

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA DE MINAS**

“IMPLEMENTACIÓN DE POZA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA LA
REDUCCIÓN DE COSTOS EN EL REGADO DE
VÍAS DE LIXIVIADO, MINA SUMMA GOLD, 2023”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO DE MINAS

Autores:

Juan Carlos Quispe Fabian
Batmer Jelmin Villanueva Aranda

Asesor:

Mg. Ronald Antonio Alvarado Obeso
<https://orcid.org/0000-0001-7264-6490>

Trujillo - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Eduardo Manuel Norlega Vidal	43236142
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Elvar Renato Miñano Mera	18130961
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Wilson Carlos Gómez Hurtado	18900541
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

TESIS FINAL

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%	17%	0%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	wsp.org Fuente de Internet	4%
2	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	www.bergbau-peru.com Fuente de Internet	3%
4	www.igc.com.pe Fuente de Internet	2%
5	oa.upm.es Fuente de Internet	1%
6	vsip.info Fuente de Internet	1%
7	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	1%

DEDICATORIA

Agradecer a Dios, por acompañarme y ayudarme durante toda mi carrera y permitirme concluir mis estudios y a todas esas personas que de una u otra forma me orientaron y apoyaron a lo largo del camino.

A mis padres Hipólito Quispe Marquina y Felicita Fabián Ávila por saber inculcar el valor de la perseverancia y estudio y ser los pilares incondicionales en la vida. A mi esposa Gisela Wendy Vera Julca y a mi hija Wendy Juliette Quispe Vera, quienes están allí compartiendo mi entusiasmo en los momentos de felicidad y brindarme su soporte y colaboración en los momentos difíciles. Las adoro.

Juan Quispe

DEDICATORIA

Agradecer a Dios, por acompañarme y ayudarme durante toda mi carrera y permitirme concluir mis estudios y a todas esas personas que de una u otra forma me orientaron y apoyaron a lo largo del camino.

A mi familia por estar allí compartiendo mi entusiasmo en los momentos de felicidad y brindarme su soporte y colaboración en los momentos difíciles. Mi madre Carmela Aranda Kassorla y mi padre Magdaleno Villanueva Ávila quienes son mi mayor inspiración y mis pilares incondicionales. A mi esposa Sonia García Vasquez quien estuvo allí compartiendo los momentos felices y momentos de colaboración en los momentos difíciles.

Batmer Villanueva.

AGRADECIMIENTO

Nuestro más sincero agradecimiento al Mg. Ing. Ronald Antonio Alvarado Obeso,
por su asesoramiento en la ejecución de la presente investigación.

A la plana docente de la Universidad Privada del Norte que gracias a sus enseñanzas hicieron posible nuestra formación profesional.

Juan Quispe & Batmer Villanueva.

TABLA DE CONTENIDOS

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
DEDICATORIA	5
AGRADECIMIENTO	6
TABLA DE CONTENIDOS	7
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE GRÁFICAS	10
RESUMEN	11
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad problemática	13
CAPITULO II. METODOLOGÍA	25
CAPÍTULO III: RESULTADOS	28
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	40
REFERENCIAS	44
ANEXOS	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Distancia de cada tramo en el regado de vías.....	29
Tabla 2	Costo total para cada tramo de vía de riego – Turno día.	30
Tabla 3	Costo total por cada tramo de vía de riego – Turno noche.....	31
Tabla 4	Costo total de la excavadora conforme cada fecha organizada.	33
Tabla 5	Costo total de la retroexcavadora conforme cada fecha organizada.....	34
Tabla 6	Costo de geomembrana.	35
Tabla 7	Costo de tubería.....	35
Tabla 8	Costo total por tramo de vía de riego con uso de la posa – turno día.	36
Tabla 9	Costo total por tramo de vía de riego con uso de la posa – turno noche.....	36
Tabla 10	Total de costos pre y post implementación de poza.	38
Tabla 11	Matriz de consistencia.....	47
Tabla 12	Matriz de clasificación de variables.	48
Tabla 13	Matriz de operacionalización de variables.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa geográfico de rutas.....	29
Figura 2 Dimensiones de poza de agua – vista tridimensional.....	32
Figura 3 Dimensiones de poza de agua – vista de corte transversal.	33
Figura 4 Mapa de distancia de la tubería.....	35
Figura 5 Matriz para evaluación de Expertos de Raico Romero Carlos	51
Figura 6 Matriz para evaluación de Expertos de Gomes Barrios Ismael.....	52
Figura 7 Matriz para evaluación de Expertos de Cerna Reyes Raul	53
Figura 8 Carta de autorización para Batmer Villanueva Aranda.....	54
Figura 9 Carta de Autorización para Juan Quispe Fabian.	54
Figura 10 Ubicación de la poza de abastecimiento de agua.....	56
Figura 11 Inicio de construcción de poza para el abastecimiento del agua.	56
Figura 12 Poza terminada sin recubrimiento de geomembrana	56
Figura 13 Poza de agua cubierta con geomembrana.....	56
Figura 14 Cisterna para el regado de vías – equipo auxiliar.....	57
Figura 15 Proceso de regado de vías de lixiviado	57
Figura 16 Avance en regado de vías.....	58
Figura 17 Poza de abastecimiento de agua 540m ³	58
Figura 18 Ruta de acceso hacia pad de lixiviación (pad dinámico 7 y 8).....	60
Figura 19 Poza de agua ya implementada.	60

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Costo sin implementación de poza.....	37
Gráfica 2 Análisis de costos de implementación de poza de abastecimiento de 540 m ³ de capacidad.	37
Gráfica 3 Análisis comparativo de gastos con y sin la implementación de poza de agua de 540 m ³	39

RESUMEN

La presente investigación busca mostrar la reducción de costos al implementar la construcción de una poza de 540 m³, en la actividad de regado de vías de lixiviados, pad dinámico 7 y 8 actualmente activos en funcionamiento en la mina SUMMA GOLD CORPORATION y realizar una comparación con los costos actuales del regado. Los costos reales fueron tomados en campo mediante la observación directa y resúmenes diarios de control sobre el traslado de agua que realiza la empresa. Además, se realizó la identificación de los factores adversos, propios de un proyecto minero que afectan los rendimientos de la maquinaria. El resultado del estudio concluyó que el costo de riego de vías actualizado ascendió a un monto mensual total de \$ 20 257.85, mientras que el costo mensual al implementar la poza de abastecimiento de agua alcanzó un total de \$ 13 305.27, generando así un ahorro significativo de \$ 6 952.58 por mes y \$ 83 430.98 como proyección anual. Asimismo, el costo de construcción de dicha poza abarcó \$ 10 627.27; el cual, será cubierto con el ahorro generado en un periodo máximo de 1.5 meses, teniendo una ganancia de \$ 72 803.71 para el primer año de uso.

PALABRAS CLAVES: Poza, costos, regado en vías.

ABSTRACT

The present investigation seeks to show the reduction of costs by implementing the construction of a 540m³ pond, in the activity of irrigating roads to the leachate area, dynamic pad 7 and 8 currently active and in operation in the SUMMA GOLD CORPORATION mine and carry out a comparison with the current costs of irrigating roads. The real costs obtained were taken in the field through direct observation and the daily summaries of water transfer control carried out by the mining unit. In addition, the identification of the adverse factors typical of a mining project that affect the performance of the machinery was carried out. The result of the study concluded that the cost of irrigation roads in their current state amounted to a total monthly amount of \$20,257.85, while the cost of implementing the water supply pool reached a total monthly amount of \$13,305.27, generating thus a significant saving of \$6,952.58 per month and \$83,430.98 as an annual projection. Likewise, the cost of construction of said pool covered a total amount of \$10,627.27; which will be covered with the savings generated in a maximum period of 1.5 months, having a profit for the first year of use of \$72,803.71.

Keywords: Poza, costs, irrigated on roads

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Dentro de las diferentes operaciones unitarias que implica el trabajo minero para la extracción de minerales, se encuentra el área de servicios auxiliares, donde el regado de vías es un proceso fundamental para el óptimo desarrollo de las actividades de acarreo en mina, el transporte de agua para dicha actividad exige un tiempo adicional de abastecimiento, por lo que el incremento de costos es inevitable; asimismo, en su transporte se generan ciertos retrasos y gastos. Frente a ello, es necesario la implementación de medidas que permitan la reducción de contaminación de efluentes como también la reducción en su transporte. (Almar Water, 2021).

El agua es muy útil en la minería y por ende su aprovechamiento debe ser lo más óptimo posible, siendo los sistemas de riego muy imprescindibles para la distribución del líquido vital, evitando de esta manera el desperdicio y pérdidas por evaporación. Los principales usos que se le da al agua en la minería, es el control de polvo en las zonas de explotación y en las vías de acarreo. Además, los pads de lixiviación requieren la instalación de sistemas de irrigación especialmente diseñados. Ambas aplicaciones tienen propósitos diferentes, una sirve para disminuir los riesgos laborales en la minería y la otra sirve para la eficiencia en la extracción de la materia prima. Las zonas de explotación se caracterizan por tener una gran concentración de partículas de tierra suspendidas en el aire, lo que ocasiona impactos negativos sobre la salud de los trabajadores y en el funcionamiento de los equipos. Los métodos de irrigación más eficiente para la captura de partículas aéreas, son dos: la aspersión y la pulverización del agua. Ambos sistemas de riego para minería son similares en la forma de esparcir el agua, utilizando una bomba a fin de dar fuerza al chorro de agua. (Sofía Icochea, 2019).

La construcción de pozos de agua con fines óptimos de mejora en los servicios de calidad, tiempo, costos y protección al medio ambiente, es un tema abierto de muchos países latinoamericanos como Colombia, el cual es un país precursor en el desarrollo de pozos a base de geomembranas que han sido aplicadas a diferentes obras hidráulicas de cimentaciones, canales y taludes. (Cartagena Agudelo, 2019).

Summa Gold Corporation, es una empresa minera privada productora de oro, ubicada aproximadamente a 15 min de la ciudad de Huamachuco a una altura de 3600 msnm. La unidad minera se ubica en la localidad de El Toro, en Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad. Se puede acceder mediante vía terrestre desde la Ciudad de Trujillo, en un estimado de 4 horas. Esta unidad Minera considera dentro de sus procesos de recuperación de mineral, el método de lixiviado mediante pads estáticos y dinámicos. Actualmente debido al avance de sus procesos de explotación, extracción y recuperación, los pads usados son: dinámico 7 y dinámico 8, para lo cual por su ubicación y presencia de polvo continuo de sus vías que conllevan desde el punto de minado hacia el depósito de lixiviado, se requiere un regado diario cada cierto tiempo.

El consumo de agua y energía requeridos para el regado de vías con el fin de reducir el polvo dentro de las operaciones de acarreo de material en mina, es muy oneroso para muchas empresas debido a la escases que este recurso presenta; no obstante, al ser considerado dentro de los costos operativos, se debe buscar formas que permitan la reducción de su costo operacional para la satisfacción del presupuesto deseado, sin afectar los requerimientos normativos para la obtención de los licenciamientos de desarrollo. (Hurtado Quinto, 2019).

Summa Gold, considera que, dentro de las actividades de riego, el recurso hídrico es uno de los principales problemas a tratar, esto debido a su demanda y

disposición, por ello la propuesta de pozas de almacenamiento de agua, reduciría el tiempo consumido para el transporte de agua hacia las pozas de lixiviado. (Proactivo, 2021).

Por lo antes expuesto, se plantea el siguiente problema: ¿La implementación de una poza de abastecimiento de agua, influye en la reducción de costos para el regado de vías de lixiviado en la Mina Summa Gold 2023?

La justificación del presente proyecto se basa en la búsqueda de nuevos métodos de optimización de riego en vías de acceso a pads de lixiviado en la mina Summa Gold, de forma práctica mediante la reducción de costos y tiempo de desarrollo; asimismo, metodológicamente es un proyecto cuya aplicación está abierta para cualquier empresa con solicitudes de riego similares, donde el agua es el principal elemento utilizado para el riego. La justificación social está basada en el aporte de protección hacia el medio ambiental, generando menores impactos negativos y beneficiando a la población aledaña.

El objetivo principal del presente proyecto es determinar cuánto influye la implementación de una poza de abastecimiento de agua para la reducción de costos en regado de vías de lixiviado en la Mina Summa Gold 2023, siendo sus objetivos específicos: evaluar el método actual para el regado de vías en lixiviado en la Mina Summa Gold, implementar una poza de abastecimiento de agua para el regado de vías de traslado a lixiviado a la Mina Summa Gold y analizar los resultados al implementar una poza para el regado de vías en lixiviado en la Mina Summa Gold.

La hipótesis planteada considera que la implementación de una poza de abastecimiento de agua para el regado de vías de lixiviado en la Mina Summa Gold, si influye en la reducción de costos, puesto que permite un mejor aprovechamiento del

recurso hídrico y reduce los tiempos de transporte y las demoras constantes durante su acarreo.

A continuación, analizaremos los antecedentes más importantes en referencia al tema estudiado.

Fernández (2021). En su investigación "Herramientas para lograr un uso sostenible del agua en la minería: la huella hídrica y la huella de agua" tuvo como objetivo dar a conocer la sostenibilidad de la gestión de los recursos hídricos. En aquel estudio tuvo como método de investigación un diseño experimental y como resultado se calculó que el análisis específico de la organización del agua en el proceso de lixiviado es posible dirigir de forma artificial hacia nuevas captaciones como galerías, pozos, geosintéticos, entre otros; logrando que se pueda evaluar y mejorar la distribución de los recursos hídricos en base a su sostenibilidad. Se concluye que la sobre explotación de agua se controla gracias al uso de geomembranas en las captaciones añadidas en el proceso de filtración, impactando de manera positiva tanto en calidad como en cantidad para la empresa y concientizar la huella ecológica.

(Herrera Herbert, 2019), en su investigación "Introducción a la Minería Subterránea. Vol. II: Construcción de accesos" señala que el agua impacta en cada etapa de la vida útil en la mina. En términos generales y desde muy distintos puntos de vista es fácil comprender que las actividades mineras se encuentran muy estrechamente ligadas a la gestión del agua, las cuales se indican: Como un problema a evitar, disminuir o corregir en la explotación, como una necesidad de utilización del recurso para su aprovechamiento en la propia mina o fuera de ella y como recurso ambiental que es necesario proteger, mostrando a la sociedad que así se hace y que se hace bien. Asimismo, indica que el agua es un recurso de vital importancia para los proyectos de minería, y en comparación con las demás actividades industriales y

agrícolas, la explotación minera no es gran consumidora de este elemento, por ello su gestión y protección son indispensables para toda la Mina.

(José Pierola, 2017), en su proyecto “El agua y su uso en minería y agricultura en el Perú, Una primera aproximación” manifiesta que el agua es un elemento primordial en la etapa de producción minera gracias a su función en el desarrollo de lixiviación y flotación; además, permite el transporte de los excedentes como es el caso de los relaves (tailings) mientras que en el transporte y trabajos de molienda fina aumenta el control de polvo. En la etapa de exploración normalmente el uso de este líquido es mínimo o menor en base a su producción y puede variar de 2 a 40 m³/día, siendo equivalente a 0.02 L/s a 1.0 L/s, lo cual es el límite ideal ante cualquier operación. En la etapa de explotación, el agua interviene en la fase de extracción del mineral como: riego de accesos en mina, limpieza de equipos de carguío y transporte; así como en el proceso de lixiviación mediante solventes del PLS (Pregnant Leach Solution) y en la electro-depositación del metal y también interviene en el proceso de filtración. Finalmente, el agua también es parte importante en el proceso de fusión y electro refinación para la refrigeración.

Becerra Carreño (2021) en su tesis “gestión de los impactos de aguas ácidas durante la construcción, operación y cierre de túneles”, tiene como objetivo determinar los impactos de las aguas ácidas durante la construcción, operación, cierre del túnel y proponer soluciones para asegurar la estabilidad junto al control ambiental. La metodología que utilizó fue la revisión de la base de datos de los antecedentes de aguas ácidas en túneles de minería. El resultado tuvo una alta calidad en base a la estabilidad del sistema, siendo obtenido mediante pruebas de bombeos y registros en el pozo, logrando una resistencia a la compresión de 50MPa; además, se debe resaltar que el pozo que está compuesto por geomembrana de tipo geotextil, la cual ayuda a

transportar el agua del sector principal hacia la siguiente etapa, sin dificultad alguna. En conclusión, gracias a su resistencia se evita el deterioro del material y contaminación del agua transportada, logrando una independencia en revestimiento para mantener segura a la población con el medio ambiente. Por otra parte, recomienda conformar un equipo especializado, que se centre en la gestión sólida del agua en base a la optimización del transporte con reforzamiento del material geosintético, que a la vez ayudará a canalizar la impermeabilización.

Cartagena (2019) presento en su investigación "Estudio de geomembranas nodulares y lisas para la aplicación en la ingeniería civil", con su objetivo de estudiar y analizar las propiedades físico-mecánicas de la geomembrana lisa (TPO) y la geomembrana nodular (Lamidren L7). La metodología utilizada fue de diseño experimental a través de análisis en ensayos de laboratorio, obteniendo como resultado que la geomembrana lisa TPO de material Lamidren L7, es mucho más resistente en comparación a la geomembrana lisa simple TPO, donde la elasticidad es más del 700% en comparación de 1 a 3 con la geomembrana simple; mientras que, su resistencia a la tensión es mayor que los parámetros mínimos de construcciones civiles. En conclusión, el material utilizado frente a los demás, es el mejor con relación entre precio vs calidad; además, logra optimizar el proceso de adaptación y no genera contaminación en base a las normas del TAS, convirtiéndola 100% amigable para el medio ambiente. Así mismo, evita gastos innecesarios, ya que al ser más resistente no traslada material en compensación de alguna pérdida, evitando así el desperdicio del agua y reduciendo la extensión de mangueras para depositar el recurso hídrico, logrando de esta manera que la obra se vuelva confiable.

Pardo Sandoval (2020). En su tesis denominada "Modelo de diseño de geosintéticos en la estanqueidad de pozas en infraestructuras mineras, las bombas,

2020”, empleó una metodología con técnica de recolección de datos sobre la mina Las Bambas, cuyo resultado indica que al realizar la cobertura de la poza con geomembrana sirve para reducir costos y evitar la pérdida de tiempo en el transporte del agua, obteniendo un 90% más de resistencia a rotura en comparación a materiales básicos; a la vez, logró superar el estándar de 48 horas como mínimo en resistencia a máxima capacidad de depósito de agua con cero fugas, siendo aprobada la impermeabilización de los canales de riego en la empresa, convirtiendo a la operación en un método más seguro, económico y fácil. Concluye que la aplicación de este material en proyectos de geotecnia e ingeniería ayudan a controlar los parámetros, evitan el transporte innecesario, reduce la contaminación del agua sin que esta se estanque en el riego y mejora los estándares de seguridad bajo cualquier norma ASTM. Así mismo, se recomienda obtener el aseguramiento de calidad en la construcción y la ejecución del proyecto bajo estudios constantes del suelo.

(Palomino Linares, 2022) en su tesis “Optimización del tiempo de vida de una geomembrana de alta y baja densidad usando una sustancia impermeabilizadora en el proceso de lixiviación de cobre”, tuvo como objetivo determinar la factibilidad del uso de una sustancia impermeabilizada de alta resistencia, impregnada en la geomembrana, con el fin de mejorar el desempeño de esta para evitar posibles fugas de líquido lixivante. La metodología fue de tipo aplicada donde logra mejorar la condición real del proyecto minero en la instalación de geomembranas, su diseño fue experimental, puesto a que se realizaron pruebas en laboratorio. Como resultado se obtuvo que al contener una poza de agua en el proceso de lixiviación requiere de un mantenimiento en óptimas condiciones; por ende, al comparar el uso de una nueva geomembrana o un recubrimiento, mayor rentabilidad tiene este último, garantizando un mejor impacto, lo que se corrobora en la diferencia del error estándar que va de 0.17 a 0.05; mientras

que, la prueba de tracción mejora en un 15.2 lb/pulg; a la vez, supera la resistencia de 50 grados centígrados en prueba de 30 días. En conclusión, este recubrimiento tiene mayor resistencia en cuanto a la filtración de los líquidos en el llenado, evitando la presencia de multas por contaminación del sistema hídrico o inseguridad, y aunque es un poco más caro instalar nueva geomembrana, su funcionalidad es más segura para optimizar la vida del material; por ello, es considerada la mejor opción en obras de pozas del proceso de lixiviado gracias a su reducción de costos y tiempo en transportar agua.

(Ignacio Chavez, s. f.) en su objetivo de proponer la aplicación de los métodos de control de calidad aplicados a los geosintéticos: geomembrana y tubería HDPE en la poza de operaciones en Carachugo 14, Cajamarca, empleó una metodología de diseño experimental. Obtuvo como resultado una elongación mayor o igual al 50%, mientras que su despegue en ambos métodos de control en geosintéticos de las pozas de agua es menor al 25%. Por ende, se logra cumplir con éxito toda la norma ASTM 6365, incluyendo el cuidado del agua. En conclusión, gracias a esta aceptación, se logra reducir el costo y tiempo de durabilidad, seguridad y rapidez en el control de calidad de la poza. Finalmente, recomienda adaptar nuevos avances tecnológicos para mejorar el monitoreo, sin olvidar los expedientes técnicos junto a constantes inspecciones visuales.

(Elvia Mairubi, 2019) en su investigación "Aplicación de geomembranas para reducir las pérdidas de agua por infiltración del canal de riego Caqui, provincia de Huaral" tuvo por metodología de tipo aplicada, describiendo los beneficios del uso de geomembranas. Como resultado indica que existió una infiltración de agua de 28.75 L/s cuando el material es solo concreto, mientras que al ser aplicado con geomembrana, dicha filtración reduce a 8.41 L/s; así mismo, existe un bajo costo en el

transporte de agua. Se concluye una disminución considerable en la pérdida de agua en un 67.42%, por su permeabilidad y buenos parámetros de geotecnia basados en la capacidad de carga.

(Mantilla Calderon, 2021) en su investigación “Influencia de la implementación de lean service en el nivel de servicio del proceso de instalación de geomembrana para reservorios mineros, en la empresa innovación en geosintéticos y construcción SRL”, aplicó un método de investigación de diseño cuasi experimental por el uso de la herramienta tecnológica Lean Manufacturing, con el fin de aumentar el nivel de la potencia en las pozas. Realizo una revisión documental, entrevistas y observación, permitiendo diagnosticar la situación actual en el taller de la empresa. Los resultados muestran que al aplicar la herramienta Lean en las instalaciones de geomembranas y geosintéticos en pozas o reservorios tienen un aumento en el nivel de servicio en un 15%, generando que dicha técnica sea considerada como un motor en el cuidado de la naturaleza por su eficiencia en la instalación, calidad y tiempo. Se concluye que este diseño se adapta al sistema 5S, obteniéndose una relación de beneficio / costo de 2.62 nuevos soles y un VAN y TIR de 45,749.23 soles y 217% respectivamente, donde finalmente se convierte en un proyecto viable debido a todas las características mencionadas anteriormente.

(Vásquez Mamani, 2017) cuyo objetivo fue determinar como la aplicación de un control de calidad permita disminuir las fugas en la impermeabilización del Pad de lixiviación en la mina Lagunas Norte La Libertad – 2017, utilizo una metodología de nivel explicativo y tipo aplicada. Los resultados concluyen que la aplicación de la geomembrana es beneficiosa en cualquier proyecto de estructura, construcción de pozas o presas, porque crea una barrera de permeabilidad con materiales de alta resistencia contra sustancias químicas; además, manifiestan que, al tener un buen

almacenamiento de líquido, el proyecto genera una resistencia a cualquier ataque químico y natural, logrando evitar un nuevo revestimiento de material extra, ayudando evitar gastos innecesarios en polímeros de alto costo.

El uso de pozas de agua para la captación hídrica, producto del desperdicio en las actividades de perforación, permite reducir costos y tener un mejor aprovechamiento de este recurso gracias a su reutilización; no obstante, su diseño y construcción debe estar en función a su capacidad de almacenamiento solicitado con las condiciones impuestas (Wilian Luciano, 2021).

El diseño de pozos de agua no solo se fundamenta en una construcción de contención, también deben ofrecer eficiencia de almacenamiento, calidad y menos contaminación. Por consiguiente, el agua almacenada debe presentar características incoloras y lo más higiénicas posibles, ofreciendo seguridad y no un foco infeccioso de riesgo (Aguilar Rios, 2016).

El agua como recurso hídrico dentro de los procesos de lixiviación no presentada de forma óptima, afectaría el desarrollo de las actividades de recuperación de minerales, generando gastos adicionales e innecesarios (Suarez Vera, 2019).

En el desarrollo de un sistema de abastecimiento de agua, siempre se debe considerar una red de distribución mediante áreas de almacenamiento, procesamiento y distribución en tuberías, bajo un diseño compatible a las solicitudes demandadas de abastecimiento (Aguilar Rios, 2016).

Un sistema de drenaje tiene por objetivo proporcionar la recolección, transporte y lanzamiento final de aguas de escurrimiento superficial, de modo que la integridad de los terrenos junto a las características de los cuerpos de agua sean receptores

preservados. De esta forma, el drenaje tiene por objetivo el control de la erosión. (Ministerio de Energía y Minas, 2017).

(Malpica, 2014) en su tesis "Evaluación de rendimientos de equipos en las operaciones de movimiento de tierras en el minado cerro negro Yanacocha – Cajamarca" comenta que en todos los proyectos de ingeniería, el valor del precio unitario para una actividad está ligado al rendimiento de los proyectos en base a movimiento de tierras, mientras que el análisis de precios unitarios está compuesto únicamente por los equipos, ya que no se considera mano de obra ni material; por otro lado, el costo del operador está incluido en la tarifa de los equipos; es decir, la incidencia en el costo directo depende del rendimiento propuesto y de la tarifa por hora de la maquinaria. Sin embargo, se ha podido observar que existen diferencias entre los rendimientos teóricos y los reales, lo cual trae como consecuencia variación en el cumplimiento de actividades; razón por la cual, tener un rendimiento real nos permite proyectar presupuestos más ajustados a la realidad.

(Matos Mallqui, 2020), en su tesis "Reducción de costos unitarios de carguío y acarreo mediante programación de equipos – Mina – Corihuarmi" menciona que la reducción de costos y la productividad actúan de forma no proporcional; es decir, mientras menor sea el costo de acarreo mayor aprovechamiento económico se tendrá respecto al carguío del recurso hídrico.

Todo ello se resume en:

- A mejor forma de carga útil, se optimiza la productividad.
- A mejor equipo y uso correcto, menos demoras y más producción,
- A menor tiempo en la etapa de carguío, menos costo, tiempo y mayor producción.

- A mejores condiciones de trabajo, más eficiencia y productividad.

En la presente investigación se analiza la siguiente pregunta ¿es posible que la implementación de una poza de abastecimiento de agua reduzca los costos para el regado de vías de lixiviado en la Mina Summa Gold 2023? Ante ello se logró determinar cómo influye la implementación de una poza de abastecimiento de agua en la reducción de costos en regado de vías de lixiviado en la Mina Summa Gold 2023, donde se determinó los costos de regado de vías en lixiviado antes de construir la poza en la Mina Summa Gold, para luego determinar los costos de regado de vías de lixiviado después de construir la poza en la Mina Summa Gold. Al final, se logró demostrar que la implementación de una poza de abastecimiento de agua para el regado de vías en lixiviado en la Mina Summa Gold si influye en la reducción de costos, puesto que permite un mejor aprovechamiento del recurso hídrico y reduce los tiempos de transporte junto a las demoras constantes durante su acarreo.

CAPITULO II. METODOLOGÍA

La presente investigación es de tipo aplicada porque busca la solución de un problema actual y real en provecho de la Unidad Minera. Para ello, mediante la recopilación, medición y validación de datos pre y post desarrollo del presente estudio se demostró el beneficio de la implementación de una Poza. Esta metodología de investigación hizo la comparación para los resultados obtenidos con el fin de aplicar el resultado para dar respuesta al objetivo de estudio (Wilian Luciano, 2021)

La investigación fue de diseño experimental, debido a que propicia la construcción de una poza en dicho proyecto minero para analizar y cuantificar resultados, además se aplicó un diseño de estudio transversal, ya que, se hizo una recopilación general aplicada hacia la población en un tiempo limitado, con el fin de lograr analizar las variables de estudio, según (Elvia Mairubi, 2019), el enfoque utilizado fue cuantitativo, debido a que se usó la recolección de datos con una medición numérica.

La población utilizada en la presente investigación representa las vías de acceso en los pad dinámicos de la empresa minera Summa Gold 2023 y como muestra representa el riego en la vía de acceso a zona de lixiviados en la empresa minera Summa Gold 2023.

Los equipos e instrumentos utilizados fueron: computadora, cámara fotográfica, cronometro y un programa estadístico para la cuantificación, determinación de tiempos y rendimientos. Como técnica utilizada fue la observación directa in situ de las actividades durante el proceso de regado de vías de lixiviado pre y post construcción de la poza, recopilando los datos de las operaciones inmersas en campo para ser analizados y evaluados en computadora por medio de tablas y gráficos,

teniendo en cuenta la información que se obtuvo en el trabajo de la implementación y etapa final de la misma poza.

Para la obtención y recolección de los datos en esta investigación se utilizó el método cuantitativo expresado en métodos de cálculo numérico.

La presente investigación estuvo definida por la medición de rendimientos en regado de las vías hasta los pad dinámico de lixiviación 7 y 8, en la situación real y actual de la zona de estudio sin aplicación de proyecto, dicha medición abarcó el tiempo de un mes, con el objeto de obtener datos más confiables acerca de la situación actual junto a costos que abarcan el desarrollo de dicha actividad.

La continuación del estudio fue la aplicación de la propuesta proyectada mediante el desarrollo de una poza construida a base de geomembrana impermeable de dimensiones 12m x 15m x 3m con capacidad de almacenamiento de 540 m³, para luego proceder a medir rendimientos de funcionamiento en el regado de las vías en estudio y así obtener los costos por regado de vías a lixiviado.

La comparación de resultados se basó en el aspecto económico, de acuerdo a los datos obtenidos sin aplicación y con aplicación del proyecto, considerando rendimientos, distancia de recorrido, tiempo de vida para el caso del proyecto implantado, tiempos de moras por cola y tránsito de otros vehículos en la misma ruta, para continuar con la comprobación de la hipótesis antes mencionada.

El método de análisis de datos se determinó mediante el uso de un programa de cálculos por medio de tablas dinámicas comparativas entre datos controlados y calculados, de tal manera que demuestren la influencia de la poza construida, para que finalmente se realice la confirmación o negación de la hipótesis impuesta inicialmente.

En la presente investigación se aplicó el manejo de fuentes confiables en todas sus citas y referencias respetando la normatividad existente; además, los objetivos y todo el contenido de la investigación, fue presentada a la empresa donde se desarrolló la investigación.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Evaluar los costos según el método actual para el regado de vía en lixiviado en Mina Summa Gold.

La ubicación de la empresa Summa Gold está en función a las vías sometidas a estudio. Su ciclo de acarreo abarca diversos tiempos y velocidades que permiten la movilización, carga y descarga de la cisterna de riego, considerando demoras operativas o no operativas en su proceso.

El costo por hora para el regado de las vías de acceso al pad de lixiviación se desarrolló mediante el recorrido total de la cisterna utilizada por la empresa, siendo iniciado en función al 100% de su capacidad (con carga o punto de agua) y finalizado en el momento del vacío total (sin carga o fin de tramo regado).

Por ende, dicho costo está relacionado de forma directa con la velocidad establecida por la cisterna, la cual se encuentra dividida en función a su contenido de fluido:

- Velocidad de cisterna vacío = 22 km/h
- Velocidad de cisterna cargado = 11 km/h

Por otro lado, la distancia del regado de vías abarca 8 tramos con distancias especificadas en la tabla N°1, donde el analizado es el tramo 6 y 7, con 3236.1 m en recorrido de regado y 3863.65 m de distancia desde el efluente al punto de inicio de regado.

Tabla 1

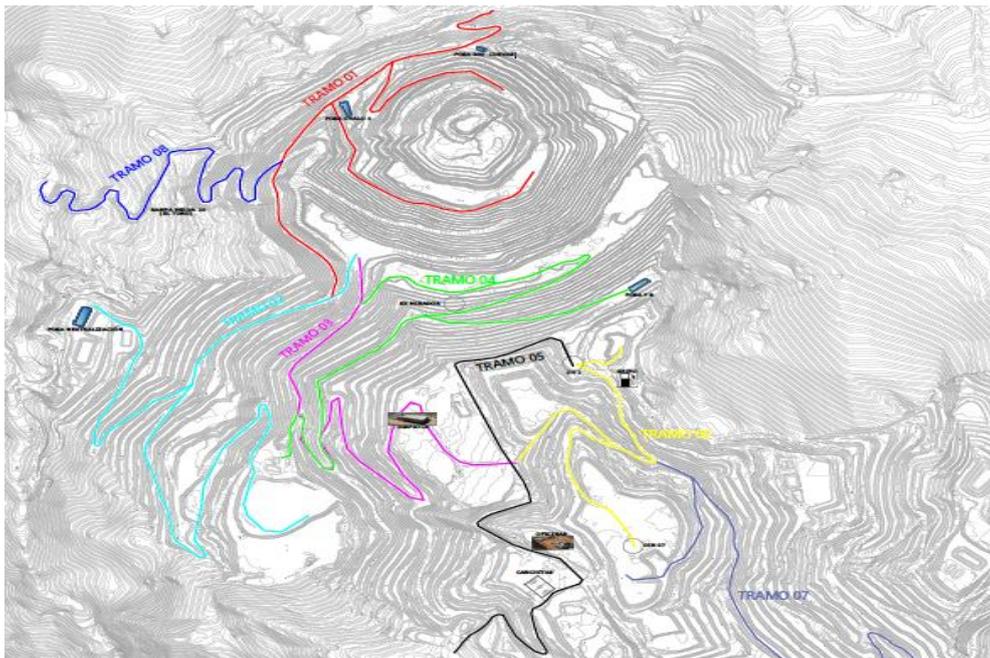
Distancia de cada tramo en el regado de vías.

LEYENDA REGADO DE VÍAS		
Nº Tramos	Distancia	Unidad
TRAMO 1	2866.92	m
TRAMO 2	2487.33	m
TRAMO 3	2285.96	m
TRAMO 4	2729.01	m
TRAMO 5	2130.46	m
TRAMO 6	1658.41	m
TRAMO 7	1577.69	m
TRAMO 8	1513.79	m

Nota: En la tabla se observa las distancias específicas para los ocho tramos obtenidos.

Figura 1

Mapa geográfico de rutas.



Las determinaciones en duraciones de tiempo son constantes durante el ciclo que exige el sistema de Dispatch, los mismos que fueron establecidos a partir de mediciones durante 1 mes.

A continuación, se especifica los tiempos:

El tiempo de ida tiene un recorrido de X km y una distancia X m desde el punto de inicio de riego hasta el punto de afluencia. Además, la recarga de agua tiene una velocidad constante de 5 lt/s al 100% de su capacidad (5000 lt). Por otro lado, el tiempo de regreso para un nuevo regado considera un recorrido de X km y una distancia X m desde el punto de afluencia hasta el punto de inicio de riego. Finalmente, el tiempo de descarga abarcó el kilometraje del tramo de regado.

Con respecto al costo por riego de vías, se considera 8 tramos en dos turnos, día y noche, donde el costo por hora tiene un sustento en los pagos solicitados por las contratas que alquilan sus servicios de regado de servicios auxiliares de mina.

Dichos costos son fijos y se encuentran en la tabla siguiente, junto al cálculo del costo total en función a su turno de trabajo y al tramo de regado.

Tabla 2

Costo total para cada tramo de vía de riego – Turno día.

N° Tramo	Distancia	Und.	COSTO \$/HR	Vel. cisterna vacío	Vel. cisterna cargado	HR Vacío	HR. Cargado	HR. Pto viaje	N° viajes/ Guardia	COSTO TOTAL \$
TRAMO 1	4.03	Km	36	22	11	0.11	0.37	0.48	4	68.88
TRAMO 2	3.63	Km	36	22	11	0.10	0.33	0.43	4	62.04
TRAMO 3	3.43	Km	36	22	11	0.10	0.31	0.41	4	58.62
TRAMO 4	3.83	Km	36	22	11	0.11	0.35	0.45	4	65.46

TRAMO										
5	3.23	Km	36	22	11	0.09	0.29	0.38	4	55.20
TRAMO										
6	2.83	Km	36	22	11	0.08	0.26	0.34	4	48.37
TRAMO										
7	2.73	Km	36	22	11	0.08	0.25	0.32	4	46.66
TRAMO										
8	2.63	Km	36	22	11	0.07	0.24	0.31	4	44.95
TOTAL										450.17

Nota: En la tabla se observa el costo de cada tramo especificado según su velocidad y horas de riego en el turno día.

Tabla 3

Costo total por cada tramo de vía de riego – Turno noche.

N° Tramos	Distancia	Und.	COSTO \$/HR	Vel. cisterna vacío	Vel. cisterna cargado	HR Vacío	HR. Cargado	HR. Por Viaje	N° de viajes/ Guardia	COSTO TOTAL \$
TRAMO 1	4.03	Km	36	22	11	0.11	0.37	0.48	2	34.44
TRAMO 2	3.63	Km	36	22	11	0.10	0.33	0.43	2	31.02
TRAMO 3	3.43	Km	36	22	11	0.10	0.31	0.41	2	29.31
TRAMO 4	3.83	Km	36	22	11	0.11	0.35	0.45	2	32.73
TRAMO 5	3.23	Km	36	22	11	0.09	0.29	0.38	2	27.60
TRAMO 6	2.83	Km	36	22	11	0.08	0.26	0.34	2	24.18
TRAMO 7	2.73	Km	36	22	11	0.08	0.25	0.32	2	23.33
TRAMO 8	2.63	Km	36	22	11	0.07	0.24	0.31	2	22.47
TOTAL										225.09

Nota: En la tabla se observa las distancias específicas para los ocho tramos obtenidos en el turno noche.

El sistema de riego en vías, por lo general es más solicitado durante el día, debido a las temperaturas elevadas que permiten la rápida evaporación del agua en los caminos auxiliares; por ende, la presencia de polvo es más recurrente, mientras que en la noche las bajas temperaturas suelen ser de apoyo a la baja demanda de este servicio, teniendo como resultado un costo total de s/. 450.17 por día y s/. 225.09 en el turno noche, obteniendo s/. 675.26 en ambos turnos.

3.2. Diseño y construcción de poza para el riego de vías a lixiviado Mina Summa Gold.

En el diseño, las dimensiones de poza de abastecimiento de agua propuesta es de 15 x 12 x 3.20 m, con una capacidad de llenado de 540 m³ de agua y un borde libre de 0.20 m.

Figura 3

Dimensiones de poza de agua – vista tridimensional.

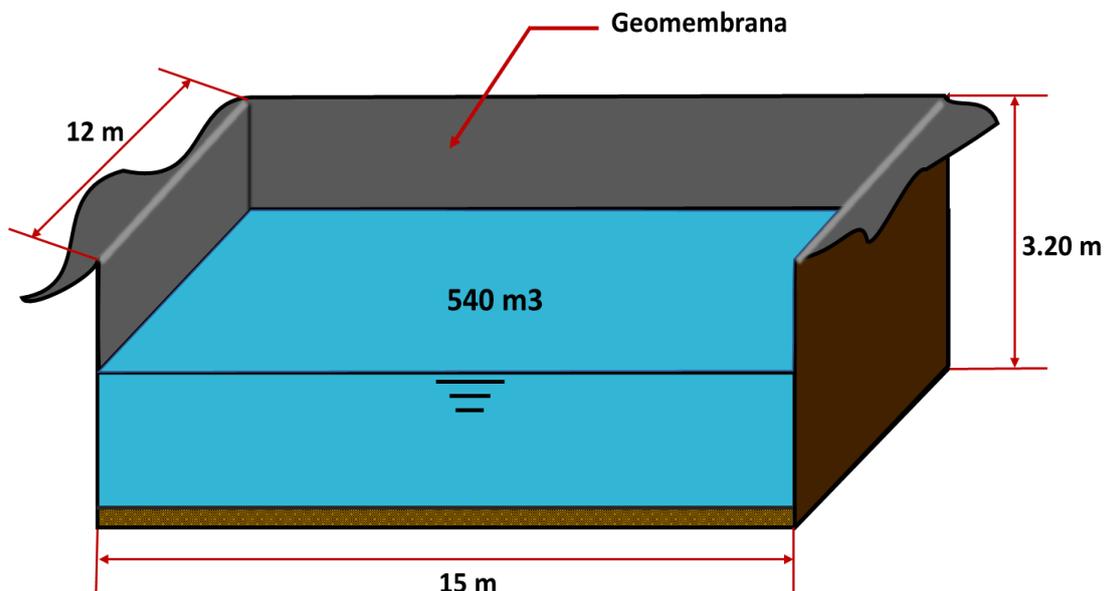
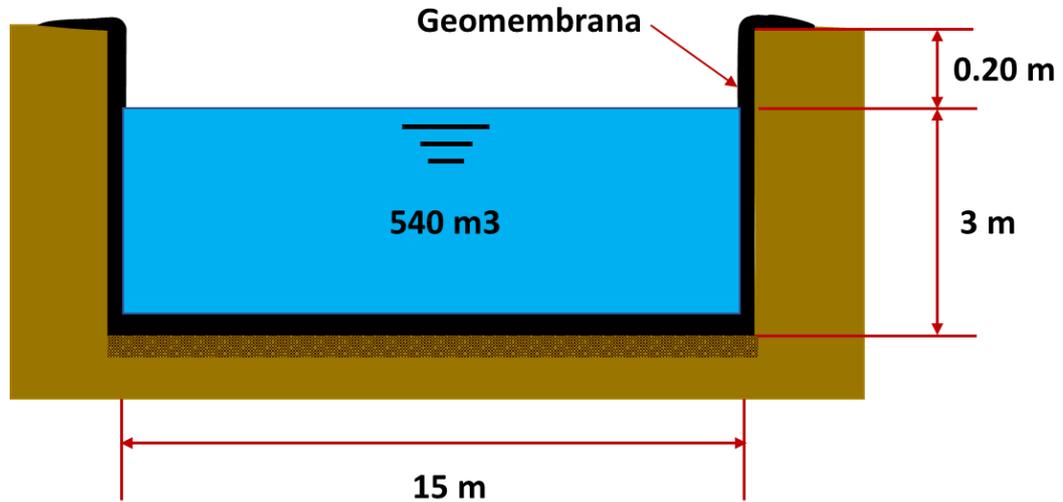


Figura 4

Dimensiones de poza de agua – vista de corte transversal.



Los costos de construcción para la implantación de la poza propuesta, empleó el uso de maquinaria pesada (excavadora y retroexcavadora); asimismo, los materiales de requerimiento para su funcionamiento estuvieron definidos en geomembrana y tubería de 4” de diámetro.

Tabla 4

Costo total de la excavadora conforme cada fecha organizada.

EXCAVADORA	\$
CONSTRUCCIÓN DE POZA	
29/04/2023	401.5
30/04/2023	832.0
01/05/2023	521.3
02/05/2023	1027.9
03/05/2023	618.2
LIMPIEZA DE POZA	
29/04/2023	555.9

30/04/2023	132.6
CAMBIO DE FRENTE	
03/05/2023	23.1
CAMBIO DE FRENTE	
05/05/2023	212.0
TOTAL	4324.5

El costo de la excavadora estuvo definido en un periodo de 5 días trabajados de 6.5 horas diarias para la excavación y limpieza de la poza.

Tabla 5

Costo total de la retroexcavadora conforme cada fecha organizada.

RETROEXCAVADORA	\$
CONSTRUCCIÓN DE MURO	
02/05/2023	15.7
07/05/2023	132.6
LIMPIEZA DE POZA	
02/05/2023	55.4
TRASLADO DE MATERIALES	
07/05/2023	23.3
ZANJAS	
03/05/2023	178.8
06/05/2023	123.1
07/05/2023	67.0
TOTAL	595.8

La retroexcavadora básicamente abarcó el perfilado de la poza, la habilitación de la geomembrana y la construcción de las zanjas.

Tabla 6

Costo de geomembrana.

GEOMEMBRANA	\$	M ²	
PRECIO DE GEOMEMBRANA	4.5	530	2385.0
INTALACIÓN /PERSONAL	2	530	1060.0
TOTAL			3445.0

Tabla 7

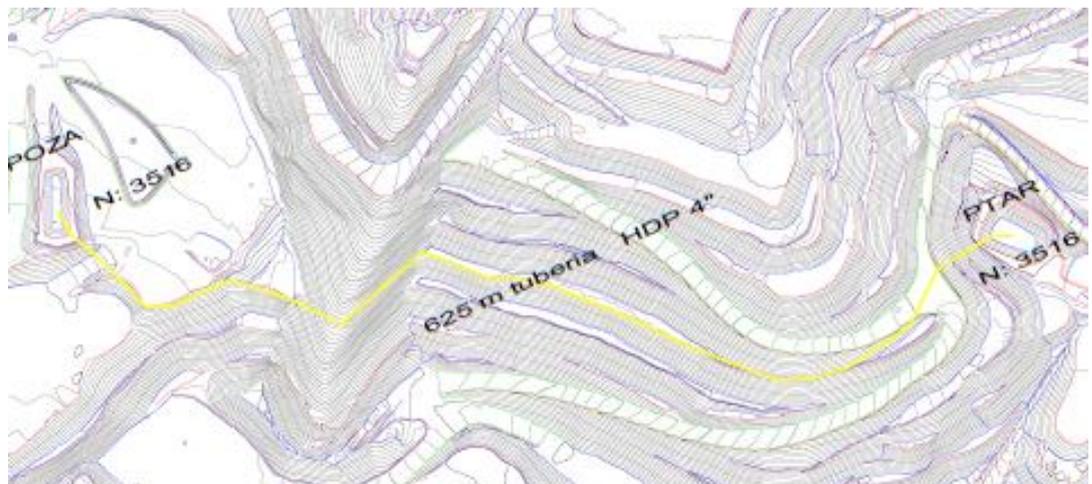
Costo de tubería.

PRECIO DE TUBERÍA	\$	M	
TUBERÍA DE 4 PULGADAS	2	1131	2262.0
TOTAL			2262.0

La tubería cubre la dirección directa de poza a poza, tal y como se muestra en la siguiente imagen.

Figura 5

Mapa de distancia de la tubería.



Al final se obtuvo el costo total de la construcción de la poza de agua propuesto, siendo s/. 10627.27.

3.3. Analizar los costos de riego de vías de lixiviado considerando la implementación de poza para abastecimiento de agua en Mina Summa Gold.

Los costos de cada tramo se encuentran especificado en la siguiente tabla, donde se aprecia la mejora gracias a la implementación de la posa de agua.

Tabla 8

Costo total por tramo de vía de riego con uso de la posa – turno día.

N° Tramos	Dist.	Unidad	COSTO \$/HR	VEL. CISTERNA VACIO	VEL. CISTERNA CARGADO	HR VACIO	HR CARGADO	HR. POR VIAJE	N° viajes/ Guardia	COSTO TOTAL \$
TRAMO 1	2.90	Km	36	22	11	0.08	0.26	0.34	4	49.56
TRAMO 2	2.50	Km	36	22	11	0.07	0.23	0.30	4	42.73
TRAMO 3	2.30	Km	36	22	11	0.06	0.21	0.27	4	39.31
TRAMO 4	2.70	Km	36	22	11	0.08	0.25	0.32	4	46.15
TRAMO 5	2.10	Km	36	22	11	0.06	0.19	0.25	4	35.89
TRAMO 6	1.70	Km	36	22	11	0.05	0.15	0.20	4	29.05
TRAMO 7	1.60	Km	36	22	11	0.04	0.15	0.19	4	27.35
TRAMO 8	1.50	Km	36	22	11	0.04	0.14	0.18	4	25.64
TOTAL										295.67

Tabla 9

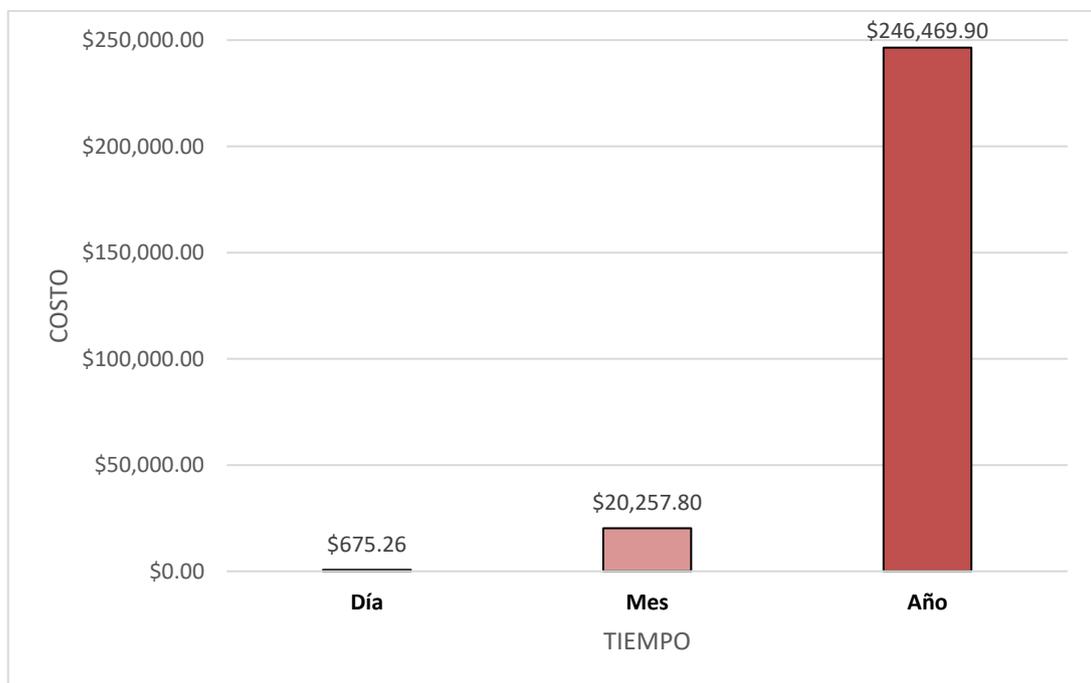
Costo total por tramo de vía de riego con uso de la posa – turno noche.

N° Tramos	Distancia	Unidad	COSTO \$/HR	VEL. CISTERNA VACIO	VEL. CISTERNA CARGADO	HR. CARGADO	HR VACIO	HR. POR VIAJE	N° viajes/ Guardia	COSTO TOTAL
TRAMO 1	2.90	Km	36	22	11	0.08	0.26	0.34	2	24.78
TRAMO 2	2.50	Km	36	22	11	0.07	0.23	0.30	2	21.36
TRAMO 3	2.30	Km	36	22	11	0.06	0.21	0.27	2	19.65
TRAMO 4	2.70	Km	36	22	11	0.08	0.25	0.32	2	23.07

TRAMO 5	2.10	Km	36	22	11	0.06	0.19	0.25	2	17.95
TRAMO 6	1.70	Km	36	22	11	0.05	0.15	0.20	2	14.53
TRAMO 7	1.60	Km	36	22	11	0.04	0.15	0.19	2	13.67
TRAMO 8	1.50	Km	36	22	11	0.04	0.14	0.18	2	12.82
TOTAL										147.84

Gráfica 1

Costo sin implementación de poza.



Gráfica 2

Análisis de costos de implementación de poza de abastecimiento de 540 m³ de capacidad.

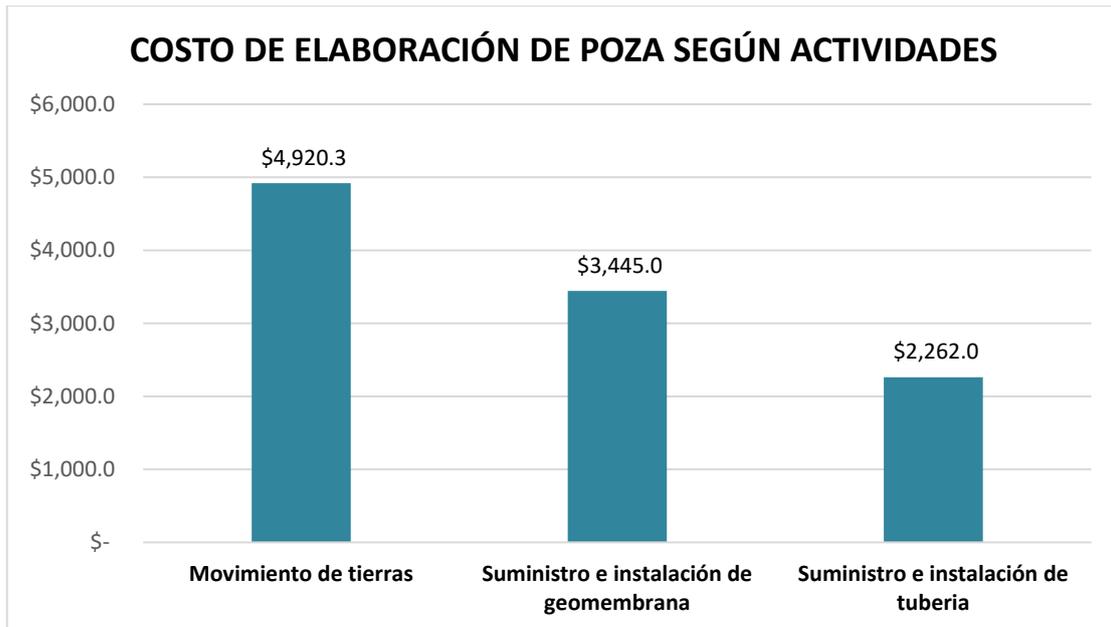


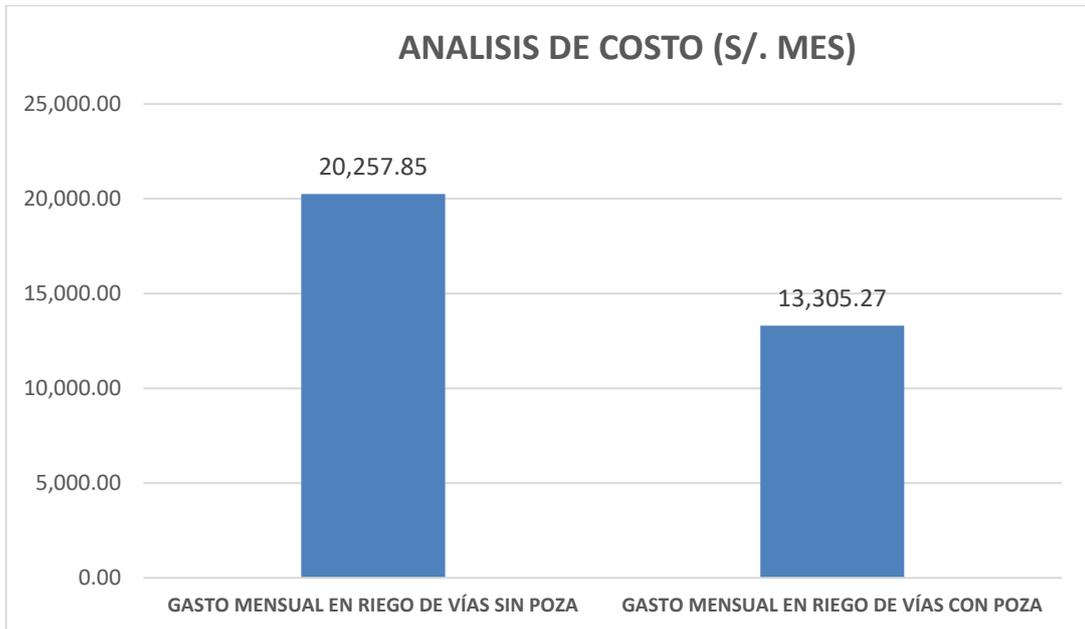
Tabla 10

Total de costos pre y post implementación de poza.

RESUMEN DE COSTOS	
GASTO MENSUAL EN RIEGO DE VÍAS SIN POZA	
POZA	20,253.85
GASTO MENSUAL EN RIEGO DE VÍAS CON POZA	
	13,305.27
MONTO AHORRADO MENSUAL	6,952.58
MONTO AHORRADO ANUAL	83,430.98
COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DE POZA	10,627.27
MONTO AHORRADO TOTAL EN 1ER AÑO	72,803.71

Gráfica 3

Análisis comparativo de gastos con y sin la implementación de pozo de agua de 540 m³.



Sin embargo, como se consideró los tramos 6 y 7, para el primer año tenemos una ganancia \$10231.13 mientras que para los años en adelante es una ganancia de \$20858.4

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Luego de realizar la comparación entre el costo actual y el costo finalizado, la construcción de la poza se verifica bajo la optimización del riego de vías de lixiviado con un impacto favorable generado en el ciclo de carguío y acarreo; corroborándose por lo indicado por Fernández M. (2021) en su investigación, denominada "Herramientas para lograr un uso sostenible del agua en la minería con énfasis en el recurso hídrico", donde señala que el agua es un papel fundamental en la mayoría de las operaciones de la minería industrial moderna; por ello, se debe optimizar su función y cuidado mediante distintos recursos para mejorar los procesos intermedios en el futuro de la minería. Así mismo, Herrera (2019) reafirma que, como consecuencia del mal uso del agua desde varios años, existen esfuerzos por incorporar conceptos a la interpretación del acoplamiento de nuevas estrategias en nuevas pozas de agua; como por ejemplo geomembranas, geotextiles, sedimentaciones, materiales en concreto y más; además, busca concientizar la disponibilidad de estos nuevos materiales para preservar el agua sin generar mal uso de la misma, la cual servirá como reúso para otras labores de la minería.

Con respecto a la implementación de pozas de agua dentro de las operaciones mineras, son consideradas un apoyo activo en la elaboración de estudios hidrológicos junto a diagnósticos en las cuencas de influencia con modelos de optimización – gestión, siendo el punto de inicio para la materialización de los planes de inversión con la finalidad de controlar el polvo y usar apropiadamente el agua tal cual lo señala Pierola (2017). Por otro lado, en el diseño hidráulico se considera importante estimar el abastecimiento y la probable posición del nivel dinámico (ND) en el pozo proyectado, basándose en las pérdidas de carga que se generarían dentro del pozo cuando este sea sometido a explotación, tal y como lo indica Becerra (2021).

Para la elaboración de la poza, se realizaron trabajos de movimientos de tierra en lo que respecta a la excavación de 540 m³ de material in situ y perfilado, así como la instalación de tubería de abastecimiento de agua con una longitud de 1131 m y el uso e instalación de la geomembrana en dicha poza; corroborado por Morales, (2020) en su tesis "Reducción del Consumo de Agua en el Mantenimiento de Vías y Mitigación del Polvo Mediante la Aplicación de Bischofita y el Aditivo H14 en Mina Cuajone". Finalmente, en esta investigación, se obtuvo una reducción del 40% del costo, siendo comparado con los costos previos a la implementación del proyecto.

La propiedad principal al analizar el comportamiento de la geomembrana respecto a su capacidad de drenaje es la resistencia a la compresión, siendo importante al determinar si se necesita más material o no para lograr su optimización; a la vez, si los resultados generales son los óptimos, se genera menos costos. Cartagena (2019), concluye que la geomembrana Lamidren L7 tiene una resistencia a la compresión de 0,86 MPa (86 Ton/m²), siendo un valor mayor al rango normal, luego es comparado con el peso del concreto obteniendo buenos resultados a la hora de soportar cargas altas; además, apoya a una mayor capacidad de soporte a la compresión, mejorando el comportamiento de la geomembrana nodular para drenar el agua de una manera óptima y eficaz, Becerra (2021).

En la gestión del agua los costos deben ser adecuadamente identificados para una mejor toma de medidas que permitan controlar su seguimiento e incorporación al sistema de control en producción de la unidad operativa. La evaluación del nivel de gestión requiere de un análisis fluido; por ello, se muestra un estimado de los componentes en las tablas de resultados. Mantilla (2021) nos aclara, que el efecto de la implementación de Lean Service en el nivel de servicio se analizó mediante un comparativo del antes y después de la mejora respecto a sobretiempos y gastos, logrando una reducción de 35.32 horas con un TIR de 217% y VAN de 45 749.23 soles.

Para usar la geomembrana en los proyectos no existe un reglamento o normativa que establezca parámetros mínimos, siendo un factor positivo o negativo. Por un lado, es positivo porque permite desarrollar aún más el producto, sin límite para reducir su calidad y obtener buenos resultados; por otra parte, puede ser negativo porque al ser costoso y poco conocido en el medio local, genera desconfianza por parte de los constructores, siendo causantes de la escases de su implementación, el cual guarda relación con los estudios de Vásquez Mamani (2017).

4.2 Conclusiones

El resultado obtenido en el primer objetivo se determinó que gracias a la construcción de poza se logró optimizar el riego de vías con reducción de costos, favoreciendo el presupuesto mensual que dispone la empresa minera hacia el área de lixiviado para la mitigación de polvo, reduciendo el riesgo de tener un posible evento de falta de visibilidad y aumento de producción de movimiento de mineral.

El costo de riego de vías, en su estado actual ascendió a un monto mensual total de \$ 20 257.85, mientras que el costo obtenido al implementar la poza de abastecimiento de agua adquirió un monto mensual de \$ 13 305.27, generando un ahorro de \$ 6 952.58 de forma mensual y \$ 83 430.98 anual. En cuanto al costo de construcción de dicha poza, abarcó un total de \$ 10 627.27, siendo pagado con el ahorro generado en un periodo máximo de 1.5 meses con una ganancia de \$ 72 803.71 para el primer año de uso.

Actualmente, el costo total para el riego de vías en lixiviación nos genera un monto diario de \$ 675.26, que al valorizarlo de forma mensual se obtiene un total de \$ 20 257.8, monto que la empresa debe asumir por la realización de este servicio a las diversas contratas que brindan el alquiler de cisternas para este tipo de trabajo.

Finalmente, como otros beneficios asociados a la implementación de la poza tenemos la reducción de la polución, cuidado de unidades (equipos pesados, livianos), reducción de costos en mantenimiento de vías, reducción de enfermedades respiratorias, entre otras. Todas ellas impactan de forma positiva en la optimización del ciclo de minado.

REFERENCIAS

- Aguilar Rios, E. E. (2016). Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable en la Urbanización Valle Esmeralda, distrito de Pueblo Nuevo, Provincia y Departamento de Ica, año 2016. <https://repositorio.uap.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12990/5836>
- Almar Water. (2021). Gestión, tratamiento y reutilización de agua para el sector minero en Latinoamérica | iAqua. <https://www.iagua.es/noticias/almar-water-solutions/gestion-tratamiento-y-reutilizacion-agua-sector-minero-latinoamerica>
- Amaya Osorio, C. A. (2020). Costos y presupuestos conceptos básicos. Universidad Santo Tomás. <https://doi.org/10.15332/dt.inv.2020.01008>
- Becerra Carreño, L. C. (2021). Gestión de los impactos de aguas ácidas durante la construcción, operación y cierre de túneles. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/181843>
- Cartagena Agudelo, B. A. C. (2019). ESTUDIO DE GEOMEMBRANAS NODULARES Y LISAS PARA LA APLICACIÓN EN LA INGENIERÍA CIVIL.
- Devloo, M. G. (2008). Casa Construction, Exterior. Mike Devloo.
- Elvia Mairubi, G. R. (2019). APLICACIÓN DE GEOMEMBRANAS PARA REDUCIR LAS PÉRDIDAS DE AGUA POR INFILTRACION DEL CANAL DE RIEGO CAQUI, PROVINCIA DE HUARAL.
- Fernandez, M. de los Á. F. (2021). Herramientas para lograr un uso sostenible del agua en la minería: La huella hídrica y la huella de agua. Revista Catalana de Dret Ambiental, 12(1), Article 1. <https://raco.cat/index.php/rcda/article/view/393342>
- Herrera Herbert, J. (2019). Introducción a la Minería Subterránea. Vol. II: Construcción de accesos. Universidad Privada del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24513>
- Hurtado Quinto, J. S. (2019). Optimización del transporte aplicando simulación de la teoría de líneas de espera en la Unidad Minera Cobriza 2019. Universidad Nacional del Centro del Perú. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/6238>

- Ignacio Chavez, J. A. (s. f.). METODOS DE CONTROL DE CALIDAD APLICADOS A LOS GEOSINTETICOS: GEOMEMBRANA Y TUBERÍA HDPE EN LA POZA DE OPERACIONES EN CARACHUGO 14-CAJAMARCA, 2019. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://repositorio.uprit.edu.pe/bitstream/handle/UPRIT/255/IGNACIO%20CH%c3%81VEZ%20JUAN%20ANDR%c3%89S.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Jose Pierola. (2017). El agua y su uso en minería y agricultura en el Peru, Una primera aproximación.
- Mantilla Calderon, J. M. (2021). INFLUENCIA DE LA IMPLEMENTACION DE LEAN SERVICE EN EL NIVEL DE SERVICIO DEL PROCESO DE INSTALACION DE GEOMEMBRANA PARA RESERVORIOS MINEROS, EN LA EMPRESA INNOVACIÓN EN GEOSINTÉTICOS Y CONSTRUCCIÓN SRL. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/28147/Tesis.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Matos Mallqui, D. C. (2020). Reducción de costos unitarios de carguío y acarreo mediante programación de equipos – Mina—Corihuarmi. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/7129>
- Palomino Linares, J. J. (2022). OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA DE UNA GEOMEMBRANA DE ALTA Y BAJA DENSIDAD USANDO UNA SUSTANCIA IMPERMEABILIZADORA EN EL PROCESO DE LIXIVIACIÓN DE COBRE. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://repositorio.ucsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12920/11868/4F.0016.MI.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pardo Sandoval, E. (2020). MODELO DE DISEÑO DE GEOSINTÉTICOS EN LA ESTANQUEIDAD DE POZAS EN INFRAESTRUCTURAS MINERAS, LAS BAMBAS, 2020.
- Proactivo. (2021, junio 30). Summa Gold cuenta con moderno sistema para el tratamiento y reutilización del agua para su operación en Huamachuco. Revista ProActivo.

<https://proactivo.com.pe/summa-gold-cuenta-con-moderno-sistema-para-el-tratamiento-y-reutilizacion-del-agua-para-su-operacion-en-huamachuco/>

Suarez Vera, J. R. (2019). Tratamiento de minerales sulfurados con presencia de caolinita por flotación para la concentración de menas de cobre. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/3146>

Vásquez Mamani, J. C. (2017). Control de calidad en la impermeabilización de pad de lixiviación mina Lagunas Norte—La Libertad, 2016. Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/21772>

Wilian Luciano, Q. A. (2021). Diseño e instalación de geomembrana para impermeabilización de depósito de relaves, Sina, Puno, 2021.

ANEXOS

Anexo 1

Tabla 11

Matriz de consistencia

TÍTULO: Implementación de poza para la reducción de costos en regado de vías de lixiviado, Mina Summa Gold, 2023					
PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
¿La implementación de una poza de abastecimiento de agua influye en la reducción de costos para el regado de vías de lixiviado, Mina Summa Gold 2023?	La implementación de la poza de abastecimiento de agua si influye significativamente en la reducción de costos para el regado de vías de lixiviado en mina Summa Gold 2023.	GENERAL: Determinar cómo influye la implementación de una poza de abastecimiento de agua en la reducción de costos en regado de vías de lixiviado, Mina Summa Gold 2023.	VARIABLE 1: Independiente: Costo de regado en vías a lixiviado Poza de 540 m ³ de capacidad	Tipo de investigación: Tipo aplicada Diseño: experimental Técnica: Análisis documental y observación directa. Instrumento: Cronómetro e informe de datos.	POBLACIÓN Riego de vías de acceso en tajo de la empresa minera Summa Gold 2023.
		ESPECÍFICOS: Evaluar el costo del método actual para regado de vías en lixiviado antes de construir la poza en Mina Summa Gold. Implementar una poza para el regado de vías de traslado a lixiviado Mina Summa Gold. Analizar los resultados de los costos de regado de vías en lixiviado después de construir la poza en Mina Summa Gold.	VARIABLE 2: Dependiente: Costo de regado en vía a lixiviado.	Método de análisis de datos: Cuantitativo, para cálculo numérico.	MUESTRA Riesgo en vía de acceso en la empresa minera Summa Gold 2023.

Anexo 2

Tabla 12

Matriz de clasificación de variables.

VARIABLES	CLASIFICACIÓN				
	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Formas de medición
Costo de regado en vías a lixiviado	Dependiente	Cuantitativa	A razón	Unidimensional	Directa
Poza de 540 m3 de capacidad	Independiente	Cuantitativa	A razón	Materiales y equipos	Directa

Anexo 3

Tabla13

Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENCIONES	INDICADORES
Costo de regado en vía a lixiviado.	Es el esfuerzo económico orientado a la producción de un bien o la prestación de un servicio, hace parte de la valoración de los productos y servicios, se asocia con los ingresos en el momento de la realización de los	El costo por regado de vías se encuentra definido por el rendimiento, las demoras, disponibilidad del equipo y el estado de una vía, su medición está dada en S/. /km de regado.	S/. /km	A razón

mismos. (Amaya Osorio, 2020)Amaya Osorio, p.10

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENCIONES	INDICADORES
Poza de 540 m3 de capacidad	Para Michael Gary Devloo, una poza es un contenedor usado para almacenar agua. (Devloo, 2008, p.89)	Una poza de almacenamiento de agua puede ser construida a base de diversos materiales como concreto estructural o mediante geomembrana.	Materiales Tiempo de vida	Ordinal A razón

Anexo 4
Figura 6
Matriz para Evaluación de Expertos de Raico Romero Carlos

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación	Implementación de poza de abastecimiento de agua para reducción de costos en regado de vías de lixiviado, Mina Summa Gold 2023.			
Línea de investigación:	Tecnologías emergentes			
Apellidos y nombres del experto:	Raico Romero Carlos Ruben			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Costo de regado de vías			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	x		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	x		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	x		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	x		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	x		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	x		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	x		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	x		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	x		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	x		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	x		
Sugerencias:				
Firma del experto:				
				
----- CARLOS RUBEN RAICO ROMERO Ingeniero de Minas CIP N° 237945				

Figura 7
Matriz para Evaluación de Expertos de Ismael Gomez Barrios.

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación	Implementación de poza de abastecimiento de agua para reducción de costos en regado de vías de lixiviado, Mina Summa Gold 2023.			
Línea de investigación:	Tecnologías emergentes			
Apellidos y nombres del experto:	Ismael David Gomez Barrios			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Poza de 540 m3 de capacidad			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	x		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	x		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	x		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	x		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	x		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	x		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	x		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	x		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	x		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	x		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	x		
Sugerencias:				
Firma del experto: 				
 Ismael David Gómez Barrios ING. DE MINAS R. CIP. N° 165115				

Figura 8

Matriz para Evaluación de Expertos de Raul Cerna Reyes.

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación	Implementación de poza de abastecimiento de agua para reducción de costos en regado de vías de lixiviado, Mina Summa Gold 2023.			
Línea de investigación:	Tecnologías emergentes			
Apellidos y nombres del experto:	Raul Cerna Reyes			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Poza de 540 m3 de capacidad			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una “x” en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	x		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	x		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	x		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	x		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	x		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	x		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	x		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	x		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	x		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	x		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	x		
Sugerencias:				
Firma del experto:				
 ----- Raul Cerna Reyes ING. DE MINAS R. CIP N° 173517				

Anexo 5

Figura 9

Carta de autorización para Batmer Villanueva Aranda.

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA



Yo RICHARD RULLIERO SOTOMAYOR OBLITAS
(Nombre del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)
 identificado con DNI 01703579 en mi calidad de JEFE DE MINA
(Nombre del puesto del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)
 del área de OPERACIONES MINA
(Nombre del área de la empresa)
 de la empresa/institución SUMMA GOLD CORPORATION
(Nombre de la empresa)
 con R.U.C N° 20522025071 ubicada en la ciudad de HUAMACHUCO

OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al señor BATMER SELMIN VILLANUEVA ARANDA
(Nombre completo del Egresado/Bachiller)
 identificado con DNI N° 63043508 egresado de la Carrera profesional o Programa de
 Postgrado de INGENIERIA DE MINAS para
(Nombre de la carrera o programa).

que utilice la siguiente información de la empresa:
BASE DE DATOS DE COSTOS DE RIEGO, MAPA DE OPERACIONES
(Detallar la información a entregar)

con la finalidad de que pueda desarrollar su Trabajo de Investigación, Tesis o Trabajo de suficiencia profesional para optar al grado de Bachiller, Maestro, Doctor o Título Profesional.

- Recuerda que para el trámite deberás adjuntar también, el siguiente requisito según tipo de empresa:
- Vigencia de Poder. *(para el caso de empresas privadas).*
 - ROF / MOF / Resolución de designación, u otro documento que evidencie que el firmante está facultado para autorizar el uso de la información de la organización. *(para el caso de empresas públicas)*
 - Copia del DNI del Representante Legal o Representante del área para validar su firma en el formato.

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.
 Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o
 Mencionar el nombre de la empresa.


Richard Sotomayor Oblitas
JEFE DE MINA
 Firma y sello del Representante Legal o Representante del área
 DNI: 01703579

El Egresado/Bachiller declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Egresado será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.


 Firma del Egresado
 DNI: 63043508

CÓDIGO DE DOCUMENTO	COR-F-REC-VAC-05.04	NÚMERO VERSIÓN	07	PÁGINA	Página 1 de 1
FECHA DE VIGENCIA	21/05/2022				

Figura 10

Carta de Autorización para Juan Quispe Fabian.

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA 

Yo Richard Sotomayor Obilitas
(Nombre del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)
identificado con DNI 01703579, en mi calidad de JEFE DE MINA
(Nombre del puesto del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)
del área de OPERACIONES MINA
(Nombre del área de la empresa)
de la empresa/institución SUMMA GOLD CORPORATION
(Nombre de la empresa)
con R.U.C. N° 20522025.5071, ubicada en la ciudad de HUAMACHUCCO

OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al señor JUAN CARLOS QUISPE FABIAN
(Nombre completo del Egresado/Bachiller)
identificado con DNI N° 75080378, egresado de la Carrera profesional o () Programa de
Postgrado de INGENIERIA DE MINAS
(Nombre de la carrera o programa) para
que utilice la siguiente información de la empresa:
BASE DE DATOS DE COSTOS, DE RIEGO, MAPA DE OPERACIONES
(Detallar la información a entregar)

con la finalidad de que pueda desarrollar su () Trabajo de Investigación, Tesis o () Trabajo de suficiencia profesional para optar al grado de () Bachiller, () Maestro, () Doctor o Título Profesional.

- Recuerda que para el trámite deberás adjuntar también, el siguiente requisito según tipo de empresa:
- Vigencia de Poder. *(para el caso de empresas privadas).*
 - ROF / MOF / Resolución de designación, u otro documento que evidencie que el firmante está facultado para autorizar el uso de la información de la organización. *(para el caso de empresas públicas)*
 - Copia del DNI del Representante Legal o Representante del área para validar su firma en el formato.

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.
() Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o
 Mencionar el nombre de la empresa.


Richard Sotomayor Obilitas
JEFE DE MINA

Firma y sello del Representante Legal o Representante del área
DNI: 01703579

El Egresado/Bachiller declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Egresado será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.


Firma del Egresado
DNI: 75080378

CÓDIGO DE DOCUMENTO	COR-F-REC-VAC-05.04	NÚMERO VERSIÓN	07	PÁGINA	Página 1 de 1
FECHA DE VIGENCIA	21/05/2022				

Anexo 4

Figura 11

Ubicación de la poza de abastecimiento de agua.



Figura 12

Inicio de construcción de poza para el abastecimiento del agua.



Figura 13

Poza terminada sin recubrimiento de geomembrana



Figura 14

Poza de agua cubierta con geomembrana.



Figura 35

Cisterna para el regado de vías – equipo auxiliar.



Figura 26

Proceso de regado de vías de lixiviado



Figura 17

Avance en regado de vías.



Figura 18

Poza de abastecimiento de agua 540m³.



Figura 19

Ruta de acceso hacia pad de lixiviación (pad dinámico 7 y 8).



Figura 20

Poza de agua ya implementada.

