

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



T E S I S

**Implementación del canal de coronación para el manejo de agua de
escorrentía superficial a fin de evitar el contacto con el depósito de
relaves el Porvenir para cumplir el ECA para agua D.S. 004-2017-MINAM
ubicado en el distrito de San Francisco de Asís de Yarusyacán de la
provincia de Pasco - 2021**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor : Bach. Noe Santiago Llanos Basilio

Asesor : Mg. Luis Alberto Pacheco Peña

Cerro de Pasco – Perú – 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



T E S I S

**Implementación del canal de coronación para el manejo de agua de
escorrentía superficial a fin de evitar el contacto con el depósito de
relaves el Porvenir para cumplir el ECA para agua D.S. 004-2017-MINAM
ubicado en el distrito San Francisco de Asís de Yarusyacán de la
provincia de Pasco-2021**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado.

Mg. Eleuterio Andrés Zavaleta Sanchez
Presidente

Mg. Lucio Rojas Vitor
Miembro

Mg. Edgar Walter Perez Juzcamayta
Miembro

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado a Jesús el salvador del mundo por no dejarme ni un solo momento.

A mis padres Job Llanos Ricapa y Elizabeth Basilio Lopez, por su sacrificio, por su paciencia, por su templanza, por enseñarme a tomar buenas decisiones y estar siempre acompañándome en el transcurso de mi vida.

A mis hermanos, Aod, Abigail y Juan. A mis abuelas Alejandrina Ricapa y Emilia Lopez. A mis tíos: Placido Llanos, Fredy Basilio, Víctor Llanos, Luz Basilio, Rosario Ñaupari, Julia Rodríguez, Amanda Calzada, Santiago Basilio, Verónica Basilio, María Basilio, Hugo Chávez.

AGRADECIMIENTO

A los docentes de la escuela de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion, por las enseñanzas impartidas en las aulas de clase durante mi permanencia como estudiante.

A las empresas SERMUL SJM, Nexa Resources y Séché Group, por confiar en mí y brindarme la oportunidad de ser parte de ustedes.

Al Gerente General Sem Fretel y los Ingenieros Edinson Ramos, Carlos Condor, Fabio Sanabria, Karen Garcia, Mayra Rocca, Jhon Campos, Rodrigo Pareja, Daniel Gazco, Edmundo Centenaro, Juan Deudor y Duwerly Ccallo por aportar en mi crecimiento profesional e impulsarme a continuar siempre adelante.

RESUMEN

En las riberas de la relavera el Porvenir perteneciente a la Unidad Minera Milpo del grupo minero Nexa se tenía aguas superficiales de escorrentía y principalmente en los meses de invierno se generaba grandes volúmenes de agua lo cual al no ser captados estas llegaban a contactar con los relaves del depósito de relaves el porvenir, lo cual impactando negativamente estas aguas y aumentando el efluente vertido a la quebrada Lloclla.

El objetivo de la presente investigación Implementar del canal coronación para realizar el manejo de agua de escorrentía superficial a fin de evitar el contacto con el depósito de relaves el Porvenir para cumplir él estándares de calidad ambiental para agua que es el Decreto Supremo 004-2017- MINAM ubicado en el distrito San Francisco de Asís de Yarusyacán de la provincia de Pasco.

Teniendo como resultado donde podemos afirmar con la implementación del canal coronación se está evitando el contacto del agua de escorrentía superficial en el mes de enero de 0.146 m³, en el mes de febrero 0.053 m³ y mes de marzo 0.068 m³ estas aguas de escorrentía llegaban con anterioridad a la relavera y posterior era vertida a la quebrada Lloclla afectando en su calidad de estas aguas superficiales y por ende de las aguas de la quebrada Lloclla. Por lo que se puede observar esta es una solución ambiental en el distrito de Yarusyacan de la provincia de Pasco.

Palabras claves: Relavera el Porvenir, quebrada Lloclla, estándares de calidad ambiental, canal coronación y agua de escorrentía superficial.

ABSTRACT

On the banks of the El Porvenir tailings dam, which belongs to the Milpo Mining Unit of the Nexa mining group, there was surface water runoff and, mainly in the winter months, large volumes of water were generated, which, since they were not captured, came into contact with the tailings. from the El Porvenir tailings deposit, which has a negative impact on these waters and increases the effluent discharged into the Lloclla stream.

The objective of this research is to implement the coronation channel to manage surface runoff water in order to avoid contact with the El Porvenir tailings deposit to meet the environmental quality standards for water, which is Supreme Decree 004-2017- MINAM located in the San Francisco de Asís district of Yarusyacán in the province of Pasco.

Having as a result where we can affirm with the implementation of the coronation channel, the contact of the surface runoff water is being avoided in the month of January of 0.146 m³, in the month of February 0.053 m³ and in the month of March 0.068 m³ these runoff waters arrived with prior to the tailings dam and later it was discharged into the Lloclla stream, affecting the quality of these surface waters and therefore the waters of the Lloclla stream. From what can be seen, this is an environmental solution in the Yarusyacan district of the province of Pasco.

Keywords: El Porvenir tailings dam, Lloclla creek, environmental quality standards, coronation canal and surface runoff water.

INTRODUCCIÓN

Antes de la investigación las aguas de escorrentía generadas producto a las precipitaciones aguas arriba de la relavera el Porvenir llegan a parar ala relavera, lo cual estas aguas son impactadas negativamente, para posterior se genera como efluente minero, lo cual la presente investigaciones de gran importancia.

La metodología usada en la investigación será elaboración del proyecto, construcción y puesta en marcha del canal de coronación, lo cual en la presente investigación se explicará cada uno de estos procesos. La investigación se realizó a 5 Km de la unidad minera Milpo de Empresa Minera Nexa, ubicada en la vía de acceso de Cerro de Pasco a Milpo, estazona pertenece al distrito San Francisco de Yarusyacán de la provincia y región de Pasco y situado a 14 Km al NE de la ciudad de Cerro de Pasco, a una altura de 4200 msnm.

En el estudio se considera el tipo de investigación descriptiva como en el título indica, se encarga de describir las características de la realidad a estudiar con el fin de comprenderla de manera más exacta de la implementación del canal coronación para realizar el manejo de agua de escorrentía superficial a fin de evitar el contacto con el depósito de relavesel Porvenir para cumplir el ECA para agua D.S 004-2017-MINAM.

Con la implementación del canal coronación se está evitando el contacto del agua de escorrentía superficial con el depósito de relaves el Porvenir yal derivar estas aguas al cuerpo receptor que es la quebrada Lloclla sin afectar en su calidad así cumpliendo con las ECA para agua D.S 004- 2017-MINAM

El autor.

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema	1
1.2.	Delimitación de la investigación	2
1.2.1.	Delimitación Territorial	2
1.2.2.	Delimitación Social	2
1.2.3.	Delimitación Económica.....	3
1.2.4.	Delimitación Temporal	3
1.3.	Formulación del Problema	3
1.3.1.	Problema general	3
1.3.2.	Problema Especifico	3
1.4.	Formulación de Objetivos	4
1.4.1.	Objetivo General.....	4
1.4.2.	Objetivos Específicos.....	4
1.5.	Justificación de la Investigación.....	4
1.5.1.	Justificación Ambiental	4
1.5.2.	Justificación Social	5
1.5.3.	Justificación Metodológica	5
1.6.	Limitaciones de la investigación.....	5

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio.....	6
2.1.1.	A nivel internacional.....	6
2.1.2.	A nivel nacional.....	7
2.1.3.	A nivel local	9
2.2.	Bases teóricas – científicas.....	10
2.2.1.	Cunetas de coronación.....	10
2.2.2.	Cunetas o zanjas de coronación detalles.....	11
2.2.3.	Estimación de Caudales.....	12
2.2.4.	Relaves Mineros.....	13
2.2.5.	Depósito de relaves	14
2.2.6.	Toma de Muestras por parámetro.....	15
2.2.7.	Información legal	17
2.3.	Definición de términos básicos	19
2.3.1.	Acuífero.....	19
2.3.2.	Agua.....	20
2.3.3.	Lluvia.....	20
2.3.4.	Contaminación.....	20
2.3.5.	Periodo de retorno.....	20
2.3.6.	Precipitación.....	20
2.4.	Formulación de Hipótesis	20
2.4.1.	Hipótesis General	20
2.4.2.	Hipótesis Específicos.....	21
2.5.	Identificación de Variables	21
2.5.1.	Variable independiente	21
2.5.2.	Variable dependiente.....	21

2.6.	Definición Operacional de variables e indicadores.....	21
------	--	----

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación	23
3.2.	Nivel de investigación	23
3.3.	Método de investigación	23
3.4.	Diseño de investigación	24
3.5.	Población y muestra	24
3.5.1.	Población.....	24
3.5.2.	Muestra	24
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
3.6.1.	Técnicas	24
3.6.2.	Instrumentos.....	24
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación ..	25
3.7.1.	Procedimiento de selección	25
3.7.2.	Procedimiento de validación	25
3.7.3.	Procedimiento de confiabilidad de los instrumentos de investigación ...	25
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	25
3.9.	Tratamiento estadístico.....	25
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica	25

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo.....	26
4.1.1.	Ubicación de la zona del estudio	26
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	27
4.2.1.	Diseño de canal de coronación para el manejo de agua de escorrentía	27

4.2.2. Monitoreo y análisis de agua en concordancia al canal de coronación para el manejo de agua de escorrentía.....	33
4.2.3. Resultados de la calidad física de la implementación del canal de coronación para el manejo de agua de escorrentía superficial.....	34
4.2.4. Resultados de la Calidad Química de la Implementación del canal coronación para el manejo de agua de escorrentía superficial.....	38
4.3. Prueba de hipótesis	46
4.4. Discusión de resultados.....	47
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
BIBLIOGRAFÍA	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1: Operacionabilidad de variables e indicadores.	21
Tabla N° 2: Características del canal de coronación aprobado.	28
Tabla N° 3: Ubicación de los puntos de monitoreo.	33
Tabla N° 4: Resultados de Parámetro Físico.....	34
Tabla N° 5: Resultados de Parámetro Químicos.....	38

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

Los relaves se definen como el deshecho mineral sólido de tamaño entre arena y limo provenientes del proceso de concentración minero que son producidos, transportados o depositados en forma de lodo” (MEM, 1993).

“El agua continúa creciendo en importancia en las agendas de las comunidades y las ONG, convirtiéndose en el principal tema de convocatoria para los movimientos sociales de base territorial que se resisten a la minería. El agua es el tema más sensible para las comunidades, ya que los impactos negativos sobre el agua afectan directamente a su seguridad alimentaria y salud. Existen impactos graves en la salud humana y la productividad de los ecosistemas debido a la contaminación del agua con metales pesados y materiales suspendidos; como también reducción en la cantidad de agua disponible, lo que genera competencia y conflictos con otros usuarios del agua. Esta situación afecta a una variedad de ecosistemas, incluidos los páramos andinos, glaciares y lagos glaciares, ríos y arroyos, manglares, lagos naturales, océanos y acuíferos subterráneos. Una preocupación en particular para la población rural es el

impacto de las actividades mineras en los nacimientos de aguay quebradas que alimentan los acueductos locales” (Echavarría, Cristina, 2019).

“La Organización Mundial para la Salud (OMS) establece que El agua dulce es un recurso limitado y su calidad está bajo presión constante. Preservarla calidad del agua dulce es importante para el abastecimiento de agua potable, la producción de alimentos y el uso de aguas recreativas. La minería es una de las industrias más intensivas del mundo en el consumo de agua, afectando tanto la cantidad (disponibilidad) como la calidad de la misma. La primera se ve impactada por los grandes caudales que se utilizan en todo el proceso de extracción de minerales. A nivel internacional, un claro ejemplo del alto consumo de agua, son las actividades mineras desarrolladas en el desierto del Nordeste de Nevada, Estados Unidos, donde entre 1986 y 2001 se bombearon 580 millones de galones de agua, lo suficiente para abastecer a Nueva York por más de un año” (Paz Tania, 2012). De igual forma en las riveras de la relavera el Porvenir perteneciente a la Unidad Minera Milpo del grupo minero el Nexa se tenía aguas superficiales de escorrentía y principalmente en los meses de invierno se generaba grandes volúmenes de agua lo cual al no ser captados estas llegaban a contactar con los relaves del depósito de relaves el porvenir, lo cual impactando negativamente estas aguas y aumentando el efluente vertido a la quebrada Lloclla.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación Territorial

El estudio se desarrollará en la zona de influencia indirecta de la relavera el Porvenir ubicado en el distrito de San Francisco de Asís de Yarusyacan.

1.2.2. Delimitación Social

La investigación propondrá para disminuir el impacto aguas debajo de la relavera específicamente en las poblaciones de San Miguel, la Candelaria y la

Quinoa.

1.2.3. Delimitación Económica

El agua colectada puede servir para el sistema de riego aguas debajo de la relavera lo cual mejoraría la economía de las poblaciones aguas abajo.

1.2.4. Delimitación Temporal

La información considerados para la ejecución de la investigación propuesto se ejecutarán dentro del proceso de los años 2021 – 2022, el proyecto será sostenible en los próximos años a posterior.

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema general

¿Se podrá realizar el manejo de agua de escorrentía superficial a fin de evitar el contacto con el depósito de relaves el Porvenir para cumplir él estándares de calidad ambiental para agua que es el Decreto Supremo 004-2017-MINAM ubicado en el distrito San Francisco de Asís de Yarusyacán de la provincia de Pasco- 2021?

1.3.2. Problema Especifico

- ¿Cuál es el caudal de agua de escorrentía superficial que se genera aguas arriba del depósito de relaves el Porvenir ubicado en el distrito de San Francisco de Asís de Yarusyacán de la provincia de Pasco-2021?
- ¿Cuál será la capacidad de infraestructura hidráulica para el manejo adecuado del caudal de agua de escorrentía superficial que se genera aguas arriba del depósito de relaves el Porvenir ubicado en el distrito San Francisco de Asís de Yarusyacán de la provincia de Pasco-2021?
- ¿Cuál es la calidad física y química del agua de escorrentía superficial que se genera aguas arriba del depósito de relaves el Porvenir ubicado en el distrito San Francisco de Asís de Yarusyacán de la provincia de Pasco- 2021?

1.4. Formulación de Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Implementar del canal coronación para realizar el manejo de agua de escorrentía superficial a fin de evitar el contacto con el depósito de relaves el Porvenir para cumplir él estándares de calidad ambiental para agua que es el Decreto Supremo 004-2017-MINAM ubicado en el distrito San Francisco de Asís de Yarusyacán de la provincia de Pasco-2021.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar el caudal de agua de escorrentía superficial que se genera aguas arriba del depósito de relaves el Porvenir ubicado en el distrito San Francisco de Asís de Yarusyacán de la provincia de Pasco-2021.
- Determinar la capacidad de infraestructura hidráulica para el manejo adecuado del caudal de agua de escorrentía superficial que se genera aguas arriba del depósito de relaves el Porvenir ubicado en el distrito San Francisco de Asís de Yarusyacán de la provincia de Pasco-2021.
- Evaluar la calidad física y química del agua de escorrentía superficial que se genera aguas arriba del depósito de relaves el Porvenir ubicado en el distrito San Francisco de Asís de Yarusyacán de la provincia de Pasco-2021.

1.5. Justificación de la Investigación

1.5.1. Justificación Ambiental

Antes de la investigación las aguas de escorrentía generadas producto a las precipitaciones aguas arriba de la relavera el Porvenir llegan a parar a la relavera, lo cual estas aguas son impactadas negativamente, para posterior se genera como efluente minero, lo cual la presente investigación es de gran importancia.

1.5.2. Justificación Social

Las aguas recolectadas serán vertidas a la quebrada Lloclla libre de alguna impureza o en caso contrario aguas abajo puede ser utilizado para riego u otro tipo de uso por parte de los pobladores de la zona.

1.5.3. Justificación Metodológica

La metodología usada en la investigación será elaboración del proyecto, construcción y puesta en marcha del canal de coronación, lo cual en la presente investigación se explicará cada uno de estos procesos.

1.6. Limitaciones de la investigación

Tenemos identificados las siguientes limitaciones:

- El acceso a la información es limitado.
- El monitoreo que se realizó para la investigación es costoso.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.

2.1.1. A nivel internacional

Contreras, Brigitte (2015) “Análisis de la calidad físico-química del agua en la quebrada el Santuario por la explotación de hierro en el municipio de Ubalá – Cundinamarca. Donde menciona lo siguiente: La calidad del agua en los sistemas naturales y en particular en las aguas superficiales influye en el estado de los ecosistemas, la salud humana, así como en los diferentes posibles usos del recurso hídrico. La presente investigación pretende determinar las variaciones de la calidad físico- química del agua de la quebrada El Santuario como fuente principal intervenida por el proyecto minero de extracción de Hierro que se desarrolla actualmente en la vereda El Santuario del municipio de Ubalá Cundinamarca, de este modo se hace necesario analizar también las quebradas La Pichonera y La Lejía, fuentes hídricas que hacen parte de ronda hídrica de la zona minera y que por ende también se ven amenazadas en su calidad y disponibilidad. De ese modo, se realizaron monitoreos que incluyeron un antes y después de la intervención de la explotación minera con base en los criterios de la Guía de Monitoreo de Vertimientos de Aguas Superficiales y Subterráneas del

IDEAM. Posteriormente se analizaron los resultados obtenidos, mostrando así la presencia de altas concentraciones de algunos metales pesados en el agua como (As, Cd, Ni), producto de la formación del proceso conocido como drenaje ácido de mina. Partiendo de estos análisis se propusieron las medidas de manejo ambiental con el fin de garantizar la calidad, disponibilidad y la salud de las personas”.

Así mismo Guerrero, Milton (2014) “Análisis de la calidad físico-química del agua en la quebrada el santuario por la explotación de hierro en el municipio de Ubalá – Cundinamarca, Colombia. Particularmente cuando ocurre en lugares aledaños a terrenos agrícolas. De esta manera, recursos hídricos superficiales y subterráneos pueden verse afectado por este fenómeno ya conocido en las actividades mineras. Se presenta la situación de las principales minas subterráneas chilenas y sus problemas de contaminación de aguas ácidas subterráneas asociadas a la operación. Se muestra un barrido de las principales tecnologías existentes para descontaminar y/o valorizar efluentes acuosos, algunas de las cuales han sido aplicadas en Chile.

2.1.2.A nivel nacional

Prado, José Antonio “Diseño de canal de coronación de una relavera en la Unidad Minera Contonga. La minería es una de las actividades humanas más problemáticas desde el punto de vista ambiental. Las labores mineras abandonadas, las pilas de desmontes y los depósitos de relaves, constituyen fuentes de generación de drenaje principal contaminante de los recursos hídricos.

Tomando en cuenta las características y particularidades de los trabajos de explotación de mineral, el diagrama de flujo de la planta de tratamiento, el tipo de relaves, colas y otros efluentes que se generaran en la planta, más la búsqueda de una alternativa que permita un buen volumen de almacenamiento y de costos bajos de construcción. Como parte de los trabajos de campo, constan:

reconocimiento y prospección geológica de superficie y en excavaciones, levantamiento topográfico, reconocimiento de los posibles lugares de préstamo de pétreos, toma de muestras de los materiales del lugar para ensayos de mecánica de suelos. Luego sobre la base de toda esta información se ha dado el trabajo de gabinete para la evaluación, tratamiento de información y diseño de las posibles alternativas para la construcción de un sistema de drenaje para captar las aguas de escorrentía y evitar el ingreso al depósito de relaves para proteger y garantizar el funcionamiento del depósito de relaves.

La instalación del sistema de drenaje permitirá el control del agua presente en el depósito de relaves, así como la recolección de aguas de escorrentía de las laderas adyacentes y el control de los flujos subterráneos. El drenaje superficial, contempla la instalación de canales de coronación en el perímetro de la proyección del depósito de relaves, estos canales se construirán de concreto armado, las dimensiones se muestran en los planos, este canal está diseñado para eventos extremos con periodo de retorno de 500 años. Para evacuar las aguas de relave se instalarán un sistema de drenaje revestido con geomembrana que se comportara como filtro y sistema de tuberías perforadas (tipo quenás) para evacuar el pondaje de agua que se acumulara en el vaso. En los anexos se presentan los cálculos y diseños estructurales del canal de coronación del depósito de relaves cada una de las alternativas, así como también los gráficos y detalles de las alternativas evaluadas y propuestas en la presente tesis”.

Acosta, Floreano (2015) “Diseño a nivel de ingeniería y su impacto ambiental para la construcción del canal de coronación en la evacuación de aguas pluviales de la localidad de levanto - Chachapoyas. La presente Tesis proyecto a nivel de ingeniería y su impacto ambiental del diseño a nivel de ingeniería y su impacto ambiental para la construcción del canal de coronación en la evacuación de aguas pluviales de la localidad de levanto - Chachapoyas, nos permite dar una

solución para evacuar las aguas pluviales, permitiendo a la población satisfacer sus necesidades más elementales, se plantea un Canal de Coronación, Implementación de una Unidad de Mantenimiento del Servicio, Capacitación al Persona, permitiendo mejorar la calidad de vida de los pobladores de la Localidad de Levanto.

El proyecto contempla la Instalación de Canal de Coronación el cual se ha ubicado de acuerdo a la disponibilidad del terreno, además se tuvo en cuenta las características más favorables del tipo de suelo y topografía existente. Se han contemplado la ejecución de las siguientes metas: Un canal de coronación de con una longitud de 743.80 ml con un ancho de 0.95 m y una altura de 1.40 m. Dos canales de alimentación de 50m de largo con un ancho de 0.60m y una altura de 0.50 m”.

Fernández Julio (2013) “Agua, minería y comunidades campesinas en la región Tacna. En el presente trabajo abordamos los conflictos socio ambientales originados en torno al recurso hídrico, por el uso de las fuentes de agua en la agricultura y derivados a la actividad minera, por la contaminación de que son objeto dichas fuentes, y por la gestión del agua en la cuenca. La mayor parte de conflictos se dan con la minería a cielo abierta que mueven grandes toneladas de desmonte y mineral empleando maquinarias de envergadura. En el sur del Perú, estos conflictos adquieren especial importancia en Arequipa, Moquegua y Tacna debido a la notoria escasez del recurso hídrico”.

2.1.3.A nivel local

Valerio Rosa (2019) “Evaluación de impactos ambientales generados por el botadero Condorcayán de la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. a las zonas colindantes de la Comunidad Campesina Santa Rosa de Colquijirca del Distrito La Fundición de Tinyahuarco-2019, La Sociedad Minera El Brocal S.A.A. en su unidad minera Colquijirca, Tinyahuarco, realiza sus operaciones de explotación

bajo el método de tajo abierto en la mina denominada Tajo Norte y subterránea en la mina Marcapunta Norte.

Producto a la explotación del Tajo Norte se produce de 18,000 mil toneladas métricas por día de mineral y lo cual supera las 100,000 mil toneladas de desmonte, estos residuos denominado desmontes son acumulados en el lado noreste del Tajo Norte con el nombre de “Botadero Condorcayán” que día a día son apilados en las zonas circundantes o colindantes a la Comunidad Campesina Santa Rosa de Colquijirca. Estos desmontes al estar expuestos al medio ambiente generan impactos ambientales a los factores ambientales de esta zona de la provincia de Pasco, lo cual afectando a la zona de pastizales y poblaciones circundante. La presente investigación tiene como objetivo evaluar los impactos ambientales generados por el botadero Condorcayán de la Sociedad Minera el Brocal S.A.A. a las zonas colindantes de la Comunidad Campesina Santa Rosa de Colquijirca del distrito la Fundición de Tinyahuarco. Se pudo identificar en la investigación los impactos ambientales generados por el botadero Condorcayán de la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. a las zonas colindantes de la Comunidad Campesina Santa Rosa de Colquijirca del Distrito La Fundición de Tinyahuarco, el principal impacto es al agua, tal como se puede observar en la Tabla N° 4, donde se evidencia que no se cumple con los ECA 3 para el caso del Arsénico, Plomo, Zinc y Cadmio ya que esto supera de los estándares de calidad ambiental”.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. Cunetas de coronación

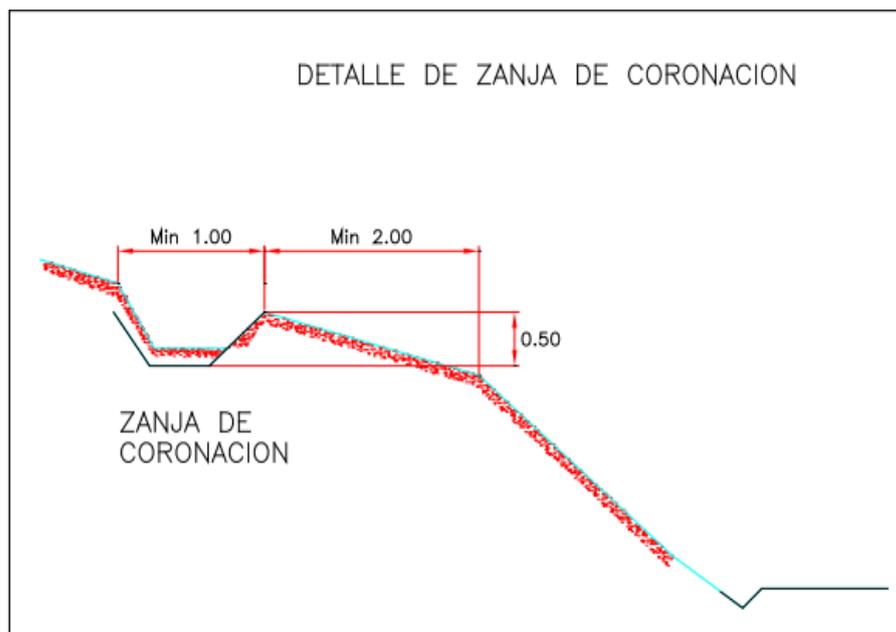
” Las cunetas o zanjas de coronación son canales que se construyen para desviar el agua que se escurre sobre la superficie y consecuentemente para evitar la erosión del terreno, especialmente en zonas de mucha pendiente o donde se ha efectuado el corte del terreno para la instalación de alguna estructura unidad

de captación, reservorio, edificación o cualquier otra estructura que deseemos proteger de la escorrentía generada por la precipitación” (Fidel Narváez, 2016).

2.2.2. Cunetas o zanjas de coronación detalles.

“Las cunetas o zanjas de coronación son canales que se construyen en la parte superior de los taludes de corte, para recoger las aguas que bajan por las pendientes naturales y conducir las hacia la quebrada o descarga más próxima del sistema general de drenaje, evitando de este modo la erosión del terreno, especialmente en zonas de pendiente pronunciada” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016).

Figura N° 1: Detalle típico de zanja de coronación.



Fuente: Propia

“Normalmente son de forma rectangular, pero también pueden ser trapezoidales, si se requiere un mayor tamaño. Es importante sembrar especies naturales a ambos lados de la cuneta (pastos, ichu, maleza, raíces, árboles, etc); o ramas cortadas amarradas entre sí en forma de estructuras alargadas, las cuales se entierran o se colocan como estacas siguiendo el contorno de un talud), para evitar que el agua erosione bajo la cuneta y ésta se obstruya con sedimentos. Si

la pendiente es mayor que 2%, es necesario que el canal tenga recubrimiento de concreto simple o enrocado, teniendo en cuenta además del área mojada y la rugosidad del canal. Para pendientes mayores, las zanjas deben ser escalonadas con emboquillado de piedra bajo la caída” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016).

Figura N° 2: Detalle de zanja de coronación en pendientes muy pronunciadas



Fuente: Propia

“Se puede prescindir de las cunetas de coronación en taludes de suelos resistentes a la erosión con declives de 1:2 (V:H) o menores, o cuando durante la construcción se hayan adoptado medidas efectivas de control de la erosión” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016).

2.2.3. Estimación de Caudales.

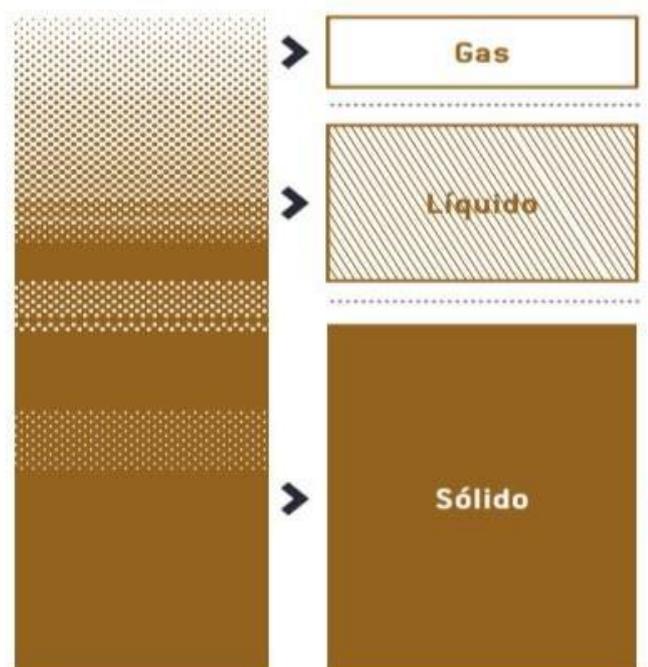
“Cuando existen datos de aforo en cantidad suficiente, se realiza un análisis estadístico de los caudales máximos instantáneos anuales para la estación más cercana al punto de interés. Se calculan los caudales para los períodos de retorno de interés (2, 5, 10, 20, 50, 100 y 500 años son valores estándar) usando la

distribución log normal, log pearson III y Valor Extremo Tipo I (Gumbel), etc. Cuando no existen datos de aforo, se utilizan los datos de precipitación como datos de entrada a una cuenca y que producen un caudal Q. cuando ocurre la lluvia, la cuenca se humedece de manera progresiva, infiltrándose una parte en el subsuelo y luego de un tiempo, el flujo se convierte en flujo superficial” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016).

2.2.4. Relaves Mineros

“Los relaves mineros se definen como un desecho de los procesos de beneficio y transformación del mineral compuesto por una fase sólida, líquida y gaseosa, (Figura 3); que dependiendo de sus características físicas y químicas debe someterse a diferentes tratamientos para su transporte y posterior disposición en presas, depósitos, o en otros países se usan como sub - productos a través de alternativas de economía circular en retrolenado de labores subterráneas, producción de postes, bloques, cemento, etc. (Figura 4)” (Ministerio de Minas y Energía de Chile, 2021).

Figura N° 3 Fracciones de un relave (cola) minero.



Fuente: ATG Ltda., Tomado de Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 2006.

Figura N° 4: Generación, tratamiento y disposición de los relaves (colas)



Fuente: ATG Ltda, 2020

2.2.5. Depósito de relaves

“Los depósitos de relaves son estructuras que albergan relaves con contenidos de humedad bajos en comparación a los relaves convencionales dispuestos en presas, lo que permite que las estructuras de contención no requieran infraestructura tan elaborada, cuenta con un terraplén para evitar el desborde o movimiento de los relaves almacenados. Estas estructuras cuentan por lo general con canales perimetrales, sistemas de drenajes subsuperficiales para evitar la saturación de agua de los relaves. El agua captada en estos sistemas se conduce por lo general a sistemas de sedimentación y tratamiento, para realizar posteriormente procesos de recirculación de agua o vertimiento. Los relaves almacenados en los depósitos son sometidos previamente a procesos de deshidratación de agua, lo que permite disminuir su volumen disminuyendo las áreas necesarias para su disposición. Generalmente la descarga de estos se

realiza de manera cónica teniendo uno o varios puntos de descarga” (Ministerio de Minas y Energía de Chile, 2021).

2.2.6. Toma de Muestras por parámetro

“Las muestras de agua deberán ser recogidas en frascos de plástico o frascos de vidrio, lo cual dependerá del parámetro a analizar. Asimismo, el volumen necesario de muestra queda determinado por método analítico empleado por el laboratorio responsable de los análisis. Para la toma de muestras en ríos evitarlas áreas de turbulencia excesiva, considerando la profundidad, la velocidad de la corriente y la distancia de separación entre ambas orillas” (Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos, 2016).

- La toma de muestra se realizará en el centro de la corriente a una profundidad de acuerdo al parámetro a determinar.
- Para la toma de muestras en lagos y pantanos, se evitará la presencia de espuma superficial.
- La toma de muestras, se realizará en dirección opuesta al flujo del recurso hídrico.
- Considerar un espacio de alrededor del 1% aproximadamente de la capacidad del envase (espacio de cabeza) para permitir la expansión de la muestra. La forma de tomar cada muestra dependerá de los parámetros a analizar. Así tenemos:

Parámetros Físico Químicos – inorgánicos

“Generalmente estas muestras pueden ser tomadas en frascos de plástico directamente del cuerpo de agua. Antes se debe realizar el enjuague del frasco con un poco de muestra, agitar y desechar el agua de lavado corriente abajo. Este procedimiento tiene por finalidad la eliminación de posibles sustancias existentes en el interior del frasco que

pudieran alterar los resultados” (Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos, 2016).

“La muestra de estos parámetros deberá provenir del interior del cuerpo de agua en los primeros 20 cm de profundidad a partir de la superficie. Tener en cuenta que las muestras se toman en contra corriente y colocando el frasco con un ángulo apropiado para el ingreso de agua” (Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos, 2016).

“Estas muestras no requieren ser llenadas al 100%, pero en caso se requiera la adición de preservante se dejará cierto volumen libre para la adición del preservante respectivo” (Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos, 2016).

“Luego de cerrar el frasco es necesario hacer la homogenización de muestra, mediante agitación. En todo momento evitar tomar la muestra cogiendo el frasco por la boca” (Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos, 2016).

“En el caso de la toma de muestra para determinar Metales Pesados, se utilizará frascos de plástico de boca ancha con cierre hermético, limpios de un litro de capacidad. Abrir el envase y sumergirlo a unos 20 cm por debajo de la superficie y luego preservar” (Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos, 2016).

“En la toma de muestra para determinar Mercurio y Arsénico se empleará frascos de plásticos de boca ancha con cierre hermético, limpios y de 1 litro de capacidad” (Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos, 2016).

“Abrir el envase y sumergirlo a unos 20 cm por debajo de la superficie y luego preservar; así mismo mantener la muestra en cajas protectoras de plástico a

4 °C aproximadamente” (Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos, 2016).

“La toma de muestras para el parámetro Dureza Total y Cálcica se utilizan frascos de plástico de boca ancha con cierre hermético, limpios y de 1/2 litro de capacidad y luego preservar y conservándose en cajas protectoras de plástico a 4 °C aproximadamente” (Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos, 2016).

“Para la toma de muestra de los parámetros Cianuro WAD y Libre se empleará frascos de plásticos de boca ancha con cierre hermético, limpios y de 1/2 litro de capacidad y luego preservar” (Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos, 2016).

2.2.7. Información legal

El presente instrumento se sustenta en la normatividad vigente establecido para la gestión de los recursos hídricos del país.

- Ley N° 29338, “Ley de Recursos Hídricos” del 31 de marzo de 2009, faculta a la Autoridad máxima del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos velar por la protección del agua.
- Decreto Supremo N° 001-2010-AG del 24 de marzo de 2010, aprueba el Reglamento de la Ley N°29338 “Ley de Recursos Hídricos”.
- Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA del 22 de marzo de 2010, aprueba la Clasificación de cuerpos de agua superficiales y marinos.

- Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación DS- 004-2017-MINAM (Categoría N° 03).
- Aprueban Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero - Metalúrgicas DECRETO SUPREMO N° 010-2010-MINAM.

El ECA es la medida de la concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, en el agua, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Para más detalle de la norma se presenta en los Cuadros N° 01.

Cuadro N°1: ECA – 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 (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/ Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(μ S/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes(SAAM)	mg/L	0,2		0 , 5

Fenoles	mg/L	0,002	0,01
Fluoruros	mg/L	1	**
Nitratos (NO ⁻ -N) + 3	mg/L	100	100
Nitritos (NO ⁻ -N) 2			
Nitritos (NO ₂ -N) -	mg/L	10	10
Oxígeno Disuelto(valor mínimo)	mg/L	≥ 4	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	6,5 – 8, 4
Sulfatos	mg/L	1 000	1 000
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	5	5

- Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).
- Después de filtración simple.
- 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.

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

Fuente: Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Acuífero.

Una o más capas subterráneas de roca o de otros estratos geológicos que tiene la suficiente porosidad y permeabilidad para permitir ya sea un flujo significativo de aguas subterráneas o la extracción de cantidades significativas de aguas subterráneas. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016).

2.3.2. Agua

El agua es un recurso natural renovable, indispensable para la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan, y la seguridad de la Nación. (Ministerio del Ambiente, 2012).

2.3.3. Lluvia

Precipitación de partículas de agua líquida en forma de gotas de diámetro superior a 0.5 mm, o de gotas más pequeñas y muy dispersas. (Ministerio de Transportes y Comunicación, 2016).

2.3.4. Contaminación.

Acción de introducir sustancias perjudiciales (o cantidades excesivas de sustancias usualmente no peligrosas) al ambiente, causando impactos ambientales negativos. (Elaw, 2016).

2.3.5. Periodo de retorno.

Es el tiempo promedio, en años, en que el valor del caudal pico o precipitación, es igualado o superado una vez cada "t" años. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016).

2.3.6. Precipitación.

Caída de un conjunto de partículas, con formas de lluvia, llovizna, nieve granulada, granizo y gránulos de hielo. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016).

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Con la implementación del Canal de Coronación se evitará el contacto del agua de escorrentía superficial con el depósito de relaves el Porvenir para cumplir el ECA para agua D.S. 004-2017-MINAM ubicado en el distrito San Francisco de Asís de Yarusyacán de la provincia de Pasco-2021.

2.4.2. Hipótesis Específicos

El caudal de agua de escorrentía superficial que se genera aguas arriba del depósito de relaves el Porvenir ubicado en el distrito San Francisco de Asís de Yarusyacán de la provincia de Pasco superan en época de invierno los 100 lt/seg.

La capacidad de infraestructura hidráulica para el manejo de aguas arriba del depósito de relaves el Porvenir ubicado en el distrito San Francisco de Asís de Yarusyacán de la Provincia de Pasco debe ser para evacuar mayor a 100 lt./seg.

La calidad física y química del agua de escorrentía superficial que se genera aguas arriba del depósito de relaves el Porvenir ubicado en el distrito de San Francisco de Asís de Yarusyacán de la Provincia de Pasco cumple con los estándares de calidad ambiental para agua.

2.5. Identificación de Variables

2.5.1. Variable independiente

Implementación del canal de coronación.

2.5.2. Variable dependiente

Evitar el contacto del agua de escorrentía superficial con el depósito de relaves.

2.6. Definición Operacional de variables e indicadores

Tabla N° 1: Operacionabilidad de variables e indicadores.

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable Independiente Implementación del canal de coronación.	<i>(Institución educativa Marco Fidel Narváez, 2016)</i> Canal de Coronación “Las cunetas o zanjas de coronación son canales que se construyen para desviar el	Dimensión Independiente Implementación de canal de coronación que supere los 100 lt/seg.	*Caudal de Agua *ECA de agua

	<p>agua que se escurre sobre la superficie y consecuentemente para evitar la erosión del terreno, especialmente en zonas de mucha pendiente o donde se La efectuado el corte del terreno para la instalación de alguna estructura unidad de captación, reservorio, edificación o cualquier otra estructura que deseemos proteges de la escorrentía generada por la precipitación”.</p>		
<p>Variable Dependiente Evitar el contacto del agua de escorrentía superficial con el depósito de relaves.</p>	<p>(Ministerio del Ambiente, 2012) Agua “El agua es un recurso natural renovable, indispensable para la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan, y la seguridad de la Nación”</p>	<p>Dimensión dependiente Mediación de caudal, desviación y evacuación de agua.</p>	

Fuente: Propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

En el estudio se considera el tipo de investigación descriptiva como en el título indica, se encarga de describir las características de la realidad a estudiar con el fin de comprenderla de manera más exacta de la implementación del canal coronación para realizar el manejo de agua de escorrentía superficial a fin de evitar el contacto con el depósito de relaves el Porvenir para cumplir el ECA para agua D.S 004-2017-MINAM.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es descriptivo analítico, ya que describió y analizó dos variables, para determinar la implementación del canal coronación para realizar el manejo de agua de escorrentía superficial a fin de evitar el contacto con el depósito de relaves el Porvenir para cumplir el ECA.

3.3. Método de investigación

Los tipos de métodos para la evaluación de la calidad de agua se desarrollará considerando 04 etapas, estos métodos son los siguientes:

- a) **Método N° 01:** Medición de Caudales
- b) **Método N° 02:** Diseño de Canales

- c) **Método N° 03:** Operación del Canal
- d) **Método N° 04:** Descripción de la investigación

3.4. Diseño de investigación

Para el estudio el diseño de investigación será diseño Investigación de Campodonde consistirá en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población es finita lo cual estará proyectada por toda el área del distrito de San Francisco de Yaruyacán que es de 117.7 km².

3.5.2. Muestra

La muestra es probabilística y estará representada por el área de habilitación de la cuneta de coronación y la zona de generación de las escorrentías que es un área de 2.1 Km² y esta estará comprendida en 2 puntos de monitoreo.

1. Punto de captación de agua
2. Antes de la descarga de la canaleta.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

- Aforado de caudales.
- Toma de información de evacuación de aguas.

3.6.2. Instrumentos

- Análisis mediante absorción atómica.
- Wincha.
- Cronometro.
- Cuaderno de campo.
- GPS.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

3.7.1. Procedimiento de selección

Para la selección de la investigación se tomó en cuenta la evitación del impacto a la calidad de agua.

3.7.2. Procedimiento de validación

La presente investigación será validada por el asesor de la tesis.

3.7.3. Procedimiento de confiabilidad de los instrumentos de investigación

Investigación. – La confianza del estudio será verificado por la unidad de investigación de la UNDAC.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

- Ordenamiento.
- Codificación de datos.
- Tabulación.
- Análisis e interpretación.

3.9. Tratamiento estadístico

Para el presente estudio se con datos obtenidos de las encuestas se procederá utilizando el software Excel.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

El presente estudio fue elaborado cumpliendo de manera ética la información obtenida y los reglamentos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Ubicación de la zona del estudio

La investigación se realizó a 5 Km. De la unidad minera Milpo de la Empresa Minera Nexa Resources, ubicada en la vía de acceso de Cerro de Pasco a Milpo, esta zona pertenece al distrito San Francisco de Asís de Yarusyacan de la provincia y región de Pasco y situado a 14 Km. Al NE de la ciudad de Cerro de Pasco, a una altura de 4200 msnm.

La accesibilidad desde la ciudad de Lima – La Oroya – Cerro de Pasco por una vía asfaltada específicamente por la carretera central en una vía de 305 Km, desde la ciudad de Cerro de Pasco se dirige la vía de Cerro de Pasco y Milpo en una Vía afirmada de 14 Km.

Mapa N.º 1. Ubicación de la zona de proyecto en el distrito de Yarusyacan

La estructura en mención es de sección trapezoidal, cuya base es iguala la altura y los taludes de corte dependen de la topografía y el materialde base. El canal de coronación aprobado tiene una longitud de 5.20 km aproximadamente. Este canal ha sido aprobado con una sección trapezoidal de base y altura iguales a 1.00m, desde la progresiva 0+000a 0+385; de 1.80m desde la progresiva 0+385 a 1+135; de 2.00m desde la progresiva 1+135 a 2+115; y de 3.00m desde la progresiva 2+115 a5+220. Las pendientes máximas y mínimas del canal de coronación son de 21.17% y 0.35% respectivamente” ((Nexa Resources el Porvenir S.A.C, 2018).

Para más detalle se tiene las siguientes características de las secciones típicas del canal de coronación aprobado:

Tabla N° 2: Características del canal de coronación aprobado.

Progresivas		Dimensiones			Revestimiento	
De	Hasta	Sección	B (m)	H (m)	Tipo	Espesor (m)
0+000	0+310	Tipo I	1.0	1.0	G	0.15
0+310	0+385	Tipo V	1.8	1.8	G	0.25
0+385	0+860	Tipo I	1.8	1.8	G	0.15
0+860	0+920	Tipo I	1.8	1.8	SR	0.00
0+920	1+135	Tipo II	1.8	1.8	SR	0.00
1+000	1+150	Tipo III	1.8	1.8	SR	0.00
1+150	1+170	Tipo V	2.0	2.0	C	0.25
1+170	2+090	Tipo III	2.0	2.0	SR	0.00
2+090	2+180	Tipo VI	2.0	2.0	C	0.25
2+180	2+545	Tipo III	3.0	3.0	G	0.20
2+545	2+565	Tipo V	3.0	3.0	C	0.30
2+565	2+630	Tipo III	3.0	3.0	SR	0.00
2+630	2+710	Tipo IV	3.0	3.0	SR	0.00
2+710	2+820	Tipo I	3.0	3.0	G	0.20
2+820	3+300	Tipo III	3.0	3.0	SR	0.00
3+280	3+320	Tipo V	3.0	3.0	C	0.30
3+320	3+930	Tipo III	3.0	3.0	SR	0.00
3+930	3+990	Tipo IV	3.0	3.0	SR	0.00
3+990	4+070	Tipo III	3.0	3.0	SR	0.00
4+070	4+130	Tipo II	3.0	3.0	SR	0.00
4+130	4+350	Tipo III	3.0	3.0	SR	0.00
4+390	4+450	Tipo II	3.0	3.0	SR	0.00
4+450	5+220	Tipo III	3.0	3.0	SS	0.00

Fuente: MEIA para la Ampliación de la Capacidad Instalada de la Planta Concentradora a 7,500TMD de la Unidad

Minera El Porvenir

Del cuadro anterior, se hace la precisión que los revestimientos a emplear según el tipo son:

- **Geocelda (G):** Se empleará una geocelda indentada y perforada, colocada sobre un geotextil no tejido de 200 g/m². Estarán fijados con trincheras de anclaje con relleno de concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- **Concreto (C):** Las secciones revestidas de concreto tendrán un espesor variable entre 0.25 - 0.30m, según la sección Tipo, indicadas en la tabla anterior. Se empleará de concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- **Sin revestimiento (SR):** No se empleará revestimiento en aquellos tramos donde las características del terreno correspondan a zonas rocosas.

La captación se iniciará en la quebrada Tingovado “tendrá una pendiente mínima de 0.50% hacia aguas arriba de la quebrada; sobre él se construirá el canal de derivación Tingovado, el cual conducirá las aguas provenientes de la quebrada Tingovado que serán captadas por dos estructuras de captación aguas arriba del canal” (Nexa Resources el Porvenir S.A.C, 2018).

La descarga se realizará en la quebrada donde en esta se construirá la “estructura de descarga tiene como función captar y reducir las turbulencias del flujo proveniente del canal de coronación aprobado para luego descargar el agua hacia la quebrada natural como punto estratégico, el agua será encaminada por la forma natural de la quebrada ó de ser necesario se hará un perfilado sobre el terreno para este fin” (Nexa Resources el Porvenir S.A.C, 2018).

A continuación, se detalla los seis tipos de cunetas que se diseñó y se construyó:

Imagen N° 1: Diseño de cuneta Tipo I

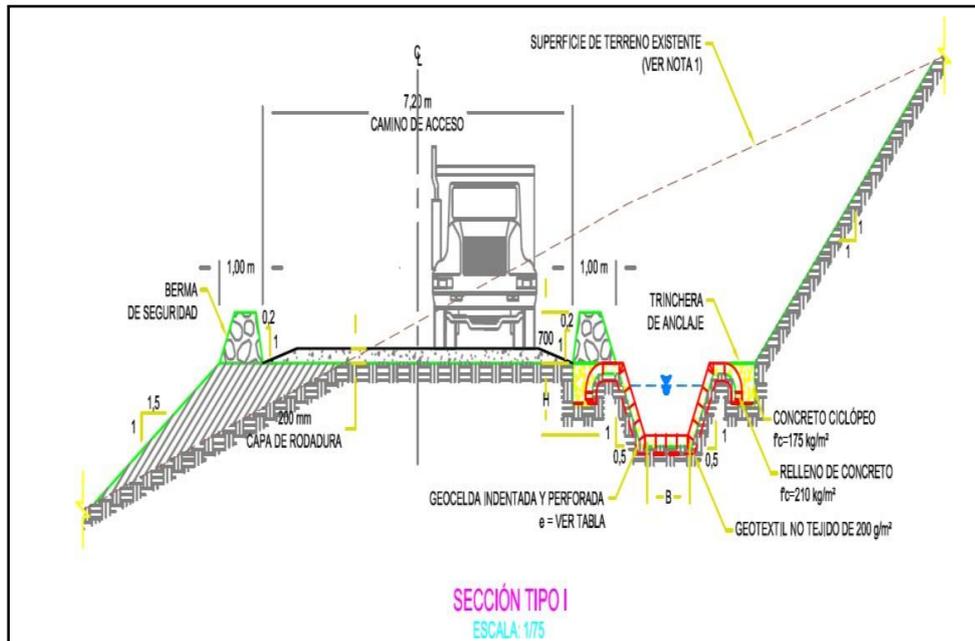


Imagen N° 2: Diseño de cuneta Tipo II

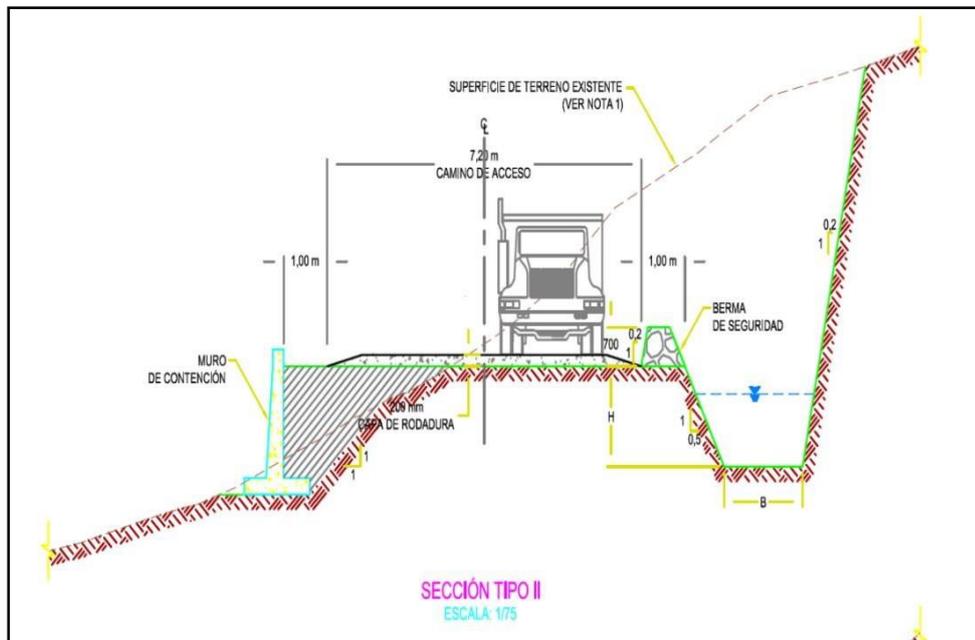


Imagen N° 3: Diseño de cuneta Tipo III

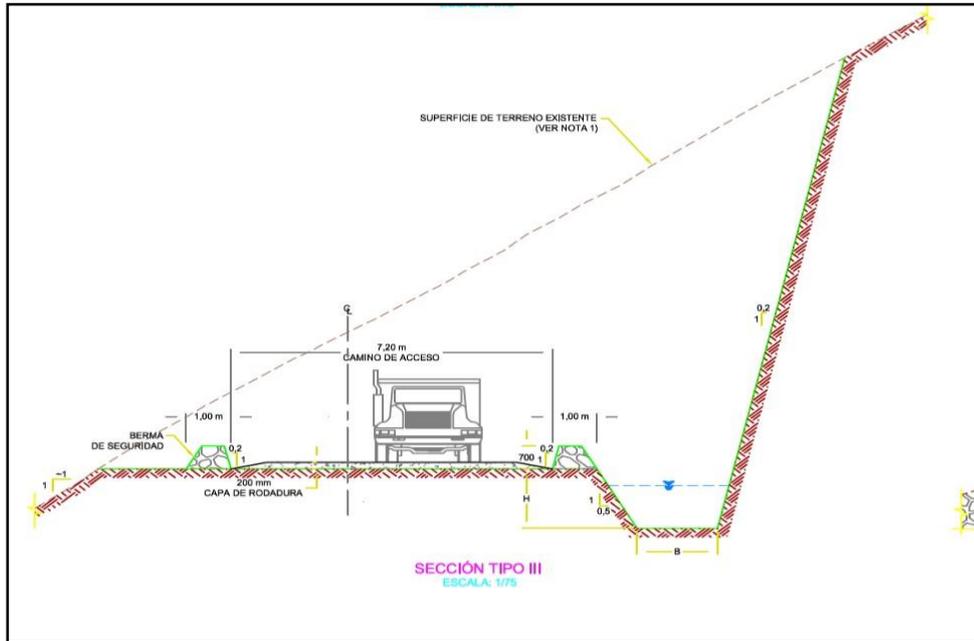
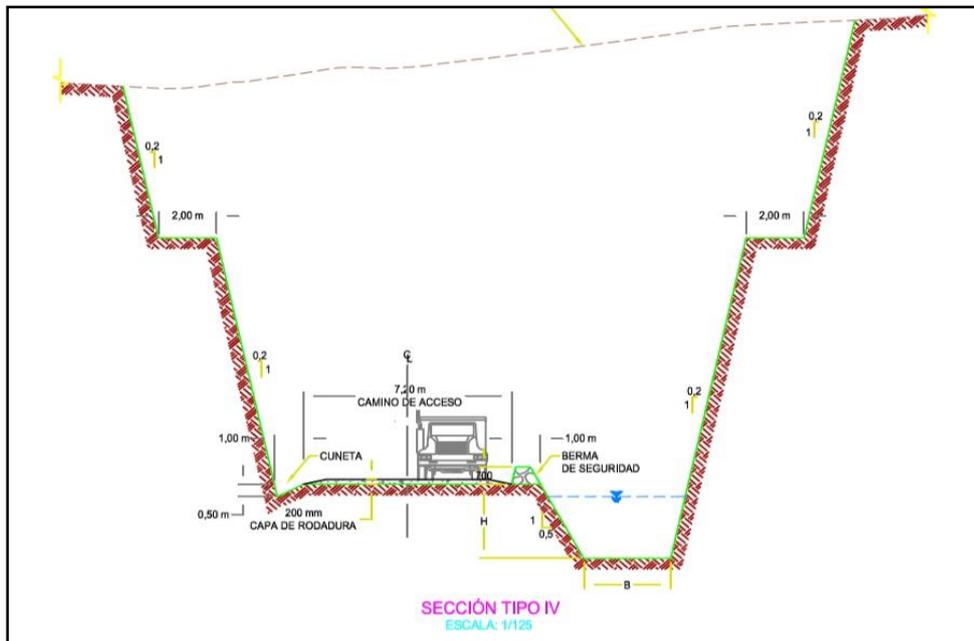


Imagen N° 4: Diseño de cuneta Tipo IV



4.2.2. Monitoreo y análisis de agua en concordancia al canal de coronación para el manejo de agua de escorrentía

La evaluación de la calidad de agua en concordancia al canal de coronación para el manejo de agua de escorrentía superficial los resultados de ello se dan en base al análisis de aguas realizado por el laboratorio acreditado por SGS, para lo cual tenemos los siguientes resultados.

Para la evaluación de la calidad de agua se identificó los puntos de monitoreo donde estuvieron comprendidos por los puntos de monitoreo antes y después del punto del vertimiento de las aguas de escorrentía, tal como se detalla en la tabla siguiente:

Tabla N° 3: Ubicación de los puntos de monitoreo.

N°	Punto de Monitoreo	Descripción	Coordenadas de Ubicación	
			UTM WGS-1984	
			ESTE	NORTE
1.	7 MM	Aguas arriba del vertimiento 12 MM -Quebrada Lloclla	368142	8824250
2.	8 MM	Aguas abajo del vertimiento 12 MM -Quebrada Lloclla	368352	8824870
3.	12 MM	Descarga de agua procedente de la Quebrada Tingovado,	368128	8824593

Fuente: Elaboración Propia

Asimismo, a continuación, en el mapa se puede visualizar la ubicación de los puntos de monitoreo.

Mapa N° 2: Ubicación de los puntos de monitoreo



Fuente: Google Earth

4.2.3. Resultados de la calidad física de la implementación del canal de coronación para el manejo de agua de escorrentía superficial

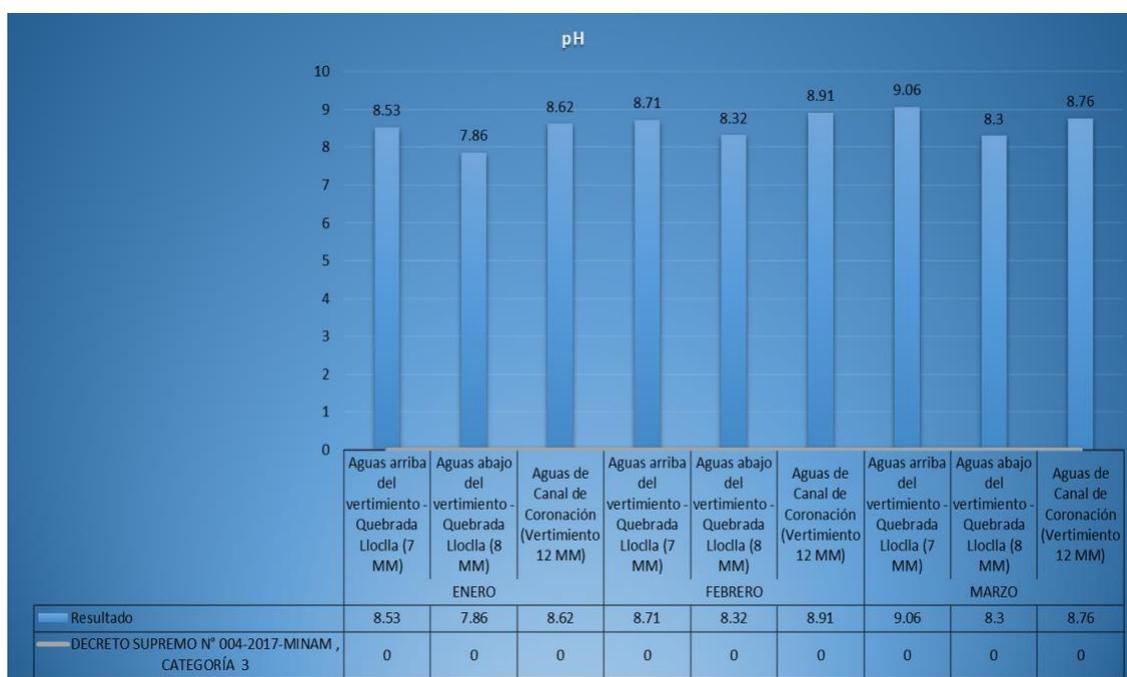
Tabla N° 4: Resultados de Parámetro Físico.

PARÁMETRO	NORMATIVA	ENERO			FEBRERO			MARZO		
		Aguas arriba del vertimiento - Quebrada Lloclla (7 MM)	Aguas abajo del vertimiento - Quebrada Lloclla (8 MM)	Aguas de Canal de Coronación (Vertimiento 12 MM)	Aguas arriba del vertimiento - Quebrada Lloclla (7 MM)	Aguas abajo del vertimiento - Quebrada Lloclla (8 MM)	Aguas de Canal de Coronación (Vertimiento 12 MM)	Aguas arriba del vertimiento - Quebrada Lloclla (7 MM)	Aguas abajo del vertimiento - Quebrada Lloclla (8 MM)	Aguas de Canal de Coronación (Vertimiento 12 MM)
pH	Resultado	8.53	7.86	8.62	8.71	8.32	8.91	9.06	8.3	8.76
	DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM , CATEGORÍA 3	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0
	Resultado	370.0	569.000	312.000	311.000	535.000	243.000	352.0	516.000	323.000

Conductividad	μS/cm	DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM , CATEGORÍA 3	2,500.0	2,500.0	2,500.0	2,500.0	2,500.0	2,500.0	2,500.0	2,500.0	2,500.0
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	Resultado	236.000	372.000	181.000	269.000	464.000	224.000	216.000	323.000	178.000
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA 3		-				-			-
Caudal		Resultado	0.378	--	0.146	0.306	0.619	0.053	0.329	--	0.069

Fuente: SGS

Gráfico N° 1: Resultado del potencial hidrogeno (pH)



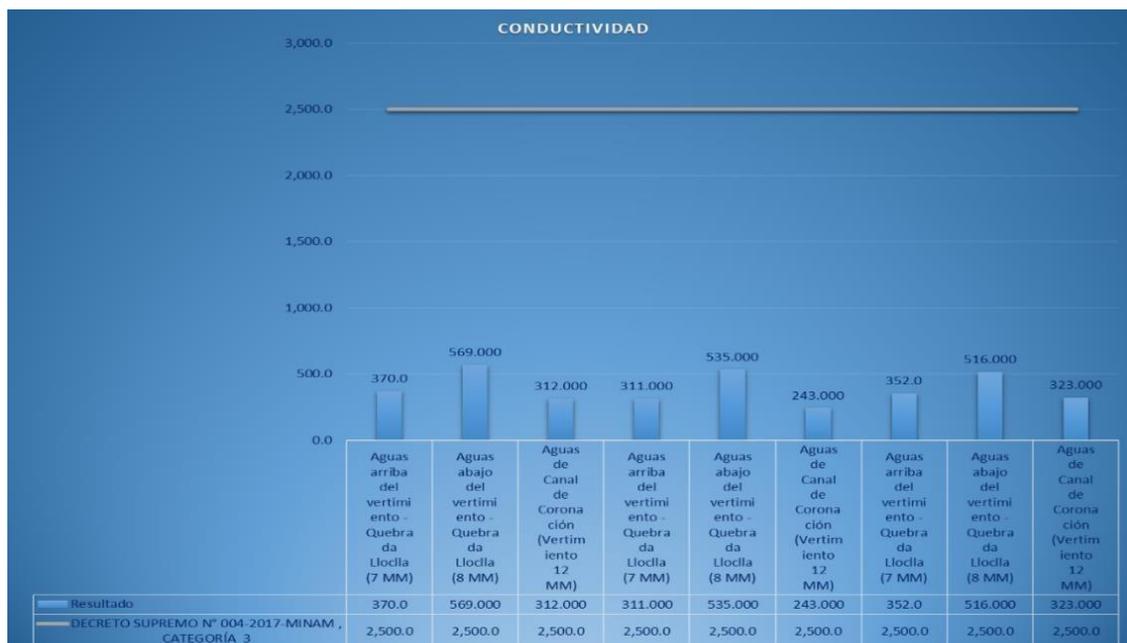
Fuente: Elaboración propia

- Comentario de los resultados de potencial de hidrogeno (pH)**

Teniendo en cuenta la normativa específicamente los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría III del DS-004-2017 MINAM, para el parámetro potencial de hidrogeno (pH) el estándar permitido es de 6 – 9; comparamos con los resultados de la tabla N° 04 y grafico N° 01 en los meses de enero, febrero y marzo donde los resultados en los siguientes puntos: Aguas arriba del vertimiento

- Quebrada Lloclla (7 MM), Aguas abajo del vertimiento - Quebrada Lloclla (8 MM) y Aguas de Canal de Coronación (Vertimiento 12 MM) están dentro del estándar permitido para potencial hidrogeno (pH) a excepción en el mes de marzo aguas arriba del vertimiento - Quebrada Lloclla el pH es de 9.06 esto se debe posiblemente a la presencia de caliza aguas arriba.

Gráfico N° 2: Resultado de la conductividad

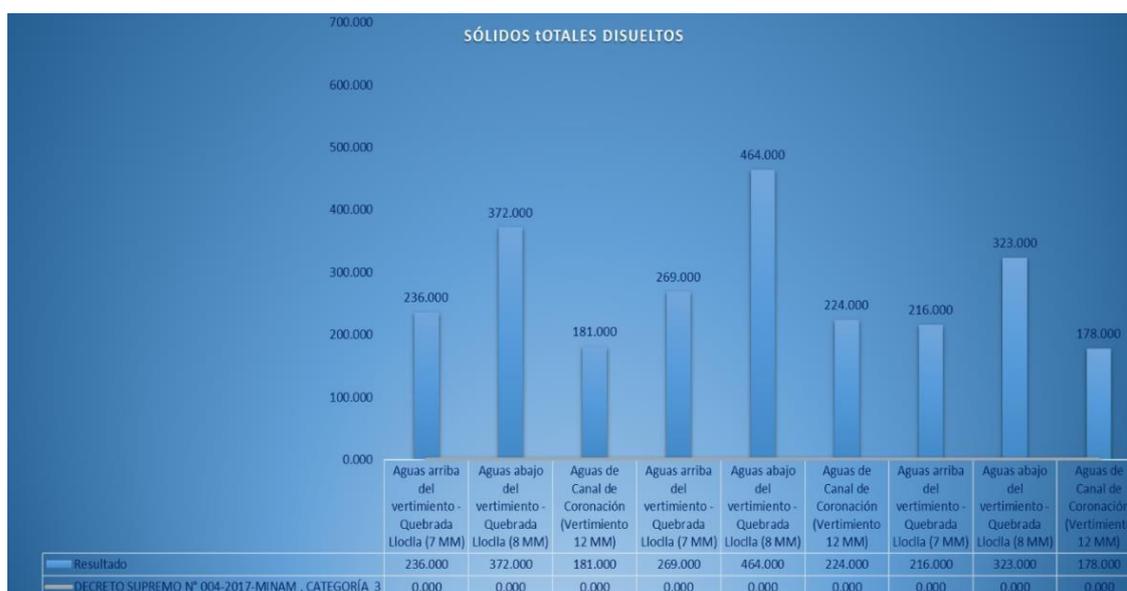


Fuente: Elaboración propia

- **Comentario de los resultados de conductividad**

Teniendo en cuenta la normativa específicamente los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría III del DS-004-2017 MINAM, para el parámetro Conductividad eléctrica el estándar permitido es de 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$; comparamos con los resultados de la tabla N° 04 y gráfico N° 02 en los meses de enero, febrero y marzo donde los resultados en los siguientes puntos: Aguas arriba del vertimiento - Quebrada Lloclla (7 MM), Aguas abajo del vertimiento - Quebrada Lloclla (8 MM) y Aguas de Canal de Coronación (Vertimiento 12 MM) están dentro del estándar permitido para conductividad eléctrica.

Gráfico N° 3: Resultado de los sólidos totales disueltos

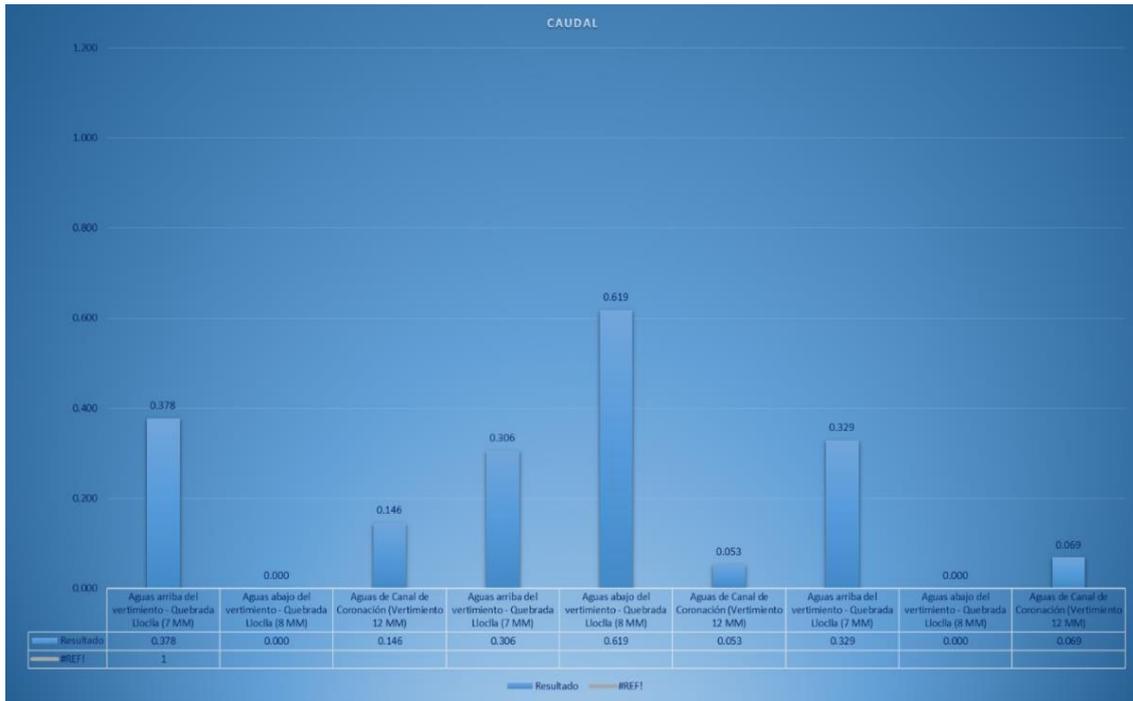


Fuente: Elaboración propia

- **Comentario de los resultados de sólidos totales disueltos**

Teniendo en cuenta la normativa específicamente los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría III del DS-004-2017 MINAM no tiene el estándar permitido; los resultados de la tabla N° 04 y grafico N° 03 en los meses de enero, febrero y marzo donde los resultados en los siguientes puntos: Aguas arriba del vertimiento - Quebrada Lloclla (7 MM), Aguas abajo del vertimiento - Quebrada Lloclla (8 MM) y Aguas de Canal de Coronación (Vertimiento 12 MM) donde se puede observar que los sólidos totales disueltos tiene similitudes con aguas arribay aguas abajo del vertimiento donde se tuvo en el mes de enero de 181.0 mg/l, mesde febrero 224 mg/l y mes de marzo de 178 mg/lt.

Gráfico N° 4: Resultado de caudal



Fuente: Propia

- **Comentario sobre los resultados del caudal**

El caudal de la Implementación del canal coronación para el manejo de agua de escorrentía superficial en los meses de enero, febrero y marzo que llegan a descargar a la quebrada Lloclla en el mes de enero de 0.1458 m³, mes de febrero 0.05256 m³ y mes de marzo de 0.06862 m³.

4.2.4. Resultados de la Calidad Química de la Implementación del canal coronación para el manejo de agua de escorrentía superficial

Tabla N° 5: Resultados de Parámetro Químicos

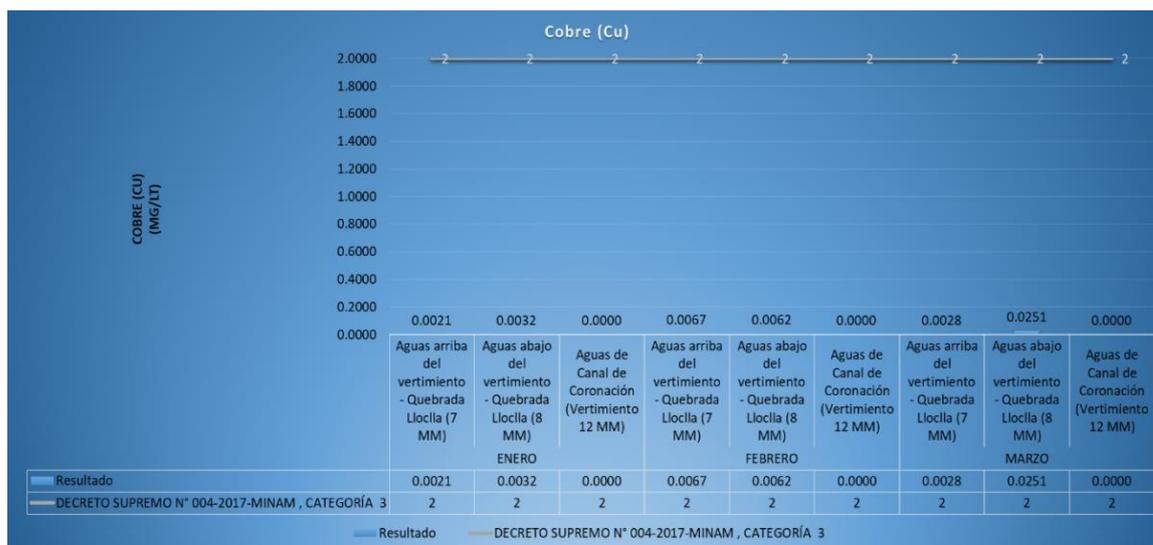
PARÁMETRO	NORMATIVA	ENERO			FEBRERO			MARZO			
		Aguas arriba del vertimiento -Quebrada Lloclla (7 MM)	Aguas abajo del vertimiento -Quebrada Lloclla (8 MM)	Aguas de Canal de Coronación (Vertimiento 12 MM)	Aguas arriba del vertimiento -Quebrada Lloclla (7 MM)	Aguas abajo del vertimiento -Quebrada Lloclla (8 MM)	Aguas de Canal de Coronación (Vertimiento 12 MM)	Aguas arriba del vertimiento -Quebrada Lloclla (7 MM)	Aguas abajo del vertimiento -Quebrada Lloclla (8 MM)	Aguas de Canal de Coronación (Vertimiento 12 MM)	
Litio (Li)	mg/l	Resultado	0.0039	0.0602	<0.0003	0.0866	0.0072	<0.0003	0.0058	0.0669	<0.0003
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM , CATEGORÍA 3	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Boro (B)	mg/l	Resultado	<0.006	0.076	<0.006	<0.006	0.124	<0.006	<0.006	0.083	<0.006
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM , CATEGORÍA 3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Magnesio (Mg)	mg/l	Resultado	10.013	13.542	5.387	19.849	8.658	14.783	13.214	14.345	8.522
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM , CATEGORÍA 3	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Aluminio (Al)	mg/l	Resultado	0.866	1.261	0.023	0.810	0.085	0.057	<0.004	<0.004	<0.004
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM , CATEGORÍA 3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Manganeso (Mn)	mg/l	Resultado	0.060950	0.228410	0.002530	0.044380	0.104	0.001850	0.008290	0.230940	0.001570
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM , CATEGORÍA 3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		Resultado	0.00320	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013

Hierro (Fe)	mg/l	DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA 3	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Cobalto (Co)	mg/l	Resultado	0.000550	0.000890	<0.00003	0.000330	0.000170	<0.00003	0.000220	0.000760	<0.00003
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA 3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Níquel (Ni)	mg/l	Resultado	0.00170	0.00210	<0.0006	0.001400	0.000900	<0.0006	0.00090	0.00160	<0.0006
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA 3	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Cobre (Cu)	mg/l	Resultado	0.0021	0.0032	<0.00009	0.0067	0.0062	<0.00009	0.0028	0.0251	<0.00009
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA 3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Zinc (Zn)	mg/l	Resultado	0.08330	0.07630	0.00800	0.03960	0.023700	0.00900	0.02580	0.06940	<0.0026
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA 3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Arsénico (As)	mg/l	Resultado	0.00657	0.03615	0.00125	0.00199	0.037590	0.00102	0.00242	0.03325	<0.00010
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA 3	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Selenio (Se)	mg/l	Resultado	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA 3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
		Resultado	<0.000010	<0.000010	<0.000010	<0.000010	<0.000010	<0.000010	<0.000010	<0.000010	<0.000010

Plata (Ag)	mg/l	DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA 3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Cadmio (Cd)	mg/l	Resultado	0.00021	0.0003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	0.00046	<0.00003
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA 3	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Bario (Ba)	mg/l	Resultado	0.03290	0.05050	0.01660	0.03330	0.04740	0.01720	0.02260	0.03190	0.00350
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA 3	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Mercurio (Hg)	mg/l	Resultado	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA 3	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Plomo (Pb)	mg/l	Resultado	0.04120	0.04030	<0.0006	0.03280	0.00670	0.00100	0.00270	<0.0013	<0.0013
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA 3	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

Fuente: SGS

Gráfico N° 5: Resultado de cobre (Cu)



Fuente: Elaboración Propia

- Comentario de los resultados de metales totales Cobre (Cu)**

Teniendo en cuenta la normativa específicamente los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría III del DS-004-2017 MINAM, para el parámetro metales totales específicamente para el Cobre (Cu) el estándar permitido es de 2 mg/l; comparamos con los resultados de la tabla N° 04 y grafico N° 05 en los meses de enero, febrero y marzo donde los resultados en los siguientes puntos: Aguas arriba del vertimiento - Quebrada Lloclla (7 MM), Aguas abajo del vertimiento - Quebrada Lloclla (8 MM) y Aguas de Canal de Coronación (Vertimiento 12 MM) están dentro del estándar permitido para cobre lo cual no afecta en su calidad del cuerpo receptor del agua de la quebrada Lloclla.

Gráfico N° 6: Resultado de Hierro (Fe)

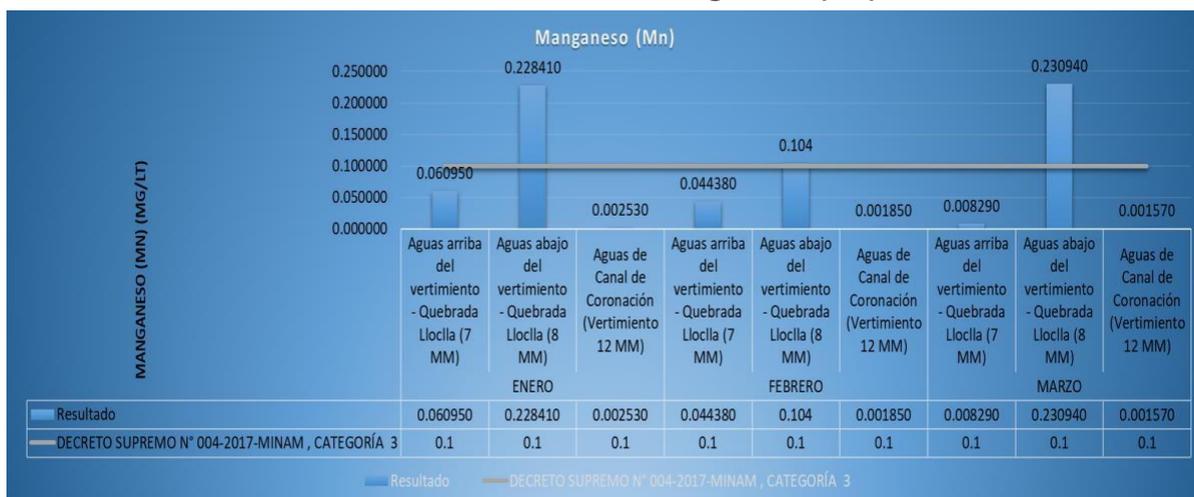


Fuente: Propia

- **Comentario de los resultados de metales totales Cobre (Cu)**

Teniendo en cuenta la normativa específicamente los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría III del DS-004-2017 MINAM, para el parámetro metales totales específicamente para el Hierro (Fe) el estándar permitido es de 0.3mg/l; comparamos con los resultados de la tabla N° 04 y grafico N° 06 en los meses de enero, febrero y marzo donde los resultados en los siguientes puntos: Aguas arriba del vertimiento - Quebrada Lloclla (7 MM), Aguas abajo del vertimiento - Quebrada Lloclla (8 MM) y Aguas de Canal de Coronación (Vertimiento 12 MM) están dentro del estándar permitido para cobre lo cual no afecta en su calidad del cuerpo receptor del agua de la quebrada Lloclla.

Gráfico N° 7: Resultado de Manganeso (Mn)



Fuente: Propia

- **Comentario sobre los resultados de metales totales Manganeso (Mn)**

Teniendo en cuenta la normativa específicamente los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría III del DS-004-2017 MINAM, para el parámetro metales totales específicamente para el Manganeso (Mn) el estándar permitido es de 0.1 mg/l; comparamos con los resultados de la tabla N° 04 y grafico N° 07 en los meses de enero, febrero y marzo donde los resultados en los siguientes puntos: Aguas arriba del vertimiento -

Quebrada Lloclla (7 MM), Aguas abajo del vertimiento - Quebrada Lloclla (8 MM) y Aguas de Canal de Coronación (Vertimiento 12 MM) están dentro del estándar permitido para manganeso lo cual no afecta en su calidad del cuerpo receptor del agua de la quebrada Lloclla.

Gráfico N° 8: Resultado de Zinc (Zn)

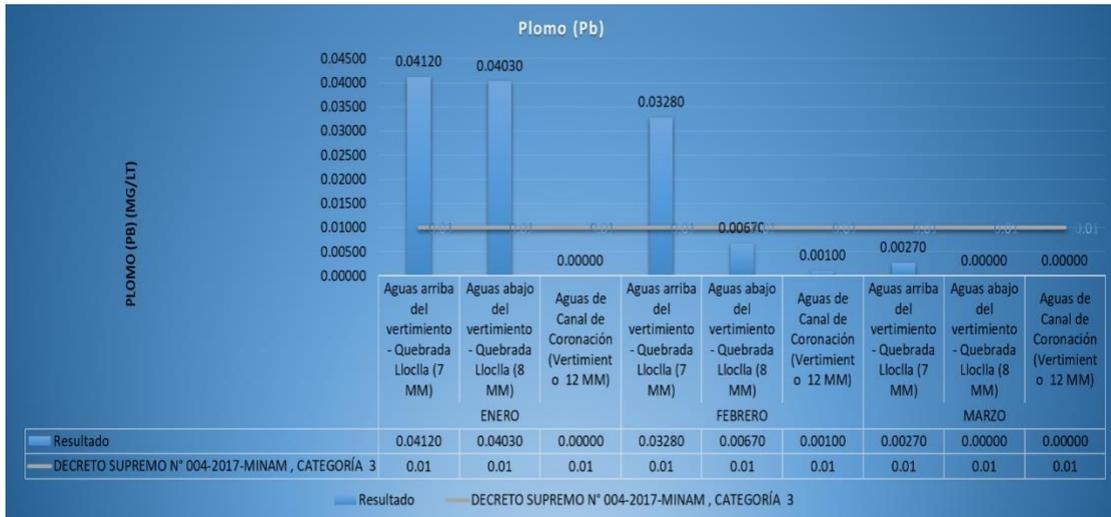


Fuente: Propia

- **Comentario sobre los resultados de metales totales Zinc (Zn)**

Teniendo en cuenta la normativa específicamente los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría III del DS-004-2017 MINAM, para el parámetro metales totales específicamente para el Zinc (Zn) el estándar permitido es de 3 mg/l; comparamos con los resultados de la tabla N° 04 y grafico N° 08 en los meses de enero, febrero y marzo donde los resultados en los siguientes puntos: Aguas arriba del vertimiento - Quebrada Lloclla (7 MM), Aguas abajo del vertimiento - Quebrada Lloclla (8 MM) y Aguas de Canal de Coronación (Vertimiento 12 MM) están dentro del estándar permitido para zinc lo cual no afecta en su calidad del cuerpo receptor del agua de la quebrada Lloclla.

Gráfico N° 9: Resultado de Plomo (Pb)

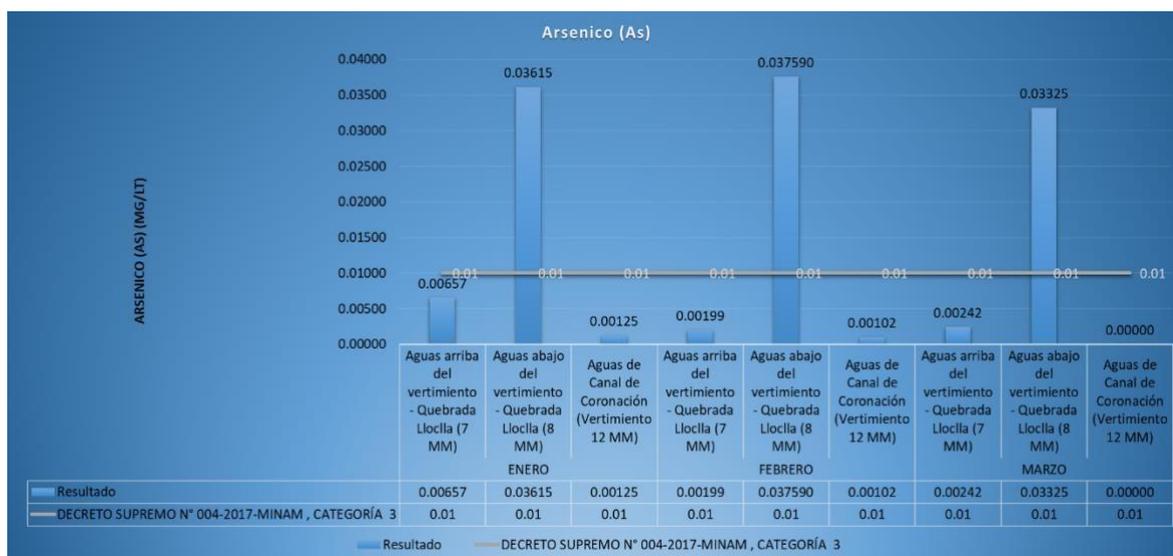


Fuente: Propia

- **Comentario de los resultados de metales totales Plomo (Pb)**

Teniendo en cuenta la normativa específicamente los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría III del DS-004-2017 MINAM, para el parámetro metales totales específicamente para el Plomo (Pb) el estándar permitido es de 0.01 mg/l; comparamos con los resultados de la tabla N° 04 y grafico N° 09 en los meses de enero, febrero y marzo donde los resultados en los siguientes puntos: en el mes de enero en las aguas arriba del vertimiento - Quebrada Lloclla (7 MM), aguas abajo del vertimiento - Quebrada Lloclla (8 MM) se tiene alta presencia de plomo como 0.0412 mg/lit y 0.0403 mg/lit respectivamente y asimismo en el mes de febrero la presencia de plomo se evidencia en aguas arriba del vertimiento - Quebrada Lloclla (7 MM) con 0.0328 mg/lit, en el punto en evaluación que es Aguas de Canal de Coronación (Vertimiento 12 MM) cumple con los estándares de calidad ambiental.

Gráfico N° 10: Resultado de Arsénico (As)



Fuente: Propia

- **Comentario sobre los resultados de metales totales Arsénico (As)**

Teniendo en cuenta la normativa específicamente los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría III del DS-004-2017 MINAM, para el parámetro metales totales específicamente para el Arsénico (As) el estándar permitido es de 3 mg/l; comparamos con los resultados de la tabla N° 04 y gráfico N° 08 en los meses de enero, febrero y marzo donde los resultados en los siguientes puntos: Aguas arriba del vertimiento - Quebrada Lloclla (7 MM), Aguas abajo del vertimiento - Quebrada Lloclla (8 MM) y Aguas de Canal de Coronación (Vertimiento 12 MM) están dentro del estándar permitido para arsénico lo cual no afecta en su calidad del cuerpo receptor del agua de la quebrada Lloclla.

4.3. Prueba de hipótesis

Concluida la investigación evaluaremos la hipótesis donde planteamos la siguiente hipótesis: *Con la implementación del canal coronación se evitará el contacto del agua de escorrentía superficial con el depósito de relaves el Porvenir para cumplir el ECA para agua D.S 004-2017-MINAM ubicado en el distrito San Franciscode Asís de Yarusyacán de la provincia de Pasco-2021.*

Concluida con la investigación podemos determinar con la implementación del canal coronación se está evitando el contacto del agua de escorrentía superficial con el depósito de relaves el Porvenir para cumplir el ECA para agua D.S 004-2017-MINAM este caudal en el mes de enero fue de 0.146 m³, en el mes de febrero 0.053 m³ y mes de marzo 0.068 m³ estas aguas de escorrentía llegaban con anterioridad a la relavera y posterior era vertida a la quebrada Lloclla afectando en su calidad de estas aguas superficiales y por ende de las aguas de la quebrada Lloclla. Por lo que se puede observar esta es una solución ambiental en el distrito de Yarusyacán de la provincia de Pasco.

4.4. Discusión de resultados

Concluida con la investigación puedo concluir en los siguientes:

- Durante más 50 años de vida de la unidad minera Milpo vino produciendo relaves que estas fueron acumulados en la relavera el Porvenir y estos relaves acumulados captaban aguas de escorrentía de alrededor de la relavera lo cual afectaba en su calidad y asimismo una excesiva presencia de aguas podría afectar en la inestabilidad de la relavera el Porvenir.
- Con la implementación del canal coronación se está evitando el contacto del agua de escorrentía superficial con el depósito de relaves el Porvenir y al derivar estas aguas al cuerpo receptor que es la quebrada Lloclla sin afectar en su calidad así cumpliendo con las ECA para agua D.S 004-2017-MINAM.
- En las evaluaciones de la calidad de agua captadas y derivadas por el canal de coronación de la relavera el Porvenir se pudo constatar que estas aguas de escorrentía cumplen con los parámetros físicos y químicos de las ECA para agua D.S 004-2017-MINAM, asimismo el canal de coronación se construyó con periodo de vigencia de 500 años claro con su mantenimiento respectivo y el diseño también cumple con la capacidad de captar aguas menores a 5 m³.

CONCLUSIONES

- En las riberas de la relavera el Porvenir perteneciente a la Unidad Minera Milpo del grupo minero el Nexa se tenía aguas superficiales de escorrentía y principalmente en los meses de invierno se generaba grandes volúmenes de agua lo cual al no ser captados estas llegaban a contactar con los relaves del depósito de relaves el porvenir, lo cual impactando negativamente estas aguas y aumentando el efluente vertido a la quebrada Lloclla.
- Con la implementación del canal coronación se está evitando el contacto del agua de escorrentía superficial con el depósito de relaves el Porvenir y al derivar estas aguas al cuerpo receptor que es la quebrada Lloclla sin afectar en su calidad así cumpliendo con las ECA para agua D.S 004- 2017-MINAM.
- Concluida con la investigación podemos afirmar con la implementación del canal coronación se está evitando el contacto del agua de escorrentía superficial en el mes de enero de 0.146 m^3 , en el mes de febrero 0.053 m^3 y mes de marzo 0.068 m^3 estas aguas de escorrentía llegaban con anterioridad a la relavera y posterior era vertida a la quebrada Lloclla afectando en su calidad de estas aguas superficiales y por ende de las aguas de la quebrada Lloclla. Por lo que se puede observar esta es una solución ambiental en el distrito de Yaruyacan de la provincia de Pasco.

RECOMENDACIONES

- Se debe realizar el mantenimiento constante de sedimentos que se genera en la cuneta de coronación después de cada estación de invierno, ya de no realizar esta limpieza afectaría en la calidad de agua y en su capacidad de traslado del agua de escorrentía.
- Este tipo de diseño e implementación debe ser como ejemplo de muchas empresas mineras antiguas que aún está permitiendo el ingreso de escorrentía afectando en la calidad de agua y a la estabilidad de la relavera.
- Difundir la presente investigación a las entidades del estado y a los estudiantes de ingeniería ambiental para su contribución en su formación académica de una forma de solucionar un problema ambiental que se venía dando de años.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta, Floreano (2015) *“Diseño a nivel de ingeniería y su impacto ambiental para la construcción del canal de coronación en la evacuación de aguas pluviales de la localidad de levanto – Chachapoyas”*.

Contreras, Brigitte (2015) *“La calidad del agua en los sistemas naturales y en particular en las aguas superficiales influye en el estado de los ecosistemas, la salud humana, así como en los diferentes posibles usos del recurso hídrico”*.

Guerrero, Milton (2014) *“Análisis de la calidad físico-química del agua en la quebrada el santuario por la explotación de hierro en el municipio de Ubalá – Cundinamarca, Colombia”*

Fernández Julio, Manzanares Cáceres, Velázquez Fernando, Mosta Edgar (2013) *“Agua, minería y comunidades campesinas en la región Tacna”*.

Ministerio del Ambiente (2017) *“Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos”*.

Ministerio del Ambiente (2017) *“Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.- Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias”*.

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2015) *“Contaminación del agua”*.

Prado, José Antonio (2017) *“Diseño de canal de coronación de una relavera en la Unidad Minera Contonga”*.

Valerio Rosa (2019) *“Evaluación de impactos ambientales generados por el botadero Condorcayán de la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. a las zonas colindantes de la Comunidad Campesina Santa Rosa de Colquijirca del Distrito La Fundición de Tinyahuarco-2019.*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Tipos y diseños de Investigación información extraído de
<https://sabermetodologia.wordpress.com/2016/02/15/tipos-y-disenos-de-investigacion/>
- Diseño de investigación. Elementos y características extraído de
<https://www.questionpro.com/blog/es/disen-de-investigacion/>
- Diseño de investigación. Elementos y características extraído de
<https://www.questionpro.com/blog/es/disen-de-investigacion/>

ANEXOS

Anexo 01: Certificado de Acreditación como Laboratorio de Ensayo

Certificado



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

SGS DEL PERÚ S.A.C.

Organismo de Inspección Tipo "A"

En su sede ubicada en: Av. Elmer Faucett N°3348, Urbanización Bocanegra - Callao, provincia Constitucional del Callao.

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17020:2012 Evaluación de la conformidad.

Requisitos para el funcionamiento de diferentes tipos de organismos que realizan la inspección.

Facultándolo a emitir Informes y Certificados de Inspección con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-12F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo

Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2021

Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2025



Firmado digitalmente por RODRIGUEZ ALEGRIA Alejandra FAU
20600283015 soft
Fecha: 2021-03-26 14:42:55
Motivo: Soy el Autor del Documento

ALEJANDRA RODRIGUEZ ALEGRÍA
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cedula N°: 0102-2021-INACAL/DA
Contrato de Acreditación N°010-2021/INACAL-DA
Registro N°: OI-006

Fecha de emisión: 26 de marzo de 2021

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver. 02

Anexo 02: Instrumento de recolección de datos

Nombre de la Empresa:												Datos de Muestreo:																					
Nombre del Solicitante:												Muestreado por:																					
Procedencia:							Firma:							N° Guía Ingreso:																			
DATOS GENERALES											Parametros Quimicos							Parametros Fisicos															
N°	Estación	Origen de fuente	Coordenadas UTM	Tipo de Envase*		Preservantes				Matriz**	Fecha de Muestreo			Hora de Muestreo		Litio	Boro	Magnesio	Aluminio	Manganeso	Hierro	Cobalto	Niquel	Cobre	Zinc	Arsénico	Selenio	Ph	Conductividad eléctrica	Solidos totales disueltos	Caudal		
				P	V	Ninguno	HNO3	H2SO4	NaOH		otros	DD	MM	AA	AM																	PM	
1																																	
2																																	
3																																	
4																																	
5																																	
6																																	
7																																	
8																																	
9																																	
10																																	
11																																	
12																																	
13																																	
14																																	
15																																	
16																																	
17																																	
18																																	
19																																	
20																																	
<p>* Envase: P: Plástico (polietileno o equivalente), V: Vidrio</p> <p>** Matriz: A.R.I: Agua Residual Industrial</p> <p>Para ser llenado por Laboratorio:</p> <p>Fecha de ingreso: _____ Hora: _____ Firma: _____</p> <p>Observaciones: _____</p>																																	

ANEXO 05: Procedimiento de validación y confiabilidad

**VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN POR
CRITERIO DE JUECES**

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres del juez : Celestino Porras Saul Yover
- 1.2. Cargo e institución donde labora : Asist. de Jefatura/AUSTRIA S.A.C.
- 1.3. Nombre del instrumento evaluado : Resultados de laboratorio
- 1.4. Autor (es) del instrumento : Llanos Basilio Noe Santiago

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE	BAJA	REGULAR	BUENA	MUY BUENA
		1	2	3	4	5
1.- CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y comprensible.				X	
2.- OBJETIVIDAD	Permite medir hechos observables.					X
3.- ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				X	
4.- ORGANIZACIÓN	Presentación ordenada.					X
5.- SUFICIENCIA	Comprende aspectos de las variables en cantidad y calidad suficiente.					X
6.- PERTINENCIA	Permite conseguir datos de acuerdo a los objetivos planteados.				X	
7. CONSISTENCIA	Pretende conseguir datos basados en teorías o modelos teóricos.					X
8.- COHERENCIA	Entre variables, indicadores y los ítems.					X
9.- METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10.- APLICACIÓN	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.				X	

CONTEO TOTAL DE MARCAS (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)				16	30
	A	B	C	D	E

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{1xA+2xB+3xC+4xD+5xE}{250} = 0.85$$

- III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado).

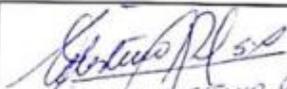
CATEGORIA		INTERVALO
Desaprobado	<input type="radio"/>	[0.00 - 0.60]
Observado	<input type="radio"/>	<0.60 - 0.70]
Aprobado	<input checked="" type="radio"/>	<0.70 - 1.00]

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es válido para su aplicación en el desarrollo de la tesis

Lugar:Cerro de Pasco.....

29.... deNoviembre..... del 2022.....


SAUL Y. CUESTINO PERRAS
ING. QUÍMICO
CIP: 244743

FIRMA DEL JUEZ

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN POR CRITERIO DE JUECES

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres del juez : Papuico Huayta Karito Zulma
 1.2. Cargo e institución donde labora : Ingeniero SSOMA/EXTILSA S.R.L.
 1.3. Nombre del instrumento evaluado : Resultados de laboratorio
 1.4. Autor (es) del instrumento : Llanos Basilio Noe Santiago

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE	BAJA	REGULAR	BUENA	MUY BUENA
		1	2	3	4	5
1.- CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y comprensible.				X	
2.- OBJETIVIDAD	Permite medir hechos observables.					X
3.- ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				X	
4.- ORGANIZACIÓN	Presentación ordenada.					X
5.- SUFICIENCIA	Comprende aspectos de las variables en cantidad y calidad suficiente.				X	
6.- PERTINENCIA	Permite conseguir datos de acuerdo a los objetivos planteados.				X	
7. CONSISTENCIA	Pretende conseguir datos basados en teorías o modelos teóricos.					X
8.- COHERENCIA	Entre variables, indicadores y los ítems.					X
9.- METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10.- APLICACIÓN	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.				X	

	↓	↓	↓	↓	↓
CONTEO TOTAL DE MARCAS (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)				20	25
	A	B	C	D	E

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{1xA+2xB+3xC+4xD+5xE}{250} = 0.82$$

- III. **CALIFICACIÓN GLOBAL** (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado).

CATEGORIA		INTERVALO
Desaprobado	<input type="radio"/>	[0.00 – 0.60]
Observado	<input type="radio"/>	<0.60 – 0.70]
Aprobado	<input checked="" type="radio"/>	<0.70 – 1.00]

IV. **OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

El instrumento es válido para su aplicación en el desarrollo de la tesis

Lugar:Cerro de Pasco.....

30.... deNoviembre..... del 2022.....



Jorge Z. Mendoza Ríos
Magistrado de la Corte

FIRMA DEL JUEZ

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN POR CRITERIO DE JUECES

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres del juez : Campos Chavez Jhon Rolando
 1.2. Cargo e institución donde labora : Ing. SSOMA
 1.3. Nombre del instrumento evaluado : Resultados de laboratorio
 1.4. Autor (es) del instrumento : Llanos Basilio Noe Santiago

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE	BAJA	REGULAR	BUENA	MUY BUENA
		1	2	3	4	5
1.- CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y comprensible.				X	
2.- OBJETIVIDAD	Permite medir hechos observables.					X
3.- ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				X	
4.- ORGANIZACIÓN	Presentación ordenada.					X
5.- SUFICIENCIA	Comprende aspectos de las variables en cantidad y calidad suficiente.				X	
6.- PERTINENCIA	Permite conseguir datos de acuerdo a los objetivos planteados.				X	
7. CONSISTENCIA	Pretende conseguir datos basados en teorías o modelos teóricos.					X
8.- COHERENCIA	Entre variables, indicadores y los items.					X
9.- METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.				X	
10.- APLICACIÓN	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.					X

	↓	↓	↓	↓	↓
CONTEO TOTAL DE MARCAS (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)	A	B	C	D	E
				20	25

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{1xA+2xB+3xC+4xD+5xE}{250} = 0.82$$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado).

CATEGORIA		INTERVALO
Desaprobado	<input type="radio"/>	[0.00 – 0.60]
Observado	<input type="radio"/>	<0.60 – 0.70]
Aprobado	<input checked="" type="radio"/>	<0.70 – 1.00]

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es válido para su aplicación en el desarrollo de la tesis

Lugar: Cerro de Pasco.....

01.... de Diciembre..... del 2022.....



Ing. Camilo Chavez Jhon
ID 181910
Ingeniero SSOMA

FRMA DEL JUEZ

ANEXO 4: Categoría 3 Riego de vegetales y bebida para animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/ Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(μS/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5
Fenoles	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO ₃ -N) + Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5		6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	1 000		1 000
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	5		5

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
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				
Bifenilos Policlorados				
Bifenilos Policlorados (PCB)	μg/L	0,04		0,045
PLAGUICIDAS				
Paratión	μg/L	35		35
Organoclorados				
Aldrin	μg/L	0,004		0,7
Clordano	μg/L	0,006		7
Dicloro Difetil Tricloroetano (DDT)	μg/L	0,001		30
Dieldrin	μg/L	0,5		0,5
Endosulfán	μg/L	0,01		0,01
Endrin	μg/L	0,004		0,2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	μg/L	0,01		0,03
Lindano	μg/L	4		4
Carbamato				
Aldicarb	μg/L	1		11
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helminthos	Huevo/L	1	1	**

Anexo 03: Matriz de consistencia

<i>“Implementación del canal coronación para el manejo de agua de escorrentía superficial a fin de evitar el contacto con el depósito de relaves el Porvenir para cumplir el ECA para agua D.S 004-2017-MINAM ubicado en el distrito San Francisco de Asís de Yarusyacán de la provincia de Pasco-2021”</i>		
<i>PROBLEMA GENERAL</i>	<i>OBJETIVO GENERAL</i>	<i>HIPÓTESIS GENERAL</i>
<i>¿Se podrá realizar el manejo de agua de escorrentía superficial a fin de evitar el contacto con el depósito de relaves el Porvenir para cumplir el ECA para agua DS 004-2017-MINAM ubicado en el distrito San Francisco de Asís de Yarusyacán de la provincia de Pasco-2021?</i>	Implementación del canal coronación para realizar el manejo de agua de escorrentía superficial a fin de evitar el contacto con el depósito de relaves el Porvenir para cumplir el ECA para agua D.S 004-2017-MINAM ubicado en el distrito San Francisco de Asís de Yarusyacán de la provincia de Pasco-2021.	Con la implementación del canal coronación se evitara el contacto del agua de escorrentía superficial con el depósito de relaves el Porvenir para cumplir el ECA para agua D.S 004-2017-MINAM ubicado en el distrito San Francisco de Asís de Yarusyacán de la provincia de Pasco-2021
<i>PROBLEMA ESPECIFICO</i>	<i>OBJETIVO ESPECÍFICO</i>	<i>HIPÓTESIS ESPECÍFICO</i>
<ol style="list-style-type: none"> 1. 1. ¿Cuál es el caudal de agua de escorrentía superficial que se genera aguas arriba del depósito de relaves el Porvenir ubicado en el distrito San Francisco de Asís de Yarusyacán de la provincia de Pasco-2021? 2. ¿Cuál será la capacidad de infraestructura hidráulica para el manejo adecuado del caudal de agua de escorrentía superficial que se genera aguas arriba del depósito de relaves el Porvenir ubicado en el distrito San Francisco de Asís de Yarusyacán de la provincia de Pasco-2021? 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar el caudal de agua de escorrentía superficial que se genera aguas arriba del depósito de relaves el Porvenir ubicado en el distrito San Francisco de Asís de Yarusyacán de la provincia de Pasco-2021. 2. Determinar la capacidad de infraestructura hidráulica para el manejo adecuado del caudal de agua de escorrentía superficial que se genera aguas arriba del depósito de relaves el Porvenir ubicado en el distrito San Francisco de Asís de Yarusyacán de la provincia de Pasco-2021. 3. Evaluar la calidad física y química del agua de escorrentía superficial que se genera aguas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. El caudal de agua de escorrentía superficial que se genera aguas arriba del depósito de relaves el Porvenir ubicado en el distrito San Francisco de Asís de Yarusyacán de la provincia de Pasco supera en época de invierno los 100 lt/seg. 2. La capacidad de infraestructura hidráulica para el manejo adecuado del caudal de agua de escorrentía superficial que se genera aguas arriba del depósito de relaves el Porvenir ubicado en el distrito San Francisco de Asís de Yarusyacán de la provincia de Pasco debe ser para evacuar mayo a 100 lt/seg.

<p>3. ¿Cuál es la calidad física y química del agua de escorrentía superficial que se genera aguas arriba del depósito de relaves el Porvenir ubicado en el distrito San Francisco de Asís de Yarusyacán de la provincia de Pasco-2021?</p>	<p>arriba del depósito de relaves el Porvenir ubicado en el distrito San Francisco de Asís de Yarusyacán de la provincia de Pasco-2021</p>	<p>3. La calidad física y química del agua de escorrentía superficial que se genera aguas arriba del depósito de relaves el Porvenir ubicado en el distrito San Francisco de Asís de Yarusyacán de la provincia de Pasco cumple con los estándares de calidad ambiental para agua.</p>
--	--	--

ANEXO 06: Imágenes de la investigación realizada



Fuente: Propia

**Vista del canal de coronación rodeando la presa de relaves –
Tingovado Tramo 1**



Fuente: Propia

**Vista del canal de coronación ubicado en la zona superior de
la vía de tránsito Tingovado Tramo 1**



Fuente: Propia

**Vista del canal de coronación ubicado en la zona superior de
la vía de tránsito Tingovado Tramo 1**



Fuente: Propia

Vista del canal de los relaves mineros “El Porvenir”



Fuente: Propia

Vista del canal de los relaves mineros "El Porvenir"



Fuente: Propia

Vista del canal de la presa de relaves "El Porvenir"



Fuente: Propia

Vista de la cuneta de coronación debajo de la presa de relaves "El Porvenir" Tramo 2



Fuente: Propia

Vista de la cuneta de coronación a lado de la carretera en la zona denominada "Lloclla" – Tramo 2

Fuente: Propia



Fuente: Propia



Vista de la cuneta de coronación rodeando la presa de
relaves Tingovado Tramo 2

Vista aérea del canal de coronación al lado izquierdo del
dique de la presa de relaves "El Porvenir"