

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS



**“PROPUESTA DE MEJORA PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL DE
AGUA Y EFLUENTES DENTRO DE LA UNIDAD MINERA
TICLIO – VOLCAN”**

Presentada por:

LUCÍA GRECIA GÓMEZ AGÜERO

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERA AMBIENTAL

Lima – Perú

2023

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art.24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)**

Document Information

Analyzed document	Tesis final Lucia Gomez.pdf (D152382475)
Submitted	12/6/2022 8:52:00 PM
Submitted by	WILFREDO BALDEON QUISPE
Submitter email	wbq@lamolina.edu.pe
Similarity	6%
Analysis address	wbq.unalm@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	1A_CALDERON_BARTRA_JOSE_LUIS_FRANCO_TP_2018.docx Document 1A_CALDERON_BARTRA_JOSE_LUIS_FRANCO_TP_2018.docx (D42092042)		2
W	URL: https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagr... Fetched: 12/6/2022 8:53:00 PM		2
SA	ISP.docx Document ISP.docx (D56690465)		1
SA	1A_INFORME_MARVIN_ARMANDO_ARCE QUIROZ_TITULACION.doc Document 1A_INFORME_MARVIN_ARMANDO_ARCE QUIROZ_TITULACION.doc (D110623892)		24
SA	05.01.2022 TESIS Percy Rivera con anexos v0.pdf Document 05.01.2022 TESIS Percy Rivera con anexos v0.pdf (D127473957)		55

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE CIENCIAS "PROPUESTA DE MEJORA PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL DE AGUA Y EFLUENTES DENTRO DE LA UNIDAD MINERA TICLIO – VOLCAN" TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERA AMBIENTAL LUCIA GRECIA GÓMEZ AGÜERO LIMA – PERÚ 2022

La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación (Art.24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)

ii DEDICATORIA A mi querido esposo Edward Tennison Maynetto , por su apoyo incondicional, a mis hijos Nicholas y Liam por su paciencia y motivación para continuar con mis proyectos. A mis padres por su amor y apoyo siempre A mis hermanos y a Mama Olguita por creer en mí.

iii AGRADECIMIENTOS ? En primer lugar, quisiera agradecer a Dios por permitirme estar sana y repuesta. ? Agradecer a mi esposo que me acompañó en las amanecidas de la elaboración de la tesis, dándome siempre aliento para seguir adelante. ? Quiero agradecer a mi amiga Sandra Morocho quien estuvo apoyándome en todo este proceso que no ha sido fácil y porque siempre me motivó a ser mejor. ?

También agradecer a mis padres por el esfuerzo que siempre hacen día a día por todos sus hijos, por haberme brindado una buena educación. ? Por supuesto un agradecimiento muy especial a mi asesor Wilfredo Baldeón por guiarme y por tenerme paciencia en todo este tiempo.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS

**“PROPUESTA DE MEJORA PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL DE
AGUA Y EFLUENTES DENTRO DE LA UNIDAD MINERA
TICLIO – VOLCAN”**

Presentada por:

LUCÍA GRECIA GÓMEZ AGÜERO

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERA AMBIENTAL

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Dra. Rosemary Vela Cardich
PRESIDENTE

Mtra. Quim. Mary Flor Césare Coral
MIEMBRO

Ph.D. Lizardo Visitación Figueroa
MIEMBRO

Mg.Sc. Wilfredo Celestino Baldeón Quispe
ASESOR

DEDICATORIA

A mi querido esposo *Edward Tennison Maynetto*,
por su apoyo incondicional, a mis hijos *Nicholas*
y *Liam* por su paciencia y motivación para
continuar con mis proyectos.

A mis padres por su amor y apoyo siempre
A mis hermanos y a *Mama Olguita* por creer en mí.

AGRADECIMIENTOS

- En primer lugar, quisiera agradecer a Dios por permitirme estar sana y repuesta.
- Agradecer a mi esposo que me acompañó en las amanecidas de la elaboración de la tesis, dándome siempre aliento para seguir adelante.
- Quiero agradecer a mi amiga Sandra Morocho quien estuvo apoyándome en todo este proceso que no ha sido fácil y porque siempre me motivó a ser mejor.
- También agradecer a mis padres por el esfuerzo que siempre hacen día a día por todos sus hijos, por haberme brindado una buena educación.
- Por supuesto un agradecimiento muy especial a mi asesor Wilfredo Baldeón por guiarme y por tenerme paciencia en todo este tiempo.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Antecedentes	4
2.2. Definiciones	7
2.2.1. El agua	7
2.2.2. Efluente	7
2.2.3. Estándares de calidad ambiental (ECA)	8
2.2.4. Límites máximos permisibles (LMP)	8
2.2.5. Gestión ambiental	9
2.2.6. Ciclo PHVA.....	9
2.2.7. Indicadores	10
2.3. Gestión ambiental en minería	11
2.3.1. Gestión del agua en la actividad minera	12
2.4. Marco legal sobre gestión del agua en minería	13
2.5. Matriz de cumplimiento legal.....	17
2.6. Matriz de seguimiento a los riesgos críticos ambientales (RCA).....	17
2.7. Diagrama de Ishikawa.....	17
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1. Descripción general del área de estudio	19
3.1.1. Ubicación del área de estudio.....	19
3.1.2. Ubicación hidrológica del área de estudio	19
3.1.3. Clima	20
3.1.4. Precipitación	21
3.1.5. Temperatura	21
3.1.6. Gestión ambiental operativa de la U.E.A. Ticlio	22
3.2. Materiales y métodos	27
3.2.1. Materiales	27
3.2.2. Metodología	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.1. Diagnóstico inicial	33

4.1.1.	Matriz de cumplimiento legal de la U.E.A. Ticlio	34
4.1.2.	Matriz de seguimiento a la implementación del riesgo crítico ambiental “Efluente fuera de los límites”	35
4.2.	Análisis de las causas principales de las desviaciones.....	37
4.2.1.	Cumplimiento legal.....	37
4.2.2.	Implementación de los riesgos críticos ambientales (agua y efluentes).....	41
4.2.3.	Indicadores ambientales de agua y efluentes.....	45
4.3.	Propuesta de mejora para la gestión de agua y manejo de efluentes de la U.E.A. Ticlio.....	50
V.	CONCLUSIONES.....	55
VI.	RECOMENDACIONES.....	56
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	57
VIII.	ANEXOS.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Resumen de normas legales referentes a la gestión del agua	14
Tabla 02: Ubicación de la U.E.A. Ticlio	19
Tabla 03: Ubicación geográfica de las cuencas en estudio.....	20
Tabla 04: Precipitación total media mensual en el área de estudio.....	21
Tabla 05: Temperatura media mensual en el área de estudio.....	22
Tabla 06: Plan de implementación de RCA – Ticlio 2017	26
Tabla 07: Lista de documentos internos de la U.E.A. Ticlio	29
Tabla 08: Documentos clasificados para la matriz de cumplimiento legal	33
Tabla 09: Documentos clasificados para la matriz de seguimiento del RCA “Agua y efluentes”.....	34
Tabla 10: Resumen de cumplimiento legal 2017.....	35
Tarea 11: Resumen de las principales causas del incumplimiento legal en Ticlio 2017.....	39
Tabla 12: Resumen de las principales causas de las deficiencias durante la implementación de los RCA en el 2017.....	43
Tabla 13: Resumen de las principales causas de las deficiencias de los indicadores ambientales de la gestión de agua y efluentes en el 2017-2018.....	47
Tabla 14: Plan de mejora para el cumplimiento legal en Ticlio.....	51
Tabla 15: Plan de mejora para la Implementación de RCA “Agua y Efluentes” Ticlio.....	52
Tabla 16: Plan de mejora para los Indicadores ambientales de agua y efluentes.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Diagrama de Ishikawa	18
Figura 02: Clasificación climática.....	20
Figura 03: Organigrama asuntos ambientales Ticlio 2017.....	22
Figura 04: Áreas de trabajo para la gestión ambiental Ticlio.....	23
Figura 05: Plantilla de la matriz de cumplimiento legal	30
Figura 06: Plantilla de la matriz de seguimiento de los RCA de agua y efluentes.....	31
Figura 07: Cumplimiento legal 2017	35
Figura 08: RCA de agua y efluentes programado vs implementado 2017.....	36
Figura 09: Análisis causa – raíz del incumplimiento legal en U.E.A. Ticlio 2017.....	38
Figura 10: Análisis causa – raíz de las deficiencias en la implementación de los RCA – 2017.....	42
Figura 11: Análisis causa – raíz de las deficiencias de los indicadores ambientales de la gestión de agua y efluentes 2017 -2018.....	46

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 01: Límites máximos permisibles (LMP) y Estándares de calidad ambiental (ECA).....	61
Anexo 02: Ubicación política del área de estudio.....	70
Anexo 03: Ubicación hidrológica.....	71
Anexo 04: Permisos y autorizaciones Ticlio 2018.....	72
Anexo 05: Matriz de cumplimiento legal Ticlio (Agua y efluentes).....	73
Anexo 06: Matriz de seguimiento al riesgo crítico ambiental agua y efluentes	81
Anexo 07: Propuesta de mejora para la gestión de agua y efluentes de la UEA Ticlio....	90

RESUMEN

El objeto del presente estudio es la elaboración de una propuesta de mejora para la gestión ambiental de agua y efluentes en la Unidad Económica Administrativa (U.E.A.) Ticlio, que pertenece a la Compañía Minera Volcan S.A.A.; ubicada en el departamento de Junín sobre los 4800 m s. n. m., y que se encuentra rodeada de muchas lagunas naturales y quebradas que podrían verse afectadas en el caso de no cumplir con los estándares de calidad ambiental y los límites máximos permisibles conforme a la normativa vigente.

En el estudio descriptivo, la metodología se desarrolló a través de la técnica de observación y análisis documental correspondiente al periodo 2017 – 2018. Para ello se realizó un diagnóstico inicial de la gestión ambiental de agua y efluentes para identificar las causas de los principales problemas en la gestión y proponer un plan de mejora para la gestión ambiental de agua y efluentes en la unidad.

El resultado del diagnóstico inicial, evidencia que la (U.E.A.) Ticlio tuvo un cumplimiento legal del 63 %; y un desempeño de los riesgos críticos ambientales de agua y efluentes de 53 % de avance de implementación. Así mismo las principales causas de los problemas hallados, fueron que algunos de los componentes de la mina no se encontraban dentro de ningún instrumento ambiental o se encontraban en proceso, y que existen muchas limitaciones en el área operativa de asuntos ambientales. Por otro lado, las constantes fallas técnicas en las operaciones de interior mina; sumado al poco compromiso ambiental de la gerencia de operaciones de la mina contribuyeron a una gestión deficiente. Como parte de las mejoras, se propone reestructurar el área de asuntos ambientales, asignarle un presupuesto mayor para la operación y control de las plantas de tratamiento y optimizar de este modo los indicadores ambientales de la unidad.

Para el periodo analizado se concluye que la (U.E.A.) Ticlio, se considera como una empresa infractora en el tema ambiental y que la gestión de agua y efluentes es deficiente. La mala estructuración y la falta de liderazgo en la organización del área de asuntos ambientales fueron las principales desviaciones encontradas. Finalmente, la propuesta elaborada ayudará a mejorar el desempeño de la gestión de agua y efluentes y al cumplimiento de la normativa ambiental vigente dentro de la unidad.

Palabras clave: Agua y efluentes; gestión del agua; manejo de efluentes, propuesta de mejora.

ABSTRACT

The object of this study is the elaboration of a proposal for improvement for the environmental management of water and effluents in the Administrative Economic Unit (U.E.A.) Ticlio, which belongs to the Volcan Mining Company S.A.A.; located in the department of Junín over 4800 m a.s.l. n. m., and that it is surrounded by many natural lagoons and streams that could be affected in the event of not complying with environmental quality standards and the maximum permissible limits according to current regulations. In the descriptive study, the methodology was developed through the technique of observation and documentary analysis corresponding to the period 2017 - 2018. For this, an initial diagnosis of the environmental management of water and effluents was carried out to identify the causes of the main problems in management and propose an improvement plan for the environmental management of water and effluents in the unit.

The result of the initial diagnosis shows that the (U.E.A.) Ticlio had a legal compliance of 63%; and a performance of the critical environmental risks of water and effluents of 53% implementation progress. Likewise, the main causes of the problems found were that some of the components of the mine were not included in any environmental instrument or were in process, and that there are many limitations in the operational area of environmental matters. On the other hand, the constant technical failures in operations inside the mine; Added to the little environmental commitment of the mine operations management, they contributed to poor management. As part of the improvements, it is proposed to restructure the environmental affairs area, allocate a larger budget for the operation and control of the treatment plants and thus optimize the unit's environmental indicators.

For the analyzed period, it is concluded that the (U.E.A.) Ticlio is considered an offending company in environmental issues and that water and effluent management is deficient. Poor structuring and lack of leadership in the organization of the environmental affairs area were the main deviations found. Finally, the proposal prepared will help improve the performance of water and effluent management and compliance with current environmental regulations within the unit.

Keywords: Water and effluents; Water management; effluent management, improvement proposal.

I. INTRODUCCIÓN

La gestión ambiental en minería es muy importante, debido al impacto que producen las actividades de explotación, beneficio, transporte y almacenamiento minero en la salud, seguridad y calidad de vida de la población local y sus comunidades.

Es por ello, que el Estado dicta normas que previenen, minimizan, mitigan y controlan los riesgos derivados de los procesos y obligan a las empresas mineras a presentar un estudio de impacto ambiental (EIA), que permita obtener información útil sobre el posible impacto que puede producir el proyecto, para poder tomar decisiones adecuadas y sostenibles a nivel técnico; y asegurar que todas las partes interesadas actúen de acuerdo a las leyes existentes, con respeto hacia el medio ambiente dentro del área de influencia ambiental del proyecto minero.

Para verificar el cumplimiento de las normas ambientales vigentes se creó el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), que se encarga de la supervisión de las empresas con el objetivo de proteger y mitigar los daños que estas actividades pueden causar al medio ambiente.

Para contrarrestar los efectos negativos que producen las actividades mineras sobre los cuerpos receptores existen técnicas y buenas prácticas que deben ser implementadas por la empresa titular para evitar daños irreparables al ambiente y a la salud de las personas y animales que pudieran verse afectados. Por ello, y con buen criterio, se han establecido límites máximos permisibles que aseguren la calidad de vida.

Como lo menciona Aquino (2017), *“Un requisito para otorgar la autorización de vertimiento de aguas residuales es el cumplimiento de los LMP, sin afectar el cuerpo receptor. Este cumplimiento, no cierra la posibilidad de que exista dentro de las aguas residuales tratadas algún elemento metálico como parte del efluente”*. (pág. 78), por tal motivo, es muy importante realizar la vigilancia y el monitoreo continuo no sólo de los efluentes tratados, sino también sobre los cuerpos receptores ya que se debe descartar el

posible impacto que pueda generar la acumulación de estos contaminantes sobre la biota presente en el ecosistema.

Los efluentes de aguas residuales tratadas se reducen o eliminan mediante la reutilización, el reciclaje y aplicaciones alternativas en las actividades de producción, lo que reduce la carga química en el agua. Por lo tanto, es importante promover políticas que integren la gestión eficiente y responsable de las aguas residuales en los sistemas de protección de la calidad del agua para reducir la huella de aguas grises en los cuerpos de agua (Aquino P., 2017).

Es importante mencionar que se debe garantizar la calidad óptima del agua y efluentes tratados, respetando los límites máximos permisibles (LMP) para no alterar los estándares de calidad ambiental (ECA), de los cuerpos receptores ya que pueden perjudicar la calidad de vida de las poblaciones que se encuentran aguas abajo.

Esta tesis presenta una propuesta de mejora para la gestión ambiental de agua y efluentes en la unidad económica administrativa (UEA) Ticlio, que pertenece a la Compañía minera Volcan. La mina Ticlio está ubicada en el distrito de Morococha, (provincia de Yauli, departamento de Junín) y Chicla (provincia de Huarochirí, departamento de Lima), respectivamente. Sus actividades se desarrollan a una altitud que varía desde los 4800 hasta los 5000 m s. n. m.; siendo por su ubicación estratégica, cabecera de cuenca del río Rímac y de la cuenca del río Mantaro.

Desde el punto de vista hidrológico, el área de influencia directa del proyecto, lo constituye la microcuenca de quebradas aportantes a la cuenca naciente del río Rímac en la vertiente del Pacífico y de la subcuenca de la laguna Huacracocha, cuyas descargas son afluentes del río Yauli y río Mantaro en la vertiente del Atlántico. Al encontrarse comprometidas ambas vertientes es de gran importancia conocer cómo se maneja la gestión ambiental del agua en la mina Ticlio, que se encuentra rodeada de muchas lagunas como las lagunas Huacracocha y Huascracocha. Cabe señalar que las operaciones mineras en Ticlio son subterráneas por lo que generan un volumen importante de agua de profundización, que debe ser bombeada a la superficie para su tratamiento posterior en dos plantas de tratamiento, cuyos efluentes van directamente tanto a la laguna Huacracocha como a la quebrada Antaranra, siendo esta última una naciente del río Rímac.

Dentro de este marco, la mina Ticlio se explota bajo la modalidad de galerías subterráneas, en 12 niveles de extracción mineral que alcanzan una profundidad aproximada de 400 m. El yacimiento se encuentra emplazado en rocas cristalinas (diorita, cuarzo - monzonita) y en sedimentarias (caliza), principalmente en forma de vetas con importantes concentraciones de minerales de cobre, plomo, zinc y plata. El área de planeamiento de mina prevé la explotación y profundización en 200 m. adicionales para el año 2024. (Volcan Compañía Minera, 2016).

El objetivo de la presente tesis es elaborar una propuesta de mejora para la gestión ambiental del agua y manejo de efluentes en la U.E.A. Ticlio. Para ello se establecieron los siguientes objetivos específicos: 1) realizar un diagnóstico inicial en base al cumplimiento legal y desempeño operativo en la gestión ambiental de los riesgos críticos ambientales de agua y efluentes; 2) identificar los principales causas de los problemas que generan desviaciones para el cumplimiento legal y la gestión ambiental de agua y efluentes dentro de la unidad; y 3) proponer un plan de mejora para la gestión ambiental y manejo de indicadores de agua y efluentes, dentro de la unidad minera de Ticlio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

En el estudio presentado por Cajahuaman (2022), “Herramientas de gestión y riesgos críticos ambientales en las operaciones mineras de la Compañía Minera Volcán S.A.A.”, se menciona como objetivo determinar el grado de interrelación que existe entre las herramientas de gestión y los riesgos críticos ambientales para tener una buena gestión ambiental, en las operaciones de la “Compañía Minera Volcan S.A.A.”; y se describe el modelo de sistema de gestión ambiental “riesgos críticos ambientales” (RCA), que se viene implementando desde el 2016 en todas las unidades. Uno de los objetivos específicos de este estudio era determinar el desempeño de trabajo sobre los riesgos críticos ambientales en las operaciones mineras durante los años 2016, 2017 y 2018, utilizando como muestra a la U.E.A. Andaychagua. La metodología utilizada fue de tipo no experimental a través de la técnica de observación y análisis documental. Los resultados obtenidos del estudio nos indica que para el año 2016 se obtuvo un desempeño de trabajo sobre los RCA de 17%, durante el 2017 se logró un desempeño de 52%, y en el 2018 se obtuvo un desempeño del 66% en la mina Andaychagua. Se concluyó que esta unidad tiene un grado de implementación BUENA según el criterio de calificación de los RCA y que las herramientas de gestión utilizadas están muy relacionadas con los riesgos críticos ambientales, permitiendo que exista una buena gestión ambiental dentro de las operaciones de la mina.

En el estudio “Diagnóstico del sistema gestión ambiental ISO 14001:2015 en la empresa DLTA Ingenieros S.R.L. para una propuesta de mejora en Ayacucho para el 2021”, presentado por Huamán (2022), se establecieron como objetivos: la determinación de la situación actual del sistema de gestión ambiental (SGA), identificar los puntos críticos ambientales, y determinar el cumplimiento del SGA de la empresa DLTA Ingenieros S.R.L. para una propuesta de mejora. A través de encuestas y entrevistas a los trabajadores se identificaron los puntos críticos ambientales, se estableció el estado del SGA mediante el acervo documental

basados en la norma ISO 14001:2015, luego con ello se realizó la lista de comprobación de cumplimiento del sistema de gestión ambiental (SGA) para finalmente elaborar los planes de mejora de los puntos críticos identificados. En cuanto a la determinación de la situación actual del SGA mediante el acervo documentario se detectó que en el 100% de los casos no cumple con un control de la documentación requerida por el SGA; se identificó que los puntos críticos ambientales están determinados por la generación de material particulado, generación de residuos sólidos, generación de ruido y consumo de energía; y en cuanto al cumplimiento del SGA se obtuvo un 70% de cumplimiento en el contexto de la organización, un 28% de cumplimiento en el liderazgo, un 5% en la planificación, un 12% en el apoyo, un 30% en la operación, un 18% en la evaluación del desempeño y un 14% en la mejora. Por lo cual, se deduce que la empresa solo cumple con el 24 % del total de requisitos que establece la ISO 14001:2015. Se concluyó que la empresa incumple con los requisitos mínimos para una óptima gestión, también se detectó incumplimiento de la creación y actualización de la documentación, detectándose que en el 90% de los casos no se cumple con un registro documentario adecuado a los requerimientos determinados por el SGA, según la ISO 14001:2015. Se elaboró una propuesta de mejora para mejorar el cumplimiento del SGA.

Por otro lado, el estudio de Aquino y Villena (2017), “Propuesta de mejora en los procesos de producción y medio ambiente para reducir los costos operativos de la empresa curtidería Orión S.A.C.” ubicada en la ciudad de Trujillo. Tuvo como propósito reducir los costos operativos de la empresa curtidería Orión S.A.C. mediante una propuesta de mejora en los procesos de producción y medio ambiente. Asimismo, tuvo como objetivos específicos: diagnosticar la situación actual, desarrollar la propuesta de mejora y evaluar económicamente la propuesta en los procesos de producción y medio ambiente. Para el desarrollo del estudio se realizaron encuestas al personal involucrado, registraron las fallas de los equipos, consumo de insumos en los procesos y realizaron el monitoreo de aguas residuales; con los datos obtenidos elaboraron el diagrama de Ishikawa para el análisis de causa raíz, diagramas de flujo y Pareto e indicadores de mantenimiento, para poder medir la influencia positiva de la propuesta de mejora; obteniéndose como resultado que el beneficio en costo de la propuesta de mejora en el área de producción fue de 19% y

en medio ambiente de una 81%. Finalmente concluyeron en el estudio, que mediante la propuesta de mejora en los procesos de producción y medio ambiente se logrará reducir los costos operativos.

En la Propuesta de implementación del sistema de gestión ambiental basada en la norma ISO 14001:2015 para mejorar el desempeño ambiental en la empresa Limagas Natural Perú S.A. - Planta Lurín, realizada por Gomez y Roldán (2021), se tuvo como objetivos específicos: analizar la situación ambiental actual de la planta, detectar las deficiencias en el sistema de gestión ambiental y por último determinar la relación entre el sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO 14001:2015 y los indicadores de gestión. El estudio se desarrolló a partir de la técnica de observación y revisión documentaria contrastada con una lista de verificación de cumplimiento de requisitos de la norma basada en la ISO 14001:2015; y requisitos legales. Obteniéndose como resultado un grado de cumplimiento legal de 56%; cumplimiento de componentes IGA (89%) y residuos sólidos (65%); Con un total de 18% de cumplimiento para la norma ISO 14001. A partir del desempeño ambiental inicial de Limagas Natural Perú S.A. que tuvo como resultado total un 25 % de cumplimiento para el SGA, se pudo proyectar que implementando la propuesta de mejora se observarán mejoras significativas de hasta un 90% (Excelente). Se concluyó que la empresa Limagas tiene un bajo rendimiento en el cumplimiento legal e implementación del sistema de gestión ambiental; las principales deficiencias detectadas fueron que no se cuenta con un plan para la gestión ambiental, falta de objetivos y metas, poco compromiso, falta de recursos y personal poco capacitado dentro del área de medio ambiente. Por ende, las medidas de control propuestas reflejarán una relación positiva entre el desempeño ambiental de la organización y la propuesta de implementación de SGA según ISO 14001:2015.

En Colombia el estudio "Plan de mejoramiento del sistema de gestión ambiental para Especiales Cóndor S.A.", presentado por Diaz (2020), tuvo como objetivo la elaboración de una propuesta de mejora del sistema de gestión ambiental para Especiales Cóndor S.A., para ello se identificaron sus problemáticas mediante una auditoría interna basada en la Norma Técnica Colombiana ISO 14001/2015, analizando toda la información y documentación proporcionada por el departamento de HSEQ y comparándolo con la trazabilidad de las operaciones. Obteniéndose como resultado siete procesos por corregir, a los cuales se les genero un plan de mejora

determinando sus respectivas necesidades, objetivos, causas y desarrollo de acciones que permitirán la correcta actualización del Sistema de Gestión Ambiental, impactando en distintas áreas de la organización.

2.2. Definiciones

2.2.1. Agua

Según la Ley de Recursos Hídricos de nuestro país (2009), el agua es un recurso preciado, muy necesario pero vulnerable a la vez, que se renueva a través del ciclo hidrológico y que tiene un valor social, ambiental y estratégico para el desarrollo económico y social del país. (Ministerio de agricultura y riesgo [MINAGRI], 2009).

La diversidad climática y geográfica del Perú hace que el agua sea un recurso abundante en la región Amazónica pero escaso en la zona desértica de la costa, y en épocas de estiaje en la sierra. Asimismo, la distribución del agua a través del año tiene una estacionalidad muy marcada, lo cual propone un reto importante para el manejo del agua.

2.2.2. Efluente

El documento de Fiscalización ambiental en aguas residuales define al efluente como: *“aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado”* (Organismo de evaluación y fiscalización ambiental [OEFA], 2014). Por otro lado, la normativa de saneamiento lo define como el residuo líquido proveniente de actividades domésticas o de otra índole. (Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento [MVCS], 2005).

Entonces podemos afirmar que los efluentes son los residuos líquidos, que provienen de los diferentes procesos industriales o domésticos que tienen una carga de contaminantes en forma disuelta o en suspensión que van a ser descargados en cuerpos receptores naturales o al sistema de alcantarillado.

2.2.3. Estándares de calidad ambiental (ECA)

El Estándar de Calidad Ambiental - ECA es la medida que corresponde al nivel de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2005).

En el Perú, la Autoridad Nacional del Agua, (ANA), es el encargado de establecer los principales lineamientos con respecto al uso del agua. Para esto es necesario categorizar a los distintos cuerpos naturales de agua atendiendo a sus condiciones naturales o niveles de fondo según normativa. Los parámetros de los Estándares de Calidad Ambiental, (ECA), que se usan como referente obligatorio en la realización de los diferentes instrumentos de gestión ambiental se determinan teniendo en cuenta los siguiente: los parámetros asociados a los contaminantes que caracterizan al efluente del proyecto, las condiciones naturales que caracterizan el estado de la calidad ambiental de las aguas superficiales que no han sido alteradas por causas antrópicas, los niveles de fondo de los cuerpos naturales de agua, el efecto de otras descargas en la zona, y otras características particulares de la actividad o el entorno que pueden influir en la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua.

En el Anexo 01, se describen detalladamente los estándares de calidad ambiental de agua establecidos por categorías en el D.S.004-2017-MINAM.

2.2.4. Límites máximos permisibles (LMP)

El LMP, es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión.

El número 32.1 del artículo 32 de la Ley General del Ambiente define al Límite Máximo Permissible – LMP, como *“la medida de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente”* Su determinación y cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que

conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Los criterios para la determinación de la supervisión y sanción serán establecidos por dicho Ministerio (MINAM, 2005).

En el Anexo 01, se describen detalladamente los Límites máximos permisibles de agua establecidos por categorías en el D.S.010-2010-MINAM.

2.2.5. Gestión ambiental

La gestión ambiental es el conjunto de actividades programadas que nos proporcionan una mejor calidad de vida, con el fin de tener un equilibrio armónico entre las actividades económicas y el medio natural donde se desarrollan, ya sea previniendo o mitigando los problemas ambientales asociados a ellas.

El MINAM (2005), nos menciona que el principio de prevención la gestión ambiental tiene como objetivos prioritarios prevenir, vigilar y evitar la degradación ambiental, cuando no sea posible eliminar las causas que la generan, se adoptan las medidas de mitigación, recuperación, restauración o eventual compensación, que correspondan.

La gestión ambiental integra no solo un concepto que va desde el manejo ambiental que tiene que ver con las acciones a ejecutarse, es decir con la parte operativa, sino también las directrices, lineamientos y políticas formuladas por los entes rectores, que rigen su implementación.

2.2.6. Ciclo PHVA

El ciclo PHVA o ciclo de Deming fue dado a conocer por Edwards Deming en la década del 50, basado en los conceptos del estadounidense Walter Shewhart. PHVA significa: planificar, hacer, verificar y actuar. En inglés se conoce como PDCA: plan, do, check, act. (Moreno, 2022).

Este ciclo constituye una de las principales herramientas de mejoramiento continuo en las organizaciones, utilizada ampliamente por los sistemas de gestión,

principalmente en el de la calidad (SGC), con el propósito de permitirle a las empresas una mejora integral de la competitividad.

Objetivos del ciclo PHVA

PLANIFICAR: En esta etapa se definen los objetivos y cómo lograrlos, esto de acuerdo con políticas organizacionales y necesidades de los clientes. Puede ser de gran utilidad realizar grupos de trabajo, escuchar opiniones de los trabajadores y utilizar herramientas de planificación. Hay que recordar que esta etapa es muy importante y es la que permite el desarrollo de las otras, lo que indica que si no planeamos bien los resultados en las otras 3 etapas no serán confiables (Moreno, 2022).

HACER: Es ejecutar lo planeado, en esta etapa es recomendable hacer pruebas piloto antes de implantar los procesos definidos. En su desarrollo se puede evidenciar los problemas que se tienen en la implementación, se identifican las oportunidades de mejora y su implementación (Moreno, 2022).

VERIFICAR: En esta etapa comprobamos que se hayan ejecutado los objetivos previstos mediante el seguimiento y medición de los procesos, confirmando que estos estén acordes con las políticas y a toda la planeación inicial (Moreno, 2022).

ACTUAR: Mediante este paso se realizan las acciones para el mejoramiento del desempeño de los procesos, se corrigen las desviaciones, se estandarizan los cambios, se realiza la formación y capacitación requerida y se define como monitorearlo (Moreno, 2022).

2.2.7. Indicadores

Tal como lo menciona Tello (2021), los indicadores son herramientas de gestión que permiten identificar oportunidades de mejora y tienen como objetivo diagnosticar e identificar una realidad concreta que puede ser de carácter cualitativo o cuantitativo, permitiendo analizar e interpretar la situación actual para tomar planes de acción y realizar el control de seguimiento correspondiente por parte del gestor. (pág. 15).

2.3. Gestión ambiental en minería

La gestión ambiental en minería está regida por una serie de lineamientos y directrices que están establecidos en la normativa ambiental vigente, también existen requisitos y lineamientos basados en normas internacionales como el ISO 14001, que las empresas mineras adecúan a sus operaciones con el fin de cumplir con los estándares nacionales e internacionales, para una producción sustentable y de este modo obtener una certificación que lo avale.

Para poder llevar a cabo la gestión ambiental integral se necesita de los siguientes instrumentos de gestión:

- Estudio de impacto ambiental
- Estudio de impacto ambiental semidetallado
- Declaración de impacto ambiental
- Planes de cierre de mina
- Planes de contingencia
- Planes de adecuación de manejo ambiental (PAMA)
- Plan anual de gestión de residuos sólidos
- Plan anual de monitoreo, etc.

El estudio realizado por Reyes (2020), señala que a pesar del esfuerzo que realizan las empresas mineras para buscar mejoras continuas e innovaciones tecnológicas para el uso de agua fresca y la disminución de generación de efluentes, los conflictos sociales referidos a la gestión del agua se siguen suscitando (caso Conga, caso Tambogrande), esta problemática se viene arrastrando hasta la actualidad debido a la mala gestión de empresas mineras en el pasado, las cuales repercuten en el presente, debido a los antecedentes desastrosos que la industria minera aún no ha podido contrarrestar (Reyes, 2020).

Los gestores, tanto gubernamentales como privados, han de tomar decisiones difíciles sobre la asignación del agua, debido a que la oferta disminuye y la demanda es cada vez mayor. Factores como los cambios demográficos y climáticos también incrementan la presión sobre los recursos hídricos. El tradicional enfoque fragmentado para la gestión del agua ya no resulta válido ya que en la actualidad es necesario tener un enfoque holístico para la gestión de esta.

2.3.1. Gestión del agua en la actividad minera

La gestión ambiental del agua y efluentes se podría definir como el proceso mediante el cual se controlan las actividades para proteger el recurso hídrico en las fuentes de captación y cuerpos receptores para el caso de los efluentes, teniendo en cuenta los estándares de calidad ambiental (ECA) y los límites máximos permisibles (LMP) para aguas, según los parámetros establecidos en la normativa vigente.

En los últimos años, la industria minera viene desarrollando sus actividades en escenarios en los que el acceso y uso del agua la constituyen no sólo como un recurso con el cual realizan los procesos minero-metalúrgicos, sino también resulta ser un factor determinante para situarse como actor junto con otros en la cuenca, con quienes tiene que establecer acuerdos no sólo de uso sino también de gestión compartida, sobre la base de procedimientos técnicos-normativos que señala la autoridad competente en materia de recursos hídricos.

El uso del agua de las diferentes fuentes de agua natural es fundamental para los procesos metalúrgicos en general. Por ello, se dice que la calidad de agua fresca de alimentación para el proceso tiene un impacto en las operaciones unitarias minero metalúrgicas, y posteriormente en el cumplimiento de las normativas para la disposición de efluentes (Aquino P. , 2017).

El acceso y uso del agua en los entornos mineros constituye una de las políticas centrales de responsabilidad ambiental y social de la industria minera, y busca responder a esta problemática o necesidad a través de la construcción de infraestructura hidráulica que permita captar o embalsar agua generada en las temporadas de mayor precipitación que permitan afrontar los tiempos de estiaje y contribuir con el acceso de agua de otros usos ubicados en las partes media o baja de la cuenca (Alvarez, 2013).

La gestión ambiental del agua en la industria minera en el país ha ido tomando mayor relevancia en los últimos años debido a que las empresas mineras han priorizado como estrategia sostenible este punto, tal como lo señala el estudio de Reyes (2020), donde menciona “*que las empresas mineras han comprendido que*

las políticas que tienen como objetivo el cuidado del ambiente y desarrollo sostenible crean valor económico, gracias a que en los últimos años las empresas vienen gestionando adecuadamente a largo plazo los riesgos a los que se expone la empresa”. (pág. 44) De igual manera, ésta debe operar de acorde a las regulaciones establecidas bajo un marco ético definido en sus políticas internas teniendo en cuenta los intereses de los stakeholders o grupos de interés (Reyes, 2020).

En la mayoría de las actividades productivas que usan agua y específicamente en la minería, existe consenso sobre la necesidad de incorporar como visión y enfoque una gestión integrada del recurso hídrico para asegurar su conservación, calidad y uso racional. La industria minera está empeñada en demostrar que sus actividades, especialmente el manejo de aguas dentro y fuera de sus operaciones, contribuyen con el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente y específicamente de los recursos hídricos en las cuencas donde se ubican sus actividades, desarrollando sus operaciones en forma responsable para respetar y proteger su entorno.

2.4. Marco legal sobre gestión del agua en minería

En la Tabla 01 se presenta un resumen de las normas legales aprobadas en nuestro país, referidas a la gestión del recurso hídrico en la actividad minera.

Tabla 01: Resumen de normas legales referentes a la gestión del agua

Ley	Artículo	Descripción
Ley de Recursos Hídricos Ley N°29338	Art. 6	Regula el uso y gestión del agua. El Estado promueve y controla su aprovechamiento y conservación sostenible.
	Art. 9-11	Se creó el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos (SNGRH), que forma parte del Sistema Nacional de Gestión Ambiental (SNGA); y, vela por el aprovechamiento sostenible del Agua, su incremento y conservación.
	Art. 34,35,44	El uso del agua debe hacerse de manera eficiente, respetando derechos de terceros. Clases de uso del agua: primario (uso directo y efectivo del agua en fuentes naturales y cauces públicos), secundario (se basa en la captación del agua tratada de una fuente o red pública para satisfacer necesidades humanas básicas); productivo (utilización del agua en procesos productivos o previos a estos). El derecho de uso de agua es otorgado por la ANA.
	Art. 79,82,90	La ANA autoriza el vertimiento de aguas residuales tratadas a cuerpos naturales de agua, previo cumplimiento de los ECA y LMP; así como, el reúso de dichas aguas. No se requiere autorización para reutilizar aguas residuales cuando son destinadas al mismo uso para el que fue otorgada la licencia de uso. Tanto el uso como el vertimiento de aguas residuales tratadas requieren el pago de una retribución económica.
Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos D.S. 001-2010-AG	Art. 64, 70,73,74,87-89	Derechos de uso que otorga la ANA: permiso, autorización y licencia. Licencia: Permite el uso del agua para una actividad permanente, con un fin y lugar determinado. Permiso: Clases: para épocas de superávit hídrico (el permiso es de plazo indeterminado); y, permiso de uso sobre aguas residuales. Autorización: Se otorga cuando el agua se utiliza solo para cubrir las necesidades de aguas derivadas o relacionadas con la ejecución de estudios u obras y lavado de suelos.
	Art. 90,91,92	Derechos de uso de agua de las comunidades campesinas y comunidades nativas, tienen derecho a utilizar el agua existente o que discurre naturalmente por sus tierras, así como sobre las cuencas de donde nace el agua para fines económicos, de transporte, de supervivencia y culturales. Este derecho es imprescriptible, prevalente y se ejerce de acuerdo con los usos y costumbres ancestrales de cada comunidad. Se promueve el uso y rescate de las tecnologías, innovaciones, prácticas y conocimientos ancestrales sobre la conservación, la gestión y el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos. Ejercen la operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica comunal sin afectar los derechos de terceras personas.

...Continuación

Ley	Artículo	Descripción
Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos D.S. 001-2010-AG	Art. 131,134 Art. 147	Aguas residuales: las que debido a actividades antropogénicas han sufrido una alteración en sus características originales y necesitan ser tratadas antes de ser vertidas a un cuerpo natural; o, reusadas. Vertimiento: descarga de aguas residuales a un cuerpo natural de agua, una vez que ha sido tratada. Solicitud de vertimiento: debe incluir un instrumento ambiental que indique el sistema a aplicarse para tratar las aguas residuales; y, el efecto que tendrán esos vertimientos en el cuerpo receptor de agua. Reúso: es la reutilización de aguas residuales, resultantes de actividades antropogénicas, que han sido previamente tratadas.
D.S. N°010-2010-MINAM	Art. 3 Inc. 3.2	Define a los efluentes líquidos como "... cualquier flujo regular o estacional de sustancia líquida descargada a los cuerpos receptores". Los efluentes provienen de las distintas labores y procesos realizados en las actividades minero-metalúrgicas. El control de estos límites evita que los vertimientos afecten el medio ambiente; y, es responsabilidad del Ministerio del ambiente (MINAM), en coordinación con el Organismo de evaluación y fiscalización ambiental (OEFA).
Decreto Supremo No. 004-2017-MINAM	Art. 3,4,5	Define valores, parámetros, categorías y subcategorías de los Estándares de Calidad Ambiental, referidos a cuerpos receptores tales como lagos, lagunas, ríos, ecosistemas costeros y marinos.
D.S. No.011-2019-MINAGRI	Art.8 Inc.8.2	Define el valor de la retribución económica plana para uso de agua superficial y subterránea con fines industriales y mineros aplicarse el 2020.
Ley N° 27446 Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) y Decreto Legislativo N°1078	Art. 1,2,3,6,10, 12,14,18	Define el único sistema bajo el cual se buscará identificar, prevenir, supervisar, controlar y corregir anticipadamente los impactos ambientales negativos significativos de todo proyecto público, privado o de capital mixto mediante la presentación, evaluación y revisión del estudio de impacto ambiental o instrumento de gestión ambiental, el cual deberá obtener la certificación ambiental aprobada por la Autoridad Competente. Dicha certificación ambiental otorga la viabilidad ambiental al proyecto.

... Continuación

Ley	Artículo	Descripción
Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM	Art. 11	Establece cuales son los instrumentos de gestión o estudios ambientales de aplicación del SEIA (DIA, EIA sd, EIA d, EAE). Asimismo, señala que existen instrumentos de gestión ambiental no comprendidos en el SEIA, a los cuales se les considera instrumentos complementarios bajo un enfoque de integralidad y complementariedad que propicien el desarrollo sostenible.
Ley N°29325 Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental y su Modificatoria Ley N° 30011	Art. 1, 3,6,11	Establece al Organismo de evaluación y fiscalización ambiental (OEFA) como el ente rector del Sistema de Evaluación y Fiscalización Ambiental cuya finalidad es asegurar el cumplimiento de la legislación ambiental por parte de personas naturales o jurídicas, cuyas funciones generales son evaluadora, supervisora directa, fiscalizadora y sancionadora.

FUENTE: (Reyes, 2020) Elaboración propia

2.5. Matriz de cumplimiento legal

La matriz de cumplimiento legal es un documento donde se colocan todos los compromisos y requisitos legales que debe cumplir una organización, según la normativa vigente. Es una herramienta útil que también sirve para dar seguimiento al cumplimiento, estableciéndose plazos, planes de acción para el cumplimiento, responsables y porcentaje de avance.

2.6. Matriz de seguimiento de los riesgos críticos ambientales (RCA)

La matriz de seguimiento de los RCA tiene como objeto establecer detalladamente actividades necesarias para lograr la meta de implementación proyectada durante el año. Ya que con este documento se realiza un seguimiento óptimo a todas las actividades programadas para el cumplimiento de un requisito. También se le asigna puntaje a cada requisito según las actividades programadas en el año, para el cumplimiento de la meta anual.

Luego, se realiza el seguimiento verificando el avance mensual y se coloca el puntaje designado, al finalizar el mes se realiza una sumatoria del avance ejecutado. Finalmente se halla el avance general con el puntaje acumulado y se presenta los resultados en porcentaje.

2.7. Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa, que es llamado así gracias a que fue elaborado por el ingeniero Karou Ishikawa quien lo propuso en 1943. Se basa en el reconocimiento de las causas para dar con resultados más específicos. La estructura del Diagrama de Ishikawa es intuitiva: identifica un problema o efecto y luego enumera un conjunto de causas que potencialmente explican dicho comportamiento. Adicionalmente cada causa se puede desagregar con grado mayor de detalle en subcausas. (Geo tutoriales, 2017).

El diseño se realiza con un guion horizontal, luego en su extremidad se incluye un rectángulo y se escribe el problema principal dentro de él. Después se introducen guiones perpendiculares a esta línea que vienen a ser las causas, tal como se muestra en la figura 01.

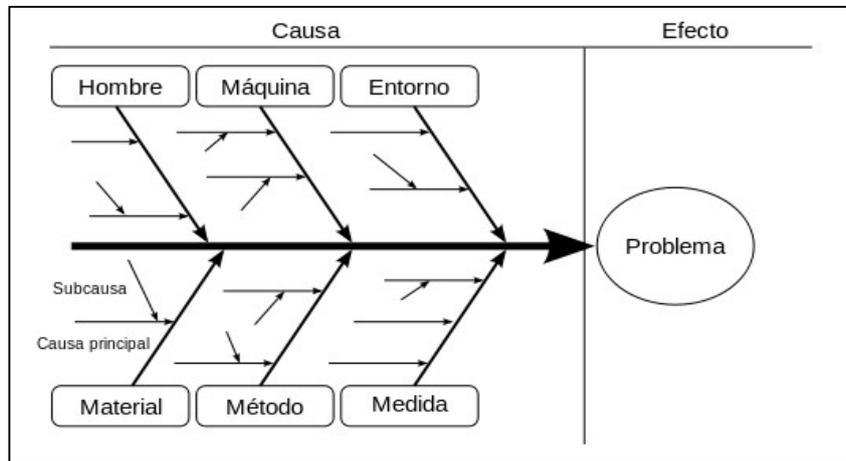


Figura 01: Diagrama de Ishikawa

FUENTE: Geo tutoriales (2017)

III. METODOLOGÍA

3.1. Descripción general del área de estudio

3.1.1. Ubicación del área de estudio:

La UEA Ticlio está ubicada en el distrito de Morococha, (provincia de Yauli, departamento de Junín) y Chicla (provincia de Huarochirí, departamento de Lima) respectivamente. A una altitud que va desde los 4800 a 5000 m.s.n.m. La propiedad superficial se encuentra dividida entre la Comunidad San Francisco de Asís de Pucará con quienes tienen un convenio de cesión del terreno por un periodo de trece años. Por otro lado, la Comunidad de San Mateo de Huanchor, con quienes se viene negociando la cesión de la propiedad. Las coordenadas UTM se muestran en la Tabla 02.

Tabla 02: Ubicación de la UEA Ticlio

Ubicación	Coordenadas UTM WGS-84		Altitud
	Norte	Este	
Punto central	8719354	371186	4800

FUENTE: Volcan Compañía Minera (2017)

En el Anexo 02 se adjunta el plano de ubicación de la UEA Ticlio

3.1.2. Ubicación hidrológica del área de estudio

El área de estudio se encuentra dentro de la cuenca naciente (microcuenca Ticticocha) del río Rímac en la vertiente del Pacífico y de la subcuenca de la laguna Huacracocha, cuyas descargas son afluentes de los ríos Yauli y Mantaro, en la vertiente del Atlántico. Ver en la Tabla 03 las coordenadas de ubicación de las cuencas en estudio.

3.1.4. Precipitación:

En la Memoria Técnica Detallada (MTD) presentada por Volcan, para la U.E.A. Ticlio en el 2017, se menciona que el régimen pluviométrico se distribuye en tres épocas, la de estiaje, de transición y la de lluvias. La época de lluvias se produce entre los meses de diciembre y abril, llegando a su pico entre los meses de enero y marzo. La época de transición se considera que ocurre en los meses de octubre, noviembre y de abril. Finalmente, la época de estiaje se da entre los meses de mayo y setiembre, siendo el mes de junio el más seco. (Volcan Compañía Minera, 2017)

También se menciona que a partir de los resultados obtenidos mediante la regionalización de precipitación total mensual se obtuvieron los siguientes resultados presentados en la Tabla 04, teniendo en cuenta la data de la estación base, en este caso fue la estación Marcapomacocha (periodo 1967 – 2013).

Tabla 04: Precipitación total media mensual en el área de estudio

Microcuenca	Precipitación Total Media Mensual (mm)											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Huacracocha	108,4	133,6	114,4	62,0	26,8	9,0	15,5	19,6	39,8	72,2	55,6	98,0
Ticticocha	92,8	114,4	95,4	53,1	23,0	7,7	13,3	16,8	34,1	61,8	47,7	83,9

FUENTE: Volcan Compañía Minera (2017)

3.1.5. Temperatura:

En la Memoria Técnica Detallada (MTD) presentada por Volcan, para la U.E.A. Ticlio en el 2017, se observa que el mes más frío es el de julio y el más caluroso el de noviembre. Cabe resaltar que las diferencias son pequeñas entre las medias mensuales.

En la siguiente tabla 05 se muestran los resultados mensuales, teniendo en cuenta la data de la estación base, en este caso fue la estación Marcapomacocha (periodo 1967 – 2013).

Tabla 05: Temperatura media mensual en el área de estudio

Microcuenca	Temperatura Media Mensual (°C)											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Huacracocha	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8
Ticticocha	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,2	1,0	1,1	1,3	1,4	1,6	1,5

FUENTE: Volcan Compañía Minera (2017)

3.1.6. Gestión ambiental operativa de UEA Ticlio

A. Organización:

El área de asuntos ambientales de la UEA Ticlio está liderada por el Superintendente de Medio Ambiente, el cual es la máxima autoridad dentro de la Unidad de Yauli – Volcan, pero se establece en la UEA San Cristóbal y tiene como responsable de Ticlio al Jefe de Asuntos Ambientales, quien a su vez tiene una Asistente de Medio Ambiente. A continuación, se muestra el organigrama del área de Asuntos Ambientales Ticlio. (Ver Figura 03).

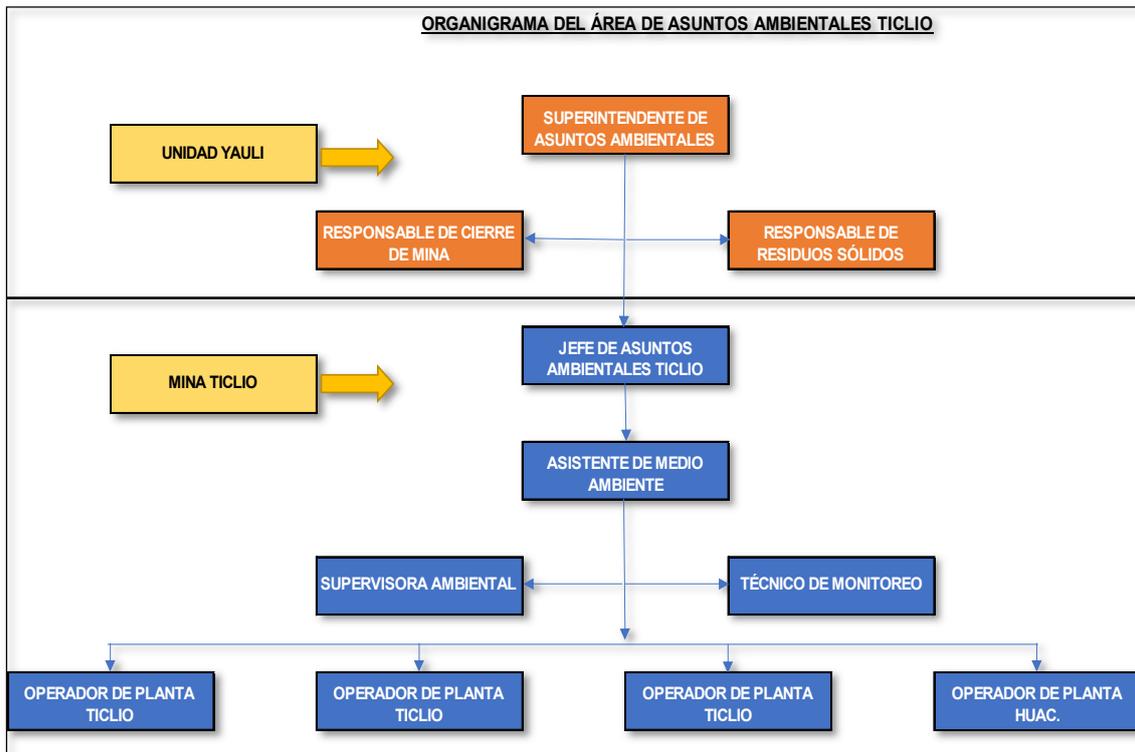


Figura 03: Organigrama Asuntos Ambientales Ticlio 2017

B. Áreas de trabajo para gestión ambiental operativa:

Dentro de la gestión operativa de la U.E.A. Ticlio se abordan diferentes aspectos ambientales que deben ser controlados en todo momento, para evitar posibles desviaciones que pueden generar grandes daños ambientales para la mina y el área de influencia ambiental, que debemos conservar.

A continuación, se detallan estos aspectos en la figura 04.

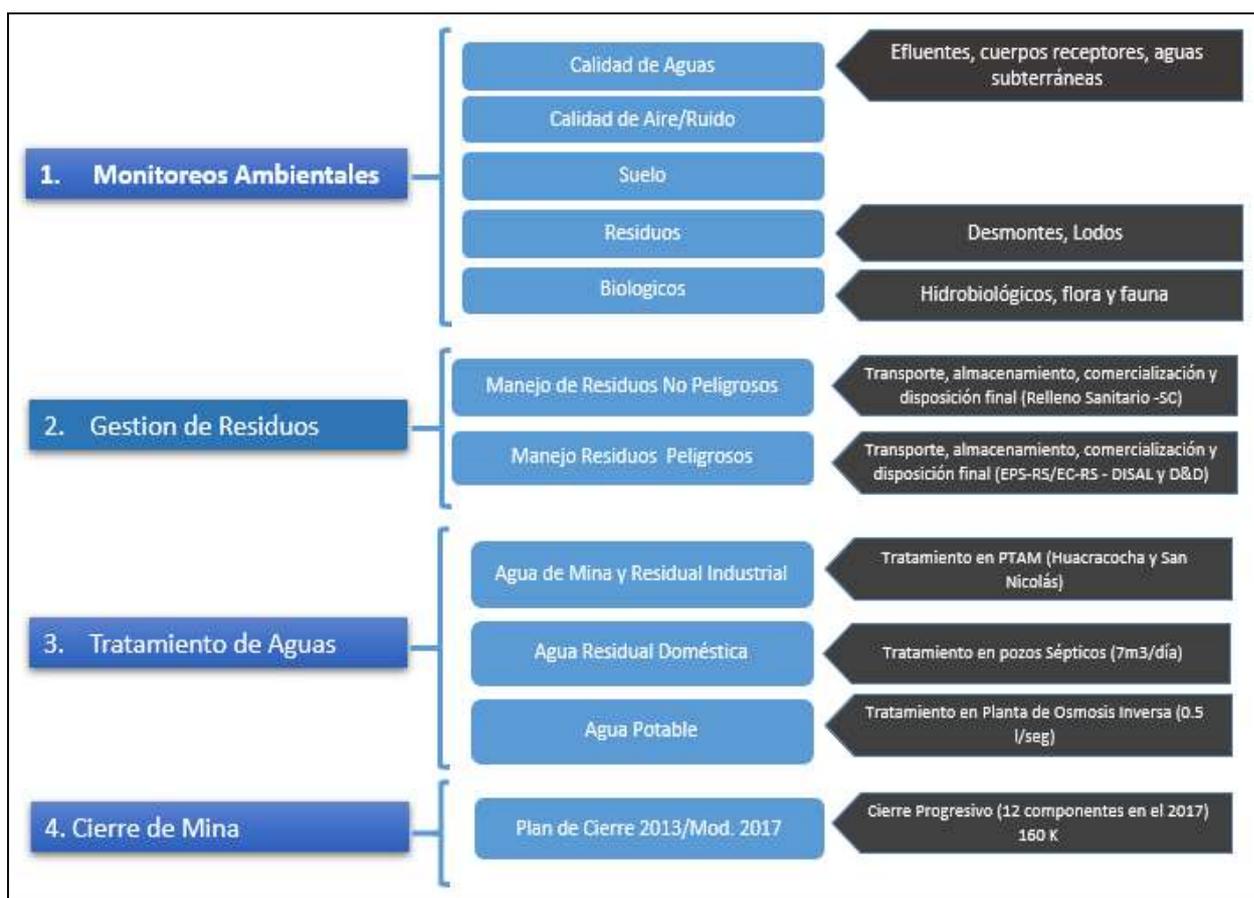


Figura 04: Áreas de trabajo para la gestión ambiental Ticlio

FUENTE: Volcan Compañía minera (2017)

C. Componentes mineros del área de Asuntos Ambientales

La UEA Ticlio cuenta con las siguientes infraestructuras que son controladas por el área de Asuntos Ambientales:

- a. Planta de neutralización de Huacracocha (PTAM Huacracocha)
- b. Planta de neutralización de Ticlio (PTAM Ticlio)

- c. Planta de tratamiento de aguas residuales domesticas de Huacracocha (PTARD Huacracocha)
- d. Planta de tratamiento de aguas residuales domesticas de San Nicolas (PTARD San Nicolás)
- e. Planta de tratamiento de agua potable (PTAP)
- f. Poza de secado de lodos
- g. Estaciones de monitoreo de agua, aire, ruido y suelos
- h. Canales de derivación de agua de contacto y no contacto

D. Sistema de gestión ambiental “Riesgos críticos ambientales” (RCA):

En Volcan se viene implementando desde el 2014 un Sistema de Gestión Ambiental llamado “Riesgos críticos Ambientales” (RCA), en el cual se trabaja en ocho (8) Estándares sobre los siguientes riesgos críticos que han sido identificados en todas las unidades de Volcan:

- Efluentes líquidos fuera de los límites
- Inadecuada disposición de los Residuos
- Emisiones atmosféricas
- Degradación de áreas
- Desperdicio de Recursos Naturales
- Nuevos proyectos
- Ruptura de Relaveras
- Accidentes durante el transporte de sustancias peligrosas

En la Unidad de Yauli se manejan los ocho (8) Riesgos Críticos antes mencionados, salvo en la UEA Ticlio donde sólo se manejan siete (7) Riesgos Críticos, ya que no cuenta con una relavera activa, cada Estándar contiene una serie de requisitos que deben ser implementados en cada unidad a fin de cumplir con los compromisos y la normativa ambientales vigente. A continuación, se presentan los puntos fundamentales que rigen este sistema de gestión.

Objetivo de la gestión de los RCA:

- Focalizar esfuerzos para la prevención y control de los riesgos ambientales de las actividades de cada unidad operativa de Volcan.
- Estandarizar los procedimientos, y establecer criterios operacionales, considerando la expectativa de la empresa y las mejores prácticas identificadas en el mercado.

Definición – Los RCA se definen a partir de los siguientes puntos:

- Histórico de accidentes ambientales;
- Identificación de Issues y Tops;
- Riesgos puros ambientales identificados en las plantillas de IPERC Base de las unidades operativas;
- Tendencias de mercado (expectativa de los stakeholders).

Implementación:

En el proceso debemos identificar desafíos y oportunidades que afectan a la productividad en términos de sustentabilidad de tal manera de analizar las ventajas y desventajas competitivas de nuestras prácticas.

El resultado de este esfuerzo deberá determinar las estrategias de sustentabilidad a largo plazo, teniendo como frentes de trabajo con equipos multidisciplinarios los siguiente:

- **Residuos Industriales de Exploración y de Mercado:** “Residuo Cero en las operaciones”.
- **Eficiencia Hídrica:** “Recirculación de 100% de agua utilizada en los procesos”.
- **Sustentabilidad en Productos:** “Ser una empresa con los menores índices de impacto ambiental medidos a partir de la evaluación del ciclo de la vida de los productos”.
- **Emisiones de Gases de Efecto Invernadero:** “Alcanzar la menor tasa de emisión de gases de efecto invernadero en el sector”.

- **Energía:** “Mejorar la eficiencia energética”
- **Cultura del diálogo:** “Ser reconocida como una empresa con mejores prácticas de sustentabilidad del sector”.

En la Tabla 06 se presenta la meta de implementación de los RCA Ticlio para el 2017, en forma detallada por cada tipo de riesgo.

Tabla 06: Plan de Implementación de RCA – Ticlio 2017

RIESGOS CRITICOS AMBIENTALES	Meta implementación RCA Ticlio		
	MÍNIMO (80%)	ESPERADO (100%)	MEJORADO (120%)
Efluentes líquidos fuera d los límites	61%	62%	63%
Inadecuada disposición de los residuos sólidos	55%	57%	59%
Nuevos proyectos	36%	38%	40%
Desperdicio de recursos naturales	45%	47%	49%
Degradación de áreas	45%	47%	49%
Emisiones atmosféricas	45%	47%	49%
Accidentes durante el transporte de cargas peligrosas	47%	49%	51%
Nota final	50%	51%	52%

FUENTE: Elaboración propia en base a (Volcan, 2017).

E. Indicadores de medio ambiente:

El área de Asuntos Ambientales ha establecido para sus controles operacionales los siguientes indicadores ambientales, los cuales son medidos diariamente y se presenta en los diferentes Comités mensuales dentro de la unidad y ante la Gerencia corporativa de Asuntos Ambientales:

a) Issues & Top:

Identifica las principales vulnerabilidades ambientales prioritarias e importantes que exponen negativamente a la unidad.

b) Licencias y permisos:

Identifica el requerimiento de autorizaciones ambientales para la operación para su gestión y seguimiento. La U.E.A. en cumplimiento con la normativa vigente se ha obtenido los siguientes permisos detallados en el Anexo 04.

c) Implementación de RCA:

Permite conocer el grado de Implementación de los RCA, reflejándose en la mejora de las prácticas ambientales.

d) Accidentes e incidentes:

Permite determinar acciones para corregir o prevenir desviaciones reales o potenciales.

e) Fiscalización OEFA:

Permite determinar acciones para corregir condiciones subestándares, entre los que podemos mencionar:

f) Resultados de Monitoreo Ambiental:

Permite conocer y controlar el impacto de las operaciones sobre el medio ambiente.

3.2.MATERIALES Y MÉTODOS:

3.2.1. Materiales:

- Documentos digitales referidos al Proyecto minero Ticlio (ver tabla 07)
- Laptop
- Papel y cuaderno
- Lapicero
- Pos it

3.2.2. Metodología:

Para la realización del presente trabajo de investigación se utilizó la técnica de observación visual y revisión documentaria, del área de asuntos ambientales de la Unidad administrativa económica Ticlio, que pertenece a la mina Volcan. Se

revisó toda la documentación necesaria para fines de este estudio y luego se clasificó por orden de prioridad para poder conocer el Diagnóstico situacional a través de dos matrices, después se utilizó el diagrama de Ishikawa como técnica para identificar las principales causas de las desviaciones y finalmente establecer una propuesta de mejora para la unidad.

El estudio se dividió en cuatro (4) etapas:

Etapas 1: Diagnóstico Inicial

- Se revisó catorce (14) documentos internos que se encontraban vigentes entre los años 2017 – 2018, que involucran agua y efluentes, de la U.E.A. Ticlio – Volcan, la lista de documentos de detalla en la tabla 07.
- Luego se clasificó la documentación con la información relevante teniendo en cuenta la prioridad, para la elaboración de la matriz de cumplimiento legal y matriz de seguimiento de los riesgos críticos ambientales de agua y efluentes.

Tabla 07: Lista de documentos internos de la U.E.A Ticlio

Ítem	Documento	Año	Capítulo/ páginas	Tipo de documento
1	Estudio de impacto ambiental UEA Ticlio	2008		Interno
2	Estudio Hidrogeológico de profundización de mina y plan de manejo de aguas UEA Ticlio	nov-16	Capítulo II y capítulo IV	Interno
3	Memoria Técnica Detallada UEA Ticlio	2017	Capítulo I, II, IV y VII	Interno
4	Estudio batimétrico de la laguna Huacracocha	2015	Capítulo III y IV	Interno
5	Plan Integral para la implementación de LMP de descarga de efluentes minero-metalúrgicos y adecuación a los ECA para agua-U.E.A. Ticlio	2012	Capítulo IV, VI y VIII	Interno
6	Memoria Descriptiva de la planta de tratamiento de agua de mina Ticlio	2016	Todo el documento	Interno
7	Programa de monitoreo y medición	2017	Todo el documento	Interno
8	PETS de: Tratamiento de agua de mina	2017	Todo el documento	Interno
9	Estándar de gestión de agua y efluentes líquidos	2016	Todo el documento	Interno
10	Descripción de la planta de tratamiento Ticlio	ago-17	Todo el documento	Interno
11	Memoria descriptiva de planta de tratamiento de aguas de mina Huacracocha	2016	Todo el documento	Interno
12	Plan de contingencias interna para controlar el incremento de agua en la laguna Huacracocha	mar-17	Todo el documento	Interno

FUENTE: Elaboración propia

Etapa 2: Presentación de los resultados del diagnóstico

- Se elaboró un gráfico de barras con los resultados obtenidos de la Matriz de Cumplimiento Legal, basada en los compromisos ambientales de agua y efluentes en el periodo 2017-2018.
- También se elaboró el gráfico de barras con los resultados obtenidos en la matriz de seguimiento de los “Riesgos Críticos Ambientales” (RCA) para agua y efluentes, donde se evaluó el desempeño de la gestión ambiental operativa de la unidad.

Etapa 3: Análisis de las causas de las desviaciones

- De acuerdo a los resultados obtenidos en el diagnóstico inicial, se evaluaron las actividades críticas de los aspectos estudiados, y utilizando el diagrama de Ishikawa se identificó las principales causas por las que se originan las desviaciones en la gestión ambiental del agua y efluentes, de la UEA Ticlio.
- Luego se realizó una tabla de resumen con los hallazgos identificados, en las actividades críticas y se colocó los comentarios correspondientes por cada uno de ellos.

Etapa 4: Descripción de la propuesta de mejora:

- En base a la técnica del PHVA (Planear, hacer, verificar y actuar), se elaboró una propuesta de mejora para la gestión ambiental y manejo de indicadores de agua y efluentes en la U.E.A. Ticlio, teniendo en cuenta las actividades críticas que generaron desviaciones dentro de la gestión.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Diagnóstico Inicial

Luego de realizar el análisis documentario para agua y efluentes se clasificaron los documentos en orden de pertinencia, para la elaboración de la matriz de cumplimiento legal y la matriz de seguimiento de los RCA de agua y efluentes.

Para determinar la prioridad de los documentos que se utilizaron para la elaboración de la matriz de seguimiento de los RCA de agua y efluentes, se tomó en cuenta aquellos que tuvieran mayor cantidad de compromisos normativos y requisitos que están establecidos dentro del Sistema de gestión de los RCA.

En la tabla 08 se presentan los documentos clasificados para la elaboración de la Matriz de cumplimiento legal de la U.E.A. Ticlio.

Tabla 08: Documentos clasificados para la matriz de cumplimiento legal

Ítem	Documento	Año	Tipo de prioridad
1	Estudio de impacto ambiental UEA Ticlio	2008	Alta
3	Estudio hidrogeológico de profundización de mina y plan de manejo de aguas UEA Ticlio	nov-16	Alta
4	Memoria técnica detallada UEA Ticlio	2017	Alta
6	Plan integral para la implementación de LMP de descarga de efluentes minero-metalúrgicos y adecuación a los ECA para agua U.E.A. Ticlio	2012	Alta

FUENTE: Elaboración propia

En la Tabla 09 se presentan los documentos que fueron clasificados para la elaboración de la Matriz de seguimiento a la implementación de los Riesgos críticos ambientales (RCA) referidos a “Agua y efluentes”.

Tabla 09: Documentos clasificados para la matriz de seguimiento a la implementación del RCA “Agua y efluentes”

Ítem	Documento	Año	Tipo de prioridad
1	Estudio hidrogeológico de profundización de mina y plan de manejo de aguas UEA Ticlio	nov-16	Alta
2	Estándar de gestión de agua y efluentes líquidos	2016	Alta
3	Memoria descriptiva de la planta de tratamiento de agua de mina Ticlio	2016	media
4	Programa de monitoreo y medición	2017	media
5	Estudio batimétrico de la laguna Huacracocho	2015	media
6	Plan de contingencias interna para controlar el incremento de agua en la laguna Huacracocho	mar-17	media
7	Memoria descriptiva de planta de tratamiento de aguas de mina Huacracocho	2016	media

FUENTE: Elaboración propia

4.1.1. Matriz de cumplimiento legal de la U.E.A. Ticlio – Volcan

Para la realización del diagnóstico inicial se elaboró una Matriz de Cumplimiento Legal basada en la gestión ambiental del agua y efluentes del periodo 2017-2018, conforme al cumplimiento de los compromisos ambientales descritos en los diferentes instrumentos de gestión presentados ante las entidades competentes. La matriz se presenta en el Anexo 05.

En la Tabla 10, se observa el resumen de los resultados de cumplimiento legal, por cada aspecto evaluado. También se puede observar en la figura 07 el promedio total de cumplimiento legal de la U.E.A. Ticlio en el año 2017.

Tabla 10: Resumen de Cumplimiento legal 2017

Ítem	Documento	Cumplimiento	Incumplimiento
1	Compromisos EIA 2008	53%	47%
2	Licencias de uso de agua Ticlio	70%	30%
3	Resoluciones directorales al ANA	66%	34%
PROMEDIO TOTAL, DE CUMPLIMIENTO		63%	37%

FUENTE: Elaboración propia

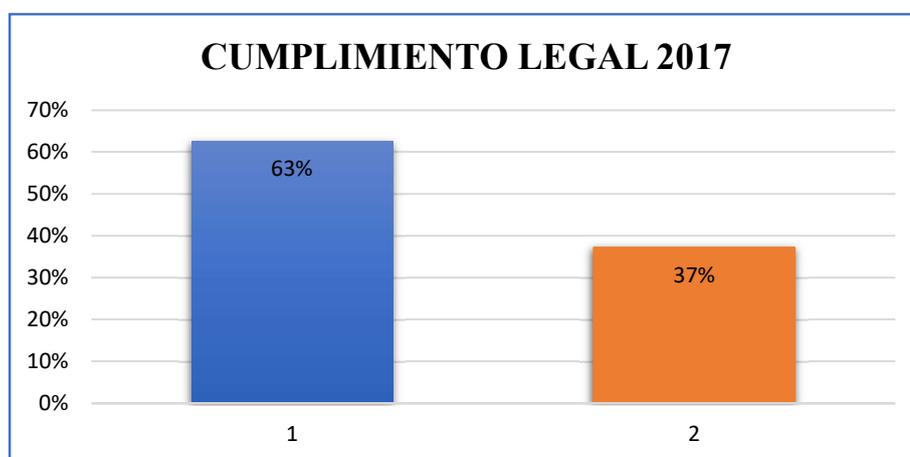


Figura 07: Cumplimiento legal 2017

4.1.2. Matriz de seguimiento a la implementación del riesgo crítico ambiental “Efluente fuera de los límites”.

Se elaboró una matriz de seguimiento a la implementación del riesgo crítico ambiental, considerando la programación de las actividades en todo el año y la meta designada a la unidad minera. La matriz se muestra en detalle en el Anexo 06.

A continuación, se muestra el cuadro de avance de implementación de los RCA (Ver figura 08).

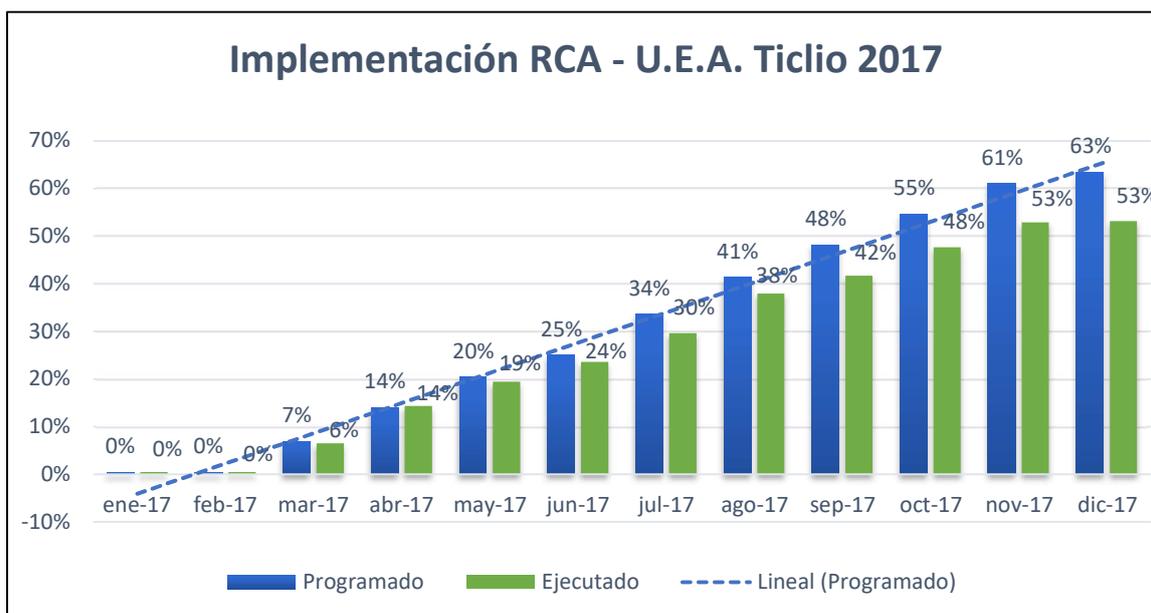


Figura 08: RCA de agua y efluentes programado vs implementado 2017

Los resultados del diagnóstico inicial indican que la mina tiene un bajo cumplimiento legal y un bajo desempeño en el sistema de gestión de RCA para agua y efluentes en la U.E.A. Ticlio durante el periodo 2017 – 2018.

Las posibles causas de estos incumplimientos podrían deberse a que, en setiembre del 2017, hubo cambio de Gerencia de operaciones y jefatura de asuntos ambientales dentro de la unidad. Lo que provocó retrasos en el cumplimiento de las actividades programadas y cambios importantes en gestión general de la mina, entre los más relevantes: reducción de personal operativo, reducción de presupuesto y restricciones en la salida de la unidad; esto generó deficiencias en el área de asuntos ambientales y poco control sobre las operaciones de las plantas en general.

También es importante mencionar que en noviembre del 2017 la Compañía minera Volcan S.A.A. pasó a ser parte de la Multinacional Glencore, lo que ocasionó otros cambios en el corporativo de Volcan, llevando a paralizaciones en los trámites legales del área ambiental y aprobación de proyectos que estaban destinados al mejoramiento de la gestión ambiental de agua y efluente.

4.2. Análisis de las causas de las principales desviaciones

4.2.1. Cumplimiento legal. -

En general se tiene un cumplimiento legal del 63%; para poder hallar los motivos que impidieron tener un mayor cumplimiento, se realizó un análisis de causa – raíz donde se analizaron cada uno de los puntos presentados. (Ver figura 09).

En la Tabla 11 se presenta un resumen de las principales causas del incumplimiento legal en Ticlio durante el 2017.

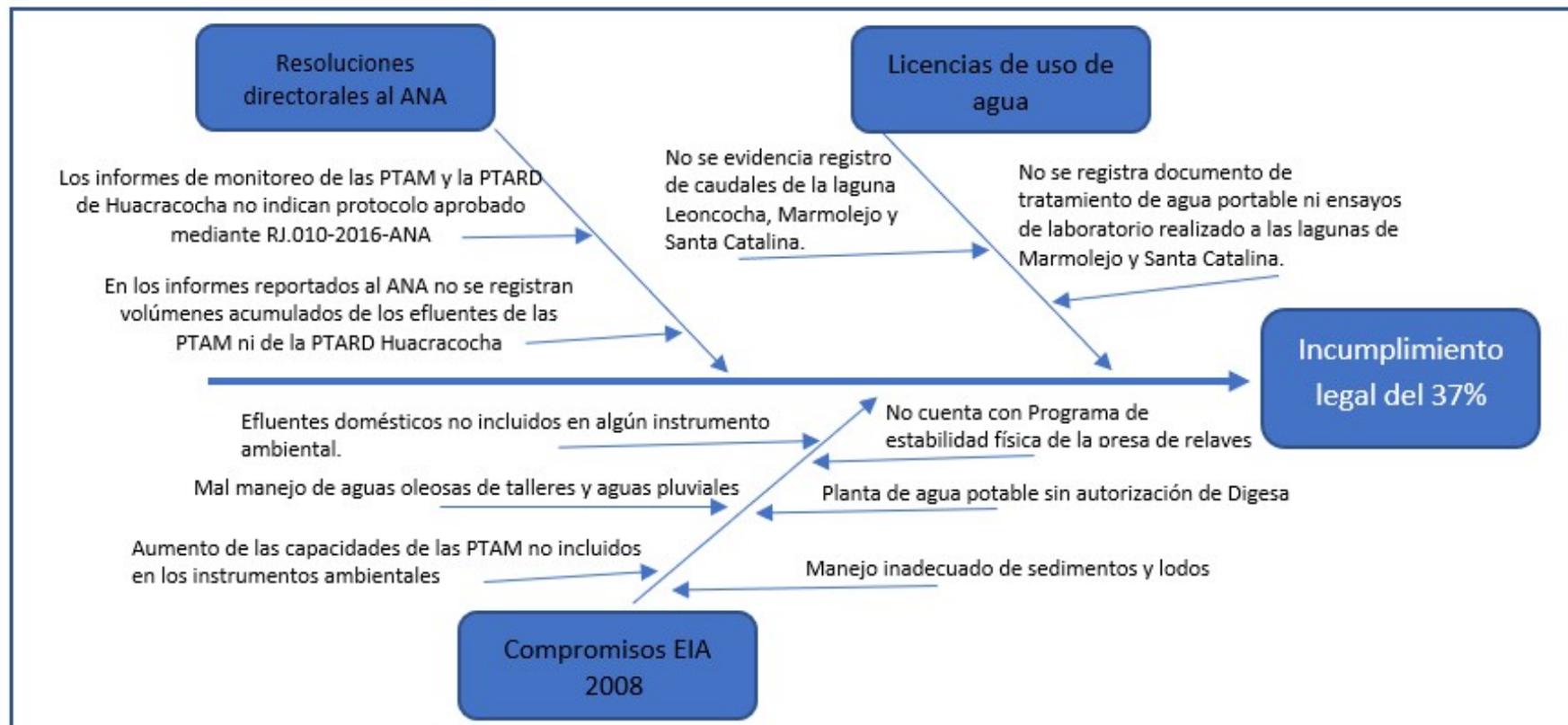


Figura 09: Análisis causa – raíz del Incumplimiento legal en U.E.A. Ticlio 2017

Tabla 11: Resumen de las principales causas del incumplimiento legal en Ticlio durante el 2017

Ítem	Aspecto	Causas directas	Comentarios
1.1	1. Resoluciones directorales al ANA	✓ Los informes de monitoreo de las PTAM y la PTARD de Huacracocha no indican protocolo aprobado mediante RJ.010-2016-ANA	✓ Durante los años 2017-2018, la empresa J. Ramón se encargaba de elaborar los informes que se enviaban a las entidades competentes, las cuales eran revisadas por el área de Asuntos ambientales de Volcan y no se verificó la actualización del protocolo utilizado dentro de los informes.
1.2		✓ En los informes reportados al ANA no se registran volúmenes acumulados de los efluentes de las PTAM ni de la PTARD Huacracocha	✓ Las Estaciones Hidrométricas de las plantas mencionadas se encontraban averiadas debido a las continuas tormentas eléctricas de la zona, ya que no se contaba con un sistema puesta a tierra. Y esto dificultaba el reporte de los volúmenes acumulados porque se necesitaba un equipo calibrado de medición.
2.1	2. Licencias de uso de agua	✓ No se evidencia registro de caudales de la laguna Leoncocha, Marmolejo y Santa Catalina.	✓ Las lagunas mencionadas no contaban con una Estación hidrométrica y tampoco existía personal suficiente en el área para poder realizar la tarea de manera manual. También había restricciones de traslado fuera de la unidad impuestas por el Gerente de operaciones de aquellos años.
2.2		✓ No se registra documento de tratamiento de agua potable ni ensayos de laboratorio realizado a las lagunas de Marmolejo y Santa Catalina.	✓ Hasta el año 2018, no se hacía uso poblacional del agua de las lagunas mencionadas, es por ello que no se cuenta con documento de tratamiento de agua ni ensayos de laboratorio.
3.1	3. Compromisos EIA 2008	✓ Efluentes domésticos no incluidos en algún instrumento ambiental.	✓ Se tiene incluido el PTARD de Huacracocha en el MTD, pero se deberá incluir también en la Modificación del EIA, del mismo modo con la PTARD de Ticlio.
3.2		✓ Mal manejo de aguas oleosas de talleres y aguas pluviales.	✓ No se contaba con trampas de grasa operativos en los talleres, existía poca supervisión y liderazgo por parte del área de Asuntos Ambientales.

... Continuación

Ítem	Aspecto	Causas directas	Comentarios
3.3		✓ Aumento de las capacidades de las PTAM no incluidos en los instrumentos ambientales.	✓ Se tiene incluido en el MTD, pero se deberá incluir también la Modificación del EIA.
3.4		✓ No cuenta con Estudio actual de estabilidad física de la presa de relaves.	✓ Hasta el año 2018 se venía trabajando en el expediente, pero existía demoras en el manejo del presupuesto.
3.5	3. Compromisos EIA 2008	✓ Planta de agua potable sin autorización de Digesa.	✓ A finales del 2017 se incluyó la planta dentro del MTD, el cual deberá ser incluido también en la modificación del EIA, para poder realizar el trámite correspondiente con DIGESA.
3.6		✓ Manejo inadecuado de sedimentos y lodos.	✓ No se realizó los análisis correspondientes a los sedimentos debido a la falta de presupuesto. Se incluyó el depósito de lodos de las plantas en la relavera antigua dentro del MTD. ✓ Falta de presupuesto para la disposición final de los sedimentos y lodos.

FUENTE: Elaboración propia

Con respecto al bajo cumplimiento de las Resoluciones directorales del ANA, existe una deficiencia con los informes de monitoreo y los informes reportados, debido al ineficiente control que hubo en la revisión previa del informe por parte del área de asuntos ambientales, tanto de operaciones como corporativa ya que no se contrastó adecuadamente si los informes tenían la estructura conforme a lo establecido por el ANA.

No se realizó los monitoreos internos sobre la calidad del agua ni caudales utilizados de las lagunas Leoncocha, Marmolejo y Santa Catalina, ya que durante el periodo 2017-2018, sólo se hizo uso de ellas para algunas operaciones de mina. Dichas lagunas cuentan con licencia de agua para uso poblacional vigente (Ver anexo 2).

Con respecto al incumplimiento de los compromisos del EIA las causas se deben principalmente a que la ampliación de la capacidad de las dos (2) plantas de tratamiento de agua de mina y las plantas de tratamiento de agua residual doméstica no se encontraban en ningún instrumento ambiental hasta finales del 2017. A partir del 2018 se inició la gestión para la modificación y/o actualización del EIA que consiste en la inclusión de los componentes citados; también cabe resaltar que la planta de tratamiento de agua potable no estaba incluida en ningún instrumento ambiental por tanto no fue gestionado la autorización ante DIGESA.

4.2.2. Implementación de los RCA (Agua y Efluentes)

De acuerdo con la planificación de las actividades para la implementación de los riesgos críticos ambientales de agua y efluentes, se esperaba un porcentaje de implementación de un 63%, para el año 2017, pero no se logró el objetivo. Para hallar las causas que generaron estas deficiencias se elaboró el diagrama de Ishikawa. (Ver figura 10).

En la Tabla 12 se presenta un resumen y comentarios de las principales causas de las deficiencias durante la implementación de los RCA en el 2017.

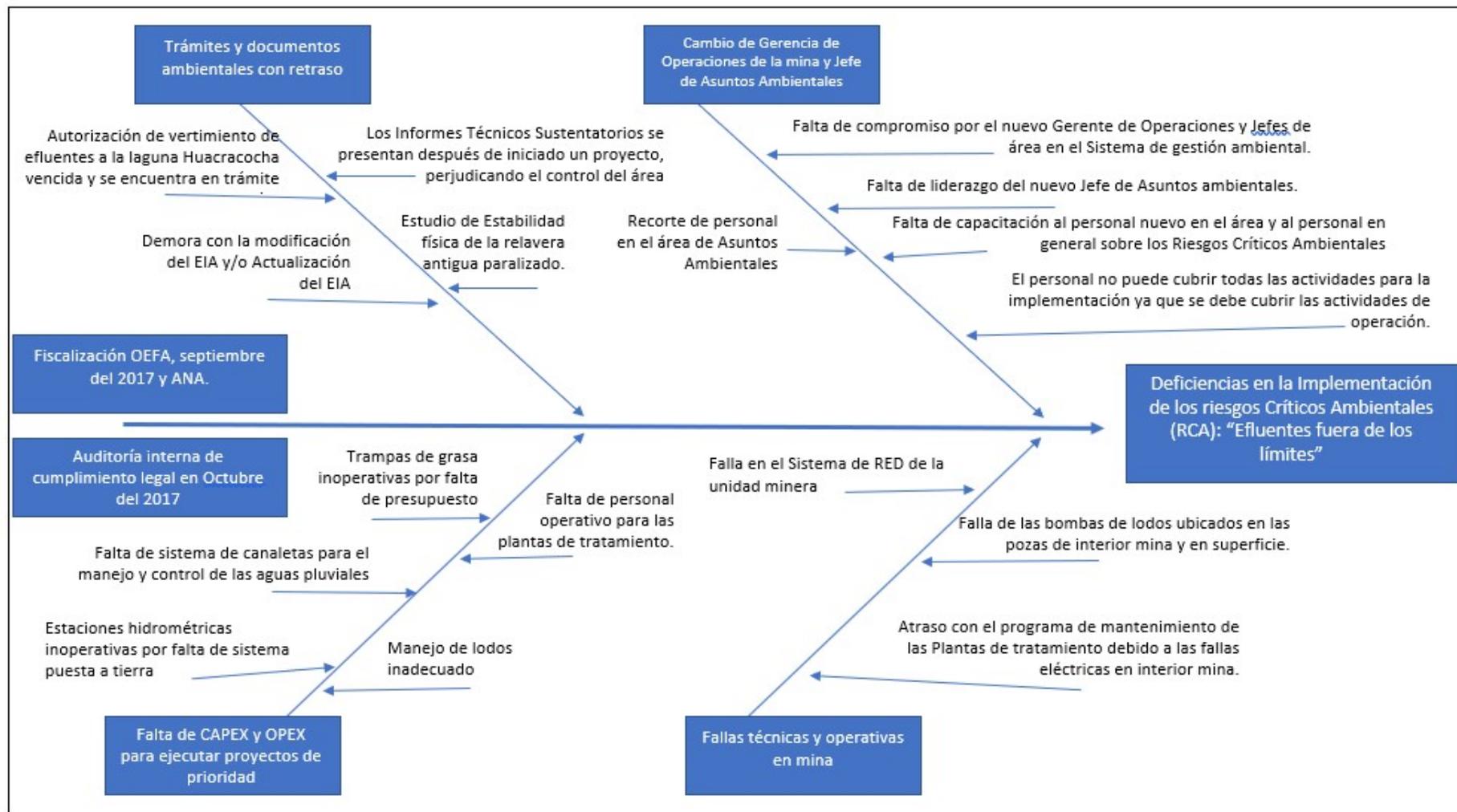


Figura 10: Análisis causa – raíz de las deficiencias en la Implementación de los RCA – 2017

Tabla 12: Resumen de las principales causas de las deficiencias durante la implementación de los RCA en el 2017

Ítem	Aspecto	Causas directas	Comentarios
1.1		✓ Los Informes Técnicos Sustentatorios se presentan después de iniciado un proyecto, perjudicando el control del área	✓ El área de mina iniciaba sus proyectos sin comunicar al área de asuntos ambientales, apoyados por la Gerencia de operaciones de aquel entonces.
1.2	1. Trámites y documentos ambientales con retraso	✓ Estudio de Estabilidad física de la relavera antigua paralizado.	✓ El Estudio fue observado por OSINERGMIN y hasta el momento de este análisis no se ha actualizado tal estudio.
1.4		✓ Autorización de vertimiento de efluentes a la laguna Huacracocha vencida y se encuentra en trámite	✓ No cumplió con el caudal permitido del efluente, lo cual generó que, en la última fiscalización del ANA en el 2017, se revocara la Autorización de vertimiento.
1.5		✓ Demora con la modificación del EIA y/o Actualización del EIA	✓ El área responsable mostraba demoras debido a trámites burocráticos.
2.1		✓ Falta de compromiso por el nuevo Gerente de Operaciones y jefes de área en el Sistema de gestión ambiental.	✓ El cambio de gerencia de operaciones se realizó a mediados de setiembre del 2017, el nuevo Gerente sobreponía la operación y los resultados de su gestión por encima del medio ambiente.
2.2		✓ Falta de liderazgo del nuevo Jefe de Asuntos ambientales.	✓ El nuevo Jefe de Asuntos Ambientales no se mostró firme ante los cumplimientos ambientales de los RCA frente a las demás áreas de la unidad.
2.3	2. Cambio de Gerencia de Operaciones de la mina y Jefe de Asuntos Ambientales	✓ El personal no puede cubrir todas las actividades para la implementación ya que se debe cubrir las actividades de operación.	✓ Se tuvo sólo a un personal responsable de la implementación de los RCA, pero debía asumir la jefatura del área durante su guardia.
2.4		✓ Recorte de personal en el área de Asuntos Ambientales	✓ El área tuvo poco personal, razón por la cual la planta de tratamiento de Huacracocha no contaba con personal en el turno noche, dejando expuesta a la unidad.
2.5		✓ Falta de capacitación al personal nuevo en el área y al personal en general sobre los Riesgos Críticos Ambientales	✓ El 50% del personal del área de AA era nuevo y no recibió inducción sobre los Riesgos Críticos Ambientales ni como implementarlos.
3.1	3. Falta de CAPEX y OPEX para ejecutar proyectos de prioridad	✓ Trampas de grasa inoperativas por falta de presupuesto	✓ El presupuesto asignado al OPEX no era suficiente, motivo por el cual el área de mantenimiento mina se estuvo haciendo cargo de la limpieza de las trampas, pero no cumplían con dicho programa generando la inoperatividad del sistema.

... Continuación

Ítem	Aspecto	Causas directas	Comentarios
3.2		✓ Falta de sistema de canaletas para el manejo y control de las aguas pluviales	✓ Debido a la falta de aprobación del presupuesto no se podía iniciar con las obras civiles.
3.3	3. Falta de CAPEX y OPEX para ejecutar proyectos de prioridad	✓ Estaciones hidrométricas inoperativas por falta de sistema puesta a tierra	✓ Se necesitaba colocar un sistema puesta a tierra en cada punto donde se encuentran las Estaciones y ponerlas operativas nuevamente.
3.4		✓ Falta de personal operativo para las plantas de tratamiento.	✓ No se contaba con el presupuesto de operación necesario para contratar a un nuevo personal y las plantas necesitaban supervisión permanente.
3.5		✓ Manejo de lodos inadecuado	✓ Se necesitaba disponer los lodos en otro lugar y para eso se necesitaba presupuesto para su traslado.
4.1	4. Fallas técnicas y operativas en mina	✓ Falla en el Sistema de RED de la unidad minera	✓ La RED de la mina se caía constantemente debido a las tormentas eléctricas.
4.2		✓ Falla de las bombas de lodos ubicados en las pozas de interior mina y en superficie.	✓ Las bombas de lodos se operaban de manera inadecuada lo cual perjudica su tiempo de vida y se debían cambiar constantemente
4.3		✓ Atraso con el programa de mantenimiento de las Plantas de tratamiento debido a las fallas eléctricas en interior mina.	✓ Cuando existían fallas eléctricas en mina debido a las inundaciones por el agua de profundización, las bombas no funcionan y la planta de tratamiento de Huacracocha colapsaba.
5.1	5. Fiscalización OEFA, septiembre del 2017 y ANA.	✓ Trabajos de levantamiento de observaciones OEFA generó retrasos en la implementación de los RCA.	✓ Se debía priorizar tiempo y presupuesto al levantamiento de observaciones de la OEFA cada vez que había una visita regular porque sólo daban 10 días de plazo antes de remitir su informe.
6.1	6. Auditoría interna de cumplimiento legal 2017	✓ Las actividades y coordinaciones previas a la Auditoría de legales retrasaron la implementación de los RCA	✓ Se debía priorizar la Auditoría de cumplimiento legal porque se recibía visitas externas de auditores y gerentes corporativos.

FUENTE: Elaboración propia

En el riesgo crítico ambiental de agua y efluentes, se esperaba un porcentaje de implementación de un 63%, pero sólo se obtuvo un 53%, debido a las siguientes razones:

- Cambios en la Gerencia de operaciones y Jefatura de asuntos ambientales en setiembre del 2017. Estos cambios generaron modificaciones importantes en la planificación de las actividades proyectadas para ese año.
- La falta de liderazgo del jefe de asuntos ambientales, el recorte de personal operativo, poca capacidad de gestión de los supervisores ambientales y la falta de presupuesto en el área de asuntos ambientales.
- Fallas técnicas en interior mina con respecto al sistema de bombeo, trampas de grasa inoperativas, falta de mantenimiento a las estaciones hidrométricas y manejo inadecuado de los lodos.

4.2.3. Indicadores ambientales de Agua y Efluentes:

Para establecer una propuesta de mejora de los indicadores ambientales de agua y efluentes, se realizó el análisis causa – raíz de todas las deficiencias encontradas para los indicadores que se manejaban en la mina durante el periodo 2017 -2018. (Ver figura 11).

En la Tabla 13 se presenta un resumen de las principales causas de las deficiencias de los indicadores ambientales de la gestión de agua y manejo efluentes en el periodo 2017 – 2018.

Tabla 13: Resumen de las principales causas de las deficiencias de los indicadores ambientales de la gestión de agua y efluentes en el 2017 – 2018

Ítem	Aspecto	Causas directas	Comentarios
1.1		✓ Se pierde mucho tiempo al realizar las mediciones del nivel de las lagunas de manera diaria.	✓ Para realizar las mediciones diarias del nivel de las lagunas con respecto al punto de desborde a la carretera, se debe salir de la unidad a un punto no tan cercano, perdiendo casi toda la mañana para luego meter los datos a un Excel, procesarlos y poder enviarlos mediante correo a Lima.
1.2	1. Issues & Top	✓ Dentro de este punto se encuentra un tema importante que es el de la Laguna Huacracocha y Churuca 1, para la prevención de un posible desborde.	✓ Se viene trabajando en el Plan Huacracocha en coordinación con los demás responsables y en conjunto con las autoridades. Uno de los acuerdos importantes es el monitoreo diario del nivel de las lagunas.
1.3		✓ El sistema de medición del nivel de desborde de las lagunas es deficiente y tiene cierto grado de error porque depende de la vista e interpretación de la persona que lo mida.	✓ Se han instalado dos reglas de madera en la Laguna Huacracocha en el punto de reboce hacia Churuca 1, y la otra regla en el punto más bajo cerca de la carretera central de la Laguna Churuca 1, pero ambas reglas son de madera y no se encuentran alineadas correctamente.
2.1	2. Permisos y autorizaciones	✓ Se presenta el Estatus de los trámites de las autorizaciones de vertimientos y permisos que tienden a ser largos, no es representativo como indicador.	✓ El área de Permisos y autorizaciones ambientales de la Gerencia corporativa de Lima, junto con el área Legal se encargan de ver el tema de permisos y autorizaciones, por tal motivo no se consideraba un indicador representativo para operaciones, porque eran remitidos precisamente a la Gerencia corporativa de Asuntos Ambientales.
3.1	3. Fiscalizaciones OEFA	✓ No genera desviaciones para la gestión de agua y efluentes.	✓ Las visitas regulares ocurrían por lo general una vez al año. Y era de vital importancia realizar el seguimiento al levantamiento de las observaciones realizadas.
4.1	4. Accidentes o incidentes medio ambientales	✓ No genera desviaciones para la gestión de agua y efluentes	✓ No se reportaban accidentes con respecto a agua y efluentes comúnmente en la unidad, pero cuando ocurrían se les da el seguimiento correspondiente a las acciones correctivas hasta el cierre de la investigación.

... Continuación

Ítem	Aspecto	Causas directas	Comentarios
5.1	5. Resultados de monitoreos ambientales	✓ Sólo se presenta los resultados de la calidad de agua de los efluentes de la Planta de Huacracocha y no de San Nicolas.	✓ Sólo se consideraba la presentación de los indicadores de monitoreo la calidad del agua del efluente de Huacracocha porque se encuentra en riesgo y no contaba con autorización vigente.
5.2		✓ Formatos inadecuados para la presentación de los indicadores de monitoreo. No hay seguimiento al Plan de acción.	✓ El formato de presentación semanal era un power point donde sólo se coloca un semáforo y se presentaba el cuadro detallado de los resultados desfavorables. Se colocaba las causas y un plan de acción, pero no se hacía seguimiento al cumplimiento.
6.1	6. Implementación de los RCA	✓ Personal insuficiente para la implementación de los RCA dentro de la unidad.	✓ Sólo se contaba con una persona para encargarse de la implementación de los requisitos de cada Estándar.
6.2		✓ Plan de implementación de los RCA para la Unidad Ticlio que no se adecúa a la realidad de la mina y de sus componentes.	✓ Dentro del plan de implementación se definió porcentajes esperados para el 2017 por cada riesgo crítico existente, sin considerar que cada mina es distinta y en cada mina va a variar el peso y prioridad de cada riesgo crítico.
6.3		✓ Formatos inadecuados para la presentación del avance de implementación de los RCA.	✓ Dentro de la presentación semanal se debía enviar el avance de implementación en un formato donde el supervisor redactaba las actividades realizadas y colocaba el avance según su criterio, pero no se evidenciaba un cálculo real de avance en base a una planificación.

FUENTE: Elaboración propia

Los indicadores que se manejaban en la U.E.A. Ticlio para la gestión de agua y efluentes durante el periodo 2017 fueron los siguientes: Issues & Top, permisos y autorizaciones, fiscalizaciones de OEFA, accidentes ambientales, monitoreos ambientales y RCA de agua y efluentes. De los cuales se presentan deficiencias en cuatro (4) de ellos:

- En Issues & Top se debe monitorear los niveles de las lagunas Huacracocha y Churruca 1, para evitar el desborde de estas. Pero el sistema de medición que se implementó es muy básico ya que se colocó una regla en una zona accesible dentro de cada laguna para poder visualizar el nivel a la que se encuentran con respecto al nivel más bajo de la carretera central; y los resultados de estas mediciones están sometidas a un grado de error porque dependen de la vista e interpretación del observador.
- En permisos y autorizaciones los reportes que se realizan con respecto al estatus de los trámites dependen directamente del área legal del corporativo, y éstos suelen demorar mucho tiempo en dar una respuesta.
- En los monitoreos ambientales sólo se reporta los resultados de la calidad del agua de los informes enviados mensual y trimestralmente al ente rector. No se reporta los resultados de los monitoreos internos realizados a los efluentes de las plantas de tratamiento.
- En el reporte de los RCA de agua y efluentes se utilizan formatos que no se adecúan a la realidad ambiental de la U.E.A. Ticlio. Y las metas proyectadas durante el año tampoco se adecúan a la realidad de la gestión ambiental de la mina.
- No se cuenta con un programa o formato estandarizado para el reporte y seguimiento de los indicadores ambientales.
- Se debe implementar dos (2) indicadores más para medir la eficiencia de las plantas de tratamiento y para controlar el agua que se consume diariamente en la unidad.

4.3. Propuesta de mejora para la gestión de aguas y manejo de efluentes en la U.E.A. Ticlio – Volcan

En base a los resultados obtenidos en el análisis anterior se designaron planes de acción para abordar cada una de las deficiencias identificadas en las actividades críticas de la gestión de agua y efluentes en la U.E.A. Ticlio.

Para ello se elaboraron tres (3) tablas donde se indican los planes de acción para el cumplimiento legal (ver tabla 14), para mejorar el desempeño de los RCA de agua y efluentes (ver tabla 15) y para mejorar los indicadores ambientales de agua y efluentes (ver tabla 16).

La descripción de la propuesta de mejora para la gestión de aguas y efluentes de la U.E.A. Ticlio se encuentra detallada en el anexo 7. Esta propuesta se considera que puede ser vigente hasta la actualidad debido a que según la información obtenida por la página de OEFA, donde se mencionan a las empresas infractoras que han sido sancionadas, se visualiza a la U.E.A. Ticlio ha sido sancionada recientemente por un tema de manejo de efluentes precisamente con una multa de más de 209 UIT.

Además, según la información pública del portal de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), en enero del 2022 fue emitida la Resolución N° 0018-2022-ANA-TNRCH, donde se declara infundado el recurso de apelación formulado por Volcan Compañía Minera S.A.A. para la renovación (o prórroga) de autorización de vertimiento de aguas residuales industriales tratadas hacia la laguna Huacracocha, proveniente de la bocamina Huacracocha en la U.E.A. Ticlio.

Tabla 14: Plan de mejora para el cumplimiento legal en Ticlio

Ítem	Aspecto	Causas directas	Acciones de mejora	Responsable	Indicadores	Nivel de prioridad
1.1	1. Resoluciones directorales al ANA	✓ Los informes de monitoreo de las PTAM y la PTARD de Huacracocha no indican protocolo aprobado mediante RJ.010-2016-ANA	✓ Se incluirá en el informe de monitoreo el protocolo aprobado mediante la R.J. 010-2016-ANA, y se realizará una Actualización del Plan de Monitoreo de la Unidad. Los filtros para la revisión del informe previo al envío deben ser más estrictos. La empresa J. Ramón debe cumplir con las exigencias normativas y los Estándares de la mina, es por ello que se realizará una evaluación de desempeño de este proveedor y se verificará que se encuentre alineados a los Estándares del RCA.	Jefe de Asuntos Ambientales	Nº de observaciones por ítem del informe/ítem del informe de monitoreo	ALTA
1.2		✓ En los informes reportados al ANA no se registran volúmenes acumulados de los efluentes de las PTAM ni de la PTARD Huacracocha	✓ Una vez que se haya concluido con el proceso de renovación de la Autorización de vertimiento se incluirá nuevamente dentro de los Informes reportados al ANA los volúmenes acumulados mensualmente de los efluentes de las Planta de tratamiento de agua de mina y las Plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas. Los filtros para la revisión del informe previo al envío deben ser más estrictos.	Jefe de A.A. / Gerente de operaciones / Área Legal	Vol. acumulados del efluente PTAM Huacracocha y Vol. acumulado de la PTARD Huacracocha	ALTA
2.1	2. Licencias de uso de agua	✓ No se evidencia registro de caudales de la laguna, Marmolejo y Santa Catalina.	✓ Se debe implementar Estaciones hidrométricas en los puntos de captación de agua. Se debe tener un registro de los caudales que se usen para la operación, ya que es un dato importante para el balance de aguas de la Unidad.	Jefe de Asuntos Ambientales	Porcentaje de avance según cronograma de implementación aprobado	ALTA
2.2		✓ No se realizó monitoreo a la calidad del agua de las lagunas de Marmolejo y Santa Catalina.	✓ Las lagunas Marmolejo y Santa Catalina son monitoreadas como cuerpo receptor según lo mencionado en el EIA, 2008. No se tiene documento de tratamiento de agua potable porque no se le está dando ese uso actualmente. Sin embargo, a modo de prueba se harán ensayos de Laboratorio para determinar algún tipo de sistema de potabilización que se pueda aplicar en un futuro.	Jefe de Asuntos Ambientales		REGULAR
3.1	3. Compromisos EIA 2008	✓ Efluentes domésticos no incluidos en algún instrumento ambiental.	✓ En la próxima modificación del EIA y/o Actualización del mismo se debe incluir la Planta de Tratamiento de aguas residuales domésticas (PTARD Ticlio).	Jefe de Asuntos Ambientales		ALTA
3.2		✓ Mal manejo de aguas oleosas de talleres y aguas pluviales.	✓ Se debe incluir dentro del OPEX el mantenimiento de las Trampas de grasa de la mina, ya que afecta directamente la calidad del efluente de la Planta de Tratamiento de agua de mina de Huacracocha.	Jefe de Asuntos Ambientales	Resultados de monitoreo interno de efluentes	ALTA
3.3		✓ Aumento de las capacidades de las PTAM no incluidos en los instrumentos ambientales.	✓ En la próxima modificación del EIA y/o Actualización del mismo se debe incluir la ampliación de la Planta de Tratamiento de aguas de minas. (PTAM Ticlio y Huacracocha).	Jefe de A.A. / Gerente de operaciones	% de avance de Matriz de cumplimiento legal	ALTA
3.4		✓ No cuenta con Programa de estabilidad física de la presa de relaves.	✓ Se debe poner como prioridad en el CAPEX el Estudio de Estabilidad Física y Química de la Relavera antigua para lodos.	Jefe de A.A. / Gerente de operaciones	% de avance de Matriz de cumplimiento legal	ALTA
3.5		✓ Planta de agua potable sin autorización de Digesa.	✓ Aunque el MTD ya fue aprobado donde está incluido el componente, se debe considerar también en la próxima Actualización del EIA. Se debe poner como prioridad realizar el trámite correspondiente con Digesa para obtener la Autorización sanitaria.	Jefe de A.A. / Área legal	% de avance de Matriz de cumplimiento legal	REGULAR
3.6		✓ Manejo inadecuado de sedimentos y lodos.	✓ Se debe realizar el análisis a los sedimentos de las Plantas de tratamiento de agua de mina para determinar la mejor alternativa para su disposición final.	Jefe de A.A.	Resultados de análisis de la muestra	MEDIA

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 15: Plan de mejora para la Implementación de RCA “Agua y Efluentes” Ticlio

Ítem	Aspecto	Causas directas	Acciones de mejora	Responsable	Indicadores	Nivel de prioridad
1.1		✓ Presentación tardía de los informes técnicos sustentatorios, perjudicando el control del área.	✓ El Gerente de operaciones junto al jefe de asuntos ambientales de la unidad debe comunicar el proceso que se debe seguir para iniciar un nuevo proyecto, siguiendo el "Estándar de nuevos proyectos" a través de un flujograma que debe estar implementado en todas las áreas de la unidad. Se debe establecer sanciones y hacerlas efectivas en el caso de incumplimiento por parte de los responsables de área.	Jefe de A.A. / Gerente de operaciones	Seguimiento en el Formato de Registro de Nuevos Proyectos	ALTA
1.2	1. Trámites y documentos ambientales con retraso	✓ Estudio de Estabilidad física de la relavera antigua paralizado.	✓ Se debe poner como prioridad en el CAPEX el estudio de estabilidad física y química de la relavera antigua para lodos.	Jefe de A.A. / Gerente de operaciones	Matriz de cumplimiento legal, medido mensualmente	ALTA
1.4		✓ Autorización de vertimiento de efluentes a la laguna Huacracocha vencida y se encuentra en trámite	✓ Actualmente se tiene ya el MTD ya aprobado, donde se incluyen ambas plantas de tratamiento de agua de mina: Huacracocha (250 l/seg.) y Ticlio (400 l/seg.). Se debe incluir también en la actualización y/o modificación del EIA. Por otro lado, se debe evaluar otras alternativas, para el efluente de la planta Huacracocha, ya que, la autorización de vertimiento ha sido nuevamente revocada por el ANA y según el estudio hidrogeológico de Ticlio, el agua de profundización llegará a 650 l/seg y no se podrá bombear todo a la planta de Ticlio.	Jefe de A.A. / Gerente de operaciones	Matriz de implementación de RCA - Agua y efluentes Ticlio	ALTA
2.1		✓ Falta de compromiso por el nuevo Gerente de Operaciones y jefes de área en el Sistema de gestión ambiental.	✓ Se debe presentar nuevamente los objetivos y metas de los RCA y también realizar nuevamente el nombramiento oficial de los guardianes de cada riesgo, quienes deben liderar la implementación en la unidad de los estándares referidos a ese riesgo crítico. Todo debe ser reforzado por el gerente de operaciones de la unidad, quien debe dar toda su confianza y respaldo al área de asuntos ambientales para llevar con éxito la implementación.	Jefe de A.A. / Gerente de operaciones	Nº de trabajadores que conocen los objetivos y metas de los RCA	ALTA
2.2		✓ Falta de liderazgo del nuevo Jefe de Asuntos ambientales.	✓ Definir la eficiencia, eficacia y compromiso que se debe tener con el sistema de riesgos críticos ambientales, se debe difundir esta información junto con los objetivos y metas.	Jefe de A.A. / Gerente de operaciones	Nº de trabajadores que conocen los objetivos y metas de los RCA	ALTA
2.3	2. Cambio de Gerencia de Operaciones de la mina y Jefe de Asuntos Ambientales	✓ El personal no puede cubrir todas las actividades para la implementación ya que se debe cubrir las actividades de operación.	✓ Para completar la implementación de los riesgos críticos ambientales se debe tener por lo menos a dos personas que puedan hacerse responsable cada uno en su guardia, para poder ejecutar las actividades programadas y delegar algunas funciones al personal a cargo en su guardia, para ello todos deben ser capacitados previamente.	Jefe de A.A./ Gerente de operaciones	% de Avance mensual de implementación de los RCA	REGULAR
2.4		✓ Recorte de personal en el área de Asuntos Ambientales	✓ Se debe estructurar el área de asuntos ambientales, definiendo al personal idóneo para garantizar la correcta operación de las plantas. Así mismo se debe tener en cuenta la cantidad de personal para cubrir las guardias para garantizar una buena gestión en medio ambiente.	Jefe de A.A / Gerente de operaciones	% de Avance mensual de implementación de los RCA	ALTA
2.5		✓ Falta de capacitación al personal nuevo y antiguo sobre los Riesgos Críticos Ambientales	✓ Dentro del programa anual de capacitaciones se debe colocar en primer lugar la capacitación sobre los riesgos críticos ambientales y como implementarlos, y esta debe ser dictada por una persona del área corporativa de asuntos ambientales de Volcan.	Jefe de A.A. / Gerencia de operaciones	Nº de trabajadores que conocen los objetivos y metas de los RCA	REGULAR

... Continuación

Ítem	Aspecto	✓ Causas directas	✓ Acciones de mejora	Responsable	Indicadores	Nivel de prioridad
3.1	3. Falta de CAPEX y OPEX para ejecutar proyectos de prioridad	✓ Trampas de grasa inoperativas por falta de presupuesto	✓ Se debe incluir dentro del OPEX el mantenimiento de las trampas de grasa de la mina, ya que afecta directamente la calidad del efluente de la planta de tratamiento de agua de mina de Huacracocha.	Jefe de Asuntos Ambientales	Resultados de monitoreo interno de efluentes	ALTA
3.2		✓ Falta de sistema de canaletas para el manejo y control de las aguas pluviales	✓ Se debe elaborar un plan de trabajo para continuar con el tramo que falta en la zona de Huacracocha para poder completar las canaletas para el manejo de agua de no contacto.	Jefe de Asuntos Ambientales	% de Avance mensual de implementación de los RCA	REGULAR
3.3		✓ Estaciones hidrométricas inoperativas por falta de sistema puesta a tierra	✓ Coordinar con él área de mantenimiento eléctrico para colocar el sistema puesta a tierra en todos los puntos donde se encuentran las estaciones hidrométricas. Posteriormente se debe revisar el funcionamiento y calibración de los equipos con el mismo proveedor.	Jefe de A.A. / Gerente de operaciones	% de Avance mensual de implementación de los RCA	ALTA
3.4		✓ Falta de personal operativo para las plantas de tratamiento.	✓ Se debe estructurar el área de asuntos ambientales, definiendo al personal idóneo para garantizar la correcta operación de las plantas. Así mismo se debe tener en cuenta la cantidad de personal para cubrir las guardias para garantizar una buena gestión en medio ambiente.	Jefe de A.A. / Gerente de operaciones	% de Avance mensual de implementación de los RCA	ALTA
3.5		✓ Manejo de lodos inadecuado	✓ Se debe mejorar la infraestructura de la poza de secado de lodos, ya que actualmente se tiene una sola poza pequeña en la zona de Huacracocha, se puede hacer uso de tubos de geotextil como tratamiento de deshidratación de lodos de mina, ya que reduce sustancialmente el tiempo de deshidratación y puede ser evacuado en menos tiempo y es excelente para ahorrar espacio.	Jefe de A.A. / Gerente de operaciones	% de Avance mensual de implementación de los RCA	REGULAR
4.1	4. Fallas técnicas y operativas en mina	✓ Falla en la RED de la unidad minera	✓ Se debe implementar un área de TI o soporte técnico dentro de la unidad para que se garantice el normal funcionamiento de la RED de Volcan. Se debe instalar mayor cantidad de pararrayos debido a las constantes tormentas eléctricas.	Gerente de operaciones		ALTA
4.2		✓ Falla de las bombas de lodos ubicados en las pozas de interior mina y en superficie.	✓ Se debe realizar una capacitación a todo el personal de Servicios mina y operadores de plantas de tratamiento para que puedan manipular adecuadamente las bombas. Mayor supervisión de parte de la empresa que opera las bombas.	Jefe de A.A. / jefe de mantenimiento	Nº de trabajadores capacitados/Nº de trabajadores de ambas áreas.	REGULAR
4.3		✓ Atraso con el programa de mantenimiento de las Plantas de tratamiento	✓ Se debe contratar a más ingenieros eléctricos ya que la mina tiene instalado más de 50 bombas y constantemente se generan fallas eléctricas y éstas dejan de funcionar perjudicando la operación de las plantas de tratamiento de agua de mina y generando que la limpieza de las pozas sea postergada.	Jefe de A.A. / Gerencia de operaciones	% Cumplimiento del programa de mantenimiento de pozas.	REGULAR
5.1	5. Fiscalización OEFA, septiembre del 2017 y ANA.	✓ Trabajos de levantamiento de observaciones OEFA generó retrasos en la implementación de los RCA.	✓ En setiembre del 2017 se tuvo una fiscalización inopinada de OEFA durante 7 días seguidos, y al octavo llegó el ANA. Cuando ocurra este tipo de situaciones se debe considerar reprogramar las Auditorías que se tienen programadas, ya que estas visitas inopinadas generan retrasos.	Jefe de A.A./ Gerencia corporativa de A.A.	% de Avance mensual de implementación de los RCA	MEDIA
6.1	6. Auditoría interna de legales en octubre del 2017	✓ Las actividades previas a la Auditoría de legales retrasaron la implementación de los RCA	✓ Se debe programar las Auditorías con un margen de tiempo entre ellas que permita prepararse mejor a cada unidad, en el 2017 la Auditoría de cumplimiento legal fue en octubre (fines) y la Auditoría de RCA se programó para los primeros días de diciembre, prácticamente dejando sólo un mes entre estas dos.	Jefe de A.A./ Gerencia corporativa de A.A.	% de Avance mensual de implementación de los RCA	MEDIA

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 16: Plan de mejora para los Indicadores ambientales de agua y efluentes

Ítem	Aspecto	Causas directas	Acciones de mejora	Responsable	Indicadores	Nivel de prioridad
1.1	1. Issues & Top	✓ Medición del nivel de la laguna está sujeto a errores porque depende del ojo del observador.	✓ Instalar un sensor automático para monitoreo de laguna en la parte de reboce de Huacracocha a Churruca 1 y otro en Churruca 1, la ventaja es que se ahorraría mucho tiempo y dinero, ya que el traslado diario genera un costo de operación. Y otra alternativa es mejorar los sistemas de medición instalados en cada una de estas dos lagunas.	Jefe de Asuntos Ambientales	Tiempo de traslado hacia las lagunas	ALTA
1.2		✓ Dentro de este punto se encuentra un tema importante que es el de la Laguna Huacracocha y Churruca 1, para la prevención de un posible desborde.	✓ En el plan Huacracocha se venía trabajando con la instalación de 2 líneas de 3 tuberías de 4" que, con ayuda de 3 bombas instaladas, iban a evacuar el agua de la Laguna Huacracocha hasta la cabecera de la laguna Huascacocha (100 l/s), y se pensaba instalar una línea más de 3 tuberías de 4" (50 l/seg). Así mismo en la segunda etapa se realizará la evacuación de Churruca 2 hacia el canal de coronación de Chinalco por sifoneo a través de 18 tuberías de 4" (270 l/seg.). Todo este esfuerzo tiene el objetivo de mantener los niveles de las lagunas por debajo de los niveles de alerta, sobre todo para la época de lluvias.	Gerencia de operaciones	Monitoreo del nivel de las lagunas Huacracocha y Churruca 1	ALTA
2.1	2. Permisos y autorizaciones	✓ No se considera un indicador representativo para operaciones, ya que es controlado por el área corporativa.	✓ El indicador en este punto se debe enfocar en conocer qué puntos tienen autorizaciones de vertimiento y uso de agua, conocer su duración y vigencia para poder alertar al área corporativa que se encarga de la tramitación de esos documentos.	Jefe de A.A./ Gerencia corporativa de A.A.	Autorizaciones vigentes y Licencias de uso de agua	ALTA
3.1	3. Fiscalizaciones OEFA	✓ No es relevante para la gestión de agua y efluentes	✓ Se debe elaborar un formato donde se registre el plan de acción frente a una desviación hallada, y darle el seguimiento necesario del avance según el cronograma o el plazo establecido por el ente rector.	Jefe de A.A./ Gerencia corporativa de A.A.	% de avance según plan de acción a tomar frente al hallazgo	ALTA
4.1	4. Accidentes o incidentes medio ambientales	✓ No es relevante para la gestión de agua y efluentes	✓ Se debe elaborar un formato donde se registre el plan de acción frente a un evento no deseado o una desviación hallada, y darle el seguimiento necesario del avance según el cronograma o el plazo establecido en el documento.	Jefe de A.A./ Gerencia corporativa de A.A.	% de avance según plan de acción a tomar frente al evento	ALTA
5.1	5. Resultados de monitoreos ambientales	✓ Sólo se presenta los resultados de la calidad de agua de los efluentes de la Planta de Huacracocha y no de San Nicolas.	✓ En la presentación de los indicadores ambientales de agua y efluentes se debe presentar no sólo la calidad del agua del efluente de ambas plantas de tratamiento de agua de mina, sino también de los afluentes para que se pueda apreciar la eficiencia de remoción de ambas plantas.	Jefe de A.A./ Gerencia corporativa de A.A.	% de eficiencia de remoción de metales de ambas plantas	ALTA
5.2		✓ Formatos inadecuados para la presentación de los indicadores de monitoreo. No hay seguimiento al Plan de acción.	✓ Los resultados de monitoreo a presentar deben estar colocados en un cuadro que permita visualizar los resultados en comparación con los LMP y los ECAS. Realizar el seguimiento a las acciones correctivas para las desviaciones halladas.	Jefe de A.A./ Gerencia corporativa de A.A.	Resultados de los monitoreos ambientales de agua y efluentes	MEDIA
6.1	6. Implementación de los RCA	✓ Personal insuficiente para la implementación de los RCA dentro de la unidad.	✓ Para completar la implementación de los riesgos críticos ambientales se debe tener por lo menos a dos personas que puedan hacerse responsable cada uno en su guardia, para poder ejecutar las actividades programadas y delegar algunas funciones al personal a cargo en su guardia, para ello todos deben ser capacitados previamente.	Jefe de A.A./ Gerente de operaciones	% de Avance de implementación de los RCA	REGULAR
6.2		✓ Plan de implementación de los RCA 2017 para la Unidad Ticlio no se adecúa a la realidad de la mina y sus componentes.	✓ El plan de implementación de los RCA que se presenta cada año debe ser elaborado por cada unidad minera ya que todas tienen realidades diferentes, y es el personal de operaciones quienes deben definir la prioridad que le dan a cada riesgo crítico, para poder alcanzar la meta de implementación.	Jefe de A.A./ Gerente de operaciones	% de Avance de implementación de los RCA	ALTA
6.3		✓ Formatos inadecuados para el avance de los RCA.	✓ Se debe presentar la matriz en excel donde se pueda subir las evidencias de avance y cumplimiento programados mensualmente.	Jefe de A.A./ GO	% de Avance de los RCA	REGULAR

FUENTE: Elaboración propia

V. CONCLUSIONES

- De acuerdo con el resultado obtenido en el diagnóstico inicial para el periodo 2017 – 2018, se concluye que la U.E.A. Ticlio puede considerarse como una empresa infractora en el tema ambiental por el bajo cumplimiento de los requisitos legales (63%), y bajo desempeño de los riesgos críticos ambientales que involucra agua y efluentes de la unidad (53%).
- Se considera baja la capacidad de gestión del área de asuntos ambientales, ya que no se tiene una adecuada planificación de las actividades, falta de liderazgo del jefe del área, mala organización y control sobre la operación que genera las desviaciones. Bajo compromiso por parte de la gerencia de operaciones de la mina, poco presupuesto que se le otorga al área, falta de infraestructura e insumos para las cinco (5) plantas de tratamiento.
- Se elaboró una propuesta que permitirá mejorar el desempeño de la gestión y los indicadores ambientales de agua y efluentes, mediante la optimización de los sistemas de medición de los niveles de las lagunas, la introducción de nuevos parámetros como la calidad de agua de los afluentes a las plantas, la eficiencia de remoción de las mismas, y realizar un continuo seguimiento a las acciones correctivas que ayuden a controlar los principales factores que ponen en riesgo a la unidad, y afectan el medio ambiente.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda poner en marcha la Propuesta de mejora de la gestión de agua y manejo de efluentes de la U.E.A. Ticlio, conjuntamente integrado al plan estratégico de la unidad para que puedan unirse y poder lograr que las demás áreas se involucren con las acciones de mejora.
- Se recomienda volver a realizar un diagnóstico situacional del cumplimiento legal del área de Asuntos ambientales para poder tener un panorama más actualizado de la situación real ya que este estudio se realizó en base a la documentación de los años 2017 -2018.
- Se recomienda complementar el estudio con una propuesta de mejora para el manejo de aguas subterráneas y sedimentos, ya que en el presente estudio no se consideró ese aspecto.
- Es importante considerar un estudio a mayor detalle sobre las alternativas de las propuestas de inversión con respecto a las plantas de tratamiento, ya que es muy probable que no se pueda obtener nuevamente la autorización de vertimiento industrial en la Laguna Huacracocho, mientras no se obtenga la aprobación de un instrumento ambiental que lo contemple.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, A. E. (2013). Gestión del agua y minería en el Perú: manejo del agua en operaciones mineras e intervenciones en la cuenca. *Revista Geográfica*, 31-46.
- Aquino, L., y Villena, L. A. (2017). *Propuesta de mejora en los procesos de producción y medio ambiente para reducir los costos operativos de la empresa curtiduría Orión S.A.C.* Trujillo.
- Aquino, P. (2017). *Calidad del Agua en el Perú: Retos y aportes para una gestión sostenible.* Lima: Derecho, ambiente y recursos naturales (DAR).
- Cajahuaman, A. A. (2022). *Herramientas de gestión y riesgos críticos ambientales en las operaciones mineras de la Compañía Minera Volcán S.A.C.* Cerro de Pasco.
- Compañía Minera Volcan. (2008). *Estudio de Impacto ambiental (EIA) de la UEA Ticlio - Volcan.* Lima.
- Compañía minera Volcan (2012). *Plan integral para la implementación de LMP de descarga de efluentes minero-metalúrgicos y adecuación a los ECA para agua - U.E.A. Ticlio.* Cap. IV, VI y VIII.
- Diaz, M. F. (2020). *"Plan de mejoramiento del sistema de gestión ambiental para Especiales Cóndor S.A."*. Bogotá.
- Dourojeanni, A. (2002). *"Gestión del agua a nivel de cuencas: Teoría y práctica"*.
- Geo tutoriales. (03 de 03 de 2017). *Gestion de operaciones.* Obtenido de Blog sobre la Gestión e Investigación de Operaciones con tutoriales y ejercicios resueltos.: <https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>

- Gomez, J., & Roldán, M. (2021). *Propuesta de implementación del sistema de gestión ambiental basada en la norma ISO 14001:2015 para mejorar el desempeño ambiental en la empresa Limagas Natural Perú S.A. - Planta Lurín*. Lima.
- Huamán L., J. M. (2022). *Diagnóstico del sistema gestión ambiental ISO 14001:2015 en la empresa DLT A Ingenieros S.R.L. para una propuesta de mejora – Ayacucho 2021*.
- MINAM. (2005). *Ley N°28611 "Ley general del ambiente"*. Lima.
- MINAM. (2010). *Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM. Límites máximos permisibles para la descarga de efluentes líquidos de actividades*. Lima.
- MINAM. (2017). *D.S. N° 004-2017 - MINAM "Estándares de la Calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias"*. Lima.
- Ministerio de agricultura y riesgo. (03 de 31 de 2009). *Ley de Recursos Hídricos. El peruano*.
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2005). *D.S. N° 023-2005-VIVIENDA Reglamento de la Ley N° 26338 "Ley general de servicios de saneamiento"*. Lima.
- Moreno, Y. P. (15 de 01 de 2022). *Gerencie.com*. Obtenido de Gerencie.com: <https://www.gerencie.com/ciclo-phva.html>
- Organismo de evaluación y fiscalización ambiental (OEFA). (2014). *FISCALIZACIÓN AMBIENTAL EN AGUAS RESIDUALES*. Lima.
- Reyes Gutierrez, S. Y. (2020). *"Políticas de gobierno corporativo en la gestión del agua como herramienta para prevenir conflictos sociales mineros asociados al agua: casos Cerro Verde y Quellaveco"*. Lima.
- Tello, A. G. (2021). *Propuesta de mejora de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo de una empresa contratista minera*. Lima.
- Volcan Compañía minera . (2016). *Estándar de gestión de agua y efluentes líquidos*. Lima.

- Volcan Compañía minera . (2017). *Programa de monitoreo y medición 2017*.
- Volcan Compañía Minera. (2016a). *"Estudio hidrogeológico de profundización de mina Ticlio y Plan de manejo de aguas"*. Lima.
- Volcan compañía minera. (2016b). *Memoria descriptiva de la planta de tratamiento de agua de mina Ticlio*.
- Volcan compañía minera. (2016c). *Memoria descriptiva de planta de tratamiento de aguas de mina Huacracocha*.
- Volcan Compañía Minera. (2017a). *Memoria Técnica Detallada Ticlio*. Lima.
- Volcan Compañía minera. (2017b). *Plan de contingencias interna para controlar el incremento de agua en la Laguna Huacracocha*.
- Wes & Volcan Compañía minera. (2015). *Estudio batimétrico de la laguna Huacracocha*. Lima.

VIII. ANEXOS

Anexo 01

Límites máximos permisibles (LMP) y Estándares de calidad ambiental (ECA)

1. Límites máximos permisibles (LMP):

Aprueban límites máximos permisibles para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero – metalúrgicas de acuerdo DECRETO SUPREMO N° 010-2010-MINAM

- Que, el artículo 32 de la Ley N° 28611 modificado por el Decreto Legislativo N° 1055, establece que la determinación del límite máximo permisible - LMP, corresponde al Ministerio del Ambiente y su cumplimiento es exigible legalmente por éste y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental.
- Que, el numeral 33.4 del artículo 33 de la Ley N° 28611 en mención dispone que, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplique el principio de la gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso.
- Que, el literal d) del artículo 7 del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de creación, organización y funciones del Ministerio del Ambiente (MINAM), modificado por el Decreto Legislativo N° 1039, establece como función específica de dicho Ministerio elaborar los ECA y LMP, de acuerdo con los planes respectivos. Deben contar con la opinión del sector correspondiente, debiendo ser aprobados mediante Decreto Supremo.
- Que, mediante resolución ministerial N° 011-96-EMVMM, se aprobaron los niveles máximos permisibles para efluentes líquidos minero-metalúrgicos.
- Que, el conocimiento actual de las condiciones de biodisponibilidad y biotoxicidad de los elementos que contiene los efluentes líquidos descargados al ambiente por acción antrópica y la forma en la que éstos pueden afectar los ecosistemas y la salud humana, concluyen que es necesario que los LMP se actualicen para las actividades minero-metalúrgicas, a efecto que cumplan con los objetivos de protección ambiental.

- Que, el Ministerio de energía y minas (MINEM) ha remitido una propuesta de actualización de LMP para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero-metalúrgicas, la misma que fue publicada para consulta y discusión pública en el diario oficial El Peruano habiéndose recibido comentarios y observaciones que han sido debidamente meritados.

El sector priorizó el control y la regulación del vertimiento de las aguas residuales tratadas para los parámetros comúnmente característicos de la actividad, pues existe riesgo para la salud humana y el ambiente. Los valores y parámetros se observan en la Tabla 01, de los Límites Máximos Permisibles del sector minero, aprobados por Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM, (Aquino, 2017).

Límites máximos permisibles para las descargas de efluentes líquidos de actividades minero – metalúrgicas D.S. N° 010-2010 – MINAM

Parámetro	Unidad	Límite en cualquier momento	Límite para Promedio anual
pH		6 - 9	6 - 9
Sólidos Totales en Suspensión	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 (*)	mg/L	0,1	0,08
Cobre Total	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

(*) En muestra no filtrada

FUENTE: (Ministerio del Ambiente, 2010)

2. Estándares de calidad ambiental (ECA)

Aprueban estándares de calidad ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias mediante DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM

- La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo

establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.

Para fines del presente estudio se considera importante mostrar los estándares establecidos según el tipo de uso. Según el estudio realizado en la zona de estudio se han identificado dos (2) usos importantes: Poblacional y recreacional, riego de vegetales y bebida de animales y Conservación del ambiente acuático. Primero veremos la tabla 02: Categoría 1: Poblacional y recreacional.

Categoría 1: Poblacional y Recreacional
Subcategoría A: aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

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
FISICO-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	µS/cm	1500	1500	---
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	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	mg/L	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	>5	>4	>3
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.5 - 8.5	5.5 - 9.0	5.5 - 9.0

Sólidos Disueltos				
Totales	mg/L	1000	1000	1500
Sulfatos	mg/L	250	500	---
Temperatura	°C	Δ3	Δ3	---
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	---	---
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 (C5 - C40)	mg/L	0,01	0,2	1
Trihalometanos	(e)	1	1	1
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	---
<u>BTEX</u>				
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	---
<u>Hidrocarburos aromáticos</u>				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	---
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	---
<u>Organofosforados</u>				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	---
<u>Organoclorados</u>				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	---
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	---
Dicloro Difenil	mg/L	0,001	0,001	---
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	---
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	---	---
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2000	20000
	Nº	0	---	---
Formas Parasitarias	Organismo/L	0	---	---
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	---	---
	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Vibrio cholerae	ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	Nº Organismo/L	0	<5x106	<5x106

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de la filtración simple.

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos -N (NO₃⁻;-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO₃⁻).

(d) En el caso las técnicas analíticas determinan la concentración en unidades de Nitritos -N (NO₂⁻;-N), multiplicar el resultado por el factor 3.28 para expresarlo en unidades de Nitritos (NO₂⁻).

(e) Para el cálculo de los Trihalometanos, se obtiene a partir de la suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Bromoformo, cloroformo, dibromoclorometano y bromodichlorometano), con respecto a sus estándares de calidad ambiental; que no deberán exceder el valor de 1.

FUENTE: (Ministerio del ambiente, 2017)

A continuación se muestra la Tabla 03 que es de Categoría 3 para fines de uso de riego de vegetales y bebida de animales.

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido ©	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICO-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	(uS/cm)	2500	5000
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	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	1000	1000
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	5	5
Arsénico	mg/L	0.1	0.2
Bario	mg/L	0.7	...
Berilio	mg/L	0.1	0.1
Boro	mg/L	1	5
Cadmio	mg/L	0.01	0.05
Cobre	mg/L	0.2	0.5
Cobalto	mg/L	0.05	1
Cromo total	mg/L	0.1	1
Hierro	mg/L	5	...
Litio	mg/L	2.5	2.5
Magnesio	mg/L	...	250
Manganeso	mg/L	0.2	0.2
Mercurio	mg/L	0.001	0.01
Níquel	mg/L	0.2	1
Plomo	mg/L	0.05	0.05
Selenio	mg/L	0.02	0.05
Zinc	mg/L	2	24
ORGÁNICO			
<u>Bifenilos Policlorados</u>			
Bifenilos Policlorados (PCB)	ug/L	0.04	0.045
PLAGUICIDAS			
Paratión	ug/L	35	35
<u>Organoclorados</u>			
Aldrín	ug/L	0.004	0.07

Clordano	ug/L	0.006	7
Dicloro Difetil Tricloroetano (DDT)	ug/L	0.001	30
Dieldrín	ug/L	0.5	0.5
Endosulfán	ug/L	0.01	0.01
Endrín	ug/L	0.004	0.2
Heptacloro y Heptacloro Epoxido	ug/L	0.01	0.03
Lindano	ug/L	4	4
<u>Carbamato</u>			
Aldicarb	ug/L	1	11

MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO

Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1000	2000	1000
Escherichia coli	NMP/100 ml	1000
Huevos de Helmintos	Huevo/L	1	1	...

(a) Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presenten coloración natural).

(b) Después de filtración simple.

(c) Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, sólo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo de riego no restringido.

Δ3 significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Por último se muestra la Tabla 04 donde se encuentran los valores para la Categoría 4 para conservación del ambiente acuático.

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Parámetros	Unidad de medida	E1:	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
		Lagunas y lagos	Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
FÍSICO-QUÍMICOS						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5	5	5	5	5
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	(μS/cm)	1000	1000	1000	---	---
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	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 -) ©	mg/L	13	13	13	200	200
Amoníaco Total (NH ₃)	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	---	---	---	---
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	>4	>4	>5	>3	>3
Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 a 8,5	6,8 a 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	<24	<99	<399	<99	<29
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002

Temperatura	°C	Δ3	Δ3	Δ3	Δ2	Δ2
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						
<u>Compuestos Orgánicos Volátiles</u>						
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
<u>BTEX</u>						
Benceno	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
<u>Hidrocarburos Aromáticos</u>						
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
<u>Bifenilos Policlorados</u>						
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,000014	0,000014	0,000014	0,00003	0,00003
PLAGUICIDAS						
<u>Organofosforados</u>						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Paratión	mg/L	0,000013	0,000013	0,000013	---	---
<u>Organoclorados</u>						
Aldrin	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
Dieldrin	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
Endrín	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
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
<u>Carbamato</u>						
Aldicarb	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,00015	0,00015
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes	NMP/100	1000	2000	2000	1000	2000
Termotolerantes	ml	1000	2000	2000	1000	2000

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de la filtración simple.

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de nitratos -N (NO₃⁻-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de nitratos (NO₃⁻).

Δ3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

FUENTE: (Ministerio del ambiente, 2017)

Estándar de calidad de amoníaco total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce

Temperatura (°C)	pH							
	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	10
0	231	73	23,1	7,32	2,33	0,749	0,25	0,042
5	153	48,3	15,3	4,84	1,54	0,502	0,172	0,034
10	102	32,4	10,3	3,26	1,04	0,343	0,121	0,029
15	69,7	22	6,98	2,22	0,715	0,239	0,089	0,026
20	48	15,2	4,82	1,54	0,499	0,171	0,067	0,024
25	33,5	10,6	3,37	1,08	0,354	0,125	0,053	0,022
30	23,7	7,5	2,39	0,767	0,256	0,094	0,043	0,021

FUENTE: (Ministerio del ambiente, 2017)

Anexo 04

Permisos y autorizaciones Ticlio 2018

Documento	Fecha de aprobación	Autorizaciones y permisos
R.A. N° 506-2009-ANA - ALA MANTARO	23 de octubre del 2009	Licencia de uso de agua con fines poblacionales, proveniente de la laguna "Marmolejo" con un caudal de 3,00 l/s y un volumen anual de 70 956 m ³ cuyo punto de captación está localizado en el distrito de Morococha, provincia de Yauli, región Junín.
R.A. N° 507-2009-ANA - ALA MANTARO	23 de octubre del 2009	Licencia de uso de agua con fines mineros a, proveniente de las lagunas "Marmolejo" y "Santa Catalina", ambos con un caudal de 7 l/s y 3 l/s respectivamente; y un volumen anual conjunto de 236 520 m ³ ; cuyos puntos de captación se encuentran en las mencionadas lagunas, localizadas en el distrito de Morococha, provincia de Yauli, departamento de Junín.
R.A. N° 092-2010-ANA - ALA MANTARO	05 de mayo del 2010	Licencia de uso de agua superficial con fines de consumo humano, con un caudal de 2 l/s y un volumen de 63 073 m ³ anuales, proveniente de las aguas de la laguna "Leoncocha alta", cuyo punto de captación está localizado en el distrito de Morococha, provincia de Yauli, región Junín.
R.A. N° 429-2010-ANA - ALA MANTARO	13 de octubre del 2010	Licencia de uso de agua con fines poblacionales, con un caudal de 2 l/s y un volumen anual de 63 073 m ³ , proveniente de las aguas de la laguna "Ticlio Norte 1 y 2", cuyo punto de captación está localizado en el distrito de Morococha, provincia de Yauli, región Junín.
R.A. N° 179-2013-ANA - DGCRH	12 de julio del 2013	Autorización de vertimiento de aguas residuales domésticas tratadas, procedentes del Campamento Huacracocha de la U.E.A. Ticlio, ubicado en la localidad de Huacracocha, distrito de Morococha, provincia de Yauli, departamento de Junín. Para un volumen anual de 2628 m ³ , equivalente a un caudal de 0,0834 l/s, de régimen continuo, hacia la laguna Huacracocha.
R.A. N° 242-2013-ANA - DGCRH	04 de setiembre del 2013	Autorización de vertimiento de aguas residuales industriales tratadas, procedentes de la bocamina Huacracocha de la U.E.A. Ticlio, ubicado en la localidad de Huacracocha, distrito de Morococha, provincia de Yauli, departamento de Junín. Para un volumen anual de 7 884 000 m ³ , equivalente a un caudal de 250 l/s, de régimen continuo, hacia la laguna Huacracocha.
R.A. N° 254-2013-ANA - DGCRH	11 de setiembre del 2013	Autorización de vertimiento de aguas residuales industriales tratadas, procedentes de la bocamina San Nicolás y aguas de filtraciones de la relavera de la U.E.A. Ticlio, ubicado en la localidad de Ticlio, distrito de Morococha, provincia de Yauli, departamento de Junín. Para un volumen anual de 7 884 000 m ³ , equivalente a un caudal de 250 l/s, de régimen continuo, a la quebrada Antaranra.

FUENTE: Autoridad Nacional del Agua (ANA)

Anexo 5

MATRIZ DE CUMPLIMIENTO LEGAL DE LA UNIDAD MINERA TICLIO - VOLCAN

ITEM	NOMBRE DEL INSTRUMENTO	COMPONENTE	SUBCOMPONENTE	RIESGO AMBIENTAL	OBLIGACIÓN	CUMPLE/ NO CUMPLE	OBSERVACIÓN	PLAN DE ACCIÓN	RESPONSABLE	PLAZO	AVANCE	DESCRIPCIÓN DEL AVANCE	EVALUACIÓN
1	EIA	Aguas domésticas	Aguas domésticas	Efluente	No se generará efluente doméstico de los tanques sépticos de la zona de San Nicolas y Huacracocho, se debe implementar un sistema de percolación.	No cumple	Se evidencia en campo generación de efluente doméstico proveniente de los tanque séptico de la zona de Huacracocho y San Nicolas. Aparentemente el sistema no cuenta con el sistema de percolación de infiltración en el terreno.	Incluir en la MTD el efluente del agua tratada en la Planta de HUACRACOCHA. Incluir en el en EIA modificado el efluente del agua tratada en la Planta de SAN NICOLAS.	Asuntos Ambientales	31/08/2017		Se incluyo en la MTD el efluente del agua tratada en la Planta de HUACRACOCHA.	OK
5	EIA	Mina	Aguas oleosas	Agua y suelo	Se construirá una trampa de grasas de concreto armado. 1.0 x 2.0 m x 1.2 m de altura en los talleres mecanicos mina. (Superficie), Debera en optimas condiciones de operatividad.	No cumple	Se evidencia tres talleres de mantenimiento mecánico, de los cuales uno no cuenta con sistema de manejo de efluentes (Empresa CNSAC) y dos cuentan con una trampa de grasas inoperativa, las pozas de sedimentación y los canales de derivación se encuentran colmatads de lodos (Empresas Semiglo y Robocot).	Contruir un sistema de manejo de efluentes con sus respectivas trampas de grasa en las instalaciones de la Empresa CNSAC. Programa de limpieza de los canales y trampas de grasa de las empresas AESA Y ROBOCON	Mantto mina	30/06/2017		Actualmente CN SAC, cuenta con un sistema de manejo de efluentes.	OK
6	EIA	Mina	Mantenimiento Mécanico	Agua	Los talleres de mantenimiento mecánico deberán contar con su sistema de canaletas en buen estado físico para el manejo de efluentes producto de las labores de limpieza del taller, asimismo se realizará la limpieza y mantenimiento de estas.	No cumple	Se evidencia que los talleres de mantenimiento no cuentan con sistema de canaletas en buenas condiciones física, encontrandose colmatadas con lodos.	Relizar un programa de limpieza de los canales y trampas de grasa de las empresas AESA Y ROBOCON. Ejecutar un programa de Inspección de Canales y trampas de Grasa.	Asuntos Ambientales Mantto mina	01/07/2017		Los canales se encuentran limpios ya que se realiza la de forma periodica inspecciones canales y trampas de grasa	OK
7	EIA	Mina	Escorrentias	Agua	El sistema de manejo de aguas pluviales de la operación contará con un sedimentador para decantar los sólidos contenidos en los efluentes provenientes de lluvias.	No cumple	En campo se evidencia que el sistema de manejo de aguas pluviales de la operación no cuenta con una poza de sedimentación, este descarga directamente a la laguna Huacracocho, falta completar canales de coronación en los Acceso de ingreso (caseta Sirius) y Bocamina Galera.	Construcción y/o Limpieza del canal de coronación en todo el trayecto de ingreso a la unidad (Puma 1) Construir un sedimentador al final de los canales de coronación.	Asuntos Ambientales	31/08/2017		Se tiene un canal de coronación en todo el trayecto de ingreso a la unidad (Puma 1)	OK
11	EIA	Mina	Pasivos ambientales	Agua	Se tendrá 3 efluentes ácidos de mina; Mina Huacracocho (Contingencia de 15 litros), San Nicolas (50l/s) y Relavera antigua, los cuales serán tratados en una planta piloto de neutralización. Contará con un Diseño Convencional de Neutralización complementado con un circuito NCD de densificación con relaves.	No Cumple	Se tiene tres efluentes en la mina (Huacracocho, Relavera y San Nicolas), estas son tratadas en la planta de tratamiento de aguas de mina San Nicolas la cual cuenta con una capacidad de 250l/s, la cual difiere de lo aprobado en el EIA que es de 50l/s, en esta planta tambien se trata el agua de infiltración de la relavera antigua. Asimismo se construyo como contingencia una planta de tratamiento de agua de mina Huacracocho que trata caudal de 250 l/s que difiere de lo considerado en el EIA.	Incluir en la MTD.	Asuntos Ambientales	12/01/2022		Se tiene incluida en le MTD	OK

17	EIA	Mina	Todos	Suelo y agua	Contar con un programa de control para verificar constantemente la estabilidad física de la instalación minera (accesos, bocaminas, rampas, galerías, pique, depósitos de desmonte y de relaves).	No cumple	No cuenta con un programa de control de estabilidad de la presa de relave, galerías, accesos, rampas, pique, botadero, etc. No existe evidencia de documentación de análisis de las variables geotécnicas.	El área de geomecánica y proyectos deberán ejecutar un programa de control de estabilidad de la presa de relave, galerías, accesos, rampas, pique, botadero, etc	Geomecánica y Proyectos	31/07/2017		0%		
20	EIA	Mina	Efluentes	Suelo y Agua	Para el tratamiento del agua ácida de Bc. Huacracocha y Galera, se construirá una planta de tratamiento en San Nicolas con una capacidad de 50 l/s.	No cumple	Se evidencia dos sistemas de tratamiento de aguas ácidas que trata agua proveniente de la bocamina Huacracocha y tunel Galera. El instrumento ambiental no aprueba los sistemas de tratamiento de efluentes industriales con las capacidades e infraestructura existentes. El EIA indica que planta San Nicolas de 50 l/s y no de 250 l/s y para planta Huacracocha indica de 15 litros y No 250 litros.	Incluir en la MTD.	Asuntos Ambientales	25/06/2017		80%	Se tiene incluida en le MTD	OK
25	EIA	Mina	Agua	Agua	Programa de minimización de consumo humano y favorecer el reciclaje del agua en las operaciones	No cumple	No se evidencia programa de reducción de agua de consumo y de rehuso del agua industrial en las operaciones mineras. Se evidencio malas prácticas de consumo de agua en el area de lavado de vehículos y area de limpieza de botas donde se observó que dejan abiertos los caños y mangueras.	Elaborar una campaña de ahorro de agua	Asuntos Ambientales	12/01/2022		60%	Se tiene pegado estiker en todas las piletas sobre el ahorro de agua.	OK
30	EIA	Agua	Agua de consumo	Agua	Implementación de plantas de tratamiento de agua de consumo humano (cloración simple) y su respectiva autorización sanitaria.	No Cumple	No evidencia autorización sanitaria emitido por DIGESA.	Verificar que la PTAP se encuentre en el MTD y gestionar su autorización.	Asuntos Ambientales	01/08/2017		0%		
32	EIA	Agua	Agua	Agua	Monitoreo de pH y sólidos en suspensión de la calidad del agua de manera semanal.	No cumple	No se evidencian los registros de monitoreo semanal del pH y SST.	Registros de monitoreo semanal del pH y SST.	Asuntos Ambientales	12/01/2022		50%	Cuaderno de campo de monitoreo de pH y TSS Registro de datos	OK
33	EIA	Todos	Todos	Todos	Realizar una vez al año capacitaciones a las comunidades y visitantes en lo siguientes temas: monitoreo, plan de manejo ambiental, legislación ambiental, residuos sólidos, cuidado Ambiental del Proyecto, Conservación y Protección de los Recursos Naturales, Conciencia Ambiental, Calidad de Vida, Salud y Enfermedades Infecto Contagiosas.	No cumple	No se evidencia registro de capacitación a las comunidades y visitantes de la zona de influencia de la Unidad.	Ejecutar una capacitación a las comunidades y visitantes	Asuntos Ambientales	02/10/2017		0%	Actas de ejecución de capacitación a las comunidades y visitantes	
34	EIA	Mina	Efluentes	Agua	Los efluentes acidos de mina Bc. San Nicolás serán de 7-8l/s aproximadamente con ph de 3-4 y otro efluente de la cancha de relaves (ph 3-4) con un caudal que varía entre 07 y 1.1 l/s.	No cumple	Se evidencia en el diagrama unifilar que los caudales de salida de Huacracocha registran 210l/s y el de San Nicolas 298l/s.	Incluir en la MTD.	Asuntos Ambientales	25/06/2017		70%	Se tiene incluida en le MTD	OK
35	EIA	Campamento	Campamento	Efluente	No se construíra campamento en Huacracocha, ni en Ticlio, el personal pernóctará en el hotel Mahr Túnel y las constnatistas vivirán en Morococha, solo contempla oficinas laborales en Huacracocha.	No cumple	Se evidenció en campo la construcción de campamentos en la zona de San Nicolas.	Verificar que este incluida en la MTD.	Asuntos Ambientales	26/07/2017		0%		

38	EIA	Agua	Agua	Agua	Realizar estudio que determine el volumen y distribución de los sedimentos en los cuerpos de agua y evaluar la tasa de sedimentación, en base a los resultados introducir materia organica para favorecer el desarrollo del placton	No cumple	No se evidencio documento del estudio requerido.		Asuntos Ambientales		✘	0%		
39	EIA	Agua	Agua	Agua	Monitorear el Ph de los sedimentos y agua a fin de neutralizar	No cumple	En los informes de monitoreo no se evidencia el monitoreo del pH en los sedimentos.	Revisar, evaluar y actualizar en plan de manejo ambiental.	Asuntos Ambientales	30/07/2017	✘	0%		
40	EIA	Agua	Agua	Agua	Incluir en el Plan de cierre el desarrollo de un plan de remediación de los cuerpos de agua que presentan valores metálicos altos.	No cumple	El Plan de cierre No considera recuperación de cuerpos de agua contaminados, ni estructura hidráulica para manejo de agua infiltración de los depositos de desmonte.		Asuntos Ambientales		✘	0%		
45	EIA	Lodos	Lodos de interior mina	Agua	Los lodos de las plantas de agua serán depositados en la relavera antigua por tres años hasta que entre en fase de cierre, se debe construir una nueva area de disposición final de lodos de secado que será realizado a traves de una MEIA.	No Cumple	A pasado más de tres años y se sigue depositando lodos de la planta de tratamiento de agua de mina al depósito de relave antiguo, como componente minero tiene una capacidad de almacenamiento y vida util, la cual debio ser considerada en la expediente de adecuación. El cierre del componente lo puedes realizar de manera progresiva o final, el tiempo de cierre es dinámico.	Incluir en la modificatoria de EIA, que se continuara depositando los lodos en la relavera antigua	Asuntos Ambientales	31/10/2017	✘	0%		
51	EIA	MINA	efluente	Agua	El efluente generado en el lavadero de vehículo será tratado en un sistema, eliminando la grasa que pudiera existir, el efluente resultante será reciclado al interior mina o descargado al cuerpo receptor si la calidad cumple con los LMP	No cumple	Se evidencia en campo que la trampa de grasas de lavado de vehículos se encuentra inoperativa, no cuenta con sistema de descarga de aceites y grasas, asimismo se observó una poza, donde los efluentes de los talleres mecánicos son canalizados y el sobrenadante de la poza es recirculado nuevamnete para el uso de los talleres sin contar con un sistema de control de aceites y grasas.	Programa de mantenimiento y limpieza de trampas de grasa Registro de cumplimiento del programa de mantenimiento y limpieza	Asuntos Ambientales	31/07/2017	!	50%	Inspecciones del estado de las trampas de grasa	OK

Cumplimiento	37%
Incumplimiento	63%

TIPO	ITEM	FUENTE	CAUDAL	VOLUMEN (m3)	RD	OBLIGACIÓN	CUMPLE/ NO CUMPLE	OBSERVACIÓN	PLAN DE ACCIÓN	RESPONSABLE	PLAZO	AVANCE	EVALUACIÓN
1. Licencia de Uso de agua - Laguna Marmolejo y Santa Catalina	1.1	Laguna Marmolejo (N 378718438, E371536) y Santa Catalina (N8717945, E 370118)		236520	RA 507-2009-ANA-ALA-MANTARO	Pago por retribución económica, en caso de incumplimiento por 2 años, caduca la licencia.	No cumple	No evidencia registros de pago por retribución de uso de agua.	Registro de pago de uso de agua	Asuntos Ambientales		100	OK
	1.2					Análisis y tratamiento de las aguas periódicamente garantizando la potabilidad de las aguas.	No cumple	No evidencia documentación del tratamiento del agua, ni ensayos de laboratorio, el auditado indica que actualmente no utilizan agua de esta fuente.	Ensayos de laboratorio	Asuntos Ambientales		0%	
	1.3					Mantenimiento de las obras del sistema de agua Potable.	No cumple	No se evidencia registros de mantenimiento de este punto.	Registro de evidencias del mantenimiento	Asuntos Ambientales		0	
	1.4					Diagnóstico de la situación de cómo se encuentra la estructura de medición en el punto Ó los puntos de donde se capta el agua. 2da DCT R.J N° 250-2015-ANA.	No cumple	No evidencio documento que acredite haber informado la situación actual de la estructura hidraulica aprobada en la licencia de agua		Asuntos Ambientales		0	
	1.5					Propuesta para implementar la red hidrométrica con estructuras y equipos automáticos de medición de agua. 2da DCT R.J N° 250-2015-ANA.	No cumple	No evidencio documento que acredite la obligación.		Asuntos Ambientales		0	
	1.6					Mantener al día un cuaderno de registro de caudales y tiempo, en cada punto de la red hidrométrica o captación de agua. Art. 8 del R.J 250-2015-ANA	No cumple	No se evidencio cuaderno de registro en la cual determina el cuadal por el tiempo de operación. Este será fiscalizado por la autoridad competente.		Asuntos Ambientales		0	
	1.7					Informe anual del funcionamiento y comportamiento hidráulico de las estructuras de medición o aparatos instalados. Art. 6 R.J 250-2015-ANA. Cumplimiento a más tardar 31 de mayo de cada año.	No cumple	No se registra evidencia del documento que acredite el funcionamiento de la estructura de medición aprobada en la licencia		Asuntos Ambientales		0	
	1.8					Inscribir la licencia de uso de agua en el Registro Administrativo de Derechos de Uso de agua	No cumple	No evidencia documentación que la licencia de agua este inscrito en el registro de Derechos de Uso de Agua.		Asuntos Ambientales		0	
2. Licencia de Uso de agua - Laguna Leoncocha Baja	2.1	Laguna Leoncocha Baja (N370247, E 8716744)		213131.52	R.A.207-2016-ANA-AAA-CAÑETE-FORTALEZA	Volcan deberá implementar el dispositivo de medición de caudales en un plazo de 15 días.	Cumple	Se evidencia el dispositivo de medición de caudales de marca MJK digital.	Estación Hidrométrica	Asuntos Ambientales		100	OK
	2.2					El 31 de mayo de cada año se deberá presentar un Informe anual del funcionamiento y comportamiento hidráulico de las estructuras de medición o aparatos instalados. RJ 250-2015-ANA	Cumple	El informe del funcionamiento y comportamiento de los aparatos instalados seran presentados en mayo 2017.	Informe de funcionamiento y comportamiento de los aparatos	Asuntos Ambientales		100	OK
	2.3					Mantener al día un cuaderno de registro de caudales y tiempo, en cada punto de la red hidrométrica o captación de agua. Será revisada por la ALA durante las supervisiones inopinadas. Art. 7 del RJ 250-2015-ANA	No cumple	No se evidencia el cuaderno de registro de caudales y tiempo.	Registro de caudales	Asuntos Ambientales		100	OK
	2.4					Pago por retribución económica	No cumple	No evidencia documentación que sustente el pago por retribución económica.	Registro del pago de por consumo	Asuntos Ambientales		100	OK
	2.5					Reportar mensualmente los volúmenes consumidos a la ALA chillon-Rimac-Lurin (05 días posteriores a la culminacion del mes). Art. 8 y 9 del RJ 250-2015-ANA (formato 6)	No cumple	No se evidencia los registros de comunicación mensual a la ALA Chillon-Rimac-Lurín.	Registro de comunicación mensula al ALA Chillon - Rimac - Lurin	Asuntos Ambientales		0	
3.1					Pago por retribución económica	No cumple	No evidencia documentación que sustente el pago por retribución económica.	Registro del pago de por consumo	Asuntos Ambientales		100	OK	

3. Licencia de Uso de agua -	3.2	Ticlio norte 1 y 2 N 8719223, E 372091	2.0 L/S			El 31 de mayo de cada año se deberá presentar un Informe anual del funcionamiento y comportamiento hidráulico de las estructuras de medición o aparatos instalados. Art 6 RJ 250	No cumple	No se tiene evidencia el cumplimiento del funcionamiento de la estructura hidráulica aprobada en el expediente técnico.	Informe de funcionamiento y comportamiento de la estación hidrométrica	Asuntos Ambientales		✗	0	
	3.3					Mantener al día un cuaderno de registro de caudales y tiempo, en cada punto de la red hidrométrica o captación de agua. Será revisada por la ALA durante las supervisiones inopinadas. Art. 7 del RJ 250-2015-ANA.	No cumple	No se evidencia el cuaderno de registro de caudales tomadas en la infraestructura hidráulica aprobada.	Registro de caudales	Asuntos Ambientales		✓	100	OK
	3.4					Reportar mensualmente los volúmenes consumidos a la ALA (05 días posteriores a la culminación del mes). Art. 8 y 9 de la RJ 250-2015-ANA.	No cumple	No se evidencia los registros de comunicación mensual a la ALA Chillón-Rimac-Lurín.	Registro de comunicación mensula al ALA Chillón - Rimac - Lurín	Asuntos Ambientales		✗	0	
	3.5					Instalación del sistema de medición automática del caudal en el marco de la RJ 250-2015-ANA (plazo 12 meses).	Cumple	Se evidencia la instalación de un equipo de medición de caudal automático.	Instalación de la estación hidrométrica	Asuntos Ambientales		✓	100	OK
4. Licencia de Uso de agua - Leoncocha Alta	4.1	Leoncocha Alta N 8717238, E 370778	2.0 L/S	63073	R.A. 092-2010-ANA-ALA-MANTARO	Instalación del sistema de medición del caudal en el marco de la RJ 282-2011-ANA y RJ 250-2015-ANA	No cumple	No se evidencia con documentación ningún sistema de medición de caudal.	Intalación de un sistema de medición de caudal	Asuntos Ambientales		✗	0	
	4.2					Mantener al día un cuaderno de registro de caudales y tiempo, en cada punto de la red hidrométrica o captación de agua. Será revisada por la ALA durante las supervisiones inopinadas. Art. 7 del RJ 250-2015-ANA.	No cumple	No evidencia documentación de registro de medición de caudales.	Registro de medición de caudales	Asuntos Ambientales		✗	0	
	4.3					El 31 de mayo de cada año se deberá presentar un Informe anual del funcionamiento y comportamiento hidráulico de las estructuras de medición o aparatos instalados. Art 6 RJ 250	No cumple	No se evidencia documentación del cumplimiento de la obligación respecto a la infraestructura aprobada en la licencia.	Informe de funcionamiento y comportamiento de la estación hidrométrica	Asuntos Ambientales		✗	0	
	4.4					Reportar mensualmente los volúmenes consumidos a la ALA chillón-Rimac-Lurín (05 días posteriores a la culminación del mes). Art. 8 y 9 del RJ 250-2015-ANA	No cumple	No evidencia reporte a la autoridad de volúmenes consumidos de agua.	Registro de comunicación mensula al ALA Chillón - Rimac - Lurín	Asuntos Ambientales		✗	0	
	4.5					Pago por retribución económica	No cumple	No se evidencia documentación que acredite pago por retribución económica.	Registro del pago de por consumo	Asuntos Ambientales		✗	0	

Cumplimiento	35%
Incumplimiento	65%

UNIDAD	RESOLUCIÓN DIRECTORAL	DETALLE	TIPO	AÑOS DE AUTORIZACIÓN	VENCIMIENTO	CAUDAL l/s	CUERPO RECEPTOR	ECA	AUTORIDAD	OBLIGACIONES	CUMPLE / NO CUMPLE	OBSERVACIÓN	PLAN DE ACCIÓN	RESPONSABLE	AVANCE	EVALUACIÓN
TICLJO	R.D.028.2016-ANA-DGCRH	Aguas industriales tratadas provenientes de la Bocamina San Nicolas y aguas de filtraciones de la relavera (pasivo)	Industrial	4	13/01/2020	250 l/s	Quebrada Antaranra	categoria 1-A2	ANA	Realizar en una misma fecha con una frecuencia establecida de acuerdo a su compromiso del instrumento de gestion ambiental, los monitoreos de agua residual tratada y del cuerpo receptor. Usar un laboratorio autorizados por INACAL	Cumple	Se reviso el informe del segundo trimestre del año 2016 evidenciandose que en las mismas fecha de toma de muestra de agua fueron realizadas las muestras de efluente.	Solicitar a Jramon que evidencie los metodos de ensayo acreditados por INACAL	Asuntos Ambientales	✓ 100%	OK
										Los resultados deberán estar sistematizados según el formato del ANA en un plazo máximo de 15 dias despues de finalizado el trimestre de evaluación.	Cumple	Se evidencio el cumplimiento de la obligación a la ANA.	Formato sistemat	Asuntos Ambientales	✓ 100%	OK
										El muestreo de las aguas residuales domesticas tratadas y las del cuerpo receptor deberán ser realizadas de acuerdo al Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad de Cuerpos receptores en cuerpores naturales de agua superficial, aprobado mediante RJ 010-2016-ANA y debera ser trimestralmente	No cumple	Los informes de Monitoreo No indican que utilizan el protocolo aprobado mediante RJ 010-2016-ANA		Asuntos Ambientales	✗ 0%	
										Se deberá informar los volúmenes acumulados y caudal de los punto de vertimiento(D.S.N° 010-2010-MINAM): - M3: descarga de las aguas residuales de mina tratadas procedentes de la Bocamina San Nicolas y aguas de las filtraciones de la relavera (N 8716236, E369269)	No cumple	En los informes que se reporta a la ANA, no se registra volúmenes acumulados de vertimiento		Asuntos Ambientales	✗ 0%	
										Instalación del equipo de medición de caudal San Nicolas (250l/s)	Cumple	Se evidencio un equipo automático de medición de caudal puesta en marcha. Registró 105 l/s cumple el caudal aprobado.		Asuntos Ambientales	✓ 100%	OK
										Pago por retribución económica por 7 884 000m3	No cumple	No se evidencio documento que acredite el pago por retribución económica.		Asuntos Ambientales	✗ 0%	
										puntos de control: - M4: quebrada Antaranra, 100 m arriba del vertimiento (N 8716171, E369347) - M5: quebrada Antaranra, 55 m aguas abajo del vertimiento(N8716215, E 389216)	Cumple	Se verifico con la revisión del informe del 2do trimestre 2016 que se viene monitoreando los parametros aprobados.		Asuntos Ambientales	✓ 100%	OK
										El muestreo de las aguas residuales domesticas tratadas y las del cuerpo receptor deberan ser realizadas de acuerdo al Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad de Cuerpos receptores en cuerpores naturales de agua superficial, aprobado mediante RJ 010-2016-ANA y debera ser trimestralmente	No cumple	Se evidencio que los informes de Monitoreo del 2 y 3 trimestre del año 2016, No indican que utilizan el protocolo aprobado mediante RJ 010-2016-ANA		Asuntos Ambientales	✗ 0%	

TICLIO	R.D. 089-2015-ANA-DGCRH	Efluente de la bocamina Huacracocha	Industrial	2	18/09/2017	250 l/s	Laguna Huacracocha	Categoria 4	ANA	Deberan reportar caudal y volumen acumulado de vertimiento (D.S N° 010-2010-MINAM) - EH-02: efluente de la Bocamina. Las coordenadas deben ser verificadas por la ANA.	No cumple	Se evidencia en los informes de monitoreo del 2016 no se reportan los volúmenes acumulados.	Asuntos Ambientales	✗	0%	
										Instalación del equipo de medición de caudal Huacracocha	No cumple	Se evidencio en campo que a la fecha de la auditoria se encontraba en proceso de instalación. .	Asuntos Ambientales	✗	0%	
										Punto de control: - EM-6: laguna Huacracocha cerca al vertimiento - EM-9: lado sur del punto de vertimiento	Cumple	Se evidencio en los informes de monitoreo del 2016 que se viene analizando y reportando los parámetros aprobados.	Asuntos Ambientales	✓	100%	OK
										Realizar en una misma fecha con una frecuencia establecida de acuerdo a su compromiso del instrumento de gestion ambiental, los monitoreos de agua residual tratada y del cuerpo receptor. Usar un laboratorio autorizados por INDECOPI	Cumple	Se reviso el informe del segundo trimestre del año 2016 evidenciandose que en las mismas fecha de toma de muestra de agua fueron realizadas las muestras de efluente.	Asuntos Ambientales	✓	100%	OK
										Pago por retribución económica por 7 884 000m3	No cumple	No se evidencio documento que acredite el pago por retribución económica.	Asuntos Ambientales	✗	0%	
										Realizar el estudio de batimetria y establecer un plan de contingencia antes posibles desbordes por aumento de su volumen.	No cumple	Se tendra que actualizar el estudio de batimetría y elaborar el Plan de contingencia y presentarlo a la ALA.	Asuntos Ambientales	✗	0%	
										Los resultados deberan estar sistematizados según el formato del ANA en un plazo maximo de 15 dias despues de finalizado el trimestre de evaluacion	Cumple	Se evidencia cumplimiento del reporte a la ANA	Asuntos Ambientales	✓	100%	OK
TICLIO	D.S.007-2016-ANA-DGCRH	aguas residuales domesticas tratadas de las oficinas del campamento	Doméstico	4	20/07/2020	0.0834	Laguna Huacracocha	:ategoria 4	ANA	El muestreo de las aguas residuales domesticas tratadas y las del cuerpo receptor deberan ser realizadas de acuerdo al Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad de Cuerpos receptores en cuerpores naturales de agua superficial, aprobado mediante RJ 010-2016-ANA y debera ser trimestralmente	No cumple	según revisión de gabinete, el informe de reporte a la ANA (1, 2 y 3 trimestre 2016) No indica que se esta utilizando el protocolo de monitoreo aprobado por RJ 010-2016-ANA	Asuntos Ambientales	✗	0%	
										Realizar en una misma fecha con una frecuencia establecida de acuerdo a su compromiso del instrumento de gestion ambiental, los monitoreos de agua residual tratada y del cuerpo receptor. Usar un laboratorio autorizados por INDECOPI	Cumple	Se reviso el informe del segundo trimestre del año 2016 evidenciandose que en las mismas fecha de toma de muestra de agua fueron tomadas las muestras de efluente.	Asuntos Ambientales	✓	100%	OK
										Los resultados deberán estar sistematizados según el formato del ANA en un plazo máximo de 15 dias despues de finalizado el trimestre de evaluación	Cumple	Se evidencio documento de reporte de la obligación a la ANA.	Asuntos Ambientales	✓	100%	OK

Anexo 07

PROPUESTA DE MEJORA PARA LA GESTIÓN DE AGUA Y EFLUENTES DE LA UEA TICLIO

1. INTRODUCCIÓN

El riesgo crítico ambiental más importante en de la U.E.A. Ticlio, es el de agua y efluentes, debido a que la mina se encuentra rodeada de lagunas naturales y quebradas que forman parte de cuencas nacientes importantes; además se encuentra ubicada en una de las zonas más altas del Perú, donde las condiciones climáticas suelen ser muy extremas. Es por ello y por la naturaleza misma de sus actividades que es de vital importancia controlar este riesgo crítico para minimizar los posibles impactos que pueden causar daños irreparables en el medio ambiente y la salud de las personas.

Mediante esta propuesta de mejora, se persigue el logro de los objetivos planteados en el presente plan para optimizar la gestión ambiental en el manejo del agua y efluentes.

2. ALCANCE

A todas las actividades y/o servicios a desarrollarse dentro de la unidad económica administrativa Ticlio que involucren agua y efluentes, así mismo esta propuesta debe ser implementada directamente por el área de asuntos ambientales de la unidad y asegurarse del cumplimiento por el personal propio o terceros.

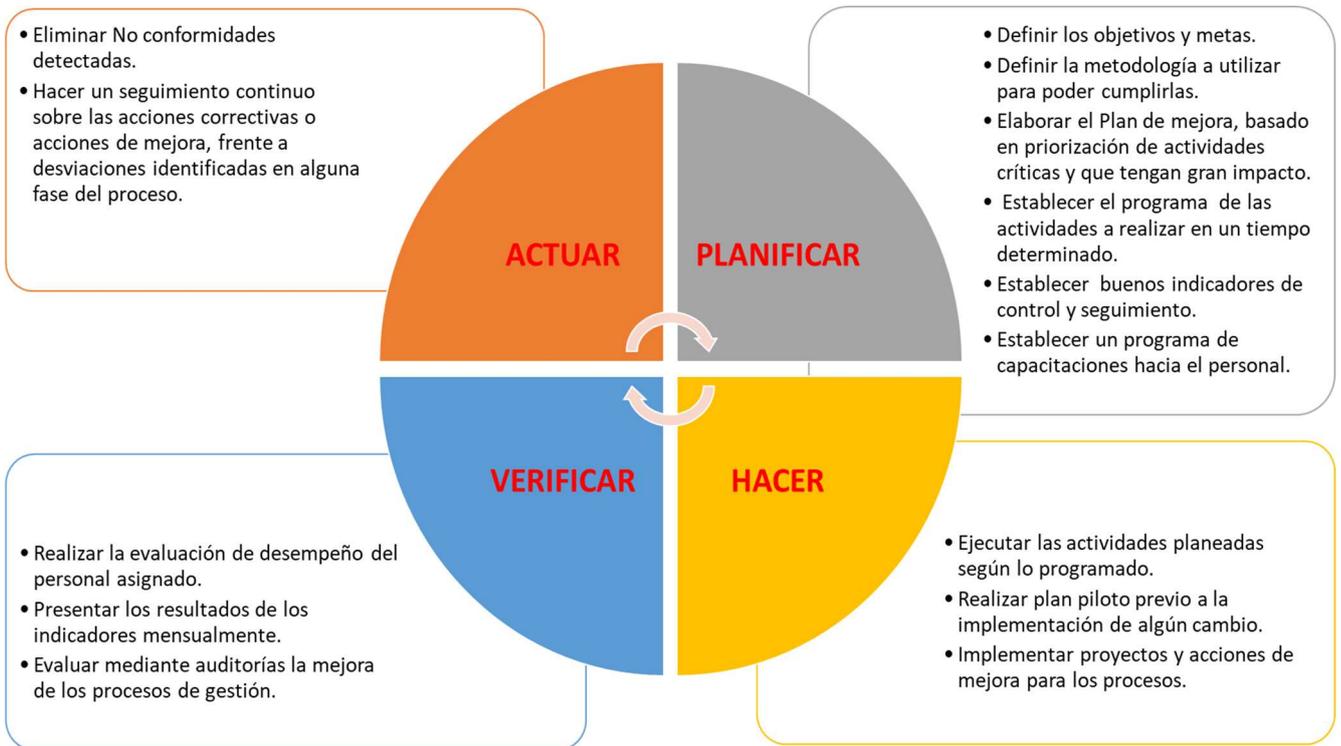
3. REFERENCIA NORMATIVA. –

- Ley N° 28611 "Ley general del ambiente"
- Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM. Límites máximos permisibles para la descarga de efluentes líquidos de actividades.
- Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM. - Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.
- Estándar de gestión de agua y efluentes líquidos de la UEA Ticlio.

4. ANÁLISIS PHVA

Para poder establecer la propuesta de mejora para la Unidad de Ticlio, se aplicará la Técnica de PHVA, que significa planificar, hacer, verificar y actuar. Las principales ventajas para las organizaciones al hacer uso de esta herramienta de gestión para el mejoramiento continuo es que, se consiguen mejoras en el corto plazo con resultados visibles.

En la figura 01 se muestra el análisis PHVA realizado a la U.E.A. Ticlio.



Proceso de PHVA aplicado en mina Ticlio

FUENTE: Elaboración propia

5. OBJETIVOS Y METAS

Los objetivos y metas establecidos se presentan en la tabla 01.

Objetivos y metas de la propuesta de mejora para la gestión de agua y efluentes de la UEA Ticlio

OBJETIVOS GENERALES	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	INDICADOR	FRECUENCIA	META	
Cumplimiento de la legislación ambiental de agua y efluentes	Cumplimiento de los compromisos ambientales de agua y efluente del EIA.	(N° de compromisos cumplidos/N° de compromisos pendientes) x 100	anual	90%	
	Cumplimiento de las Resoluciones directorales del ANA	(N° de observaciones levantadas/N° de observaciones emitidas) x 100	trimestral	100%	
		(N° de informes observados/N° de informes emitidas) x 100	trimestral	100%	
	Cumplimiento con las licencias de uso de agua y autorizaciones de vertimiento.	(N° de Auditorías realizadas/N° de auditorías programadas) x 100	anual	100%	
Mejorar el desempeño en las actividades del riesgo crítico ambiental de agua y efluentes	Realización del monitoreo ambiental de agua	Verificación del cumplimiento del Monitoreo	mensual	100%	
	Ejecutar actividades programadas según la matriz de seguimiento del RCA agua y efluentes	(N° actividades realizadas / N° de actividades programadas) x 100	mensual	100%	
		(N° de documentos elaborados / N° de documentos programados) x 100	mensual	100%	
	Mejorar la gestión de las plantas de tratamiento de aguas residuales de mina y domésticas.	Medición de la eficiencia de las plantas		interdiario	>80%
		(Caudal del efluente/ caudal de diseño)		mensual	< =1
		N° de mantenimientos realizados /N° de mantenimientos programados) x 100		semestral	100%
		(Cantidad de insumos consumidos/ cantidad de insumos programados) x 100		mensual	< =100
	Capacitar a todo el personal en el riesgo crítico ambiental de agua y efluentes	(N° de trabajadores capacitados / N° de trabajadores programadas) x 100		mensual	100%

COMPROMISOS

	Reunirse una vez al mes con el Comité multidisciplinario de agua y efluentes	Seguimiento al cumplimiento de los acuerdos establecidos.	mensual	80%
Mejorar el desempeño de los indicadores ambientales para agua y efluentes de la unidad.	Realizar el monitoreo y control de la laguna Huacracoche y Churruca 1	(Nº de la laguna medido / nivel de alerta establecido) x 100	diario	<100
	Corregir las desviaciones de los resultados del monitoreo de aguas	Nº de desviaciones levantadas / Nº de desviaciones reportadas) x 100	mensual	100%
	Prevenir y controlar los accidentes ambientales	Hacer seguimiento al cumplimiento de las medidas correctivas establecidas	mensual	100%
		(Nº de accidentes reportados/ Nº de accidentes investigados) x 100	mensual	100%
	Levantar las observaciones o presuntos incumplimientos realizados por la OEFA	(Nº de observaciones levantadas / Nº de observaciones realizadas) x 100	mensual	100%
	Mantener actualizado el balance de aguas de la unidad	Realizar la medición del caudal en los puntos de captación y distribución del agua	semanal	100 %
	Levantar las observaciones de inspecciones realizadas a los componentes que involucren agua y efluentes	(Nº de observaciones levantadas / Nº de observaciones realizadas) x 100	semanal	100%

FUENTE: Elaboración propia

6. ORGANIZACIÓN Y RESPONSABILIDADES

Gerencia de operaciones:

La Gerencia General de la U.E.A. Ticlio, orientada por su política ambiental y consciente de la necesidad de proteger al medio ambiente durante el desempeño de sus actividades, se compromete a:

- Liderar y comprometerse con el desarrollo de todas las actividades, para la implementación del riesgo crítico ambiental de agua y efluentes, a fin de lograr buenos resultados en la prevención de posibles incumplimientos que pongan en riesgo a la unidad.
- Proveer los recursos necesarios para mantener una gestión de agua y efluentes consolidada y eficiente conforme a la normativa vigente.

Jefe de asuntos ambientales/ asistente de asuntos ambientales

- Conocer los documentos e informes relativos a las herramientas de gestión que sean necesarios para el cumplimiento de sus funciones, así como los Estándares de los riesgos críticos ambientales de agua y efluentes.
- Participar en la elaboración, aprobación, puesta en práctica y evaluación de las políticas, planes y programas del presente documento.
- Promover el compromiso, la colaboración y la participación de todos los trabajadores en la prevención de incidentes ambientales sobre agua y efluentes, mediante la comunicación eficaz, la participación de los trabajadores en la solución de los problemas de manejo de aguas, la inducción, capacitación, entrenamiento, simulacros, entre otros.

Trabajadores:

- Cumplir con las normas, procedimiento, reglamentos e instrucciones de los programas del plan de mejora de la gestión de agua y efluentes.
- Participar en las actividades organizadas por el área de asuntos ambientales destinadas a prevenir los riesgos ambientales que involucren agua y efluentes.
- Reportar inmediatamente los incidentes o accidentes ambientales.

7. PLANES DE MEJORA PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL DE AGUA Y EFLUENTES

De acuerdo a los resultados del diagnóstico inicial y teniendo en cuenta las principales deficiencias identificadas en el análisis de causas, se han establecido las siguientes pautas que van a mejorar el cumplimiento legal, desempeño operativo del riesgo crítico ambiental agua y efluentes; y los indicadores ambientales.

7.1. Estructuración del área de Asuntos ambientales:

- Se debe elaborar un organigrama funcional, teniendo en cuenta el personal mínimo indispensable con el que se debe contar el área, para garantizar la correcta gestión y operación de las actividades diarias. Asimismo, indicar la línea de mando y responsabilidad por puestos de trabajo sobre el área en ambas guardias de trabajo.
- El jefe de asuntos ambientales debe liderar el área y establecer metas internas que deben ser analizadas con su equipo de trabajo, para establecer estrategias que ayuden a lograrlas.
- El líder del área con apoyo de recursos humanos debe realizar la medición de desempeño del personal a su cargo, para que se puedan tomar acciones pertinentes y oportunas.
- Se debe solicitar una camioneta asignada al área para que puedan realizar los traslados diarios hacia todas las plantas y puntos de control. Cabe mencionar que las salidas fuera de la unidad deben estar contempladas como parte de las actividades diarias y no debe existir ningún tipo de restricción.
- La guardia que sale debe dejar por escrito todas las actividades realizadas y pendientes para que puedan ser reanudadas por la guardia entrante.
- Se debe establecer un perfil de puesto para los supervisores ambientales y garantizar que sea personal idóneo para cumplir las funciones del área.
- Se debe establecer el liderazgo de la implementación de los RCA por parte de la gerencia de operaciones de la unidad. La jefatura de asuntos ambientales debe comunicar el proceso que se debe seguir para iniciar un nuevo proyecto,

a todas las áreas de la unidad. Asimismo, establecer medidas de sanción para aquellos responsables de área que no cumplan con esta directiva.

7.2. Cumplimiento legal

- Se debe contrastar los documentos e informes de monitoreo que deben ser enviados al ANA, con la estructura correcta que debe tener en base a la normativa actualizada. Sumado a ello se evaluará el desempeño del proveedor de monitoreo ambiental de acuerdo a la calidad de los informes, con una frecuencia trimestral, teniendo en cuenta también los procedimientos ya establecidos en la unidad para la evaluación de los proveedores.
- Las lagunas Marmolejo y Santa Catalina son monitoreadas como cuerpo receptor según lo mencionado en el EIA (2008). No se realizan monitoreos de la calidad de agua para potabilización, porque no se le estaba dando ese uso durante el periodo 2017-2018, sin embargo, a modo de prueba se deben realizar ensayos de laboratorio para determinar algún tipo de sistema de potabilización que se pueda aplicar en el futuro.
- Se debe implementar tres (3) estaciones hidrométricas que están faltando en los puntos de captación de agua para llevar un registro de los caudales que se usan en la operación, ya que es un dato importante para el balance de aguas de la Unidad.
- En la próxima modificación del EIA y/o actualización de este documento, se debe incluir la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas (PTARD Tielio).
- Se debe poner como prioridad en el CAPEX el estudio de estabilidad física y química de la relavera antigua.
- Aunque la planta de tratamiento de agua potable fue incluida en el expediente de la memoria técnica detallada (MTD) presentada en el 2018, se debe incluir también en la próxima actualización del EIA. Se debe poner como prioridad realizar el trámite correspondiente con DIGESA para la obtención de la Autorización sanitaria.
- Se debe presentar la matriz de cumplimiento legal en Excel donde se encuentra el Plan de legales completo con las actividades programadas por mes y donde se puede subir las evidencias de avance y cumplimiento.

7.3. Mejoramiento del desempeño en los RCA agua y efluentes:

- El plan de implementación de los RCA que se presenta cada año debe ser elaborado por cada unidad minera en base a la realidad de sus operaciones, y son ellos quienes deben definir la prioridad que le dan a cada riesgo crítico ambiental, para poder alcanzar una meta viable de implementación.
- Se debe fortalecer el conocimiento de los objetivos y metas de los RCA de agua y efluentes en toda la unidad, a través de sensibilizaciones en los pares ambientales y colocación de afiches en todas las áreas.
- Se debe realizar nuevamente el nombramiento oficial de los guardianes de del riesgo crítico ambiental de agua y efluentes, quienes deben liderar la implementación en la unidad de los estándares referidos a ese riesgo crítico.
- Se debe realizar el análisis correspondiente a los sedimentos de las plantas de tratamiento de agua de mina, para poder determinar una alternativa viable para el manejo de lodos.
- Se debe implementar un plan piloto para reducir los gastos operativos para el manejo de los insumos de las plantas ya que actualmente es muy alto.
- Se debe implementar en cada una de las plantas de tratamiento de agua de mina una computadora o laptop, para que el personal operativo pueda reportar el control de los caudales del afluente de la planta, insumos utilizados, incidencias durante el día, etc.
- Se debe elaborar un procedimiento resumido sobre el manejo de la planta y dosificación de los insumos utilizados, en una gigantografía que debe estar ubicada en la oficina de cada planta.
- Cada planta debe tener un medio de comunicación activo para el reporte inmediato de cualquier incidencia.
- Se debe implementar los protectores térmicos a los recipientes de hidróxido de sodio utilizado para regular el pH del afluente, para evitar su congelamiento.
- Se debe implementar en ambas plantas de tratamiento de agua de mina una alarma que se active cada vez que la planta llegue a su capacidad máxima de caudal y reportarse inmediatamente al área de mina.

- Se debe elaborar un programa de mantenimiento y limpieza de las pozas de la planta de tratamiento de agua de mina y aguas residuales domésticas.
- Para la planta de tratamiento de agua potable se debe programar una visita técnica anual del proveedor para reforzar el entrenamiento de la planta a todo el personal.
- Se debe garantizar por lo menos a tres (3) operadores de planta por cada una de las plantas de tratamiento de agua de mina, ya que éstas trabajan las 24 horas, durante todo el año.
- Realizar pruebas de jarra semestralmente con el floculante utilizado en la planta para ajustar la dosificación, ya que las condiciones de la calidad del afluente pueden variar según las operaciones de interior mina.
- Se debe incluir dentro del OPEX el mantenimiento de las trampas de grasa de la mina, ya que afecta directamente la calidad del efluente de la planta de tratamiento de agua de mina de Huacracochoa.
- Se debe programar las Auditorías internas con un margen de tiempo entre ellas que permita prepararse mejor a cada unidad.

7.4. Mejoramiento de los indicadores ambientales de agua y efluentes:

- Los resultados de monitoreo a presentar deben estar colocados en una tabla que permita visualizar los resultados en comparación con los LMP y los ECAS y con un sistema tipo semáforo para indicar si el resultado cumple o no con los estándares. Se debe mostrar el resultado de la calidad del agua de los efluentes de ambas plantas de tratamiento de agua de mina.
- En la presentación de los indicadores ambientales de agua y efluentes se debe presentar no sólo la calidad del agua del efluente de ambas plantas de tratamiento de agua de mina, sino también de los afluentes para que se pueda apreciar la eficiencia de remoción de ambas plantas.
- Se debe elaborar un formato fácil de manejar, donde se registre el plan de acción frente a un evento no deseado o una desviación hallada, y darle el seguimiento necesario del avance según el cronograma o el plazo establecido en el documento, tanto para las observaciones realizadas por OEFA como para los accidentes ambientales.

- Se propone implementar dentro de la gestión de agua y efluentes nuevos indicadores que permitan llevar un mejor seguimiento y control de los principales componentes que generan riesgos a la unidad. (Ver tabla 02).

Indicadores de agua y efluentes propuestos

ítem	Indicador	Lo que se debe presentar:	Frecuencia
1	Issues & Top	Monitoreo del nivel de la laguna Huacracocho	diario
		Monitoreo del nivel de la laguna Churuca 1	diario
2	Permisos y autorizaciones	Estado de trámite de renovación de las autorizaciones vencidas y por vencer	mensual
		Alternativas de solución temporal	mensual
		Alternativas de solución permanente	mensual
3	Calidad del agua	Monitoreos reportados	mensual/ trimestral
		Monitoreos internos a las lagunas de uso doméstico	trimestral
		Monitoreos internos a los afluentes y efluentes de las plantas de tratamiento	interdiario
4	Plantas de tratamiento	Eficiencia de remoción de las plantas de tratamiento de agua de mina	interdiario
		Eficiencia de remoción de las plantas de tratamiento de agua doméstica	semanal
		Caudal de los efluentes de las plantas de tratamiento de agua de mina	diario
5	Accidentes ambientales	Seguimiento a las acciones correctivas y/o preventivas	mensual
6	Inspecciones realizadas	Seguimiento a las observaciones levantadas	semanal
7	Seguimiento del RCA "Efluente fuera de los parámetros"	Porcentaje de avance de las actividades realizadas en el mes	mensual
8	Agua consumida	Medición de los caudales en los puntos de captación	mensual
9	Insumos consumidos (plantas)	Cantidad de floculante consumido	mensual
		Cantidad de NaOH consumido	mensual
		Cantidad de cloro consumido	mensual

FUENTE: Elaboración propia

7.6. Proyectos de inversión

- Se debe dar seguimiento al Plan Huacracocha, donde se viene trabajando con la instalación de 2 líneas de 3 tuberías de 4" que, con ayuda de 3 bombas instaladas, van a evacuar el agua de la Laguna Huacracocha hasta la cabecera de la laguna Huascacocha (100 l/s), y se piensa instalar una línea más de 3 tuberías de 4" (50 l/seg). Así mismo en la segunda etapa se realizará la evacuación de Churruca 2 hacia el canal de coronación de Chinalco por sifoneo a través de 18 tuberías de 4". (270 l/seg.)
- Se debe contratar a más Ingenieros eléctricos ya que la mina tiene instalado más de 50 bombas y constantemente se generan fallas eléctricas y éstas dejan de funcionar, perjudicando muchas veces la programación de la limpieza y mantenimiento de las plantas que muchas veces debe postergarse debido a estas fallas, afectando la calidad del efluente tratado.
- Coordinar con el área de TI sobre la posibilidad de cambiar de operador y colocar un mejor sistema de pararrayos en la unidad.
- Se debe mejorar la infraestructura de la poza de secado de lodos, ya que actualmente se tiene una sola poza pequeña en la zona de Huacracocha, se puede hacer uso de tubos de geotextil como Tratamiento de deshidratación de lodos de mina, ya que reduce sustancialmente el tiempo de deshidratación y puede ser evacuado en menos tiempo y es excelente para ahorrar espacio.
- Coordinar con el área de mantenimiento eléctrico para colocar el sistema puesta a tierra en todos los puntos donde se encuentran las Estaciones hidrométricas. Posteriormente se debe revisar el funcionamiento y calibración de los equipos con el mismo proveedor y seguir sus recomendaciones para alargar el tiempo de vida de estos equipos sensibles.
- Se debe elaborar un plan para continuar con el tramo que falta en la zona de Huacracocha para poder completar las canaletas para el manejo de agua de no contacto.
- Se debe incluir dentro del OPEX el mantenimiento de las Trampas de grasa de la mina, ya que afecta directamente la calidad del efluente de la planta de tratamiento de agua de mina de Huacracocha.

- Actualmente la planta de Huacracocha no cuenta con autorización de vertimiento a la laguna, pero es indispensable su funcionamiento ya que la planta de Ticlio tiene una capacidad máxima de 400 l/seg, es por ello que debe evaluarse lo más pronto posible una de las alternativas propuestas por dos (2) Consultoras ambientales, para el mejoramiento de la capacidad de las plantas (Ver anexo 01), ya que, según el Estudio Hidrogeológico de WES, el agua de profundización llegará a 650 l/seg y no se podrá bombear todo a la Planta de Ticlio.
- Instalar un sensor automático para monitoreo de laguna en la parte de reboce de Huacracocha a Churruca 1; y otro en Churruca 1, la ventaja es que se ahorraría mucho tiempo y dinero, ya que el traslado diario genera un costo de operación. Y otra alternativa es mejorar el sistema de medición que han sido instaladas en cada una de las lagunas, para que se encuentren ancladas desde el borde y evitar que debido a la corriente del agua puedan moverse y generar errores de lectura.

Anexo 01

Alternativas para mejorar las plantas de tratamiento de agua de mina propuestas por dos Consultoras ambientales

A. Consultora 1:

Durante el diseño de los sistemas de tratamiento de aguas de contacto de la UEA Ticlio se identificó que el costo de tratamiento para el vertido de las aguas en la quebrada Antaranra requeriría abatir el sulfato a 500 ppm lo cual representa costos de inversión y operación significativamente mayores que los que resultarían de verter el 100% de dichas aguas en la vertiente del atlántico; por lo cual se recomienda el diseño de una sola planta que descargue sus aguas en la laguna Huacracocha y contar con un sistema de derivación de demasías de dicha laguna para que conduzca el exceso de aguas del cuerpo receptor hacia aguas debajo de la laguna Huascacocha.

A continuación, presentamos el detalle de cada una de las opciones, así como sus costos de inversión y operación y las implicancias ambientales a considerar en cada caso.

Alternativa 1 – Escenario Base

Este es el escenario inicialmente requerido por el cliente que incluye dos plantas, una para el vertimiento en la laguna Huacracocha y otro vertimiento en la quebrada Antaranra.

a) Planta de vertimiento en la laguna Huacracocha ($Q_d=100$ L/s)

Modificar la planta de tratamiento que vierte sus efluentes en la laguna Huacracocha (vertimiento EH-02) para un caudal máximo que no genere el rebose de las aguas de la laguna Huacracocha. De acuerdo a lo explicado, debido a que dicha laguna es tributaria de la laguna Churuca 1, genera problemas de posible desborde de la laguna Churuca 1 hacia la Carretera Central; por lo que existe un caudal máximo a descargar actualmente en la laguna Huacracocha. Dicho caudal se ha estimado en 62 L/s de acuerdo al estudio hidrológico (Hidroandes, 2012).

Dicho vertimiento debe cumplir con el ECA Categoría 4 (Conservación de vida acuática en lagos y lagunas). Este ECA no regula Mn ni SO₄²⁻; que son dos parámetros críticos en las aguas de Ticlio.

En este caso, se ha considerado un sistema de tratamiento simple con abatimiento de metales a pH 8.4 con uso de cal y DAF.

b) Planta de Vertimiento en la quebrada Antaranra (Qd=600 L/s)

El excedente de dicha agua debe ser bombeado hasta el nivel 4900 para que descargue por la bocamina San Nicolás hacia una nueva planta de tratamiento de aguas que descargue en el punto M-3, sobre la quebrada Antaranra; debiendo cumplir con el ECA- Cat. 1 A2 (aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional). Este ECA si incluye regulaciones para Mn (0.4 mg/L) y SO₄²⁻(500mg/L). Adicionalmente, debe considerarse la percepción social del área de influencia ambiental dado que está en una de las nacientes del río Rímac.

Debido a que el agua de mina es alcalina, para abatir el sulfato es necesario acidificar todas las aguas con CO₂ o HCl hasta pH 4.5, eliminar los lodos y luego, abatir la mayor parte de los elementos, incluido Fe, a pH 8.5, retirar los lodos y luego subir el pH a 9 para abatir el Mn a 0.4 mg/L y contener los lodos.

Alternativa 2 – Planta única con vertimiento en la vertiente atlántica

Este es el escenario Incluye sumar todas las aguas de contacto solo efluente. Ello se divide en dos opciones concebidas para un Qd=670 L/s:

- **Alternativa 2A** Vertimiento aguas abajo de la laguna Huascacocha utilizando una tubería de 10 km.
- **Alternativa 2B** – Vertimiento en la laguna Huacracocha (actual Punto EH-02) y construcción de un canal de demasías para regular que el excedente de la laguna drene directamente hacia aguas debajo de la laguna Huascacocha.

a) Alternativa 2A

En el caso de la alternativa 2A, se debe cumplir con la calidad de aguas establecida en la Categoría 3 (aguas para riego de vegetales y bebida de animales). Ello regula la concentración de SO₄²⁻ a 1000 mg/L. El 92% del tiempo, la mezcla de esta

agua se encuentra por debajo de dicha concentración, pero es necesario implementar un sistema de tratamiento de sulfato que trate hasta un tercio del agua de mezcla para bajar en dicha fracción la concentración de SO_4^{2-} hasta los 400 mg/l.

Esta línea paralela está diseñada para operar a un ($Q_d=330$ L/s), Anexo 12.

b) Alternativa 2B

En el caso de la alternativa 2B se debe cumplir con el ECA Categoría 4 (Conservación de vida acuática en lagos y lagunas). Este ECA no regula Mn ni SO_4^{2-} ; que son dos parámetros críticos en las aguas de Ticlio; razón por la cual se requeriría una neutralización simple con DAF a pH 8.5. El efluente sería descargado directamente en la laguna. Dado que, de acuerdo al balance de aguas, la laguna no debería recibir más de 100 L/s, el excedente de la laguna deberá ser derivado mediante un canal de demasías que vaya paralelo a la laguna y descargue sus aguas justo aguas abajo de la laguna Huascacocha.

Se podía proponer a Argentum el desarrollo conjunto de dicho canal que garantiza a Argentum la estabilidad hídrica y química de su depósito de relaves.

Comparación de las alternativas

La siguiente tabla resume los costos de inversión y operación de cada una de las plantas configuradas según las alternativas 1, 2A y 2B a nivel conceptual.

Cuadro comparativo de las alternativas

Características	Alternativa 1		Alternativa 2A	Alternativa 2B
	Planta Antaranra	Planta Huacracocha	Planta Vert-Aguas Debajo de Huascacocha	Planta Huacracocha
Qd (L/s)	600	100	670	670
ECA	1 - 2A	4	3	4
CAPEX (US\$)	10,715,856.20	4,671,774.1	13,992,599.06	10,522,382.69
OPEX (US\$/año)	2,247,613	456,393	2,632,833	1,199,593
Área de influencia	Río Rímac	Laguna Huacracocha	Morococha	Laguna Huacracocha

B. Consultora 2

Situación Actual de la Planta Huacracocha

- La Planta de Tratamiento actual tiene una capacidad de 250 L/s. Desde julio de 2017 se encuentra suspendido el vertimiento por la ANA.
- Cuenta con 01 poza de captación, 01 poza de sedimentación, dos pozas de sedimentación (clarificación), 01 poza de secado de lodos y 01 tanque de preparación de floculante y el área de dosificación de Hidróxido de sodio (NaOH).
- Actualmente por Huacracocha se evacua un promedio de 250 L/s y por San Nicolás, de 150 a 200 L/s.

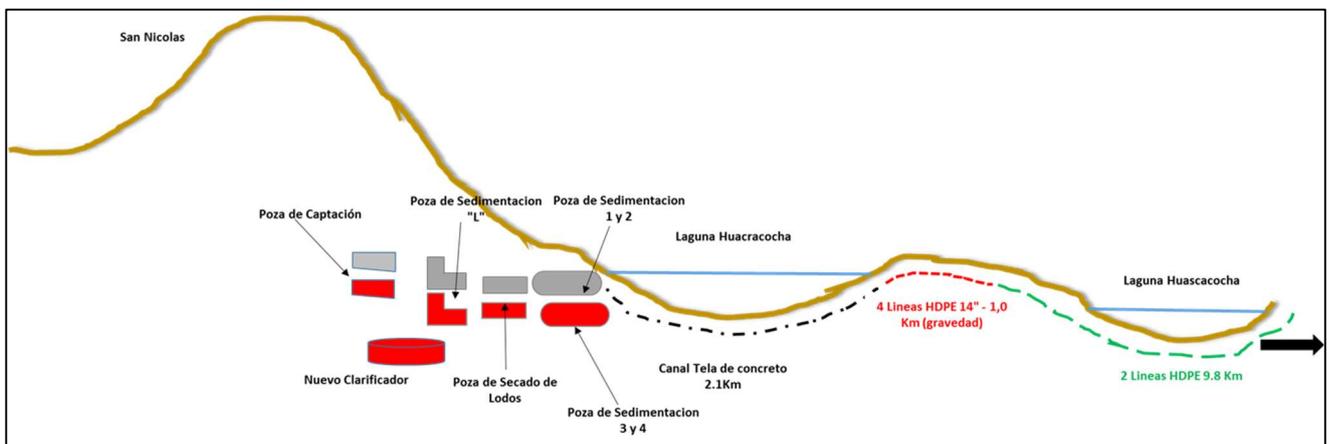
Objetivo General:

Evaluar las alternativas para evacuar agua de mina de la unidad minera Ticlio con un volumen de descarga de 500 L/s.

Objetivos Específicos:

- Evaluar los equipos de la planta antigua de Ticlio para aprovecharlos en la ampliación.
- Estimar CAPEX y OPEX para la ampliación.
- Proponer nuevas tecnologías de ejecución para las obras de concreto.

1º Alternativa – Evacuación de agua de mina por Huacracocha hasta 500 L/s ampliando la planta de forma modular



Esquema de ampliación de la Planta Huacracocha

Para esta alternativa se requieren 05 nuevos componentes:

- Poza de captación.
- Ampliación de la Poza “L”.
- Sedimentadores 3 y 4.
- Clarificador de 6’’ x 10’’ - 700 L/s.
- Ampliación de la poza de secado de lodos.

Para el transporte de agua de mina por gravedad se han diseñado 03 tramos:

Tramo 1: Canal de manto de concreto, 2.1 Km



Tramo 1: Canal de manto de concreto, 2.1 Km

Tramo 2: 04 líneas de 14’’ de HDPE, 4.01 Km



Tramo 2: 04 líneas de 14’’ de HDPE, 4.01 Km

Tramo 3: 02 de líneas de 12" de HDPE, 5.18 Km

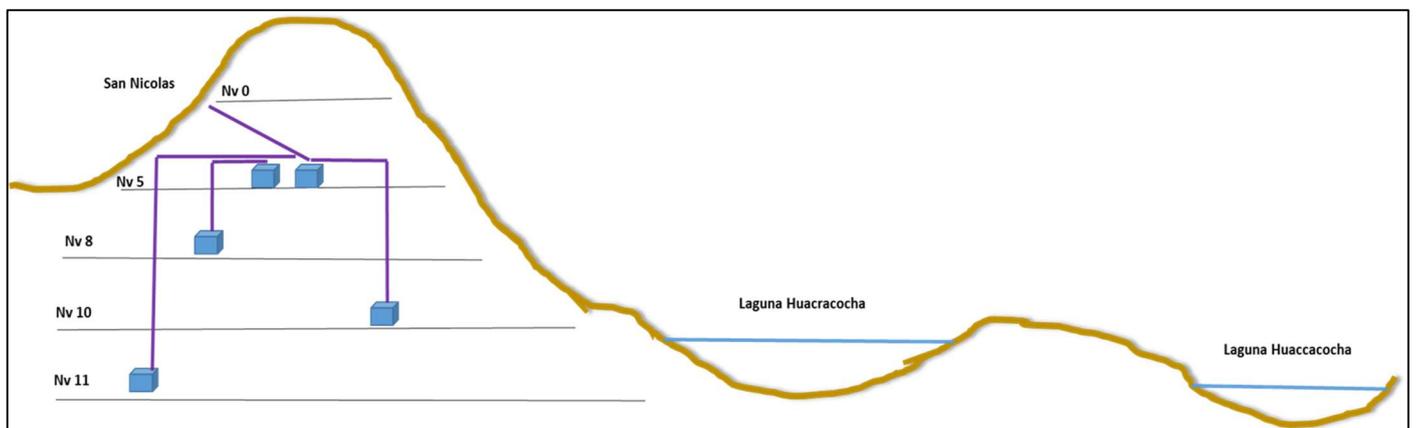


Tramo 3: 02 de líneas de 12" de HDPE, 5.18 Km

Presupuesto Alternativa 1

ITEM	DESCRIPCIÓN	PRESUPUESTO US\$	CAPEX APROBADO US\$	CAPEX FALTANTE US\$
1	ALTERNATIVA 1			
1.1	Evacuación de agua por Huacrachocha 500 Lts			
1.1.1	Poza de captación (gruesos) adicional 250 m3	41,603	0	41,603
1.1.2	Poza sedimentación "L" adicional 2000 m3	73,513	0	73,513
1.1.3	Ampliación de poza de sedimentación (finos) 5500 m3	197,051	0	197,051
1.1.4	Pozas de clarificación adicionales 6000 m3	168,162	0	168,162
1.1.5	01 clarificador metálico 50'X10' (700 LPS)	986,4	0	986,4
1.1.6	Transporte de agua de mina de Huacrachocha a Huacrachocha	2,032,326	0	2,032,326
	PARCIAL 1.1	3,499,054	0	3,499,054

2º Alternativa – Bombeo de agua de mina por San Nicolás hasta 500 L/s



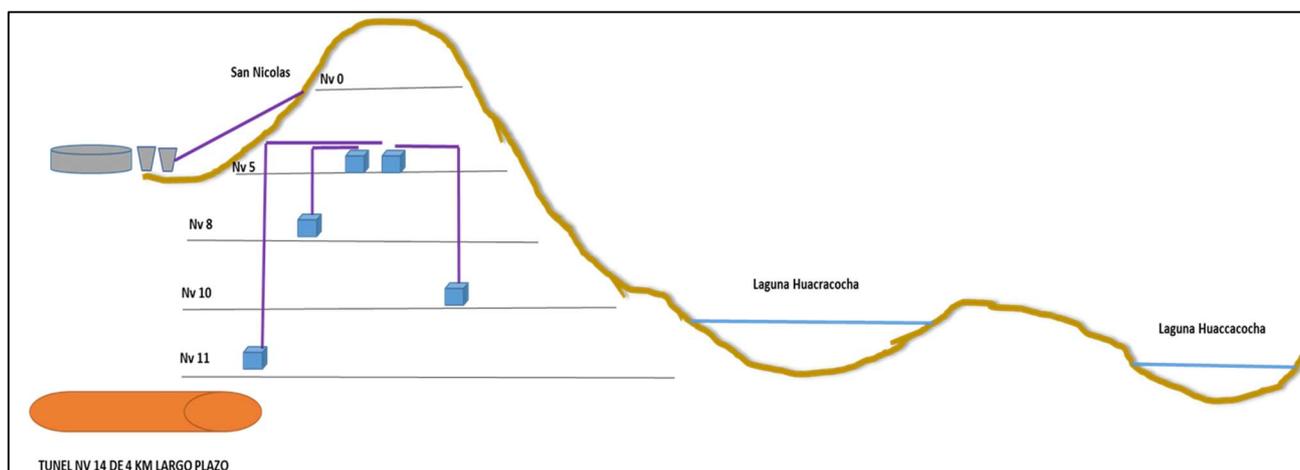
Esquema de bombeo de agua de mina por San Nicolás

Para esta alternativa se requiere ampliar la capacidad de bombeo en los niveles 5 y 11. Falta ampliar el CAPEX para la ejecución de la segunda etapa del nivel 11.

Presupuesto Alternativa 2

ITEM	DESCRIPCIÓN	PRESUPUESTO US\$	CAPEX APROBADO US\$	CAPEX FALTANTE US\$	OBSERVACIONES
2	ALTERNATIVA 2				
2.1	Bombeo de aguas de mina por San Nicolas 440 LPS				
2.1.1	Bombeo NV 5 segunda línea	1,601,519	1,200,000	401,519	CAPEX POR COMPLETAR
2.1.2	Bombeo NV 11 (tubería del NV 11 al NV 5) Etapa I	1,952,149	1,267,267	684,882	CAPEX POR COMPLETAR
2.1.3	Bombeo NV 11 (tubería del NV 11 al NV 0) Etapa II	2,477,134	0	2,477,134	NUEVO CAPEX
	PARCIAL 2.1	6,030,802	2,467,267	3,563,535	

3° Alternativa – Construcción de un túnel para la evacuación de agua de mina desde Ticlio hasta Casapalca



Esquema de un túnel para la evacuación de agua de mina desde Ticlio hasta Casapalca

Presupuesto Alternativa 3

ITEM	DESCRIPCIÓN	PRESUPUESTO US\$	CAPEX APROBADO US\$	CAPEX FALTANTE US\$	OBSERVACIONES
3	ALTERNATIVA 3 (OBRAS POR IMPUESTOS)				
3.1	Túnel de evacuación por San Nicolás				
3.3.1	Elaboración de Ingeniería de detalle	75,000	0	75,000	NUEVO CAPEX
3.3.2	Elaboración de EIA	50,000	0	50,000	NUEVO CAPEX
3.3.3	Permiso de construcción y otros	50,000	0	50,000	NUEVO CAPEX
3.3.4	Construcción de túnel NV 14 - 4 Km	10,000,000	0	10,000,000	NUEVO CAPEX
	PARCIAL 3.1	10,175,000.00	0.00	10,175,000.00	

Criterios de Evaluación de Alternativas Propuestas

ITEM	DESCRIPCIÓN	PRESUPUESTO US\$	COSTO (1-10)	APROBACIÓN SOCIAL (1-10)	VIABILIDAD TECNICA (1- 10)	CRONOGRAMA (1-10)	TOTAL	OBSERVACIONES
1	Evacuación de agua Huacracocha - Huascacocha 500	3,499,054	9	3	8	10	30	Se estiman riesgos sociales de HDPE al lado de la carretera central, zona Tuctu, zona Pucará. Es posible que sea solicitado un canal de contingencia de las tuberías para evitar derrames de agua (no considerado en CAPEX), posible solicitud de techar el canal para evitar la caída de personal y animales.
2	Bombeo de aguas de mina por San Nicolás 500 LPS	6,080,802	7	8	10	7	32	Se requiere reforzar el sistema actual, tiene Capex parcial aprobado, se necesita mayor limpieza de lodos en el nv 5.
3	Túnel de evacuación por San Nicolás	10,175,000,00	4	7	7	4	22	Se estima el retorno de la inversión por obras por impuestos.