

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



TESIS

Ampliación de la Presa De Relaves Pallancata en la Fase 3, Para Incrementar su Capacidad de Almacenamiento, en la Empresa Minera Ares-S.A.C. Ayacucho-2020

Presentado Por:

Carlos Enrique Contreras Paucar

Para optar el Título de Ingeniero de Minas

Abancay, Perú

2021



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



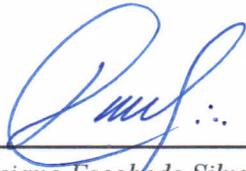
TESIS

**“AMPLIACIÓN DE LA PRESA DE RELAVES PALLANCATA EN LA FASE 3,
PARA INCREMENTAR SU CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO, EN LA
EMPRESA MINERA ARES-S.A.C. AYACUCHO-2020”**

Presentado por **Carlos Enrique Contreras Paucar**, para optar el Título de:
INGENIERO DE MINAS

Sustentado y aprobado el 23 de diciembre de 2021, ante el jurado evaluador:

Presidente:



Mtro. Feliciano Escobedo Silva

Primer Miembro:



Ing. Darwin Duhamel Loayza Encalada

Segundo Miembro:



Ing. Hilario Carrasco Kolque

Asesor:



Dr. Pablo Rubén Zuloaga Candia



Agradecimiento

Expreso un sincero Agradecimiento a la “Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac” y más aún a la “Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas”, institución que me acogió en sus aulas y que a través de sus distinguidos docentes me impartieron sus conocimientos y experiencias la cual me sirvió para enfrentar el mercado competitivo profesional que en el cual estamos inmersos todos los profesionales que decidimos estudiar esta distinguida Carrera.



Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a mi esposa Haydee Fernández Choque, a mi hijo Fabrizio Augusto Contreras Fernández, mis padres y hermanos, que siempre estuvieron dispuestos a brindarnos su apoyo moral y comprensión en el llevar de toda mi carrera universitaria, brindándonos su consideración sincera y duradera.



“Ampliación de la Presa De Relaves Pallancata en la Fase 3, Para Incrementar su Capacidad de Almacenamiento, en la Empresa Minera Ares-S.A.C. Ayacucho-2020”

Línea de investigación, Minería y Procesamiento de Minerales

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	2
ABSTRACT	3
CAPÍTULO I	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1 Descripción del problema.....	4
1.2 Enunciado del Problema.....	5
1.2.1 Problema general.....	5
1.2.2 Problemas específicos	5
1.2.3 Justificación de la investigación.....	6
1.2.4 Importancia de la investigación.....	6
1.3 Ubicación y Accesibilidad	7
1.3.1 Ubicación	7
1.3.2 Accesibilidad	8
CAPÍTULO II	10
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	10
2.1 Objetivos de la investigación	10
2.2.1 Objetivo general	10
2.2.2 Objetivos específicos.....	10
2.2 Hipótesis de la investigación.....	10
2.2.3 Hipótesis general	10
2.2.4 Hipótesis específicas	10
2.3 Operacionalización de variables.....	11
CAPÍTULO III	12
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	12
3.1 Antecedentes	12
3.1.1 Antecedente internacional.....	12
3.1.2 Antecedentes Nacionales.....	14
3.2 Marco teórico	18
3.2.1 Variable Independiente	18
3.2.2 Variable Dependiente.....	19
3.2.3 La Actividad Minera y el Origen del Relave	20
3.2.4 Relave Minero	20
3.2.5 Tipos de Depósitos de Relaves.....	21
3.2.6 Construyen los Depósitos de Relaves	22



3.2.7	Partes de un Depósito de Relaves.	23
3.2.8	Guías Ambientales para las Actividades Mineras.....	25
3.2.9	Diseño de Diques en Talud	26
3.3	Marco conceptual	27
CAPÍTULO IV.....		30
METODOLOGÍA.....		30
4.1	Tipo de investigación	30
4.2	Diseño de la investigación.....	30
4.3	Población y muestra	30
4.3.1	Población.....	30
4.3.2	Muestra.....	30
4.4	Procedimiento.....	30
4.5	Material de Investigación	30
4.6	Técnica e instrumentos.....	31
4.7	Plan de Tratamiento de Datos	31
4.8	Metodología De La Investigación	31
CAPÍTULO V		32
RESULTADOS Y DISCUSIONES		32
5.1	Capacidad Actual de la Presa de Relaves.....	32
5.2	Nuevo Diseño de la presa de relaves.....	32
5.3	Hidrología.....	32
5.3.1	Precipitación.....	33
5.3.2	Evaporación.....	36
5.3.3	Hidrología de canales	37
5.4	Balance de agua.....	38
5.4.1	Producción y disposición de relaves	39
5.4.2	Mejora del cálculo de balance de agua.....	40
5.4.2.1	Almacenamiento en poros	40
5.4.3	Geometría de la Presa de Relave.....	42
5.4.4	Modelo de balance de aguas.....	43
5.5	Modelo predictivo	48
5.6	Balance de agua de Planta	48
5.7	Resultados de balance de agua	49
5.7.1	Balance de agua de la planta de procesos	49
5.7.1.1	Ingreso.....	49
5.7.1.2	Salida.....	50
5.7.2	Balance de agua del depósito de relaves	51
5.7.2.1	Ingresos	51



5.7.2.2	Salidas	52
5.7.3	Aumento del volumen en la presa de relaves	53
5.8	Resultados	54
5.9	Incremento de la capacidad de almacenamiento de la Presa de Relaves	55
5.9.1	Aumento de la capacidad de almacenamiento:	55
5.9.2	Aumento del tiempo de vida de la Presa de Relaves.....	56
5.9.3	Altura del dique de la Presa de Relaves	57
5.10	Discusión de resultados	58
CAPÍTULO VI.....		60
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		60
6.1	Conclusiones	60
6.2	Recomendaciones.....	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		61
ANEXOS		65



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 — Coordenadas UTM WGS 84, Zona 18 Sur.....	7
Tabla 2 — Accesibilidad vía Lima-Nazca-Puquio-Quilcaccasa	9
Tabla 3 — Accesibilidad a la unidad minera Pallancata desde la Ciudad de Abancay.....	9
Tabla 4 — Operacionalización de variables	11
Tabla 5 — Límites máximos permisibles en la actividad minera	25
Tabla 6 — Relación de Estaciones Meteorológicas	32
Tabla 7 — Relación de Precipitación vs. Altitud	33
Tabla 8 — Cálculos en base a la altitud y precipitación de cada estación	34
Tabla 9 — Precipitación promedio mensual en el área del proyecto	36
Tabla 10 — Evaporación mensual estimada para el área del proyecto	37
Tabla 11 — Caudal máximo simulado en canales	38
Tabla 12 — Disposición de mineral y relaves.....	39
Tabla 13 — Parámetros de disposición de relaves	40
Tabla 14 — Densidad de material enviado a relave	40
Tabla 15 — Características de Material a Relave	42
Tabla 16 — Curva de Llenado de Agua del Lago de Decantación a la Cresta actual del Dique 4 589,0 msnm	42
Tabla 17 — Criterio de diseño de balance de agua	46
Tabla 18 — Condiciones de Balance de Aguas (Niveles, Volúmenes y Áreas)	47
Tabla 19 — Caudal promedio anual en planta – Ingreso (L/S).....	49
Tabla 20 — Caudal promedio anual en planta – Salida (L/S).....	50
Tabla 21 — Caudal promedio anual en depósito de relaves– Ingreso (L/S).....	51
Tabla 22 — Caudal promedio anual en depósito de relaves– salida (L/S).....	52
Tabla 23 — Cálculo de toneladas de relave enviado a depósito y a relleno mina	56
Tabla 24 — Características y resultados del dique.....	57
Tabla 25 — Resultado Comparativo de la Presa de Relave	58



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 — Ubicación de la Unidad de Producción Pallancata	7
Figura 2 — Vista Satelital de la Unidad de Producción Pallancata	8
Figura 3 — Vista Satelital de la presa de relave	8
Figura 4 — Métodos de Construcción de Muros de Depósitos de Relaves	23
Figura 5 — Partes de un Depósito de Relaves en general.....	24
Figura 6 — Diseño de diques en talud	26
Figura 7 — Relación de Precipitación vs. Altitud.....	34
Figura 8 — Esquema general de balance de agua.....	43
Figura 9 — Esquema de Balance de Agua de la Planta - Desarenador.....	44
Figura 10 — Esquema de balance de agua del depósito de relaves	45
Figura 11 — Ingreso de caudal promedio a planta.....	50
Figura 12 — Salida de caudal promedio	51
Figura 13 — Ingreso de caudal promedio a depósito de relaves.....	52
Figura 14 — Salida de caudal promedio a depósito de relaves.....	53
Figura 15 — Diseño de presa de relave con curvas de nivel resaltas en las cotas 4587 y 4589.5.....	54
Figura 16 — Volumen calculado y volumen planificada de la presa de relave	59
Figura 17 — Vista de la presa de relaves desde el campamento.....	67
Figura 18 — Equipo de trabajo para actividades en presa de relaves	68
Figura 19 — Vista de la presa de relave	68
Figura 20 — Perforación y voladura en cantera de rocas	69
Figura 21 — Vista dique principal	69
Figura 22 — Relleno y compactación en dique principal	70
Figura 23 — Suministro de material desde la cantera de roca.....	70
Figura 24 — Levantamiento topográfico en cada capa liberada.....	71
Figura 25 — Relleno de capas en dique contención	71
Figura 26 — Colocación relleno estructural material tipo 1	72
Figura 27 — Relleno estructural material tipo 1 dique principal.....	72
Figura 28 — Despliegue e instalación de geomembrana	73
Figura 29 — Instalación de geomembrana textura SST de dique principal.....	73



INTRODUCCIÓN

La empresa Minera Ares-S.A.C, es una empresa minera privada dedicada a la explotación y Procesamiento de minerales, la cual viene operando en la unidad minera Pallancata. Como parte de dicha operación, a la fecha viene depositando sus relaves en el actual deposito denominado presa de relaves Pallancata, el cual está llegando a su capacidad límite y la ampliación del depósito es imperativo por lo cual se plantea la ampliación en su Fase 3.

Adicionalmente a ello, empresa Minera Ares-S.A.C ha visto por conveniente continuar sobre elevando la presa de relaves Pallancata en la fase 3, cuya altura total de recrecimiento es de 2.5 m donde se ha previsto realizar su proyecto de realizar la Ingeniería a nivel de detalle. desde el nivel de la Cota inicial 4589.00 msnm, Cota final, 4591.50 msnm, con un borde libre de 2.0 m. con máximo nivel de descarga de relave y de agua en la cota 4589,5 msnm. La superficie de relave fue obtenida considerando una pendiente de 1% al inicio de la descarga y variando a una pendiente de 5% luego de 100 m. El dique estará conformado por relleno estructural - tipo 1, material de transición y enrocado.

La presente investigación tiene como objetivo primordial determinar el incremento de la capacidad de almacenamiento de la Presa de Relaves Pallancata en la fase 3, para aumentar su capacidad de la relavera en la Empresa Minera Ares S.A.C. Ayacucho, para conocer de la forma más exacta la capacidad que aumenta la presa de relaves y el tiempo extra del que se podrá disponer los relaves hacia el depósito.

Este trabajo de tesis está estructurado por 6 capítulos, donde en cada uno de ellos se desarrollan de acuerdo al esquema de la universidad nacional micaela bastidas de Apurímac, el primer capítulo trata sobre el planteamiento del problema de la investigación, el segundo capitulo trata sobre los objetivos , hipotesis, y la operacionalización de la variable, el capítulo tres menciona todo sobre las bases teóricas para el desarrollo de la siguiente tesis, el capítulo cuatro menciona sobre la metodología empleada en el desarrollo del siguiente trabajo de tesis, el capítulo cinco trata sobre el desarrollo de la tesis con sus resultados de acuerdo a los objetivos y por último el capítulo seis que habla sobre las conclusiones y recomendaciones del trabajo de tesis.

RESUMEN

Los relaves mineros son almacenados de diferentes formas dependiendo de su naturaleza mecánico-química, relieve, condiciones ambientales y el contexto socio-económico, pero indispensable, el requerimiento fundamental de un depósito de relaves es abastecer almacenamiento seguro, firme y económico con mínimo efecto a la salud y al ambiente durante su vida útil y después de ella. Una de las dificultades que se tendría si no se realizaba la ampliación de la presa de relave, se puede llegar a saturar y en consecuencia se podría rebalsar. Para ello se planteó la ampliación de la presa de relaves Pallancata en su tercera fase; estos trabajos de para el dimensionamiento de la presa de relaves para aumentar el volumen de almacenamiento fue un aporte a la seguridad del medio ambiente. El problema principal que se tiene en la presente tesis es cuánto incrementará el volumen de depósito de la presa de relave Pallancata en la fase 3, por lo tanto se requirió de un estudio detallado y considerar los diferentes factores que puedes influenciar en el diseño y diferentes cálculos, factores como la climatología, hidrología, litología, datos que se usaron para realizar los diferentes cálculos mostrados en el capítulo V, para así establecer el incremento de la capacidad de almacenamiento de la “Presa de Relaves Pallancata en la fase 3”, el tiempo de vida que se ampliará, la altura máxima de depósito de relaves considerando un borde libre de 2.0 m, todo esto considerando las actividades de mina y la producción diaria actual. Al finalizar el estudio se concluyó que la presa de relaves Pallancata incrementó su capacidad en 634,347 m³, esta ampliación abastecerá a los requerimientos y actividades de la mina por un tiempo de 13.5 meses, la ampliación de 634,347 m³ se logra al aumentar en un total de 2.5 m la altura de la presa de relaves, llegando a la cota de 4591.5 msnm, con un borde libre de 2.0 m, por lo que la altura máxima de depósito de relaves es hasta la cota 4589.5 msnm, todo esto considerando que la mina extrae 2445.4 toneladas de mineral al día, del cual el 1.43 % es concentrado, y del resto el 70% se va a depósito mientras que el otro 30% se usa en relleno de mina, por lo que diariamente se lleva un total de 1687 toneladas a relave.

Palabras clave:

Almacenamiento, Altura de dique, Presa de relaves, Recrecimiento, tiempo de vida, borde libre.

ABSTRACT

Mining tailings are stored in different ways depending on their mechanical-chemical nature, relief, environmental conditions and the socio-economic context, but essential, the fundamental requirement of a tailings deposit is to provide safe, firm and economical storage with minimal effect on health and the environment during and after its useful life. One of the difficulties that would arise if the tailings dam was not expanded is that it could become saturated and consequently could overflow. For this, the expansion of the Pallancata tailings dam in its third phase was proposed; These works for the dimensioning of the tailings dam to increase the storage volume was a contribution to the safety of the environment. The main problem in this thesis is how much the deposit volume of the Pallancata tailings dam will increase in phase 3, therefore a detailed study was required and consideration of the different factors that can influence the design and different calculations, factors such as climatology, hydrology, lithology, data that were used to perform the different calculations shown in chapter V, in order to establish the increase in storage capacity of the "Pallancata Tailings Dam in phase 3", the life time that will be extended, the maximum height of the tailings deposit considering a free edge of 2.0 m, all this considering the activities of the mine and the current daily production. At the end of the study, it was concluded that the Pallancata tailings dam increased its capacity by 634,347 m³, this expansion will supply the requirements and activities of the mine for a period of 13.5 months, the expansion of 634,347 m³ is achieved by increasing a total of The height of the tailings dam is 2.5 m, reaching a height of 4,591.5 meters above sea level, with a free edge of 2.0 m, so the maximum height of the tailings deposit is up to a height of 4,589.5 meters above sea level, all this considering that the mine extracts 2445.4 tons of ore per day, of which 1.43% is concentrated, and of the rest 70% goes to deposit while the other 30% is used in mine filling, so that a total of 1687 tons is taken daily to tailings.

Keywords: Storage, Dam height, Tailing's dam, Regrowth, life time, free edge.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

En toda unidad de operaciones mineras y de planta se busca optimizar los costos de operación buscando alternativas de solución que sean sostenibles y sobre todo que sean seguras, para este caso la ampliación de la presa de relaves en su tercera fase es el más conveniente debido a que los costos de ampliación serían más baratos que construir una nueva presa de relaves las cuales conllevarían a acceder a los permisos y a hacer aprobar los estudios necesarios para su ejecución. La industria de la minería y ante la potencial posibilidad de extraer el recurso hídrico a partir del desaguado de los relaves. En otras partes del mundo, especialmente Europa, África y Australia, a medida que el agua limpia y potable se vuelven más escasos, todo aquel proceso que reduzca su consumo o que permita su re-uso en la minería, gana más importancia. Se estima que el proceso metalúrgico requiere el uso entre 0,4 a 1,6 m³ por tonelada de mineral procesado, con una media del orden de 0,7 m³. En el caso de minería aurífera el consumo medio está alrededor de 1 m³ por tonelada de mineral. Al plantear el recrecimiento de la presa de relaves para la ampliación de la capacidad de almacenamiento, estamos hablando de elevar la cota de la corona para así poder aumentar la capacidad de la presa de relaves Pallancata.

La Presa de Relave Pallancata está a punto de llegar a su tiempo de vida, y no se cuenta con otra relavera para poder evacuar los relaves, esto generaría problemas como paradas de planta y paradas de operaciones minas, debido a este problema se plantea este trabajo de tesis donde se ve la importancia de preparar la ampliación de la capacidad de la presa de relaves y poder continuar con las operaciones de planta. También se corre con peligro que la presa de relaves pueda rebalsar generando peligros como inundaciones, afectación a las áreas circundantes, contaminación de escorrentías de agua, contaminación al medio ambiente, etc. Con este proyecto de tesis se quiere evitar problemas ambientales que sean generados por aguas residuales mineros que son toneladas de aguas servidas del proceso industrial de la Minería. Los cuales tarde o temprano llegan al mar, convirtiendo a sus aguas sin vida. Las arenas blancas, con extrañas rastros de color verdoso, las que no son otra cosa que residuo mineral y químico con connotación corrosiva, reactiva y tóxica.

La razón por la cual una presa de relaves falla no es por la presa en sí, sino por el hecho de que una presa retiene una gran masa de sólidos poco consolidados y una cantidad elevada de agua de proceso, elementos que sumados a una fuerza externa producen accidentes ambientales que pueden ser catastróficos: La licuefacción. Se define la licuefacción como el proceso de pérdida de resistencia de ciertos tipos de suelos saturados en agua cuando son sometidos a fuerzas externas (como por ejemplo un movimiento sísmico). La pérdida de resistencia del suelo hace que la masa se comporte como un líquido, y una vez en este estado líquido, los relaves pueden viajar varios kilómetros aguas abajo. Uno de los problemas que se tendría si no se realiza la ampliación de la relavera, es que se puede llegar a saturar y por ende podrá rebalsar, para ellos se plantea la ampliación de la presa de relaves Pallancata en su tercera fase. Acotando a ello, se ha visto por conveniente plantear la ampliación de la presa de relaves en su tercera fase, donde la cota inicial es 4589.0 msnm hasta la cota 4591.5 msnm. Para tal caso, se prevé planificar el proyecto de Ingeniería a nivel de detalle del recrecimiento de 2.5 m. esta elevación de diques permitirá ampliar la capacidad de la presa de relaves.

1.2 Enunciado del Problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo con la ampliación de la Presa de Relaves Pallancata en la fase 3, incrementará su capacidad de almacenamiento de la relavera en la Empresa Minera Ares S.A.C. Ayacucho-2020?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿De qué manera influye ampliación de la Presa de Relaves Pallancata en la fase 3 mediante Área de la relavera en la Empresa Minera Ares S.A.C. Ayacucho-2020?
- ¿De qué manera influye ampliación de la Presa de Relaves Pallancata en la fase 3 mediante Altura del Dique en la Empresa Minera Ares S.A.C. Ayacucho-2020?
- ¿Cómo con el Incremento de la capacidad de almacenamiento de la Presa de relaves de Pallancata en la fase 3 mediante el Volumen de almacenamiento en la Empresa Minera Ares S.A.C. Ayacucho-2020?

- ¿Cómo con el Incremento de la capacidad de almacenamiento de la Presa de relaves de Pallancata en la fase 3 mediante el Tiempo de vida de la Relavera en la Empresa Minera Ares S.A.C. Ayacucho-2020?

1.2.3 Justificación de la investigación

Según Mendez Alvarez, Carlos Eduardo (2012) en su publicación “Metodología. Diseño y desarrollo del proceso de investigación con énfasis en ciencias empresariales” Este trabajo de tesis se justifica por que busca la continuidad de las operaciones de la planta mediante la ampliación de la capacidad de la presa de relaves Pallancata, en la Empresa Minera Ares S.A.C.

De acuerdo con Chavarria Puga, Sergio Antonio (2000) en su texto “**Justificación de la Investigación**” este trabajo se justifica porque genera antecedentes académicos para futuros proyectos de investigación que estén relacionados a la ampliación de la capacidad de relaves de otras presas de relaves que se pretendan hacer trabajos similares.

De acuerdo con Hernández Sampieri, Roberto (2010), en su trabajo que titula “Metodología de la investigación” menciona que esencialmente este trabajo se justifica por que busca una solución inmediata cuando la relavera está a punto de llegar a un punto de saturación, es por ello que se ve y se diseña un crecimiento estratégico para la continuidad de los trabajos.

1.2.4 Importancia de la investigación

La envergadura de esta investigación está basada en la busca la solides económica y la continuidad de las operaciones, la estabilidad dinámica de la economía de la empresa, y sobre todo evitando paradas de planta y paradas de operaciones mina, que esto conllevaría a costos elevados.

También es importante porque en toda empresa minera se busca minimizar costos, y es un hecho que al realizar una ampliación de la capacidad de una relavara, se reducen los costos, debido a que solo se hace la ampliación de los taludes y el forrado con la geo-membrana que por supuesto sale más rentable que construir otra presa de relaves el cual conllevaría una serie de autorizaciones y aprobaciones de expedientes.



1.3 Ubicación y Accesibilidad

1.3.1 Ubicación

La empresa minera Pallancata, se ubica en el Departamento de Ayacucho, Provincia de Parinacochas, Distrito de coronel Castañeda, aproximadamente a una distancia de 520 Km. al Sudeste de la ciudad de Lima y 180 Km. al suroeste del Cusco. La Operación Minera más cercana, se encuentra a 15 Km. Al nor-este, es la empresa minera Selene, de la Compañía Minera Ares. El mineral de Pallancata es transportado 22 kilómetros hasta la planta de procesamiento de Selene. Pallancata inicio su producción en el 2007.

Tabla 1 — Coordenadas UTM WGS 84, Zona 18 Sur

UTM WGS 84, ZONA 18 SUR		
Este	Norte	Altitud
695,958	8'369,502	4000 a 4700

Extraído de Departamento de Geología.

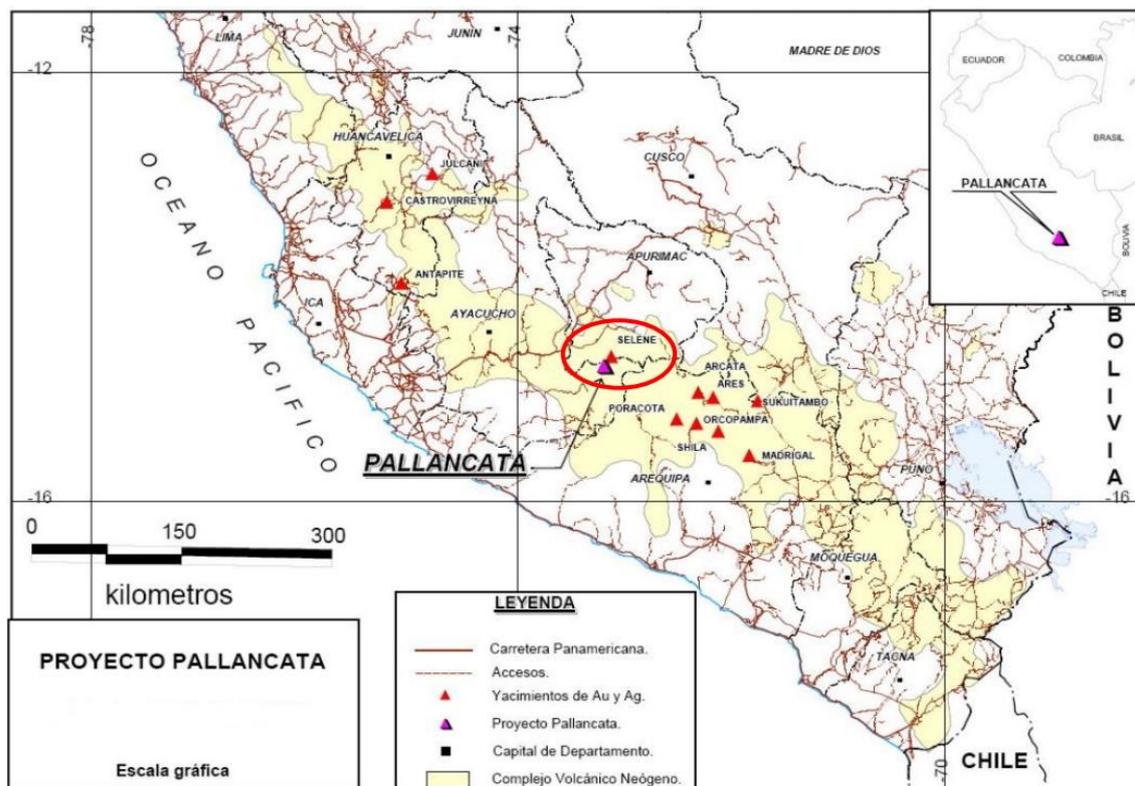


Figura 1 — Ubicación de la Unidad de Producción Pallancata

Extraído de Departamento de Geología, Unidad Minera Pallancata, Hochschild Mining.



Figura 2 — Vista Satelital de la Unidad de Producción Pallancata

Extraído de Google Earth



Figura 3 — Vista Satelital de la presa de relave

Extraído de Google Earth

1.3.2 Accesibilidad

Se accede a la unidad minera, desde Lima-Nazca-Puquio-Izcahuaca a través de 770 km de vía asfaltada y 45 km de trocha carrozable hasta la mina Pallancata. El desplazamiento dura aproximadamente 15 horas.

Tabla 2 — Accesibilidad vía Lima-Nazca-Puquio-Quilcaccasa

Ruta	Kilómetros	Tiempo	Tipo de vía
Lima - Nazca - Puquio - Quilcaccasa	770	13 horas	Asfalcada
Quilcaccasa - Pallancata	67	2 horas	Trocha
Total	837	15 horas	

Tabla 3 — Accesibilidad a la unidad minera Pallancata desde la Ciudad de Abancay.

RUTA	Distancia (Km)	Horas	Via
Abancay - Chalhuanca	117	02:00	Asfaltado
Chalhuanca - Quillcaccasa	80	01:30	Asfaltado
Quillcaccasa - Pallancata	67	02:00	Trocha carrozable



CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.2.1 Objetivo general

Determinar ampliación de la Presa de Relaves Pallancata en la fase 3, que incrementará su capacidad de almacenamiento de la relavera en la Empresa Minera Ares S.A.C. Ayacucho-2020.

2.2.2 Objetivos específicos

- Determinar ampliación de la Presa de Relaves Pallancata en la fase 3 mediante Área de la relavera en la Empresa Minera Ares S.A.C. Ayacucho-2020.
- Determinar ampliación de la Presa de Relaves Pallancata en la fase 3 mediante Altura del Dique en la Empresa Minera Ares S.A.C. Ayacucho-2020.
- Determinar el Incremento de la capacidad de almacenamiento de la Presa de relaves de Pallancata en la fase 3 mediante el Volumen de almacenamiento en la Empresa Minera Ares S.A.C. Ayacucho-2020.
- Determinar el Incremento de la capacidad de almacenamiento de la Presa de relaves de Pallancata en la fase 3 mediante Tiempo de vida de la Relavera en la Empresa Minera Ares S.A.C. Ayacucho-2020.

2.2 Hipótesis de la investigación

2.2.3 Hipótesis general

Existiría una relación significativa de la ampliación de la Presa de Relaves Pallancata en la fase 3, que incrementará su capacidad de almacenamiento de la relavera en la Empresa Minera Ares S.A.C. Ayacucho-2020.

2.2.4 Hipótesis específicas

- Existiría una relación significativa de la ampliación de la Presa de Relaves Pallancata en la fase 3 mediante Área de la relavera en la Empresa Minera Ares S.A.C. Ayacucho-2020.

- Existiría una relación significativa de la ampliación de la Presa de Relaves Pallancata en la fase 3 mediante Altura del Dique en la Empresa Minera Ares S.A.C. Ayacucho-2020.
- Existiría una relación significativa del Incrementó de la capacidad de almacenamiento de la Presa de relaves de Pallancata en la fase 3 mediante el Volumen de almacenamiento en la Empresa Minera Ares S.A.C. Ayacucho-2020.
- Existiría una relación significativa del Incrementó de la capacidad de almacenamiento de la Presa de relaves de Pallancata en la fase 3 mediante el Tiempo de vida de la Relavera en la Empresa Minera Ares S.A.C. Ayacucho-2020.

2.3 Operacionalización de variables

Tabla 4 — Operacionalización de variables

Tipo de variable	Nombre de la variable	Dimensiones	Indicadores	Índices
Variable independiente	X: Ampliación de la Presa de Relaves	Área de la Relavera	Topografía	m ²
		Altura del Dique	Diferencia de cotas	m
Variable dependiente	Y: Incrementar la capacidad de almacenamiento	Volumen de almacenamiento	Dimensionamiento	m ³
		Tiempo de vida de la Relavera	Producción relaves	Años

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

3.1.1 Antecedente internacional.

- a) Según Carvajal Arroyo (2018) en su trabajo titulado “Desarrollo de una metodología para análisis de estabilidad física de depósitos de relaves” se planteó como objetivo principal proponer una “metodología capaz de determinar el nivel de estabilidad física que tiene un depósito de relaves en Chile”, el contorno del Programa Tranque, iniciativa de CORFO, que busca “generar tecnologías que aporten al monitoreo en línea de depósitos de relaves”. Para esto se realizó un análisis de las normas internacionales y nacionales, en conjunto con guías de buenas prácticas y documentos relacionados a la operación de almacenamiento de relaves, con el fin de disponer el estado del arte del control de estabilidad física en estas estructuras de contención de los depósitos de relave. Además, se analizó el estado actual de las presas de relave en Chile y se examinaron las fallas ocurridas a nivel internacional, para determinar los mecanismos de falla predominantes, variables y eventos asociados a su desarrollo. La metodología propuesta tiene tres módulos, en cada uno de los niveles aumenta la dificultad. El primero, realiza mediante Evaluación Cualitativa, se basa en la designación de un puntaje a sus características físicas que son sencillo de evaluación, donde la suma de los puntajes asignados es sumada a la presencia de factores agravantes, se obtiene un resultado. Si la valoración cualitativa es baja, se desarrolla con el siguiente módulo, que corresponde a la comprobación de Parámetros Críticos para cada uno del mecanismo de falla. Si estos parámetros se localizan dentro del de los criterios definidos, se desarrolla al módulo final de cálculo del Índice de Estabilidad Física, el cual se calcula por medio de un Árbol de Falla de cada mecanismo de falla. Examinando cada probabilidad conocida de las referencias, se examina la susceptibilidad del Índice a un cambio en sus causas en su origen. La herramienta desarrollada en esta investigación corresponde a una de los tres módulos. Mediante los tres módulos se busca determinar de manera completa la condición de

estabilidad física, a partir de los antecedentes de Chile para el mundo, donde el primer módulo tiene características de evaluación semejantes a los reportes E700, el segundo módulo representa, según los parámetros críticos, el estado del arte sobre la estabilidad física de depósitos de relaves, mientras que el tercer y último módulo corresponde a una herramienta con capacidad predictiva, lo cual no existe en la actualidad.

- b) Gutiérrez Sepúlveda (2017) en su tesis que titula “Evaluación de herramientas para el análisis de estabilidad física de una presa de relaves espesados” concluye que los resultados de asentamiento en la cresta según FLAC3D y RS2, muestran nivel de concordancia, sobre todo para el punto del medio de la cresta del muro, aun habiendo utilizado metodologías diferentes en lo que respecta a amortiguamiento.
- c) Barrios Parga, Gonzalo Alberto. (2012), En su tesis que titula “Análisis Sísmico 2D de una Presa de Relaves Espesados Considerando la Existencia de Grietas por Dsecación” menciona que partir de análisis realizados sobre las posibles causas de falla de éstos depósitos, se ha llegado a la conclusión de que el colapso se debió a que el muro perimetral fue construido con el método aguas arriba con taludes muy verticales (1:1), además de haber tenido un crecimiento demasiado rápido, evitando con esto el drenaje apropiado por consolidación del material, lo cual llevó a una inevitable licuefacción de los depósitos.
- d) Granda Castro, Darío Javier (2016) en su tesis “Propuesta de Diseño de Ampliación de la Relavera de la Planta de Beneficio La López en el Cantón Camilo Ponce Enríquez” Se logró proponer el diseño de la ampliación de la relavera para la planta de beneficio “La López”, al obtener las características geotécnicas de las arenas de relave con sulfuro, proporcionando seguridad técnica mediante óptimos factores de seguridad del talud y seguridad ambiental garantizando el correcto acopio de los relaves.
- e) Núñez Romero, Jorge Alberto (2020) en su tesis que titula “Plan del cierre de relavera comunitaria “El Tablón”, ubicado en el sector El Tablón, cantón Portovelo, provincia del Oro” concluye que el plan de cierre para la relavera comunitaria el Tablón se determina con una duración aproximada de 15 meses con una inversión de \$508,899.28 cubriendo las obras necesarias

para un cierre con parámetros técnico – ambientales y cumpliendo con las respectivas normativas vigentes.

3.1.2 Antecedentes Nacionales.

- a) Según Apaza Quispe, Sixto Ciriaco (2019) , en su tesis “Diseño de Recrecimiento de la Presa de Relaves de la Unidad de Producción Untuca - Minera Cori Puno SAC” se ha diseñado para ampliar el volumen de almacenamiento del terreno disponible de 550,000 m³ de relave, para reducir el volumen de relleno y las áreas a impactar, debido al reducido espacio que se dispone, por ello se propone “la construcción de un muro reforzado de 11m de altura, de las cuales 6m corresponde a estructura de recrecimiento y los 5m restantes a la ampliación de la corona”, La estructura de ampliación tiene el objetivo principal de contener los relaves depositados de manera permanente desde la perspectiva químico y físico. El costo total de CAPEX de US\$ 2 572,580.00 cuyos componentes estarán constituidos por: Ampliación de corona, estructura de ampliación, sistema de hermeticidad, sistema de evacuación de aguas de espejo o pontaje en los relaves. Con el procedimiento de trabajo de; “ampliación de corona, muro terramesh con cara de 5 m, excavación para la ampliación de la corona, estructura de ampliación con muro terramesh con sistema de doble cara de 6m, sistema de impermeabilización, sistema de evacuación de aguas de pontaje, diseño contra desbordamiento y diseño contra deslizamiento”. Llego a la conclusión que los parámetros para el diseño dimensionamiento de la presa de relaves están determinados a partir de corana de recrecimiento, cota 4 326 msnm cuyos datos técnicos son: “ancho de la corona de la presa proyectada es de 7.80 m., el borde mínimo operacional de la presa es de 1.00 m. el coeficiente sísmico para análisis sísmico: 0.12 g, la densidad de relaves secas depositadas: 1.20 Ton/m³”.
- b) Según Dulanto Flores, Luis Eduardo (2011), en su trabajo de investigación analiza la ampliación de la planta concentradora Berna N° 2 a 5000 TMD de propiedad de la Compañía Minera Casapalca implica un incremento de sus relaves mineros, como el material estéril de mina localizados cerca de las ingreso de la minas y de los relaves producidos por la planta, que al comienzo se depositaron secuencialmente en la presas de relaves N° 1, N° 2 y en la N° 3

actualmente en operación, la vida útil está llegando ya al límite, que no cumple con los objetivos de esta ampliación de planta a 5000 TMD por consiguiente se ejecutara a cabo el “proyecto de recrecimiento de la presa de relaves N° 3”. El diseño inicial de la presa de relaves N° 3 es del tipo “aguas abajo”, actualmente trabaja tiene una altura de 37 m alcanza la altitud de 4656 y un talud promedio de 30°; fue ejecutado en 1998 por CMCSA, estudios de geología, trabajos de topografía, sismicidad, análisis geofísicos e investigación de ingeniería geotécnica. El proyecto “aumenta el dique principal en una altura adicional de 34 metros hasta el nivel 4690 msnm con un talud promedio de 26.5°, capacidad de almacenamiento de 8'900,000 m³ y una vida útil de 7.3 años considerando una capacidad de la planta concentradora de 5,000 TMD”. Es de cuestión vital, el análisis u y la evaluación de la estabilidad química y física de la ampliación de la presa de relaves dando cumplimiento a las normas mineras, ambiental y comunitario.

- c) Según Almerco Palomino, Denis Omar (2014), en su tesis “Construcción de Dique con Tratamiento del Relave, en Mina Catalina Huanca – región Ayacucho” que desarrolla un de los temas fundamentales asociados a los trabajos mineros que trata de todo lo concerniente con el relave, las obras constructivas están en la superficie denominada como “Depósitos de Relave” que son restos producto por operaciones metalúrgicas-mineras. Hoy por hoy estos los relaves han ido adquiriendo mayor interés, debido primordialmente a las leyes referentes a reservas de minerales, yacimientos en explotación se han incrementado, lo que género que las empresas exploten grandes magnitudes los recursos para abastecer los niveles altos de producción, y se ha aumentado así el volumen de residuos que deben ser almacenados, ya sea como desmonte, como pulpas del relave o filtrados. Por tanto, es imprescindible tener en consideración los riesgos asociados a los grandes, medianos y pequeños presas de relave, en relacion a los procesos técnicos, operativos, constructivos, conservación de la construcción, ambientales y nomas legales. Hasta hace algunas décadas Perú es un países de tradición minera era común deshacerse de los desmontes, por ejemplo, los relaves provenientes de las operaciones minero-metalúrgicas, eran vertidos en los lechos de ríos, valles, quebradas, lagunas o al mar y cuando en las proximidades de las operaciones mineras no se ordenada de estos sectores naturales tan "convenientes", los empresarios

mineros acostumbraban acumular los relaves en zonas de contención, que almacenaban con terraplenes se construyen con los mismos relaves y una vez que se termina la vida útil del yacimiento, estos botaderos quedaban abandonados. Actualmente, el ordenamiento legal, ambiental y técnica que cuenta nuestro país para la construcción, mantenimiento, operación y cierre de los relaves mineros, que exige que se cumplan diversas normas de seguridad, destinados a la protección medio ambiente y la seguridad de las personas, por ello, se han implantar criterios que se tendrán que cumplir para la verificación de los riesgos e impactos que son indispensables.

- d) Según Trinidad Condor, Helen Dianira (2018), en su trabajo de tesis “ Diseño de la Sobreelevación del Dique del Depósito de Relaves de la Planta Concentradora de Alpamarca Nivel 4 703 msnm – Junín – 2017” menciona que el “gobierno siguió dando señales ambiguas en relación a la promoción de la inversión privada, extranjera y nacional. Se generan problemas políticos y sociales que impiden la materialización de proyectos privados de grandes magnitudes. Los cambios en la legislación laboral, de medio ambiente y de seguridad y salud ocupacional dictados por el gobierno han generado retrasos en la inversión privada y sobrecostos en las compañías mineras locales”. Sin embargo, el gobierno ha intentado dar soluciones para fomentar la inversión privada, en la actualidad todavía no se han materializado. Igualmente, la excesiva exigencia en fiscalización en temas tributarios, laborales, sociales, medio ambiente, pero los obstáculos burocráticos dejan sin oportunidad de desarrollo al sector de la industria minera del país, que se encuentra devastada por el descenso de los precios de los minerales. Asimismo, del perjuicio ocasionado por la “ley de consulta previa y el uso ineficiente del canon minero”, cuya distribución debería ser equitativamente de conforme con las necesidades de cada departamento, para evitar los conflictos sociales que hasta la actualidad no fueron resueltos. Como efecto no se han podido concretar los proyectos mineros de gran evergadura como Quellaveco, Tía María y Las Bambas que tiene conflictos sociales, las ampliaciones de las plantas concentradoras de Cuajone y Toquepala y diversos proyectos en el norte del País, por ejemplo, Río Blanco, Michiquillay, Galeno, La Granja, Conga, entre otros de gran evergadura. Es una opinión constructiva y crítica ya que todos somos responsables por el desarrollo del país. Siempre fomentamos

inversiones nuevas extranjeras y estas se van en busca de mejores condiciones que les ofrecen los países. El producto bruto interno (PBI) del Perú mostró un crecimiento de 2.4%, es la tasa de crecimiento más baja desde el año 2009, cuando la economía mostró un crecimiento de 1.0%. El bajo crecimiento del gasto público y deterioro de las expectativas que los agentes privados que se han formado, así como, baja de los precios de los metales que se reflejan sobre la evolución de la economía. Bajo esta situación afronta la minería en nuestro país es necesario planificar el incremento de la producción y en consecuencia se amplía el volumen de los relaves que van a ser almacenados en las canchas y es necesario planificar el aumento de la altura del dique de la relavera y con ello ampliar la vida de la relavera. Por lo cual se diseñado elaborar este proyecto de investigación.

- e) Según Cabrera Boñón, Ruth Isabel (2018), en su tesis “Análisis del Sistema de Monitoreo para el Control de Estabilidad de la Presa de Relaves, U.M. Yauricocha” se analizó el diseño de monitoreo adecuado a implementarse para el monitoreo y control geotécnico de la presa de relaves de la Unidad Minera Yauricocha, de propiedad de la “Sociedad Minera Corona S.A”, teniendo en cuenta los factores geotécnicos, cálculos de estabilidad y parámetros de diseño, se encuentra operativa por lo tanto es primordial el control y monitoreo de estabilidad del talud a través de la control de parámetros como la deformaciones en la estructura interna del dique de contención de la relavera, desplazamientos superficiales, y análisis del nivel freático, dichos parámetros son primordiales para manejar niveles de riesgo que puedan pronosticar una posible ruptura de la presa de relaves, para la inmediata elaboración de un plan de contingencia y tomar las medidas preventivas de manera segura y oportuna. Se desarrollo los objetivos, frecuencia de monitoreo, parámetros y se ha implementado 5 prismas de monitoreo, en conjunto con el “Equipo Robot Leica TM50 registraron desplazamientos superficiales entre 0.15 cm y 1.99 cm , un inclinómetro de 45.5 m de longitud que registró deformación interna en la estructura del dique con respecto a la cara del talud con un valor de 0.2046 mm y 3 piezómetros tipo Casagrande que con la sonda eléctrica modelo 101 P7 registraron un descenso del nivel de agua de 22.78 m con respecto al nivel de agua registrado en la construcción de la etapa de incremento de la presa de relaves en el 2016.” A partir de la obtención de datos con la instrumentación

geotécnica que se puso en práctica y el adecuado análisis, se llega al resultado que la “presa de relaves tiene un comportamiento estable; sin embargo, se comprueba que es necesario contar con un sistema de monitoreo basado en la instrumentación geotécnica, a través del cual se logre óptimo control y monitoreo de la estabilidad de la presa de relaves; el que a la vez debe ejecutarse de manera continua en función del tiempo operativo de la mina y cierre de la misma”.

3.2 Marco teórico

3.2.1 Variable Independiente

- **Ampliación de la Presa de Relaves.**

Esta ampliación se realiza con el incremento de la altura del dique, al cual se denomina recrecimiento de la presa de relaves mineros, donde para ello hay que hacer trabajos de recrecimiento de dique para ganar un área mayor, todo esto con el apoyo de la topografía (Apaza Quispe, 2018).

- **Dimensiones 1**

Área:

Es la superficie que está limitada por vértices de un terreno en específico, en este caso es el área de recrecimiento del terreno (Núñez Romero, 2020).

Topografía:

Es la disciplina que estudia procedimientos en conjunto para localizar la posición de punto sobre la superficie de la tierra, a través de medidas de los tres elementos del espacio. Estos son: una elevación y dos distancias, o una dirección y una distancia o la combinación de los tres elementos. Para elevaciones y distancias se emplean unidades de longitud del sistema métrico decimal y para direcciones se emplean unidades de grado sexagesimal. (Gámez Morales, 2015).

- **Dimensiones 2**

Altura del Dique:

Es distancia que existe del pie de talud del dique con la cresta de la misma esta tiene una relación de ancho y altura con el fin de mantener la estabilidad física (Gutiérrez Sepúlveda , 2017).

Diferencias de cotas:

Es la diferencia de altura que existe de un punto a otro, en este caso es la diferencia de cotas del pie de talud del dique con la cresta. (Carvajal Arroyo, 2018).

3.2.2 Variable Dependiente

- **Incremento de la Capacidad de Almacenamiento**

Este incremento se gana obteniendo mayor volumen de almacenamiento, y así poder tener mayor tiempo de vida para almacenar los relaves mineros todo esto con un adecuado dimensionamiento del proyecto de recrecimiento (De Matties Alfaro, 2003).

- **Dimensión 3**

Volumen de Almacenamiento.

Es la capacidad de almacenamiento que tiene un determinado espacio, es este caso el nuevo volumen de almacenamiento que tendrá la presa de relaves gracias al recrecimiento (Córdova Carmen, 2015).

Dimensionamiento

Son las mediciones topográficas que se realizan a una determinada construcción u obra, en este caso el dimensionamiento se realizó para la presa de relaves mineros (Gámez Morales, 2015).

- **Dimensión 4**

Tiempo de Vida de la Relavera.

Es el tiempo en que la presa de relave llegara a su capacidad máxima de almacenamiento, en este caso está directamente relacionado al recrecimiento y la producción de la presa de relaves (Gámez Morales, 2015).

Relaves

Es el material que sale del proceso metalúrgico de una planta de beneficio, este material se almacena en la presa de relaves y capsulado posteriormente (De Matties Alfaro, 2003).

3.2.3 La Actividad Minera y el Origen del Relave

En su trabajo de tesis titulada “ Diseño de la Sobreelevación del Dique del Depósito de Relaves de la Planta Concentradora de Alpamarca Nivel 4 703 msnm – Junín – 2017” Trinidad Condor, Helen Dianira (2018), en su trabajo de tesis menciona que existe una gran variedad de minerales explotados a lo largo del territorio nacional como los metales (oro, plata, cobre, hierro, etc.), los minerales industriales (potasio, azufre, cuarzo, etc.), los materiales de construcción (arena, áridos, arcilla, grava, etc.), las gemas (diamantes, rubíes, zafiros y esmeraldas), y combustibles (carbón, lignito, turba, petróleo y gas). La Guía Para el Manejo de Relaves Mineros sostiene que el chancado y molienda de minerales genera un volumen de relaves que es aproximadamente dos tercios más grande que el volumen original del mineral “in situ”, es por ello que su disposición, procurando que sea económicamente factible, así como física y químicamente estable, es tal vez el mayor problema ambiental asociado con el desarrollo minero.

3.2.4 Relave Minero

Es mezcla de mineral molido con agua y otros compuestos, que queda como resultado de haber extraído los minerales sulfurados en el proceso de flotación. Este residuo, también conocido como cola, es transportado mediante canaletas o cañerías hasta lugares especialmente habilitados o tranques, donde el agua es recuperada o evaporada para quedar dispuesto finalmente como un depósito estratificado de materiales finos (arenas y limos). (Cristobal Damaso, 2018)

El relave es un sólido finamente molido, que se descarta en operaciones mineras. La minería de sulfuros de cobre extrae grandes cantidades de material (roca) del yacimiento que se explota. Sólo una pequeña fracción corresponde al elemento de interés económico que se desea recuperar (algo menos de 1%). Una vez que ese material (la roca) ha sido finamente molido y concentrado por procesos de flotación, se obtiene un material (el concentrado) con una concentración más alta de cobre (entre 20 y 30%), que se puede vender como Concentrado o procesar hasta cobre metálico puro. El resto del material (muy pobre en cobre) se denomina “relave”, y se debe depositar de forma segura y ambientalmente responsable. (SERNAGEOMIN, 2007).

3.2.5 Tipos de Depósitos de Relaves

Según “Servicio Nacional de Geología y Minería” (SERNAGEOMIN,2007), indica que actualmente, existen diversos tipos de almacenamiento de relaves, que cambian según la según el volumen de agua que acompaña al relave (la densidad del relave), y según la forma de almacenamiento o de la presa relavera. De acuerdo a estas tienen los siguientes tipos: (SERNAGEOMIN, 2007).

- a) **Tranque de Relave:** El muro de almacenamiento está construido por la parte más gruesa del relave, solida o compactado, que viene de un hidrociclón (disgrega los sólidos finos de los gruesos, por el medio de impulsión por flujo de agua). La lama, se acumula en la cubeta del depósito.
- b) **Embalse de relave:** El muro de contención de la presa de relave está construido de material de empréstito (rocas y aldañas tierra) y se halla hermetizada en el coronamiento y talud interno. También se denominados embalses de relaves aquellos lugares de almacenamiento ubicados en algún declive del terreno en que no se demanda la elaboración de un muro de contención.
- c) **Relave Espesado:** Es almacenamiento en la superficie es sometida a un proceso de sedimentación previamente, con el equipo de Espesador, que ayuda la sedimentación de los sólidos (de forma semejante al tratamiento de agua de ríos que sea agua potable), con el objetivo de retirar la mayor parte del agua contenida, la cual será reutilizada para optimizar el consumo hídrico de fuentes de agua limpia. La presa de relave espesado se elabora de forma tal que el relave no fluya a otras zonas distintas al del autorizado, y además debe tener un sistema de piscinas de recuperación de agua remanente que puede filtrar fuera del depósito.
- d) **Relave Filtrado:** Se trata de almacenamiento de material contiene aún menos agua, gracias al proceso de hermetizado o filtrado, para así disminuir la humedad menor a 20%. Este proceso el similar a la utilizada en Agua Potable.
- e) **Relave en pasta:** es la una mezcla de agua con sólido, que contiene partículas finas abundantes y mínimo contenido de agua, de manera que la mezcla tenga una solides espesa, semejante a una pulpa de densidad alta.

- f) **Otros tipos:** Existen números tipos de relaves mineros, como por ejemplo en rajos abandonados, almacenamiento de relaves en minas subterráneas, entre otros.

3.2.6 Construyen los Depósitos de Relaves

Los almacenamientos de relave se elaboran mediante la construcción de muros de contención, durante la ejecución del depósito, salvo en el uso de depresiones naturales que no requieren muros. Como se observa en la Figura 1, modificada de la Figura 4-6 del GARD Guide, www.gardguide.com, el depósito se inicia con un pequeño muro, que luego se eleva a medida que hay más relave que depositar. Existen 3 formas de elevar muros, pero en Chile, desde 1970 sólo se permiten 2 tipos: “Construcción Aguas Abajo” (primera figura) y “Construcción de Eje Central” (segunda figura). El método de “Construcción Aguas Arriba” (tercera figura) está prohibido en Chile desde 1970, ejemplo que se ha seguido progresivamente en los demás países con vocación minera. (SERNAGEOMIN, 2007)



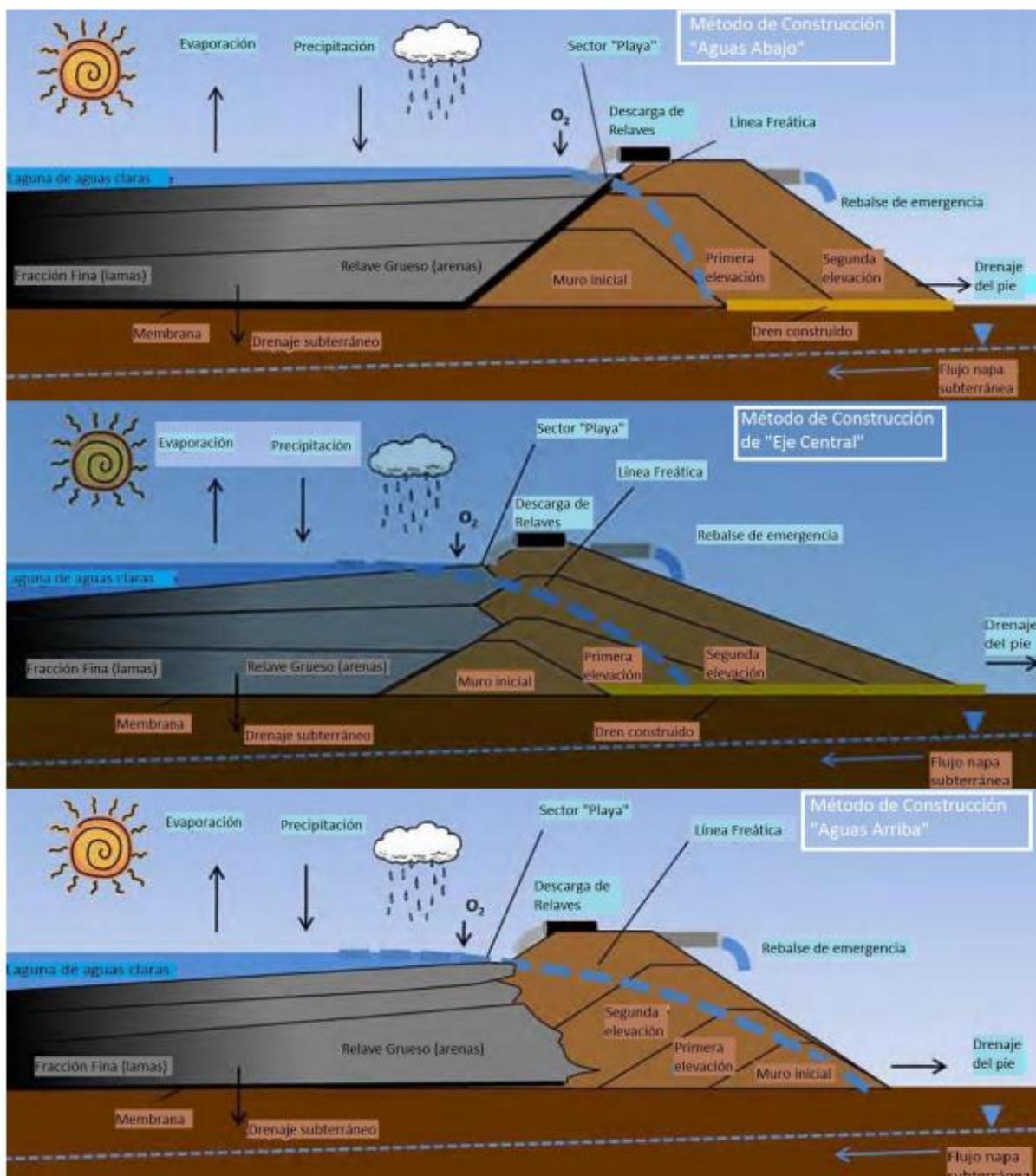


Figura 4 — Métodos de Construcción de Muros de Depósitos de Relaves

Extraído de SERNAGEOMIN.

3.2.7 Partes de un Depósito de Relaves.

Según el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN, 2018), los depósitos de almacenamiento tienen las siguientes partes:

- **Muro:** Estructura que permite almacenar los residuos sólidos que se depositan en ella, o delimita la presa de relave.

- **Cubeta:** Es la capacidad aprovechable para el acopio de residuos o lamas, con gran parte contenido de agua proveniente de los relaves. En la cubeta, es la parte donde el agua forma una Laguna de Aguas Claras.
- **Laguna de Aguas Claras:** El almacenamiento de lamas (relaves) en la cubeta, es mezcla del sólido con agua que llega para su transporte, los sólidos sedimentan en las capas inferiores, la sedimentación de las partículas finas con el agua forma laguna de aguas claras.
- **Sistema de drenaje:** Sistema adecuado empleado para retirar al grado de agua del interior del depósito, con la finalidad de mantener el nivel freático adecuado del depósito del muro.
- **Revancha:** Es la desigualdad de la línea de coronamiento del muro de contención y la superficie inmediatamente vecina de la fracción lamosa o de la superficie del agua, embalses de relaves que se produce en los tranques.
- **Coronamiento:** Es la parte superior del muro de contención o prisma resistente, aproximadamente a la horizontal.
- **Canal de contorno:** Es el canal de desvío de las aguas de la fuente de captación y desvían el escurrimiento superficial, obstruyendo el ingreso a la cubeta de la presa de relave.
- **Playa activa:** Lugar donde se almacena los restos en la cubeta, se le nombra playa porque comúnmente está cerca en la superficie y se similar a la playa de arenas finas. En esta zona del almacenamiento de lamas ubicada cerca de la línea de vaciado.
- **Laguna de aguas claras:** Es la laguna de clarificación que se genera en la cubeta a consecuencia de la decantación o sedimentación de las partículas sólidas.

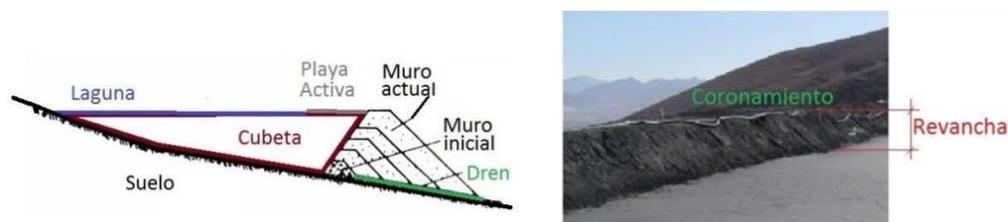


Figura 5 — Partes de un Depósito de Relaves en general

Extraído de SERNAGEOMIN

3.2.8 Guías Ambientales para las Actividades Mineras

Según con el Ministerio de Energía y Minas (MINEM, 1993), la “dirección general de asuntos ambientales”, produce una variedad de técnicas de procedimiento para la elaboración de proyectos mineros en Perú. Todas se han elaborado con el objetivo de promover un desarrollo sustentable en el tiempo. Estas son guías o esquemas básico para la elaboración satisfactoria de documentos de EIA y para distintas áreas donde se diseñan de proyectos mineros. Tratamiento de las aguas servidas de la industria minera con dolomita. Es la que se producen las aguas residuales de la industria minera que son generados de los procesos de lixiviación por flotación. Este tratamiento alternativo es eficaz restauración de efluentes metalúrgicos a un bajo costo por a la abundancia de la dolomita. La remediación se realiza mediante procesos químicas espontáneas y simultáneas para la neutralización, adsorción y precipitación de los iones metálicos disueltos de cobre que se producen durante el movimiento de la mezcla. “Límites de Máximos Permisibles para efluentes líquidos La Resolución Ministerial N° 011-96- EM/VMM de 1996 del MEM define los límites permisibles para los efluentes de la industria minera”. Dicho documento dictamina dos parámetros, criterios y sus niveles máximos permisibles para ser aplicados en los siguientes casos:

- a) Operaciones mineras futuras.
- b) Mineras en actividad o están reiniciando.

La norma citada dio un plazo máximo hasta el año 2006 para que todas las empresas mineras que implementes el conjunto de normas del primer caso como se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 5 — Límites máximos permisibles en la actividad minera

Parámetros (mg/l)	Límites para muestras puntuales	Promedio anual
PH	6-9	6-9
STS	50	25
Pb*	0,4	0,2
Cu*	1,0	0,3
Zn*	3,0	1,0
Fe*	2,0	1,0
As*	1,0	0,5

CN total	1,0	1,0
* Concentraciones disueltas.		

Extraído de MINAM.

3.2.9 Diseño de Diques en Talud

El diseño básico de diques en talud tiene como factor para determinar el peso de los componentes del manto principal. De este factor depende el diseño y la dimensión, el costo final del proyecto, puesto que depende directamente en el espesor y tamaño de todas las capas del dique (núcleo, manto y filtros), y en consecuencia el volumen total de materiales en el pre-diseño es recomendable utilizar la fórmula de Hudson, la cual fue recomendada por el “Shore Protection Manual”: (Palomino Mancilla, 2020).

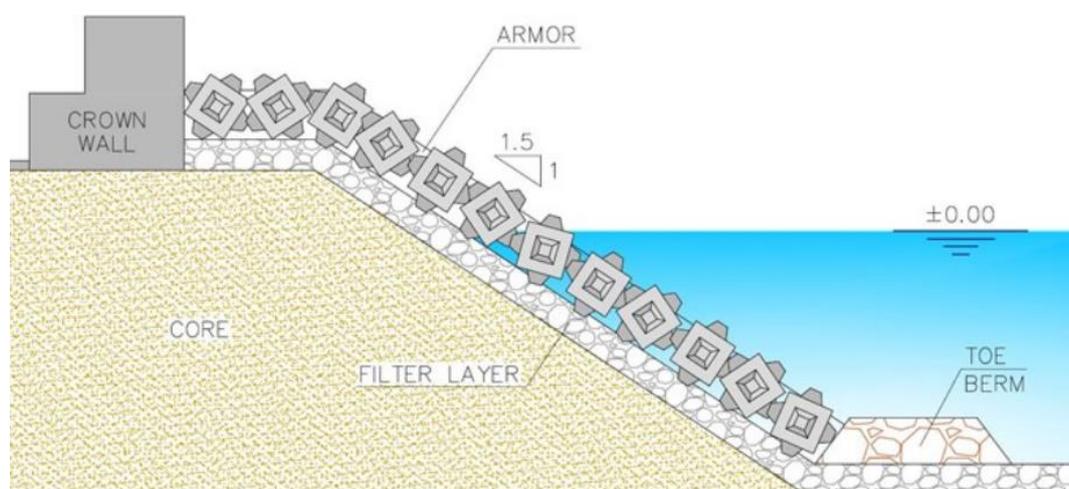


Figura 6 — Diseño de diques en talud

Extraído de www.cubipod.com

$$W = \frac{1}{K_D} + \frac{H^3}{\left(\frac{W}{W_w} - 1\right)^3} + \frac{W_f}{Cota}$$

Donde:

W: peso de las piezas que conforman el manto principal.

Wr: peso específico del hormigón.

Ww: peso específico del agua.

H: altura de ola de cálculo.

A: ángulo del talud de la estructura en relación a la horizontal.

K_D: coeficiente de estabilidad.



Que se requiere de la geometría de los elementos del manto principal, de su rugosidad, la trabazón entre ellas y del lugar del dique a diseñar (tronco o morro).

3.3 Marco conceptual

a) Dique

Los diques pueden construirse de manera perpendicular o paralela al curso de agua que se pretende contener. Se trata de muros de hormigón, piedra, tierra u otro material que pueden levantarse para prevenir inundaciones en zonas aledañas, encajonar un flujo de agua para que avance más rápido o resguardar un área de la acción de las olas. (Pérez Porto, 2018).

b) Relave

Los relaves son desechos tóxicos subproductos de procesos mineros y concentración de minerales, usualmente una mezcla de tierra, minerales, agua y rocas. Los relaves contienen altas concentraciones de químicos y elementos que alteran el medio ambiente, por lo que deben ser transportados y almacenados en «tranques o pozas de relaves» donde lentamente los contaminantes se van decantando en el fondo y el agua es recuperada o evaporada. El material queda dispuesto como un depósito estratificado de materiales sólidos finos. El manejo de relaves es una operación clave en la recuperación de agua y para evitar filtraciones hacia el suelo y napas subterráneas, ya que su almacenamiento es la única opción. Para obtener una tonelada de concentrado se generan casi 30 toneladas de relave. Dado que el costo de manejar este material es alto, las compañías mineras intentan localizar los "tanques o pozas de relave" lo más cerca posible a la planta de procesamiento de minerales, minimizando costos de transporte y reutilizando el agua contenida. (Niquin Vilela, 2019).

c) Presa de relaves

Las represas de relave se utilizan para almacenar el agua y los desechos derivados del proceso de extracción. Se estima que en diferentes partes del mundo hay por lo menos 3.500 represas de relave. Sin embargo, como hay alrededor de 30.000 minas industriales, es probable que el número de represas de relave sea mucho mayor. Las represas de relave pueden ser de enorme tamaño, tan grandes como lagos, y pueden alcanzar 300 metros de altura. Cuando el lodo de los desechos se lleva a la represa, los restos sólidos se almacenan en el fondo y el agua, son reciclados para reutilización en el proceso de separación. (Martínez Melo, 2020).

d) Geomembrana

Una geomembrana es una barrera sintética que, como ya mencionamos, está diseñada especialmente para impedir el paso de sustancias y materiales, particularmente de líquidos y vapores, fuera de la barrera que crea. En la fabricación de las geomembranas se emplean polímeros termoplásticos o termoestables; los que tienen la particularidad de presentar un alto nivel de impermeabilidad ofreciendo un excelente nivel de contención; si se les compara con otros materiales. (Soluciones Ambientales Integrales SA (Geosai), 2016).

e) Canal de coronación

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. (Prado Gómez, 2015).

f) Talud

Se entiende por talud a cualquier superficie inclinada respecto de la horizontal que hayan de adoptar permanentemente las estructuras de tierra. No hay duda que el talud constituye una estructura compleja de analizar debido a que en su estudio coinciden los problemas de mecánica de suelos y de mecánica de rocas, sin olvidar el papel básico que la geología aplicada desempeña en la formulación de cualquier criterio aceptable. (De Matties Alfaro, 2003).

g) Material de préstamo

Todo material conveniente a juicio de la FISCALIZACION que se obtenga de la excavación será considerado como material de préstamo y utilizado si fuere ordenado en la construcción de terraplenes o en rellenos. (Gov.Py, 2019).

h) Soldadura de geomembrana

Método de soldadura consiste en la unión de los bordes del traslapo de dos láminas por presión ejercida por dos partes de rodillos yuxtapuestos y tangentes, sobre el material parcialmente fundido por la acción de una cuña a una temperatura alta, que produce la fusión superficial de las “geomembranas de contacto”. (Christian Cabello, 2018).

i) Perfilado de talud

Consiste en las operaciones necesarias para conseguir el acabado geométrico de los taludes de terraplenes y capa de coronación de pedraplenes, así como de los taludes. (Redondo González, 2018).



j) Cota

Es la distancia vertical de la diferencia de alturas del terreno, de un punto sobre el nivel del mar o sobre otro plano de nivel (Gámez Morales, 2015)



CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1 Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo explicativo - descriptivo, el objetivo del estudio es la continuidad de las actividades con la ampliación de la presa de relave.

4.2 Diseño de la investigación

La presente investigación es explicativa, causa efecto, porque se basa en vida útil de la relavera y la capacidad de almacenamiento de la misma.

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

La población para la presente investigación es las dos relaveras de la unidad minera que son la relavera Pallancata. y la relavera Selene.

4.3.2 Muestra

Se escogió la muestra de forma inmediata es la Presa de Relaves Pallancata en la fase 3 ubicada en la parte sur oeste denominada “kilómetro 5”, donde se realizará la ampliación.

4.4 Procedimiento

Para este trabajo investigación se procedió con la revisión bibliográfica, se culminó en 5 meses aproximadamente. Para recopilar los datos tendremos en cuenta registros en libretas de campo, hoja cálculo de Excel y el empleo de programas estadísticos. Donde se desarrollaron en las siguientes fases.

- **Primera fase:** Se organiza y planifica las actividades necesarias para el desarrollo de la investigación
- **Segunda Fase:** Está en función a los trabajos y análisis de datos obtenidos en campo.
- **Tercera fase:** Es análisis e interpretación para la obtención de resultados.

4.5 Material de Investigación

Se utilizará los programas diferentes de minería para calcular los siguientes cálculos: Graficadores: Autocad, Autocad civil 3d, Se codificará los datos y se clasificaran en forma manual y en forma electrónica. Utilizando el software Excel.

4.6 Técnica e instrumentos

Los instrumentos usados en el presente trabajo de investigación son los informes técnicos, los datos de trabajo de campo, información bibliográfica y quipos topográficos, etc.

4.7 Plan de Tratamiento de Datos

Con la atención de datos se procederá a realizar las estimaciones, modelamiento del crecimiento de la relavera, seguidamente se hará simulaciones del llenado con el relave y se calculará un nuevo tiempo de vida de la relavera con el crecimiento.

Una vez aprobada el proyecto de tesis se comenzará con la elaboración de tesis donde se harán los modelamientos, estimaciones y así obteniendo resultados como el tiempo de vida y capacidad de la relavera.

4.8 Metodología De La Investigación

En función a los objetivos trasados en el proyecto de investigación, la metodología del proyecto es Analítico, porque se ejecutará la ampliación de la presa de relaves en su fase 3, con el fin de aumentar el volumen de almacenamiento de la relavera y ampliar el tiempo de vida útil de la mina para lo cual se los siguientes griteríos.

- **Identificación del problema:** Se determina que la capacidad presa de relave está a punto de culminar con vida útil, por lo cual se tiene la necesidad de construir la ampliación de la presa de relave.
- **Planteamiento de investigación para solucionar el problema:** Para este problema se realiza la indagación adecuada y técnica para ejecutar la ampliación y para así asegura la continuidad de las actividades en mina como en la planta, para llegar a los resultados esperados se tiene que buscar las técnicas adecuadas para la construcción del dique, a una altura determinada que nos dé como resultado un incremento de la capacidad de almacenamiento de la presa de relaves Pallancata. De esta manera dar una solución con el problema de la relavera donde se ve que está por llegar a su capacidad máxima.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Capacidad Actual de la Presa de Relaves

Actualmente la presa de relaves Pallancata está conformada por el dique Principal, que se encuentra operando con un nivel de cresta de 4 589 msnm, con nivel máximo de operación a 4587 msnm, dique Patococha, accesos perimetrales, canales de coronación y obras hidráulicas.

5.2 Nuevo Diseño de la presa de relaves

Se hace con el objetivo de asegurar capacidad de almacenamiento en la presa de relaves para continuar con las operaciones mineras.

Para construir las instalaciones correspondientes a la Fase 3 se deberá seguir disponiendo de relave en el depósito. Se propone una disposición de acuerdo a la producción y a los puntos de disposición de relave proporcionados por la empresa.

5.3 Hidrología

El estudio hidrológico tiene dos objetivos: primero, la determinación de los caudales de diseño de las estructuras de evacuación y de manejo de agua proyectados; y segundo, la generación de series sintéticas de precipitación para el balance de aguas de la presa de relaves Pallancata.

Se reunieron datos de precipitación mensual, precipitación máxima diaria y evaporación mensual de 13 estaciones cercanas de la zona de estudio. Las estaciones consideradas tienen como fuente de información al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senamhi).

Tabla 6 — Relación de Estaciones Meteorológicas

Estación	Coordenadas		Altitud (msnm)
	Latitud	Longitud	
Antabamba	14°22'	72°53'	3,639
Carhuanillas	15°08'	73°44'	3,000
Chalhuanca I	14°23'	73°10'	3,358
Chalhuanca II	14°17'	73°15'	2,902
Chaviña	14°59'	73°50'	3,310
Chinchayllapa	14°55'	72°44'	4,100
Coracora	15°00'	73°46'	3,200
Pauza	15°17'	73°21'	2,560

Pañe	15°25'	71°04'	4,524
Puica	15°03'	72°41'	3,661
Pulhuay (Ayahuasi)	15°08'	72°45'	3,455
Santo Tomás	14°23'	72°05'	3,253
Urayhuma	14°36'	73°34'	4,170

Extraído de Área de planeamiento y diseño de la Presa de Relaves Pallancata Fase 3 Constructiva.

5.3.1 Precipitación

Se analizó la relación precipitación media anual frente a la altitud a nivel regional, apoyado en los registros confiables de las 10 estaciones al alrededor de la zona de estudio.

En la siguiente tabla se desarrolla la correlación lineal de precipitación con respecto a la altitud:

Tabla 7 — Relación de Precipitación vs. Altitud

Estación	Altitud (msnm)	Precipitación (mm)	Banda de confianza	
			inferior	superior
Chalhuanca II	3902	785	402	818
Carhuanillas	3000	536	443	813
Coracora	3200	448	517	812
Santo Tomás	3253	770	534	814
Chaviña	3310	574	550	819
Chalhuanca I	3358	773	562	824
Pulhuay (Ayahuasi)	3455	644	582	840
Antabamba	3639	918	602	887
Chinchayllapa	4100	744	590	1067
Urayhuma	4170	888	585	1098

Extraído de Ingeniería de Detalle del Recrecimiento de Presa de Relaves Pallancata Fase 3 Constructiva, Ausenco.



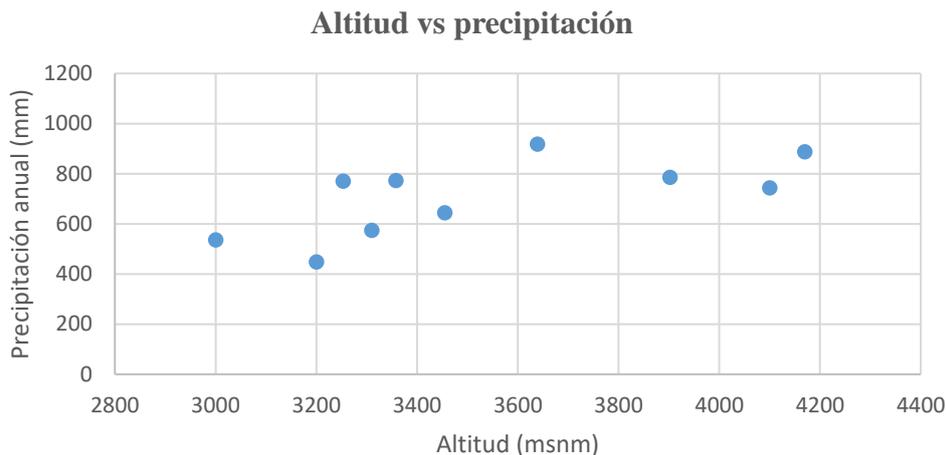


Figura 7 — Relación de Precipitación vs. Altitud

Extraído de Área de planeamiento del Recrecimiento de Presa de Relave Pallancata Fase 3 Constructiva, Ausenco.

Se puede observar que, mientras mayor sea la altura, mayor es la precipitación, y con estos datos con los que realizaremos un cálculo de las precipitaciones que habrá en la zona de la relavera, que se encuentra a una altura de 4620 msnm. Para ello debemos conocer el coeficiente de correlación:

Tabla 8 — Cálculos en base a la altitud y precipitación de cada estación

Xi	Yi	Xi²	Yi²	Xi.Yi
3902	785	15225604	616225	3063070
3000	536	9000000	287296	1608000
3200	448	10240000	200704	1433600
3253	770	10582009	592900	2504810
3310	574	10956100	329476	1899940
3358	773	11276164	597529	2595734
3455	644	11937025	414736	2225020
3639	918	13242321	842724	3340602
4100	744	16810000	553536	3050400
4170	888	17388900	788544	3702960

Número de valores: 10

Promedio X :

$$Promedio X = \frac{3902+3000+3200+3253+3310+3358+3455+3639+4100+4170}{10}$$

$$Promedio X = 3538.7 \text{ msnm}$$



Promedio Y :

$$\begin{aligned} \text{Promedio } Y & \\ &= \frac{785 + 536 + 448 + 770 + 574 + 773 + 644 + 918 + 744 + 888}{10} \end{aligned}$$

$$\text{Promedio } Y = 708 \text{ mm}$$

Desviación estándar:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

Para la columna de altitud, tenemos como promedio X es 3538.7, entonces el valor de la desviación Estándar será 422.6.

Para la columna de precipitación tenemos como promedio Y es 708, entonces el valor de la desviación estándar es 153.2

Posteriormente hallaremos el coeficiente de determinación. “Que es la proporción de la varianza total de la variable explicada por la regresión”. También conocido R cuadrado, refleja la bondad del ajuste de un modelo a la variable que pretender analizar.

$$R^2 = \frac{\sum_{t=1}^T (\hat{Y}_t - \bar{Y})^2}{\sum_{t=1}^T (Y_t - \bar{Y})^2}$$

El coeficiente de determinación $r^2=0.25$ es decir que el 25% de la varianza se explica por la correlación, por lo que la variación de las precipitaciones anuales en la región está en función al factor orográfico en un 25%, mientras el resto es 75% está asociado a características propias de la ubicación de cada estación.

En función a la curva precipitación altitud, se determina la precipitación media anual para la altitud del proyecto en 924 mm.

Para tener un registro de precipitaciones mensuales para el proyecto, se emplearon las precipitaciones anuales reconstituidas para al proyecto y la distribución mensual de las estaciones Challhuanca y Chinchayllapa. La precipitación anual para la zona del proyecto está entre 498 mm a 1,297 mm. La distribución mensual de la precipitación en el año promedio, presenta que el 76% del total anual cae en



el periodo de lluvias de diciembre a marzo, con el máximo de precipitación promedio mensual de 216 mm en el mes de febrero. En todos los meses del año se presentan precipitaciones, con valores mínimos entre los meses de mayo a agosto.

La siguiente tabla se muestra los promedios, desviaciones estándares y proporciones en función de la precipitación anual y mensuales estimadas para el área del proyecto.

Tabla 9 — Precipitación promedio mensual en el área del proyecto

Mes	Promedio (mm)	Máxima (mm)	Mínima (mm)	Desv. Est. (mm)	% Anual
Enero	204	485	7	114	22
Febrero	216	386	54	87	23
Marzo	194	437	75	93	21
Abril	58	222	2	46	6
Mayo	14	65	0	16	2
Junio	7	30	0	9	1
Julio	6	42	0	9	1
Agosto	20	184	0	32	2
Setiembre	29	162	0	30	3
Octubre	37	116	0	31	4
Noviembre	45	124	0	33	5
Diciembre	92	279	0	55	10
Anual	924	1397	498	242	100

5.3.2 Evaporación

Se cuentan con datos de evaporación sólo en las estaciones de Coracora, Challhuanca II, Antabamba, Pauza y Pañe. Las evaporaciones anuales medidas en dichas estaciones oscilan entre 1,164 y 1,625 mm.

Debido a que las estaciones vecinas se encuentran en pisos altitudinales diferentes al área del proyecto, se decidió estimar un promedio anual de evaporación para el área de estudio sobre la base del Mapa de Evaporación del Perú, (SENAMHI, 1993). Según esta publicación, la evaporación promedio anual en el área del proyecto se determinó en 1,400 mm.



Los valores promedio mensuales varían entre 92 mm para el mes de febrero y 149 mm para el mes de octubre. La siguiente tabla se detallan los promedios, desviaciones estándares y conformidad con respecto de la evaporación anual y mensuales estimadas para la zona del proyecto.

Tabla 10 — Evaporación mensual estimada para el área del proyecto

Mes	Promedio (mm)	Máxima (mm)	Mínima (mm)	Desv. Est. (mm)	% Anual
Enero	100	163	64	20	7
Febrero	92	144	57	18	7
Marzo	106	169	57	22	8
Abril	105	130	78	13	8
Mayo	111	163	76	18	8
Junio	104	147	51	17	7
Julio	112	134	87	11	8
Agosto	130	168	106	13	9
Setiembre	131	173	81	20	9
Octubre	150	202	103	22	11
Noviembre	136	187	46	26	10
Diciembre	123	186	90	22	9
Anual	1400	1702	1136	119	100

Extraído de Ingeniería de Detalle del Recrecimiento de Presa de Relaves Pallancata Fase 3 Constructiva, Ausenco.

5.3.3 Hidrología de canales

Los canales ubicados en el perímetro de la presa de relaves para la fase 3, han sido diseñados para una precipitación máxima en 24 horas para un periodo de retorno de 100 años, respecto a la etapa de operación en consecuencia estos canales son temporales; su función primordial es de captar, derivar y minimizar la escorrentía superficial proveniente de las cuencas circundantes a la presa de relaves.

La siguiente tabla se detallan los valores de los flujos máximos simulados en los canales de los accesos perimetrales de la presa de relaves, considerando los criterios de humedad del suelo y onda de avenida según el hidrograma unitario de Clark, para los canales para un tiempo de retorno de 100 años.



Tabla 11 — Caudal máximo simulado en canales

Estructura	Cuenca	Área de Drenaje (m²)	Caudal Pico (m³/s) TR = 100 años
Canal del Acceso Oeste - Cota 4610	A1	49670	0,260
	A2	32922	0,177
	A3	50526	0,217
	B1	108900	0,419
	B2	76982	0,354
	C1	31131	0,174
<i>Descarga</i>	<i>C.Oeste-4610</i>	-	1516
Canal del Acceso Oeste - Cota 4595	R1	18221	0,118
	R2	18 237	0,118
	R3	30309	0,145
<i>Descarga</i>	<i>C.Oeste-4595</i>	-	0,369
Tubería de rebose Laguna Patococha	P1	69225	0,324
	P2 ⁽²⁾	59175	0,281
	P3 ⁽²⁾	84823	0,462
<i>Descarga</i>	<i>Out 3</i>	-	1262
Canal del Acceso Este -Cota 4610	D1	342272	1568
	D2	35570	0,203
	D3	45 530	0,242
	D4	19460	0,095
Canal del Acceso Esta - Cota 4595	S1	15670	0,108
	S2	77357	0,299
	S3	20522	0,119
	S4	22694	0,147
<i>Descarga</i>	<i>C.Este-4610</i>	-	2542

Extraído de Ingeniería de Detalle del Recrecimiento de Presa de Relaves Pallancata Fase 3 Constructiva, Ausenco.

5.4 Balance de agua

El Balance de Aguas Dinámico en Goldsim® representa la circulación de agua de escorrentía y de procesos en la unidad minera, considerando las operaciones en las instalaciones presentes y potencialmente futuras en:

- Planta de procesos
- Depósito de relaves



- Planta de tratamiento de Manganeso

5.4.1 Producción y disposición de relaves

El balance de agua se ha sido efectuado considerando los datos del balance de agua de la planta concentradora del cual se extrajo el plan de producción de mineral.

La siguiente tabla muestra el resumen de la disposición de mineral y relaves de acuerdo a CMA.

Tabla 12 — Disposición de mineral y relaves

Descripción	Unidad	Valor
Producción de mineral promedio	t/día	2445.4
Disponibilidad de planta de proceso (días por año)	días	360
Tonelaje de concentrado / Tonelaje de alimento	%	1.43
% hacia deposito relave	%	70

Extraído de Operaciones mina

Concentrado de mineral (Tn/día):

$$\text{Concentrado} = \% \text{ de concentrado} * \text{Produc. de mineral promedio}$$

$$\text{Concentrado} = 1.43 \% * 2445.4 \text{ Tn/día}$$

$$\text{Concentrado} = 34.922 \text{ Tn/día}$$

Relaves (Tn/día):

$$\text{Relaves (Tn)} = \text{Produc. de mineral promedio} - \text{Concentrado}$$

$$\text{Relaves} = 2445.4 \text{ Tn/día} - 34.922 \text{ Tn/día}$$

$$\text{Relaves} = 2410.478 \text{ Tn/día}$$

Relaves a depósito (Tn/día):

$$\text{Relaves a depósito} = \text{Relaves (Tn)} * \% \text{ hacia depósito relave}$$

$$\text{Relaves a depósito} = 2410.478 \text{ Tn/día} * 70 \%$$

$$\text{Relaves a depósito} = 1687.334 \text{ Tn/día}$$

Relaves a relleno mina (Tn/día):

$$\text{Relaves a relleno mina} = \text{Relaves (Tn)} - \text{Relaves a depósito (tn)}$$

$$\text{Relaves a relleno mina} = 2410.478 \text{ Tn/día} - 1687.334 \text{ Tn/día}$$

$$\text{Relaves a relleno mina} = 723.143 \text{ Tn/día}$$



Tabla 13 — Parámetros de disposición de relaves

Descripción	Unidad	Valor 2
Producción de mineral promedio	t/día	2445.4
Disponibilidad de planta de proceso (días por año)	días	360
Tonelaje de concentrado / Tonelaje de alimento	%	1.43
% hacia deposito relave	%	70
Concentrado	t/día	34.93
Relaves	t/día	2410.47
Relaves a depósito	t/día	1687.33
Relaves a relleno de mina	t/día	723.14

Extraído de Área de planta – mina

5.4.2 Mejora del cálculo de balance de agua

5.4.2.1 Almacenamiento en poros

La descarga de relaves al depósito se hace con relativamente bajo porcentaje de sólidos y con densidad seca inicial baja. Inmediatamente, luego de la deposición, parte del agua se separa de la pulpa y es colectada en la laguna de recuperación. Luego de la inmediata descarga de agua, los relaves se continúan asentando conforme más relaves son colocados, incrementando la carga vertical aplicada, llevando a mayor descarga de agua tanto como la porosidad saturada es reducida.

“La densidad seca consolidada de los relaves depositados fue estimada en 1,33 t/m³ en base a considerar la proporción de vacíos igual a 1,00 para el estado consolidado” (Golder, 2010). Con fines del balance de aguas se consideró que los relaves permanecen totalmente saturados a una densidad saturada consolidada constante de 1,82 t/m³, valor que se determinó en función a la gravedad específica de 2,62 a la densidad seca consolidada. “La densidad seca consolidada es un factor influyente en el espacio vacío para saturación y por ello en el balance de aguas”, se le ha puesto como variante en el análisis de sensibilidad hasta +/- 10%.

Tabla 14 — Densidad de material enviado a relave

Descripción	Und	Relaves depositados
Gravedad Específica Gs	T/m ³	2.62
Densidad seca de relaves depositados	T/m ³	1.33

Gravedad específica:

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_m}$$

Donde:

γ_s : Peso específico de los sólidos

γ_m : Peso específico del agua

Usando la fórmula de gravedad específica para suelos G_s :

$$G_s = \frac{W_s * K}{W_{mw} + W_s - W_{mws}}$$

Donde:

G_s : Gravedad específica de sólidos

K : Densidad del agua a 28°C = 0.99803

W_s : Peso del suelo seco

W_{mw} : peso del matraz + agua t°C

W_{mws} : peso del matraz + agua + muestra a T°C

A partir de la fórmula, y con los datos que tenemos en el cuadro anterior podemos determinar la densidad saturada de relaves depositados, sin tener que realizar pruebas en matraz ya que poseemos la densidad del suelo seco, por lo que modificamos la fórmula anterior que nos da la siguiente:

$$P_y = P_s + K - \frac{P_s * K}{G_s}$$

Donde:

P_y : Densidad saturada de relaves depositados

P_s : Densidad seca de relaves depositados

$$P_y = 1.33 + 0.99803 - \frac{1.33 * 0.99803}{2.62}$$

$$P_y = 1.821396 \cong 1.82 \text{ Tn/m}^3$$

Para determinar la porosidad del material (relave), usamos la siguiente fórmula:

$$P_t = 1 - \frac{P_d}{P_b}$$

Donde:

P_t : Porosidad

P_d : Densidad aparente de la muestra

P_b : Densidad de partículas de la muestra

Para este caso tenemos los valores requeridos, siendo P_d la densidad seca de relaves (P_s), y P_b la gravedad específica (G_s)

$$P_t = 1 - \frac{P_s}{G_s}$$

$$P_t = 1 - \frac{1.33}{2.62}$$

$$P_t = 0.492 \cong 49.20\%$$

Tabla 15 — Características de Material a Relave

Descripción	Und.	Relaves Depositados
Gravedad Específica G_s	t/m ³	2.62
Densidad seca de relaves depositados	t/m ³	1.33
Densidad saturada de relaves (depositados) - p_t	t/m ³	1.82
Porosidad	%	49.20

5.4.3 Geometría de la Presa de Relave

La información geométrica del depósito de relaves ha sido determinada a partir de la relación elevación – área - volumen, para la forma prevista de los recrecimientos del dique a los niveles 4 589,0 msnm (actual) y 4 591,5 msnm.

La pendiente del relave se proyectó desde la intersección de la superficie del dique y el borde superior de la playa de relaves, ubicada a 2 m por debajo de la cresta del dique. La pendiente considerada al inicio de la descarga del relave es de 1%, la cual cambia a 5% a partir del nivel en el que el relave estará sumergido. Estas pendientes coinciden con las pendientes observadas.

Tabla 16 — Curva de Llenado de Agua del Lago de Decantación a la Cresta actual del Dique 4 589,0 msnm

Nivel De Agua (msnm)	Área Superficial Del Lago (Ha)	Volumen De Agua Almacenado (10 ³ m ³)
4580	2.6	0
4581	4.4	35
4582	6.2	88
4583	8.2	160
4584	10.2	252

4585	12.5	365
4586	14.6	501
4587	24.2	696
4588	25.2	944
4589	26.0	1200

Extraído de Ingeniería de Detalle del Recrecimiento de Presa de Relaves Pallancata Fase 3 Constructiva, Ausenco.

5.4.4 Modelo de balance de aguas

Definición del balance de agua está es el principio de conservación de masa de forma general:

$$\text{Cambio en el almacenamiento de agua} = \text{Ingresos de agua} - \text{Egresos de agua}$$

Los ingresos y salidas varían de acuerdo a cada instalación. La siguiente figura muestra el diagrama general del balance de agua mostrando las conexiones de los flujos de agua entre los modelos internos considerados (planta de procesos y depósito de relaves).

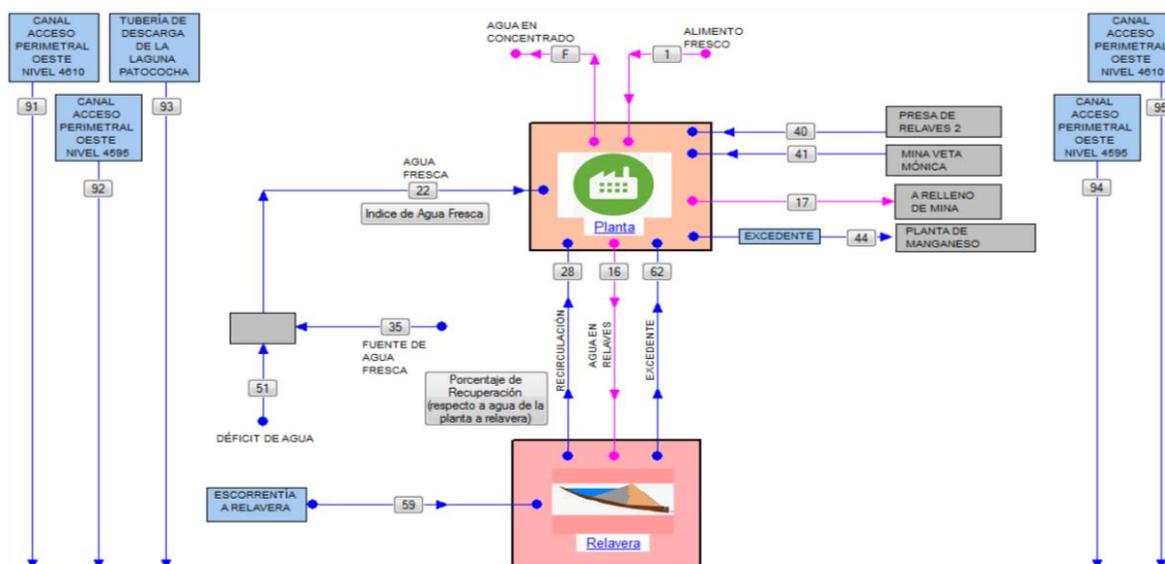


Figura 8 — Esquema general de balance de agua

Extraído de Área de Planta – Mina

La región de análisis comprende el depósito de relaves, la planta de procesos, la planta de tratamiento de manganeso y las cuencas de las quebradas aguas arriba de la presa de relaves. Las siguientes figuras muestran el diagrama del balance de agua de la planta y del depósito de relaves, respectivamente.



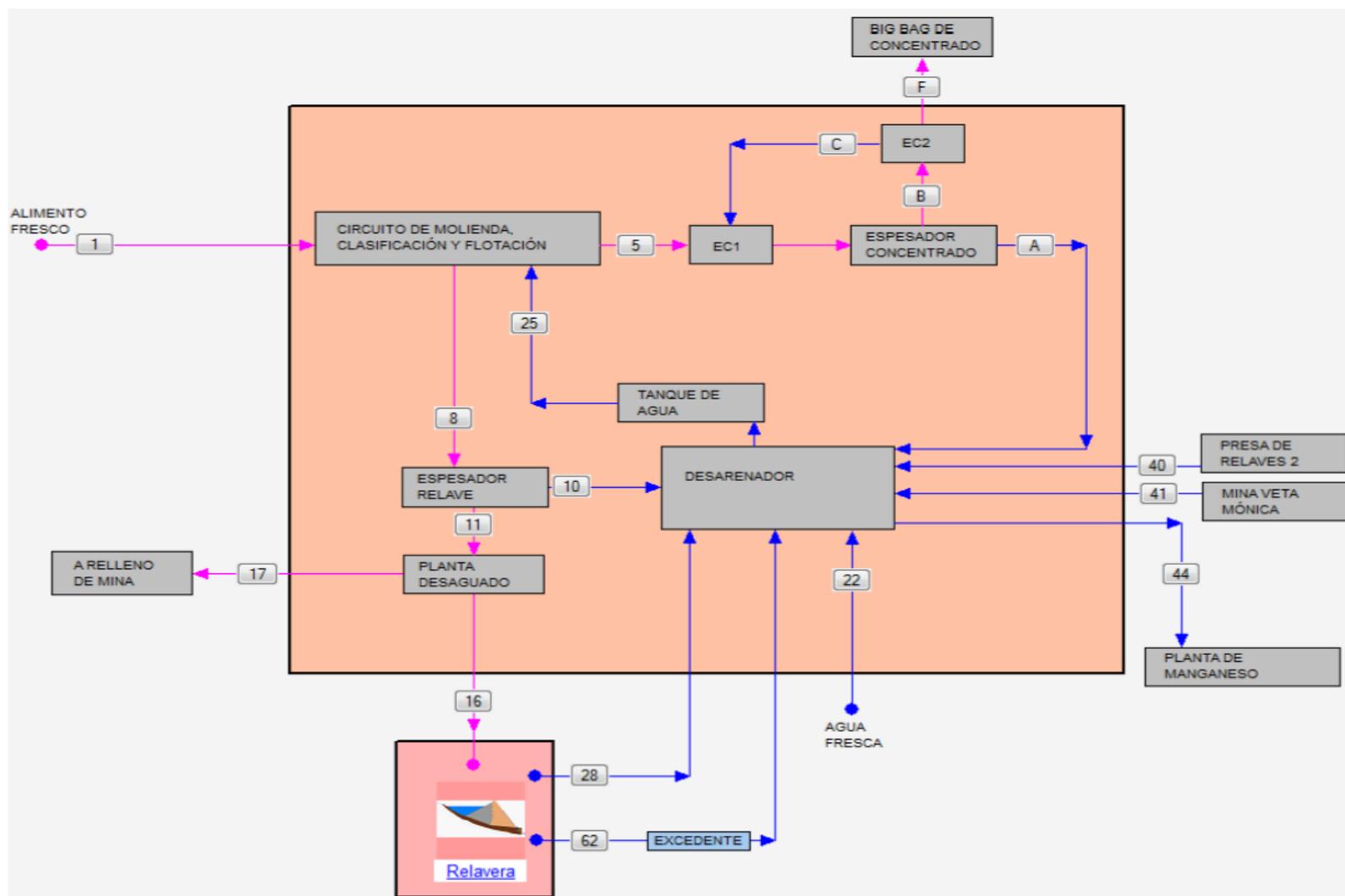


Figura 9 — Esquema de Balance de Agua de la Planta - Desarenador

Extraído de Área de planta - Mina

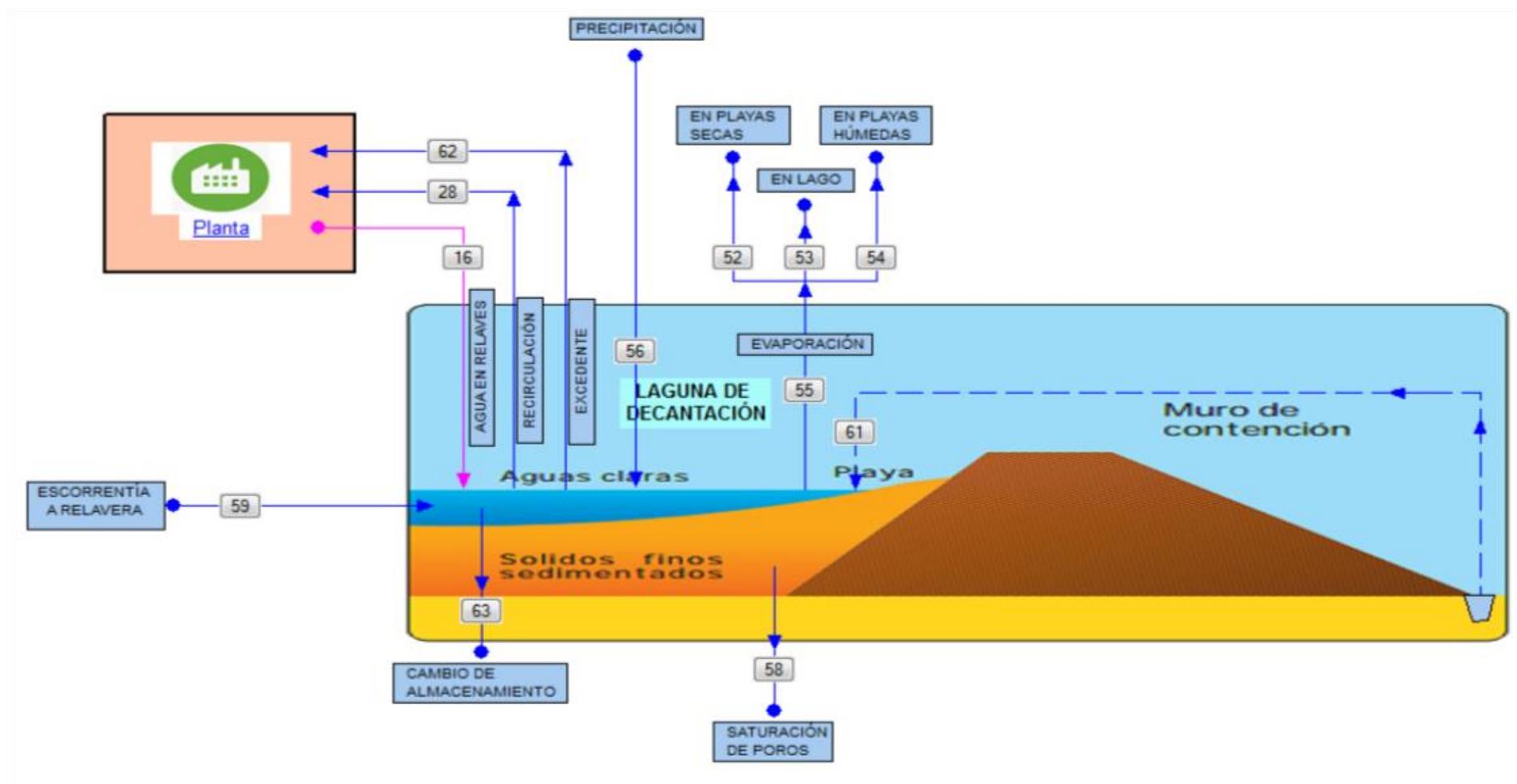


Figura 10 — Esquema de balance de agua del depósito de relaves

Extraído de Área de planta - Mina

Cabe resaltar que el presente modelo tiene como condiciones de contorno los flujos que provienen de la Presa de Relaves 2, y de la mina Veta Mónica, los que ingresan al desarenador ubicado en la planta de procesos. El excedente del desarenador es conducido hacia la planta de manganeso para su posterior descarga en el medio ambiente. El modelo no calcula los flujos que provienen de la Presa de Relaves 2, ni los de la mina Veta Mónica; sino que los toma como datos; mientras que el modelo estima los flujos excedentes del desarenador, mas no evalúa su calidad.

Los cambios de acopio están ligados con las fluctuaciones de los niveles de agua en la laguna de recuperación, puesto que los cambios por el agua retenida en los poros de los relaves están considerados como flujos de salida. El cambio en el almacenamiento de agua en el depósito puede ser positivo o negativo: cuando es positivo se tiene un exceso de agua que aumenta el almacenamiento de agua en el depósito. Cuando es negativo se tiene un déficit de agua que reduce el almacenamiento de agua en el depósito.

En las ocasiones en que exista excedente de agua, éstos serán conducidos al desarenador, para ser tratados en la planta de manganeso para su posterior descarga al medio ambiente.

Los parámetros utilizados en el balance de agua se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 17 — Criterio de diseño de balance de agua

Descripción	Unidad	Criterio Usado
Periodo de simulación	Fecha	01-01- 2018 01-06- 2022
Contenido de humedad del mineral	%	4.89
Gravedad específica de concentrado	-	4.19
Densidad saturada de concentrado - pulpa (circuito de molienda clasificación y flotación)	t/m ³	1.08
Densidad saturada de concentrado (Underflow- U/F) - pulpa (espesador de concentrado)	t/m ³	1.55
Gravedad específica de relave	-	2.62
Densidad saturada de relave - pulpa (circuito de molienda clasificación y flotación)	t/m ³	1.185
Densidad saturada de relave (Underflow - U/F) - pulpa (espesador de relave)	t/m ³	1.27
Contenido de humedad de relave que va a relleno de mina	%	21.75



Agua de Mina Veta Verónica a Desarenador	m ³ /h	48.43
Agua de Presa de relaves N°2 a Desarenador	m ³ /h	0.0
Volumen inicial de agua en el lago del depósito	m ³	0.400
Parámetros Hidrológicos		
Coefficiente de escorrentía en área de relaves	Adim.	1
Factor de evaporación en playas secas		0.4
Factor de evaporación en playas húmedas		0.8
Factor de evaporación de lago		0.7
Tasa de área húmeda por flujo de relaves	ha/L/s	1
Factor de área húmeda		0.1
Volumen inicial del lago	Mm ³	1.249
Volumen mínimo de operación (2 m de nivel de agua)	Mm ³	0.10
Proporción de área del lago sobre relaves		1

Extraído de Ingeniería de Detalle del Recrecimiento de Presa de Relaves Pallancata Fase 3 Constructiva, Ausenco.

Por otro lado, la siguiente tabla muestra las condiciones de contorno del balance de aguas (niveles, volúmenes y áreas, del lago de recuperación y del depósito de relaves), los cuales sirven de limitante al balance de agua.

En la simulación se permite descargas por bombeo solo cuando se está cerca del Nivel Máximo de Operación Normal (NAMO). Mediante un balance de agua preliminar se estableció permitir descargas de bombeo cuando el volumen para llegar al volumen del NAMO es menor que 55 000 m³. Se verificó que con esta condición el nivel del lago calculado no supera el del NAMO.

Tabla 18 — Condiciones de Balance de Aguas (Niveles, Volúmenes y Áreas)

Nivel de Cresta (msnm)	Nivel de relave en la Cresta (msnm)	Nivel de Agua Máximo de Operación (NAMO) (msnm)	Volumen Acumulado de Relave (10 ³ m ³)	Volumen de almacenamiento Máximo de Agua (10 ³ m ³)	Área Máxima del Lago Ha
4589.0	4587.0	4587.0	0	696.2	24.2
4591.5	4589.5	4589.5	1124.1	794.0	26.5

Extraído de Ingeniería de Detalle del Recrecimiento de Presa de Relaves Pallancata Fase 3 Constructiva, Ausenco.



5.5 Modelo predictivo

El modelo se simuló a partir de enero 2018, hasta febrero del 2022 sobre una base mensual. Este período fue seleccionado ya que se extiende hasta ocupar el volumen almacenable de relaves del crecimiento del dique de cota 4 591.5 msnm. Este volumen almacenable fue estimado considerando que los relaves enviados al depósito son 1 892,9 tn/día de enero a diciembre 2018, de 1 687,3 tn/día a partir de enero 2019.

Sin embargo, el modelo tiene capacidad de cambiar la duración de la simulación en conjunto con los cambios.

De acuerdo a las condiciones particulares del caso los factores con incertidumbre cuyo efecto tiene mayor impacto en el balance de agua son:

- La densidad asentada de los relaves;
- Los coeficientes de escorrentía; y
- La extensión de las playas húmedas activas.

5.6 Balance de agua de Planta

El balance de agua de la planta de procesos se realizó con la finalidad de complementar el balance de agua del depósito de relaves y estimar el requerimiento de agua fresca de la planta.

El modelo de balance de agua de la planta de procesos incluye el circuito de molienda, clasificación y flotación, el espesador de concentrado, el espesador de relave, la planta de desaguado y el desarenador.

Los flujos de ingreso al balance de agua de la planta de procesos son:

- La humedad del mineral
- El flujo de agua de recuperación;
- Agua proveniente de la presa de relaves 2;
- Agua proveniente de la mina Veta Mónica; y
- Agua fresca.

Los flujos de salida de la planta de procesos corresponden a:

- Agua en el concentrado
- Agua contenida en el relave dirigido hacia la relavera
- Agua contenida en el relave dirigido hacia interior mina
- El excedente que se dirige a la planta de manganeso.



5.7 Resultados de balance de agua

Los resultados se refieren a la incorporación de canales de coronación y de la Tubería Laguna Patocochoa.

5.7.1 Balance de agua de la planta de procesos

5.7.1.1 Ingreso

Ingresos de material a la planta procesos se analizan de acuerdo a las consideran los siguientes factores:

- Alimentación
- Canal acceso perimetral
- Agua proveniente de mine Veta Mónica
- Requerimiento de agua fresca
- Agua de recirculación
- Excedente del depósito de relaves

Tabla 19 — Caudal promedio anual en planta – Ingreso (L/S)

Descripción	Caudal Promedio (L/s)	%
Alimento fresco	1.43	2.39%
Canal Acceso Perimetral Oeste Etapa 4610	0.00	0.00%
Agua proveniente de Mina Veta Mónica	13.45	22.56%
Requerimiento de agua fresca	0.00	0.00%
Agua de recirculación	40.03	67.12%
Excedente del depósito de relaves	4.73	7.93%
Ingresos	59.64	100%

Extraído de Área de planta – mina

Se tiene un ingreso promedio de 59.64 L/s a la planta de relaves.

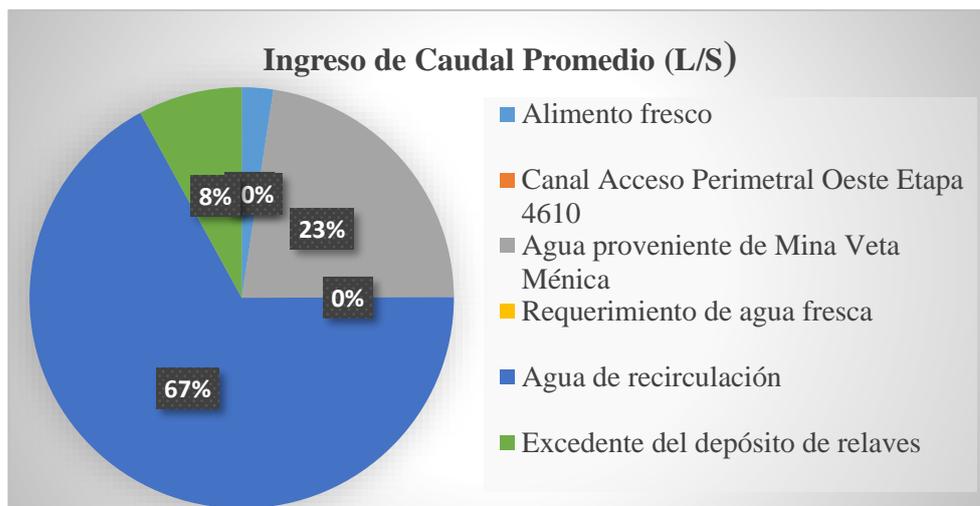


Figura 11 — Ingreso de caudal promedio a planta

5.7.1.2 Salida

Para la evaluación de salidas de material a la planta de procesos se consideran los siguientes factores:

- Concentrado
- Excedente a planta de manganeso
- Agua en relaves a relavera
- Agua en relaves a relleno mina

Tabla 20 — Caudal promedio anual en planta – Salida (L/S)

Descripción	Caudal Promedio (L/s)	%
Concentrado	0.04	0.06%
Excedente a planta de manganeso	4.73	7.93%
Agua en relaves a relavera	53.00	88.86%
Agua en relaves a relleno de mina	1.88	3.15%
Salidas	59.65	100%

Extraído de Área de planta - Mina.

Se tiene una salida promedio de 59.65 L/s a la planta de relaves

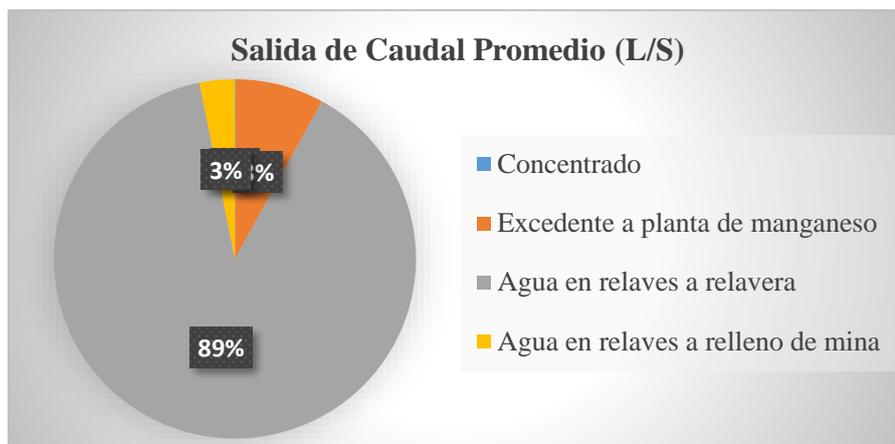


Figura 12 — Salida de caudal promedio

5.7.2 Balance de agua del depósito de relaves

5.7.2.1 Ingresos

Para la evaluación de ingresos de material al depósito de relaves se consideran los siguientes factores:

- Escorrentía a relavera
- Canal acceso Perimetral
- Precipitación sobre relavera
- Bombeo de subdrenaje

Tabla 21 — Caudal promedio anual en depósito de relaves– Ingreso (L/S)

Descripción	Caudal Promedio (L/s)	%
Escorrentía a relavera	0.00	0.00%
Canal Acceso Perimetral Oeste Etapa 4610	53.00	80.71%
Precipitación sobre relavera	10.66	16.24%
Bombeo de subdrenaje	2.00	3.05%
Ingresos	65.66	100%

Extraído de Área de planta - Mina.

Se tiene un ingreso promedio de 59.64 L/s al depósito de relaves.

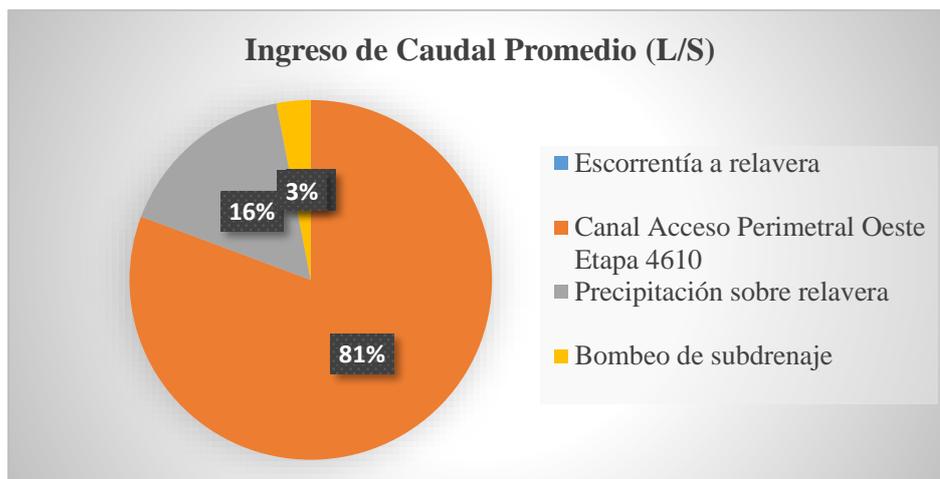


Figura 13 — Ingreso de caudal promedio a depósito de relaves

5.7.2.2 Salidas

Para la evaluación de salidas de material al almacenamiento de relaves se consideran los siguientes factores:

- Agua de recirculación
- Excedente del almacenamiento de relaves
- Evaporación total
- Cambio de deposito
- Saturación de poros en relavera

Consideraremos las pérdidas la evaporación y la saturación de poros.

Tabla 22 — Caudal promedio anual en depósito de relaves– salida (L/S)

Descripción	Caudal Promedio (L/s)	%
Pérdidas	16.06	24.46%
Evaporación total	8.44	12.85%
Saturación de poros en relavera	7.62	11.61%
Agua de recirculación	40.03	60.97%
Excedente del depósito de relaves	4.73	7.21%
Cambio de Almacenamiento	4.84	7.37%
Salidas	65.66	100%

Extraído de Área de planta - Mina

Se tiene una salida promedio de 59.64 L/s del depósito de relaves.



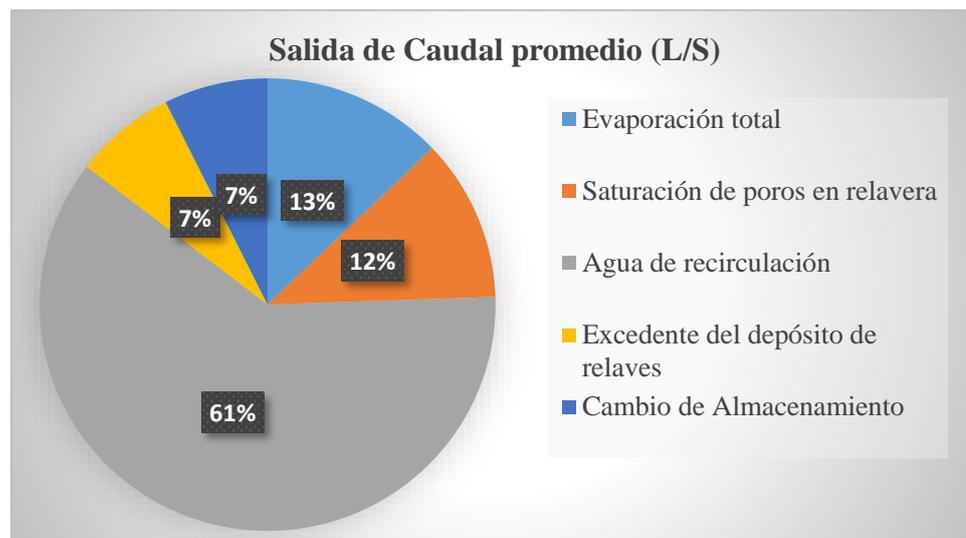


Figura 14 — Salida de caudal promedio a depósito de relaves

5.7.3 Aumento del volumen en la presa de relaves

Para poder determinar el aumento del volumen en la presa de relaves se realizó en primera instancia un cálculo aproximado en base a áreas de los contornos en un software civil 3D:

Área de presa en la cota 4587.0 msnm : 242694.582 m²

Área de presa en la cota 4589.5 msnm : 264885.965 m²

Diferencia de áreas = 264885.965 m² - 242694.582 m²

Diferencia de áreas = 22191.383 m²

Para conocer en primera instancia el volumen en el que aumenta realizaremos el siguiente cálculo:

$$\text{Volumen} = \frac{h}{3} (A_{BM} + A_{Bm} + \sqrt{A_{BM} \cdot A_{Bm}})$$

Donde:

H : Altura entre bases

A_{BM}: Área en la cota inicial

A_{Bm}: Área en la cota final

Reemplazando los datos en la fórmula obtenemos:

$$\text{Volumen} = \frac{2.5}{3} (264885.965 + 242694.582 + \sqrt{264885.965 * 242694.582})$$

$$\text{Volumen} = 634273.461 \text{ m}^3$$

Para poder saber de forma más exacta el aumento de volumen de la presa, se requiere de un software especializado. En este caso usaremos civil 3D:



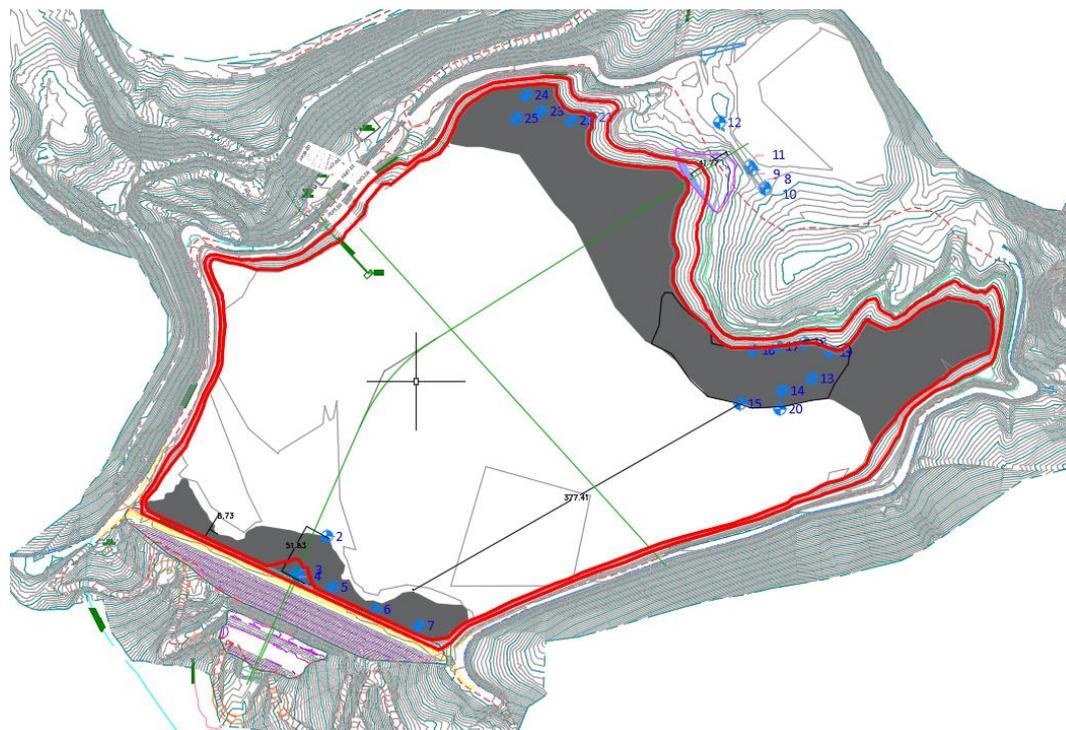


Figura 15 — Diseño de presa de relave con curvas de nivel resaltas en las cotas 4587 y 4589.5

En la figura anterior se puede ver el área que ocupaba la relavera a la cota máxima en 4587.0 msnm y 4589.5 msnm. Con ello, podemos calcular de manera más exacta el volumen incrementado en el software:

Volumen real incrementado: 634273.461 m³

5.8 Resultados

La Ampliación contempla el recrecimiento del dique principal a la cota 4 591,5 msnm, el dique de contención, el recrecimiento del dique Patococha y la construcción de accesos, para lo cual se requieren de trabajos que se describen a continuación:

- Se procedió primero con la limpieza y desbroce que consiste en retirar escombros, toda la vegetación existente y elementos orgánicos y nocivos, siendo estimada un área de 22 920 m² para esta actividad.
- Luego se procedió con el retiro del material inadecuado en el pie del dique principal, donde se estimó el retiro de 570 m³ de material orgánico y 3 580 m³ de material inadecuado.
- El recrecimiento del dique principal es hasta la cota 4591,5 msnm y está conformado por relleno estructural - tipo 1, material de transición y enrocado. El dique ha sido configurado considerando un ancho de cresta de 4,0 m con taludes aguas arriba de 1:1 (H:V) y taludes aguas abajo de 1,4:1 (H:V). Se empleó un total

de 6 460 m³ de relleno estructural tipo 1, 25 810 m³ de enrocado y 1 930 m³ de material de transición.

- El dique de contención está conformado por material de enrocado y ha sido configurado considerando bancos de taludes de 1,5:1 (H:V) y se empleó de 18 900 m³ de enrocado.
- La construcción del dique Patococha será hasta la cota 4591,5 msnm y está conformado por relleno estructural - tipo 1. El dique ha sido configurado considerando un ancho de cresta de 3,0 m con taludes aguas arriba de 1,5:1 (H:V) y taludes aguas abajo de 1,3:1 (H:V), para lo cual se empleó 930 m³ de relleno estructural tipo 1.
- El área del vaso está cubierta por suelos finos y depósitos morrénicos por lo que se escarificó la superficie, retirar bloques y/o bolonerías y compactar el suelo in situ; este material formará parte del sistema de revestimiento del vaso. De ser necesario en algunas zonas, se colocó una capa de relleno estructural fino – tipo 4 de 0,30 m de espesor. Sobre esta capa se colocó una geomembrana de HDPE de 1,5 mm, donde en áreas en contacto con el dique se empleó una geomembrana tipo SST y para el resto del vaso se empleó geomembrana tipo lisa, las cuales deben cumplir la función de impermeabilización del vaso del depósito. De acuerdo a lo descrito, se debe colocar 5 400 m³ de relleno estructural fino tipo 4, 3 200 m² de geomembrana tipo SST y 25 220 m² de geomembrana lisa.
- El depósito de relaves de la Fase 3 presenta un borde libre de 2,0 m, con máximo nivel de descarga de relave y de agua en la cota 4589,5 msnm. La superficie de relave fue obtenida considerando una pendiente de 1% al inicio de la descarga y variando a una pendiente de 5% luego de 100 m, siendo el tiempo de llenado de 13,5 meses aprox. con respecto a la superficie del depósito del mes 14. Esta disposición permite almacenar 537 038 m³ de relave y 794 030 m³ de agua. La capacidad del depósito, referida al volumen que puede almacenar entre los niveles 4587 msnm y 4589,5 msnm, es de 634273.461 m³

5.9 Incremento de la capacidad de almacenamiento de la Presa de Relaves

En la imagen mostrada, se puede observar que:

Capacidad de almacenamiento : 634273.461 m³

5.9.1 Aumento de la capacidad de almacenamiento:

Capacidad de almacenamiento = 634273.461 m³



En base a los datos que tenemos respecto a la cantidad de relave que ingresa diariamente, y considerando la densidad del material tenemos lo siguiente:

Densidad del relave : 1.08 Tn/m³

Ingreso diario de relave a depósito : 1687.334 Tn

Calculando el volumen de ingreso diario de relave:

$$\text{Volumen} = \frac{\text{Tonelaje de relave}}{\text{Densidad de relave}}$$

$$\text{Volumen diario} = \frac{1687.334 \text{ Tn}}{1.08 \text{ Tn/m}^3}$$

$$\text{Volumen diario} = 1562.346 \text{ m}^3/\text{día}$$

Para calcular el tiempo de vida en meses del depósito, calculamos el volumen de ingreso mensual de relave:

$$\text{Volumen mensual} = \text{Volumen diario} * 30$$

$$\text{Volumen mensual} = 1562.346 \text{ m}^3/\text{día} * 30$$

$$\text{Volumen mensual} = 46870.38 \text{ m}^3/\text{mes}$$

5.9.2 Aumento del tiempo de vida de la Presa de Relaves

Con los datos obtenidos anteriormente:

Tabla 23 — Cálculo de toneladas de relave enviado a depósito y a relleno mina

Descripción	Unidad	Valor
Producción de mineral promedio	Tn/día	2445.4
Disponibilidad de planta de proceso (días por año)	días	360
Tonelaje de concentrado / Tonelaje de alimento	%	1.43
% hacia deposito relave	%	70
Concentrado	Tn/día	34.93
Relaves	Tn/día	2410.47
Relaves a depósito	Tn/día	1687.33
Relaves a relleno de mina	Tn/día	723.14

Y teniendo la capacidad total del depósito y el volumen de ingreso diario y mensual de relave, calculamos el tiempo que nos dará abasto el depósito:

$$\text{Tiempo de almacenamiento} = \frac{\text{Volumen total}}{\text{Volumen mensual}}$$



$$\text{Tiempo de almacenamiento} = \frac{634273.461 \text{ m}^3}{46870.38 \text{ m}^3/\text{mes}}$$

$$\text{Tiempo de almacenamiento} = 13.53 \text{ meses}$$

Por lo tanto, el depósito tiene una ampliación de vida de 13.53 meses, en el cual se podrá seguir trabajando de forma típica en la unidad minera.

5.9.3 Altura del dique de la Presa de Relaves

Cota inicial 4589.00 msnm

Cota final 4591.50 msnm

Aumento de altura del dique:

$$\text{Aumento de altura} = \text{Cota final} - \text{Cota inicial}$$

Características y resultados del dique

$$\text{Aumento de altura} = 4591.50 \text{ msnm} - 4589.00 \text{ msnm}$$

$$\text{Aumento de altura} = 2.50 \text{ m}$$

El depósito de relaves de la Fase 3 presenta un borde libre de 2.00 m, con máximo nivel de descarga de relave y de agua en la cota 4589.50 msnm.

Tabla 24 — Características y resultados del dique

Descripción	Capacidad	Unidad
Material orgánico y vegetación existente	22 920.00	m ²
Material orgánico	570.00	m ³
Material inadecuado	3 580	m ³
Relleno estructural tipo 1	6 460.00	m ³
Relleno de material de transición	1 930.00	m ²
Material de enrocado	25 810.00	m ³
Material de enrocado empleado	18 900.00	m ³
Ancho	4.000	m
Altura total	91.322	m
Largo	350.089	m
Altura total requerida	93.822	m
Área	242694.582	m ²
Área requerida	264885.965	m ²
Volumen calculado	634273.461	m ³
Volumen final	634347.00	m ³



5.10 Discusión de resultados

Según Apaza en su trabajo de investigación de “Proyecto de recrecimiento del depósito de relaves de la unidad de producción Untucaminera Cori Puno SAC” se ha diseñado para aumentar el volumen de almacenamiento en el zona disponible de 550,000 m³ de relave, para optimizar la capacidad de relleno y las zonas a afectar, como consecuencia del espacio reducido que se tienen, en consecuencia se propone la “construcción de un muro reforzado de 11m de altura, de las cuales 6m corresponde a estructura de recrecimiento y los 5m restantes a la ampliación de la corona”, La estructura de ampliación tiene el objetivo primordial de contener los relaves almacenados de manera estable desde punto de vista químico y físico. Para el caso del presente trabajo de investigación la altura de dique de recrecimiento es de 2.50 m, que es la altura que satisface los intereses de la Unidad Minera Pallancata.

Según Dulanto, en su investigación determina que la “ampliación del volumen de la planta concentradora Berna N° 2 a 5000 TMD” para ello se diseñó la ampliación del dique principal con una altura de diseño de 34 m hasta el nivel 4690 msnm, talud promedio de 26.5°, una capacidad de almacenamiento de 8 900 000 m³ y con ampliación de vida útil de 7.30 años estimando la capacidad de la planta concentradora es de 5 000 TMD. Es imprescindible, el análisis y la determinación de la estabilidad química y física de la ampliación de la presa de relaves, cumpliendo con lo concerniente a la normatividad minero, medio ambiental y social. Para este caso de la ampliación del depósito de presa de relave tiene una ampliación de vida de 13.53 meses, en el cual se podrá seguir trabajando de forma típica.

Tabla 25 — Resultado Comparativo de la Presa de Relave

Zona	Volumen Calculado y Volumen al Final de la Construcción		
	Volumen Calculado(m3)	Volumen Planificado (m ³)	Diferencia (m ³)
Presa de Relave	634273.461	634 347.00	73.539



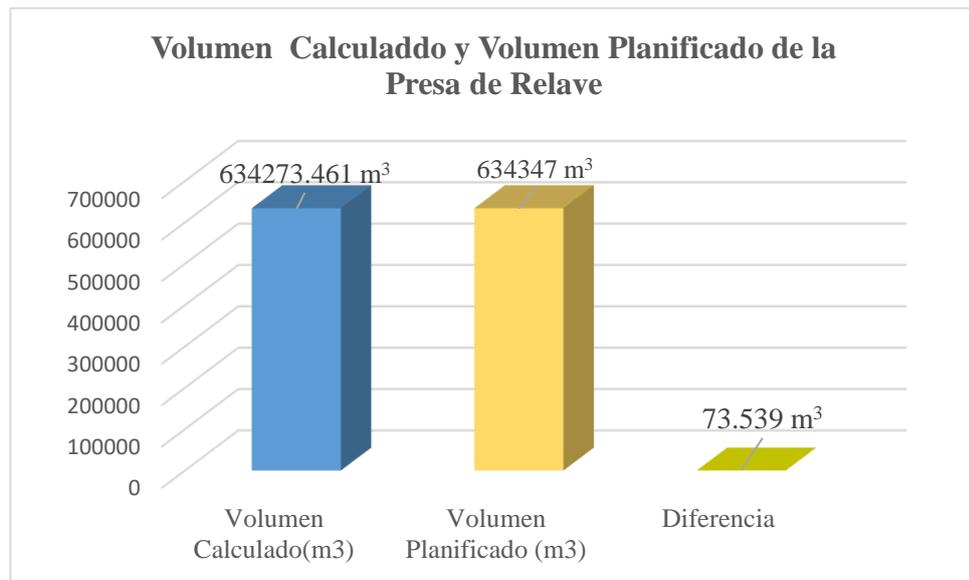


Figura 16 — Volumen calculado y volumen planificada de la presa de relave

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- **Conclusión 1:** Se determinó la ampliación de la Presa de Relaves Pallancata en la fase 3 en la Empresa Minera Ares S.A.C, para la ampliación contaba con un área inicial de 242694.582 m² y un área final de 264885.965 m² de la presa de relave, teniendo un área disponible de 22191.383 m² para el almacenamiento de relave.
- **Conclusión 2:** Mediante ampliación de la capacidad de almacenamiento, se determinó la altura del dique de la Presa de Relaves Pallancata para conseguir los objetivos trazados el cual es de 2.500 m la cual cumple con lo establecido y planeado.
- **Conclusión 3:** Se incrementó el volumen de almacenamiento de la Presa de Relave Pallancata en la fase 3 con un volumen de 634273.461 m³, para una producción diaria de 1562.346 m³/día de relave.
- **Conclusión 4:** Teniéndola altura del dique, la nueva capacidad de almacenamiento, la producción diaria de relaves, se amplió el tiempo de vida de la Presa de Relaves Pallancata en 13.53 meses, en el cual se podrá seguir trabajando de forma típica.

6.2 Recomendaciones

- **Recomendación 1:** Para seguir ampliando la Presa de Relaves Pallancata en la fase 3 se tiene que realizar ensanchamiento del dique con una relación de 2 base y 1 altura, y así de repente realizar un cuarto recrecimiento o ampliación.
- **Recomendación 2:** Para mantener la altura del dique recrecida de la Presa de Relaves Pallancata es necesario haber realizado buena compactación del terreno superficial y así también monitorear los piezómetros para ver que no haya humedad en los diques los cuales pueden generar hundimiento de los mismos.
- **Recomendación 3:** Para mejorar el volumen de almacenamiento de la Presa de Relaves Pallancata se recomienda no tener mucha agua en la presa de relaves, el espejo de agua tiene que ser mínimo, debido a que el agua hace que el relave se esponje y así de esta manera se reduzca la capacidad de almacenamiento.
- **Recomendación 4:** Antes de que la vida de la Presa de Relaves Pallancata el cual se incrementó en 13.5 meses llegue a su vida útil, se recomienda estar planeando el diseño de una nueva presa de relaves para así poder avalar la continuidad de las operaciones.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almerco Palomino, Denis Omar. 2014. www.repositorioacademico.usmp.edu.pe. www.repositorioacademico.usmp.edu.pe. [En línea] Resultados de búsqueda, 2014. [Citado el: 02 de Abril de 2020.] http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/handle/usmp/1045/almerco_do.pdf;jsessionid=061AC3E4EF305E8260E21B91335BF10F?sequence=1.

Apaza, Quispe Sixto Ciriaco. 2019. repositorio.unap.edu.pe. repositorio.unap.edu.pe. [En línea] UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO, 2019. [Citado el: 17 de Enero de 2020.] http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10713/Apaza_Quispe_Sixto_Ciriaco.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Barrios Parga, Gonzalo Alberto. 2012. *ANÁLISIS SÍSMICO 2D DE UNA PRESA DE RELAVES ESPESADOS*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE, Santiago de Chile : 2012.

Cabrera, Boñón Ruth Isabel. 2018. <http://repositorio.unc.edu.pe>. <http://repositorio.unc.edu.pe>. [En línea] UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, 2018. [Citado el: 01 de Abril de 2020.] http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2604/T16_71619918_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Carvajal Arroyo, Meili Ignacia. 2018. <http://repositorio.uchile.cl>. <http://repositorio.uchile.cl>. [En línea] UNIVERSIDAD DE CHILE, 2018. [Citado el: 03 de Abril de 2020.] <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/152946/Desarrollodeunametodolog%C3%A1daparaan%C3%A1lisisdeestabilidadf%C3%ADsicadedep%C3%B3sitosderelaves.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Certicalia. 2021. [En línea] Certicalia.com, 2021. [Citado el: 12 de Noviembre de 2021.] [https://www.certicalia.com/blog/calcularcotasentopografia#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20una%20cota%3F,nivel%20del%20mar%20\(A.S.N.M\)..](https://www.certicalia.com/blog/calcularcotasentopografia#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20una%20cota%3F,nivel%20del%20mar%20(A.S.N.M)..)



Chavarria Puga, Sergio Antonio. 2000. [En línea] 2000. [Citado el: 9 de Noviembre de 2021.] <http://files.sachavarriapuga-net.webnode.es/2000000026-4f608505a7/Justificaci%C3%B3n.pdf>.

Christian Cabello, Jorge. 2018. *www.quiminet.com*. [En línea] Quiminet, 30 de Diciembre de 2018. [Citado el: 12 de Junio de 2020.] <https://www.quiminet.com/articulos/los-dos-tipos-de-soldadura-de-geomembranas-2655514.htm>.

Córdova Carmen, Jhon. 2015. Diseño De Embalse Teniendo En Consideración Los Impactos Ambientales. *Universidad De Piura*. [En línea] 10 de Octubre de 2015. [Citado el: 12 de Noviembre de 2021.] <https://acolita.com/que-es-la-topografia-la-guia-definitiva/>.

Cristobal Damaso, Elvys Renee. 2018. “*Construcción Del Recrecimiento Del Depósito De Relaves Animón, Etapa II A La Cota 4621 M.S.N.M. Para El Control De Contaminación Ambiental En La Compañía Minera Chungar S.A.C. – Pasco - 2017*”. UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN, s.l. : 2018.

De Matties Alfaro, F. 2003. *www.fceia.unr.edu.ar*. *www.fceia.unr.edu.ar*. [En línea] *www.fceia.unr.edu.ar*, Agosto de 2003. [Citado el: 15 de Marzo de 2020.] <https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiaygeotecnia/Estabilidad%20de%20Taludes.pdf>.

Dulanto, Flores Luis Eduardo. 2011. *alicia.concytec.gob.pe*. *alicia.concytec.gob.pe*. [En línea] UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS., 2011. [Citado el: 18 de Febrero. de 2020.] https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_bd3a9707a31b26bfea6d711f1aea557d.

Gámez Morales, William R. 2015. *TEXTO BASICO AUTOFORMATIVO DE TOPOGRAFIA GENERAL*.

Gov.Py. 2019. *www.contrataciones.gov.py*. *www.contrataciones.gov.py*. [En línea] *contrataciones.gov.py*, 2019. [Citado el: 16 de Mayo de 2020.] *www.contrataciones.gov.py*.

Granda, Castro Darío Javier. 2016. “*Propuesta de diseño de ampliación de la relavera de la planta de beneficio La López en el cantón Camilo Ponce Enríquez*”. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL, GUAYAQUIL : 2016.



Gutiérrez Sepúlveda , Felipe Andrés. 2017. *EVALUACIÓN DE HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD FÍSICA DE UNA PRESA DE RELAVES ESPESADOS*. UNIVERSIDAD DE CHILE, SANTIAGO DE CHILE : 2017.

Hernández Sampieri, Roberto. 2010.

Hochschild. 2021. www.hochschildmining.com. [En línea] 2021. [Citado el: 22 de Setiembre de 2021.] http://www.hochschildmining.com/es/nuestras_operaciones/operaciones_actuales/pallancata_peru.

Martínez Melo, Olga. 2020. Diseño De Presas De Relaves. www.industrialunion.org. [En línea] industrialunion, 13 de Febrero de 2020. [Citado el: 12 de Abril de 2020.] https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_6cad06fa09a976949f36446a80a5dceb.

Mendez Alvarez, Carlos Eduardo. 2012. [En línea] 2012. [Citado el: 9 de Noviembre de 2021.] <http://florfanyasantacruz.blogspot.com/2015/09/justificacion-de-la-investigacion.html>.

Minem. 1993. *Reglamento Para La Protección Ambiental En La Actividad Minero Metalúrgica*. [D.S.N° 016-93-Em] Lima : Minem, 1993.

Niquin Vilela, Renzo Jair. 2019. *Los Relaves De La Minera Uchucchacua Y El Impacto De La Contaminacion Ambiental En La Provincia De Oyon Y Sus Alrededores – 2019*. Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion, Huacho : 2019.

Núñez Romero, Jorge Alberto. 2020. *Plan del cierre de relavera comunitaria “El Tablón”, ubicado en el sector El Tablón, cantón Portovelo, provincia del Oro*. UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, Quito : 2020.

Osinermin. 2020. www.osinermin.gob.pe. [En línea] 2020. [Citado el: 22 de Setiembre de 2021.] https://www.osinermin.gob.pe/seccion/centro_documental/mineria/Documentos/Publicaciones/10-Mejores-Trabajos-Investigacion-Tecnologia-Minera.pdf.



Palomino Mancilla, Frank. 2020. diseño de un nuevo talud. *www.cubipod.com*. [En línea] cubipod, 2020. [Citado el: 05 de Marzo de 2020.] <http://www.cubipod.com/disenno/disenno-de-diques-en-talud/>.

Pérez Porto, Julián. 2018. definicion.de. *definicion.de*. [En línea] definicion.de, 2018. [Citado el: 10. de Febrero de 2020.] <https://definicion.de/dique/>.

Prado Gómez, José Antonio. 2015. *alicia.concytec.gob.pe*. *alicia.concytec.gob.pe*. [En línea] UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA, 2015. [Citado el: 24 de Febrero de 2020.] https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_aa4bb8ca86ce32fd0e73453c1f2364a6.

Redondo González, Jesus. 2018. *www.carreteros.org*. *www.carreteros.org*. [En línea] carreteros.org, 2018. [Citado el: 18 de Abril de 2020.] http://www.carreteros.org/normativa/pg3/ordenes/circulares/326_2000/341.pdf.

SERNAGEOMIN. 2007. *Reglamento Para La Aprobación De Proyectos De Diseño, Construcción, Operación Y Cierre De Los Depósitos De Relaves*. Ministerio de Minería, Santiago : 2007.

Soluciones Ambientales Integrales SA (Geosai). 2016. *www.geosai.com*. *www.geosai.com*. [En línea] geosai, 18 de Febrero de 2016. [Citado el: 10 de Marzo de 2020.] <https://www.geosai.com/que-son-las-geomembranas/>.

Trinidad, Condor Helen Dianira. 2018. *repositorio.undac.edu.pe*. *repositorio.undac.edu.pe*. [En línea] UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN, 2018. [Citado el: 16 de Enero de 2020.] <http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/370/1/Combinados.pdf>.



ANEXOS



ANEXO I: MATRIZ DE CONSISTENCIA

AMPLIACION DE LA PRESA DE RELAVES PALLANCATA EN LA FASE 3, PARA INCREMENTAR SU CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO, EN LA EMPRESA MINERA ARES-S.A.C. AYACUCHO-2020						
Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>General ¿Cómo con la ampliación de la Presa de Relaves Pallancata en la fase 3, incrementará su capacidad de almacenamiento de la relavera en la Empresa Minera Ares S.A.C. Ayacucho-2020?</p> <p>Específicos ¿De qué manera influye ampliación de la Presa de Relaves Pallancata en la fase 3 mediante Área de la relavera en la Empresa Minera Ares S.A.C. Ayacucho-2020?</p> <p>¿De qué manera influye ampliación de la Presa de Relaves Pallancata en la fase 3 mediante Altura del Dique en la Empresa Minera Ares S.A.C. Ayacucho-2020?.</p> <p>¿Cómo con el Incremento de la capacidad de almacenamiento de la Presa de relaves de Pallancata en la fase 3 mediante el Volumen de almacenamiento en la Empresa Minera Ares S.A.C. Ayacucho- 2020?</p> <p>¿Cómo con el Incremento de la capacidad de almacenamiento de la Presa de relaves de Pallancata en la fase 3 mediante el Tiempo de vida de la Relavera en la Empresa Minera Ares S.A.C. Ayacucho- 2020?</p>	<p>General Determinar ampliación de la Presa de Relaves Pallancata en la fase 3, que incrementará su capacidad de almacenamiento de la relavera en la Empresa Minera Ares S.A.C. Ayacucho-2020</p> <p>Específicos Determinar ampliación de la Presa de Relaves Pallancata en la fase 3 mediante Área de la relavera en la Empresa Minera Ares S.A.C. Ayacucho-2020</p> <p>Determinar ampliación de la Presa de Relaves Pallancata en la fase 3 mediante Altura del Dique en la Empresa Minera Ares S.A.C. Ayacucho-2020</p> <p>Determinar el Incremento de la capacidad de almacenamiento de la Presa de relaves de Pallancata en la fase 3 mediante el Volumen de almacenamiento en la Empresa Minera Ares S.A.C. Ayacucho-2020</p> <p>Determinar el Incremento de la capacidad de almacenamiento de la Presa de relaves de Pallancata en la fase 3 mediante Tiempo de vida de la Relavera en la Empresa Minera Ares S.A.C. Ayacucho-2020</p>	<p>General Existiría una relación significativa de la ampliación de la Presa de Relaves Pallancata en la fase 3, que incrementará su capacidad de almacenamiento de la relavera en la Empresa Minera Ares S.A.C. Ayacucho-2020</p> <p>Específicos Existiría una relación significativa de la ampliación de la Presa de Relaves Pallancata en la fase 3 mediante Área de la relavera en la Empresa Minera Ares S.A.C. Ayacucho-2020</p> <p>Existiría una relación significativa de la ampliación de la Presa de Relaves Pallancata en la fase 3 mediante Altura del Dique en la Empresa Minera Ares S.A.C. Ayacucho-2020</p> <p>Existiría una relación significativa del Incremento de la capacidad de almacenamiento de la Presa de relaves de Pallancata en la fase 3 mediante el Volumen de almacenamiento en la Empresa Minera Ares S.A.C. Ayacucho-2020</p> <p>Existiría una relación significativa del Incremento de la capacidad de almacenamiento de la Presa de relaves de Pallancata en la fase 3 mediante el Tiempo de vida de la Relavera en la Empresa Minera Ares S.A.C. Ayacucho-2020</p>	<p>Variable Independiente (x): Ampliación de la Presa de Relaves</p> <p>Variable Dependiente (Y): Incremento de la capacidad de almacenamiento</p>	<p>Área de Relave</p> <p>Altura del Dique</p> <p>Volumen de almacenamiento</p> <p>Tiempo de vida de la Relavera</p>	<p>Topografía</p> <p>Diferencias decotas.</p> <p>Dimensionamiento</p> <p>Producción de Relaves</p>	<p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Tipo de investigación: Explicativo - descriptivo,</p> <p>Nivel de investigación: Explicativa, causaefecto</p> <p>Método: Explicativo - descriptivo,</p> <p>Diseño de investigación: Explicativa, causaefecto</p> <p>Población: relavera Selene y larelavera Pallancata</p> <p>Muestra de la investigación: Presa de Relaves Pallancata en la fase 3</p> <p>Técnicas e instrumentos: Como técnica tenemos la observación, y se toman los instrumentos como Informes técnicos, los datos de campo y la información bibliográfica.</p>



ANEXO II: PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 17 — Vista de la presa de relaves desde el campamento



Figura 18 — Equipo de trabajo para actividades en presa de relaves



Figura 19 — Vista de la presa de relave



Figura 20 — Perforación y voladura en cantera de rocas



Figura 21 — Vista dique principal



Figura 22 — Relleno y compactación en dique principal



Figura 23 — Suministro de material desde la cantera de roca



Figura 24 — Levantamiento topográfico en cada capa liberada



Figura 25 — Relleno de capas en dique contención



Figura 26 — Colocación relleno estructural material tipo 1



Figura 27 — Relleno estructural material tipo 1 dique principal



Figura 28 — Despliegue e instalación de geomembrana

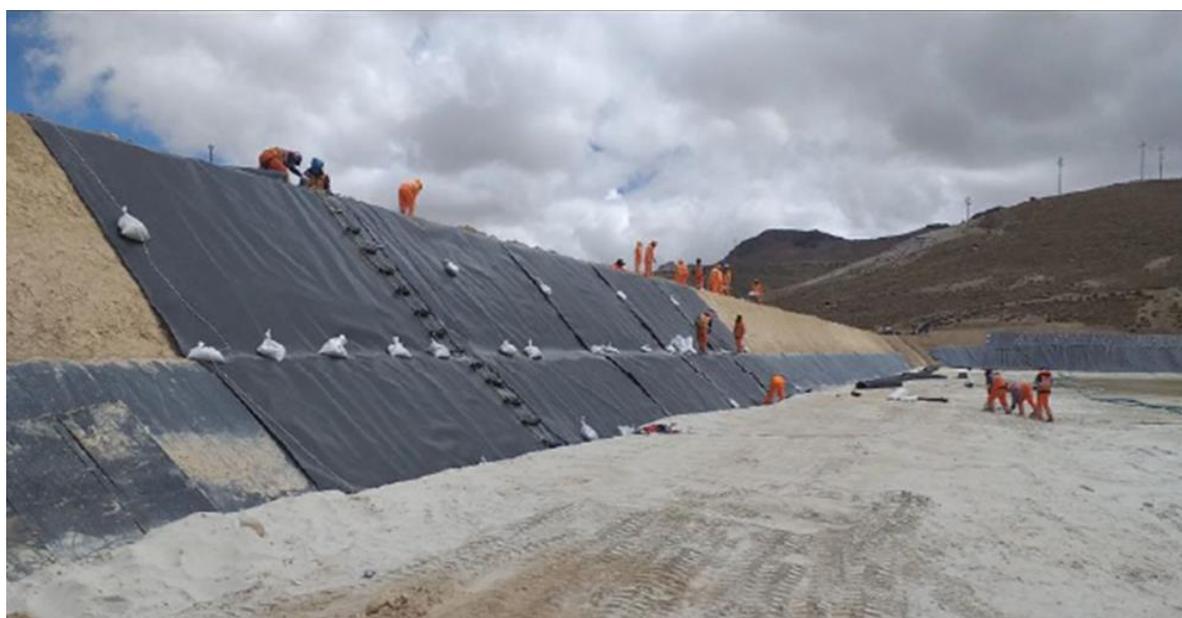
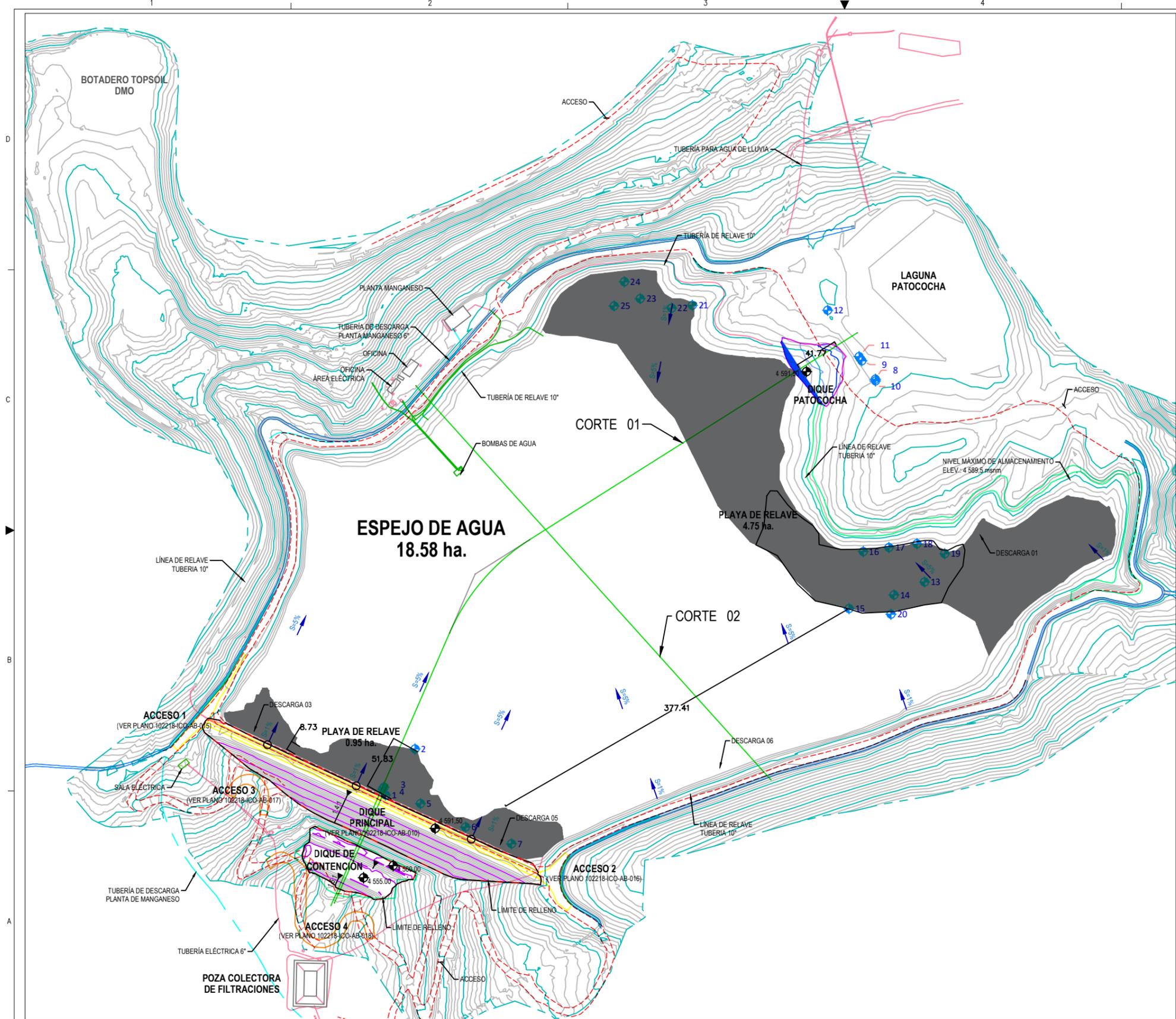


Figura 29 — Instalación de geomembrana textura SST de dique principal



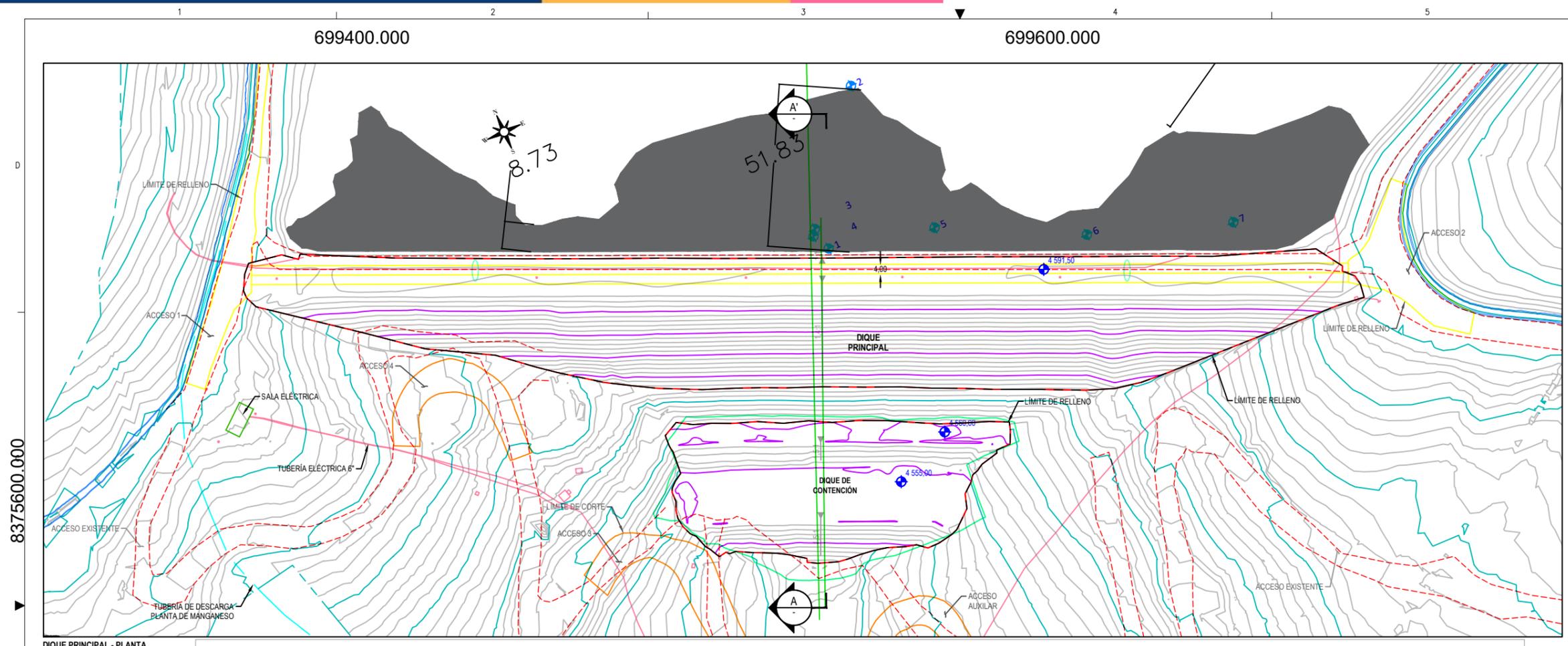
LEYENDA

- CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO
- CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DE RELAVE
- CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DE NIVELACIÓN DE LOS DIQUES Y ACCESOS
- LÍMITE DE CORTE Ó RELLENO
- ACCESO
- NIVEL MÁXIMO DE AGUA EN OPERACIÓN
- LÍMITE DE RELAVE
- NIVEL DE CRESTA (msnm)
- LAGUNA EXISTENTE
- ESTRUCTURAS EXISTENTES
- PUNTOS DE VERIFICACION

PUNTOS DE INSPECCION				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
1	699510.225	8375564.69	4587.0255	relave
2	699538.495	8375608.77	4586.4392	relave
3	699508.846	8375572.22	4587.1667	relave
4	699507.473	8375570.25	4587.2463	relave
5	699543.693	8375556.5	4586.7568	relave
6	699586.877	8375534.07	4586.8234	relave
7	699630.935	8375518.01	4586.5832	relave
8	699979.664	8375962.74	4594.9245	cota dq
9	699966.72	8375980.42	4594.9147	cota dq
10	699979.809	8375961.15	4594.9248	cota dq
11	699964.076	8375984.43	4594.9119	cota dq
12	699933.994	8376028.71	4594.972	cota dq
13	700026.85	8375768.66	4587.3672	relave
14	699997.513	8375756.31	4587.1604	relave
15	699954.486	8375743.13	4586.8477	relave
16	699968.132	8375797.73	4587.1243	relave
17	699992.688	8375801.65	4587.2071	relave
18	700019.609	8375805.22	4587.3636	relave
19	700046.189	8375795.67	4587.6627	relave
20	699994.691	8375737.77	4586.9691	relave
21	699804.247	8376033.52	4587.1657	relave
22	699784.357	8376030.81	4587.261	relave
23	699754.3	8376039.92	4587.3639	relave
24	699739.145	8376056.03	4587.2258	relave
25	699729.224	8376032.94	4587.2032	relave

DIMENSIONES ML	
DIQUE PRINCIPAL	350.00
DIQUE PATOCOCHA	75.00

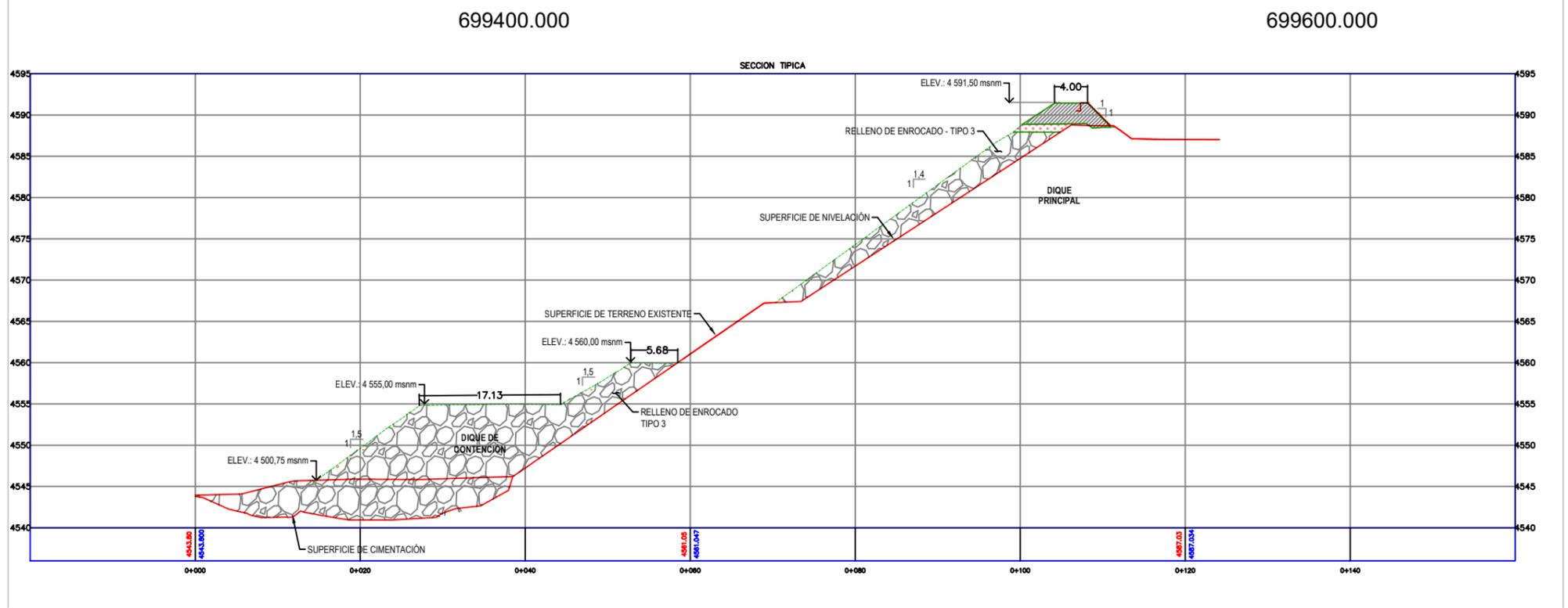
NOTAS	REV. FECHA DESCRIPCIÓN	DIB. DS. JD. JI. GI. CLT.	PLANO N°	REFERENCIA	<p>COMPAÑÍA MINERA ARES AFILIADA A HOCHSCHILD MINING</p>	<p>CONFIDENCIAL ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL SON PROPIEDAD DE (MINERA ARES S.A.C.) SU USO Y REPRODUCCIÓN SIN AUTORIZACIÓN PREVIA, ESTÁN PROHIBIDOS.</p>	DIBUJO: P. VERANO DISEÑO: E. VERANO JEFE DISCIPLINA: -- JEFE DE PROYECTO: J. ROSALES CLIENTE: CMA	FECHA APROB.: 21-09-19 FECHA APROB.: 21-09-19 FECHA APROB.: 21-09-19 FECHA APROB.: 21-09-19	PROPIETARIO: CIA. MINERA ARES S.A.C. PROYECTO: PRESA DE RELAVES PALLANCATA PLANO: RECRECIMIENTO FACE 3 - ETAPA A ASBUILT RELLENO DIQUE PLANTA - PLAYA DE RELAVE	ESCALA: 1/4000 NUMERO PLANO: INFO-TOP-AB-RDP-001_A REV.: 1
REVISIONES	REV. FECHA DESCRIPCIÓN	DIB. DS. JD. JI. GI. CLT.	1502.10.00-5-200-00-P-001	ARREGLO GENERAL DE INSTALACIONES			PROY. No. 300	PROY. No. --	ARCH. CAD.:	



LEYENDA

- CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO ANTERIOR
- CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DE TERMINADA
- LÍNEAS DE DISEÑO
- LÍMITE DE RELLENO
- ACCESO EXISTENTE
- SUPERFICIE DE NIVELACIÓN
- LÍMITE ACTUAL DE RELAVE
- RELLENO ESTRUCTURAL
- NIVEL DE CRESTA (msnm)
- ESTRUCTURAS EXISTENTES

DIQUE PRINCIPAL - PLANTA



AS BUILT

OBRA: RECRECIMIENTO PRESA PALLANCATA

FECHA: _____

APROBADO POR: _____

- NOTAS**
- DIMENSIONES, ELEVACIONES Y COORDENADAS EN METROS
 - SISTEMA DE COORDENADAS UTM DATUM WGS84 - USO 18 SUR.
 - SISTEMA DE REFERENCIA ALTIMETRICA EGM96.
 - EL PLANO ESTA EN FORMATO A3.

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIB.	DS.	JD.	JI.	GI.	CLT.	PLANO N°	REFERENCIA
0									1502.10.09-5-200-00-P-001	ARREGLO GENERAL DE INSTALACIONES
2			EV	AS	JR					

COMPAÑÍA MINERA ARES
AFILIADA A HOCHSCHILD MINING

CONFIDENCIAL ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL SON PROPIEDAD DE (MINERA ARES S.A.C.) SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.

PROY. No. 300

DIBUJO: P. VERANO
DISEÑO: E. VERANO
JEFE DISCIPLINA: J. ROSALES

FECHA APROB.: 21-09-19

PROPIETARIO: **CIA. MINERA ARES S.A.C.**

PROYECTO: PRESA DE RELAVES PALLANCATA

PLANO: RECRECIMIENTO FACE 3 - ETAPA A ASBUILT RELLENO DIQUE PLANTA - PERFIL

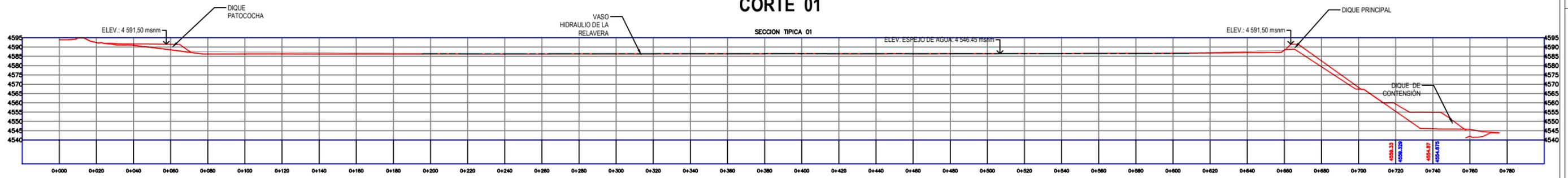
PROFESIONAL RESPONSABLE: _____ No. COLEGATURA: _____

ESCALA: 1/4000

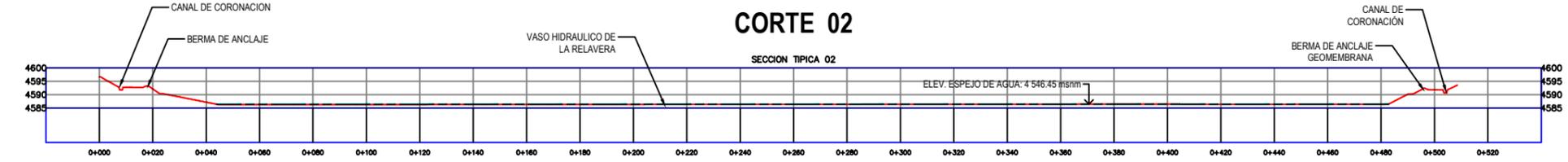
NUMERO PLANO: INFO-TOP-AB-RDP-001

REV. 1

CORTE 01



CORTE 02



NOTAS	REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIB.	DS.	JD	JL	GI	CLT	PLANO N°	REFERENCIA
	0									1502.10.09-5-200-00-P-001	ARREGLO GENERAL DE INSTALACIONES
	2	--	--	EV	AS	JR					

		CONFIDENCIAL ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL SON PROPIEDAD DE (MINERA ARES S.A.C.) SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.		DIBUJO P. VERANO 21-09-19		FECHA APROB. 21-09-19		PROPIETARIO CIA. MINERA ARES S.A.C.	
NUMERO PLANO E.T.: 300		PROY. No. 300 CLIENTE CMA		JEFE DE PROYECTO J. ROSALES 21-09-19		FECHA APROB. 21-09-19		PROYECTO PLANO PRESA DE RELAVES PALLANCATA RECRECIMIENTO FACE 3 - ETAPA A ASBUILT RELLENO DIQUE PLANTA - PLAYA DE RELAVE	
PROFESIONAL RESPONSABLE No. COLEGIATURA				JEFE DE DISCIPLINA --		FECHA APROB. 21-09-19		ESCALA 1/4000	
				NUMERO PLANO INFO-TOP-AB-RDP-001_B		REV. 1		ARCH. CAD: .	