



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y
METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA



**“PLAN DE CIERRE DE RELAVERAS AURIFERAS DE LA
PLANTA DE BENEFICIO MINERA ESPAÑOLITA S.A”**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. LEYDI MARGOTH YANA MENDOZA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO METALURGISTA

PUNO – PERÚ

2019



DEDICATORIA

El presente trabajo de Tesis dedico con todo cariño a mi Papá, Evaristo Yana Calatayud, por el sacrificio para poder darme la mejor educación, por haberme enseñado que con esfuerzo, trabajo y constancia todo se consigue y que en esta vida el interior es lo más importante.

A mis hermanos: Richard, Abimael, Roy, Diego y Junior por haberme brindado la confianza, comprensión y por estar siempre a mi lado en todo momento.

A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.



AGRADECIMIENTOS

A Dios sobre todas las cosas que me ilumina cada día para lograr mis metas trazadas y por protegerme durante todo mi camino.

Mi agradecimiento a mi alma mater, Universidad Nacional del Altiplano – Puno, a la Facultad de Ingeniería Geológica y Metalúrgica, en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica y a todos los docentes por haberme impartido buenas y sabias enseñanzas y a todas las personas que directa o indirectamente contribuyeron de alguna manera este trabajo pudiera ser realizado.

Me gustaría agradecer en estas líneas la ayuda que muchas personas y colegas me han prestado durante el proceso de investigación y redacción de este trabajo. En primer lugar, quisiera agradecer a mi tutor, Ing. Hugo Fernández, por haberme orientado en todos los momentos que necesité sus consejos

A todos mis amigos y futuros colegas que me ayudaron de una manera desinteresada, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN	13
ABSTRACT.....	15

CAPITULO I INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA.....	20
1.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACION.....	20
1.3.1 Hipótesis General.....	20
1.3.2 Hipótesis Específica.....	20
1.4 JUSTIFICACION DEL ESTUDIO	20
1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	22
1.5.1 Objetivo general.....	22
1.5.2 Objetivos Específicos	22

CAPITULO II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEORICO	23
2.1.1. Antecedente de Estudio	23
2.1.2 Antecedente Histórico.....	26
2.1.3 Marco Legal.....	28



2.1.4 Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles	33
2.2 Instrumentos Ambientales Aprobados	39

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES	40
3.1.2 Fuerza Laboral	43
3.1.3 Equipos y maquinarias necesarios	43
3.2 METODOLOGIA	44
3.2.1 Nivel de Investigación	44
3.2.2 Tipo de Investigación.....	44
3.2.3 Ubicación del Proyecto	44
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO.....	46
3.3.1 Población	46
3.3.2 Muestra	46
3.4 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	46
3.5 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	46
3.5.1 Variable Independiente	46
3.5.2 Variable Dependiente	46
3.6 PROCEDIMIENTO Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	47
3.6.1 Técnicas	47
3.6.2 Instrumentos.....	47
3.6.3 Desarrollo del procedimiento de Investigación	47
3.6.4 Actividades de Cierre.....	59
3.6.5 Medidas de Control Primario.....	61
3.6.6 Tipos de Coberturas	63
3.6.7. Instalaciones de Manejo de Residuos	67
3.6.8 Estabilidad Hidrológica	67



3.6.9 Áreas para el Material de Préstamo	68
3.7 Presupuesto	69
3.8 Resultados	72

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultado Preliminar.....	74
4.1.1 Revegetación, establecimiento de la forma del terreno y rehabilitación de hábitats	74
4.1.2 Instalaciones para el Manejo de Residuos	75
4.2 Resultado de Mantenimiento en las Relaveras	76
4.2.1 Equipo de trabajo para el Programa de Mantenimiento	76
4.2.2 Resultado de la Reparación.....	76
4.2.3 Plan de Contingencia para el Depósito de Relaves.....	77
4.2.4 Bombas, línea de conducción y recirculación de relaves	77
4.2.5 Áreas para el Material de Préstamo	77
4.3 Otras Infraestructuras Relacionadas con el Proyecto	77
4.3.1 Mantenimiento Geoquímico	77
4.3.2 Equipo de Trabajo para el Programa de Mantenimiento	79
4.3.3 Resultado de la Reparación.....	79
4.3.4 Mantenimiento Hidrológico.....	80
4.4 Actividades de Monitoreo Post Cierre.....	81
4.4.1 Monitoreo de la Estabilidad Física	81
4.4.2 Instalaciones para el Manejo de Residuos	81
4.4.3 Control de Desplazamiento y Asentamientos	81
4.4.4 Puntos a Monitorear.....	83
4.4.5 Frecuencia de Monitoreo	83
4.4.6 Cronograma	84
4.4.7 Programa de Monitoreo de Calidad de Aire	85



4.4.8 Puntos de Monitoreo	85
4.4.9 Parámetros a evaluar	86
4.5 Descripción de los Métodos de Muestreo y Análisis a Emplear	86
4.5.1 Programa de Monitoreo de Estabilidad Geoquímica	88
4.5.2 Puntos de Muestreo	89
4.6 Parámetros	90
4.6.1 Niveles de Comparación	91
4.6.2 Monitoreo Hidrológico	92
V. CONCLUSIONES	93
VI. RECOMENDACIONES	94
VII. REFERENCIAS	95
ANEXOS	96

Área : Metalurgia extractiva

Tema : Cianuración

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 23 DE DICIEMBRE DE 2019.



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Croquis de las relaveras de la plata pilote de 25 TMD	18
Figura N° 2: En layout de la Relavera	41
Figura N° 3: Vista del área de emplazamiento de los Depósitos de Relaves R1 Y R2”	42
Figura N° 4: Vista del aérea de los Depósitos de Relaves R1 Y R2”	42
Figura N° 5: Planta de Beneficio Españolita.....	45
Figura N° 6: Ubicación del Área Estudio: Regional	45
Figura N° 7: Análisis de Estabilidad por simulación de la Zona más Crítica en Condiciones Estática	49
Figura N° 8: Fotos de inicio de construcción de las relaveras	51
Figura N° 9: Vista de los materiales empleados (Geotextil y geomembrana)	53
Figura N° 10: Vista del proceso de Forrado con geotextil.....	53
Figura N° 11: Vista de forrado con geomembrana	54
Figura N° 12: Vista del canal de Anclaje culminado	55
Figura N° 13: Vista de colocación de geomembrana en canal de anclaje.....	55
Figura N° 14: Bombas, Línea de Conducción y Recirculación de barren	55
Figura N° 15: Ubicación de las canteras de bentonita	57
Figura N° 16: Cobertura para Depósitos de Relaves (Vaso).....	64
Figura N° 17: Cobertura para Depósitos de Relave (vaso)	65
Figura N° 18: Cobertura para Huella de Infraestructura	66
Figura N° 19: Cobertura para Huella de Infraestructura	67
Figura N° 20: Diagrama de flujo de los Procesos Desmontaje. Desmantelamiento	69
Figura N° 21: Revegetación, pruebas de adaptación de plantas para la zona de relave. 75	



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1:	Relaveras 1 Y 2	18
Tabla N° 2:	Dimensiones de las Relaveras	19
Tabla N° 3:	Paramentos del Agua.....	34
Tabla N° 4:	Parámetros del Agua – Categorías 3 – Riego de vegetales y bebida de Análisis – Parámetros para riego de vegetales de tallo bajo y alto	36
Tabla N° 5:	Niveles Máximos Permisibles para Unidades minero Metalúrgicas.....	37
Tabla N° 6:	Estándares de Calidad Ambiental de Aire	38
Tabla N° 7:	Niveles Máximos Permisibles del Aire.....	39
Tabla N° 8:	Instrumentos Ambientales Aprobadas	39
Tabla N° 9:	Componentes del Plan de Cierre de las Relaveras Antiguas de la Planta de Beneficio Españolita	40
Tabla N° 10:	Coordenadas UTM (WGS 84) de la relavera N° 1	41
Tabla N° 11:	Coordenadas UTM (WGS 84) de la relavera N° 2.....	41
Tabla N° 12:	Personal proyectado para el plan de cierre de la relavera de la Planta de Beneficio Españolita	43
Tabla N° 13:	Personal proyectado para el plan de cierre de la relavera de la Planta de Beneficio Españolita	43
Tabla N° 14:	Características Geométricas de los Depósitos de Relaves R1 y R2.....	49
Tabla N° 15:	Resultado del Análisis de Estabilidad simulados del Talud en el Depósito de Relaves antiguo	50
Tabla N° 16:	Equipos para el sistema de bombeo	56
Tabla N° 17:	Coordenada UTM- WGS84 de las calicatas de diseño de la presa de relaves	57
Tabla N° 18:	Parámetros para el diseño de relaveras	58



Tabla N° 19: Profundidad de las calicatas realizadas	58
Tabla N° 20: Descripción de perfil estratigráfico de las calicatas	58
Tabla N° 21: Componentes del Cierre Progresivo y Final de las relaveras antiguas ...	60
Tabla N° 22: Actividades de Desmantelamiento de las Instalaciones de Manejo de Residuos	61
Tabla N° 23: Conformación Tipo I.....	63
Tabla N° 24: Conformación Tipo I (continuación)	63
Tabla N° 25: Cobertura para Depósitos de Relaves (Vaso).....	64
Tabla N° 26: Conformación Tipo III	65
Tabla N° 27: Conformación Tipo A	66
Tabla N° 28: Actividades de Estabilidad Geoquímica de las Instalaciones de Manejo de Residuos	67
Tabla N° 29: Actividades de Estabilidad Hidrológica de las Instalaciones de Manejo de Residuos	68
Tabla N° 30: Actividades de Estabilidad Hidrológica de las Instalaciones de la Cantera de Bentonita	68
Tabla N° 31: Monto de Partida para el cierre	72
Tabla N° 32: Cronograma de Mantenimiento del Dique de Contención de las relaveras antiguas R1 y R2	76
Tabla N° 33: Cronograma de Mantenimiento del Dique de Contención de los Depósitos de Relaves	79
Tabla N° 34: Cronograma de Mantenimiento del Dique de Contención de los Depósitos de Relaves	80
Tabla N° 35: Coordenadas de Control Topográfica	83
Tabla N° 36: Coordenadas de Piezómetros	83



Tabla N° 37: Muestra el cronograma para el monitoreo de estabilidad física de las relaveras	84
Tabla N° 38: Ubicación de las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire	85
Tabla N° 39: Cronograma de Monitoreo de Calidad de Aire	86
Tabla N° 40: Normas de Referencia para los Métodos de Monitoreo de Calidad de Aire	87
Tabla N° 41: Coordenadas de Piezómetros	89
Tabla N° 42: Cronograma de Monitoreo de Estabilidad Geoquímica.....	89
Tabla N° 43: Conservación de Ambiente Acuático	90



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

- ARMA = Autoridad Regional Media Ambiente
- TMD = Toneladas Métricas Días
- LMP = Límites Máximo Permisibles
- CONAM = Consejo Nacional del Ambiente
- PH = Potencial de Hidrogenoides
- PNN = Potencial neto de neutralización



RESUMEN

MINERA ESPAÑOLITA S.A. Es el titular minero de la PLANTA DE BENEFICIO ESPAÑOLITA, donde se procesa minerales auríferos a una capacidad de 25 TM/día, cuya Declaración de Impacto Ambiental, Categoría 1 del proyecto “Planta de Beneficio la Encañada” fue aprobada con la Resolución Gerencial Regional N°029-2008-GRA/ARMA de fecha 22 de septiembre del 2008-GRA/ARMA de fecha 22 de septiembre del 2008 que opero bajo la denominación, luego se realizó los trámites correspondientes de cambio de nombre llamándose en adelante como la Planta de Beneficio Españolita que viene trabajando con una capacidad de 25 TMD que a la fecha viene tramitando la aprobación del Estudio de Impacto Ambiental Semi detallado del Proyecto de ampliación a 250 TMD por estar en curso. En cumplimiento a la Ley N°28090 “Ley que regula el Cierre de Minas” se requiere la elaboración del Plan de Cierre de las relaveras R1 y R2 de la Planta de Beneficio Españolita. El plan de Cierre de las relaveras R1 y R2 de la Planta de Beneficio Españolita se desarrollara según el cumplimiento al Art 63 del D.S N° 013-2002-EM siguiendo lo señalado en el D.S N°033-2005-EM, para su elaboración se ha tenido que realizar presunciones consistentes y conservadoras con los titulares de la empresa a fin de tomar un acercamiento conservador, en el caso de las relaveras ya existente a cerrar y está tomando en cuenta las condiciones actuales en que se encuentran dichas relaveras a colmatadas . El presente Plan de cierre de las relaveras de la Planta de Beneficio Españolita, está dirigido a conseguir un cierre planificado de las instalaciones de las relaveras antiguas. De tal manera que los posibles impactos ambientales generados por la Planta de Beneficio durante su etapa operativa anterior, que fueron controlados en sus parámetros operativos como son densidad de pulpa, porcentaje de sólidos, caudal, recuperación de barren, control de contenido de cianuro total, cianuro Watt y metales pesados, sean minimizados aún más volviendo a



restablecer las condiciones iniciales del área ocupada o proyectándonos a un futuro sostenible, como es el caso de convertir el área en terreno que se pueda adoptar para ciertos cultivos de pastos naturales, arborescencia y otros sembríos para que esto ocurra la empresa tiene que aplicar una tecnología de neutralización con riego por goteo con ácido peroximonosulfurico a bajas concentraciones H_2SO_5 . El objetivo es restablecer las áreas ocupadas, dejándolas física y químicamente estables, perfilando y revegetando el terreno afectado.

Palabras Clave: cianuro, pasivos, neutralización, revegetación, relave



ABSTRACT

MINERA ESPAÑOLITA S.A. He is the mining owner of the SPANISH BENEFIT PLANT, where gold minerals are processed at a capacity of 25 MT / day, whose Environmental Impact Statement, Category 1 of the “La Encañada Benefit Plant” project was approved with Regional Management Resolution N 029-2008- GRA / ARMA dated September 22, 2008-GRA / ARMA dated September 22, 2008 that I operate under the denomination, then the corresponding procedures of name change were carried out, hereinafter referred to as the Benefit Plant Spanish woman who has been working with a capacity of 25 TMD that to date has been processing the approval of the Semi-detailed Environmental Impact Study of the 250 TMD Expansion Project because it is ongoing. In compliance with Law N ° 28090 “Law regulating the Closure of Mines” the preparation of the Closure Plan of the R1 and R2 tailings of the Spanish Benefit Plant is required. The closure plan of the R1 and R2 tailings of the Spanish Benefit Plant will be developed according to compliance with Art 63 of DS N ° 013-2002-EM following the provisions of DS N ° 033-2005-EM, for its preparation It has had to make consistent and conservative assumptions with the owners of the company in order to take a conservative approach, in the case of the existing tailings to be closed and is taking into account the current conditions in which said tailings are clogged. This Closure Plan for the tailings of the Spanish Benefit Plant is aimed at achieving a planned closure of the facilities of the old tailings. In such a way that the possible environmental impacts generated by the Benefit Plant during its previous operational stage, which were controlled in its operational parameters such as pulp density, percentage of solids, flow rate, sweeping recovery, total cyanide content control, Watt cyanide and heavy metals, be minimized even more by restoring the initial conditions of the occupied area or projecting ourselves to a sustainable future, as is the case of converting the area into land that can be adopted



for certain crops of natural pastures, trees and others For this to happen, the company has to apply a neutralization technology with drip irrigation with peroxonosulfuric acid at low concentrations H_2SO_5 . The objective is to restore the occupied areas, leaving them physically and chemically stable, profiling and revegetating the affected terrain.

Keywords: cyanide, liabilities, neutralization, revegetation, tailings



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El Proyecto Planta de Beneficio Españolita se encuentra en un área despoblada tipo eriazo dentro de las pampas La Aguada, en la confluencia de la Quebrada Huanca, en el distrito de Chala, provincia de Caraveli, departamento de Arequipa, a una altura aproximada de 225 m.s.n.m. se ubica a la altura del Km 616 de la Panamericana Sur, a partir de este punto se ingresa por una trocha a la quebrada Huanca Fundo la Españolita donde se ubica las instalaciones de la planta de Beneficio.

La minería ocasiona una serie de impactos positivos y negativos en el entorno, que se hace necesario identificar para potenciar los positivos y reducir los negativos de manera de alcanzar un balance favorable. La imagen generalizada de la minería es negativa, en buena medida por los llamados pasivos ambientales dejados por operaciones mineras tanto antiguas como recientes correspondientes hasta fines del siglo pasado, antes de que promulgara en el Perú la copiosa legislación ambiental minera que la encausa, muy en particular en el aspecto del cierre de la relavera.

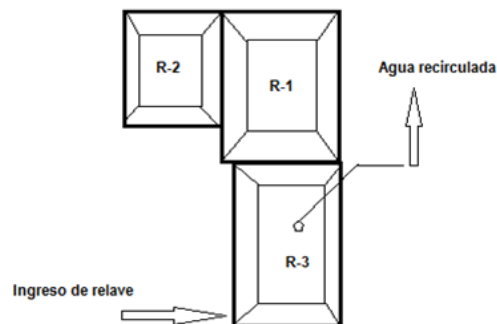
La ley N° 28271 que regula los pasivos ambientales de la actividad minera define los pasivos ambientales mineros como: todas las instalaciones, efluentes, emisiones, restos o depósitos de residuos producidos por operaciones mineras, en la actualidad abandonadas o inactivas y que constituyen un riesgo permanente y potencial para la salud de la población, el ecosistema circundante y la propiedad.

El plan de cierre constituye una herramienta de gestión ambiental, destinada a establecer medidas que se deben adoptar a fin de rehabilitar el área utilizada o perturbada por la actividad minera para que esta alcance características de ecosistema compatible con un ambiente saludable y adecuado para el desarrollo de la vida y la preservación.

Este trabajo se enfoca en la transformación de pasivos mineros y su correcto cierre de las relaveras el presente plan de cierre de las relaveras de la Planta de Beneficio Española, está dirigido a conseguir un cierre planificado de las instalaciones de las relaveras antiguas de las siguientes dimensiones:

Figura N° 1: Croquis de las relaveras de la plata pilote de 25 TMD

CROQUIS DE LAS RELAVERAS DE LA PLANTA PILOTO DE 25 TMD



R-1 : RELAVERA N°1 totalmente acolmatado
R-2 : RELAVERA N°2 totalmente acolmatado
R-3 : RELAVERA N°3 en plena operación

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 1: Relaveras 1 Y 2

VERTICE	RELAVERA 1	RELAVERA 2
A	23,63 m	58,28 m
B	73,97 m	25,62 m
C	44,22 m	60,93 m
D	63,51 m	28,41 m
E	32,51 m	

Fuente: Elaboración Propia

Para que los posibles impactos ambientales generados por la Planta de Beneficio durante su etapa operativa anterior, sean minimizados aún más volviendo a restablecer las condiciones iniciales del área ocupada o proyectándonos a un uso futuro sostenible, la



empresa tiene que aplicar una tecnología de neutralización de riego por goteo con ácido peroxosulfurico, ácido pentaóxosulfurico, ácido peroxisulfurico, ácido persulfurico o ácido peroximonosulfurico H_2SO_5 (ácido de caro) a bajas concentraciones ya que es probablemente el perácido inorgánico más importante, que se utiliza para el blanqueo de pulpa y para la desintoxicación de cianuro en la industria minera.

1.1 PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

Los aspectos que están siempre presentes son la protección de los recursos del agua, suelo, aire, flora, fauna y el aspecto social; así como darle un uso beneficioso a los terrenos ocupados por la relavera, después del cierre.

Bajo este concepto, se ha visto la necesidad de desarrollar el Presente Plan de Cierre que nos permitirá determinar no solo las estrategias, criterios y las medidas más viables para el cierre definitivo de las instalaciones de las relaveras; además determinar de manera precisa los montos de inversión que dicha actividad demande. Con ello, este estudio dará las recomendaciones necesarias para que las operaciones se desarrollen requeridas para el cierre de la relavera antigua. En reemplazo se construyó una relavera de las siguientes dimensiones:

Tabla N° 2: Dimensiones de las Relaveras

ITEM	DIMENSIONES	UNIDADES
NIVEL DE CORONACIÓN	118.673	m.s.n.m
NIVEL MÁXIMO DE OPERACIÓN	96	%
NIVEL DE INICIO DE PRESA	103.673	m.s.n.m
ALTURA DE LA PRESA	15.00	m
PERÍMETRO DE CORONACIÓN	347.0274	m
ÁREA DE CORONACIÓN	6183.8352	m ²
PERÍMETRO DE BASE	154.576	m
ÁREA DE LA BASE	1785.2371	m ²
CAPACIDAD	34960.28	m ³

Fuente: Elaboración Propia



1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

Para el desarrollo del presente proyecto se formuló la siguiente interrogante:

¿Evaluando el desarrollo del Plan de Cierre nos permitirá determinar las estrategias, criterios y medidas viables para el cierre definitivo de las instalaciones de las relaveras?

1.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACION

1.3.1 Hipótesis General

Evaluando el desarrollo de Plan de cierre de Minera Españolita S.A. permitirá determinar estrategias y medidas viables para el cierre de las relaveras.

1.3.2 Hipótesis Específica

- ✓ -Evaluar el restablecimiento de las condiciones iniciales del área ocupada proyectándonos a un uso futuro sostenible, como es el caso de convertir en área en terreno que se puede adoptar para ciertos cultivos de pastos naturales.
- ✓ Evaluar el cumplimiento de los principios técnicos ambientales y compromisos del reglamento y demás normatividad aplicable para la protección de la salud humana y el medio ambiente, mediante el empleo de tecnologías que permitan el logro y mantenimiento de la estabilidad física, química e hidrológica del lugar donde se desarrolló la deposición de relaves

1.4 JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

En el Perú utilizan actualmente prácticas novedosas de disposición de relaves, tal como el relleno subterráneo, método de descarga espesada y disposición de relaves deshidratados. Estas operaciones demuestran claramente que alternativas a los depósitos de relaves convencionales pueden ser prácticas y posibles en el Perú. Por lo tanto, es importante interpretar los objetivos de la protección ambiental en el contexto de estas



realidades. Al nivel actual de la tecnología de manejo de relaves en el Perú, la protección ambiental es de principal interés para la salud humana y la seguridad. Esto se refleja de inmediato en la necesidad de adoptar prácticas y procedimientos de ingeniería para brindar protección contra la pérdida de vidas ocasionadas por las fallas de las presas de relaves junto con la necesidad de mantener los relaves y el agua de proceso fuera de los riachuelos y ríos no sólo durante la operación de la mina sino por un período indefinido de tiempo posterior a su cierre.

El período de cierre requiere el monitoreo de estos parámetros adicionales por el período de tiempo necesario para asegurar su adecuado funcionamiento y para realizar cualquier modificación necesaria. En el caso que se proporcionen fianzas, garantías, bonos u otros documentos financieros para garantizar el cumplimiento exitoso de las medidas de cierre.

El cierre o abandono comienza a continuación de la exitosa terminación de las medidas de cierre y se extiende tanto como se requiera para que la estabilidad física y química del depósito de relaves quede asegurada. Para propósitos prácticos, esto generalmente significa indefinidamente y para circunstancias que involucran ARD ello puede alcanzar períodos de hasta 1000 años. Una implicancia importante es que las consideraciones de diseño para casos extremos tales como inundaciones y terremotos, deben ser capaces de acomodar los eventos más grandes que puedan ocurrir, potencialmente mucho más grandes que aquellos requeridos para el diseño durante el período de operación.

El mensaje fundamental de esta tesis es que el manejo de relaves debe ser considerado tan importante como la recuperación del metal. Del mismo modo que, ningún proyecto minero serio puede ser planificado u operado sin un esfuerzo enorme de parte de geólogos, ingenieros de minas, ingenieros metalúrgicos, analistas financieros altamente entrenados y experimentados, tampoco es posible un adecuado manejo de los relaves sin



la contribución de técnicos especialistas en los campos del procesamiento de minerales, tratamiento de agua, geoquímica, construcción civil, sismología, hidrología, agronomía, y biología, así como ingenieros en geotecnia, hidráulica e ingeniería de minas.

1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 Objetivo general

El objetivo general del Plan de Cierre, es implementar las acciones que deben ser efectuadas por el titular minero a fin de rehabilitar las áreas utilizadas o perturbadas por la actividad minera, para que éstas alcancen características de ecosistema compatible con un ambiente saludable y adecuado para el desarrollo de la vida y la conservación del paisaje.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Realizar el diseño de obras y medidas de los componentes mineros, para evitar la generación de drenaje ácido de roca a largo plazo, adoptando los factores de seguridad para condiciones de eventos especiales con largo periodos de recurrencia.
- Evitar riesgos para la seguridad de personas, animales y vehículos, adoptando medidas para restringir el acceso a las áreas peligrosas y establecer taludes.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEORICO

2.1.1. Antecedente de Estudio

- Romero (2015), es su investigación “Tratamientos de los Relaves mineros contaminados con plantación de gramíneas (Kikuyo) para convertirlos en áreas verdes en las minas de la Región Central del Perú”; para optar el grado académico de Maestro en Seguridad y Medio Ambiente en Minería; en la Universidad Nacional del Centro del Perú, en la ciudad de Huancayo; propuso el objetivo de calibrar el acontecimiento que tiene la plantación de gramíneas (Kikuyo) en la remediación de relaves mineros contaminados, basándose jurídicamente y ecológicamente en la posibilidad de remediar los relaves mineros mediante la plantación de gramíneas (Kikuyo) y documentado de manera científica y tecnología la posibilidad de remediar los relaves con la plantación de gramíneas (Kikuyo); quien usó la metodología de tipo y nivel aplicativa, diacrónica, prospectiva, focalizada, empírica, documental, descriptiva, cualitativa, correlacional y de nivel explicativo, con una población de 33 minas activas; teniendo como resultados que al menos 268 hectáreas de ambientes de relave están contaminadas del cual un 85% de trabajadores manifestó que fueron contaminados con residuo tóxicos, mezcla de ácidos, agua, residuos mineros, rocas y mezcla de tierras. En cuanto a los residuos mineros, el 100% de los trabajadores dice que los ambientes de relaves contienen presencia significativa de componentes químicos, lo que conlleva a un desequilibrio ecológico. La contaminación del aire es efecto de la emanación de los gases según el 92.8% de



los trabajadores, la contaminación del suelo es consecuencia de la filtración de concentraciones tóxicas permeables según señala el 85.7%, mientras que el agua contaminada es producto del uso de acidificantes con sustancias químicas en los ambientes de relaves manifestado por el 92.8%, a consecuencia de los ambientes 14 de relaves, la flora y fauna del lugar son intoxicados limitando su ambiente y provocando su extinción según manifiesta el 100% de trabajadores, en cambio las enfermedades originadas por los ambientes de relaves son en su mayoría las de diarrea, náuseas y vómitos según señala el 100% de trabajadores; arribando en las conclusiones 1) La documentación acreditada sobre el conocimiento de los trabajadores en referencia a la contaminación del ambiente, flora y fauna, generan una inestabilidad ecológica y más aún enfermedades en perjuicio de los pobladores aledaños. 2) La información conjunta que se obtuvo por medio de los investigadores citados y los ingenieros de minas del departamento de Junín, en cuanto a las atribuciones e importancia del Kikuyo, es posible la fitoestabilización del suelo, por medio de la plantación de este componente. 3) El conocimiento acreditado y la experiencia internacional y nacional obtenida con respecto a la plantación de Kikuyo manifiesta que es posible la fitoestabilización mediante la plantación de este componente.

- López (2011), llevó a cabo su tesis Magistral “Fitorremediación en los suelos de Mayoc, San Mateo, Huarochirí - Lima”, para optar el grado académico de Maestra en Ciencias con mención en Minería y Medio Ambiente, en la Universidad Nacional de Ingeniería, en la ciudad de Lima; quien formuló los objetivos que dan al estudio del grado de exhibición al arsénico en los organismos destinados, estudiando la afluencia de este en los habitantes de Mayoc, proponiendo la Fitorremediación como un método de control de la propagación del arsénico en la



- superficie de Mayoc y aledaños; arribando a las conclusiones 1) Los límites máximos permisibles para efluentes líquidos estuvieron dentro del rango aceptable en mención de las clases II y III de la Ley General de Aguas, en cuanto a la auditoría ambiental en el control del aire con respecto al transporte, arrojan un resultado aceptable en cuanto al arsénico y plomo presentes en el aire, los resultados de contenido de arsénico, zinc, cobre y plomo, en el suelo 15 rebasan los límites máximos permitidos, establecidos en el World Health Organization, 2001, Environmental Health, Ginebra. 2) Mediante documentación acreditada se señala que el estudio de habitantes de Mayoc de 5 de 8 casos, tienen presencia de arsénico que supera el límite máximo de seguridad de depuración de dicho componente. 3) El propósito de la Fitorremediación es minimizar la emanación del arsénico en la superficie del suelo de Mayoc, ya que se determinó de manera experimental que las plantas aledañas a la zona tienen una gran capacidad de absorber dichos componentes. Como son el Eucalipto, el llantén y diente de león.
- Cedrón (2013), en su investigación “Elaboración de criterios para la transformación de pasivos mineros en activos socio - ambientales sostenibles”, para optar el grado de Magister, en la Pontificia Universidad Católica del Perú, en la ciudad de Lima; planteó el objetivo de establecer medidas óptimas en la etapa final del cierre de minas de modo que produzcan activos mineros como, producción de recursos; llegando a las conclusiones: 1) El cumplimiento de los planes de cierre minero, en cuanto a la incorporación de medidas socio-ambientales ha ido en aumento, ya que el gobierno y los pueblos han realizado medidas para que las empresas mineras cumplan con cierto rol; sin embargo, existen corporaciones que se limitan a cumplir con lo exigido en la Ley que los rige. 2) Las causas de negativas del impacto paisajístico, ambientales, sociales y



salubres de las comunidades han sido generadas por el cierre de las minas en los periodos predecesores al 2003, la actual legislación minimiza dichos sucesos, además establece garantías económicas con respecto a eventualidades existentes. Por otro lado, estas exigencias sólo se dan parcialmente ya que no existe aún un cierre definitivo que no genere dichos acontecimientos. 3) La consulta realizada a los pobladores y la promoción de su participación ayudan a la disposición del futuro uso de los terrenos situados por la minería, de esta manera se minimiza los conflictos sociales y se promueve el desarrollo sostenible, ya que se quiere cambiar el capital natural minero no renovable por un capital social sostenible. 4) Es necesario realizar lineamientos de trabajo para la rehabilitación de espacios mineros al cierre de éstos, de manera que permitan un cambio favorable, constituirse secuencialmente, inspeccionar y la gestión de largo y corto plazo. Además, debe considerarse el impacto que genera en el ecosistema, paisaje, uso del suelo, estructura y composición. 5) Es significativamente importante realizar el cierre minero, su seguimiento y evaluación temporal, de manera que se corrijan los cambios originados y garantizar su éxito

2.1.2 Antecedente Histórico

Cerro de Pasco es una ciudad que se ubica en promedio a 4300 metros sobre el nivel del mar, siendo una de las ciudades más altas del mundo; el escenario que le tocó vivir debido la explotación minera trajo consigo heridas que aún no se han borrado con el paso del tiempo. Su actividad comenzó a mediados del siglo XVII, siendo el escenario principal de explotación minera la zona Villa de Pasco, que tuvo como sucesor a la mina Colquijirca; ya por los años de 1630 se descubrió un importante yacimiento de plata ubicándose entre lagunas y la presencia de majestuosos cerros, que daba a pocos kilómetros del norte de la Villa de Pasco, dando así origen al asiento minero que llevó el



nombre de San Esteban de Yauricocha y posteriormente modificado por el nombre de Cerro de Pasco, éste había alcanzado su auge a final del siglo XVIII de productor principal de plata a nivel de Sudamérica siendo predecesor del asiento Potosí, siendo así el productor minero más importante del Perú en el período del siglo XIX (Helfgott, 2012). Sin embargo, nadie se imaginaría que este colapsaría frente al precio del cobre entre los siglos XIX y XX, donde hubo un cambio rotundo de la minería colonial a una explotación con métodos modernos controlado por la minería transnacional, conformado por el financiamiento de empresas mineras del país de los Estados Unidos, J.B. Haggin, J.P. Morgan, G. Hearst y la familia Vanderbilt, y llamándose como La Cerro de Pasco Corporation; la explotación de cobre trajo consigo la explotación de plomo y zinc, esta corporación tuvo el dominio de la ciudad de Cerro de Pasco y gran parte de la sierra central hasta el año 1974, en el cual fue nacionalizada por el mandato gubernamental de Juan Velasco Alvarado pasando a ser una corporación estatal llevando por nombre Centromin-Perú, siendo una vez más privatizada por partes por el año 90; la 19 empresa privada Volcan compró la unidad de Cerro de Pasco en los 90 y es quien la controla hasta la actualidad llamándose Cerro S.A.C. (Helfgott, 2012). Dicha actividad minera dio origen a la Ciudad de Cerro de Pasco, ésta fue condicionada en base a su desarrollo ya que no tuvo una planificación sino más bien nació de un asiento generado por la explotación de plata, en base a ello se manifiesta que los socavones estaban combinados con las viviendas, se evadía las exigencias de seguridad provocando hundimientos y accidentes; todo ello generaría un descenso significativo en la calidad de vida de sus pobladores. Sin embargo, no sólo fue cuestión de expansión a tajo, también tuvo réplicas en la contaminación de las principales fuentes de flujo de agua y lagunas, lo que trajo consigo la contaminación de la salud de sus pobladores presenciándose en mayor parte la intoxicación crónica por acción del plomo en la sangre, además de la detección de



diversos metales en la sangre como: cesio, talio, arsénico, cromo, níquel y aluminio (Helfgott, 2012)

2.1.3 Marco Legal

Esta sección describe el marco legal aplicable al cierre de minas con el propósito de regular las obligaciones y procedimientos que deben cumplir los titulares de la actividad minera para la elaboración, presentación e implementación del Plan de Cierre de Minas y Plantas de beneficio. En su diseño se ha considerado la ley que regula el cierre de minas y su reglamento, así también, se ha seguido los criterios recomendados en la guía para la elaboración de planes de cierre de minas, emitidas por el Ministerio de Energía y Minas

2.1.3.1 Normativa General

a. Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental Ley N° 28245 y su respectivo reglamento aprobado mediante DS 008-2005-PCM.

En esta ley se señala que el objetivo de la política Nacional Ambiental es el mejoramiento continuo de la calidad de vida de las personas, mediante la protección y recuperación del ambiente y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, garantizando la existencia de ecosistemas viables y funcionales en el largo plazo.

b. Ley General del Ambiente – Ley N°28611 y sus respectivas modificatorias mediante D.L N°1055

Que en su Artículo 27° “De los Planes de Cierre de Actividades”, menciona que los titulares de todas las actividades económicas deben garantizar que al cierre de actividades o instalaciones no subsistan impactos ambientales negativos de carácter significativo, debiendo considerar tal aspecto al diseñar y aplicar los instrumentos de gestión ambiental que les correspondan de conformidad en marco legal vigente.



El objetivo de dichas modificatorias es complementar el Decreto Legislativo N°1013, que aprobó la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, en lo relativo a los Límites Máximos Permisibles (LMP) y el Sistema de Información Ambiental, a fin de que la mencionada norma incorpore los mecanismos de transparencia, participación ciudadana y las sanciones aplicables al incumplimiento de las obligaciones contenidas en ella.

c. Ley del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental Ley N°27446 y sus respectivas modificatorias mediante D.L. N°1078

Este dispositivo legal creó el sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, en esta norma se categoriza los estudios de impacto ambiental, de acuerdo a la magnitud, envergadura y ámbito de influencia del proyecto: y sus modificatorias se modifican diversos artículos de la Ley, que señalan nuevas directrices en cuanto a obligatoriedad de certificación ambiental, categorización de proyectos de acuerdo al riesgo, criterios de protección ambiental, etc.

d. Ley de creación del ministerio del ambiente D.L.N° 1013

Mediante el cual se aprueba la ley de creación, organización y funciones del ministerio del ambiente el cual reemplaza al consejo Nacional del Ambiente (CONAM) y reformula las funciones y responsabilidades de la Autoridad Nacional del Ambiente; dicha ley tendrá efectos sobre la legislación vigente, en especial sobre la Ley de Creación del CONAM, Ley N° 26410 y la Ley Marco del sistema de Gestión Ambiental Ley N°28245.

e. Código Penal Título XIII, Delitos contra la Ecología – D.L N° 635 y su respectiva modificatoria



Mediante el cual se especifica las sanciones contra diversos delitos contra la ecología, los recursos naturales y el medio ambiente según lo establecido en los artículos mencionados en su capítulo único, como son: responsabilidad culposa, contaminación agravada, depredación de flora y fauna legalmente protegidas, etc.

f. Ley General de Residuos Sólidos – Ley N°27314 con su reglamento y su respectiva modificatoria mediante D.L N°1065

Donde se promueve del desarrollo de la infraestructura de residuos sólidos para atender a la creciente demanda de la población y del sector privado. Asimismo, el reglamento establece que el almacenamiento, tratamiento disposición final de los residuos generados por la actividad minera, deberá ceñirse a la normatividad y especificaciones técnicas que disponga la autoridad competente, cuando estos procesos son realizados al interior de las áreas del proyecto y que queda prohibida la alimentación de animales con residuos orgánicos que no hayan recibido previamente el tratamiento establecidos en las normas vigentes.

g. Ley que establece la obligación de Elaborar y Presentar Planes de Contingencias – Ley N°28551

Esta ley tiene por objeto establecer la obligación y procedimiento para la elaboración y presentación de planes de contingencias, con sujeción a los objetivos, principios y estrategias del Plan Nacional de Prevención y Atención de Desastres. Se detalla en el IGAC.

h. Ley de conservación y Desarrollo sostenible de la Diversidad Biológica – Ley N°26839

Señala que el Estado es soberano en la adopción de medidas para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica, lo cual implica conservar la diversidad



de ecosistemas, especies y genes, así como mantener procesos ecológicos esenciales de los que dependen la supervivencia de las especies. Autoriza al estado a promover la adopción de un enfoque integrado para el manejo de tierras y agua utilizando la cuenca hidrográfica como unidad de manejo y planificación ambiental, la conservación de los ecosistemas naturales, así como las tierras de cultivo, la prevención de la contaminación y degradación de los ecosistemas terrestres y acuáticos y la rehabilitación y restauración de los ecosistemas degradados, principalmente.

- i. Ley que regula al Cierre de Minas – Ley N°28090, con su respectivo reglamento aprobado mediante D.S 033-2005-EM y sus modificatorias aprobadas mediante DS N°045-2006-EM.**

La ley tiene por objeto regular las obligaciones y procedimientos que deben cumplir los titulares de la actividad minera para la elaboración, presentación e implementación del Plan de Cierre de Minas y la constitución de las garantías ambientales correspondientes. La modificatoria del artículo 1 de la ley, establece el plazo de entrega del Plan de Cierre de mina en (1 año) a partir de la vigencia del Reglamento de la Ley N°28090.

Además, establece como plazo para expedición del Reglamento de Plan de Cierre de Mina (60) días, posterior a la publicación de esta ley.

- j. Reglamento de Protección Ambiental en las Actividades Minero Metalúrgicas – D.S N°016-93- EM**

Mediante esta norma se estable los procedimientos y Pautas necesarias para que las actividades mineras se adecuen a las normas ambientales vigentes en el país y a las estipuladas por el Ministerio y establece los requisitos de operación y las pautas necesarias para que las nuevas operaciones mineras adopten medidas para el control y



monitoreo de sus actividades, asegurando así una adecuada protección ambiental. Tiene su modificatoria a través del Decreto Supremo N°059-93-EM.

Asimismo, considera expresadamente la posibilidad de depositar relaves en el fondo de cuerpos lacustre o del mar, bajo condiciones técnicamente manejable, para los casos en los que la topografía no permite su disposición en superficie o cuando su disposición en superficie o cuando su disposición en superficie representa un mayor riesgo a la población o al ambiente (Art. 38°). Además, se establece la obligación de garantizar la estabilidad física y química del material depositado en la etapa de abandono (Art. 39°).

k. Compromiso Previo como Requisito para el desarrollo de Actividades Mineras y Normas Complementarias D.S N°042 -2003 –EM

Adicionalmente a los requisitos que deben cumplir los petitorios de las concesiones mineras que se encuentran establecidas en el Reglamento de Procedimientos Mineros (D.S N° 018-92- EM) la norma exige la presentación de un compromiso previo en forma de declaración jurada. Con esta declaración, el peticionario se compromete a una serie de actividades como mantener un diálogo continuo y oportuno con la población y autoridades, actuar con respeto a las costumbres locales, entre otras.

l. Ley que regula los Pasivos Ambientales de la Actividad Minera Ley N°28271, con su respectivo reglamento aprobado mediante D.S N°059-2005-EM y las modificatorias a la ley en sus artículos 5,6,7 y 8, de la primera disposición complementaria y final de la ley N°28271 y le añade una tercera disposición complementaria y final – Ley N°28526

Establece la obligación de los titulares mineros con pasivos ambientales definidos en sus concesiones de celebrar contratos de remediación ambiental con el MEM a través de la DGAA, así mismo la titular minera tiene la obligación de presentar un Plan de Cierre



de los Pasivos Ambientales. El plazo máximo de presentar un Plan de Cierre de los Pasivos Ambientales. El plazo máximo de presentar un Plan de Cierre es de un año a partir de su identificación y notificación por parte de la Autoridad Competente, plazo en el que se realizara la remediación ambiental.

m. D.S. N° 003-2009-EM – Modifican Reglamento de Pasivos Ambientales de la Actividad Minera Aprobada por D.S N°059-2005-EM

El presente Decreto Supremo tiene por objetivo precisar los alcances de la ley N°28271, que regula los pasivos ambientales de la actividad minera, afín de establecer los mecanismos que aseguren la identificación de los pasivos ambientales de la actividad minera, la responsabilidad y el financiamiento para la remediación de las áreas impactadas por aquello, con la finalidad de mitigar sus impactos negativos a la salud de la población, al ecosistema circundante y la propiedad.

Mediante el D.L N°1042 del 25 de junio de 2008, se modificó y adiciono diversos artículos a la Ley N°28271, ley que regula los pasivos ambientales mineros, afín de posibilitar una mayor variedad de las modalidades de participación de terceros en la remediación y permitir su reutilización, reaprovechamiento uso alternativo o turístico entre otros aspectos.

2.1.4 Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles

a. Decreto Supremo N°002-2008 MINAN – Aprueban Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

El 31 de julio de 2008 se aprobó los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en cuyos

niveles de concentración no deberán representar riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente.

Véase los detalles en las siguientes tablas:

Tabla N° 3: Paramentos del Agua

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(μ S/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂ ⁻) (d)	mg/L	3	3	**
Amoniaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**



Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C ₆ - C ₁₀)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos	(e)	1,0	1,0	1,0
Bromoformo	mg/L	0,1	**	**
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodichlorometano	mg/L	0,06	**	**
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2 Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2 Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
BTEX				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
Organofosforados				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
Organoclorados				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difencil Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
Carbamato				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
II. CIANOTOXINAS				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
III. BIFENILOS POLICLORADOS				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**

Fuente: Dirección General de Salud Ambiental

Tabla N° 4: Parámetros del Agua – Categorías 3 – Riego de vegetales y bebida de Análisis – Parámetros para riego de vegetales de tallo bajo y alto

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(μ S/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5
Fenoles	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO ₃ ⁻ -N) + Nitritos (NO ₂ ⁻ -N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO ₂ ⁻ -N)	mg/L	10		10

Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	1 000	1 000
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	5	5

Fuente: Dirección General de Salud Ambiental

b. Aprueban los niveles máximos permisibles para descarga de efluentes líquidos de actividades minero- metalúrgicos –D.S. N°010-2010-MINAN

Establece los valores límite que deben cumplir los parámetros regulados en los vertimientos de efluentes procedentes de las operaciones minero- metalúrgicas. Los valores están dadas como concentración máxima permisible para los metales) plomo,

cobre, zinc, hierro, arsénico, mercurio, cromo, cadmio=, los sólidos suspendidos totales, pH, aceites y grasas y el cianuro total; y como valores máximo y mínimo para el pH. La concentración de metales se refiere a la fracción disuelta.

Tabla N° 5: Niveles Máximos Permisibles para Unidades minero Metalúrgicas

Parámetro	Valor en cualquier momento	Valor promedio anual
pH	06-sep	06-sep
Sólidos suspendidos (mg/l)	50	25
Aceites y Grasas (mg/l)	20	16
Cianuro Total (mg/l)	1	0.8
Arsénico Total (mg/l)	0.1	0.08
Cadmio Total (mg/l)	0.05	0.04
Cromo Hexavalente (*)	0.1	0.08
Cobre (mg/l)	0.5	0.4
Hierro Disuelto (mg/l)	2	1.6
Plomo Total (mg/l)	0.2	0.16
Mercurio Total (mg/l)	0.002	0.0016
Zinc Total (mg/l)	1.5	1.2

Fuente: Ministerio de Energía y Minas

c. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire – D.S N°074-2001-PCM.

Establece los estándares nacionales de calidad ambiental del aire, además, indica los planes de acción para mejorar la calidad del aire con el fin de establecer las estrategias, políticas y medidas necesarias para alcanzar los estándares primarios de calidad del aire en un plazo determinado.

Tabla N° 6: Estándares de Calidad Ambiental de Aire

Contaminantes	Período	Forma del Estándar		Método de Análisis
		Valor	Formato	
Dióxido de Azufre	Anual	80	Media aritmética anual	Fluorescencia UV (método automático)
	24 horas	365	NE más de 1 vez al año	
PM-10	Anual	50	Media aritmética anual	Separación Inercial /filtración Gravimetría
	24 horas	150	NE más de 3 veces al año	
Monóxido de Carbono	8 horas	10 000	Promedio móvil	Infrarrojo no disperso (NDIR Método Automático)
	1 hora	30 000	NE más de 1 vez al año	
Dióxido de Nitrógeno	Anual	100	Promedio aritmético anual	Quimiluminiscencia (Método automático)
	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	
Ozono	8 horas	120	NE más de 24 veces al año	Fotometría UV (Método)
Plomo	Mensual	1,5	NE más de 4 veces al año	Método para PM 10 (Espectrofotometría)

Fuente: Dirección General de Salud Ambiental

d. Aprueban niveles máximos permisibles de elementos y compuestos presentes en emisiones gaseosas provenientes de las unidades minero - metalúrgicas – RM N315-96-EM/VMM

Establece los valores límites que deben cumplir las emisiones a la atmosfera, procedentes de las operaciones minero – metalúrgicas y los criterios de calidad exigibles a las operaciones del sector.

Los parámetros para emisiones incluyen partículas PM10 (partículas suspendidas de tamaño menor a 10 m), plomo y arsénico en las partículas y anhídrido sulfuroso. Estos límites están dados en términos de concentración (g/m³).

Tabla N° 7: Niveles Máximos Permisibles del Aire

Parámetro	Media Aritmética Diaria $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ppm)	Media Aritmética Anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ppm)	Media Geométrica Anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Dióxido de azufre (SO ₂)	572 (0.2)*	172 (0.06)	-
Partículas en Suspensión (PM-10)	350*	-	150
Plomo (Pb)	-	0.5	-
Arsénico (As)	6	-	-

No deben excederse más de una vez al día - Concentración promedio en 30 minutos de arsénico = $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$
(No exceder más de una vez al año) - Concentración mensual de plomo = $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Fuente: Dirección General de Salud Ambiental

2.2 Instrumentos Ambientales Aprobados

Actualmente la empresa tiene aprobada su DIA y está en proceso de aprobación el proyecto de ampliación de 250 TMD. Ver tabla siguiente:

Tabla N° 8: Instrumentos Ambientales Aprobadas

APROBACIÓN	FECHA DE EXPEDICIÓN	ASUNTO
Resolución Gerencial Regional Directoral N° 029- 2008- GRA/ARMA	2008	Aprobación del Estudio de Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del Proyecto "Planta de Beneficio la Encañada"

Fuente: Dirección General de Salud Ambiental

En el ANEXO 2: Se encuentra la Declaración de Impacto Ambiental

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

Las relaveras antiguas de la Planta de Beneficio Españolita que se desarrollan en este Plan de Cierre han sido caracterizadas de la siguiente manera:

R1: Relavera 1

R2: Relavera 2

Tabla N° 9: Componentes del Plan de Cierre de las Relaveras Antiguas de la Planta de Beneficio Españolita

Código	Componente	Denominación	Coordenadas UTM (WGS 84)		Altitud m.s.n.m	Dimensiones	
			ESTE	NORTE			
INSTALACIONES PARA EL MANEJO DE RESIDUOS							
R1-R2	Depósitos de relave antiguo	Depósito de Relaves R-1	576627.58	8250051.69	272	Lado 1-2 : 23.63 m Lado 2-3: 73.97 m Lado 3-4: 44.22 m Lado 4-5: 63.51 m Lado 5-1:32.51 m Altura :9.00 m	
			576649.59	8250050.00	270		
			576659.67	8249980.09	270		
			576609.44	8250024.66	270		
		576618.35	8249962.87	271			
		Depósito de Relaves R-2	576593.63	8249952.06	270		
			576587.75	8250011.93	270		
			576609.44	8250024.66	271		
		Electro bombas	1 ¼' de 1.5 HP				270
		Línea de conducción de relave	3'D PET de 150 m				270
Tuberías barren	2' PET de 160 m			270			
ÁREAS PARA EL MATERIAL DE PRESTAMO (BENTONITA – AGREGADOS)							
B-A	Cantera	Cantera de (BENTONITA – AGREGADOS)					
OTRAS INFRAESTRUCTURAS RELACIONADAS CON EL PROYECTO						Activar Wink Ve a Configuraci	
O-I	Accesos	-----					

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 10: Coordenadas UTM (WGS 84) de la relavera N° 1

Vértice	ESTE	NORTE
R1-1	576627.58	8250051.69
R1-2	576649.59	8250050.00
R1-3	576659.67	8249980.09
R1-4	576609.44	8250024.66
R1-5	576618.35	8249962.87

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 2: En layout de la Relavera

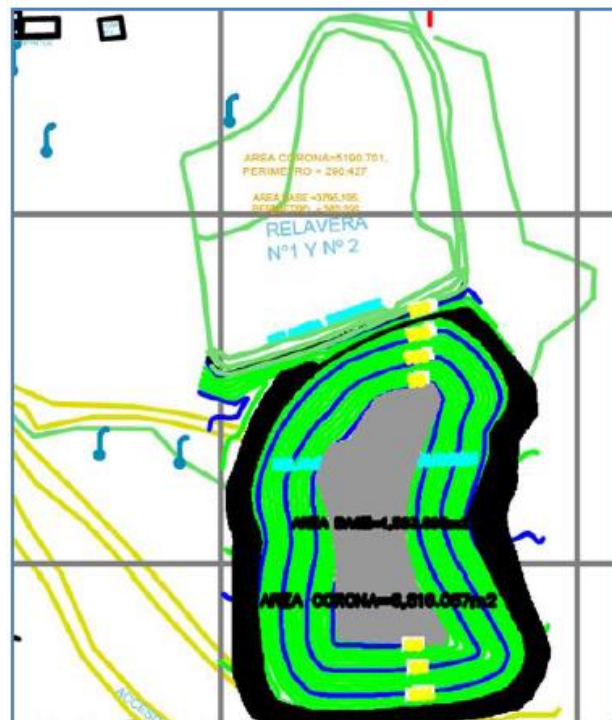


Tabla N° 11: Coordenadas UTM (WGS 84) de la relavera N° 2

Vértice	ESTE	NORTE
R2-1	576593.63	8249952.06
R2-2	576587.75	8250011.93
R2-3	576609.44	8250024.66
R2-4	576618.35	8249962.87

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 3: Vista del área de emplazamiento de los Depósitos de Relaves R1 Y R2”



Figura N° 4: Vista del aérea de los Depósitos de Relaves R1 Y R2”



3.1.2 Fuerza Laboral

La fuerza laboral para desarrollar el cierre de las relaveras antiguas R1 y R2 de la planta de beneficio Españolita de volumen de 31374 m³ y capacidad de almacenamiento de 3636.34 TMH, se ha estimado un promedio 15 trabajadores, entre profesionales, técnicos y operadores.

Los profesionales y técnicos que se desempeñarán en las actividades del proyecto serán de preferencia del centro poblado Chala.

Para el presente proyecto se contará con 2 guardias:

- 1ra guardia 7:00 am a 7:00 pm
- 2da guardia 7:00 pm a 7:00 am

Tabla N° 12: Personal proyectado para el plan de cierre de la relavera de la Planta de Beneficio

Españolita

ÁREA / PERSONAL	CANTIDAD
EJECUTOR DE OBRA	
Dirección	
Jefe de Obra	1
Ingeniero de Seguridad y Medio	1
Sub - Total	2
Personal De Apoyo	
Operadores de equipo pesado	5
Peones	8
Sub - Total	13
Total	15

3.1.3 Equipos y maquinarias necesarios

Tabla N° 13: Personal proyectado para el plan de cierre de la relavera de la Planta de Beneficio

Españolita

ÁREA / PERSONAL	CANTIDAD
EJECUTOR DE OBRA	
Maquinarias- herramientas de trabajo	
Cargador frontal	1
Volquete	1
Retro escavadora	1
Compactadora de rodillo	1
camioneta	1
Carretilas	3
Lampas	5
Picos	3



3.2 METODOLOGIA

3.2.1 Nivel de Investigación

El diseño de investigación que se utilizó fue el descriptivo especificando las medidas que se adoptarán al término de la vida útil de un proyecto, con el objetivo de dejar controladas y/o mitigadas las situaciones que puedan dar origen a impactos ambientales y sociales indeseados durante el cierre.

Conocer las situaciones y medidas predominantes mediante las descripciones exactas de las actividades, objetos, procesos y personas. Pero la investigación descriptiva no se limita a la recolección de datos, predicción e identificación de las relaciones que existe entre dos o más variables.

3.2.2 Tipo de Investigación

La investigación que se realizó es de tipo Aplicativa se centra en la utilización de los conocimientos y saberes para la resolución práctica de problemas en mitigar las perturbaciones (contaminación del agua, erosión de los depósitos de desechos sólidos mineros, etc.) pueden afectar gravemente el ambiente biológico.

3.2.3 Ubicación del Proyecto

La Planta de Beneficio la Españolita se ubica en un área despoblada tipo eriazo dentro de la pampas la Aguada, en la confluencia de la Quebrada Huanca, en el distrito de Chala, provincia de Caravelí, departamento de Arequipa, a una altura aproximada de 225 m.s.n.m se ubica a la altura del Km 616 de la panamericana sur, a partir de este punto se ingresa por una trocha a la quebrada Huanca Fundo la Españolita donde se ubica las instalaciones de la planta de beneficio.

La relavera se ubica dentro del polígono del área efectiva de la concesión, para su construcción se ha utilizado un terreno adecuado que presenta depresiones ligeras en las terrazas de origen aluvial, realizando obras civiles se le dio forma de un paralelepípedo.

Figura N° 5: Planta de Beneficio Españolita



Figura N° 6: Ubicación del Área Estudio: Regional

(Departamento de Arequipa y Provincia de Caraveli)





3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO

3.3.1 Población

En el presente análisis la población está constituida por el depósito de relave procedente de la Planta de Beneficio Minera Españolita. Por otra parte, también se considera a la población de Chala.

3.3.2 Muestra

La muestra de la investigación estuvo conformada por los elementos físicos involucrados en el depósito de relaves de la Planta de Beneficio Minera Españolita, como elementos metálicos, PH de las aguas acidas de la solución barren.

3.4 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Previo al procesamiento de datos, hay la necesidad de realizar una selección de base de datos, por ello se ha empleado el software MS Excel 2015, consecuentemente para el procesamiento de datos se aplicó el método estadístico.

3.5 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

3.5.1 Variable Independiente

La variable Independiente del presente proyecto de investigación está identificada por:
Plan de Cierre de las Relaveras Auríferas.

3.5.2 Variable Dependiente

La variable Dependiente del presente proyecto de investigación está identificada por:
Planta de Beneficio Minera Españolita S.A



3.6 PROCEDIMIENTO Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.6.1 Técnicas

La técnica de recolección de datos sigue un procedimiento específico, de manera que va recaudando los datos o la información que se requiere para el proyecto.

Las técnicas que se usarán serán:

- Fichaje: Mediante esta técnica se realizara la revisión de la bibliografía de documentos como análisis de reportes estadísticos, estudios preliminares del cierre de depósitos de relaves, revisión de la normativa competente, guía de análisis documental, etc.
- Encuesta: Con esta técnica se aplicara la formulación de preguntas en base a variables de estudio

3.6.2 Instrumentos

Los instrumentos empleados en la recolección de datos para el proyecto de investigación son:

- Ficha bibliográfica: Este instrumento ha permitido realizar la recolección de información de textos, sitios web, normas, leyes, etc.
- Cuestionario de encuesta: Es el instrumento mediante el cual se aplica las preguntas formuladas en la encuesta.

3.6.3 Desarrollo del procedimiento de Investigación

a) Área, volumen y tonelaje de almacenamiento

Los Depósitos de Relaves abarcarán un área total de 4830 m², volúmenes totales de 31374 m³ y tiene una capacidad de almacenamiento total de 3636.64 TMH.



b) Geotecnia

Las relaveras antiguas inician sus operaciones de almacenamiento con una pequeña relavera R-1 artesanal de geometría indefinida, con el paso del tiempo la relavera progresivamente gana altura y su geometría se iba modificando dando una forma de un pentágono cuyas dimensiones y coordenadas se indican en (Tabla 2.1), El cuerpo final del depósito de relaves antiguos registra una capacidad de almacenamiento de 3636.64 TMH por un período de 3.07 años efectivos de funcionamiento. La planta de beneficio Españolita viene trabajando en forma intermitente por los siguientes problemas:

El flujo de abastecimiento de mineral no es constante por ser una empresa que acopia ineral dicho promedio es de 16-25 TMD de mineral.

El fluido eléctrico en el Distrito de Chala es constantemente interrumpida por emplear una energía parasita, en horas punta sufre apagones intempestivos por lo tanto la empresa ha registrado un sin número de paradas intempestivas que reducen la capacidad de la planta.

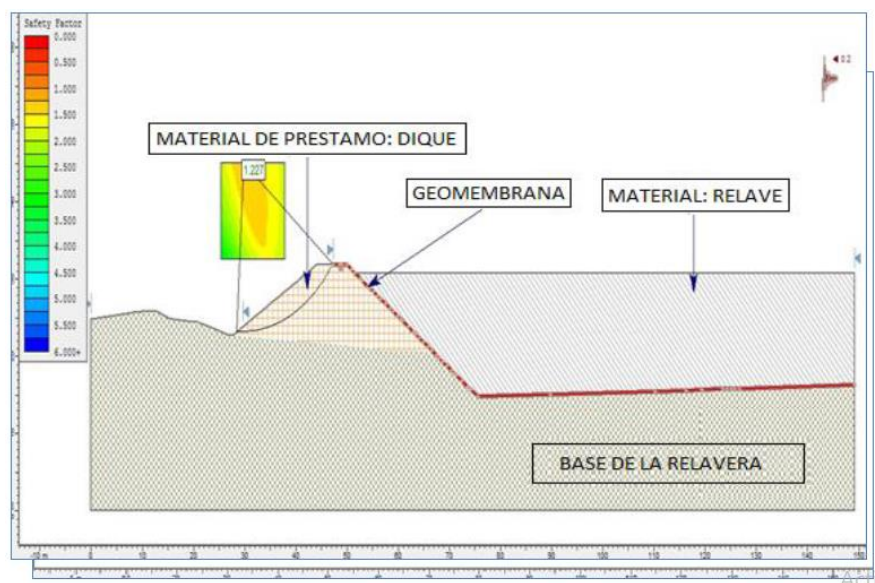
Es importante mencionar que los taludes actuales de la presa antigua se han estabilizado a un Angulo de 45° que es el Angulo de reposo del mineral propio de la zona y material compactado a lo largo del talud. Las características geométricas de los depósitos de relaves “Españolita” se presentan en la siguiente tabla:

Tabla N° 14: Características Geométricas de los Depósitos de Relaves R1 y R2

CARACTERÍSTICAS	
Longitud de Corona del Dique (m)	509.3
Borde Libre (m)	2
Ancho de corona (m)	3
Talud Externo (Aguas abajo)	1.4H : 1.0V
Talud Interno (Aguas arriba)	1.5H : 1.0V
Capacidad de almacenamiento de Relaves (TMH)	3636.64
Peso de Material para conformación del Dique (TM)	7800.00
Densidad del material de préstamo	2.6

Se ha realizado el análisis de estabilidad por simulación de los taludes para determinar el Factor de Seguridad en condiciones estáticas y pseudoestáticas teniendo que la relavera antigua se instaló en áreas próximas a una cuenca de río seco por tal motivo se le dio 29 m de base del Dique como resultado del apilamiento y crecimiento de la presa se culminó con una coronación de 8m. con esta conformación el Dique registra una buena estabilidad en la zona más crítica tal como se aprecia en la simulación de la Figura 2.4

Figura N° 7: Análisis de Estabilidad por simulación de la Zona más Crítica en Condiciones Estática



c) Resultados de Análisis de Estabilidad

Los resultados del análisis de estabilidad simulados se presentan en la tabla siguiente donde se muestra los resultados del análisis de estabilidad, considerando la condición proyectada para la sección del talud del depósito de relaves ubicada en una pequeña ladera de formación aluvial.

Tabla N° 15: Resultado del Análisis de Estabilidad simulados del Talud en el Depósito de Relaves antiguo

Sección	Condición del análisis	Factor de seguridad	Factor de seguridad mínimo
SECCION A	Estático	1.8757	1.5
	Pseudo Estático ($\alpha=0.2$)	1.227	1

De acuerdo a los resultados de los análisis de estabilidad mostrados en la tabla anterior, la condición de los taludes proyectados presenta factores de seguridad muy cercanos a los valores mínimos recomendados sin embargo la empresa debe realizar los siguientes trabajos:

Empalme con el dique de la nueva relavera R3 asegurando un muro de contención de 1.50 de altura forrado con geomembrana.

- Riego por goteo con solución débil de ácido de caro H₂SO₅.
- Realizar una compactación vibrada en la parte alta de la coronación de la presa.
- Conversión del área en multiusos como: almacén y/o depósito de chatarras.

Con estos arreglos se supera los riesgos potenciales que podrían presentarse cuando suceda algún evento pluvial.

Se opina que los valores que se obtienen en la simulación de estabilidad sísmica empleando el método pseudoestático, en la evaluación de la estabilidad de taludes, se encuentra en un rango conservador.

Los resultados obtenidos en la simulación de estabilidad indican que el depósito de relaves en su condición de almacenamiento total es estable bajo condiciones estáticas, el depósito experimenta factores de seguridad ligeramente superiores a la unidad.

d) Preparación de la Sub-rasante

La preparación de la sub rasante de la relavera, obedece al mejoramiento del suelo natural posterior a la excavación, nivelación y compactación con bentonita del suelo. El área que abarca la sub rasante del depósito de relaves es de 2400 m² y el volumen del material empleado en los Diques es de 39975 m³.

El procedimiento de esta preparación, se realizó con motoniveladora, riego con cisterna para humectar hasta 3.5 % de humedad, para alcanzar las especificaciones de relleno compactado, se recomienda que el valor de la humedad esté por encima en un punto del valor óptimo del contenido de humedad.

La compactación del espesor del escarificado se realizó con rodillo vibratorio o plancha de compactación en lugares donde no pueda acceder el rodillo.

Figura N° 8: *fotos de inicio de construcción de las relaveras*





e) Sistema de Impermeabilización

El sistema de impermeabilización está referido al material que se colocó para impermeabilizar el vaso del depósito de la nueva relavera, línea de alimentación de relave y línea de recirculación de barren.

f) El procedimiento secuencial fue el siguiente:

- En el área del Depósito de Relaves que es base para la instalación de la geo membrana se hizo todos los trabajos concernientes para tener un buen conformado del vaso de la presa.
- La compactación se realizará en capas horizontales y con equipo pesado a fin de lograr la densificación del suelo y la remoción de aire existente
- Para garantizar una buena instalación de la geo membrana por recomendación del consultor se ha empleado geo textil y luego la geo membrana así de esta manera esta relavera ofrece una alta seguridad y se evitara las posibles filtraciones que pudieran darse por fallas o rompimiento de la geo membrana.

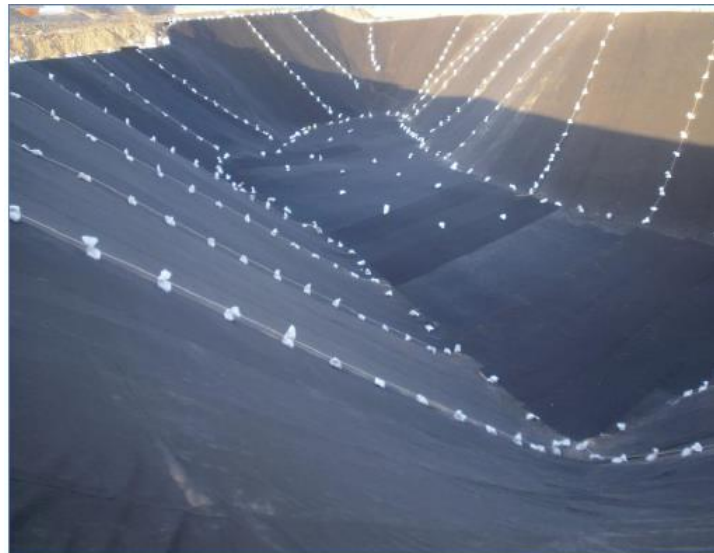
Figura N° 9: Vista de los materiales empleados (Geotextil y geomembrana)



Figura N° 10: *Vista del proceso de Forrado con geotextil*



Figura N° 11: Vista de forrado con geomembrana



g) Sistema de Anclaje

Esta etapa de anclaje para el revestimiento mediante el canal perimetral de sección de 0.5m x 0.5m, ubicada en la parte superior del vaso, sostenido mediante el relleno de material propio del cuerpo del dique compactado se muestra a continuación.

Figura N° 12: Vista del canal de Anclaje culminado

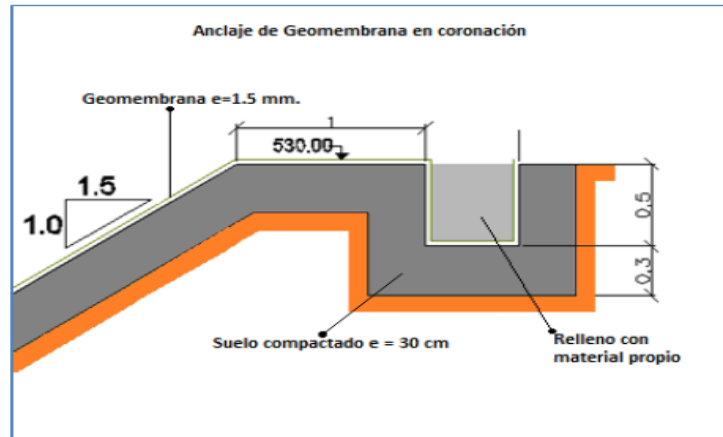


Figura N° 13: Vista de colocación de geomembrana en canal de anclaje



Figura N° 14: Bombas, Línea de Conducción y Recirculación de barren



h) Sistema de Bombeo

La función principal de la relavera R-3 es captar los relaves donde se separa el barren, dicha solución es recirculada a las operaciones de benéfico, los relaves serán bombeados desde este punto hasta un tanque de recirculación.

A continuación se muestran la siguiente tabla los equipos que se utilizaran en el sistema de Bombeo.

Tabla N° 16: Equipos para el sistema de bombeo

Equipos del Sistema de Bombeo		
Cant.	Equipos	Características
1	Bomba de Pulpa Relave Nro. 01	2" x 2" pulgadas.
1	Bomba de pulpa Relave Nro. 02	3" x 3" pulgadas.
1	Bomba de barren	2" x 2" pulgadas.
1	Bomba pulpa pozo de emergencia	2" x 2" pulgadas.

i) Áreas para el Material de Préstamo

Cantera de Bentonita y tierra agrícola para las antiguas relaveras

La Cantera de bentonita se ubica a una distancia de 200 m de la Planta, el volumen de bentonita por remover para el plan de cierre se estima en 4000 TM. Para cubrir una área de área total de 4830 m² con un espesor de 0.30 m, se requiere 3800 TM de bentonita y 500 TM de tierra de agrícola con materia organica. En consecuencia el material de préstamo cubre holgadamente toda la superficie de las relaveras antiguas.

Figura N° 15: *ubicación de las canteras de bentonita*



Calicatas

Con la finalidad de conocer las propiedades y condiciones geotécnicas (humedad, densidad, Resistencia la corte y permeabilidad) del suelo de cimentación se ha excavado cinco (05) calicatas con proximidades de 2 metros, desde donde se ha extraído las muestras para los respectivos ensayos de laboratorio. Los resultados nos han permitido determinar los parámetros geotécnicos para el análisis de estabilidad y determinación del talud de diseño de la presa de relaves.

Tabla N° 17: *Coordenada UTM- WGS84 de las calicatas de diseño de la presa de relaves*

Componente	Este	Norte
M-1	576664	8249880
M-2	576627	8249876
M-3	576613	8249936
M-4	576668	8249955
M-5	576649	8249915

Los parámetros a considerar para el diseño de la relavera son:

Tabla N° 18: Parámetros para el diseño de relaveras

Peso específico	2.5
Vida útil	5 años
Volumen aproximado	34960.28 m ³
Capacidad aproximada	87400.7 TMH

Tabla N° 19: Profundidad de las calicatas realizadas

Calicata	Profundidad (m)
C-1	1.80 m
C-2	2.00 m
C-3	1.85 m
C-4	1.90 m
C-5	2.00 m

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 20: Descripción de perfil estratigráfico de las calicatas

CALICATA	DESCRIPCIÓN
C-1	<p>-0.40 m -Material aluvial: Material semicompactado cementado por NaCl, con arcilla y limo y 70% de arena gruesa y 30% de fragmentos angulosos y seminagulosos de roca intrusiva</p> <p>-0.60m- arcillas y limos con cristales de cloruro de sodio: por 60% de arena de grano medio a fino de color gris y 40% de fragmentos líticos angulosos a semiangulosos de roca intrusiva y volcánica de tamaño entre 3 a 10 cm</p> <p>-0.30 m Canto rodado y conchuelas: Canto rodado por 60% de arena de grano medio a fino de color gris y 40% de fragmentos líticos angulosos a semiangulosos de roca intrusiva y volcánica de tamaño entre 3 a 10 cm</p> <p>-0.70 m granodiorita con alta fracturación granodiorita por 40% de arena de grano medio color gris y 40% de fragmentos líticos angulosos a semiangulosos de roca intrusiva y volcánica de tamaño entre 3 a 10 cm y esporádicamente bolones de regular tamaño de piedra.</p>
C-2	Similar
C-3	similar
C-4	similar
C-5	similar



3.6.4 Actividades de Cierre

La empresa Minera Española toma los siguientes criterios de cierre que se enmarcan dentro de los objetivos principales del cierre de sus depósitos de relaves antiguos los cuales son:

- Cerrar las relavera R1 y R2 cumpliendo las normas ambientales y las directivas del ministerio de Energía y Minas de manera responsable.
- Cumplir con los principios técnicos ambientales y compromisos del reglamento y demás normativa aplicable para la protección de la salud humana y el medio ambiente, mediante el empleo de tecnologías que permitan el logro y mantenimiento de la estabilidad física, química e hidrológica del lugar donde se desarrollo la deposición de relaves.
- Concordar criterios de sostenibilidad ambiental con los criterios económicos a largo plazo en las áreas remediadas donde se realizaron las operaciones de almacenamiento de pasivos generados por la planta de beneficio.

En la mayoría de casos, el cierre de los componentes se inicia con el desmantelamiento, demolición y retirada de materiales y equipos, seguido de la estabilidad físico químico e hidrológico y finaliza con la rehabilitación de terrenos. La etapa post- cierre se caracteriza por las actividades de mantenimiento y monitoreo hasta lograrla estabilidad de los ecosistemas alterados.

Tabla N° 21: Componentes del Cierre Progresivo y Final de las relaveras antiguas

Código	Componente	Denominación	Coordenadas UTM WGS 84		Altitud (m.s.n.m.)	Dimensiones			
			ESTE	NORTE					
R-1 R-2	Depósito de Relaves antiguo	Depósito de Relaves R-1	576627.58	8250051.69	272	Lado 1-2 : 23.63 m Lado 2-3: 73.97 m Lado 3-4: 44.22 m Lado 4-5: 63.51 m Lado 5-1:32.51 m Altura :9.00			
			576649.59	8250050.00	270				
			576659.67	8249980.09	270				
			576609.44	8250024.66	272				
			576618.35	8249962.87	271				
		Depósito de Relaves R-2	576593.63	8249952.06	270				
			576587.75	8250011.93	270				
			576609.44	8250024.66	271				
				Electro bombas			1 ¼' de 1.5 HP		
				Línea de conducción de relave			3'D PET de 150 m		
		Tuberías de recirculación de BARREN			2' PET de 160m				

Fuente: Elaboración Propia

3.6.4.1 Desmantelamiento

Memoria descriptiva

En esta fase se recogen todos los datos referentes a las actuaciones y trabajos a realizar. Procedimiento y métodos a seguir, si se hace manual, con maquinaria o sistemas mixtos.

Planos:

Planos de ubicación donde se especificara los detalles de la relavera objeto de cierre manteniendo otras áreas en su actual estado de funcionamiento.

Planos de detalle de elementos estructurales singulares, en los que por su peligrosidad, se precisó incidir.

Elementos a utilizar:

- ✓ Protecciones auxiliares, redes, cortinas de lona, bandeja perimetral en zonas de acceso a la obra y pasó de personas ajenas.
- ✓ Numero de operarios en función del volumen de obra a demoler
- ✓ Material de protección personal adecuado.
- ✓ Maquinaria a utilizar.
- ✓ Dictar Normas de Seguridad adecuadas al personal

3.6.4.2 Instalaciones de Manejo de Residuos

En la Tabla 10, se describe las Actividades de Desmantelamiento de las infraestructuras relacionadas al depósito de relaves, según el cierre presentado.

Tabla N° 22: Actividades de Desmantelamiento de las Instalaciones de Manejo de Residuos

COMPONENTE		ACTIVIDAD
R-A	Depósito de Relaves	Depósito de Relaves
		Bombas, Línea de conducción y recirculación de relaves
		Retiro de bombas, líneas de Conducción y recirculación de relave.

Fuente: Elaboración Propia

3.6.4.3 Estabilidad Geoquímica

El principal objetivo de la estabilidad geoquímica es el impedir la formación de efluentes contaminantes (DAR y lixiviados) para eso se presenta diversas metodologías de aplicación una de ellas es el control de la interacción roca-aire-agua, con el fin de limitar o reducir las reacciones de oxidación de minerales sulfurados y por ende limitar o reducir las reacciones de oxidación de minerales sulfurados y por ende limitar o reducir la generación de ácido en la fuente. Se aplica antes de que ocurra la generación (control primario), mediante la eliminación de uno o más de los componentes esenciales en la generación de drenaje ácido (principalmente eliminación de oxígeno), se inhibe la oxidación de sulfuros y por lo tanto, la generación de ácido no se producirá, así las otras medidas de control serán innecesarios.

3.6.5 Medidas de Control Primario

Cubiertas y Sellos

Las cubiertas y sellos han sido desarrollados y utilizados para diversos propósitos, tales como: controlar el flujo de oxígeno (generalmente no es suficiente para evitar la



oxidación), controlar la migración mediante la reducción de la infiltración y otros como: recuperación y control de polvo.

Este ítem solo se referirá a las cubiertas y sellos para controlar el flujo de oxígeno (control primario), pero se debe destacar que los diseños de cobertura están determinadas para hacer la restitución topográfica del área donde se encontraba un componente. Estas pueden ser colocadas a todo lo largo del área descubierta, para evitar la erosión. Una de las preocupaciones a más largo plazo en relación con la integridad de las cubiertas está vinculada con la resistencia de la cubierta a las roturas, efectos horadantes de animales, la erosión y degradación debido al intemperismo y a la acción del calor.

Cubiertas simples de suelo

Las cubiertas simples se emplean para remediación de materiales que no presentan generación de efluentes contaminantes (DAR y lixiviados), generalmente se construyen en una sola capa, puede utilizarse un suelo de grano fino, moreno, top soil o bentonita dependiendo del entorno.

La experiencia demuestra que las cubiertas simples pueden reducir la infiltración hasta en un 50% dependiendo del patrón de infiltración (es decir, mientras mayor sea la tasa de precipitación, mayor será el grado de escorrentía). Sin embargo, están sujetas a la afectación por heladas, erosión del viento y el agua sedimentación, acción horadante de raíces y animales y desecación, como consecuencia de las grandes variaciones estacionales en el contenido de humedad, que pueden originar un aumento de permeabilidad, conductividad hidráulica y la infiltración a través del tiempo, pero como la base posee un PNN (potencial neto de neutralización) alto, el procedimiento de regeneración no se verá afectado.

3.6.6 Tipos de Coberturas

- Tipo I: Cobertura para Depósitos de Relaves (Vaso)

Aplicado en:

- Suelos que son generadores de acidez, (básicos o neutros).
- Su entorno presenta nula vegetación (desértico).
- El lugar del emplazamiento del componente antes de su operación no presentaba cobertura vegetal o esta era muy escasa.
- No se dispone de agua para su mantenimiento.
- No se dispone de agua para su mantenimiento.

Beneficios:

- Cobertura muy segura para impedir la erosión.

Tabla N° 23: Conformación Tipo I

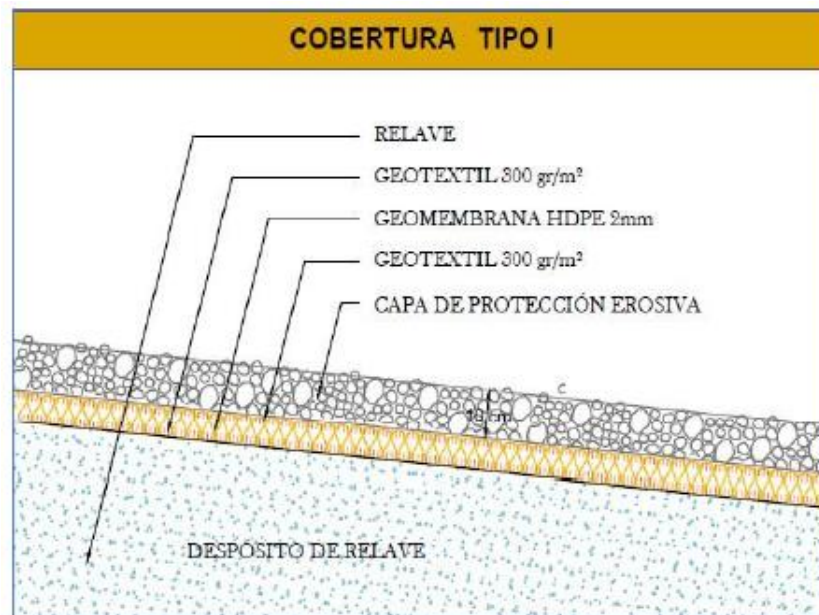
Material	Altura cm	Justificación	Observaciones
Relave	Variable	Relaves con potencial neto de neutralización bajo.	Es el suelo (huella) motivo de la cobertura.
Geotextil 800 gr/m ³	---	Material protector para prevenir fisuras en la geomembrana.	
Geomembrana HDPE	0.002 (2mm)	Material para Darle impermeabilidad y encapsular el material generador de acidez	Se realiza en forma manual (taludes) y mecanizado en zonas planas.

Tabla N° 24: Conformación Tipo I (continuación)

Material	Altura cm	Justificación	Observaciones
Geotextil 800 gr/m ³	---	Material protector para prevenir fisuras en la geomembrana.	
Capa de Protección erosiva	10	Material granular compuesto por gravas angulares calcáreas, gravas angulares sedimentarias, de origen fluvio aluviales, con tamaño de 4" a 10", estas serán empleadas como material protector de la erosión.	Se realiza en forma manual.

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 16: Cobertura para Depósitos de Relaves (Vaso)



Tipo II: Cobertura para Depósitos de Relaves (Dique)

- ✓ Suelos que son generadores de acidez, (básicos o neutros).
- ✓ Su entorno presenta nula vegetación (desértico).
- ✓ El lugar del emplazamiento del componente antes de su operación no presentaba cobertura vegetal o esta era muy escasa.
- ✓ No se dispone de agua para su mantenimiento.

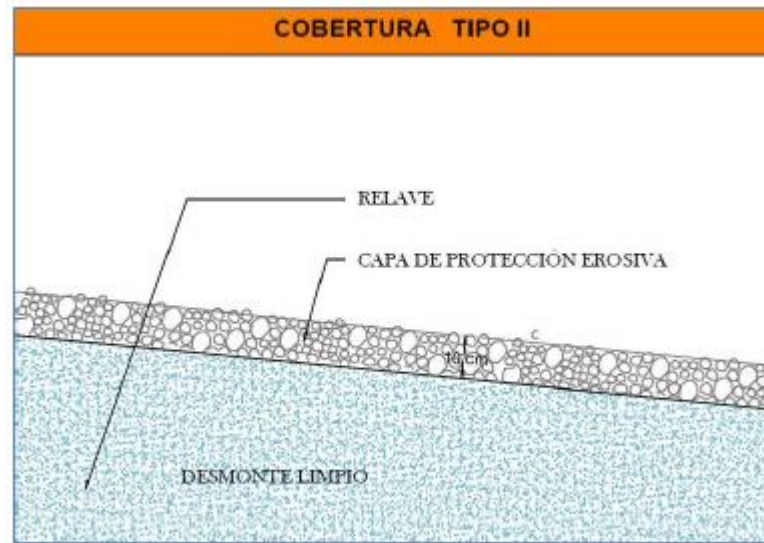
Beneficio: Cobertura muy segura para impedir la erosión.

Tabla N° 25: Cobertura para Depósitos de Relaves (Vaso)

Material	Altura cm	Justificación	Observaciones
Relave	Variable	Relaves con potencial neto de neutralización bajo.	Es el suelo (huella) motivo de la cobertura.
Capa de Protección erosiva	10	Material granular compuesto por gravas angulares calcáreas, gravas angulares sedimentarias, de origen fluvio aluviales, con tamaño de 4" a 10", estas serán empleadas como material protector de la erosión.	Se realiza en forma manual.

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 17: Cobertura para Depósitos de Relave (vaso)



Tipo III : Cobertura para Huella de Infraestructura. Aplicado en :

- ✓ Su entorno presenta nula vegetación (desértico).
- ✓ El lugar del emplazamiento del componente antes de su operación no presentaba cobertura vegetal o esta era muy escasa.
- ✓ No se dispone de agua para su mantenimiento.

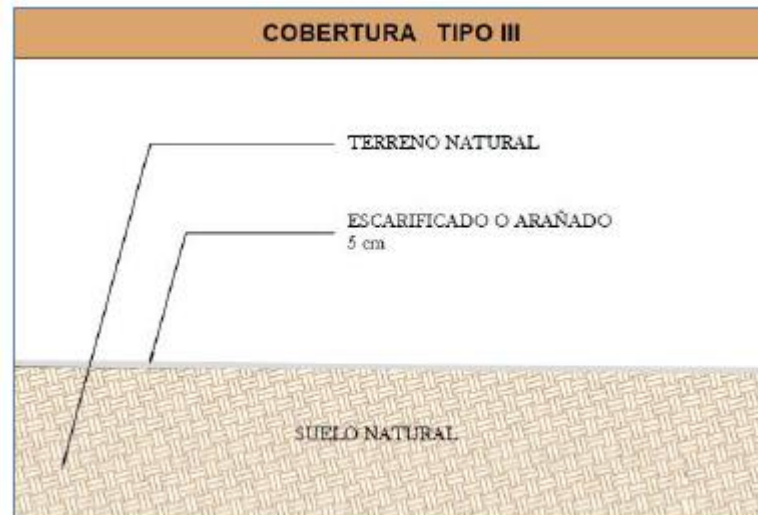
Beneficios: Cobertura muy segura para impedir la erosión.

Tabla N° 26: Conformación Tipo III

Material	Altura (cm)	Justificación	Observaciones
Suelo a cubrir	Variable	Suelo original con PNN estable.	Es el suelo (huella) motivo de la cobertura.
Escarificado del Terreno	5	El escarificado es la remoción del mismo material a cubrir para evitar romper la compactación y permitir la recuperación y la reconstitución del paisaje escénico.	Se realiza en forma manual (taludes) y mecanizado en zonas planas.

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 18: Cobertura para Huella de Infraestructura



Tipo A: Cobertura para Accesos. Aplicado en :

- ✓ Su entorno presenta nula vegetación (desértico).
- ✓ El lugar del emplazamiento del componente antes de su operación no presentaba cobertura vegetal o esta era muy escasa.
- ✓ No se dispone de agua para su mantenimiento

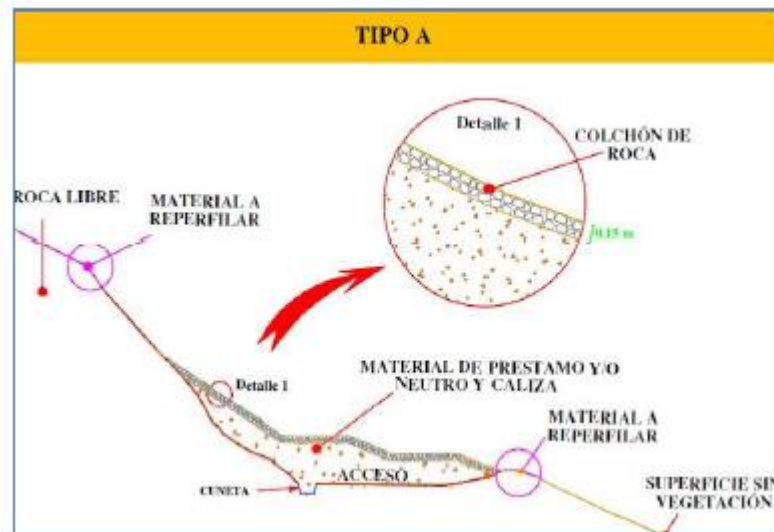
Beneficios: Cobertura muy segura para impedir la erosión.

Tabla N° 27: Conformación Tipo A

Material	Altura (cm)	Justificación	Observaciones
Material a cubrir	Variable	Material depositado de relleno de accesos (Préstamo inerte o suelo natural).	Es el material motivo de la cobertura.
Material Granulado grueso o Colchón de Roca	15	Este material evita la erosión por precipitaciones pluviales y erosión eólica.	El material deberá ser de roca inerte de 1" a 3" de roca inerte. Puede utilizarse material superficial depositado en los alrededores.

Fuente: Ley N°28090 Medio Ambiente Minero

Figura N° 19: Cobertura para Huella de Infraestructura



3.6.7. Instalaciones de Manejo de Residuos

En la Tabla 18, se describe las Actividades de Estabilidad Geoquímica de las infraestructuras relacionadas al Depósito de Relaves, según el cierre presentado.

Tabla N° 28: Actividades de Estabilidad Geoquímica de las Instalaciones de Manejo de Residuos

Componente		Actividad
R-A	Depósito de Relaves antiguo	<ul style="list-style-type: none"> - Cobertura Tipo I, en el vaso del depósito de relave. - Cobertura Tipo II, en la parte exterior del dique.
	Bombas, Línea de conducción y recirculación de relaves	Cobertura Tipo III

3.6.8 Estabilidad Hidrológica

3.6.8.1 Instalaciones de Manejo de Residuos

En la tabla 19, se describe las Actividades de Estabilidad Hidrológica de las infraestructuras relacionadas a las líneas de Conducción de relaves, línea de aducción y bombas, según el cierre presentado.



Tabla N° 29: Actividades de Estabilidad Hidrológica de las Instalaciones de Manejo de Residuos

Componente			Actividad
R-A	Depósito de Relaves antiguo	Depósito de Relaves	No requiere obras de estabilidad hidrológica
		Bombas, Línea de conducción y recirculación de relaves	

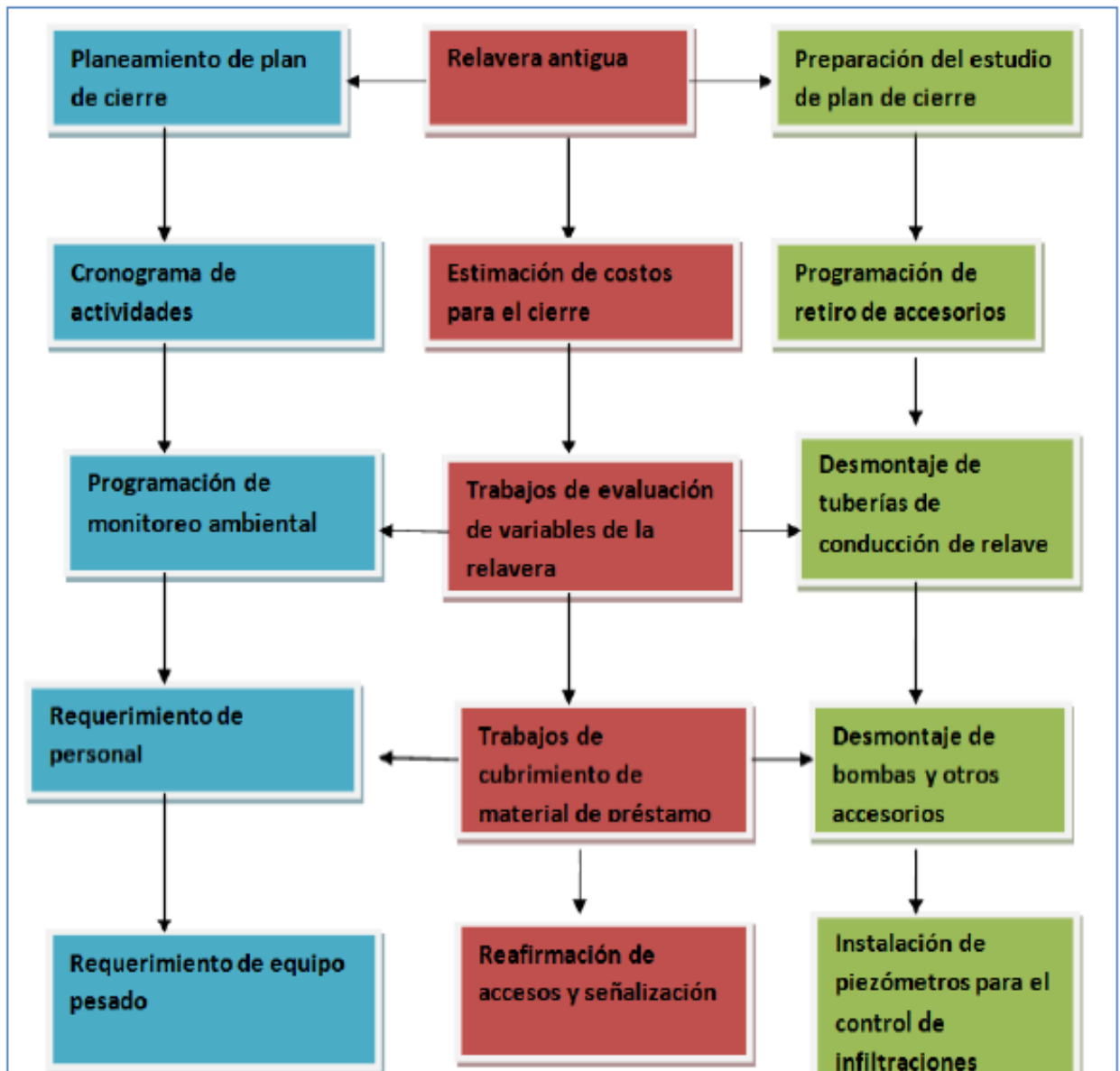
3.6.9 Áreas para el Material de Préstamo

En la Tabla 20, se describe las Actividades de Estabilidad Hidrológica de las infraestructuras relacionadas a la Cantera de Bentonita, según el cierre presentado.

Tabla N° 30: Actividades de Estabilidad Hidrológica de las Instalaciones de la Cantera de Bentonita

Componente			Actividad
B-1	Cantera	Cantera de Bentonita	- No requiere obras de estabilidad hidrológica.

Figura N° 20: Diagrama de flujo de los Procesos Desmontaje. Desmantelamiento



Fuente: Elaboración Propia

3.7 Presupuesto

El costo directo del presupuesto del Plan de Cierre de las relaveras R1 y R2 ha sido elaborado tomando en consideración los siguientes criterios:

- La estimación del costo directo ha sido realizada sobre la base de los precios, tarifas y condiciones vigentes en el mercado nacional en Noviembre del 2019



- El presupuesto esta expresado en dólares americanos utilizando un tipo de cambio de 3.30 nuevos soles por dólar.
- Para el desarrollo de los análisis de precios unitarios se ha tenido en cuenta los procedimientos y rendimientos usuales de construcción de excavaciones, rellenos, obras de contención, obras de concreto y coberturas para revegetación entre otras, aplicables al tipo de trabajo requerido para el cierre y las exigencias especiales derivadas al tipo de trabajo requerido para el cierre y las exigencias especiales derivadas del clima y de la altitud. Para facilidad en la aplicación de los costos unitarios, estos se han expresados en unidades apropiadas, tales como m² de superficie, metros lineales, m³ de volumen, Kg, de peso, etc.
- Los metrados de cada partida, expresados en las unidades apropiadas, han sido calculados sobre la base de los diseños plasmados en los planos, a nivel de factibilidad.
- El costo de cada partida es el resultado de multiplicar los metrados físicos de obra terminadas por el precio unitario respectivo
- En ningún caso los precios de insumos (materiales y equipo temporal) consideran la incidencia del impuesto General de Ventas (I.G.V).
- Para los rendimientos del equipo temporal se ha utilizado, siempre que ha sido posible, los rendimientos para el equipo mecánico nuevo según las condiciones de emplazamiento de la obra y de los tabulados en la tabla de rendimiento de equipo mecánico del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, además de las condiciones vigentes en el mercado nacional.
- Los costos de alquiler horario de los equipos mecánicos son costos de posición más costos de operación.



- Los costos de la mano de obra han sido calculados directamente a partir de los salarios básicos del sector para operarios y oficiales, integrados con la incidencia de las leyes sociales y otros beneficios aplicables a las distintas modalidades de trabajo.
- Los costos de campamentos e instalaciones temporales, cuyo diseño es facultad del contratista, han sido estimados sobre la base de la asignación de áreas por persona y categoría y de su costo unitario analítico por metro cuadrado.
- Los costos de movilización y desmovilización han sido estimados teniendo en cuenta los pesos de cada uno de los equipos y el flete correspondiente para una distancia determinada.

El costo indirecto del presupuesto del Plan de Cierre de las relaveras R1 y R2 está compuesto de los gastos más las utilidades del contratista, la ingeniería, supervisión y administración de las obras de cierre y las contingencias.

Sobre la base de las condiciones de mercado para proyectos de similar envergadura, hemos estimado que los Gastos Generales serán del 20% del costo directo para el cierre progresivo, el cierre final y el mantenimiento y monitoreo post-cierre de las relaveras antiguas.

Asimismo, se ha presupuestado un porcentaje de 40% del costo directo como utilidades del contratista para el cierre final y el Post cierre de las relaveras antiguas.

En cuanto a los gastos en ingeniería, se ha estimado que los Gastos Generales serán del 15% del costo directo para el cierre final y el mantenimiento y monitoreo post-cierre de las relaveras antiguas

En cuanto a los gastos en Supervisión, Administración y Fiscalización se ha estimado que los mismos representarán el 10% del costo directo durante el cierre final y monitoreo y post-cierre de las relaveras antiguas.

También se ha presupuestado un 15% del costo directo para el rubro de contingencias en el cierre final y post-cierre.

Bajo estos supuestos, el presupuesto total del Plan de Cierre de las relaveras de la Planta de Beneficio Españolita es de aproximadamente **US\$ 500'000.00 dólares americanos**.

Tabla N° 31: Monto de Partida para el cierre

FASES DE CIERRE	MONTO DE PARTIDA \$500.000		
	%	\$	Cumplimiento %
Gastos Generales	20	100 000	100
Contratista	40	200 000	100
Dirección Técnica	15	75 000	100
Supervisión, administración y fiscalización	10	50 000	100
Contingencia	15	75 000	-----
TOTAL	100	500 000	-----

Fuente: Elaboración Propia

3.8 Resultados

- Analizando la documentación y observando el estado de las relaveras se permitió contar con los datos necesarios para la elaboración del plan de cierre.
- A partir de la información anterior, se elaboraron los criterios para diseñar el cierre progresivo, simultaneo al desarrollo de la actividad productiva, de acuerdo a un cronograma y condiciones que establecerá el plan de cierre.



- Es importante recalcar en este punto, que a lo largo del análisis se tendrá en cuanto los datos de la Declaración de Impacto Ambiental para dejar tal cual o en mejores condiciones las áreas impactadas por la operación, esto incluye todos los componentes, flora, fauna, aire, suelo, agua.
- Posteriormente se realiza el plan de cierre de acuerdo a las condiciones del proyecto.
- Finalmente se realiza el proyecto de cierre.



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultado Preliminar

4.1.1 Revegetación, establecimiento de la forma del terreno y rehabilitación de hábitats

La etapa de cierre final comprende entre sus actividades una serie de medidas que busquen el establecimiento de las formas naturales del terreno, estas medidas están relacionadas a las actividades de estabilización física, geoquímica e hidrológica de los componentes de la relavera.

Entre las actividades a realizar para el establecimiento de las formas del terreno tenemos las siguientes:

- ✓ Estabilización de Taludes, en lo posible se procurara que las áreas afectadas vuelvan a tener similares características a las que tenían antes de iniciadas las operaciones de almacenamiento de relaves.
- ✓ En el caso del depósito de relave, se han elaborado un tipo de cobertura, el cual impermeabilizara el depósito y se obtendrá una recuperación de los suelos, impidiendo que se produzcan drenaje y erosión cubriendo con un composito base bentonita.

Se iniciara con las pruebas de cultivo de pastos naturales, alfalfa y cebada para su evaluación sobre el rendimiento del terreno si es o no adaptable a cultivos de especies naturales de la zona.

Figura N° 21: Revegetación, pruebas de adaptación de plantas para la zona de relave



4.1.2 Instalaciones para el Manejo de Residuos

4.1.2.1 Depósito de Relaves

El Depósito de Relaves será estabilizado geoquímicamente mediante un cierre con cobertura, los estudios del proyecto aseguran la estabilidad física necesaria en caso de cualquier fenómeno natural.

4.1.2.2 Programa de Mantenimiento Físico del depósito de Relaves

El programa de mantenimiento físico, comprende el mantenimiento del dique de contención ya sea por inestabilidad, agrietamiento, colapsos, etc., los que hayan sido identificados en la inspección previa.

a. Desarrollo

Las obras de cierre recibirán mantenimiento regularmente para garantizar la estabilidad del dique de contención en el tiempo. Se ha estimado la reparación del dique de contención y la infraestructura adyacente.



b. Frecuencia

Se estima que la frecuencia será semestral durante los 2 primeros años y anual durante los 3 años restantes del monitoreo post cierre.

4.2 Resultado de Mantenimiento en las Relaveras

4.2.1 Equipo de trabajo para el Programa de Mantenimiento

Minera Españolita es la encargada del cierre de las relaveras de la planta de Beneficio Españolita, y deberá designar a un equipo conformado por un Ingeniero responsable y personal de mano de obra calificada para desarrollar la reparación.

4.2.2 Resultado de la Reparación

El resultado de la reparación del dique de contención permitirá mantener las características de estabilidad física del dique en el tiempo a fin de evitar contingencias, asegurando un correcto funcionamiento de contención.

Cronograma

La Tabla 32: muestra el cronograma para el mantenimiento físico de las presas de relaves.

Tabla N° 32: Cronograma de Mantenimiento del Dique de Contención de las relaveras antiguas R1 y R2

Componente	Código	Años																			
		1				2				3				4				5			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Depósito de Relaves	R-1		X		X	X	X	X	X					X				X			
	R-2		X		X	X	X	X	X					X				X			

Fuente: Elaboración Propia



4.2.3 Plan de Contingencia para el Depósito de Relaves

El plan de Contingencias para el Depósitos de Relaves Españolita considera la elaboración de procedimientos generales de comunicación y respuesta a contingencias, así como los recursos y equipos que serán utilizados y formaran parte de la logística y la lista de contactos necesarios que se tener en cuenta.

4.2.4 Bombas, línea de conducción y recirculación de relaves

Las bombas y tuberías serán desmontadas y la huella se someterá aun re perfilado y escarificado. Es por ello que no se ha programado actividades de mantenimientos físicos para la huella donde se encuentra este componente.

4.2.5 Áreas para el Material de Préstamo

En el Área para el Material de Préstamo se ha programado como actividad de cierre la Nivelación y re perfilamiento del terreno. No se tiene programado ninguna actividad de mantenimiento físico.

4.3 Otras Infraestructuras Relacionadas con el Proyecto

Todas las infraestructuras de las relaveras serán desmanteladas y demolidas, la huella será re perfilado y escarificado. Es por ello que no se tiene programado ninguna actividad de mantenimiento físico.

4.3.1 Mantenimiento Geoquímico

El mantenimiento Geoquímico de la obras de cierre está relacionado al desarrollo, en primer lugar de un programa de inspecciones y en segundo lugar realizar actividades de mantenimiento sobre las coberturas, cuando las obras lo requieran.

Programa de Mantenimiento Geoquímico



a. Alcance

El programa de mantenimiento geoquímico, comprende en la reparación y/o reemplazo de aquellas obras que han sufrido daños en sus coberturas, ya sea por agrietamientos, infiltración, deslizamientos; previamente identificados en las inspecciones previas.

b. Desarrollo

El desarrollo comprende visitas de campo y recorrido de inspección de las obras de cierre posibles de ser afectadas y determinar aquellas que requieran mantenimiento o reparación.

En caso de detectar daños, fallas, rupturas de las coberturas se procederán a la comunicación inmediata para dar inicio a las actividades de mantenimiento restauración o reinstalación.

Las obras de mantenimiento aseguran el buen funcionamiento de las actividades de cierre en el tiempo, Para la reparación y/o reemplazo de las coberturas, se ha considerado un 10 % de reparaciones del total para mantenimiento en los 45 años, considerando el costo de la propia actividad.

Identificado las áreas a reparar se procederá a:

- Retirar las áreas afectadas y parte del área adyacente.
- Reconformar las capas afectadas con nuevos materiales y de mejor calidad, supervisando el procedimiento y el grado de compactación.

c. Frecuencia

Se estima que la frecuencia será semestral durante los 2 primeros años y posteriormente anual por un periodo de tres años, como mínimo.

d. Duración

Se estima que el programa de inspección comprenderá cuatro días de campo y tres días de gabinete. Este programa, está comprendida dentro del programa de inspección física, hidrológica y biológica.

4.3.2 Equipo de Trabajo para el Programa de Mantenimiento

La planta de Beneficio Españolita deberá designar a un equipo de profesionales conformado por un Ingeniero responsable de planta, un Ingeniero Ambiental o biólogo un Técnico Ambiental para desarrollar la inspección de sus relaveras a cerrar.

4.3.3 Resultado de la Reparación

El resultado de la inspección se presentara en un informe donde se detallara las necesidades de mantenimiento y las medidas correctivas inmediatas y futuras para garantizar la sostenibilidad de las obras de cierre en el tiempo.

Del mismo modo se ha previsto el mantenimiento de la revegetación realizada a los componentes especificados en la tabla siguiente:

Cronograma

La tabla N° 22 muestra el cronograma para el mantenimiento geoquímico de los componentes del proyecto.

Tabla N° 33: Cronograma de Mantenimiento del Dique de Contención de los Depósitos de Relaves

Componente	Código	Años															
		1			2			3			4			5			
		II	III	IV	II	III	IV	II	III	IV	I	II	III	IV	II	III	IV
Depósito de relaves	D - R1	X		X	X	X	X					X				X	
	D - R2	X		X	X	X	X					X				X	

Fuente: Elaboración Propia

4.3.4 Mantenimiento Hidrológico

En los canales de coronación, internos, pies de talud del Depósito de Relaves, se ha programado la limpieza de canales, recojo de escombros, piedras, lodos. Estas actividades se realizarán debido a que en la zona existe erosión ecológica, el cual puede ocasionar el arrastre de material articulado y piedras a los canales y obstaculizar el tránsito normal del agua.

a. Frecuencia

Se estima que la frecuencia será semestral durante los 2 primeros años y posteriormente anual por un periodo de tres años como mínimo.

b. Cronograma

La tabla 23 muestra el cronograma para el mantenimiento físico de las instalaciones de Manejo de Aguas.

Tabla N° 34: Cronograma de Mantenimiento del Dique de Contención de los Depósitos de Relaves

Componente	Años																			
	1				2				3				4				5			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Instalaciones de Manejo de Agua		X		X		X		X		X				X				X		

Fuente: Elaboración Propia



4.4 Actividades de Monitoreo Post Cierre

4.4.1 Monitoreo de la Estabilidad Física

El monitoreo de la Estabilidad Física consiste en la evaluación periódica de las condiciones de estabilidad y el potencial movimiento de tierras debido a la acción sísmica y geodinámica externa en el área de influencia de los componentes ambientales mineros de la Planta de Beneficio.

4.4.2 Instalaciones para el Manejo de Residuos

- **Depósitos de Relaves**

Los depósitos de Relaves requieren de un monitoreo que garantice la estabilidad física de las obras de cierre, a fin de garantizar su sostenibilidad a través del tiempo.

Programa de Monitoreo de Estabilidad Física del Depósito de Relaves

- **Alcance**

El programa de monitoreo está dirigido a la evaluación de desplazamiento y asentamientos de las plataformas superiores y fallas en las presas o el talud de los depósitos de relaves.

- **Objetivos**

Verificar la eficacia de las medidas de cierre que permitan garantizar la estabilidad física de los depósitos de relaves.

4.4.3 Control de Desplazamiento y Asentamientos

4.4.3.1 Control Topográfico

Se debe establecer una poligonal base fuera del perímetro del depósito de relaves a monitorear (a una distancia dependiendo de la topografía y accesibilidad de la zona) cuyos



vértices deberán estar en roca fija e intacta o terreno estable el cual será señalada y servirían para la instalación de los Hitos Bases de Topografía (HB), partir de estos puntos se realizara las lecturas con un Estación Total, el cual permite obtener las medidas de ángulo con una precisión de 0,1 segundo. Los Hitos base (HB) serán construidos de concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, debiendo estar protegidos contra la intemperie, y además contaran con inscripciones sobre placas metálicas inoxidables.

El método de control será mediante triangulación teniendo como base a la poligonal base, para cuyo efecto se instalaran hitos de control topográficos (PC) ubicados en la corona superior del depósito de relaves, plataformas superiores y en las paredes del talud.

Los hitos de control (PC) serán dados de concreto de 0.30 m de lado con una varilla lisa de acero en el centro cimentado en material firme. El control topográfico de estos puntos nos permitiría detectar desplazamientos relativos a la roca fija (poligonal base).

Adicionalmente se propone realizar una nivelación diferencial cerrada entre los hitos base (HB) y los hitos de control (PC), para el cual se hará uso de un nivel de alta precisión (Nivel NA2 con Placa Plano Paralela) y la lectura se realizara sobre miras Invar. El objeto de estas mediciones será la de determinar el asentamiento diferencial.

4.4.3.2 Control de Fisuras

Está relacionado con el programa de mantenimiento de estabilidad física; de manera que, cuando se detecte fisuras, el supervisor podrá pedir la instalación de dos hitos control (PC) similares al descrito anteriormente, uno a cada lado de la fisura para poder controlar el nivel de desplazamiento y con un extensómetro medir la variación de la abertura de la fisura.

4.4.4 Puntos a Monitorear

Los puntos a monitorear se muestran en las siguientes tablas:

Tabla N° 35: Coordenadas de Control Topográfica

PUNTOS	COORDENADAS UTM WGS 84	
	Este	Norte
HCT-1	576593.63	8249952.06
HCT-2	576587.75	8250011.93
HCT-3	576649.59	8250050.00
HCT-4	576659.67	8249980.09

Tabla N° 36: Coordenadas de Piezómetros

PUNTOS	COORDENADAS UTM WGS 84	
	Este	Norte
PZ-1	576913.00	8250179.00
PZ-2	576862.00	8250189.00

4.4.5 Frecuencia de Monitoreo

El monitoreo de Estabilidad Física se realizara anualmente durante los 5 años que dure la etapa de monitoreo post cierre.

Equipo de Trabajo para el monitoreo

El monitoreo estará a cargo de una empresa especializada en el tema, reconocida por la Autoridad ambiental competente, después del cierre final de las operaciones. Se asignara un equipo de profesionales y técnicos liderado por un Ingeniero responsable, además un técnico en Topografía para desarrollar os levantamientos topográficos.

Aseguramiento y Control de Calidad

El muestreo debe ser realizado por técnicos especializados, aplicando técnicas estrictas para que los levantamientos topográficos indiquen el grado de estabilidad física del depósito de relaves.

La empresa de monitoreo debe ser confiable y sus informes de resultados deben incluir la descripción de los procedimientos empleados y la verificación de los resultados. Cada informe deberá contener, como mínimo, la siguiente información:

- Nombre del lugar y números de código.
- Nombre de las estaciones (HB Hitos base) y (PC hitos de control).
- Periodo y fecha de medición
- Nombre del equipo utilizado.
- Datos de medidas tomadas.
- Unidades de medida
- Informe de los resultados de los cálculos topográficos.

4.4.6 Cronograma

Tabla N° 37: muestra el cronograma para el monitoreo de estabilidad física de las relaveras

Componente	Actividad	Año																			
		1				2				3				4				5			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Depósitos de Relaves R1 y R2	Monitoreo de Estabilidad Física			X				X				X				X				X	

Fuente: Elaboración Propia

4.4.7 Programa de Monitoreo de Calidad de Aire

Alcance

El programa de monitoreo de calidad de aire tiene como objetivo la evaluación de los niveles de concentración de contaminantes de material particulado y gases en el área de influencia de la unidad minera.

- **Objetivo**

Evaluar los niveles de concentración de contaminantes de material particulado y gases en el aire, en el área de influencia de las actividades de cierre, priorizando las zonas sensibles ya sea por la presencia de grupos humanos o por áreas de importancia ecológica o de protección.

4.4.8 Puntos de Monitoreo

Las estaciones de monitoreo de Calidad de Aire han sido seleccionadas teniendo como referencia el emplazamiento de las instalaciones, la dirección predominante del viento y los criterios contenidos en el Protocolo de Monitoreo de Calidad del Aire y Emisiones del MINEM.

Tabla N° 38: Ubicación de las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire

Estación	Coordenadas UTM 84		Descripción
	Este	Norte	
E- 1	576607.00	8249862.00	Barlovento de la Planta
E - 2	576399.00	8250249.00	Sotavento de la Planta

4.4.9 Parámetros a evaluar

Los parámetros a evaluar en las dos estaciones de monitoreo seleccionadas, han sido seleccionados en base a los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Aire (DS 003-2008-MINAN) y al potencial de carga de contaminantes ocasionados por las obras de cierre implementadas. Los parámetros que se analizarán son PM10, Plomo, Arsénico, PM2.5, SO2, NO2 y CO.

Frecuencia

El monitoreo de Estabilidad Física se realizará anualmente durante los 5 años que dure la etapa de monitoreo post cierre.

Tabla N° 39: Cronograma de Monitoreo de Calidad de Aire

Actividad de Monitoreo	Puntos de Monitoreo	Años																			
		1				2				3				4				5			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Calidad de Aire	E - 1			X				X				X				X				X	
	E - 2			X				X				X				X				X	

4.5 Descripción de los Métodos de Muestreo y Análisis a Emplear

- **Partículas en Suspensión (PM 2.5 y/o PM10)**

Para el muestreo de Partículas en Suspensión PM2.5 y/o PM10 se empleó un muestreador de alto volumen PM2.5 y/o PM10 con controlador de flujo volumétrico, con un sistema acelerador discriminador de partículas hacia un filtro, que retiene partículas con diámetro aerodinámico menores a 2.5 μ y/o 10 μ . La concentración de las partículas en suspensión se calculará por gravimetría, determinando el peso de la masa recolectada y el volumen de aire muestreado. El periodo de muestreo comprende 24 horas. Las unidades de concentración para este contaminante se expresa en microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

- **Dióxido de Azufre**

Para el muestreo de estos parámetros, se utilizara un tren de muestreo, que consiste en un sistema dinámico compuesto por una bomba de presión –succión, un controlador de flujo y una solución de captación de tetracloromercurato Sodico 0.1 M, a razón de un flujo de 0.2 lmp en un periodo de muestreo de 16 a 24 horas.

- **Monóxido de Carbono**

Para el muestreo de este gas se emplea un tren de muestreo (método dinámico) y se determine por el método colorimétrico, el cual consiste en reaccionar el CO con una solución alcalina (plata p-sulfaminonezoico) , formando una solución coloidal que tiene una absorbencia de 425 mm. Y se establece por espectrofotometría. Los resultados son expresados en microgramos por metro cubico (ug/m3).

- **Metales Pesados**

Para el muestreo de este gas se emplea un muestreador de alto volumen. Este equipo posee un motor de aspersión de alto flujo, el cual succiona el aire del ambiente al interior de la cubierta del equipo, para luego pasar por un filtro de fibra de vidrio, que tienen partículas con diámetro menor a 50 micrones.

Tabla N° 40: Normas de Referencia para los Métodos de Monitoreo de Calidad de Aire

Parámetros	Normas de Referencia
Partículas en Suspensión PM10	EPA -40 CFR, Pt. 50, App. J. RFPS-1287-063 EPA. ASTM D 1888 AWWA D 2-5.
Arsénico, Plomo y Anhídrido sulfuroso	EPA Compendium Method IO- 3.2 June 1999.NTP 900.030-2003.

EPA: Environmental Protection Agency – USA.

ASTM: American Society for Testing and Material.



4.5.1 Programa de Monitoreo de Estabilidad Geoquímica

El programa de monitoreo para la estabilidad geoquímica tiene como finalidad verificar la estabilidad geoquímica de los componentes cerrados, a fin de proteger de la ocurrencia de impactos ambientales en la calidad ambiental de los cuerpos receptores ubicados en el área de influencia de las actividades de cierre.

El monitoreo de estabilidad geoquímica estará en función de un escenario de cierre con Cuidado Pasivo:

En este escenario el monitoreo está dirigido a la evaluación de la calidad de aguas no superficiales “aguas subterráneas” del área de influencia del proyecto. La evaluación es a nivel de cuerpo receptor.

Para el caso de este proyecto, debido a que los componentes de cierre como es el depósito de relaves no generaran drenaje ácido, las medidas de cierre no contemplan sistemas de tratamiento activo, es decir que se trata de obras de cierre en escenario de cuidado pasivo.

Es importante resaltar, que los resultados del monitoreo de estabilidad geoquímica, permitirá conocer el grado de eficacia de las medidas de cierre implementadas, la corrección de problemas y/o disminución de riesgos.

Alcance

El programa de monitoreo en escenario de cuidado pasivo abarca el monitoreo de calidad de agua subterráneas en el área de influencia de las operaciones mineras.

Objetivo

- Establecer estaciones de muestreo aprovechando la instalación de los piezómetros de la Compañía Minera instalada durante la fase operativa en el Depósito de

Relaves, esto con la finalidad de evaluar la efectividad de las medidas establecidas en el Plan de Cierre de Minas.

- Evaluación de las características físico-químicas y la carga de contaminantes en el sistema receptor.

4.5.2 Puntos de Muestreo

En función al diagnóstico ambiental efectuado para el cierre de minas y aplicando los Protocolos de Monitoreo de la Calidad del Agua, se proponen Estaciones de Monitoreo de Calidad del Agua Subterránea aprovechando los piezómetros instalados en la fase operativa en el Deposito de Relaves.

Tabla N° 41: Coordenadas de Piezómetros

PUNTOS	COORDENADAS UTM WGS 84	
	Este	Norte
PZ-1	576913	8250179
PZ-2	576862	8250189

Frecuencia

En la Tabla se muestra el cronograma para el monitoreo de calidad de agua subterránea, el cual se realizara con una frecuencia semestral durante los 2 primero años y posteriormente anual por un período de tres años como mínimo.

Tabla N° 42: Cronograma de Monitoreo de Estabilidad Geoquímica

Componente	Actividad	Años																			
		1				2				3				4				5			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV				
Depósito de Relaves	Monitoreo de Estabilidad Geoquímica			X				X				X				X				X	

Fuente: Elaboración Propia

4.6 Parámetros

El programa de monitoreo del Proyecto considera la evaluación de parámetros físicos-químicos, orgánicos e inorgánicos de monitoreo para dos estaciones de monitoreo de agua subterráneas

Tabla N° 43: Conservación de Ambiente Acuático

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
FÍSICOS- QUÍMICOS						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	(μ S/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoniaco Total (NH ₃)	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	≤ 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2
INORGÁNICOS						
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,05	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,0082	0,0082
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081	0,0081
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081



ORGÁNICOS						
Compuestos Orgánicos Volátiles						
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
BTEX						
Benceno	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Hidrocarburos Aromáticos						
Benzo(a)Pireno	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Antraceno	mg/L	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
Fluoranteno	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Bifenilos Policlorados						
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,000014	0,000014	0,000014	0,00003	0,00003
PLAGUICIDAS						
Organofosforados						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Paratión	mg/L	0,000013	0,000013	0,000013	**	**
Organoclorados						
Aldrín	mg/L	0,000004	0,000004	0,000004	**	**
Clordano	mg/L	0,0000043	0,0000043	0,0000043	0,000004	0,000004
DDT (Suma de 4,4'-DDD y 4,4'-DDE)	mg/L	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
Dieldrín	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000019	0,0000019
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000087	0,0000087
Endrin	mg/L	0,000036	0,000036	0,000036	0,0000023	0,0000023
Heptacloro	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000036	0,0000036

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
Heptacloro Epóxido	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000036	0,0000036
Lindano	mg/L	0,00095	0,00095	0,00095	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Carbamato						
Aldicarb	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,00015	0,00015
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	2 000	1 000	2 000

Fuente: DS –N°004.2017- MINAM.

4.6.1 Niveles de Comparación

Por tratarse de componentes cerrados con cuidado pasivos, se entiende que no existen efluentes o descargas, por lo que los parámetros de comparación, son los establecidos por: Los estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua – DS –N°004.2017- MINAM.



4.6.2 Monitoreo Hidrológico

Programa de Monitoreo Hidrológico

El Plan de Cierre no Contempla Actividades de Monitoreo de Calidad debido a que el área del Proyecto no existe Cursos de agua permanente, por ellos no se realizara monitoreo de calidad de Agua.

Monitoreo Biológico

Programa de Monitoreo de la Revegetación

El Plan de Cierre Contempla Actividades de Revegetación, por ello no se realizara monitoreo biológico.

Programa de Monitoreo de Ambientes Terrestres

El plan de Cierre no contempla Actividades de Revegetación, por ello no se realizara monitoreo biológico.

Programa de Monitoreo de Sedimentos

El Plan de Cierre no Contempla Actividades de conservación o recuperación de Ambientes acuáticos debido a que el área del Proyecto no existe Cursos de agua permanente, por ello no se realizara monitoreo de Sedimentos.



V. CONCLUSIONES

1. El Plan de Cierre de las relaveras R1 y R2 de la Planta de Beneficio Españolita ha sido desarrollado en cumplimiento al Art. 63 del D.S. N° 013-2002-EM siguiendo lo señalado en el D.S. N° 033-2005- EM, para su elaboración se ha tenido que realizar presunciones consistentes y conservadoras con los titulares de la empresa a fin de tomar un acercamiento conservador, en el caso de las relaveras ya existente a cerrar y se está tomando en cuenta las condiciones actuales en que se encuentran dichas relaveras a colmatadas.
2. Los aspectos que están siempre presentes son la protección de los recursos del agua, suelo, aire, flora, fauna y el aspecto social; así como darle un uso beneficioso a los terrenos ocupados por la relavera, después del cierre.
3. La estimación del costo directo ha sido realizada sobre la base de los precios, tarifas y condiciones vigentes en el mercado en Agosto del 2020.
4. La propuesta de tratamiento del depósito de relaves de Minera Españolita S.A con el método de encapsulamiento con geomembrana y cubierta vegetal con el fin de remediar el ambiente en base a experiencias exitosas, favorece positivamente en su recuperación ambiental, para convertirlos en áreas verdes y ecológicas, mejorando y trayendo consigo beneficios ambientales, de salud, sociales y económicos
5. Según la propuesta, la recuperación del depósito se desarrollará en dos etapas: La primera a mediano plazo, encapsulando el relave seco con geomembranas y siembra de pastos nativos, controlando y minimizando la generación del drenaje ácido de Planta.



VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la aplicación de esta propuesta para el desarrollo del proyecto de recuperación ambiental y manejo de depósitos de relaves en la Planta de Minera Españolita.
2. Se recomienda que las empresas mineras evalúen los efectos que produce la mala disposición de relaves para una correcta gestión y manejo según los establece el Ministerio del Ambiente y el Ministerio de Energía y Minas.
3. Los depósitos de relaves tienen impactos negativos de largo plazo afectando a la población y los recursos naturales que lo componen, por ello es recomendable que la población tenga en cuenta estos criterios al momento de verificar una evaluación de un proyecto minero.
4. Se recomienda que el tratamiento de relaves mineros sea el más ecológico posible, porque ello permite que sea sostenible con el medio ambiente, si bien es cierto no es posible recuperar al 100% del área afectada, así como sus recursos, si es posible poder lograr un punto de quiebre y equilibrio ecológico en su recuperación.
5. Se le recomienda que a partir “PLAN DE CIERRE DE RELAVERAS AURIFERAS DE LA PLANTA DE BENEFICIO MINERA ESPAÑOLITA S.A” la empresa cumpla con todo establecido en el presente Proyecto.
6. Se les recomienda a los investigadores consultar las normativas vigentes a la fecha, antes de tomar en cuenta el presente proyecto de tesis.



VII. REFERENCIAS

Ley General de Minería – D.L N°109

Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería (TUO) aprobado mediante D.S 014-92-EM.

Ley de Promoción de Inversión en el Sector Minero D.LN°

Ley que regula el Cierre de Minas – Ley N°28090, con su respectivo reglamento aprobado mediante D.S 033-2005-EM y sus modificatorias aprobadas mediante D.S. N°045-2006-EM.

Reglamento de Protección Ambiental en las Actividades Minero Metalúrgica – D.S N°016-93-EM.

Compromiso Previo como Requisito para el Desarrollo de Actividades Mineras y Normas complementarias D.S N°042-2003-EM.

Ley que regula los Pasivos Ambientales de la Actividad Minera Ley N°28271, con su respectivo reglamento aprobado mediante D.S N°059-2005-EM y las modificatorias a la ley en sus artículos 5, 6, 7 y 8, de la primera disposición complementaria y final – Ley N° 28526

D.S N° 003-2009- EM – Modifican Reglamento de Pasivos Ambientales de la Actividad Minera Aprobada por D.S N°059-2005-EM.

Dictan disposiciones para el aprovechamiento de residuos de los Proyectos de Cierre o Remediación Ambiental a cargo de la empresa del Estado Activos Minero S. A. C DS N° 013-2008 EMR Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería D.S N°023-2018- EM



ANEXOS