, con un contenido de materia orgánica de 11,15%. Podemos afirmar que la adsorción de los metales será efectuado por las arcillas, y por la materia orgánica.

d. Contenido de óxidos de Fe y Mn

Los óxidos de Fe y Mn presentes en el suelo, poseen una alta capacidad de adsorción. Estos óxidos actúan como secuestradores de metales a través de diferentes mecanismos, como por ejemplo, la coprecipitación, adsorción, intercambio iónico o penetración en la red cristalina. Los oxihidróxidos de Fe y Mn son termodinámicamente inestables, por lo que a PH bajos (como es el caso del suelo del Cerro Carchahuayjo) se produce la disolución de metales.

e. Nivel de precipitaciones pluviales

En razón del alto índice de lluvias: 4000mm de precipitación media anual máximo (Cap. N°2, ítem 2.3.2), las aguas de lluvia al tomar contacto con las soluciones acuosas del drenaje ácido, seguirán el proceso de dilución, y por la energía cinética que contienen, contribuirán a que se suceda más fácilmente la movilización (hacia el Río Mama) de los componentes del drenaje ácido.

f. Características topográficas del terreno

El área destinada para la construcción del Botadero de Desmonte de Roca, presenta una forma de “hoyo” (ver Figura N°10), esta forma natural dificultará la movilización del drenaje ácido vía el mecanismo de esorrentía.

Como se puede apreciar existen factores que contribuirán al mecanismo de movilización del drenaje ácido hacia el cauce del Río Mama y otros factores que retardarán este proceso.

8.2.2 Riesgos de Contaminación del Suelo por el Drenaje Acido

Los riesgos por el drenaje ácido, estarían manifestados por el área de suelo que será contaminado y por los niveles de concentración de metales que se alcanzaría. Esta zona (Cerro Carchahuayjo), no es empleada para fines agrícolas, o pecuarias; por lo que descartamos los riesgos en la salud de los seres vivos por ingesta de metales tóxicos. Efectuaremos los siguientes cálculos:

- Cálculo predictivo del área de suelo que será contaminado.
- Cálculo predictivo de concentración de suelo contaminado

a. Area de Suelo Contaminado

Se considera que el área adyacente al Botadero de Desmonte (Figura N°10) será contaminado. La estimación del área de esta zona la efectuaremos recurriendo a la Carta Geográfica Nacional. Del cálculo resulta que la zona presenta un ancho de 400m y un largo de 500m.

$$\boxed{\text{Area de Suelo Contaminado} = 0,2\text{km}^2}$$

b. Concentración de Metales en el Suelo

Para este cálculo, se recurrirá al artificio siguiente:

- Se asume que existe un Botadero de Desmonte instalado en la zona, y que drena una solución acuosa con las características anotadas en el Cuadro N°26.

El Cuadro N°32, señala la predicción cuantitativa de la concentración de metales en el suelo.

De la lectura del Cuadro N°32, se evidencia que la concentración de los metales en el suelo, se encuentra por debajo de los Niveles Máximos Permisibles, lo que descarta los riesgos en la salud de los animales que eventualmente puedan habitar este lugar en el futuro.

8.2.3 Riesgos por contaminación del agua del Río Mama por el Drenaje Acido

Asumiendo que, se esté produciendo drenaje ácido con las características anotadas en el Cuadro N°26, y que se descarga sobre el Río Mama, entonces, los riesgos serían los siguientes:

- Afectación de los ecosistemas acuáticos y de la calidad físico química del agua del Río Mama como resultado de la acidez y metales disueltos en el agua. Los metales serán asimilados por los peces y animales (al beber), los cuales luego serán consumidos por el hombre ocasionando enfermedades y mortandad en la población. Estarían en riesgo 47 habitantes del C.P.Mama (Cuadro N°11).
- El Río Mama contaminado con ácidos y metales, afectaría la actividad agrícola en el Valle Apurímac (30km aguas abajo), se estima un total de 40 regantes que se verían afectados (dato proporcionado por comuneros del C.P. Mama).
- Coloración rojiza del agua del Río Mama; el hidróxido férrico es un sólido fangoso, de color amarillo o naranja, su presencia es detectable a simple vista a concentraciones de 5ppm⁽²⁰⁾, la concentración de ión férrico es de 92mg/l (Cuadro N°26) que en unidades de ppm y asumiendo que todo se convierte en hidróxido, sería de 92ppm de Fe(OH)₃, valor mayor que el mínimo necesario para ser detectado.

(20) Fuente: Artículo Técnico (2000), "Minas y Pozos Abandonados en Asturias", Asturias, pag. 1.

CUADRO N°32 "PREDICCIÓN DE LA CONCENTRACION DE METALES EN EL SUELO DEL DEL CERRO CARCHAHUAYJO"

Metales presentes en suelo (Cerro Carchahuayjo)			Calidad de agua de drenaje (lixiviados) ^β (mg/l)	Concentración final en suelo afectado ^ϕ (mg/kg _{suelo})	Niveles Máximos Permisibles para Suelo Industrial (mg/kg _{suelo}) ^α
Concentración (mg/kg _{suelo}) ^α	Densidad ^θ ρ (gr/cm ³)	Concentración (mg/l)			
Fe= 34100	1.02	34782	Fe= 92	Fe= 34190.196	Fe= No existe directriz
Cu= 75		76.5	Cu= 65	Cu= 138.725	Cu= 1000
Zn= 93		94.86	Zn= 99	Zn= 190.059	Zn= 3000
Mn= 502		512.04	Mn= 29	Mn= 530.431	Mn= No existe directriz
Pb= 15		15.3	Pb= --	Pb= 15	Pb= 1000
Cd= 2		2.04	Cd= --	Cd= 2	Cd= 70
Cr= 2		2.04	Cr= --	Cr= 2	Cr= 700

Donde:

^α: Recopilada del Cuadro N°8

^θ: Recopilada del Cuadro N°7

^β: Recopilada del Cuadro N°26

^ϕ: Resulta de sumar la concentración de metales existentes en el suelo mas la concentración de metales proveniente del drenaje ácido.

8.3 Riesgos por Deposición de Sedimentos

La determinación de los riesgos que puedan acontecer por la descarga de sedimentos sobre el Río Minasjasa, exige el cálculo previo de la concentración de metales en el agua como resultado de la disolución de los metales contenidos en el sedimento.

La deposición de sedimentos sobre el Río Minasjasa es de 46151,6tn/año (Cuadro N°27).

Los sedimentos se descargan al río a lo largo de 1500m, con una profundidad promedio de 0,4m, y un ancho promedio de 2m, dando un volumen de agua de 1200m³ (los datos han sido recopilados en la expedición realizada a la Concesión Minera).

Si se asume, que en cada hora se depositarán los sedimentos sobre el río en forma instantánea (en razón de que el viento no fluye permanentemente), entonces; los sedimentos arrastrados al río por hora son de 5,26tn/hr. Estos sedimentos tienen componentes metálicos, los cuales al tomar contacto con el agua se diluirán, dando una composición final como se indica en el Cuadro N°33.

En este Cuadro se observa que, se ha sobrepasado los Niveles Máximos Permisibles en lo referente a los elementos metálicos Cobre, Plomo y Cadmio.

Tomando como referencia, los niveles de Tolerancia Máxima de los Mamíferos al consumo de agua con elementos metálicos, que se citan en el Cuadro N°34, determinaremos el riesgo que podría sucederse.

De la lectura del Cuadro N°34, las concentraciones de los metales en el agua, están a niveles inferiores al indicado como Dosis Letal para las vacas, aun consumiendo el agua en cantidades superiores a los necesarios (10 l/día).

Respecto del ser humano, el riesgo lo representa el metal Plomo, que se encuentra en concentraciones cercanas al señalado como Tóxico, un consumo de 2l/día (que es la cantidad necesaria por día) de esta agua, pondría en riesgo la salud de los 47 habitantes del C.P. Mama.

CUADRO N°33 "PREDICCIÓN DE LA CONCENTRACION DE METALES EN RIO MINASJASA"

Parámetro	Concentración metales en río ^φ (mg/l)	Carga de sedimentos ^σ (kg _{suelo} /hr)	Metales en suelo ^θ mg/kg _{suelo}	Vertido en 1 hr (mgr)	Volumen de agua receptor (l)	Concentración final en río ^ψ (mg/l)	Niv. Máx. Permisibles LGA-Clase III (mg/l)
Fe=	0.101	5260	34100	2E+08	120000	1494.82	No existe directriz
Cu<	0.005		75	394500	120000	3.29	0.5
Zn=	0.191		93	489180	120000	4.27	25.0
Mn<	0.025		502	3E+06	120000	22.03	No existe directriz
Pb<	0.025		15	78900	120000	0.68	0.1
Cd<	0.01		2	10520	120000	0.10	0.05
Cr	No se efectuó		2	10520	120000	0.09	1

Donde:

^φ: Recopilado del Cuadro N°2

^σ: Recopilado del Cuadro N°27

^θ: Recopilado del Cuadro N°8

^ψ: Resulta de sumar la concentración de metales existente en el río mas la concentración de metales que viene en los sedimentos.

CUADRO N°34 “TOXICIDAD RELATIVA DE LOS METALES EN MAMÍFEROS” (21)

Elemento	Concentración en Río Minasjasa^a (mg/l)	Dosis letal inyectada en vacas de 200kg (mg)	Dosis tóxica en dieta humana (mg/día)
Cu	3,29	No existe referencia	No existe referencia
Zn	4,27	No existe referencia	150
Pb	0,68	14 000	1
Cd	0,10	260	3-330
Cr	0,09	18 000	200

(21) Fuente: Pérez G., Artículo Técnico (2005) “Disponibilidad de Metales Tóxicos en Sitios Contaminados”, Barcelona, pag. 24, 29.

^a. Recopilado del Cuadro N°33.

8.4 Riesgos por vertido de Aguas Residuales Domésticas

Las aguas residuales domésticas, serán vertidas sobre el Río Mama. La concentración que alcancen se señala en el Cuadro N°35.

Como se aprecia en el Cuadro N°35, los componentes orgánicos e inorgánicos considerados en el presente análisis, no superan los Niveles Máximos Permisibles; sin embargo la concentración de coliformes fecales es alta superando el valor máximo permisible (0 UFC), estarían en riesgo todos los habitantes del C.P. Mama y de las comunidades vecinas dependientes de estas aguas.

8.5 Riesgos por Emisiones Atmosféricas

Los niveles de concentración de contaminantes a distintas distancias respecto a la Concesión Minera a consecuencia de la dispersión atmosférica de los gases: CO, NO_x, SO₂ y COV; y de las partículas: PM₁₀ y PST, serán calculadas empleando el modelo matemático de Dispersión Gaussiana.

Las concentraciones de contaminantes serán evaluadas en la dirección predominante del viento (Cuadro N°5) y a distintas distancias (siguiendo el mismo eje). Finalmente se presentará una gráfica que ilustre los niveles de contaminación que se alcancen.

Los cálculos en detalle se muestran en el Apéndice N°4.

CUADRO “PREDICCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES ORGÁNICOS EN RÍO MAMA”

Contaminante	Concentración de base en Río Mama^ó (mg/l)	Agua Residual Vertida sobre Río Mama^γ (mg/s)	Caudal del Río Mama^θ (l/s)	Concentración Final en Río Mama^α (mg/l)	Límites Máximos Permisibles (mg/l) ⁽²²⁾
Sólidos totales	No se efectuó	24 272,42	1 000	24,27	545
Sólidos disueltos totales	26,6	17 337,44	1 000	43,94	500
Sólidos suspendidos totales	No se efectuó	6 934,98	1 000	6,93	45
Sólidos sedimentables	No se efectuó	346,91	1 000	0,35	No existe directriz
Nitrógeno total, como N Orgánico Amoníaco libre Nitritos y Nitratos	No se efectuó	1 386,99	1 000	1,39	50
Fósforo total, como P Orgánico Inorgánico	No se efectuó	277,46	1 000	0,28	No existe directriz
Cloruros	1,5	2 080,49	1 000	3,58	250
Sulfatos	0,85	1 386,99	1 000	2,23	250
Alcalinidad, CaCO ₃	26	3 469,07	1 000	29,47	500
Grasas	No se efectuó	3 469,07	1 000	3,50	No existe directriz
Coliformes Fecales	20 UFC/100ml	2*10 ¹¹ UFC/año	1 000	2*10 ¹¹ UFC/año	0
Compuestos orgánicos volátiles	No se efectuó	<6,97	1 000	<0,0069	No existe directriz

(22) Fuente: Environmental Protection Agency (1991 e y f), USA.

^ó: Recopilado del Cuadro N°2

^γ: Elaborado a partir del Cuadro N°28

^θ: Dato determinado en la 2^{da} expedición realizada a la Concesión Minera.

^α: Es el resultado de sumar la concentración de Base mas la concentración del agua residual.

El Cuadro N°36, muestra los resultados de los cálculos predictivos aplicando el Modelo Gaussiano.

Se verifica que:

- A distancias inferiores a los 100m (radiales) respecto de un punto hipotético dentro de la Concesión Minera, las concentraciones de los compuestos NO_x, CO, PM₁₀ y PST, se encuentran por encima de los Límites Máximos Permisibles.
- Fuera de los linderos de la Concesión Minera, no sucederán riesgos a la salud por inhalación gases y de partículas, las concentraciones de estos compuestos se encuentran por debajo de los Límites Máximos Permisibles Nacionales e Internacionales.

La Figura N°11, ilustra los puntos de aplicación del Modelo Gaussiano y las zonas donde se ha superado los Niveles Máximos Permisibles por contaminante.

La determinación de los riesgos a sucederse en la salud de los seres vivos, requiere la comparación con los Niveles de concentración que produzcan efectos fisiológicos, como se muestra en el Cuadro N°37.

Del Cuadro N°37, se puede apreciar que la concentración del CO está a un nivel de riesgo para la salud; mientras que los demás compuestos (SO₂, NO_x, PM₁₀ y PST) se encuentran por debajo de las concentraciones de riesgo para la salud humana aun a distancias inferiores a 50m.

CUADRO N°36 "CALCULO PREDICTIVO DE CONCENTRACION DE CONTAMINANTES ATMOSFERICOS"

Coordenadas (X,Y,Z)		50,0,0	100,0,0	200,0,0	300,0,0	500,0,0	1000,0,0	2000,0,0	3000,0,0	Límite Máximo Permissible
		Contaminante								
µg/m ³	SO ₂ =	7.452	2.410	0.704	0.338	0.133	0.038	0.011	0.005	50 (anual) ⁽²³⁾ 125 (24 hr) ⁽²³⁾
	NO _x =	152.568	53.980	16.269	7.863	3.117	0.883	0.250	0.120	50 (anual) ⁽²⁴⁾ 150 (24 hr) ⁽²³⁾
	CO=	42.978	13.673	3.988	1.914	0.755	0.213	0.060	0.029	30 (máximo en 1hr) ⁽²⁵⁾
	COV=	50.002	6.782	2.024	0.976	0.386	0.109	0.031	0.015	No existe directriz
	PM ₁₀ =	427.624	257.05	73.824	35.283	13.888	3.920	1.109	0.531	50 (anual) ⁽²³⁾ 120 (anual) ⁽²⁶⁾
	PST=	101.261	31.295	9.015	4.311	1.697	0.479	0.136	0.065	65 (anual) ⁽²⁷⁾

(23) Fuente: Banco Mundial (1995). "Límites Máximos Permisibles para el Aire".

(24) Fuente: Guía Técnica (1995), "Límites Máximos Permisibles para el Aire", Polonia.

(25) Fuente: Organización Mundial de la Salud (1997), "Límites Máximos Permisibles para el Aire".

(26) Fuente: RM-315-96-EM "Límite Máximo Permissible-Minería y Metalurgia", Lima.

(27) Fuente: Environmental Protection Agency (2000), "Límite Máximo Permissible para el Aire", USA.

FIGURA N°11 “MAPA DE LOCALIZACIÓN DE ZONAS AFECTADAS POR CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS”



LEYENDA

▭ : Area de Concesión Minera

P1: (50,0,0), concentración de NO_x, CO, PM₁₀ y PST supera NMP. Concentración de SO₂ dentro de NMP.

P2: (1000,0,0), concentración de SO₂, NO_x, CO, PM₁₀ y PST; dentro de NMP.

P3: (3000,0,0), concentración de SO₂, NO_x, CO, PM₁₀ y PST; dentro de NMP.

NMP: Niveles Máximos Permisibles

CUADRO N°37 "EVALUACION DE RIESGOS POR EXPOSICION A CONTAMINANTES ATMOSFERICOS"

Coordenadas (X,Y,Z)		50,0,0	100,0,0	200,0,0	Riesgo en la Salud Humana ⁽²⁸⁾	
					Valor límite	Efecto Fisiológico
μgr/m ³	SO ₂ =	7.452	2.410	0.704	80 800	Ninguno Síntomas de irritación respiratoria
	NO _x =	152.568	53.980	16.269	1 130 3 750	Síntomas de irritación respiratoria Muerte de ancianos y enfermos
	CO=	42.978	13.673	3.988	5 34	Ninguno Empeoramiento de enfermedades del corazon y pulmones
	PM ₁₀ =	427.624	257.053	73.824	No presenta	No presenta
	PST=	101.261	31.295	9.015	75 1 000	Ninguno Muerte de ancianos y enfermos

(28) Fuente: Canter L. (1998), "Manual de Evaluación de Impacto Ambiental", Colombia, pag. 149, 153.

8.6 Riesgos por Ruido

Los riesgos que se sucedan a consecuencia del ruido de las maquinarias mineras están referidos a la salud de los trabajadores mineros y de la economía de los habitantes del C.P. Mama. El Cuadro N°38, señala los riesgos por exposición al ruido que genera cada maquinaria minera y los respectivos riesgos humanos.

CUADRO N°38 “RIESGOS POR EXPOSICIÓN AL RUIDO”

Fuente de Ruido	Nivel de Potencia Sonora Lwa-dB ^α	Riesgos Humanos ^β
Trituradora	<110-120>	>70 dB, Pérdida de la Audición
Tractor de Oruga	<110-120>	>70 dB, Pérdida de la Audición
Pala Excavadora	<110-120>	>70 dB, Pérdida de la Audición
Camión	<110-120>	>70 dB, Pérdida de la Audición
Cargador Frontal	<110-120>	>70 dB, Pérdida de la Audición
Equipo de Perforación	<125-130>	>70 dB, Pérdida de la Audición
Camioneta 4x4	72 (a 16m. de la Camioneta) ⁽²⁹⁾	>70 dB, Pérdida de la Audición

^α: Recopilada del Cuadro N°31.

^β: El periodo de exposición que produce pérdida de la audición en el nivel definido es 40 años, (EPA 1974, pag. 29).

Si asumimos que todas las máquinas funcionan a la misma vez, emitirán un nivel sonoro equivalente a: 130 dB (dentro de la Concesión Minera), que es el resultado de la suma logarítmica del ruido que genera cada fuente emisora del Cuadro N°38.

El nivel de Ruido Estándar aceptable para Comunidades y en horario diurno es de 55dB⁽²⁹⁾, asimismo por encima de 90dB se producen reacciones de estampida de los animales. Como el nivel sonoro equivalente que generaría el Proyecto Minero en funcionamiento es superior (130dB), entonces podemos afirmar que los animales domesticados y salvajes migrarían a zonas mas calmas, poniendo en riesgo la economía de los habitantes del C.P. Mama.

(29) Fuente: Environmental Protection Agency (1972), USA, pag. 2. 108.

8.7 Determinación del Area de Influencia

Está ilustrada en la Figura N°12, en la cual se aprecia la existencia de dos zonas definidas: el área de influencia directa y el área de influencia indirecta, las cuales son:

a. Area de Influencia Directa

Viene a ser el área que está en contacto directo con cada actividad y operación que se desarrolle en la etapa de ejecución del proyecto minero.

Comprende una extensión aproximada de 4km², y abarca a toda el área de Concesión Minera (2 km²), y zonas que están fuera de los linderos de la Concesión Minera, tales como: Botadero de Desmonte, Taller de Mecánica, Campamento, las cuales se construirán fuera de la Concesión Minera.

b. Area de Influencia Indirecta

Viene a ser el área que recibiría los impactos ambientales y sociales al transcurrir un espacio de tiempo, o que por su lejanía mantiene una relación indirecta.

Comprende una extensión aproximada de 300km², a consecuencia de los impactos que sufrirán los regantes del Valle Apurímac (calidad del agua), y los Centros Poblados de Tircus y Rumichaca (por desplazamiento de la población y el ganado).

FIGURA N°12 “MAPA DE LOCALIZACIÓN DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA E INDIRECTA ”



LEYENDA

- : Area de Concesión Minera-2km²
- : Area de Influenca Directa~4km²
- : Area de Influenca Indirecta~300km²

ESCALA DEL MAPA

1/3000

CAPITULO N°IX: CONTROL PREVENTIVO

9.1 Introducción

Identificados y cuantificados los potenciales impactos adversos al medio ambiental y comunidades aledañas, queda por proponer las medidas de carácter preventivo para la mitigación o anulación de la acción causante del impacto. En los siguientes subcapítulos se señalarán que acciones deben tomarse antes y durante el desarrollo del Proyecto Minero. Se propone el control preventivo para el manejo de:

- Botadero de Desmonte de Roca
- Aguas Residuales Mineras
- Aguas Residuales Domésticas
- Combustible
- Perforación y Voladura
- Residuos Sólidos Domésticos
- Emisiones Atmosféricas
- Ruido
- Conflictos Sociales

En la parte final de este capítulo se propone un programa de monitoreo ambiental respecto de cada operación susceptible de generar impactos.

9.2 Manejo del Botadero de Desmonte de Roca

El sitio propuesto para la construcción del Botadero de Desmonte se muestra en la Figura N°10, esta zona presenta las siguientes características naturales que la hacen adecuada para este fin: está ubicada lejos de cuerpos de agua, espacio disponible, es una zona en forma de hoyo que le da la ventaja de estar protegida de la erosión eólica, no se emplea para actividades agropecuarias, y de fácil accesibilidad. Sin embargo, la elección de una zona para el albergue de material rocoso, debe complementarse con pruebas de laboratorio referidos al análisis físico y de resistencia del suelo (plasticidad, compactación, corte directo), perfil

estratigráfico del suelo, probabilidad de eventos sísmicos, estabilidad y ángulo de taludes, estabilidad química.

Las dimensiones del Botadero debe tener la capacidad para albergar a 86400tn (Cuadro N°16) de roca de desmonte en cuatro años de operación. Si consideramos la densidad del mineral ($\rho_{\text{mineral}}=7,5\text{tn}/\text{m}^3$, dato proporcionado por el Titular del Derecho Minero) igual al de las rocas de desmonte, el volumen que ocupen los 86400Tn, será: $V_{\text{rocas}}=11520\text{m}^3$. Recurriendo a la Carta Geográfica del lugar y por la observación efectuada en las expediciones hechas, podemos estimar el largo, ancho y altura de la zona propuesta como Botadero de Desmonte de Roca, el cual es: largo=500m, ancho=400m, altura=100m; lo que representa un volumen de $2*10^7\text{m}^3$, el cual es un valor superior al necesario (11520m^3).

El manejo del Botadero de Desmonte consistirá en aislarlo físicamente del contacto con el agua de lluvia proveniente como escorrentía, para lo cual se propone la construcción de canaletas de recolección en la ladera norte del Cerro Carchahuayjo, como se ilustra en la Figura N°13. Esta construcción debe de efectuarse al ponerse en marcha las Operaciones Mineras.

El caudal estimado para el diseño de las canaletas es $7,5\text{m}^3/\text{s}$, el procedimiento seguido para este cálculo se muestra en el Apéndice N°5, ítem 5.1.

9.3 Manejo de Aguas Residuales Mineras

Está referido al manejo del Drenaje Acido (Cap. N°7.2).

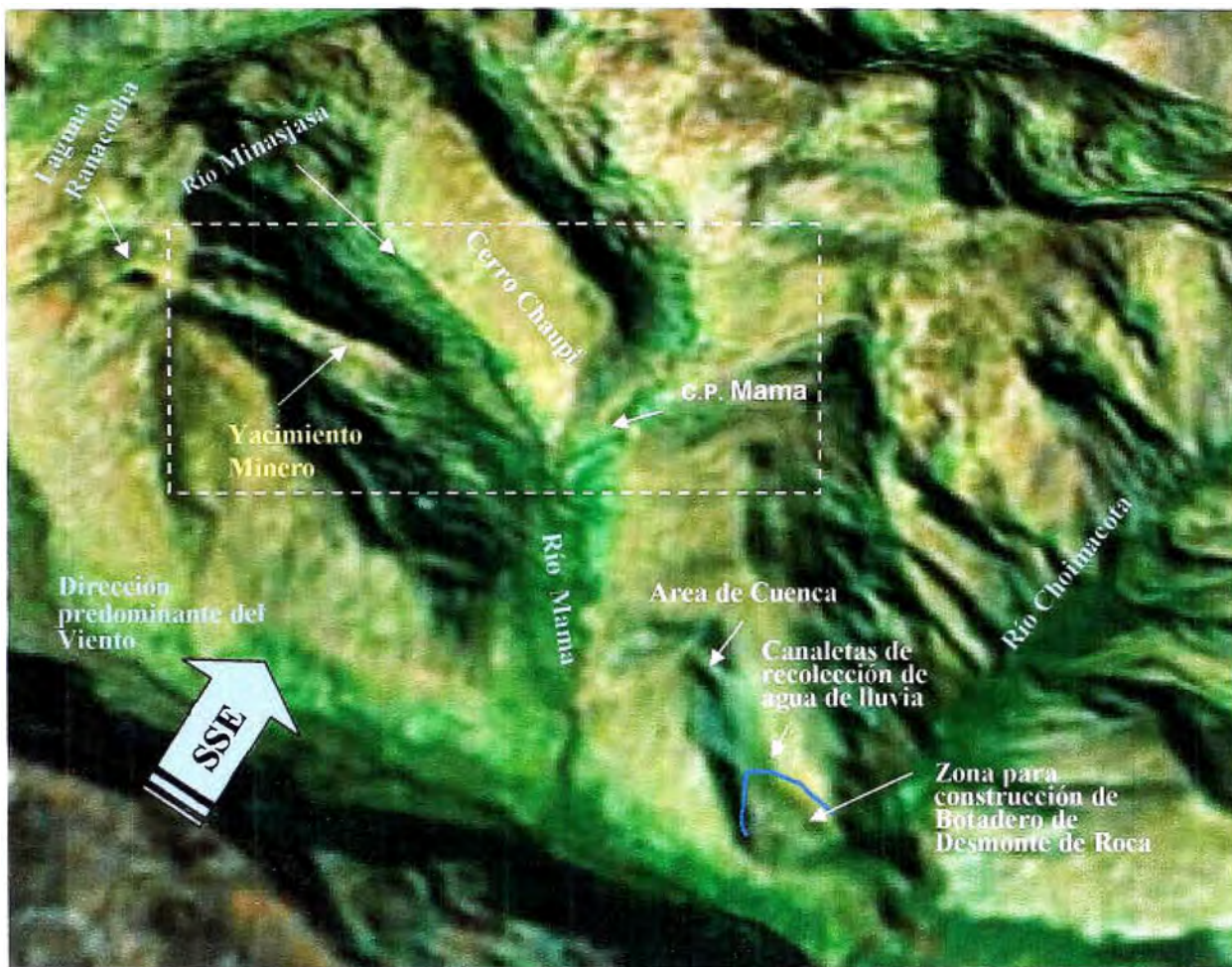
9.3.1 Manejo del Drenaje Acido

Para el tratamiento del drenaje ácido proveniente del Botadero de Desmonte, se recomienda aplicar la técnica de neutralización química. La sustancia más utilizada y aplicable en minería, es la adición de cal, por su bajo costo y alta eficiencia⁽³⁰⁾.

Esta técnica se realiza en cinco etapas de tratamiento: homogenización, mezcla, aireación, sedimentación y disposición final del lodo de desecho, Figura N°14.

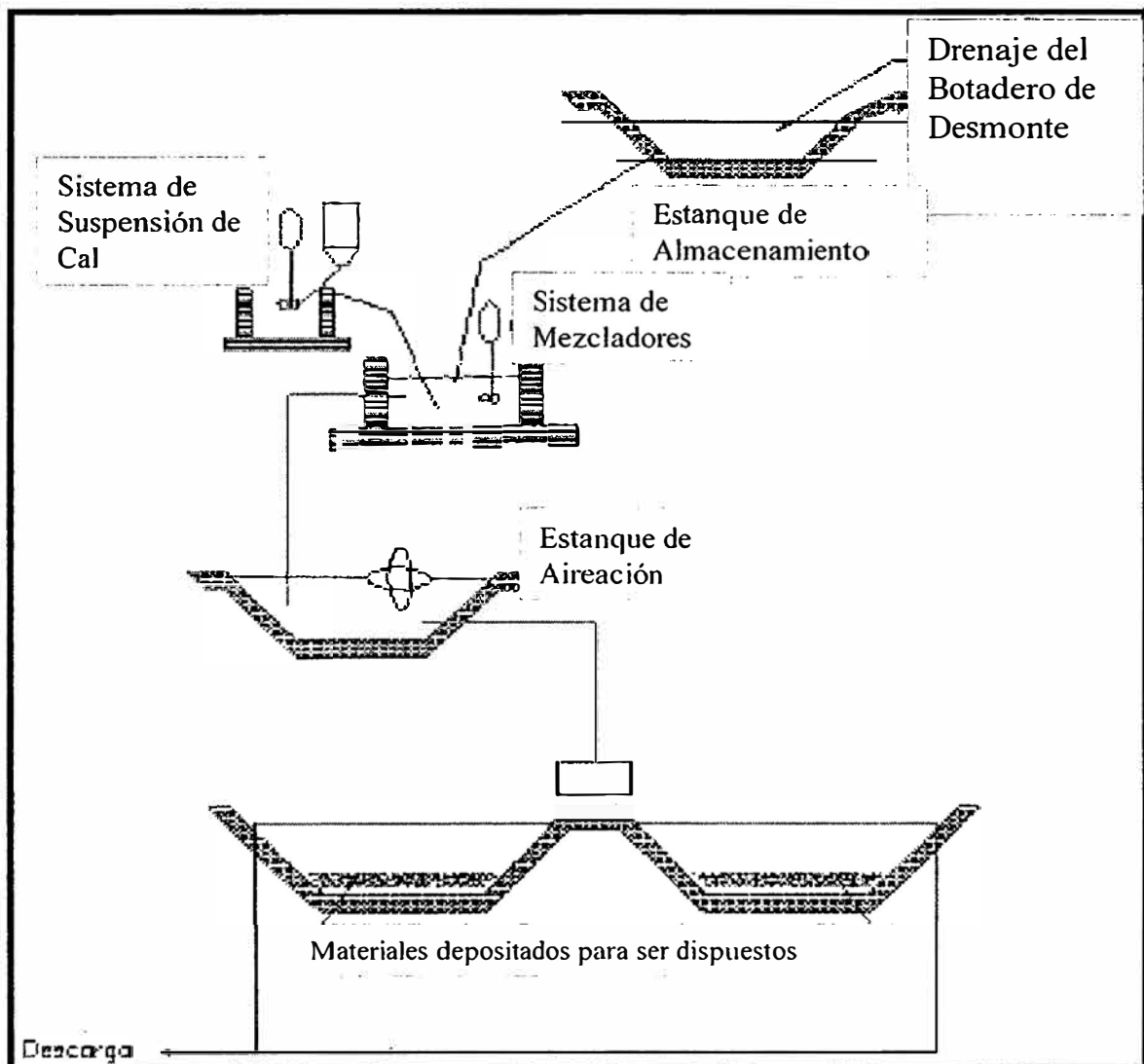
(30) Fuente: Ministerio de Minas y Energía de Colombia (2002), "Guía Minero Ambiental", pag.: 80.

FIGURA N°13 “ZONA DE CONSTRUCCIÓN DEL BOTADERO DE DESMONTE DE ROCA”



LEYENDA
--- Area de Concesión Minera

FIGURA N°14 “ETAPAS DEL PROCESO DE NEUTRALIZACIÓN QUÍMICA”



a. Diseño del estanque de Almacenamiento de Agua Residual

La capacidad de almacenamiento debe permitir manejar el volumen producido en, por lo menos, tres días de operación.

El volumen de agua contaminado con el drenaje ácido proveniente del Botadero de Desmonte, será aquel que determine el régimen de lluvias. El cual es de $160\text{m}^3/\text{día}$, los detalles del cálculo se muestran en el Apéndice N°5, ítem 5.2.

Entonces:

*Volumen de agua contaminada con el drenaje ácido provenientes del Botadero, es de $160\text{m}^3/\text{día}$

*Capacidad del Estanque de Almacenamiento= $(3\text{días}) \cdot (160\text{m}^3/\text{día})=480\text{m}^3$

*Profundidad del Estanque de Almacenamiento: 2,5m

*Area que ocupará el Estanque de Almacenamiento: 192m^2

b. Requerimientos de Cal

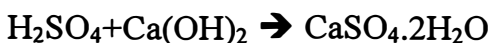
Para minas con drenajes de $\text{PH} < 3,5-5,0 >$ (como es el caso en estudio $\text{PH}=4,4$ Cuadro N°26), la dosificación de cal corresponde a un aproximado de $0,1\text{kg}/\text{m}^3$ de agua residual.

Dosificación de cal= $(0,1 \text{ kg}/\text{m}^3) \cdot (160 \text{ m}^3/\text{día})$

Dosificación de cal= $16\text{kg}/\text{día}$

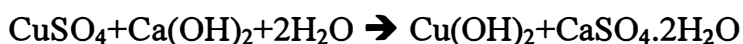
Las reacciones químicas que se suceden, son:

Neutralización:

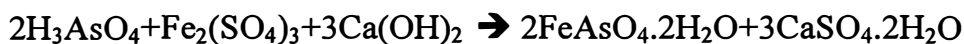


Eliminación de Metales:

- Precipitación como hidróxido, por ejemplo cobre:



- Precipitación de aniones con hierro férrico, por ejemplo arsénico:



La ubicación de esta infraestructura será a continuación del Botadero de Desmonte.

9.4 Manejo de Aguas Residuales Domésticas

El manejo y control de las aguas residuales domésticas está referido a las aguas provenientes del Campamento.

Se propone como sistema de tratamiento la utilización de una trampa de Grasas, un Tanque Séptico y un Campo de Infiltración; por ser de fácil diseño, bajos costos de construcción y apropiado para pocas personas (30 trabajadores).

En la primera etapa del sistema de tratamiento, se utilizará una trampa de grasas, que permita hacer la remoción de las mismas. Con el efluente resultante se pasa a una estructura séptica, en la cual se llevan acabo los procesos de digestión y decantación de aguas mediante un digestor percolador de lecho fijo (filtro anaerobio) en donde se produce la descomposición final de la materia orgánica. Finalmente el efluente del filtro pasa por una área (para su infiltración) y lo dispone en el suelo mediante una serie de zanjas donde el agua se percola permitiendo su oxidación y disposición final.

9.4.1 Diseño de la Trampa de Grasas

Por medio de una cámara en la parte superior de la caja, permite la separación de las grasas y su posterior remoción por flotación. La trampa de grasas se diseña de acuerdo al número de personas servidas, en el caso del estudio se estima una cantidad de 30 trabajadores (Cap. N°4.11).

CUADRO N°39 “DIMENSIONES DE TRAMPA DE GRASAS”⁽³¹⁾

N°Personas	Dimensiones			
	A _{largo} (m)	B _{ancho} (m)	H _{altura} (m)	Area (m ²)
30	0,55	0,55	0,85	0,3025

(31) Fuente: Ministerio de Minas y Energía de Colombia (2002), “Guía Minero Ambiental”, pag.: 78.

9.4.2 Diseño del Tanque Séptico

Para el cálculo de la capacidad volumétrica (CV) del Tanque Séptico, emplearemos la siguiente fórmula:

$$CV=3,2*(Población)*Q_{diseño}*FP$$

Donde:

- Población: corresponde al número de personas que necesitan del servicio (que es igual a 30 personas según Cap. N°4, ítem 4.11)
- $Q_{diseño}$: Caudal de diseño básico (0,190m³/persona/día)
- FP: Factor pico (es un factor de seguridad, la bibliografía especializada recomienda un valor igual a 1,5).

Reemplazando valores:

$$CV=3,2*30*0,190*1,5 = 27,360 \text{ m}^3/\text{día}$$

Se deberá construir un Tanque Séptico con Capacidad Volumétrica de 28m³/día, o en su defecto dos Tanques Sépticos en paralelo con capacidad de 14m³/día.

9.4.3 Diseño del Area de Infiltración

El área de infiltración se calcula en m² de suelo, según el número de personas usuarias y al caudal efluente del tanque séptico:

CUADRO N°40 “DETERMINACIÓN DEL AREA DE INFILTRACIÓN”

N°Personas	Caudal efluente de Tanque Séptico (m³/día)	Area de Infiltración (m²)
30	2,85	95

Se sugiere que el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas, se construya en la zona ilustrada en la Figura N°10, de esta manera se asegura la vida y salud de los trabajadores (es la parte más alejada a las zonas de operaciones mineras, y que cuenta con agua no contaminada por ser proveniente de un acuífero montañoso).

La construcción de esta infraestructura y del Campamento Minero debe ser hecha antes de dar inicio a las Operaciones Mineras, con la finalidad de asegurar la continuidad de la calidad de las aguas del Río Mama, y no afectar la salud de los comuneros que beben el agua directamente (sin tratarla o hervirla).

9.5 Manejo del Combustible y otros

El manejo de combustible está referido al adecuado almacenamiento y manejo de este insumo, para lo cual se propone lo siguiente:

- Limitar la aplicación y el uso de sustancias químicas derivadas del petróleo (solventes, etc.) en sectores cercanos a cursos de agua y campamentos.
- Asegurar el almacenamiento, transporte y adecuada disposición de los combustibles. El almacenamiento debe realizarse en una Cisterna que se ubicará a una distancia no menor de 40m del Río Mama y del Campamento para evitar que se presenten derrames o fugas que puedan contaminar el suelo. Se debe de construir un muro de contención alrededor de la Cisterna, con un volumen mayor al de la Cisterna.
- Se hará prevención y control de derrames durante el transporte y llenado de los tanques de combustibles, utilizando un sistema adecuado de bombeo y áreas impermeabilizadas. En caso de derrames de algún producto líquido, evitar su escurrimiento, construyendo canaletas de contención y luego recogerlo con aserrín, tierra o arena. Posteriormente enterrar el material en un sitio apropiado, con alta capacidad de impermeabilización a más de un metro de profundidad y lejos de los cursos de agua, o en su defecto contratar a una Empresa Prestadora de Servicios de Recolección de Residuos Peligrosos.
- Los cambios de aceite de los motores se harán preferiblemente en el campamento, evitando los derrames en tierra. Se recomienda utilizar una bomba de accionamiento manual.
- No dejar sobrantes en el sitio de trabajo, o en zonas verdes.

La Cisterna, debe de tener la capacidad para albergar el volumen de combustible que satisfaga la demanda de una semana. Según el Cuadro N°17, se requiere de 965,6gal/semana, el diseño de la Cisterna debe asegurar el almacenamiento de este volumen.

9.6 Manejo de la Perforación y Voladura

El manejo ambiental de las perforaciones y voladuras se centrará principalmente: en el ruido generado, el material particulado desprendido y las emanaciones de gases tóxicos.

a. Sugerencias para el impacto por ruido generado en la voladura

- Reducir la cantidad de explosiones en periodos cortos de tiempo
- Usar sistemas de retardo apropiados cuando se inicia una explosión.
- Exigir que todos los empleados, dentro del área de voladura de las minas empleen protección auditiva durante las operaciones efectivas de voladura.
- Programar las voladuras para que coincidan con los niveles más altos de ruido ambiental en el área (por la tarde).

b. Sugerencias por el impacto por el material particulado y gases generados.

- Se debe exigir a los trabajadores mineros usar respiradores contra polvo durante, e inmediatamente después de la operación efectiva de voladura.
- Se debe humedecer completamente el montón de roca volada antes y durante las operaciones de excavación.
- Las voladuras bien controladas deben generar poco polvo, por lo tanto, las prácticas de voladuras deben estar bajo manejo técnico y prácticas estandarizadas.
- Luego de instalada la carga detonante, la explosión realizarla en el menor tiempo posible.

9.7 Manejo de Residuos Sólidos

Se tiene una alta heterogeneidad de residuos sólidos, propios o no de la actividad minera (neumáticos, envases, baterías, filtros, plásticos, chatarra, residuos orgánicos, entre otros) que se podrían clasificar en reciclables, reutilizables, desechos orgánicos y materiales tóxicos.

En cuanto a la generación de residuos sólidos, el manejo es prioritariamente preventivo y de control, teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Indicar al personal, la importancia para el medio ambiente y para la salud de la población, el adecuado manejo de los residuos sólidos. Estas indicaciones se deben hacer mediante charlas estructuradas de educación ambiental.
- Disponer de recipientes señalizados (ej. a colores) para la separación de residuos.
- Recolectar los residuos reciclables, transportándolos hasta los sitios de acopio más cercanos.
- Los residuos orgánicos podrán ser dispuestos para compostaje o utilizarlos de ser posible como alimento de animales de la comunidad local.
- Se debe evitar la disposición de material sobrante en áreas de importancia ambiental como humedales o zonas de productividad agrícola.
- Los residuos sólidos producidos en los campamentos, comúnmente denominados residuos domésticos, se clasifican en: Desechos de alimentos, papel y cartones, plásticos, textiles, caucho, madera, vidrio, metales, llantas. La correcta disposición de los residuos se inicia con un almacenamiento en la fuente de generación, en recipientes de plástico reutilizables y combinados con bolsas plásticas desechables para facilitar su manipulación.
- Los residuos sólidos peligrosos deben ser almacenados en recipientes especiales, con alta resistencia a la corrosión y ser impermeables.
- Los residuos sólidos ordinarios siempre deben estar separados de los peligrosos.
- Los residuos peligrosos se deben disponer de forma segura, sea por incineración o en rellenos de seguridad industrial.
- Evitar en la medida de lo posible el empleo de materiales y envases plásticos, tanto para necesidades domésticas e industriales, en razón de su condición de no biodegradables.
- Las áreas designadas para el almacenamiento de los residuos sólidos deben quedar ubicadas en lugares visibles y de fácil identificación por cada una de las personas vinculadas al proyecto.
- Se debe recuperar la mayor cantidad de residuos sólidos posibles con el fin de alargar la vida de los rellenos sanitarios, para lo cual deberá desecharse únicamente lo que no es reutilizable.

- Realizar un manejo técnico de gases en el área de rellenos sanitarios, para evitar acumulaciones que pongan en riesgo al personal del proyecto.

9.8 Control de las Emisiones Atmosféricas

9.8.1 Manejo de las Emisiones Gaseosas

En el Cuadro N°41, presenta una síntesis de algunas medidas de prevención.

CUADRO N°41 “MEDIDAS PREVENTIVAS FRENTE A LA CONTAMINACIÓN GASEOSA”

Fuente	Medidas
Tráfico vehicular y Grupos Electrógenos	- Mantenimiento periódico a todas las máquinas - Uso de aditivos para mejorar la combustión del Diesel
Voladura	- Capacitación a operadores de explosivos, para evitar errores.

9.8.2 Manejo de las Emisiones de Material Particulado

El Cuadro N°42, presenta una síntesis de algunas medidas de prevención.

CUADRO N°42 “MEDIDAS PREVENTIVAS FRENTE A LA CONTAMINACIÓN POR MATERIAL PARTICULADO”

Fuente	Medidas
Pilas de Roca de Desmote	- Empleo de estabilizadores químicos - Cubrimiento físico de Pilas - Instalación de barreras rompevientos en áreas de acopio
Puntos de Transferencia y Manipulación de Material	- Implementación de inyectores de agua
Vías	- Mantenimiento continuo de las vías - Regulación de velocidad de circulación de vehículos (<20km/hr) y empleo de señales viales (dentro del Area de Concesión) - Revegetación de áreas adyacentes a vías de transporte
Voladura	- Humectación de las áreas de voladura - Programar las voladuras en las horas del día de menor velocidad del viento. según Cuadros N°4 y 5.

9.9 Manejo del Ruido

El Cuadro N°43, presenta una síntesis de algunas medidas de prevención contra la emisión acústica según la fuente generadora.

CUADRO N°43 “MEDIDAS PREVENTIVAS FRENTE A LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA”

Fuente	Medidas
Voladura	<ul style="list-style-type: none"> - Para programar el horario de las explosiones se debe seleccionar las condiciones atmosféricas que eviten la propagación del ruido, como ejemplo programar las explosiones en momentos de menor velocidad del viento, como referencia ver el Cuadro N°4. - Sembrío de árboles (qeñua) alrededor de los cerros que rodean la zona minera
Tráfico vehicular	<ul style="list-style-type: none"> - Acondicionar silenciadores a los motores - Evitar ruidos innecesarios, como el de la bocina del vehículo
Maquinaria minera	<ul style="list-style-type: none"> - Implementar muros acústicos alrededor de la Trituradora Primaria - Acondicionar silenciadores a la Perforadora. - Mantenimiento periódico al Cargador Frontal, Retroexcavadora, Tractor Oruga, Volquetes y Camionetas - Dotar a los empleados de protectores auditivos

9.10 Manejo de Conflictos Sociales

Para prevenir el origen de conflictos sociales, es necesario que el concesionario minero interactúe con las Comunidades de Mama, Tircus y Rumichaca (que son las más cercanas), las autoridades del Municipio Distrital de Sivia (en razón de que el C.P. Mama se encuentra dentro de su jurisdicción), las autoridades Ambientales del Municipio Provincial de Huanta, las autoridades Mineras de la Región Ayacucho, la ONG World Vision (que es la única que actúa

en esa zona interandina), y la Iglesia Evangélica Asambleas de Dios (Iglesia que cuenta con filiales en las zonas altoandinas). Deberá diseñarse un plan de Gestión Social que promueva las relaciones armónicas. Este Programa será el eje conductor de toda la Gestión Ambiental y que deberá ser elaborado y desarrollado sobre el principio de responsabilidad social empresarial, con lo cual se estará asegurando la sostenibilidad integral del proyecto.

Las medidas contempladas para el plan de gestión social son:

a. Programa de Información y Participación Comunitaria:

Se fundamenta en el compromiso Constitucional de hacer partícipe del diálogo sobre el Proyecto Minero a las comunidades localizadas en el área de influencia del proyecto, respecto de los impactos ambientales identificados y las medidas previstas. En tal sentido se promoverá la participación de las comunidades en la implementación del manejo ambiental y de las medidas correctivas que se deriven.

Las reuniones de diálogo con las Comunidades, se sugiere realizarlas en sitios de congregación usual en la zona, que generalmente se dan en la casa Comunal del C.P. Mama.

Para una mejor coordinación de los aspectos sociales y comunitarios, es importante que el Titular del Derecho Minero cuente con una persona que atienda las quejas, sugerencias y reclamos, y se encargue de registrar y resolver esos asuntos. Obligatoriamente esta persona debe hablar fluidamente el Quechua, única Lengua de habla mayoritaria de la comunidad.

b. Programa de Educación Ambiental:

La educación ambiental, es la base de una buena gestión ambiental, ya que facilita la planeación y ejecución del manejo ambiental y posibilita la disminución de los efectos negativos que puede generar el proyecto, antes, durante, y hasta el cierre y abandono. Por lo tanto, todo proyecto minero debe incluir un programa de educación ambiental, dirigido a dos públicos: a las comunidades asentadas en la zona del proyecto y al personal vinculado al proyecto (incluida la dirección de la

empresa). Algunos de los temas sugeridos para realizar el programa de educación ambiental minero son:

- Concientización ambiental de todos los empleados relacionados directa o indirectamente con el proyecto, incluida la dirección de la Empresa.
- Normatividad legal regional y nacional sobre la protección ambiental, entidades encargadas de su regulación.
- Funciones y responsabilidades sobre la Gestión Ambiental para el Proyecto Minero.
- Importancia de los recursos naturales renovables sobre el paisaje regional y sus funciones ecológicas de beneficio humano directo e indirecto.
- Discusión de las alternativas ambientales de producción minera más limpia.
- Importancia de una buena gestión y desempeño minero.
- Importancia del cumplimiento ambiental y las consecuencias de su incumplimiento parcial y/o total.
- Se pueden establecer algunos incentivos académicos, económicos, y promocionales al personal de la empresa, para que con sus ideas, se mejoren los controles ambientales de emisiones, vertimientos y manejo de residuos sólidos.
- La aplicación del programa de educación ambiental se realizará durante toda la vida útil del proyecto de explotación de la concesión minera, durante las actividades extractivas, cierre y abandono de las actividades mineras.

c. Programa de Fortalecimiento Institucional:

El fortalecimiento institucional debe estar contemplado durante toda la vida útil del Proyecto Minero (04 años). Las medidas recomendadas, son:

- Armonizar las relaciones internas, al igual que las externas, tales como: las Alcaldías Distritales y Municipales de la jurisdicción, las autoridades religiosas, mineras y académicas (Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga), y otras entidades del sector público de interés.
- Buscar mecanismos de concertación entre la administración municipal, la comunidad y el proyecto minero; de tal forma que se aclaren las participaciones económicas, las responsabilidades, los deberes y los derechos.

- Apoyo y/o participación por parte de la Empresa Minera en aquellas actividades que son tradicionales y parte del folclore andino, como son: Festival de Santiago (Herranza), Fiesta de las Cruces, entre otros.
- Selección de los proyectos o actividades, en los cuales participará la empresa. Dejamos como sugerencia se financien proyectos con fines productivos y de construcción de servicios básicos: salud, educación y alumbrado público.

d. Programa de Contratación de Mano de Obra:

El desarrollo de las actividades de Construcción y Montaje, Explotación, Cierre y Abandono, requiere contratar personal de apoyo calificado y no calificado. Para la contratación de personal no calificado tener en cuenta los siguientes criterios:

- Determinación de las necesidades de mano de obra, con base en los requerimientos de cada actividad propia de la explotación minera.
- Divulgación de las necesidades de mano de obra que puedan ser cubiertas por personal de la zona. Se recomienda tratar el tema de contratación de personal, en reuniones con las Comunidades de Mama, Tircus y Rumichaca.
- La contratación de personal no calificado para la realización de las diversas labores de apoyo (ej. guardianía), debe concederse al personal local.
- Sugerimos se capacite en manejo de vehículos mineros a los comuneros jóvenes debidamente seleccionados de los Centros Poblados referidos en los items anteriores, y sean ellos los que asuman los trabajos que demanden la operación de vehículos.

9.11 Programa de Monitoreo Ambiental

Se propone un Programa de Monitoreo Ambiental, el cual sugerimos que debe estar manejado mediante un Convenio elaborado con la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Los parámetros a medir, los sitios de muestro y la frecuencia del monitoreo se indican en los Cuadros N°44 y 45.

CUADRO N°44 “PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL”

Recurso	Componente	Parámetro	Sitios de muestreo	Frecuencia
Hídrico	Agua purificada	Color, olor, sabor, turbiedad, sólidos totales, nitritos y nitratos.	En el sistema de distribución	Mensual
	Agua residual doméstica	PH, temperatura, material flotante, grasas y aceites, sólidos suspendidos, DBO ₅ .	En el efluente final	Trimestral
	Lixiviados del relleno sanitario	PH, temperatura, DQO, DBO ₅ .	En el efluente final	Mensual
Atmosférico	Calidad del aire	Partículas suspendidas totales	Dentro y fuera del recinto minero	Mensual
Suelo	Suelos	Características químicas y biológicas	Pilas de suelo y áreas de suelo aledañas al recinto minero	Semestral
	Roca de desmonte	Características químicas y físicas	En las Pilas de roca	
	Residuos sólidos domésticos	Recolección, transporte y disposición final. Manejo del relleno sanitario	Áreas ocupadas del Proyecto y Relleno Sanitario	Mensual

CUADRO N°45 “PROGRAMA DE MONITOREO SOCIAL”

Recurso	Parámetro	Sitios de muestreo	Frecuencia
Social	Actividades de apoyo a comunidades y proyectos interinstitucionales	Comunidades ubicadas dentro del área de influencia del Proyecto Minero y Municipios: -C.P.Mama, Tircus y Rumichaca. -Municipio Distrital de Sivia.	De acuerdo a la dinámica de implementación del Plan de Gestión Social

CONCLUSIONES

1. Factor Calidad de Agua Superficial

- a.** La calidad del agua del Río Mama se vería alterado cuando empiece el drenaje ácido del botadero de desmonte generando un impacto negativo.
- b.** La calidad del agua del Río Minasjasa, se verá alterado en cuanto a los niveles de turbidez que alcance generando un impacto negativo, por la deposición de partículas erosionadas provenientes del Cerro Morococha. Respecto, de los elementos metálicos que se disuelvan sobre este río, podemos afirmar que: se encontrarán a concentraciones por debajo de los niveles permisibles los elementos Zinc y Cromo; los elementos Plomo, Cobre y Cadmio, se encontrarán por encima de los niveles permisibles.

2. Factor Hidrología Superficial

- a.** No será necesario el desvío de los Ríos Mama y Minasjasa, para su aprovechamiento en las Operaciones Mineras, en razón que los requerimientos de agua del Proyecto Minero serían solamente para consumo humano, estimándose un consumo de 2187 m³/año de agua; por lo que afirmamos no se afectarán a los agricultores del Valle Apurímac.
- b.** Se ejecutarán desviaciones de las escorrentías provenientes de los Cerros Chaupi y Morococha, como parte de las actividades de Perforación y Voladura; sin embargo las modificaciones en el caudal de los ríos (Mama y Minasjasa) serían insignificantes.

3. Factor Calidad de Aire

Las concentraciones de los compuestos SO₂, NO_x, CO, PM₁₀ y PST, predecido según el Modelo Gaussiano para la Etapa de Explotación Minera, se encuentra por debajo de los límites máximos permisibles en las zonas que están fuera del área de Concesión Minera, por lo que no existirá contaminación atmosférica.

Dentro de la Concesión Minera, si se presentarán concentraciones por encima de los niveles permisibles, de los compuestos: NO_x, CO, PM₁₀ y PST.

4. Factor Ruido y Vibración

- a.** En cuanto a los niveles de ruido por la operación de las máquinas, tendrá su influencia dentro de los linderos de la Concesión Minera, superando los niveles tolerables al ruido por el ser humano.

Los animales presentes cerca a la Concesión Minera, tendrán reacciones de estampida por el ruido que genere en su conjunto el proyecto minero, generando un impacto negativo.

- b.** Las ondas de choque producto de las Voladuras será percibido varios kilómetros por fuera de los linderos de la Concesión Minera, como son de corta duración se estima que no causará mayores dificultades a la fauna existente y los pobladores de las comunidades vecinas.

5. Factor Calidad de Suelo

- a.** La cobertura vegetal en el Cerro Morococha y Chaupi es casi nula, por lo que no habría deforestación, eliminación de arbustos y de vegetales autóctonos para acceder al mineral, resultando un impacto neutro.
- b.** Según el análisis de fertilidad de los suelos y por la inspección efectuada durante las expediciones, podemos afirmar que la zona denominada Callihuasi, será la única que estará en peligro de perder su valor de uso, generando un impacto negativo, en razón que por ser una zona de arbustos y humedales, albergan un significativo número de animales (ganado vacuno y ovino), estos animales migrarán a zonas mas tranquilas, huyendo del ruido que generen las explosiones mineras y de la presencia humana.
- c.** El Cerro Carchahuayjo, en cuya parte baja se propone la construcción del botadero de desmonte, no tiene un valor de uso agropecuario, por lo que no se estará cambiando una tierra fértil por espacios útiles para el Proyecto Minero, resultando un impacto neutro.

6. Factor de Interés Humano

- a. A consecuencia del traslado del C.P. Mama (el cual se encuentra dentro de la Concesión Minera) para dar inicio a las Operaciones Mineras, se sucederán conflictos con las comunidades vecinas (Tircus y Rumichaca), por la disponibilidad de uso de tierras con fines ganaderos y de vivienda.
 - b. El camino rural que atraviesa la Concesión Minera, también tendrá que ser cerrado, esta acción ocasionaría conflictos con los caminantes de comunidades lejanas (selváticos y andinos).
 - c. Existirán impactos positivos, aunque solamente sobre el Medio Social, las que serían: generación de empleo directo e indirecto, mayor presupuesto del Gobierno Local y Regional por concepto de Canon Minero, capacitación de comuneros. Al término de las operaciones mineras (04 años) la Empresa Minera entregará a la Comunidad de Mama, las siguientes infraestructuras: Campamento, Almacén, Taller de Mantenimiento y el Tanque Purificador de Agua.
 - d. El Canon Minero estimado \$180000/año (valor estimado por el autor del presente estudio), contribuirá a revertir los bajos indicadores de Calidad de Vida que actualmente se presenta en la Provincia de Huanta.
7. No se detectó contaminación provocada por pasivos ambientales derivados de la explotación minera artesanal del siglo 18. Los análisis del agua del Río Minasjasa; de metales en el suelo del Cerro Chaupi, no reportan presencia de metales fuera de los niveles permisibles.

8. La fuente identificada como de mayor importancia que pueda originar contaminación severa, son los botaderos de roca de desmonte; en razón de que según el análisis químico, las rocas presentan una tendencia natural a generar drenaje ácido, con un potencial de acidez de $218,75\text{kg}_{\text{CaCO}_3}/\text{tn}_{\text{roca}}$; y una baja capacidad de neutralizarse, con un potencial de neutralización de $120,20\text{kg}_{\text{CaCO}_3}/\text{tn}_{\text{roca}}$.
9. Otra fuente importante de contaminación será la disposición de residuos por las actividades de mantenimiento de maquinaria y de desechos propios de la acción humana.
10. En términos globales, la explotación a nivel extractivo que supone la puesta en marcha del Proyecto Minero en Estudio, presentará un bajo nivel de impacto ambiental; y dadas las condiciones del medio rural en el que se producen, los impactos al medio ambiente serán de baja magnitud y corta duración (04 años).
11. Consideramos que los impactos negativos al medio ambiente físico que se generen por espacio de 04 años e identificados como de corta duración y baja magnitud serán contrarrestados con los efectos positivos del Proyecto Minero, al influir éste último sobre las variables económicas más representativas, como son: empleo, inversión económica por concepto de Canon Minero, creación de nuevas fuentes de trabajo, y elevación de nivel cultural y técnico.

RECOMENDACIONES

1. Calidad del Agua Superficial

- a.** Programar la ejecución mensual de análisis del agua de los ríos y lagunas, para determinar con mayor precisión la Línea de Base del Agua. Estos análisis deben de ser hechos en un laboratorio químico que cuente con instrumentos con precisión de tres milésimas, a efectos de comparar la calidad de estas aguas con los niveles máximos permitidos de la UE y de la OMS.

- b.** Implementar un sistema de manejo de aguas residuales ácidas y de aguas residuales domésticas, afín de evitar los riesgos de contaminación del Río Mama con los compuestos provenientes del drenaje ácido y por los compuestos orgánicos.

2. Calidad del Aire

- a.** Implementar una Estación Meteorológica dentro de la Concesión Minera, con la finalidad de estudiar las variables climáticas del lugar, como son: temperatura, velocidad y dirección del viento, humedad relativa, precipitaciones, evaporación, entre otros.

- b.** Dentro de la Concesión Minera, las concentraciones de gases tóxicos y de partículas se encuentran por encima de los límites máximos permisibles, por lo que recomendamos el uso de máscaras protectoras contra estos compuestos para protección de los trabajadores.

3. Ruido

- a.** Forestar con el árbol Qeñua, las partes altas de las montañas que rodean a la Concesión Minera, a efectos de mitigar la propagación del ruido; el tiempo de crecimiento de este árbol es de 3 años.

- b.** Incorporar el uso de auditivos, afín de evitar el riesgo de sordera en el personal de campo.

4. Interés Humano

- a.** Programar conjuntamente con las autoridades locales: Municipio Distrital de Sivia, Iglesia Evangélica y Regantes del Valle del Río Apurímac, un Taller de Sensibilización, donde se exponga los alcances del Proyecto Minero en todas sus aristas de carácter benéfico y perjudicial sobre el medio ambiental y social. Este Taller debe dar pie a la elaboración conjuntamente con los Comuneros del Programa de Control Ambiental y de Desarrollo Social.
- b.** Capacitar a los comuneros jóvenes en oficios útiles para el desarrollo del Proyecto Minero, como por ejemplo: guardianía, operación de vehículos ligeros, entre otros.

- 5.** Realizar las Pruebas de Laboratorio correspondientes a las vetas descubiertas, con la finalidad de determinar el Potencial de Generación de Drenaje Acido.

6. Perforación y Voladura

- a.** Programar las actividades de Voladura en horas de menor velocidad del viento.
- b.** Considerar el empleo de aditivos de perforación biodegradables, como por ejemplo: Bentonita, Supervis, Drilldet, Drillhib, etc.
- c.** Considerar el empleo del Cemento Expansivo CBA, como agente Demolidor de las rocas. Este producto presenta amplias ventajas respecto de la Dinamita, tales como: no explosiona; no genera vibraciones o temblores de tierra; no emite gases contaminantes, polvo, ni ruido; no necesita de licencias de uso, seguros, ni cuidados especiales como se acostumbra con la

Dinamita; además ejerce una mayor presión de fractura 4 veces mayor que la Dinamita, y que es del orden de 9000tn/m².

7. Considerar la contratación de una Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos EPS-RS (autorizado por DIGESA), que se encargue del traslado y disposición final de los residuos peligrosos (suelos contaminados con lubricantes, trapos y waipes de uso mecánico, pilas, baterías, bidones de combustible, etc.).
8. Al dar inicio a las Operaciones Mineras, emprender una Programa de Evaluación de la salud de los habitantes referente a toxicidad por ingesta de metales.
9. Se recomienda al Titular del Derecho Minero, se complete el presente Estudio mediante el cual queda establecido la Línea de Base Ambiental (parte física), con la parte faltante y necesaria, que consiste, en la Línea de Base del Medio Social y Biológico.

APENDICE N°I

APENDICE N°II

APÉNDICE N°II

“Formulario de preguntas para evaluar el Nivel de Conocimiento que posee la Comunidad respecto del Proyecto Minero”

(Elaborado con el apoyo técnico del Arqueólogo Julio E. Valdez-Director de la Revista Warpa-Ayacucho)

Nota: su aplicación a la comunidad se efectuó con un intérprete.

1. ¿Tiene conocimiento de que tipo de minerales existen en su localidad?

Si _____ No _____ (marque con una equis X)

Si la respuesta es afirmativa, señale que mineral o minerales existen:

Oro ()

Diamante ()

Plata ()

Petróleo ()

Zinc ()

Cobre ()

Plomo ()

Otros _____

2. ¿Qué es el Canon Minero?

3. ¿Señale cuatro beneficios que podría recibir su Comunidad de sucederse la explotación de los recursos mineros que existen en su localidad?

a. _____

b. _____

c. _____

d. _____

4. ¿Señale cuatro perjuicios que podría afectar a su Localidad, de sucederse la explotación de los recursos mineros?

- a. _____
- b. _____
- c. _____
- d. _____

5. ¿Que recurso natural es para Uds. el más importante?

(marque con una equis X)

- Aire ()
- Cerros (Apus) ()
- Cerros (para pastoreo) ()
- Suelo (para actividad agrícola) ()
- Ríos ()
- Lagunas ()

Otros _____

¿Cree Ud. que el desarrollo de algún Proyecto Minero perjudicará el recurso natural que consideran el más importante?

Si _____ No _____ (marque con una equis X)

Si la respuesta es afirmativa, señale de qué forma:

6. ¿Qué tipos de trabajos se desarrolla en una empresa minera?

7. A que institución del estado o privada acudiría primero para solicitar asesoría y defensa en caso de ocurrir una contaminación de las aguas de los ríos por la actividad minera. (marque su respuesta con una Equis X)

- Municipalidad Provincial de Huanta _____
- Municipalidad Distrital de Sivia _____
- Centro de Salud de Sivia _____
- Iglesia Católica o Evangélica _____
- Gobierno Regional de Ayacucho
(Comisión Ambiental Regional) _____
- ONGs: World Vision, Care, Prisma u otros _____
- Asociación de Pueblos Indígenas y Amazónicos _____
- Frente de Defensa del Pueblo de Huanta _____
- Otros: _____

8. ¿Qué diferencias existen entre pequeña, mediana y gran minería?

9. ¿La Comunidad está siendo asesorada por alguna institución del Estado, Privada, ONGs, u otros; en lo referente a sus derechos, capacitación de autoridades, formación de Comités u otros?.

Si _____ No _____ (marque con una equis X)

Si la respuesta es afirmativa, señale que instituciones les están asesorando:

Huanta, Enero del 2006

APENDICE N°III

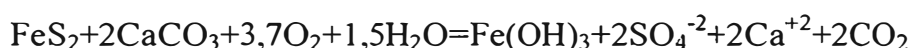
APÉNDICE N°III

3.1 Determinación del Potencial de Acidez, de Neutralización y Potencial Neto de Neutralización

3.1.1 Determinación del Potencial de Acidez (PA)

3.1.1.1 Ecuaciones de Base

El Potencial de Acidez queda determinado por la diferencia entre el contenido de Azufre Total (S_{total}) y el contenido de Azufre como Sulfatos ($S_{SO_4^{-2}}$) presentes en una muestra de roca multiplicado por 31,25, valor que se obtiene de la siguiente reacción de neutralización de los Sulfuros⁽³²⁾:



$$PA = (\%S_{total} - \%S_{SO_4^{-2}}) * 31,25 \text{ kg}_{CaCO_3} / \text{tn}_{Desmonte Roca} \quad \text{Ecuación (6)}$$

En función del porcentaje de sulfuros, queda de la siguiente manera:

$$PA = (\%S_{sulfuro}) * 31,25 \quad \text{Ecuación (7)}$$

CUADRO N°46 “CARACTERIZACIÓN METÁLICA DE 2 VETAS DEL YACIMIENTO MINERO”^o

Componente	Veta Mama 1-SO/NE	Veta Mama 2-E/O
Plomo (Pb)	69,2 %	56,0 %
Zinc (Zn)	0,06 %	0,47 %
Oro (Au)	Trazas	Trazas
Antimonio (Sb)	0,10 %	0,08 %
Azufre (S)	10,6 %	8,2 %
Cuarzo (SiO ₂)	10,2 %	21,5 %
Bismuto (Bi)	<0,01	<0,01
Plata (gr/TM)	1096 gr/tn	910 gr/tn
Cobre (Cu)	0,01 %	0,01 %
Arsénico (As)	<0,01	<0,01
Mercúrio (Hg)	10 ppm	10 ppm
Fierro (Fe)	2,4 %	2,1 %
Alúmina (Al ₂ O ₃)	2,7 %	5,1 %

^o : Doe Run Peru (2000), “Análisis Espectrográfico de dos vetas del C.P. Mama”

(32) Fuente: Skoulsen et al., 2002

Para el cálculo de %S_{sulfuro} tomaremos como referencia el promedio aritmético que resulte al procesar los valores correspondientes a las concentraciones metálicas de las Vetas Mama 1 y Mama 2 señalados en el Cuadro N°46, y cuyos resultados se muestran en el Cuadro N°47:

CUADRO N°47 “COMPOSICIÓN PROMEDIO PORCENTUAL Y EN PESO DE DOS MUESTRAS DE ROCA”

Componente	Composición Porcentual (%)	Composición en Peso (Asumiendo Peso de Muestra=100gr)
Pb	62,6%	62,6 gr
Zn	0,265%	0,265 gr
Au	Trazas	Trazas
Sb	0,09%	0,09 gr
S	9,4%	9,4 gr
SiO ₂	15,85%	15,85 gr
Bi	<0,01%	<0,01 gr
Ag	0,001003%	0,001003 gr
Cu	0,01%	0,01 gr
As	<0,01%	<0,01 gr
Hg	10 ⁻⁵ %	10 ⁻⁵ gr
Fe	2,25%	2,25 gr
Al ₂ O ₃	3,9%	3,9 gr

3.1.1.2 Asunciones Químicas

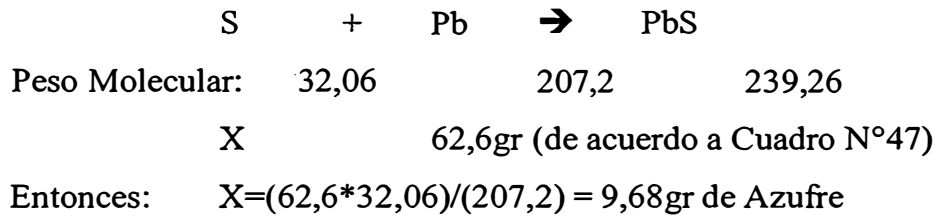
El Análisis Espectrográfico de las muestras de Roca (Cuadro N°46) no indica que cantidad de elementos metálicos se hallan en la forma de sulfuros, óxidos y/o sulfatos, lo que conduce a efectuar algunas asunciones químicas para los siguientes numerales:

1^{ra}: Elemento Metálico Plomo

La mitad del Plomo se halla en forma de Galena y la otra mitad en forma de Oxido. Se llega a esta asunción por la siguiente razón:

Hipótesis “Todo el Plomo se halla asociado en forma de Galena”

Ecuación Química:



Este valor de 9,68gr de Azufre, resulta ser mayor que el indicado por el Cuadro N°47 que es de 9,4gr de Azufre Total, por lo tanto la Hipótesis inicial no es correcta, lo que nos lleva a asumir arbitrariamente un porcentaje para el Plomo en forma de Galena y el resto en forma de Oxido.

2^{da}: Elemento Metálico Zinc

Todo el Zinc se halla presente en forma de Esfalerita (ZnS)

3^{ra}: Elemento Metálico Antimonio

Todo el Antimonio se halla presente en forma de Estibnita (Sb₂S₃)

4^{ta}: Elementos Metálicos Bismuto, Plata, Arsénico y Mercurio

Descartaremos la presencia del Bismuto (<0,01%), Plata (0,001003%), Arsénico (<0,01%), y Mercurio (0,00001%), por encontrarse en ínfimas concentraciones.

5^{ta}: Elemento Metálico Cobre

Todo el Cobre se halla presente en forma de Chalcocita (Cu₂S)

6^{ta}: Elemento Metálico Fierro

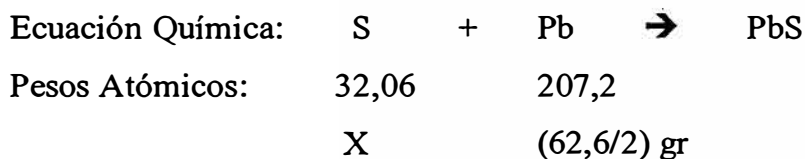
Todo el Fierro se halla presente en forma de Pirita (FeS₂)

Asimismo hacemos notar que, el Cuarzo (SiO₂), la Alúmina (Al₂O₃) y los Sulfatos, no generan Drenaje Acido por lo que no se consideran para el presente cálculo.

3.1.1.3 Cálculos realizados

Calcularemos el porcentaje de Azufre en cada mineral nombrado en las Asunciones Químicas, luego sumaremos estos porcentajes para hallar el total de Azufre formando Sulfuros; este último valor se reemplazará en la Ecuación (7) para determinar el Potencial de Acidez.

a. Azufre en la Galena (PbS)

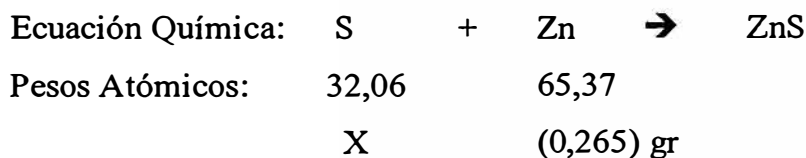


(De acuerdo al Cuadro N°47 y la 1^{ra} asunción)

Entonces: $X = (31,3 * 32,06) / (207,2) = 4,84$ gr de Azufre

El contenido porcentual, sería: $\%S_{PbS} = (4,84/100) * 100\% = 4,84\%$

b. Azufre en la Esfalerita (ZnS)

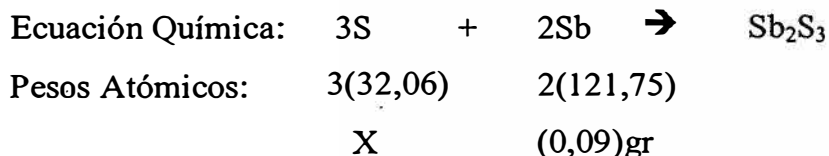


(De acuerdo al Cuadro N°47 y la 2^{da} asunción)

Entonces: $X = (0,265 * 32,06) / (65,37) = 0,129$ gr de Azufre

El contenido porcentual, sería: $\%S_{ZnS} = (0,129/100) * 100\% = 0,129\%$

c. Azufre en la Estibnita (Sb₂S₃)



(De acuerdo al Cuadro N°47 y la 3^{ra} asunción)

Entonces: $X = (0,09 * (3 * 32,06)) / (2 * (121,75)) = 0,035$ gr de Azufre

El contenido porcentual, sería: $\%S_{Sb_2S_3} = (0,035/100) * 100\% = 0,035\%$

3.1.2. Determinación del Potencial de Neutralización (PN)

Se determinó el Potencial de Neutralización de una muestra de roca por medio de la Prueba de Laboratorio “Prueba Modificada de Balance Acido Base (PM-ABA)” el cual fue realizado en el Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Los resultados se muestran en el Cuadro N°48.

CUADRO N°48 “POTENCIAL DE NEUTRALIZACIÓN DE UNA MUESTRA DE ROCA”

Tipo de Muestra	Potencial de Neutralización (PN)
Roca de una veta de Galena	120,2 kg _{CaCO₃} /tn _{Roca}

3.1.3. Potencial Neto de Neutralización (PNN)

El Potencial Neto de Neutralización está dado por la siguiente Ecuación:

$$\text{PNN} = \text{PN} - \text{PA} \quad \text{Ecuación (8)}$$

Las consideraciones, de acuerdo a la Guía Ambiental para el Manejo de Drenaje Acido de Mina-Perú, son:

- a. Rango de incertidumbre: $-20 < \text{PNN} < 20$, este rango puede atribuirse a errores inherentes a los procedimientos de prueba, a las conversiones a acidez total, a error analítico y al tamaño de muestra analizado.
- b. $\text{PNN} > 20$, entonces la muestra de roca no genera drenaje ácido
- c. $\text{PNN} < -20$, entonces la muestra de roca genera drenaje ácido

Reemplazando valores de PA y PN en la Ecuación (8):

$$\text{PNN} = 120,20 - 218,75$$

$\text{PNN} = -98,55 \text{ kg}_{\text{CaCO}_3}/\text{tn}_{\text{Roca}}$
--

Este resultado indica que una hipotética Pila de Roca de las características de la Muestra analizada generaría drenaje ácido.

3.2. Predicción Cuantitativa de Arrastre de Partículas Sólidas

3.2.1 Ecuación de Base

La predicción cuantitativa de generación de este contaminante será calculada mediante la siguiente ecuación:

$$Y(S)_E = \sum_{i=1}^n [S_{di} \cdot A_i (R K L S C P)_i] \quad \text{Ecuación (9)}$$

Que ha sido tomada del Manual de Evaluación y Manejo de Sustancias Tóxicas en Aguas Superficiales-CEPIS.

Donde:

- $Y(S)_E$: Deposición de sedimentos, (tn/año)
- S_{di} : Relación de liberación de sedimentos (adimensional)
- A_i : Superficie de la subárea "i" (ha)
- R : Factor de erosión de lluvia y escorrentía (cm-ton_{fuerza}/(ha*hora))
- K : Factor de erosión de suelos (tn/(ha*año*unidad R))
- LS : Factor topográfico (adimensional)
- C : Factor de disminución de la erosión debida al uso del terreno (adimensional)
- I : El valor de "n" dependerá de los usos del terreno y de las características del mismo.
- P : Factor de prácticas de control de erosión en tierras de cultivo (adimensional).

De igual manera todas las fórmulas aplicadas en el presente ítem, han sido tomadas de esta misma fuente.

Consideramos solamente la deposición de sedimentos sobre el Río Minasjasa, en razón de que se aperturará el Tajo Minero en los cerros aledaños a este río, como lo ilustra la Figura N°10.

CUADRO N°49 “DATOS PARA EL CÁLCULO DE DEPOSICIÓN DE SEDIMENTOS EN RÍO MINASJASA”

Parámetro	Río Minasjasa
Superficie total involucrada	1,35km ² (135ha)
Pendiente predominante	50%
Longitud de la pendiente predominante	12m
Tipo de suelo (textura)	franco-arcillosa-arenoso
Contenido de materia orgánica	26,38% (Cuadro N°7-Cerro Morococha)
Longitud (involucrada) total de río	1,5km
Actividades proyectadas (futuras) del uso del terreno	100% destinado para actividad minera

3.2.2 Procedimiento a seguir en los Cálculos

Con los datos contenidos en el Cuadro N°49 y el apoyo de las Figuras N°15 y 16, y los Cuadros N°50 y 51, procederemos a calcular a cada una de las variables de la Ecuación (9); para obtener el valor predictivo de Deposición de Sedimentos en el Río Minasjasa.

3.2.3 Cálculos realizados

3.2.3.1 Cálculo de la relación de liberación de sedimento, adimensional (Sd)

Densidad de drenaje (Dd):

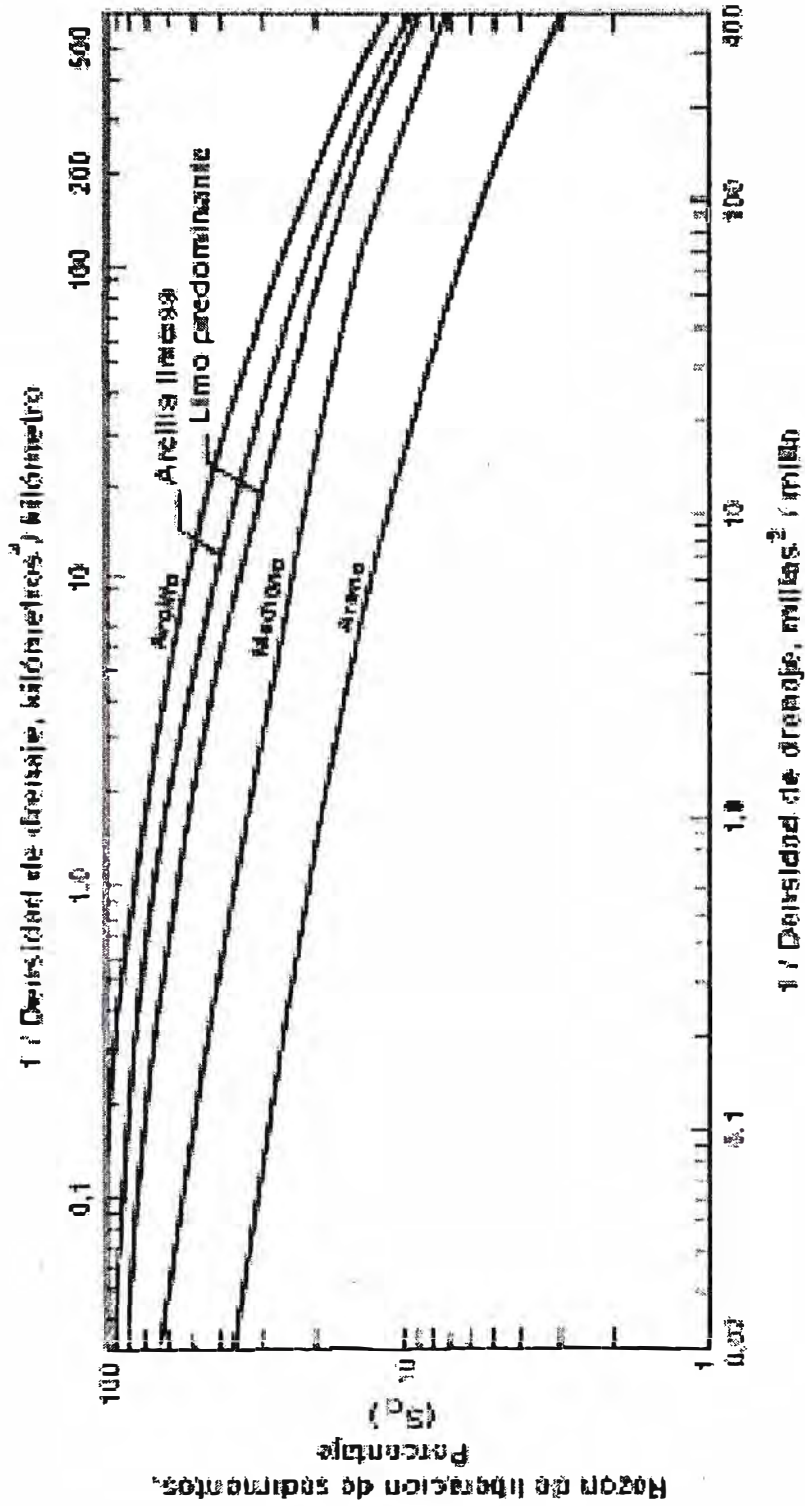
$$Dd = [\text{longitud de Río}/\text{área de la cuenca}]$$

$$- Dd_{\text{Río Minasjasa}} = (1,5/1,35) = 1,11 \text{ km/km}^2 \quad (1/Dd_{\text{Río Minasjasa}} = 0,90)$$

Empleando la Figura N°15, con el valor de 1/Dd y empleando la curva para el tipo de suelo predominante, se obtiene el valor de Sd:

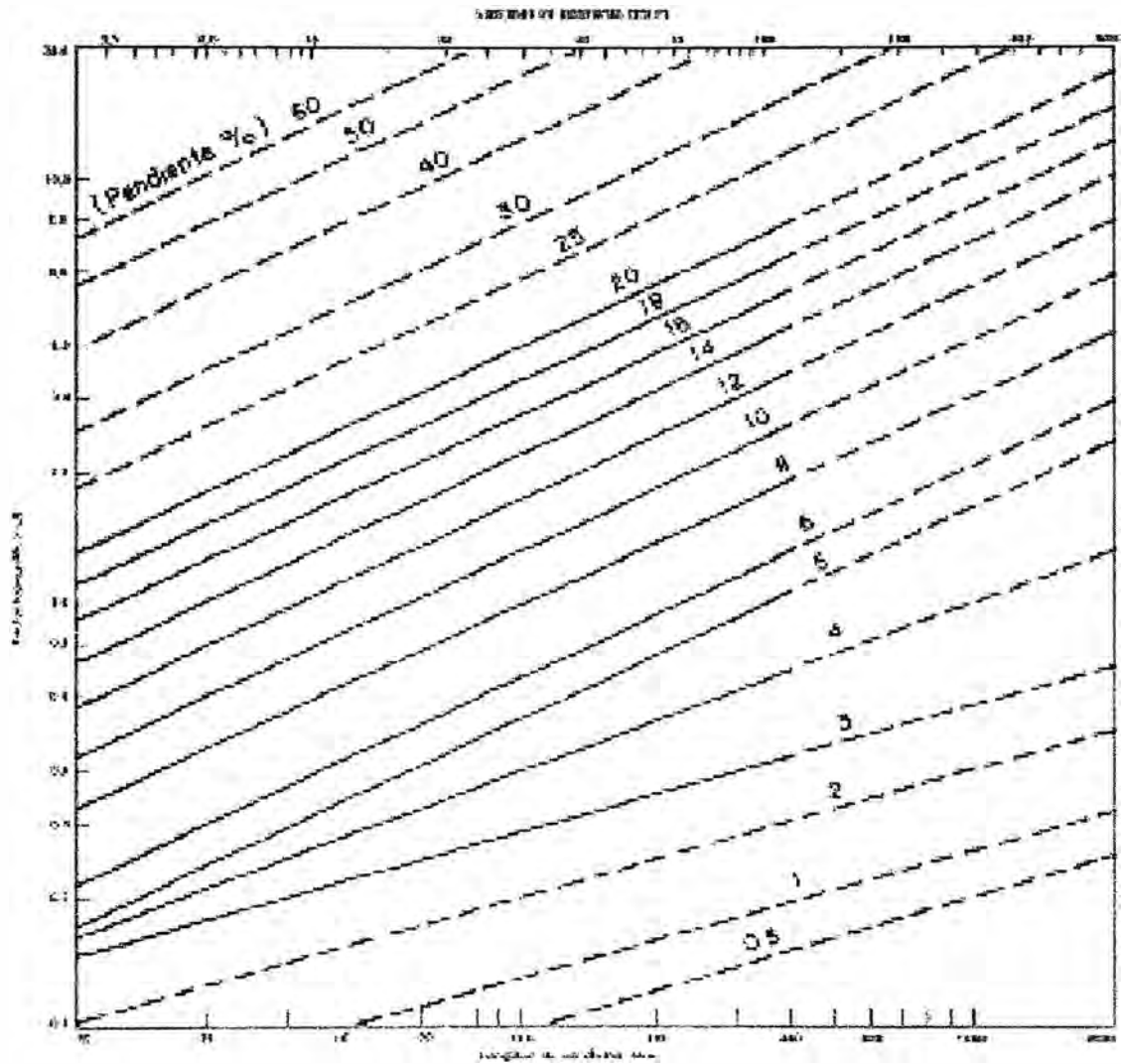
$$- Sd_{\text{Río Minasjasa}} = 60\% \text{ ó } 0,6$$

FIGURA N°15 "RAZÓN DE LIBERACIÓN DE SEDIMENTOS PARA CUENCAS RELATIVAMENTE HOMOGÉNEAS"



Fuente: USEPA 1976 Area Wide Assessment Procedure Manual

FIGURA N°16 “REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE MUESTRAS DE FACTORES TOPOGRÁFICOS (L,S) VS PENDIENTE Y LONGITUD DE PENDIENTE



CUADRO N°50 “MAGNITUD DEL FACTOR DE EROSIÓN DE SUELOS (K)”

Textura	K en función del contenido de materia orgánica del suelo*					
	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5
Arcillosa	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02
Arcillo-limosa	0,23	0,21	0,19	0,17	0,15	0,13
Arcillo-arenosa	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04	0,03
Franco-arcillosa	0,23	0,21	0,19	0,17	0,15	0,13
Franco-arcillo-arenosa	0,09	0,08	0,07	0,07	0,06	0,05
Franco-arcillo-limosa	0,36	0,32	0,30	0,26	0,23	0,20
Franco	0,34	0,31	0,28	0,25	0,22	0,19
Franco-arenosa	0,31	0,28	0,26	0,23	0,20	0,17
Franco-limosa	0,64	0,58	0,53	0,47	0,41	0,36
Limosa	0,95	0,87	0,79	0,70	0,62	0,54
Areno-franco	0,15	0,14	0,13	0,11	0,10	0,09
Arenosa	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06

Fuente: Rojas y Conde (1980).

(*) Los valores mostrados son promedios estimados de amplios rangos de tipos de suelos. Cuando la textura es próxima a un valor límite entre dos clasificaciones, usar el valor medio de K.

CUADRO N°51 “MAGNITUD DEL FACTOR DE EROSIÓN C, PARA LLANURAS, PASTIZALES Y TIERRAS VÍRGENES”

Cobertura vegetal	Cobert. ^b	Tipo ^c	Porcentaje de suelo cubierto					
			0	20	40	60	80	95-100
Tipo y altura de la cobert.	%							
Sin cobertura apreciable		G	0,45	0,20	0,10	0,042	0,013	0,003
		W	0,45	0,24	0,15	0,090	0,043	0,011
Cobertura de maleza o arbustos pequeños (0,5 m de altura)	25	G	0,36	0,17	0,09	0,038	0,012	0,003
		W	0,36	0,20	0,13	0,082	0,041	0,011
	50	G	0,26	0,13	0,07	0,035	0,012	0,003
		W	0,26	0,16	0,11	0,075	0,039	0,011
75	G	0,17	0,10	0,06	0,031	0,011	0,003	
	W	0,17	0,12	0,09	0,067	0,039	0,011	
Arbustos apreciables o arbustos (2 m de altura)	25	G	0,40	0,18	0,09	0,040	0,013	0,003
		W	0,40	0,22	0,14	0,085	0,042	0,011
	50	G	0,34	0,16	0,085	0,038	0,012	0,003
		W	0,34	0,19	0,13	0,081	0,041	0,011
75	G	0,28	0,14	0,08	0,036	0,012	0,003	
	W	0,28	0,17	0,12	0,077	0,040	0,011	
Arboles sin arbustos apreciables (4 m de altura)	25	G	0,42	0,19	0,10	0,041	0,013	0,003
		W	0,42	0,23	0,14	0,087	0,042	0,011
	50	G	0,39	0,18	0,09	0,040	0,013	0,003
		W	0,39	0,21	0,14	0,085	0,042	0,011
75	G	0,36	0,17	0,09	0,039	0,012	0,003	
	W	0,36	0,20	0,13	0,083	0,041	0,011	

- a. Todos los valores mostrados asumen: distribución aleatoria del rastrojo o vegetación que cubre el terreno y la hojarasca muestra apreciable espesor donde existe.
- b. Porción de la superficie total que estaría cubierta de la vista por la cobertura vegetal desde un punto de observación vertical.
- c. G = La cobertura de la superficie es pasto, plantas tipo pasto o rastrojo y paja de por lo menos 5 cm de altura.

W = La cobertura de la superficie está formada principalmente por plantas herbáceas de hoja ancha con raíces laterales cerca de la superficie y/o residuos no degradados.

3.2.3.2 Cálculo del Factor de Erosión y Escorrentía (R)

$$R=(5,88*10^5)*(0,119+0,0873*\text{Log}_{10}(I_{\text{max}30\text{min}}))*I_{\text{max}30\text{min}}$$

Donde:

- R: Factor de erosión y escorrentía, [cm-t_{fuerza}/(ha*hr)]
- I_{30min}: Intensidad máxima de lluvia en 30min, [mm/hr]

Dato:

I_{30min}=0,17mm/hr (estimado para la zona, haciendo el escalamiento de los datos del Capítulo N°2, ítem 2.3.2)

Cálculo:

$$R=(5,88*10^5)*(0,119+0,0873*\text{Log}_{10}(0,17))*(0,17)$$

$$R_{\text{Río Minasjasa}} = 5\ 179,75 \text{ cm-t}_{\text{fuerza}}/(\text{ha}*\text{hr}) \quad \text{Donde: } 1 \text{ t}_{\text{fuerza}}=10 \text{ t}_{\text{masa}}$$

$$R_{\text{Río Minasjasa}} = 5\ 1797,5 \text{ cm-tn}/(\text{ha}*\text{hr})$$

3.2.3.3 Cálculo del factor topográfico, adimensional (LS)

Con los datos disponibles de longitud de pendiente y pendiente predominante, y mediante el empleo de la Figura N°16, se obtiene el valor de LS:

$$- \text{LS}_{\text{Río Minasjasa}}=11$$

3.2.3.4 Cálculo del factor de erosión de suelos: tn/(ha*año*unidad R) (K)

Con el dato de textura y el % de materia orgánica del suelo aledaño al río y el empleo del Cuadro N°50, se calcula el valor de K:

$$- K_{\text{Río Minasjasa}} = 0,01$$

Ha sido necesario extrapolar los valores del Cuadro N°50, correspondientes al porcentaje de materia orgánica, afín de poder hallar un valor de K para un porcentaje de materia orgánica de 26.35%.

3.2.3.5 Cálculo del factor de disminución de la erosión debida al uso del terreno, adimensional (C)

Del Cuadro N°51, se obtiene el valor de C.

$$- C_{\text{Río Minasjasa}} = 0,45$$

Se considera un suelo sin cobertura, en razón que se está calculando este factor para el Tajo Minero.

3.2.3.6 Cálculo del factor de prácticas de control de erosión en tierras de cultivo, adimensional (P)

No se considerará este factor, en razón de que no se efectúa ninguna práctica para el control de la erosión.

3.2.3.7 Cálculo de la Predicción Cuantitativa de Deposición de Sedimentos

$$Y(S)_E$$

Reemplazando los valores hallados para cada variable de la Ecuación (9), se tiene:

$$Y(S)_{E-Río\ Minajasa} = 30 \times 0,6 \times 51797,5 \times 11 \times 0,01 \times 0,45 \text{ tn}_{\text{sedimentos/año}}$$

$$Y(S)_{E-Río\ Minajasa} = 46\ 151,6 \text{ tn}_{\text{sedimentos/año}}$$

3.3 Predicción Cuantitativa de Emisión de Contaminantes Atmosféricos: Gases, PM₁₀ y PST

Las fuentes generadoras de contaminantes atmosféricos, son las Operaciones de Voladura; Carga, Descarga y Traslado de Materiales; Tráfico Vehicular; y de los Grupos Electrógenos.

3.3.1 Predicción Cuantitativa de Emisión de Contaminantes Gaseosos

Las emisiones gaseosas provienen de la Operación de Voladura, del Tráfico Vehicular y de los Grupos Electrógenos.

Para cada una de estas operaciones y actividades se efectuará el cálculo predictivo de las emisiones de gaseosas, para lo cual se empleará la siguiente Ecuación de Base⁽³³⁾:

$$T_i = EF_i * A_i \quad \text{Ecuación (10)}$$

Donde:

- T_i : Tasa de generación de contaminante atmosférico (i), [kg/año], [tn/año]
- EF_i : Factor de emisión de contaminante atmosférico (i), [kg/unidad]

(33) Fuente: Economopoulos A. (2002), "Evaluación de Fuentes de Contaminación del Aire, Divisiones: Electricidad, Gas y Agua; Transporte, Almacenamiento y Comunicación", pag. 29

- A_i : Actividad Minera (i) generadora de contaminante(s), [unidad/año]

La Ecuación (10), ha sido extraída del Documento Técnico “Evaluación de Fuentes de Contaminación del Aire-OMS”.

3.3.1.1 Emisiones Gaseosas en la Operación de Voladura

Los contaminantes gaseosos que son subproductos de una voladura son: SO_2 , NO_x , CO ⁽³⁴⁾.

3.3.1.1.1 Ecuación Derivada

De la Ecuación (10), se tiene:

$$T_{CG} = EF_{CG} * A \quad \dots\dots\dots(\lambda)$$

Donde:

- T_{CG} : Tasa de generación de Contaminante Gaseoso (CO , NO_x , SO_2), [$kg_{CG}/año$]
- EF_{CG} : Factor de Emisión de Contaminante Gaseoso, [$kg/ANFO$]
- A : Cantidad de ANFO empleado, [$ANFO/año$]

3.3.1.1.2 Procedimiento a seguir en los Cálculos

- Determinación del Factor de Emisión de los Contaminantes Gaseosos⁽³⁵⁾, para el Tipo de Explosivo: ANFO-Nitrato de Amonio con 5.8-8% de diesel.
- Cantidad de ANFO ha emplearse (Cap. N°4, ítem 4.9).
- Reemplazar los valores de (a) y (b) en (λ) , para calcular la Tasa de Generación de los Contaminantes Gaseosos.

Los resultados se muestran en el Cuadro N°52.

(34) DGAA Ministerio de Energía y Minas del Perú (1995), “Guía Ambiental para la Perforación y Voladuras en Operaciones Mineras”, Lima, pag.,: 38.

(35) Environmental Protection Agency (2003), “Western Surface Coal Mining”, Sección 11.9, AP-42 Vol. I, Dirección del Internet: <http://www.epa.gov/ttn/chieff/ap42/>

CUADRO N°52 “EMISIÓN DE CONTAMINANTES GASEOSOS PROVENIENTES DE LA OPERACIÓN DE VOLADURA”

Operación de Voladura	Factor de Emisión (kg/tn_{ANFO})	Cantidad de ANFO (tn/año)	Emisión de Contaminantes (tn/año)
SO ₂	1	3,0375	0,003035
NO _x	8	3,0375	0,0243
CO	34	3,0375	0,103

3.3.1.2 Predicción Cuantitativa de Emisiones Gaseosas por Combustión del Petróleo proveniente del Tráfico Vehicular y del funcionamiento de los Grupos Electrógenos

Los contaminantes gaseosos que son subproductos de la combustión del Petróleo Diesel son: SO₂, NO_x, CO, COV.⁽³⁵⁾

3.3.1.2.1 Ecuación Derivada

De la Ecuación (10), se tiene:

$$T_{CG} = EF_{CG} * A \quad \dots\dots\dots(\varphi)$$

Donde:

- T_{CG}: Tasa de generación de Contaminante Gaseoso (SO₂, NO_x, CO, COV), [tn_{CG}/año]
- EF_{CG}: Factor de Emisión de Contaminante Gaseoso, [kg_{CG}/tn_{DIESEL}]
- A: Cantidad de combustible empleado, [tn_{DIESEL}/año]

3.3.1.2.2 Asunciones del proceso de Combustión

Para el desarrollo del presente cálculo se efectuarán algunas asunciones:

- 1^{ra}: Todas las maquinarias pesadas: Cargador Frontal, Tractor Oruga, Retroexcavadora, Volquetes y Camionetas; formarán los mismos productos de combustión.

2^{da}: A falta de Factores de Emisión correspondientes al Cargador Frontal, Tractor Oruga y Retroexcavadora; se usarán los Factores de Emisión correspondiente a la combustión de un Camión pesado con motor diesel.

3.3.1.2.3 Procedimiento a seguir en los Cálculos

- Obtención de los Factores de Emisión⁽³⁵⁾ de la combustión: de un Camión pesado Diesel (2^{da} asunción), de una Camioneta y del Grupo Electrónico.
Asumir para los cálculos: %S_{DIESEL}=0,1 (Fuente Petroperú)
- Extraer del Cuadro N°17, los datos correspondientes a: consumo de combustible Diesel de todas las Maquinarias Pesadas, de las dos Camionetas y de los dos Grupos Electrónicos.
- Reemplazar los valores de (a) y (b) en (ϕ), para calcular la Tasa de Generación de cada Contaminante Gaseoso (SO₂, NO_x, CO, COV).

Los resultados se muestran en el Cuadro N°53.

3.3.2 Predicción Cuantitativa de Emisión de PM₁₀

Las Operaciones Mineras generadoras de emisión de PM₁₀ son:

- Voladura (explosión)

No se considera las emisiones de PM₁₀ proveniente de la operación de perforación ya que su contribución es relativamente pequeña, como para ser significativo en la sumatoria total de las emisiones de PM₁₀ en las minas de superficie.

- Carga de material

- Descarga de material

- Traslado de material en caminos sin pavimentar

- Erosión eólica en pilas

Para cada una de estas operaciones se efectuará el cálculo predictivo de las emisiones de PM₁₀, empleando la Ecuación de Base (10).

El Cuadro N°54, muestra las ecuaciones derivadas a emplear para cada fuente generadora de Emisiones de PM₁₀:

CUADRO N°54 “FÓRMULAS A EMPLEAR PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES DE PM₁₀”

Fuente de Emisión	Fórmulas: (EF) Factor de Emisión de PM ₁₀	Unidad
Voladura ⁽⁰⁾	$0,0001144*(A_{\text{explosión}})^{1.5}$, [kg/explosión]	#Explosiones/año
Carga de Material ⁽⁰⁾	$0,3375*S^{1.5}*M^{-1.4}$, [kg _{PM10} /hr]	Tiempo de carga, [hr/año]
Descarga de Material ⁽⁰⁾	$0,0447*(M)^{-0.9}$, [kg _{PM10} /hr]	Tiempo de descarga, [hr/año]
Traslado de Material ⁽⁰⁾	$0,2818*k*(S/12)^a*(W/3)^b*(Vp/15)/(M/0.2)^c*[(365-p)/365]$, [kg/km.recorrido.vehículo]	Distancia de traslado de material, [km/año]
Erosión Eólica ⁽⁰⁾	$0,0016*k*(U/2,2)^{1.3}*(M/2)^{-1.4}$, [kg _{PM10} /tn _{material acumulado}]	Cantidad de Material Acumulado, [tn _{material acumulado} /año]

0: Fuente Environmental Protection Agency (2003), “Western Surface Coal Mining”, Sección 11.9, Tabla 11.9-2, pag. 13.2.2-1-4, 13.2.4-3 y 13.3, AP-42 Vol.

I. Dirección del Internet: <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/>

**CUADRO N°53 "EMISION DE CONTAMINANTES GASEOSOS
DERIVADOS DEL TRAFICO VEHICULAR Y DEL
FUNCIONAMIENTO DE LOS GRUPOS ELECTROGENOS"**

	Factor de Emisión (kg/tn_{DIESEL})	Consumo de Combustible (tn_{DIESEL}/año)	Emisión de Contaminantes (tn/año)
Cargador Frontal			
SO ₂	2	16.301	0.0326
NO _x	65		1.0596
CO	10		0.1630
COV	8		0.1304
Tractor Oruga			
SO ₂	2	17.388	0.0348
NO _x	65		1.1302
CO	10		0.1739
COV	8		0.1391
Retroexcavadora			
SO ₂	2	8.694	0.0174
NO _x	65		0.5651
CO	10		0.0869
COV	8		0.0696
Volquetes			
SO ₂	2	23.184	0.0464
NO _x	65		1.5070
CO	10		0.2318
COV	8		0.1855
Camionetas			
SO ₂	2	11.592	0.0232
NO _x	12		0.1391
CO	18		0.2087
COV	2.6		0.0301
Grupos Electrógenos			
SO ₂	2	19.5615	0.0391
NO _x	9.62		0.1882
CO	2.19		0.0428
COV	0.791		0.0155

3.2.2.1 Procedimiento a seguir en los cálculos

- Del Cuadro N°54, calcularemos para cada Fuente de Emisión el Factor de Emisión de PM₁₀ y la Unidad de Medida respectiva.
- Con los cálculos de (a) construiremos el Cuadro N°55, el cual mostrará la Tasa de generación de PM₁₀ para cada tipo de Fuente de Emisión.

3.3.2.2 Cálculos en la Operación de Voladura

3.3.2.2.1 Cálculo del Factor de Emisión de PM₁₀ en la Operación de Voladura

$$EF_{PM10} = 0,0001144 * (A_{\text{explosión}})^{1,5} \quad \text{Ecuación (11)}$$

Donde:

- EF_{PM10} = Factor de emisión, [kg/explosión]
- $A_{\text{explosión}}$ = Área de explosión, [m²]

El área de la explosión se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Area} = B * (Fp * D)^{-1} \quad \text{Ecuación (12)}$$

Donde:

- B = Carga de explosivo, [kg_{explosivo}]
- Fp = Factor de pólvora, [kg_{explosivo}/m³_{roca}]
- D = Intensidad de explosión (se considera radial), [m]

Los valores correspondientes a: B, Fp y D; lo obtenemos del Capítulo N°4, ítem 4.9 Plan de Voladura:

$$B = 18$$

$$Fp = 0,56$$

$$D = 10 \text{ (asumiendo el máximo valor)}$$

$$\text{Calculando el área de explosión: Area} = 18 * (0,56 * 10)^{-1} = 3,21 \text{ m}^2$$

Reemplazando valores en la Ecuación (11):

$$EF_{PM10} = 0,0001144 * (3,21)^{1,5}$$

$EF_{PM10} = 0,000658 \text{ kg}_{PM10}/\text{explosión}$

CUADRO N°55 “TASA ANUAL DE EMISIONES DE PM₁₀”

Fuente de Emisión	Factor de Emisión de PM₁₀	Tamaño de Fuente	Emisión de PM₁₀
Voladura	0,000658 kg/explosión	9 000 explosiones/año	0,006165 tn/año
Carga de Material	1,3426 kg _{PM10} /hr	1 012,5 hr/año	1,3594 tn/año
Descarga de Material	0,01663 kg _{PM10} /hr	385,714 hr/año	0,00641 tn/año
Traslado de Material	2,7441 kg/km _{recorrido por vehiculo}	6 942,86 km/año	19,0519 tn/año
Erosión Eólica	0,0000919 kg _{PM10} /tn _{material acumulado}	21 600 tn _{material acumulado} /año	0,001985 tn/año

3.3.2.2 Cálculo del Número de Explosiones

Tomando datos del Capítulo N°4, ítem 4.9, se tiene:

Se estima realizar un número de 40 explosiones/día.

Asumiendo el máximo valor, se tendrá:

- Explosiones al día: 40explosiones/día
- Explosiones al mes: 1000explosiones/mes (1mes = 25 días)
- **Explosiones al año: 9000explosiones/año** (1 año = 09meses)

3.3.2.3 Cálculos en la Operación de Carga de Materiales

3.3.2.3.1 Cálculo del Factor de Emisión de PM₁₀

El Factor de Emisión de PM₁₀ proveniente de la actividad de carga, efectuada por la Excavadora y el Cargador Frontal, la calcularemos con la fórmula siguiente:

$$EF_{PM10} = 0,3375 * S^{1,5} * M^{-1,4} \quad \text{Ecuación (13)}$$

Donde:

- EF_{PM10} = Factor de emisión, [kg_{PM10}/hr]
- S = Contenido de sedimentos en el material de carga, [%]
- M = Contenido de humedad en el material de carga, [%]

Reemplazando valores de S y M (del Cuadro N°7), se tiene:

$$EF_{PM10} = 0,3375 * 7^{1,5} * 3^{-1,4}$$

$$EF_{PM10} = 1,3426 \text{ kg}_{PM10}/\text{hr}$$

3.3.2.3.2 Cálculo del Tiempo de Carga de Materiales

El tiempo que emplea la Retroexcavadora y el Cargador Frontal en cargar el material rocoso y desmante a los Volquetes lo calcularemos del Capítulo N°4, ítem 4.8.2 y del Cuadro N°17:

- Cargador Frontal: turno de trabajo de 5hr/día
- Retroexcavadora: turno de trabajo de 4hr/día

Asumiremos, que la mitad del tiempo lo emplean propiamente en la actividad de carga de material, entonces:

- Tiempo de carga al día = $(5\text{hr}+4\text{hr})/2 = 4,5 \text{ hr/día}$
- Tiempo de carga al mes = $112,5 \text{ hr/mes}$
- **Tiempo de carga al año = 1 012,5 hr/año**

3.3.2.4 Cálculos en la Operación de Descarga de Materiales

3.3.2.4.1 Cálculo del Factor de Emisión de PM_{10}

El Factor de Emisión de PM_{10} proveniente de la actividad de descarga de materiales, efectuada por los Volquetes, lo calcularemos con la fórmula siguiente:

$$EF_{\text{PM}_{10}} = 0,0447*(M)^{-0,9} \quad \text{Ecuación (14)}$$

Donde:

- $EF_{\text{PM}_{10}}$ = Factor de emisión, [$\text{kg}_{\text{PM}_{10}}/\text{hr}$]
- M = Contenido de humedad, [%]

Reemplazando el valor de M (del Cuadro N°7), se tiene:

$$EF_{\text{PM}_{10}} = 0,0447*(3)^{-0,9}$$

$$\mathbf{EF_{\text{PM}_{10}} = 0,01663 \text{ kg}_{\text{PM}_{10}}/\text{hr}}$$

3.3.2.4.2 Cálculo del Tiempo de Descarga de Materiales

El tiempo que demoran los Volquetes en descargar el material rocoso y de desmonte, lo hallaremos de la siguiente manera:

Un Volquete toma un tiempo aproximado de 10min. en descargar 14tn de material (tiempo estimado por un Operador de Maquinaria Pesada).

De acuerdo al Cuadro N°16, se moverán 10800tn/año de Roca y 21600tn/año de Desmonte, lo que hace un total de: 32400tn/año.

El Volquete se tomará un tiempo de:

$$\text{Tiempo de descarga} = (10\text{min}/14\text{tn}) * 32400\text{tn/año} * (1\text{hr}/60\text{min})$$

$$\mathbf{\text{Tiempo de descarga} = 385,714\text{hr/año}}$$

3.3.2.5 Cálculos en la Operación de Traslado de Material

3.3.2.5.1 Cálculo del Factor de Emisión de PM₁₀

El Factor de Emisión lo calcularemos con la siguiente fórmula:

$$EF_{PM_{10}} = 0,2818 * k * (S/12)^a * (W/3)^b * (V_p/15) / (M/0,2)^c * [(365-p)/365]$$

Ecuación (15)

Donde:

- EF = Factor de emisión de tamaño de partícula, [kg/km_{recorrido por vehículo}] (en caminos sin pavimentar)
- k = Multiplicador de tamaño de partícula, [lb/VMT]
- S = Porcentaje de sedimento en la superficie, [%]
- W = Peso del vehículo de transporte principal, [tn]
- V_p = Velocidad promedio del vehículo, [km/hr]
- M = Porcentaje de humedad de la superficie, [%]
- p = #días al año con precipitaciones superiores a 0,254mm.
- a, b, c = constantes empíricas

Del Documento Técnico EPA (1998)–AP-42 Vol. I, sección 13.2.2, Pág. 4-22; obtenemos el valor de las constantes empíricas para PM₁₀:

- k = 2,6 [lb/VMT]
- a = 0,80
- b = 0,40
- c = 0,3

Asimismo, se tiene:

- S = 25% (Cuadro N°7)
- V_p = 15 km/hr (estimado por Operador de Maquinaria Pesada)
- M = 15% (Cuadro N°7)
- W = 14 Tn (Capítulo N°4, ítem 4.8.2)
- p = 150 días (Libro Medio Geográfico de Huanta)

Reemplazando estos valores en la Ecuación (15), se tiene:

$$EF_{PM_{10}} = 0,2818 * 2,6 * (25/12)^{0,8} * (14/3)^{0,4} * (15/15) / (15/0,2)^{0,3} * [(365-150)/365]$$

$EF_{PM_{10}} = 2,7441 \text{ kg/km}_{\text{recorrido por vehículo}}$

3.3.2.5.2 Cálculo de la Distancia Recorrida por Volquetes

El cálculo del total de distancia (kilómetros) recorrido por los Volquetes, se efectuará de la siguiente manera:

- a. Los Volquetes de la Empresa Minera deben de movilizar un total de: 32400tn/año de roca y desmonte (Cuadro N°16), y la distancia aproximada que deben recorrer desde las canteras hasta los lugares donde se acumularán estos materiales (roca y desmonte), es aproximadamente de 2km (considerando ida y vuelta), por lo que:

Un Volquete carga 14tn y recorre 2km (ida y vuelta)

Para 32400tn/año, recorrerá:

$$\text{- Recorrido por Volquete} = (32400\text{tn/año}) \cdot (2\text{km}) / (14\text{tn})$$

$$\text{- Recorrido por Volquete} = 4\,628,57 \text{ km/año}$$

- b. Los Volquetes de la Empresa Contratista que trasladarán los minerales hasta la Planta de Beneficio, deben recorrer una distancia dentro de los linderos de la Empresa Minera aproximadamente de 3km (entrada y salida), por lo que el cálculo del #kilómetros/año que recorrerán se hará de la siguiente manera:

Un Volquete carga 14tn y recorre 3km (entrada y salida)

Para 10800tn_{mineral}/año (Cuadro N°16), recorrerá:

$$\text{- Recorrido por Volquete} = (10800\text{tn/año}) \cdot (3\text{km}) / (14\text{tn})$$

$$\text{- Recorrido por Volquete} = 2314,29\text{km/año}$$

Por lo tanto, la distancia total recorrida por los Volquetes de la Empresa Minera y Volquetes de la Empresa Contratista, es:

$$\text{- Distancia total} = (4628,57 + 2314,29) \text{ km/año}$$

Distancia total = 6 942,86 km/año
--

3.3.2.6 Cálculos en Pilas y Desmontes por Erosión

3.3.2.6.1 Cálculo del Factor de Emisión de PM₁₀

$$EF = 0,0016 * k * (U/2,2)^{1,3} * (M/2)^{-1,4} \quad \text{Ecuación (16)}$$

Donde:

- EF = Factor de emisión, [kg_{PM10}/tn_{material acumulado}]
- k = Multiplicador de tamaño de partícula (adimensional) para PM₁₀, k = 0,35
- U = Velocidad promedio del viento, [m/s]
- M = Porcentaje de humedad del material de desmonte (%)

Reemplazando valores de k, U (Cuadro N°4) y M (Cuadro N°7).

$$EF = 0,0016 * 0,35 * (4,8/2,2)^{1,3} * (15/2)^{-1,4}$$

EF = 0,0000919 kg_{PM10}/tn_{material acumulado}

3.3.2.6.2 Material Acumulado en Pilas

El material que se acumulará en las Pilas será igual al extraído por Operaciones de Desmonte de Mina, que asciende a 21600tn/año; no consideramos las Pilas de Mineral valioso en razón de que éstos serán llevados fuera del recinto minero hacia la Planta de Beneficio de la Empresa Contratista.

En el Cuadro N°55, se muestra la Tasa de Emisiones de PM₁₀ de cada una de estas Operaciones Mineras.

3.3.2.7 Predicción Cuantitativa de Emisión de PST

Las fuentes generadoras de Emisiones de PST, son: la Operación de Trituración de Mineral y la Combustión del Combustible Diesel.

Para cada una de estas operaciones se efectuará el cálculo predictivo de las emisiones de PST, empleando la Ecuación de Base N°5.

3.3.2.7.1 Ecuación Derivada

$$T_{PST} = EF_{PST} * A$$

Donde:

- T_{PST} : Tasa de generación de PST, [tn_{PST}/año]
- EF_{PST} : Factor de Emisión de PST; [kg_{PST}/tn_{mineral}], [kg_{PST}/tn_{combustible}]
- A: Cantidad de Mineral procesado (para el caso de Trituración de Mineral, [tn_{mineral}/año]); y Cantidad de Combustible empleado por los vehículos mineros y de los grupos electrógenos (para el caso de combustión del Diesel).

3.3.2.7.2 Procedimiento a seguir en los cálculos

- a. Obtención de los Factores de Emisión de PST

- b. Obtención de la Cantidad de Mineral a procesarse en la Trituradora y Cantidad de Combustible Diesel empleado por los vehículos mineros y grupos electrógenos.

- c. Con los datos de (a) y (b) construiremos el Cuadro N°56 el cual mostrará la Tasa de generación de PST.

CUADRO N°56 “TASA ANUAL DE EMISIONES DE PST”

Fuente de Emisión	Factor de Emisión de PST⁽³⁶⁾	Tamaño de Fuente	Emisión de PST
Trituradora Primaria	0,2 kg.PST/tn _{mineral}	10 800 tn _{mineral} /año ^a	2,16 tn/año
Por Combustión en:			
Cargador Frontal	4,3 kg/tn _{DIESEL}	16,301 tn _{DIESEL} /año ^b	0,0700 tn/año
Tractor Oruga	4,3 kg/tn _{DIESEL}	17,388 tn _{DIESEL} /año ^b	0,0748 tn/año
Retroexcavadora	4,3 kg/tn _{DIESEL}	8,694 tn _{DIESEL} /año ^b	0,0374 tn/año
Volquetes	4,3 kg/tn _{DIESEL}	23,184 tn _{DIESEL} /año ^b	0,0997 tn/año
Camionetas	3,5 kg/tn _{DIESEL}	11,592 tn _{DIESEL} /año ^b	0,0406 tn/año
Grupos Electrógenos	0,71 kg/tn _{DIESEL}	19,562 tn _{DIESEL} /año ^b	0,0139 tn/año

(36) Fuente: Economopoulos A. (2002), “Evaluación de Fuentes de Contaminación del Aire, Divisiones: Electricidad, Gas y Agua; Almacenamiento y Transporte, Comunicación”. N°CIIU 711 y 2302.

^a: Recopilado del Cuadro N°16

^b: Recopilado del Cuadro N°17

APENDICE N°IV

APÉNDICE N°IV

“Aplicación del Modelo Gaussiano para el cálculo de la Concentración de Contaminantes Atmosféricos”

El Modelo Gaussiano es el empleado tradicionalmente para estos fines y está recomendado por los Documentos Técnicos, como Wark & Warner⁽³⁷⁾.

Las ecuaciones a emplear son:

$$C=(0,16667/tm)^{0,85}*(M_{g/p}/(2*\Pi*V_v*\sigma_y*\sigma_z))*EXP[-0,5*(y/\sigma_y)^2]*EXP[-0,5*((z-H_{ef})/\sigma_z)^2]$$

Ecuación (17)

$$C=(0,16667/tm)^{0,85}*(M_{g/p}/(2*\Pi*V_v*\sigma_y*\sigma_z))*EXP[-0,5*(y/\sigma_y)^2]*[EXP(-0,5*((z-H_{ef})/\sigma_z)^2)+EXP(-0,5*((z+H_{ef})/\sigma_z)^2)]$$

Ecuación (18)

$$C=(0,16667/tm)^{0,85}*(M_{g/p}/(2*\Pi*V_v*\sigma_y*\sigma_z))*EXP[-0,5*(y/\sigma_y)^2 - 0,5*((z-(H_{ef}-V_t*x/V_v))/\sigma_z)^2]$$

Ecuación (19)

$$H_{ef}=h+\Delta h$$

Ecuación (20)

$$\Delta h=2,5*x^{0,56}*(g*V_{g/p}*d_{fnc}^2*(T_{g/p}-T_a))^{1/3}/V_v$$

Ecuación (21)

$$\Delta h=3,75*x^{0,49}*(g*V_{g/p}*d_{fnc}^2*(T_{g/p}-T_a))^{1/3}/V_v$$

Ecuación (22)

$$\Delta h=13,8*x^{0,26}*(g*V_{g/p}*d_{fnc}^2*(T_{g/p}-T_a))^{1/3}/V_v$$

Ecuación (23)

$$V_{g/p}=4*10^{12}*M_{g/p}/(\rho_{g/p}*\Pi*d_{fnc}^2)$$

Ecuación (24)

$$V_t=3,6*10^{-6}*(g*d_p^2*\rho_p)/(18*\mu_f)$$

Ecuación (25)

$$\sigma_y=0,46511628*x*\tan(0,01745*(c-d*\ln(x/1000)))$$

Ecuación (26)

$$\sigma_z=a*x^b$$

Ecuación (27)

(37) Fuente: Wark & Warner (2002), “Contaminación del Aire”, México.

Donde:

- La Ecuación (17), se emplea para el cálculo de la concentración de contaminantes que son absorbidos por el suelo (SO_2 , NO_x).
- La Ecuación (18), se emplea para el cálculo de la concentración de contaminantes que son reflejados por el suelo (CO , COV).
- La Ecuación (19), se emplea para el cálculo de la concentración de contaminantes particulados: PM_{10} y PST.
- La Ecuación (20), se emplea para el cálculo de la altura efectiva de la chimenea.
- La Ecuación (21), se emplea para el cálculo de elevación de la pluma, en condiciones atmosféricas Neutral y distancia hasta 3000m.
- La Ecuación (22), se emplea para el cálculo de elevación de la pluma, en condiciones atmosféricas moderadamente Neutral y distancia hasta 2800m.
- La Ecuación (23), se emplea para el cálculo de elevación de la pluma, en condiciones atmosféricas muy Estable y distancia hasta 2800m.
- La Ecuación (24), se emplea para el cálculo de la velocidad de salida del gas de la fuente de emisión.
- La Ecuación (25), se emplea para el cálculo de la velocidad terminal de partícula (PM_{10} y PST) $<1-100>\mu\text{m}$ de salida de la fuente de emisión.
- Las Ecuaciones (26) y (27), se emplean para el cálculo de los coeficientes de dispersión en el entorno rural.
- C: Concentración del gas contaminante, [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- t_m : Tiempo de muestreo (el modelo se aplica solo para $t < 2\text{hr}$), [s]
- $M_{g/p}$: Concentración del gas o de la partícula emitida por la fuente, [$\mu\text{g}/\text{s}$]
- V_v : Velocidad del viento, [m/s]
- σ_y : Coeficiente de dispersión en eje Y, [m]
- σ_z : Coeficiente de dispersión en eje Z, [m]
- a,b,c,d: coeficientes adimensionales que dependen del tipo de Estabilidad Atmosférica.
- x,y,z: Coordenadas del punto a evaluar la concentración del gas, [m]
- H_{ef} : Altura efectiva de la fuente de emisión, respecto del suelo [m]
- h: Altura de la fuente de emisión, respecto del suelo, [m]

- Δh : Elevación de la pluma gaseosa, respecto de x , [m]
- $V_{g/p}$: Velocidad de salida del gas o de la partícula de la fuente de emisión, [m/s]
- $\rho_{g/p}$: Densidad del gas o de la partícula de salida de la fuente de emisión, [g/cm^3]
- d_{re} : Diámetro de la fuente de emisión, [m]
- $T_{g/p}$: Temperatura de salida o de la partícula del gas de la fuente de emisión, [$^{\circ}K$]
- T_a : Temperatura del aire atmosférico, [$^{\circ}K$]
- V_t : Velocidad terminal de la partícula, [m/s]
- g : Aceleración de la gravedad, [m/s^2]
- d_p : Diámetro de la partícula, [μm]
- ρ_p : Densidad de la partícula, [gr/cm^3]
- μ_f : Viscosidad dinámica del fluido, [$kg/(m*hr)$]

Todas las ecuaciones han sido extraídas del Documento “Contaminación del Aire, Wark-Warner, 2002”, páginas 152, 165, 168, 220 y 226.

Asunciones:

1^{ra}: Las emisiones diarias de contaminantes, serán consideradas como si se emitieran totalmente en un tiempo de 2hr, hacemos esta asunción para poder cumplir con la restricción en esta variable del Modelo Gaussiano; por lo tanto los datos de entrada al Modelo respecto al Flujo Másico, quedaría como se indica en el Cuadro N°57.

2^{da}: Las Ecuaciones N°5, 6, y 7; necesitan el ingreso del dato $T_{g/p}$ (temperatura de salida del gas o de la partícula de la fuente de emisión), por lo que asumiremos lo siguiente:

- a. $T_{g/p}$ para la emisión de SO_2 , CO, COV, NO_x ; provenientes de la Operación de Voladura y por la Combustión, será asumida igual a $450^{\circ}C$.
- b. $T_{g/p}$ para la emisión de PM_{10} proveniente de la Operación de Voladura y de las Operaciones de Carga, Descarga, Traslado y por Erosión; será asumida igual al de la temperatura media mínima anual (Cap. N°2, ítem 2.3.1), que vendría a ser

igual a 6°C, por representar el caso más desfavorable (a menor temperatura mayor flotabilidad de los gases).

- c. $T_{g/p}$ para la emisión de PM_{10} y PST proveniente de la combustión del Diesel; será asumida de acuerdo a la temperatura de combustión, el cual asumiremos igual a 450°C.
- d. $T_{g/p}$ para la emisión de PST proveniente de la Trituración de Mineral; será asumida igual al de la temperatura media mínima anual (Cap. N°2 ítem 2.3.1), que vendría a ser igual a 6°C, por representar el caso más desfavorable.

3^{ra}: Asumiremos para el cálculo de emisiones de PM_{10} y PST los siguientes datos:

$d_p=10\mu m$ (diámetro de partícula para el PM_{10})

$d_p=50\mu m$ (diámetro de partícula para el PST, por representar un valor medio del rango de partículas que conforman los PST)

$\rho_p=1 \text{ gr/cm}^3$ (densidad de la partícula para el PM_{10} , valor de densidad característico del PM_{10})

$\rho_p=2 \text{ gr/cm}^3$ (densidad de la partícula para el PST, valor de densidad característico de los PST)

4^{ta}: Al no existir información metereológica anual que sea representativa del lugar, que permita efectuar un cálculo predictivo de la concentración de los contaminantes por día; es que tomaremos los datos de la velocidad y dirección del viento que fueron levantadas en la 2^{da} Expedición hecha a la Concesión Minera, las mismas que están registradas en los Cuadros N°4 y 5; respecto a la variable temperatura, se empleará un solo valor de esta variable, la que vendría a ser el valor de la temperatura mínima promedio anual calculado para esta zona de Ceja de Montaña (Cap. N°2, ítem 2.3.1), por representar el caso más desfavorable en razón de que origina la mayor Elevación de Pluma; y respecto de la Estabilidad Atmosférica, asumiremos para todos los casos condiciones moderadamente estables.

5^{ta}: Asumiremos que todas las emisiones se originan en un punto hipotético dentro de la Concesión Minera y con el mismo periodo de emisión diaria de dos horas.

6^{ta}: Para los gases SO₂ y NO_x, no se considerarán sus efectos acumulativos en la atmósfera ni reacciones de oxidación; en razón que dificultarían la predicción de sus concentraciones atmosféricas.

Consideraciones:

- a. Se consideran los análisis solamente en la dirección del viento ($Y=0$), en razón que es la línea imaginaria donde se acumularía la mayor concentración de contaminantes.
- b. Se consideran los análisis solamente a nivel del suelo ($Z=0$), que corresponde al nivel donde habitan los seres vivos terrestres.
- c. Los puntos en el eje X a evaluar serán aquellos que se encuentren a una distancia menor de 3000m (por restricciones del modelo matemático Gaussiano) respecto del hipotético punto de emisión, y serán los siguientes: 50, 100, 200, 300, 500, 1000, 2000 y 3000; se consideran ocho puntos para poder visualizar gráficamente la interrelación distancia vs concentración de contaminantes.
- d. El criterio a considerar para la predicción de la concentración de los contaminantes en la atmósfera, será primero hallar en cual de los tres días de los que se tienen registrados los datos de velocidad y dirección del viento (Cuadros N°4 y 5) se presenta la mayor velocidad del viento, y segundo aplicar los datos del Cuadro N°57, en una Hoja de Cálculo elaborado en base a la ecuaciones del modelo Gaussiano, y determinar los niveles de concentración de contaminantes.
- e. Las densidades ($\rho_{g/p}$) de los gases, serán asumidas igual a su densidad crítica; tomamos estos valores, considerando que la temperatura de combustión asumida (450°C), resulta superior al de la temperatura crítica de los gases: SO₂, CO, NO (la densidad del NO_x, será tomada del NO₂, para estar en coherencia

con las disposiciones que adoptan las instituciones internacionales como la EPA-USA). La densidad del COV, será tomada igual al del CO (por ser el compuesto más parecido).

f. Las Ecuaciones N°21, 22, 23 y 24; necesitan el ingreso del dato d_{fte} (diámetro de fuente de emisión), por lo que consideraremos lo siguiente:

El d_{fte} para la emisión de los gases y partículas provenientes del tráfico vehicular será tomado de acuerdo al diámetro del tubo de escape de los vehículos.

g. Para el cálculo predictivo de concentración de los contaminantes PM_{10} y PST que son provenientes de las fuentes: Voladura, Trituración Primaria, Carga/Descarga y Traslado de Materiales, y por Erosión Eólica, se descartará el cálculo de la Elevación de la Pluma (Δh), en razón de que estas partículas son afectadas por la gravedad, y obedecen a un movimiento de caída libre.

Puntos a Evaluar

Puntos de Análisis= $P_{i(x,y,z,DV)}$

Donde:

- P_i : punto (i) a evaluar; $i=1-8$ puntos
- x_i : distancia en eje X (m); $i=50, 100, 200, 300, 500, 1000, 2000$ y 3000 m
- y_i : distancia en eje Y (m); $i=0$ m (para todos los puntos)
- z_i : distancia en eje Z (m); $i=0$ m (para todos los puntos)
- DV_i : dirección del viento; $i=SSE$ (que es la dirección predominante según Cuadro N°5)

Los datos de ingreso al Modelo Gaussiano, se muestran en el Cuadro N°57.

El Cuadro N°58, muestra los resultados de los cálculos predictivos.

**CUADRO N°57 "DATOS DE ENTRADA DE VARIABLES AL
MODELO GAUSIANO"**

Fuente		Gas/Part. ^a (tn/año)	M _{g/p} ^b (µg/s)	T _{g/p} ^c (°K)	ρ _{g/p} ^d (gr/cm ³)	d _{fitc} (m)	h (m)
Voladura	SO ₂	0.003035	1561.214	450.00	0.000710	--	--
	NOx	0.0243	12500.000	450.00	0.000233	--	--
	CO	0.103	52983.539	450.00	0.000384	--	--
	PM ₁₀	0.006165	3171.296	298.15	1.00	--	--
Combustión del Cargador	SO ₂	0.0326	16770.576	450.00	0.000710	0.075	3.05
	NOx	1.059565	545043.724	450.00	0.000233	0.075	3.05
	CO	0.16301	83852.881	450.00	0.000384	0.075	3.05
	COV	0.130408	67082.305	450.00	0.000384	0.075	3.05
	PST	0.07	36008.230	450.00	2.00	0.075	3.05
Combustión del Tractor	SO ₂	0.034776	17888.889	450.00	0.000710	0.075	3.05
	NOx	1.13022	581388.889	450.00	0.000233	0.075	3.05
	CO	0.17388	89444.444	450.00	0.000384	0.075	3.05
	COV	0.139104	71555.556	450.00	0.000384	0.075	3.05
	PST	0.0748	38477.366	450.00	2.00	0.075	3.05
Combustión de Retroexcavador	SO ₂	0.017388	8944.444	450.00	0.000710	0.0625	3.05
	NOx	0.56511	290694.444	450.00	0.000233	0.0625	3.05
	CO	0.08694	44722.222	450.00	0.000384	0.0625	3.05
	COV	0.069552	35777.778	450.00	0.000384	0.0625	3.05
	PST	0.0374	19238.683	450.00	2.00	0.0625	3.05
Combustión de Volquetes	SO ₂	0.046368	23851.852	450.00	0.000710	0.075	3.05
	NOx	1.50696	775185.185	450.00	0.000233	0.075	3.05
	CO	0.23184	119259.259	450.00	0.000384	0.075	3.05
	COV	0.185472	95407.407	450.00	0.000384	0.075	3.05
	PST	0.0997	51286.008	450.00	2.00	0.075	3.05
Combustión de Camionetas	SO ₂	0.023184	11925.926	450.00	0.000710	0.0375	0.44
	NOx	0.139104	71555.556	450.00	0.000233	0.0375	0.44
	CO	0.208656	107333.333	450.00	0.000384	0.0375	0.44
	COV	0.030139	15503.704	450.00	0.000384	0.0375	0.44
	PST	0.0406	20884.774	450.00	2.00	0.0375	0.44

**CUADRO N°57 "DATOS DE ENTRADA DE VARIABLES AL
MODELO GAUSIANO"**

Fuente		Gas/Part. ^a (tn/año)	M _{g/p} ^b (µg/s)	T _{g/p} ^c (°K)	ρ _{g/p} ^d (gr/cm ³)	d _{fte} (m)	h (m)
Combustión de Grupos	SO ₂	0.039123	20125.000	450.00	0.000710	0.0625	0.6
	NO _x	0.188182	96801.250	450.00	0.000233	0.0625	0.6
	CO	0.04284	22036.875	450.00	0.000384	0.0625	0.6
	COV	0.015473	7959.437	450.00	0.000384	0.0625	0.6
	PST	0.0139	7150.206	450.00	2.00	0.0625	0.6
Trituradora 1°	PST	2.16	1111111.111	298.15	2.00	--	2.0
Carga de Material	PM ₁₀	1.3594	699279.835	285.15	1.00	--	2.0
Traslado de Material	PM ₁₀	19.0519	9800360.079	285.15	1.00	--	2.0
Descarga de Material	PM ₁₀	0.00641	3297.325	285.15	1.00	--	2.0
Erosión Eólica	PM ₁₀	0.001985	1021.091	285.15	1.00	--	5.0

^a: Se ha construido en base al Cuadro N°30, del Apéndice N°3 los Cuadros N°52, 53, y 55.

^b: Se considera que 1 año=270 días, 1 día=2hr, para cumplir con las restricciones del Modelo Gaussiano. Luego se pasa a las unidades de µgr/s.

^c: De acuerdo a la 2^{da} Asunción.

^d: De acuerdo a las Densidades Críticas de los Gases, y en el caso de las partículas de acuerdo a la 3^{ra} Asunción.

**CUADRO N°58 "CALCULO PREDICTIVO DE CONCENTRACION DE CONTAMINANTES
ATMOSFERICOS"**

Contaminante		Coordenadas (X,Y,Z)	50,0,0	100,0,0	200,0,0	300,0,0	500,0,0	1000,0,0	2000,0,0	3000,0,0	Límite Máximo Permissible ^δ
μgr/m³	SO ₂ =	7.452	2.410	0.704	0.338	0.133	0.038	0.011	0.005		50 (anual) 125 (24 hr)
	NO _x =	152.568	53.980	16.269	7.863	3.117	0.883	0.250	0.120		50 (anual) 150 (24 hr)
	CO=	42.978	13.673	3.988	1.914	0.755	0.213	0.060	0.029		30 (máximo en 1hr)
	COV=	50.002	6.782	2.024	0.976	0.386	0.109	0.031	0.015		No existe directriz
	PM ₁₀ =	427.624	257.053	73.824	35.283	13.888	3.920	1.109	0.531		50 (anual) 120 (anual)
	PST=	101.261	31.295	9.015	4.311	1.697	0.479	0.136	0.065		65 (anual)

δ: Recopilado del Cuadro N°36.

APENDICE N°V

APÉNDICE N°V

5.1 Estimación del caudal de diseño para las Canaletas

Para el cálculo del caudal de diseño emplearemos el Método Racional:

$$Q=0,278*C*I*A$$

Donde:

Q: caudal de diseño, m³/s

C: coeficiente de escorrentía, adimensional.

I: intensidad de lluvia máxima, mm/hr

A: área de cuenca (Figura N°12), km²

Datos:

C, lo obtenemos del Cuadro N°59.

CUADRO N°59 “COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA”

	Factores de clasificación	C
Topografía	Terreno plano, con pendiente de 0,15%	0,3
	Terreno ondulado, con pendiente de 0,35%	0,2
	Terreno accidentado, con pendiente de 4%	0,1
Suelos	Arcilloso-firme	0,1
	Arcilloso-arenoso	0,2
	Arcilloso-arenoso suelto	0,4
Cobertura	Terrenos cultivados	0,1
	Bosques	0,2

$$*C=1-0,1-0,2-0,1=0,6$$

*I=166,7 mm/hr (elaborado con los datos del Cap. N°2, ítem 2.3.2, resulta de dividir la precipitación anual máxima entre 24 horas)

*A=0,27km² (estimado con soporte de la Carta Geográfica Nacional)

Reemplazando datos en la fórmula:

$$Q=0,278*0,6*166,7*0,27$$

Q=7,5 m³/s

5.2 Estimación del volumen de aguas de lluvia sobre el Botadero de Desmonte

Calcularemos la cantidad de agua de lluvia que cae sobre el área que ocupará el Botadero de Desmonte, en el mes de mayor precipitación por representar el caso más desfavorable:

Diseño del Botadero:

- Densidad de rocas= $7,5\text{tn}/\text{m}^3$ (dato proporcionado por el Titular del Derecho Minero)
- Cantidad de roca de desmonte: 86400tn (Cuadro N°16), que ocupan un volumen de: 11520m^3
- Inclinación del banco del talud del Botadero (H:V)=2/1
- Dimensiones del Botadero: largo=40m, ancho=30m, alto=10m; que dan un volumen de 12000m^3 , superior al requerido de 11520m^3 .
- Area que ocupará el Botadero: 1200m^2

Cantidad de lluvia que cae sobre el Botadero

*I: intensidad de lluvia máxima, 4000mm/mes; por definición de Pluviometría, 1mm de precipitación equivale a $1\text{l}/\text{m}^2$ de agua de lluvia.

Entonces, en un área de 1200m^2 , que corresponde al Botadero, se tendrá: Cantidad de lluvia mensual= $4800\text{m}^3/\text{mes}$ de agua de lluvia.

Cantidad de agua de lluvia = $160\text{m}^3/\text{día}$

GLOSARIO

1. Línea de Base Ambiental

Es el estudio que determina el estado en que se encuentra el medio Físico, Biótico, y Social; antes de iniciar cualquier actividad humana.

2. Estudio de Impacto Ambiental (EsIA)

El EsIA es una “herramienta técnica fundamental de un proceso de análisis encaminado a identificar, predecir, interpretar, valorar, prevenir, corregir y comunicar el efecto de un plan, proyecto o actividad sobre el Medio Ambiente interpretado en términos de salud y bienestar humano”.

3. Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado (EIASd)

Estudio cuyo propósito es evaluar los impactos ambientales y sociales causados por proyectos que tienen el potencial de causar impactos ambientales y sociales moderados. Los EIASd son desarrollados en base a términos de referencia específicos para el proyecto, preparados por el proponente y aprobados por la autoridad competente.

4. Estabilización Física

Vienen a ser las actividades encaminadas a mantener la geometría de la forma fisiográfica de Botaderos de Desmonte, Pilas de Mineral, Tajo Minero, y otras instalaciones mineras. Así también se encamina a controlar los procesos erosivos eólicos y acuosos.

5. Estabilización Química

Vienen a ser las actividades encaminadas a controlar la emisión de lixiviado que provengan de las distintas fuentes de Rocas y Desmonte.

6. Pilas de Mineral

Acumulación de mineral fracturado.

7. Canon Minero

En el Perú, el Canon Minero es la participación de la que gozan los Gobiernos Locales (municipalidades provinciales y distritales) y los Gobiernos Regionales del total de ingresos y rentas obtenidos por el Estado por la explotación económica de los recursos mineros (metálicos y no metálicos).

El Canon Minero está constituido por el 50% del Impuesto a la Renta que pagan las empresas mineras (metálicas y no metálicas) por la explotación de los recursos naturales.

8. Factores Ambientales

Son los elementos, cualidades y procesos del Medio Ambiente, que serán los receptores de una acción externa de forma significativa.

9. Minería a Cielo (tajo) Abierto

La minería a cielo abierto remueve la capa superficial o sobrecarga de la tierra para hacer accesibles los extensos yacimientos de mineral. La minería a cielo abierto es una actividad industrial de alto impacto ambiental, social y cultural.

10. Aerosoles

Dispersión de partículas microscópicas, sólidas o líquidas, en medios gaseosos.

11. Erosión Eólica

Viene a ser la separación y posterior remoción de cualquier material superficial, por acción del viento.

12. Drenaje Acido de Roca (DAR)

El drenaje ácido es el escurrimiento de soluciones ácidas sulfatadas, frecuentemente con un contenido significativo de metales disueltos, resultado de la oxidación química y biológica de minerales sulfurados y de la lixiviación de metales pesados asociados. Las reacciones de oxidación ocurren en forma natural,

y se aceleran por el aumento de exposición de la roca al oxígeno del aire y al agua; y por la acción catalizadora de algunas bacterias.

Generalmente el DAR se caracteriza por:

- Valores de pH por debajo de 7 hasta 1.5
- Alcalinidad decreciente y acidez creciente
- Concentraciones elevadas de sulfato
- Concentraciones elevadas de metales (disueltos o totales)
- Concentraciones elevadas de sólidos disueltos totales

13. Potencial de Acidez

Es la capacidad máxima de una roca que contiene minerales sulfurados de producir acidez al estar expuestas a la acción del aire y del agua.

14. Potencial de Neutralización

Es la máxima capacidad consumidora de ácido de una muestra de roca, por la acción de elementos alcalinos en su composición geoquímica.

15. PM₁₀

Partículas sólidas, con un diámetro de partícula inferior a 10 micrómetros.

16. PST

Sólidos suspendidos en el aire, se presentan en un amplio rango de tamaño de diámetro de partícula, mayores a 10 micrómetros.

17. Lixiviación Natural

Es la movilización de los metales libres que componen una roca, por acción del agua ó el oxígeno del aire. Se sucede en forma natural.

18. Rocas Estériles

Son rocas que no contienen un valor comercial.

19. Area de Influencia Directa (AID)

Se define como aquella en la que ocurren los impactos directos resultado de las obras y actividades del proyecto en desarrollo, sobre los distintos componentes ambientales, entendiendo por componentes ambientales a los distintos elementos que constituyen los ambientes físico, biológico, socioeconómico y de interés humano. Los impactos directos se relacionan con los efectos que generan la actividad y ocurren generalmente al mismo tiempo y en el mismo lugar de ella.

20. Area de Influencia Indirecta (AII)

Está definida como aquella zona en la que el proyecto influye particularmente a determinado componente ambiental en diferente magnitud. Los impactos indirectos se producen más tarde en el tiempo o a cierta distancia, aunque son razonablemente predecibles. La cobertura de las áreas de influencia está en función de cada componente evaluado, motivo por el cual no es posible presentar un área de influencia común para todos los componentes ambientales evaluados. La integración de las áreas de influencia de los diferentes componentes ambientales en una sola área, puede inducir a error al subestimar o sobreestimar el efecto de las actividades del proyecto.

21. Movilidad

Es la velocidad con que un contaminante se distribuye en un medio y viene determinada por la transferencia de una sustancia de un medio ambiental a otro.

22. Biodisponibilidad

Es la fracción de metal que puede interactuar con un organismo biológico y ser incorporado a su estructura. Como consecuencia de dicha asimilación puede causar un efecto adverso o positivo.

BIBLIOGRAFIA

1. CTAR AYACUCHO (2001), “Plan Estratégico de Desarrollo Departamental 2001-2011”, Ayacucho, Imprenta Mercantil.
2. Oré, Juan (1999), “Huanta: Aspectos Físicos”, Ayacucho, Imprenta Gráfica Regional Siglo 21 S.A.
3. DGAA Ministerio de Energía y Minas del Perú (1994), “Protocolo de Monitores de Calidad de Aguas”, Lima.
4. Ley General de Aguas-D.L. N° 17752 (1969) “Agua de clase III para Riego y Bebida de animales”, Lima.
5. Organización Mundial de la Salud (1993) “Directrices para Agua Potable basados en la Salud”. Dirección del internet:
www.lenntech.com/espanol/estandares_calidad_aire.htm
6. Unión Europea (1998) “Directrices para Agua Potable basados en la Salud”. Dirección del internet:
www.lenntech.com/espanol/estandares_calidad_aire.htm
7. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento-R.S. N°1121-99 (1999) “Límites Máximos Permisibles para Agua Potable”, Lima.
8. Knight Piésold Consultores S.A. (2005), “Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Minero Cerro Corona”, Lima.
9. Clean Technology S.A.C. (2001), “Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado del Proyecto Minero Quilla”, Lima.
10. Amrhein C. (1992) “Environ S.c.i. Technol”.
11. Valdez J. (2000), Revista Arqueológica “Warpa” N°2, Ayacucho.
12. Red de Salud Huanta (2005), “Resumen Estadístico Distrital”, Ayacucho.
13. Guardia C. (1997) “Diccionario Kechwa Castellano”, Ayacucho.
14. CIA Minera Pomatarea, “Evaluación Ambiental para Exploraciones Mineras del Proyecto Marañón”, Lima.
15. Metcalf & Eddy (1991), “Ingeniería de Aguas Residuales”, México, McGraw-Hill.
16. DGAA Ministerio de Energía y Minas del Perú (1995), “Guía Ambiental para el Manejo de Drenaje Acido de Mina”, Lima.

17. Artículo Técnico: Sanchez L. (1995), “Drenaje de Minas a Cielo Abierto”, Sao Paulo.
18. DGAA Ministerio de Energía y Minas del Perú (1997), “Guía Ambiental del Ruído”, Lima.
19. Environmental Protection Agency (1972), USA.
20. Documento Técnico (2001), “Evaluación Ambiental del Proyecto Bayóvar”, Lima. Dirección del internet: www.mem.pe.org/eias
21. Artículo Técnico (2000), “Minas y Pozos Abandonados en Asturias”, Asturias. Dirección del internet: www.ecologistasenaccion.org/article.php3.
22. Artículo Técnico: Pérez G., Artículo Técnico (2005) “Disponibilidad de Metales Tóxicos en Sitios Contaminados”, Barcelona.
23. Environmental Protection Agency (1991e y f), USA.
24. RM-315-96-EM “Límite Máximo Permisible, sector de Minería y Metalurgia”, Lima.
25. Canter L. (1998), “Manual de Evaluación de Impacto Ambiental”, Colombia, McGraw Hill.
26. Ministerio de Minas y Energía de Colombia (2002), “Guía Minero Ambiental”. Colombia.
27. Skoulsen et al., 2002
28. CEPIS (2001), “Manual de Evaluación y Manejo de Sustancias Tóxicas en Aguas Superficiales”. Lima.
29. Artículo Técnico: Economopoulos A. (2002), “Evaluación de Fuentes de Contaminación del Aire, Divisiones: Electricidad, Gas y Agua; Transporte, Almacenamiento y Comunicación”. Colombia.
30. DGAA Ministerio de Energía y Minas del Perú (1995), “Guía Ambiental para la Perforación y Voladuras en Operaciones Mineras”, Lima.
31. Environmental Protection Agency (2003), “Western Surface Coal Mining”, Section 11.9, AP-42 Vol. I.
Dirección del Internet: <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/>
32. Wark & Warner (2002), “Contaminación del Aire”, México, Ed. Limusa.