UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS

TESIS

APLICACIÓN DEL RELLENO HIDRÁULICO EN EL MÉTODO CUT AND FILL PARA MEJORAR LAS OPERACIONES DEL TAJEO TJ496 EN LA MINA SAN CRISTÓBAL - EMPRESA MINERA BATEAS – AREQUIPA, 2022

PRESENTADO POR:

BACH. RAUL CHOQUE ACHIRCANO

PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS

ASESOR: MGT. RAIMUNDO MOLINA DELGADO

CUSCO-PERU

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: "Aplicación del relleno hidraulico en el Metodo cut and Fill para mejorar las operaciones del Tajeo TJ496 en la Mina San Cristobal - Empresa Minera Bateas - Arequipa, 2022"

presentado por: Raul Choque Achircana con DNI Nro.: 73698256 presentado por: ..... con DNI Nro.: ..... para optar el título profesional/grado académico de Ingeniero de Minas

.....

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 03 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del ***Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC*** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 10 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 08 de Enero de 2024

Firma

Post firma RAIMUNDO MOLINA DELGADO

Nro. de DNI 23912083

ORCID del Asesor 0000-0003-0291-2700

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: **oid:** 27259 302111574

turnitin **Identificación de reporte de similitud** oid:27259:302111574

NOMBRE DEL TRABAJO
APLICACIÓN DEL RELLENO HIDRÁULICO EN EL MÉTODO CUT AND FILL PARA ME JORAR LAS OPERACIONES DEL TAJEO T

AUTOR
RAÚL CHOQUE ACHIRCANO

RECUENTO DE PALABRAS
24924 Words

RECUENTO DE CARACTERES
128525 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS
158 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO
22.5MB

FECHA DE ENTREGA
Jan 6, 2024 7:32 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME
Jan 6, 2024 7:34 PM GMT-5

● 10% de similitud general
El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base

- 10% Base de datos de Internet
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● Excluir del Reporte de Similitud

- Base de datos de trabajos entregados
- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)
- Fuentes excluidas manualmente

DEDICATORIA

Esta investigación está dedicada a Dios, por cada día maravillo, guiando mis pasos, disfrutando de la vida con esta salud, que me permite consolidar mi vida e iluminar mi mente, y conocer a personas que han sido mi gran motivo, acompañándome durante todo el periodo de mi formación profesión.

Agradezco a mi Padre Félix Choque Fernández y en especial a Mi madre Asunta Achircano Alata, por darme la vida, quererme mucho, confiar en mí y porque siempre estuvo ahí cuando la necesitaba. Asi mismo a mi Hijo Thiago Yael Choque Yucra, por ser mi razón y motivo y darme las fuerzas de ser más grande día a día, para asi dar todo en mis días cotidianos. Por último, a mi hermana, Betzabeth Choque Achircano, por estar conmigo y apoyarme siempre, te quiero mucho. Gracias a todos por el apoyo incondicionalmente, todo esto se los debo a Uds.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mis más sinceros agradecimientos a todos mis docentes ya que ellos me enseñaron valores para mi vida profesional y a superarme cada día. De igual modo mi consideración a mi asesor Mg. Raimundo Molina Delgado por sus valiosos aportes, igualmente a minera Bateas SAC por darme la oportunidad de colaborar en su unidad de producción, y en forma especial a contratistas minera MCEISA; al Ing. Heber Centeno Valderrama por su apoyo considerable, asi mismo deseo agradecer a mi compañera de vida Neisseli y todos mis amigos Edwin, washi, Negral, Miguel, Frank, Yan Carlos, Flavicjk y aquellas personas que contribuyeron de alguna manera, haciendo posible la culminación de esta tesis.

ÍNDICE GENERAL

Contenido

DEDICATORIA ..... **iv**

AGRADECIMIENTOS ..... **v**

ÍNDICE GENERAL ..... **vi**

ÍNDICE DE TABLAS ..... **xii**

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **xiv**

INTRODUCCIÓN ..... **xvi**

RESUMEN ..... **xviii**

ABSTRACT ..... **xix**

CAPITULO I **1**

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **1**

Situación Problemática 1

Formulación del problema 3

1.1.1 Problema General 3

1.1.2 Problemas específicos 3

Objetivos 4

1.1.3 Objetivo General 4

1.1.4 Objetivos específicos 4

Justificación 4

1.1.5 Tecnológica 4

1.1.6 Académica 5

1.1.7 Legal 5

Limitaciones del Proyecto de Investigación 5

Delimitaciones de la investigación 6

1.1.8 Delimitación espacial 6

1.1.9 Delimitación temporal 6

Hipótesis 6

1.1.10 Hipótesis General 6

1.1.11 Hipótesis específicas 6

Variables e indicadores del estudio 7

1.1.12 Cuadro de operacionalización de variables e indicadores 7

Metodología de la investigación 8

1.1.13 Tipo de investigación 8

1.1.14 Nivel de la investigación 8

1.1.15 Diseño de la investigación 8

Población y muestra 8

1.1.16 Población 8

1.1.17 Muestra 9

Técnicas e instrumentos de recolección de datos 9

Procesamiento para el análisis de datos 9

CAPITULO II 10

MARCO TEORICO 10

Antecedentes de la Investigación 10

2.1.1 Antecedentes Internacionales 10

2.1.2 Antecedentes Nacionales 12

Bases teóricas y científica 13

2.1.3 Generalidad del relleno 13

2.1.4 Requerimientos Técnicos de Relleno 14

2.1.5 Tipos de relleno 15

2.1.6 Características de los rellenos 17

2.1.7 Ventajas y desventajas de los rellenos 17

2.1.8 Beneficios del uso de Relleno 19

2.1.9 Relleno en Mina Bateas 20

2.1.10 Método Cut and fill 24

2.1.11 Corte y Relleno Ascendente (Over cut and fill) 26

2.1.12 Minado 28

2.1.13 Fuerza horizontal resultante 31

Marco conceptual 35

2.1.14 Relleno en minería subterránea 35

2.1.15 Corte y Relleno 35

2.1.16 Sostenimiento 35

2.1.17 Análisis granulométrico 36

2.1.18 Seguridad y salud Ocupacional en la Empresa. 36

2.1.19 Pulpa 36

CAPITULO III 37

DESCRIPCION DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION..... 37

Descripción del tajo 37

3.1.1 Características del tajo 496 37

3.1.2 Características del macizo rocoso 38

Descripción del proceso de relleno hidráulico 38

3.1.3 Planta de relleno Hidráulico - Veta Animas 38

3.1.4 Proceso de operaciones del relleno Hidráulico 46

CAPITULO IV 47

RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL RELLENO HIDRÁULICO EN EL TAJO 496. 47

Cálculos en función al relave a obtener 47

4.1.1 Porcentaje útil del relave (PUR) 47

4.1.2 Relave mensual obtenido 50

Procesos para realizar el relleno hidráulico en el tajo 496 51

4.1.3 Desarenado de tuberías de relleno hidráulico 52

4.1.4 Preparación de barrera para el relleno hidráulico 54

4.1.5 Relleno del Tajo 496 56

4.1.5.5 Relleno detrítico y conformación del dique para relleno hidráulico 57

4.1.6 Envió de pulpa al tajo 496 60

4.1.7 Medición de la densidad de pulpa 62

Parámetros del sostenimiento del tajo con relleno hidráulico. 63

sostenimiento para realizar el relleno hidráulico 64

4.1.8 sostenimiento en ejecución del relleno hidráulico 65

4.1.9 barreras empleadas para el relleno hidráulico en labores de avance 65

evaluación de rendimiento de las barreras 68

CAPITULO V 69

ANALISIS E INTERPRETACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS 69

Cálculo de resistencia de barrera de madera para relleno hidráulico caso 1 69

cálculo de resistencia de barrera de madera para relleno hidráulico caso 2 75

Costos de operación de relleno hidráulico 80

Costos incurridos 80

5.1.2 costos de Herramientas 81

5.1.3 Costo de Materiales 82

5.1.4 Costos de los procedimientos 83

5.1.5 Costo de implementación de Equipos de protección personal 86

5.1.6 Costo de mantenimiento 87

5.1.7 costos de aplicación 88

5.1.8 Costo total de operaciones de relleno hidráulico 92

5.1.9 Costo total de operaciones de relleno Detrítico 97

COMENTARIOS FINALES 99

DISCUSIÓN DE RESULTADOS 103

CONCLUSIONES 104

RECOMENDACIONES 106

BIBLIOGRAFÍA 108

ANEXOS I **110**

Ámbito de estudio 110

1.1.1 Ubicación 110

1.1.2 Accesibilidad 111

1.1.3 Clima Y Vegetación 111

1.1.4 Geología del yacimiento 112

1.1.5 Geología Local 117

1.1.6 Geología Estructural 119

1.1.7 Geología Económica 122

1.1.8 Geomecánica del yacimiento 122

1.1.9 Método de explotación 129

1.1.10 Método de Explotación 129

1.1.11 Desarrollo y preparación del método de explotación 130

1.1.12 Planta de tratamiento 134

1.1.13 Planta concentradora. 135

ANEXO II **137**

ANEXO III **143**

ANEXO IV **144**

ANEXO V **145**

ANEXO VI **146**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Tabla de variables e indicadores* 7

Tabla 2 *Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos*..... 9

Tabla 3 *Características de los rellenos* 17

Tabla 4 *Ventajas y Desventajas de los Rellenos*..... 18

Tabla 5 *Porcentaje Útil del Relave* 48

Tabla 6 *Calculo del Relave Mensual*..... 50

Tabla 7 *Relave Mensual Obtenido* 50

Tabla 8 *Balance entre la Oferta y Demanda del relleno Hidráulico* 51

Tabla 9 *Cálculo de la Fuerza Debido a la Presión de Relave sobre la Barrera* 69

Tabla 10 *Resistencia del Puntal más Relave*..... 73

Tabla 11 *Cálculo de la Fuerza Debido a la Presión de Relave sobre la Barrera* 75

Tabla 12 *Resistencia del Puntal más Relave*..... 78

Tabla 13 *Costos de Herramientas* 81

Tabla 14 *Costo de Materiales en el caso 1 el Porcentaje de 70% Detrítico y 30% Hidráulico*..... 82

Tabla 15 *Costo de Materiales en el caso 2 el Porcentaje de 60% Detrítico y 40% Hidráulico*..... 83

Tabla 16 *Costos Preventivo en implementación del Procedimiento caso 1*..... 84

Tabla 17 *Costos Preventivo en implementación del Procedimientos caso 2* 84

Tabla 18 *Costos correctivos cuando no se Implementa los Procedimientos Produciendo un Accidente* 85

Tabla 19 *Costo de Implementación de EPP's para los dos casos*..... 86

Tabla 20 *Costo de Mantenimiento para los casos 1 y 2*..... 87

Tabla 21 *Dimensiones del Tajo* 88

Tabla 22 *En el caso 1 el Porcentaje de 70% Detrítico y 30% Hidráulico* 89

Tabla 23 En el caso 2 Porcentaje de 60% Detrítico y 40% Hidráulico 90

Tabla 24 *Costo de Mano de Obra caso 1* 91

Tabla 25 *Costo de Mano de Obra caso 2* 92

Tabla 26 *Gastos Generales* 92

Tabla 27 *Gastos generales obtenidos para los dos casos* 95

Tabla 28 *Costo de Energía* 95

Tabla 29 *Costo de Transporte, Energía y otros* 96

Tabla 30 *Gastos de Energía para los dos Caso* 96

Tabla 31 *Costo del Relleno Detrítico en el caso 1 el Porcentaje de 70% Detrítico y 30% Hidráulico* 97

Tabla 32 *Costo del Relleno Detrítico en el caso 2 el Porcentaje de 60% Detrítico y 40% Hidráulico* 98

Tabla 33 *Resumen de Datos Adquiridos para asi Calcular los Costos* 99

Tabla 34 *Costos Total de Operaciones del Relleno Hidráulico* 100

Tabla 35 *Volumen requerido en el Caso 1* 101

Tabla 36 *Volumen requerido en el Caso 2* 101

Tabla 37 *Ahorro obtenido en los Tajos* 102

Tabla 38 *Rutas de acceso a la unidad minera Bateas* 111

Tabla 39 *Según Rock Mass Rating* 123

tabla 40 *Circuito de Chancado Primario (kue ken)* 135

tabla 41 *Circuito de Chancado Primario (kurimoto)* 136

Tabla 43 *Análisis Granulométrico de Muestra de Relave* 143

Tabla 44 *Costo de los Tajos Programados Mensualmente* 144

Tabla 45 *Plano de la Línea Troncal* 144

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 *Secuencia de Explotación Ascendente con Relleno Detrítico* 22

Figura 2 *Diagrama de Flujo Relleno Hidráulico* 23

Figura 3 *Procesos a Desarrollar en el Método Cut and Fill* 25

Figura 4 *La Secuencia de Minado en Minera Bateas* 28

Figura 5 *La Secuencia de Minado y la Ejecución del Relleno Hidráulico en Minera Bateas* 29

Figura 6 *Corte y el Proceso del Relleno Hidráulico* 30

Figura 7 *Proceso de Minado Juntamente con la Ejecución del Relleno Hidráulico* 30

Figura 8 *Fuerza Horizontal Resultante* 31

Figura 9 *Presión a una Profundidad H* 33

Figura 10 *Ubicación de la planta de Relave* 39

Figura 11 *Zona de Almacenamiento de Relave* 40

Figura 12 *Poza de sedimentación sub dimensionadas* 41

Figura 13 *Infraestructuras de Bombeo* 42

Figura 14 *Esquema del relleno hidráulico* 44

Figura 15 *Parámetros del Relleno Hidráulico* 45

Figura 17 *Producción del Relave Según el Porcentaje* 49

Figura 18 *Vistas Sostenimiento para Realizar el Relleno Hidráulico* 64

Figura 19 *Vista Frontal de Barrera de Madera para Relleno Hidráulico Caso 1* 65

Figura 20 *Vista frontal de barrera de madera para Relleno Hidráulico caso 2* 66

Figura 21 *Vista de perfil de Barrera de Madera para Relleno Hidráulico* 67

Figura 22 *Costos Incurridos en el Relleno Hidráulico* 80

Figura 23 *Vista en planta del tajo 496* 88

Figura 24 *Caso 1 el Porcentaje de 70% Detrítico y 30% Hidráulico* 89

Figura 25 *En el caso 2 Porcentaje de 60% Detrítico y 40% Hidráulico* 90

Figura 26 *Ubicación Geografía de Minera Bateas* 110

Figura 27 *Geología Regional de Minera Bateas* 113

Figura 28 *Secuencia de los depósitos y litologías* 117

Figura 29 *Mapa geológico resumido del distrito de Caylloma* 119

Figura 30 *Fracturas de rumbo noroeste y noreste* 121

Figura 31 *Calidad del Macizo Rocoso Según RMR89* 128

Figura 32 *Cartilla Geomecánica* 129

Figura 33 *Procedimiento de Perforación* 132

Figura 34 *Carguío de los taladros* 133

Figura 35 *Envió de Pulpa a los tajos* 137

Figura 36 *Inspección del Área* 137

Figura 37 *Acondicionamiento de Relleno Detrítico* 138

Figura 38 *Rellenado de Materia Detrítico* 138

Figura 39 *Conformación de Diques* 139

Figura 40 *Ventilación en el Relleno Hidráulico en el Tajo 496* 139

Figura 41 *Llena do con Relleno Hidráulico el Tajo 496* 140

Figura 42 *Sedimentación del Relleno Hidráulico* 140

Figura 43 Envió de Pulpa en el Llenado del Relleno Hidráulico 141

Figura 44 *Apuntalamiento considerando que el Angulo de Puntales sea 45°* 141

Figura 45 *Conformación de Barrera en el Caso 1* 142

Figura 46 *Conformación de Barrera en el Caso II* 142

INTRODUCCIÓN

En la Unidad San Cristóbal Minera bateas S.A.C, es una empresa minera subsidiaria de la canadiense Fortuna Silver Mines, se dedica a la explotación de mineral a partir de su producción polimetálica de yacimiento epitermales; la mina, la planta de procesamiento y toda la infraestructura del proyecto administrada por Minera Bateas se encuentran ubicadas en el distrito minero de Caylloma, en la zona sur de Arequipa.

La explotación de su mineral se realiza por el método corte y relleno ascendente (Over Cut and Fill) el ciclo de minado se realiza en bancos horizontales que se da inicio desde la parte del nivel inferior hasta la parte superior en la que dejan vacíos y es por ello que se realiza el rellenado con materiales Detrítico e Hidráulico utilizando ambos rellenos según las proporciones que requiera dichos tajos.

Actualmente la Empresa Martínez Contratistas e Ingeniería S.A. (MCEISA) presta servicios a minera Bateas en el área de perforación y voladura en los trabajos de explotación, desarrollo y avance así mismo también realiza los trabajos de rellenos Detríticos y relleno Hidráulicos.

En nuestra investigación se realizó los cálculos correspondientes en función a relleno hidráulico, en el tema de rendimiento del sostenimiento de la barrera, los procesos operativos y todo ello en función a la variación de costos, en tal sentido se evaluó dos casos para asi obtener los resultados y sacar las diferencias en la aplicación de relleno hidráulico en el proceso de relleno del tajo.

El propósito de este estudio es mejorar las operaciones del tajo mediante la evaluación optima de los recursos, considerando un análisis en resultados y el comportamiento de los

procesos operativos mediante las cuales tendremos la distribución de los siguientes capítulos y estás están compuesta por 5 capítulos que se describen en líneas abajo.

Capítulo I Trata sobre las descripciones del marco metodológico que constan del planteamiento de problema, formulación, objetivos, hipótesis, identificación de variables, justificación, método de investigación, población y muestra y además las técnicas e interpretación de la recolección de datos.

Capítulo II Trata sobre el marco teórico donde desarrollaremos los antecedentes nacionales e internacionales de la investigación y los conceptos relacionados a nuestra investigación.

Capítulo III Trata de la descripción de la unidad de estudio, en este caso la unidad de producción San Cristóbal Minera bateas S.A.C, la Empresa Martínez Contratistas e Ingeniería S.A. (MCEISA) sobre la cual se realizó la investigación.

Capítulo IV Trata de los cálculos y el procesamiento de los análisis de datos, de la evaluación de los dos casos que viene a estar en proporciones diferentes los cuales describo a continuación; primer caso está en la proporción de 70% detrítico y 30% hidráulico y en el segundo caso está en la proporción de 60% detrítico y 40% hidráulico. Asi mismo se realiza el análisis con respecto a la barrera de sostenimiento para contener el relleno hidráulico según los procesos operativos y los costos incurrido.

Capítulo V Trata del análisis e interpretación y discusión de los resultados, asi mismo culminando con los comentarios finales, comparación critica y por ultimo con las conclusiones y recomendaciones.

RESUMEN

En estos últimos años la minería toma un rol importante en cumplimiento de los estándares altos de calidad y de operaciones y es por ello que hoy en día los rellenos hidráulicos es parte importante en el ciclo de minado, que de esta manera asegura las actividades operativas y a su vez, la seguridad de los equipos y las personas que laboran al interior de la mina; se ha visto que se tiene acumulada gran cantidad de relave para ser usado en el relleno hidráulico ;partiendo del problema descrito nace la necesidad de realizar la aplicación de rellenos hidráulicos para mejorar las operaciones del tajo por el que es más sensible de toda la operación minera el manejo de relaves ya que es un material fino el cual tiene que cumplir algunos procesos para poder recuperar y asi poder usarlo.

El objetivo de la presente investigación fue determinar la influencia del relleno hidráulico en el método corte y relleno ascendente para mejorar las operaciones del Tajeo TJ 496 de la mina San Cristóbal –empresa Minera Bateas – Arequipa, 2022.

La metodología que se utilizó fue de enfoque cuantitativo. El nivel fue Descriptivo y explicativo, Diseño experimental. La población son las labores y construcciones subterráneas de la minera San Cristóbal de la empresa minera Bateas, la muestra del estudio se dio en el tajo TJ496 de la veta animas y se utilizó el muestreo no probabilístico técnica observación de campo análisis documenta e instrumento diario de campo fichas de registros.

Los resultados hallados arrojaron un ahorro de 1,011.95 dólares en el relleno del tajo 496, finalmente se concluye que existe relación entre la variable independiente denominada Aplicación del relleno Hidráulico en el Método corte y relleno hidráulico (Over Cut and Fill) y la variable dependiente sobre las operaciones realizadas en el tajeo TJ496

Palabra clave: relleno hidráulico, procesos, operaciones, sostenimiento, barrera, costos y tajeo

ABSTRACT

In recent years, mining has played an important role in the country's economy and that is why we will analyze the operational issues regarding hydraulic filling, which is already an important part of the mining cycle; As indicated, we will ensure operational activities and, in turn, the safety of the equipment and people who work inside the mine; It has been seen that a large amount of tailings has accumulated to be used in the hydraulic fill; Starting from the problem described, the need arises to apply hydraulic fills to improve pit operations since the handling of tailings is very sensitive to the entire mining operation, having fine material which has to comply with some processes to be able to recover and thus be able to use it.

The objective of this research was to determine the influence of hydraulic filling on the Over Cut and Fill method to improve the operations of the TJ 496 pit of the San Cristóbal mine – Minera Bateas company – Arequipa, 2022.

The methodology used was a quantitative approach. The level was Descriptive and explanatory, Experimental design. The population is the underground works and constructions of the San Cristóbal mining company of the Bateas mining company, the study sample occurred in the TJ496 pit of the Animas vein and non-probabilistic sampling technique was used field observation document analysis and daily instrument record tabs field.

The results found showed a saving of 1,011.95 dollars in filling pit 496. Finally, it was concluded that there is a relationship between the independent variable called Application of Hydraulic Fill in the Hydraulic Cut and Fill Method (Over Cut and Fill) and the dependent variable on the operations carried out in pit TJ496

Keyword: hydraulic filling, processes, operations, support, barrier, costs and accounting

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Situación Problemática

En el mundo entero la minería cumple procedimientos altos de calidad asi mismo de operaciones, en el caso del relleno hidráulico cumplen una función impórtate en el ciclo de minado, el cual pone en manifiesto algunas de los desafíos y oportunidades que surgen de la problemática de los rellenos, por ende, buscaremos las mejoras, con la finalidad de minimizar su impacto Operativo, Ambiental y Económico.

En cumplimiento de las normas legales vigentes en materia de seguridad y salud en el trabajo, la organización mejoro en el proceso del relleno hidráulico, con el fin de realizar los procedimientos escritos de trabajo seguro, en cumplimiento con lo programado, y esté de solución a la problemática identificada.

Minera bateas S.A.C es una empresa minera que se dedica a la explotación de mineral a nivel de la zona sur de Arequipa, en la actualidad La Empresa Martínez Contratistas e Ingeniería S.A. (MCEISA) presta servicios a minera Bateas en el área de perforación y voladura en los trabajos de explotación, desarrollo y avance así mismo también realiza los trabajos de rellenos, los cuales tiene ciertos problemas en la ejecución del

rendimiento de las barreras de madera en el sostenimiento en los tajos en función a los rellenos hidráulicos, y es por ello que debe garantizar el buen funcionamiento al margen de que genera inversión en el proceso.

En la empresa MCEISA en materia de estudio, se ha evidenciado que en el relleno hidráulico el rendimiento de las barreras de sostenimiento están cumpliendo al mínimo en los cálculos del factor de seguridad y en ellos se ha identificado varios causas que podrían causar daños en las operaciones, entre ellas es el uso de barreras como por ejemplo el tipo de puntal y el entablado, asi mismo se planifica la correcta colocación de ellas, también se realiza la manipulación de los relaves que proporciona al momento de realizar los rellenos hidráulicos, asi mismo con respecto al proceso inadecuadas en el momento de intervenir el tajo, el cual hay desconocimiento de las sanciones que podrían tener si se suscitara algún accidente.En la actualidad uno de los métodos de relleno con gran aceptación es el relleno hidráulico, el cual consiste en rellenar los espacios minados con la utilización de un lodo de alta densidad a partir del relave existente, por ende se debe de minimizar los riesgo en el sostenimiento para que no haya filtración de relave, asi mismo también se debe de minimizar la manipulación de relaves con los permisos escritos de trabajo seguro (PETS). En ello, se han ideado diferentes métodos de relleno que permitan mejorar la confiabilidad del sostenimiento y, de esta manera, asegurar las actividades operativas y a su vez, la seguridad de los equipos y las personas que laboran al interior de las mina; siendo el de mayor utilización el relleno detrítico transportada por medio de volquetes desde las plantas concentradoras hasta el al interior de la mina, teniendo como desventaja el tiempo de ejecución, ya que posee un rendimiento bajo, lo que hace que se eleve el costo de la operación.

A partir del problema descrito se ha visto que se debe de realizar mejoras con respecto al rendimiento del sostenimiento de las barreras, asi mismo en los procedimientos deben

de realizarse con mejoras respecto los manejos y usos de las herramientas y materiales y asi evaluar los costos operativos que podrían realizar al momento de realizar los rellenos respectivos.

Formulación del problema

1.1.1 Problema General

- ¿Cuál es la influencia del relleno Hidráulico en el método corte y relleno ascendente (Over Cut and fill) para mejorar las operaciones del Tajeo TJ 496 en la mina San Cristóbal –Empresa Minera Bateas – Arequipa, 2022?

1.1.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es el rendimiento del sostenimiento con relleno Hidráulico en el método corte y relleno ascendente (Over Cut and fill) del Tajeo TJ 496 en la mina San Cristóbal– Empresa Minera Bateas – Arequipa, 2022?
- ¿Cuál es la influencia de los procedimientos de estándares en las operaciones en relleno Hidráulico en el método corte y relleno ascendente (Over Cut and fill) del Tajeo TJ 496 en la mina San Cristóbal –Empresa Minera Bateas – Arequipa, 2022?
- ¿Cuál es la variación de costos del relleno Hidráulico en el método corte y relleno ascendente (Over Cut and fill) de las operaciones del Tajeo TJ 496 en la mina San Cristóbal – Empresa Minera Bateas – Arequipa, 2022?

Objetivos

1.1.3 Objetivo General

- Determinar la influencia del relleno Hidráulico en el método corte y relleno ascendente (Over Cut and fill) para mejorar las operaciones del Tajeo TJ 496 en la mina San Cristóbal –Empresa Minera Bateas – Arequipa, 2022

1.1.4 Objetivos específicos

- Determinar el rendimiento del sostenimiento con relleno Hidráulico en el método corte y relleno ascendente (Over Cut and fill) del Tajeo TJ 496 en la mina San Cristóbal –empresa Minera Bateas – Arequipa, 2022.
- Determinar la influencia de los procedimientos de estándares en las operaciones en relleno Hidráulico en el método corte y relleno ascendente (Over Cut and fill) del Tajeo TJ 496 en la mina San Cristóbal –empresa Minera Bateas – Arequipa, 2022.
- Determinar la variación de costos del relleno Hidráulico en el método corte y relleno ascendente (Over Cut and fill) del Tajeo TJ 496 en la mina San Cristóbal –empresa Minera Bateas – Arequipa, 2022.

Justificación

1.1.5 Tecnológica

La evaluación y aplicación de nuevos métodos y diseños que contemplen las dificultades operativas presentes en la explotación de vetas con el método de minado corte y relleno ascendente (Over cut and fill), permitirá mejorar los indicadores presentes en las operaciones mineras de este tipo, adaptando nuevos insumos, equipos y criterios operativos a todos los

parámetros que se han venido desarrollando en la etapa de relleno de la explotación subterránea.

1.1.6 Académica

En la actualmente, las diversas empresas mineras en el Perú están siendo afectadas por los relaves y costos operativos y es por ello esta investigación se basa en fundamentos de las teorías de los rellenos Hidráulicos, con el propósito de promover el conocimiento sobre rellenos en minera Bateas, es concreto evaluar los cálculos de los sostenimientos en el relleno hidráulico, cuyos resultados pueden ayudar como la información incluida en una propuesta. para razones teóricas

1.1.7 Legal

En cumplimiento al D.S. N° 023-2017-EM reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería en sus artículos 226, 227, 260, 345.

Limitaciones del Proyecto de Investigación

Durante el trabajo de investigación se encontro con varias limitaciones, a continuación, se detalla:

- Limitado acceso a la información
- Pocos recursos económicos
- Deficiencia de apoyo logístico.

Delimitaciones de la investigación

1.1.8 Delimitación espacial

El estudio se realizó en la mina San Cristóbal de la empresa minera Bateas ubicada en la provincia de Caylloma – Arequipa, el estudio se limita al relleno hidráulico método corte y relleno ascendente (Over cut and fill) en el ciclo de minado, específicamente en la veta Animas.

1.1.9 Delimitación temporal

La temporalidad toma como punto de partida el mes julio de 2022 al mes de abril del 2023, en cuyo periodo se concluyó con el trabajo planteado.

Hipótesis

1.1.10 Hipótesis General

- La aplicación del relleno Hidráulico en el método corte y relleno ascendente (Over Cut and fill) tiene influencia directa en las operaciones del Tajeo TJ 496 en la mina San Cristóbal –Empresa Minera Bateas – Arequipa, 2022.

1.1.11 Hipótesis específicas

- Con el rendimiento del sostenimiento con relleno Hidráulico en el método corte y relleno ascendente (Over Cut and fill) alcanza un factor de seguridad estable del Tajeo TJ 496 de la mina San Cristóbal –Empresa Minera Bateas – Arequipa, 2022
- La aplicación de los procedimientos de estándares en el relleno Hidráulico en el método corte y relleno ascendente (Over Cut and fill) tiene influencia

significativa en los costos y la seguridad del TJ 496 de la mina San Cristóbal – Empresa Minera Bateas – Arequipa, 2022

- Los procesos operativos muestran una variacion de los costos del relleno Hidráulico en el método corte y relleno ascendente (Over Cut and fill) del Tajeo TJ 496 de la mina San Cristóbal –empresa Minera Bateas – Arequipa, 2022

Variables e indicadores del estudio

1.1.12 Cuadro de operacionalización de variables e indicadores

Tabla 1

Tabla de variables e indicadores

Variable dependiente	**Dimensión**	**Indicador**
Mejora de las operaciones del tajeo	Producción	$/m3
Variable independiente	**Dimensión**	**Indicador**
Aplicación del relleno Hidráulico	rendimiento del sostenimiento con relleno Hidráulico	Fs
	los procedimientos de estándares en las operaciones	$ %
	Variación de costos	$/m3

Nota. Esta tabla muestra las variables con sus respectivas dimensiones e indicadores correspondientes

Metodología de la investigación

1.1.13 Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada de enfoque de la investigación es Cuantitativo, ya que usamos datos medibles y numéricos, y usamos un conjunto de procesos secuenciales para probar ciertas suposiciones (Hernández Sampieri, 2016).

1.1.14 Nivel de la investigación

El nivel de investigación es Descriptivo, Explicativo y Correlacional sobre el relleno Hidráulico y cómo influye en la variable elección de la mejora de las operaciones mineras (Hernández Sampieri, 2016).

1.1.15 Diseño de la investigación

La presente investigación es de diseño transversa, ya que usaremos los datos numéricos y promedios obtenidos del análisis de la etapa de relleno para hacer un análisis para la posterior implementación Relleno Hidráulico, y se manipulará la variable independiente de manera intencional para analizar las consecuencias en la variable dependiente (Hernández Sampieri, 2016).

Aplicación de Relleno Hidráulico> Mejorar >el Proceso de Relleno

Población y muestra

1.1.16 Población

El conjunto total de labores de explotación y construcciones subterráneas de la mina San Cristóbal de la empresa Minera Bateas (Hernández Sampieri, 2016).

1.1.17 Muestra

Se selecciono de manera NO PROBABILISTICA por conveniencia el tajo TJ496 de la veta Ánimas de la mina San Cristóbal de la empresa minera Bateas (Hernández Sampieri, 2016).

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 2

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Técnicas	Instrumentos
Observación experimental trabajo de campo	• Fotografías y Videos
documental	• Ficha de registro de datos • Diario de campo
Entrevista	• Guía de entrevista

Nota. Esta tabla muestra las técnicas e instrumentos

En la observación de campo primeramente se evaluó las actividades y condiciones en el que los colaboradores se encuentran trabajando para asi realizar la investigación correspondiente en función a la vida útil del relave. Para obtener dichos datos realizamos en la zona de relleno del tajo 496 y asi ver los puntos críticos de intervención para recolectar la información.

Procesamiento para el análisis de datos

Recolectados los datos usaremos programas de Office Word, Microsoft Excel, PowerPoint para procesar la data e interpretar los resultados las cuales se da por medio de la observación experimental.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

Antecedentes de la Investigación

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Portocarrero et al., (2021) con la investigación título traducido "Modelo de evaluación de relleno hidráulico utilizando granitoides erosionados basado en soluciones analíticas para mitigar la inestabilidad del macizo rocoso en la minería subterránea convencional." Artículo del diario Innovación, Sistemas y Tecnologías Inteligentes en Brasil, siendo el objetivo de este evaluar el modelo de llenado hidráulico basado en granitoide degradado para aumentar la estabilidad de la apertura subterránea y mitigar la roca ráfagas durante las operaciones mineras en una empresa de minería subterránea convencional. Se concluye que la aplicación de relleno hidráulico utilizando granitoide degradado se rige por las características físicas del macizo rocoso y el método de explotación. Las variables aplicadas en el modelo corresponden a una cavidad del techo incompetente, vetas sub

horizontales, brote de veta variable, estructuras mineralizadas continuas y minerales recuperados cercanos al 100%. El modelo demuestra que se logra rellenar los espacios vacíos en más del 95%, con más de 5 m sin requerirse cemento debido a una compresión uniaxial. Lográndose una resistencia cercana a 0.8 kg/cm2. El método propuesto de relleno hidráulico empleando granitoide degradado eventualmente requerirá el empleo de pozos; sin embargo, en aquellos casos en los cuales el trabajo sea realizado en un nivel superior al de la planta, se propone un el uso de un sistema de bombeo.

Altamirano et al., (2020) con la investigación título traducido "Método de llenado implementando cal hidráulica para reutilizar relaves mineros y mejorar la sustentabilidad en minas subterráneas convencionales peruanas" Articulo realizado en Brasil, siendo el objetivo propuesto implementar el método de relleno hidráulico con una dosis adecuada de cemento-cal y relaves provenientes de la mina. Los autores concluyen que la aplicación de este método ofrece ventajas a la unidad minera en estudio, entre ellas la reducción de costos, mayor productividad y mejor seguridad operativa. Para la determinación de la relación óptima de cal y cemento se realizaron cuatro ensayos, siendo el óptimo cal y cemento 1:1 obteniéndose una resistencia a la compresión simple de 10110 kPa; así mismo, el nivel de pH para esta proporción fue de 11.55, siendo la más alta entre todos los ensayos.

El empleo de este método permite aprovechar entre el 40% y 50% del relave que se genera en la unidad minera, lo que permite aumentar la vida útil de la actual presa de relaves, reducir los impactos ambientales negativos y aumentar la rentabilidad de la empresa.

Rivera (2017) como la investigación "Optimización del sistema de relleno para el método de explotación cámaras y pilares corte y relleno ascendente en la mina el roble

ubicado en el municipio el Carmen de Atrato del departamento de choco, Colombia" esta investigación tuvo como objetivo la posibilidad de disminuir los problemas de inestabilidad del macizo rocoso y con ello minimizar los riesgos de caída y fracturamiento de rocas. El método de explotación implementado en la mina el Roble se conoce como cámara y pilares corte y relleno; Este método de explotación es aplicado a depósitos metálicos de origen sedimentario. El cual consiste en arrancar el mineral por franjas horizontales y/o verticales conocidos como cámaras o tajos. Una vez extraída una franja se rellena con material estéril y/o relleno detrítico cementado, el cual sirve de piso de trabajo a los obreros y permite sostener las paredes de la cámara, y en algunos casos especiales el techo. Se optimiza del sistema de relleno dando solución al taponamiento y desgaste de las tuberías; bajando los costos de cambio de tubería taponadas y de relleno para el método de explotación cámaras y pilares corte y relleno ascendente en la mina el roble ubicado en el municipio el Carmen de Atrato del departamento de choco, Colombia.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Ramos (2021) con la investigación titulado "Aplicación de relleno hidráulico para la reactivación de la mina Encanto en la U.E.A. Parcoy de la Empresa Consorcio Minero Horizonte S.A., 2019" Esta investigación tuvo como objetivo aplicar el relleno hidráulico para lograr la reactivación de la mina Encanto en la U.E.A. Parcoy de la empresa Consorcio Minero Horizonte S. A. Las conclusiones indican que una vez realizado el análisis físico y químico del relave que se obtiene en la clasificación realizada en la planta de relleno hidráulico, obteniéndose un coeficiente de uniformidad de 5.24 y una velocidad de percolación de 6.03, siendo el pH de 7.97 y el potencial de neutralización de 11.35. Así mismo, se procedió a desarrollar un estudió de la infraestructura y geometría de las actividades a realizar en la zona, requiriéndose diez tramos de red troncal con un total de

1,566 m desde la superficie hasta legar al crucero 2,324 y 1,414 m para la rampa 2,352 positiva; siendo el diámetro para la tubería de polietileno de alta densidad de 4" y requiriéndose el uso de una bomba Feluwa. En relación al análisis de los costos, se logró una reducción US$ 0.95 al costo unitario del relleno hidráulico. Finalmente, se proyecta un aumento de la producción de un 24.50%.

Flores (2019) con la investigación "Aplicación del relleno hidráulico en Mina socorro – U.P. Uchucchacua de la Compañía Minera Buenaventura S.A.A.", esta investigación tuvo como objetivo planteado realizar una adecuada cobertura de los tajeos explotados para la aplicación de relleno hidráulico en la Mina Socorro – U.P. Uchucchacua de la Compañía Minera Buenaventura S.A.A. Se concluye que con la implementación del relleno hidráulico se podrá aprovechar entre un 40% a un 50% del relave que se obtiene del avance en las operaciones extractivas de la mina y del tratamiento de los minerales, mejorando así la vida útil de la relavera existente y minimizando el impacto ambiental. En relación con el consumo de madera por tonelada de mineral roto, se producirá una reducción de 28.40 kg/TM a 4.6 kg/TM y en el caso de las cimbras pasará de 4 cimbras/TM a no requerirse su empleo, disminuyendo el costo de sostenimiento de 5.99 $/TM a 1.83 $/TM. Así mismo, se determinó que el costo del relleno hidráulico será de 2.77 $/TM, para un costo mensual de $ 13,910.49. En este sentido, se obtendrá un ahorro neto anual de $ 166,920.

Bases teóricas y científica

2.1.3 Generalidad del relleno

El relleno hidráulico se utilizó por primera vez en 1864 en la mina Shenandoah en Pensilvania, EE. UU., para controlar el hundimiento y luego se mecanizó y optimizó para la minería subterránea. En Perú, el relleno hidráulico se introdujo en 1937 en la mina

Lourdes de Cerro de Pasco para combatir incendios y posteriormente se introdujo en el ciclo minero. El relleno hidráulico se define como material transportado como lodo a través de tuberías de 4" de diámetro. La mayor parte del material son residuos de la planta de procesamiento, (Cabezas Armellon, 2016)

2.1.4 Requerimientos Técnicos de Relleno

El desarrollo de la investigación sobre la tecnología de relleno utilizada en las minas tiene muchas justificaciones técnicas desde el punto de vista operativo, económico y ambiental. En minas subterráneas su uso en el tiempo (corto, mediano y largo plazo) es inevitable y depende del método de explotación y el tiempo de colocación (durante el minado y post minado) de la siguiente manera:

- Controlar el desplazamiento lateral de los hastiales, proporcionar un piso nivelado y estable para minar asegurando así la continuidad del ciclo de minado cuando se utilizan los métodos de explotación Corte y Relleno (Ascendente-Descendente y sus variantes) en el corto plazo; con otros métodos de explotación (Tajeos Abiertos, Almacenamiento provisional, Cráteres verticales en retroceso, Frentes largos y sus variantes) donde el relleno es post minado del tajeo la función principal es confinar el espacio abierto para garantizar la estabilidad física a temperaturas medias y bajas. Para asi evitar el fenómeno de la convergencia, el hundimiento en el largo plazo.
- Actúan como pilares y paredes artificiales, en algunos casos conformar el pilar corona, pilar-puente artificial para aprovechar los puentes mineralizados y maximizar la recuperación del mineral.
- Como material permeable, capaz de liberar rápidamente el agua contenida en su estructura, asegurando y asegurando su estabilidad fisicoquímica (Geomecánica Latina S.A., 2017)

2.1.5 Tipos de relleno

En minería subterránea los rellenos, por su naturaleza física-mecánica y condición hidráulica se clasifican en los siguientes:

2.1.5.1 Rellenos secos

Consiste en fragmentos heterogéneos de roca estéril y/o minerales (desmontes de mina), a menudo denominados relleno detrítico; si al relleno detrítico, se le añade agregados de otras granulometrías, cemento y agua en distintas proporciones se obtiene un Relleno de agregados-cementados (Relleno Cementado).

2.1.5.2 Relleno Hidráulico

Se define como el material que es transportado en forma de pulpa por tuberías. Se constituyen por "arenas gruesas mezcladas con agua y algunos aditivos para mejorar su transporte"; estas arenas gruesas (fracción gruesa del relave Cicloneados) se obtienen de los residuos (colas) que genera el proceso de concentración-beneficio de minerales en plantas concentradoras (se excluyen de esta denominación residuos con contenidos radioactivos y cianurados no destruidos), en ocasiones para mejorar sus propiedades geotécnicas e hidráulicas se utilizan materiales granulares clasificados desde canteras. En este tipo de rellenos existen ciertas restricciones de uso como son características físicas (granulometría apropiada, óptimo porcentaje de sólidos en la pulpa, una velocidad de transporte superior a la velocidad crítica para evitar la sedimentación en tuberías), adicionalmente las pulpas de relave depositadas/colocadas en las labores deben poseer propiedades adicionales como son una velocidad de percolación apropiada que permita liberar el agua de pulpa en el menor tiempo posible, un grado de cohesión para el soporte

de los esfuerzos circundantes y cumplir con los requisitos indicados (Geomecánica Latina S.A., 2017).

2.1.5.3 Relleno Agregados Cementados

Este tipo de relleno se tipifica como un relleno estructural y es preparado a partir del material estéril recuperado de la propia mina o material seleccionado en canteras con características geotécnicas adecuadas que le confieren propiedades de resistencia esperados en función a los requerimientos de diseño. Estos materiales son mezclados con agua y cemento en proporciones adecuadas para cumplir las especificaciones técnicas (resistencia). En casos que se requieren mayores resistencias se pueden variar las proporciones de los componentes e inclusive incorporar aditivos que mejoren la calidad del relleno (Geomecánica Latina S.A., 2017).

2.1.5.4 Relleno en Pasta.

Se constituyen de pastas conformadas por "relaves totales, cemento y agua" en proporciones distintas según los requerimientos técnicos, es un material viscoso, de alta densidad y bajo contenido de agua algunas características adicionales son (contenido de agua entre 10%-15% medida del asentamiento se puede realizar en el cono de Abrams Slump Test, contenido mínimo de 15% de finos menores a 20μm para asegurar un buen transporte y consistencia del relleno.

Los tipos de relleno a emplearse en una mina fundamentalmente están asociados a los métodos de explotación que en ella se definan desde el punto de vista técnico-económico, la disponibilidad de materiales, el sistema de transporte y el costo de instalación. En el caso de los rellenos transportados por tuberías (hidráulicos y pastas), el diseño de la infraestructura debe ser flexible de adaptar a los avances en la tecnología de materiales y

sistemas de transporte (bombeo por tuberías), en su defecto la infraestructura que se instale tiende a ser tempranamente obsoleta y de alto costo (desventaja competitiva) (Geomecánica Latina S.A., 2017).

2.1.6 Características de los rellenos

Se detallan las características de los rellenos en la tabla 3 mencionando su densidad final velocidad de percolación y otros para la cual se describe a continuación

Tabla 3

Características de los rellenos

Relleno / **Características**	**Detrítico**	**Hidráulico**	**Cementado**	**Pasta**	**Relaves Totales**
Densidad Final	medio/alto	baja	medio/alta	alta	baja
Velocidad de percolación	alto	alta	alta	baja	muy baja
Permeabilidad	alto	media/baja	bajo	muy baja	muy baja
Consumo de agua	ninguno	alta	medio	baja	alto
Consumo de cemento	ninguno	nulo/bajo	alto	medio	medio
Transporte	LHD	tuberías	LHD	tuberías	tuberías
Segregación	ninguno	alta	media/alta	ninguna	ninguna
Costo	bajo	moderado	alta	alto	bajo

Nota. informacion obtenida de Geomecánica Latina S.A., 2017.

2.1.7 Ventajas y desventajas de los rellenos

Se describen las ventajas y desventajas de cada relleno desarrollando en la tabla 4.

Tabla 4

Ventajas y Desventajas de los Rellenos

TIPOS DE RELLENO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Detrítico	La preparación del relleno es más económica que en otros tipos. El uso de material detrítico de labores de preparación y desarrollo reduce el costo de disposición al ser removida desde la mina y contribuye a maximizar la vida útil de los depósitos de desmonte. Ayuda a eliminar problemas ambientales.	Relleno no compactado poco resistente. No confina adecuadamente los espacios vacíos, incrementa la dilución. Puede generar condiciones inseguras de hundimiento o desprendimientos en un tiempo excesivo de exposición de espacios abiertos.
Hidráulico	Mejor soporte en las paredes de excavaciones. El transporte por tuberías es más eficiente, ágil-flexible, veloz y económico que el transporte de relleno detrítico. El relleno puesto en el vacío busca su nivel en un plano horizontal por ser un fluido, evitando el esparcimiento manual o mecánico. Reduce el volumen de relave a ser almacenado en superficie, disminuyendo costos de almacenamiento en superficie. Provee una buena superficie de trabajo para equipamiento minero, cuando tiene una adecuada clasificación granulométrica. Material permeable.	Densidad alta de La pulpa puede llevar a atoramiento de La tubería. El sistema de relleno hidráulico requiere una alta inversión de capital. -Altas velocidades en tuberías verticales largas pueden causar excesivo desgaste y deterioro de las tuberías lo cual encarece los costos de mantenimiento de la red. La introducción de agua en la mina crea problemas de sostenimiento y bombeo. Existe la posibilidad de falla hidráulica si el relleno no es drenado adecuadamente. Requiere de un control de calidad con laboratorios de suelos y mecánica de fluidos.
Cementados	Se disminuye la cantidad de aditivo aglutinante (cemento) a utilizar comparado con el relleno en pasta. La capacidad del personal para el manejo y distribución del relleno es más rápida menos fatiga y menos accidentes por maniobra de tuberías/ en caso del transporte con equipos se simplifica aún más la mano de obra.	Se necesita de un equipo para distribuir y poder compactar el relleno en el atajo. Alto costo unitario e inversión inicial. Genera las denominadas juntas frías debido a que el relleno es tendido por etapas nos existiendo una adecuada adherencia a las paredes rocosas y entre capas (zonas de

	Es un relleno estructural con mejor comportamiento mecánico que los anteriores.	debilidad que son críticas en casos de relleno descendente). Requiere de un control de calidad estricto con laboratorios geotécnicos y planta de preparación.
Pastas	Relleno estructural de alta densidad. Presentar un amplio rango de resistencias que se pueden alcanzar con un diseño y variación de las proporciones, según las solicitaciones técnicas. Mayor recuperación del agua y menos agua que ingresa a mina. Menor consumo de cemento. Extensión de la vida útil del depósito de relaves.	Requiere instalaciones con alta tecnología y a su vez es una desventaja por obsolencia tecnológica, alto costo de inversión. Se requiere de operadores altamente preparados. Material poco permeable, los tiempos de fraguado son altos. El control de calidad tiene que ser especializado incluyendo laboratorios de suelos en ensayos de materiales automatizados. Alto costo de operacional. Costos de mantenimiento alto y frecuente.

Nota. Informacion obtenida de Geomecánica Latina S.A., 2017.

2.1.8 Beneficios del uso de Relleno

La aplicación del relleno en sus distintos tipos proporciona una serie de aspectos positivos, entre los principales citamos los siguientes:

- Generan condiciones ergonómicas favorables y una percepción de mayor seguridad en las labores para los trabajadores.
- Facilitan una mayor recuperación del recurso mineral.
- Se logra mayor eficiencia y productividad en tajeos.
- Contribuyen a restablecer las condiciones de equilibrio tensional en la masa rocosa, disminuyendo riesgos de “convergencias y subsidencias” a mediano y largo plazo.

- Reducen la probabilidad de riesgos por estallido de rocas en ambientes propensos a estos fenómenos.
- Es muy favorable desde la perspectiva ambiental (reduce la exposición de depósitos de desmontes y depósitos de relaves en superficie).
- En los rellenos hidráulicos, se elimina la necesidad de utilizar recursos adicionales para esparcirlo manual o mecánicamente como es el caso de rellenos secos (detríticos y rocas con cemento).
- El relleno hidráulico por la granulometría (fina) permite confinar los espacios abiertos minimizando la convergencia de las paredes (cajas expuestas del tajeo).
- Los rellenos en pasta, relleno de rocas y rellenos cementados constituyen estructuras artificiales que sustentados en estudios detallados de materiales y diseños pueden llegar reemplazar las estructuras naturales (puentes y pilares mineralizados) con la finalidad de recuperar el mineral en condiciones de mayor seguridad. (Geomecánica Latina S.A., 2017)

2.1.9 Relleno en Mina Bateas

En Minera Bateas para la explotación de la Veta Ánimas, actualmente se emplea el método Corte y Relleno Ascendente (Over cut and fill) en sus variantes de perforación horizontal (Breasting) y perforación sub vertical (Realce hasta 75°) dependiendo de la calidad de masa rocosa asociada a la Veta y su entorno físico. La aplicación del método en estas variantes plantea una restricción fundamental para continuidad del minado que es rellenar los tajeos abiertos por ciclo de minado, para este propósito emplean como fuentes de relleno desmontes de Mina y arenas de relaves Cicloneados conformando el

Relleno Detrítico (RD) respectivamente según la disponibilidad de materiales y Relleno Hidráulico (DH)

En los siguientes párrafos se describen las investigaciones geotécnicas realizadas por GLSA, sobre los materiales de interés para cumplir con el objeto principal del estudio caracterización física-mecánica, hidráulica y geoquímica de los rellenos Detrítico en cumplimientos a los requerimientos establecidos en D.S.024-2016 y modificatorias D.S.023-2017 artículos 226° y 227° (Geomecánica Latina S.A., 2017)

2.1.9.1 Relleno Detrítico

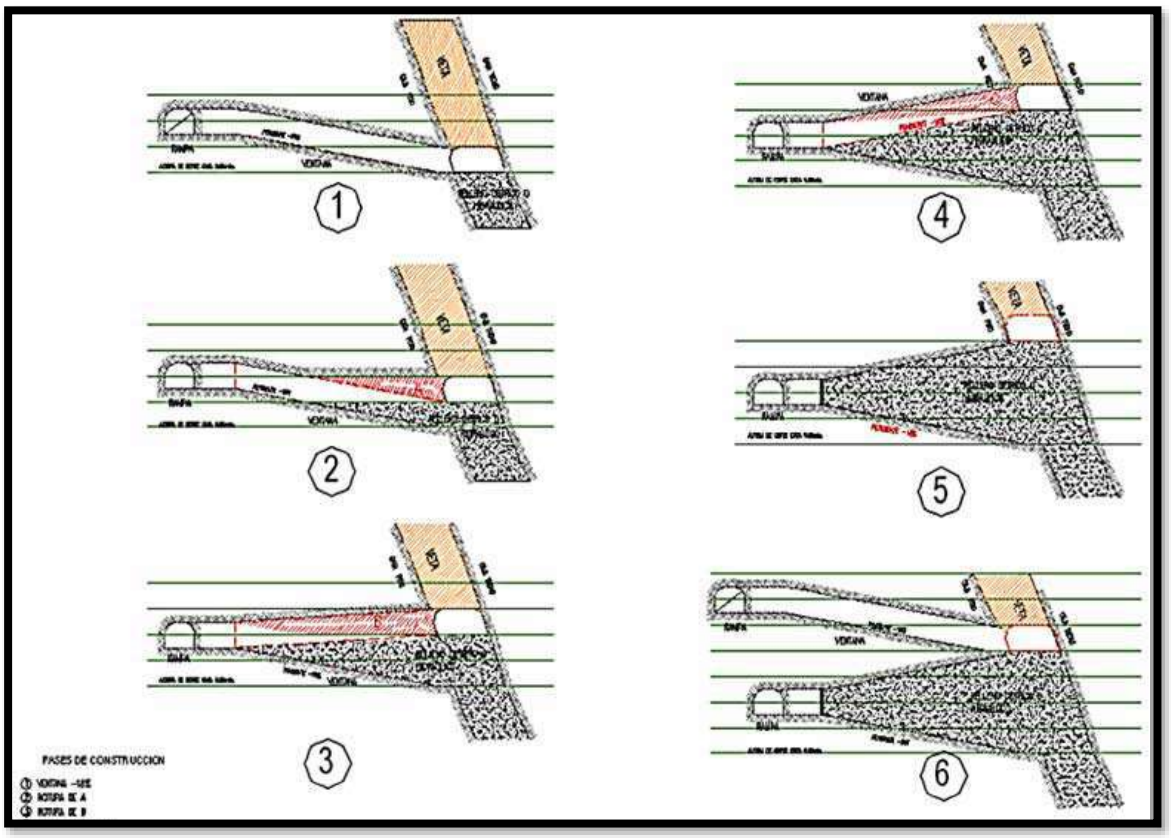
El Relleno Detrítico, empleado en Minera Bateas como se define por Desmontes de Mina obtenidos de la limpieza excavaciones en roca estéril y/o mineral de baja ley en los frentes de exploración, preparación y explotación. Este material fragmentado solo por procesos de voladura es cargado, transportado y depositado (lastrado) en los tajeos utilizando equipos LHD o a través de chimeneas de relleno aprovechando la gravedad hasta puntos cercanos al tajeo para finalmente con el apoyo de equipos LHD ser lastrados como relleno en los tajeos.

Los trabajos de preparación para rellenar tajeos con Relleno Detrítico (RD) son muy sencillos, consiste básicamente en realizar el acondicionamiento del área, marcar el nivel de relleno en los hastiales, iluminar el área de trabajo para el equipo, colocar las restricciones de ingreso al personal.

En la figura 1, se esquematiza el secuenciamiento conceptual de explotación mediante el método “Corte y Relleno Ascendente” en una sección transversal a la longitud de los tajeos en Minera Bateas con aplicación del Relleno Detrítico. (Geomecánica Latina S.A., 2017)

Figura 1

Secuencia de Explotación Ascendente con Relleno Detrítico



Nota: La figura representa la explotacion con relleno detririco.tomado la imformacion por Geomecánica Latina S.A., 2017

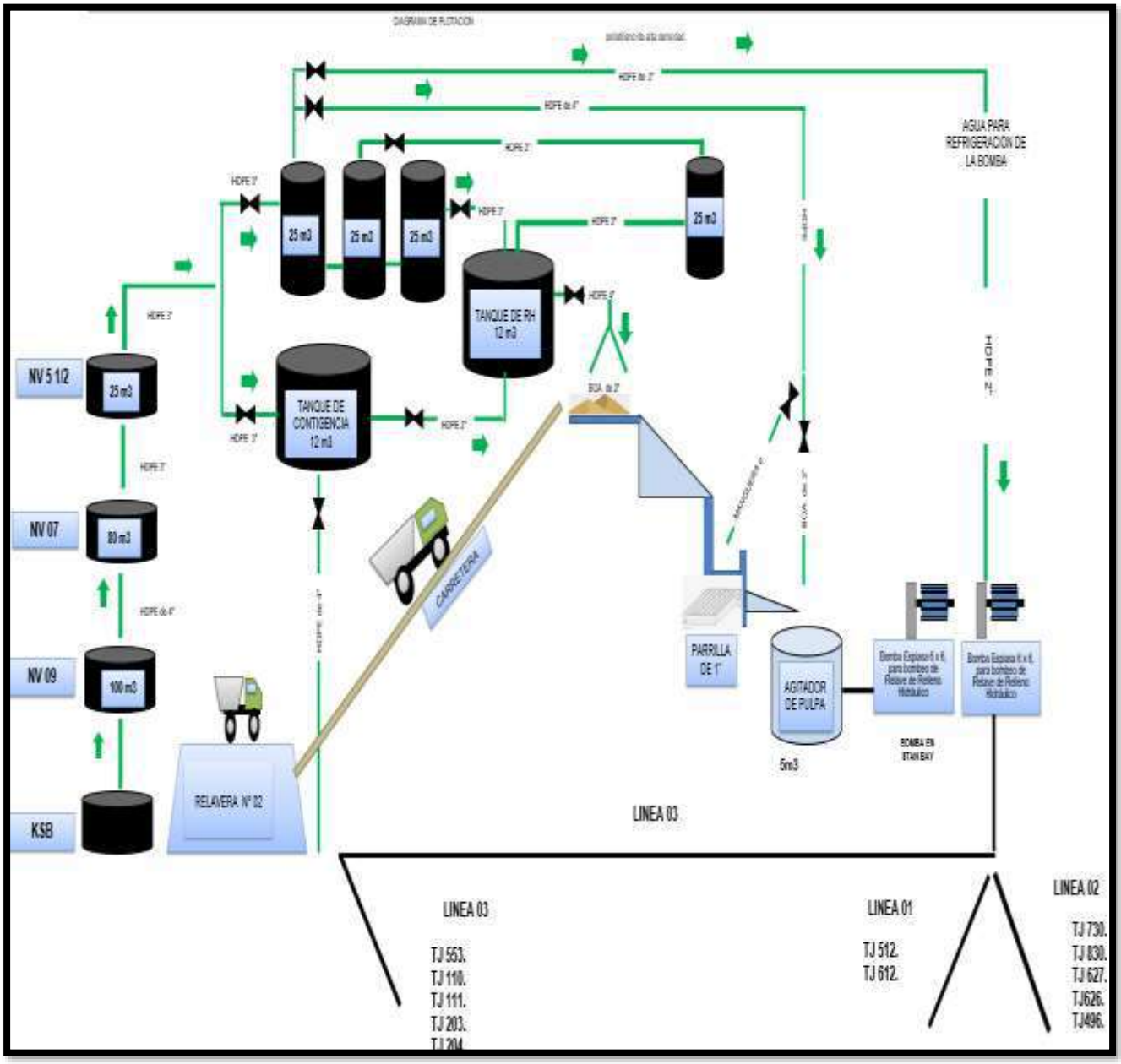
2.1.9.2 Relleno Hidráulico

El Relleno Hidráulico, empleado en Minera Bateas se constituye por arenas gruesas obtenidas del proceso de clasificación de relaves usando hidrociclones “D-15” en la Presa de Relaves 2, luego son acopiados en lugares estratégicos de la relavera para el secado y drenaje por aireación natural, desde aquí son transportados en volquetes de 12 m3 de capacidad hasta la cancha de relaves gruesos Plataforma del Nivel 5, en Superficie Planta de Relleno Hidráulico, Cota 4924 m.s.n.m.

En la Planta de Relleno Hidráulico, se inicia el proceso de preparación del relleno, según el diagrama de flujo mostrado en la figura 2.

Figura 2

Diagrama de Flujo Relleno Hidráulico



Nota. Figura obtenidos de compania minera Bateas.

Respecto a conformación y secuenciamiento del Relleno Hidráulico en Tajeos incluidos la construcción de barreras, según la variante de explotación Perforación en Breasting y Perforación en Realce, el relleno se realiza en forma total y parcial respectivamente.

2.1.10 Método Cut and fill

La minería por corte y relleno (Cut-and-fill mining) extrae la mena por medio de recortes horizontales, iniciados en un rebaje inferior en la cámara en la que posteriormente progresará la explotación. Es un método similar al de "cámaras almacén", pero las cámaras se rellenan con material suelto o cementado procedente de fuera de la propia mina porque la roca encajante requiere elementos de soporte para mantenerse estable o que las cámaras se rellenen. El mineral es arrancado en franjas horizontales y/o verticales empezando por la parte inferior de un tajo y avanzando verticalmente. A diferencia del método de cámaras almacén, en este caso las dimensiones de las cámaras pueden ser mucho más largas (entre 60 y 600 m aproximadamente).Cuando se ha extraído la franja completa, se rellena el volumen correspondiente con material estéril, que sirve de piso de trabajo para proceder a la extracción de la siguiente franja, al tiempo que permite sostener las paredes y, en algunos casos especiales el techo.

El método puede utilizarse en yacimientos que presenten las siguientes características:

- Buzamiento superior a los 50°, en roca incompetente (hastiales débiles) o de calidad geotécnica pobre, con un cuerpo mineralizado de potencia moderada y de limites regulares. Mineral moderadamente firme a débil. Yacimiento de grandes longitudes (irregularidades y discontinuidades son admisibles).
- De pequeña potencia (<30m), gran extensión y, comparativamente, con mineral de alta ley y valor (uniforme o variable, lo que puede dar lugar a una explotación más selectiva)
- De pequeña potencia (<30m), gran extensión y, comparativamente, con mineral de alta ley y valor (uniforme o variable, lo que puede dar lugar a una explotación más selectiva)

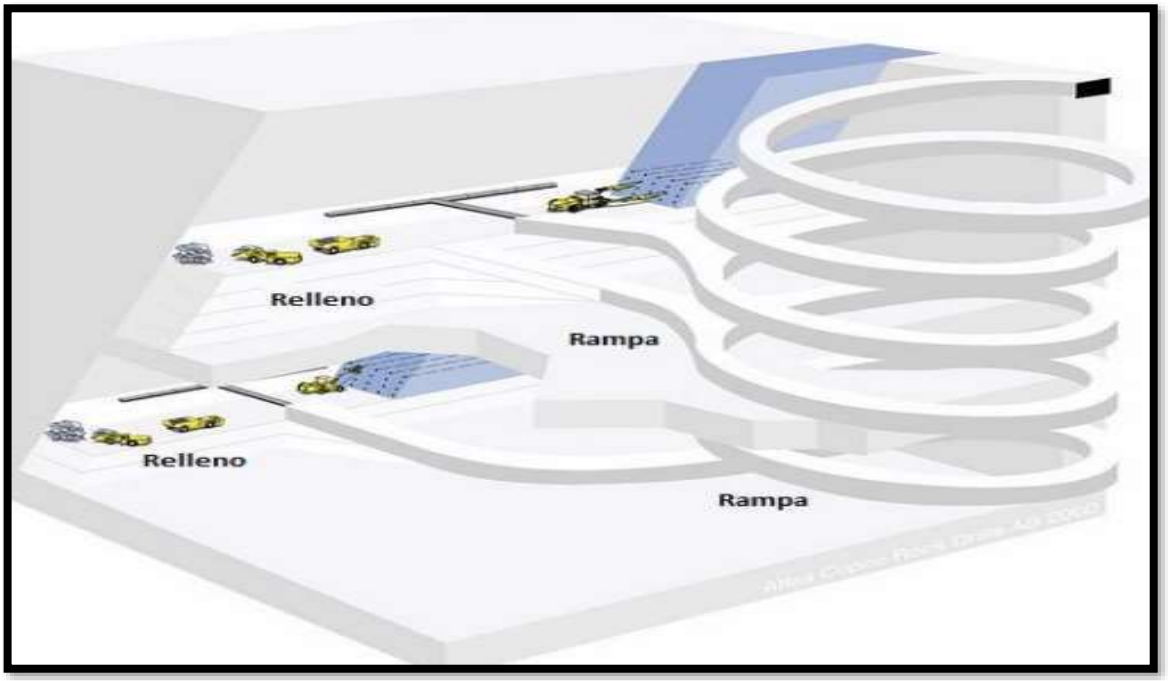
- Profundidad hasta 2000 m.

Sus principales ventajas son que la recuperación es cercana al 100%, siendo mucho más selectivo que el método de cámaras por subniveles o por VCR, lo que significa que se pueden trabajar secciones de alta ley y dejar aquellas zonas de baja ley sin explotar. Es una opción interesante cuando se tiene una forma irregular y mineralización dispersa. Es un método seguro que puede alcanzar un alto grado de mecanización. (Herrera, 2020)

En la figura 3 se aprecia los procesos a desarrollar en el método cut and fill

Figura 3

Procesos a Desarrollar en el Método Cut and Fill



Nota. Figura obtenidos de Atlas copco Rock Drills AB , 2000

Las labores de preparación para la explotación consisten en:

- Galería de transporte a lo largo del cuerpo mineralizado en el nivel principal.
- Rampa en espiral con galerías de acceso a las áreas de producción y desarrollo.
- Instalación de servicios de aire, agua dulce y salada, un sistema de drenaje

- Chimeneas para conectar con los niveles superiores y ventilación.

2.1.11 Corte y Relleno Ascendente (Over cut and fill)

Es un método ascendente (realce). El mineral es arrancado por franjas horizontales y/o verticales empezando por la parte inferior de un tajo y avanzando verticalmente. Cuando se ha extraído la franja completa, se rellena el volumen correspondiente con material estéril (relleno), que sirve de piso de trabajo a los obreros y al mismo tiempo permite sostener las paredes, y en algunos casos especiales el techo. Consiste en excavar el mineral por tajadas horizontales en una secuencia ascendente (realce) partiendo de la base del tajo. Todo el mineral arrancado es extraído del tajo cuando se ha excavado una tajada completa, el vacío dejado se rellena con material exógeno que permite sostener las paredes y sirve como piso de trabajo para el arranque y extracción de la tajada siguiente (Cordova, 2019)

Asi mismo tomar las siguientes consideraciones

- Se trabaja sobre piso de relleno mientras que el cielo de la zona de trabajo en la cámara es en mineral.
- El arranque avanza de base a cabeza de cámara.
- La mena debe ser competente.
- El relleno siempre queda al piso:
- Corte en realce con barrenos horizontales y verticales.
- Cabe la posibilidad de dejar pilares en los casos de grandes potencias.
- También en los casos de yacimientos de gran potencia, cabe acudir a relleno cementado lateral
- En muchos casos, posibilidad de avance por calles y, en este caso, los barrenos siempre serían en vertical (Herrera, 2020)

2.1.11.1 Corte y relleno ascendente convencional

El Minera Bateas utiliza el método de corte y relleno (cut and fill) en forma ascendente, semimecanizado y mecanizado, utilizando la roca de desmonte como material de relleno. El método ascendente arranca el mineral por franjas horizontales y/o verticales iniciando por la parte inferior de un tajo y avanzando verticalmente, empezando del fondo del tajo y avanzando hacia arriba.

Al extraer la franja completa, se rellena el volumen proporcional con material estéril y/o relleno hidráulico (relleno), que se usa como piso de trabajo para los obreros facilitando una plataforma mientras la próxima rebanada sea minada y a la par permite sostener las paredes, y en casos especiales el techo para el corte y relleno ascendente semimecanizado (vetas con potencias entre 0.8 m a 2.0 m), se hacen cortes con perforación semivertical (realce) con una altura aproximada de 1.8 m, teniendo una abertura para la perforación de 2.7 m.

Para el corte y relleno ascendente mecanizado (vetas con potencias mayores de 2.0 m), se hacen cortes con perforación horizontal (breasting) con una altura máxima de banqueo de 5.0 m, y un ancho de minado según las condiciones de la estructura mineralizada.

El método de corte y relleno ascendente que utiliza minera Bateas es de acuerdo a las siguientes características:

Potencia de veta entre 0.8 a 7 metros; mineral firme, y de buena ley; limites regulares del yacimiento; y en la mayoría de los tajos la roca de caja es relativamente regular permitiendo un arranque seguro del mineral.

Los cortes ascendentes con relleno se ajustan a distancias entre niveles de 50 metros en vertical; por otro lado, el mineral pobre se deja como material de relleno.

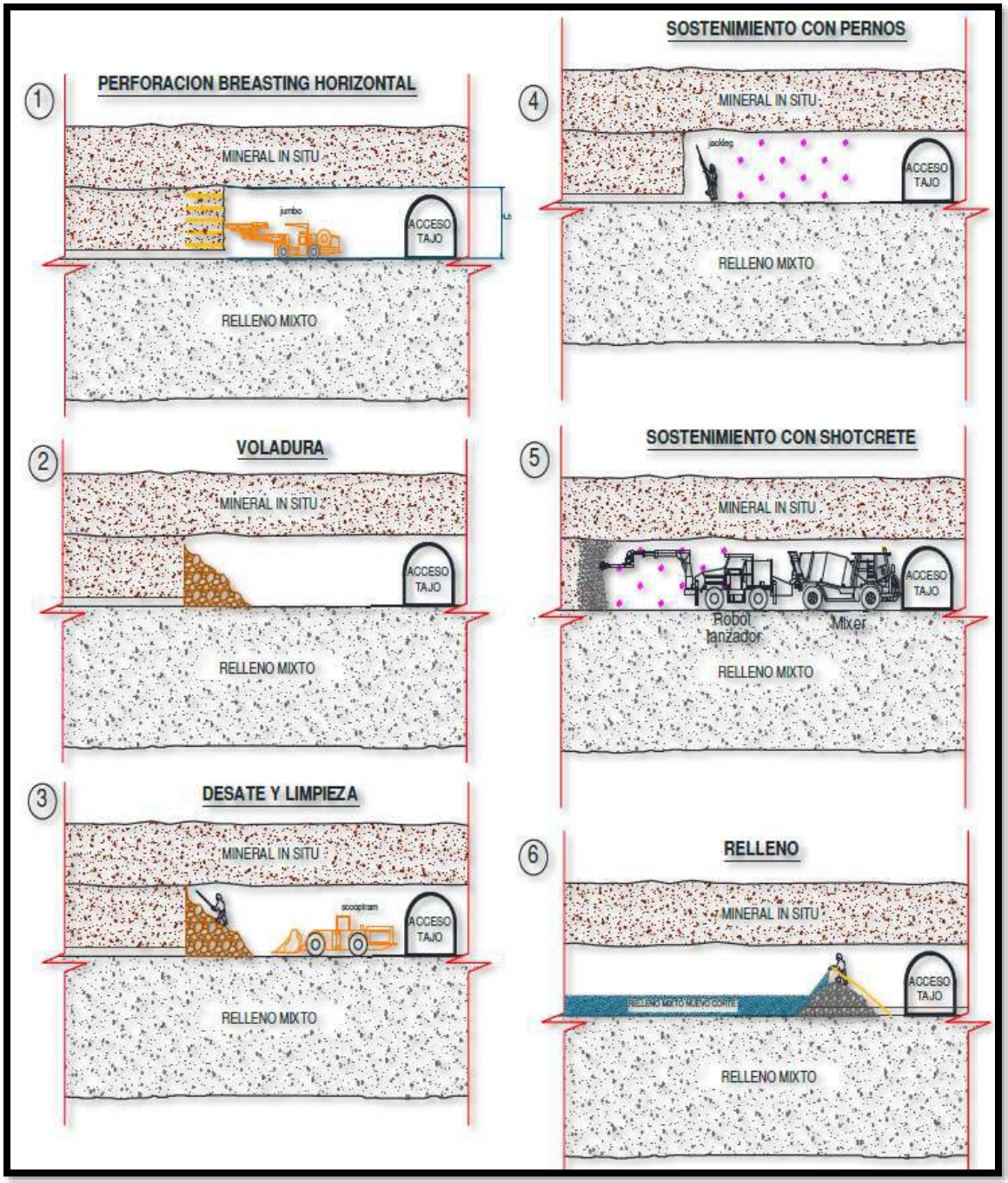
La resistencia del mineral en el techo puede ser comprobada con la excavación en el nivel mismo de la galería de base. (Huaman Tumba & Paucar Ricaldi, 2020)

2.1.12 Minado

La secuencia de minado se puede visualizar en las siguientes figuras.4,5,6, 7 y 8

Figura 4

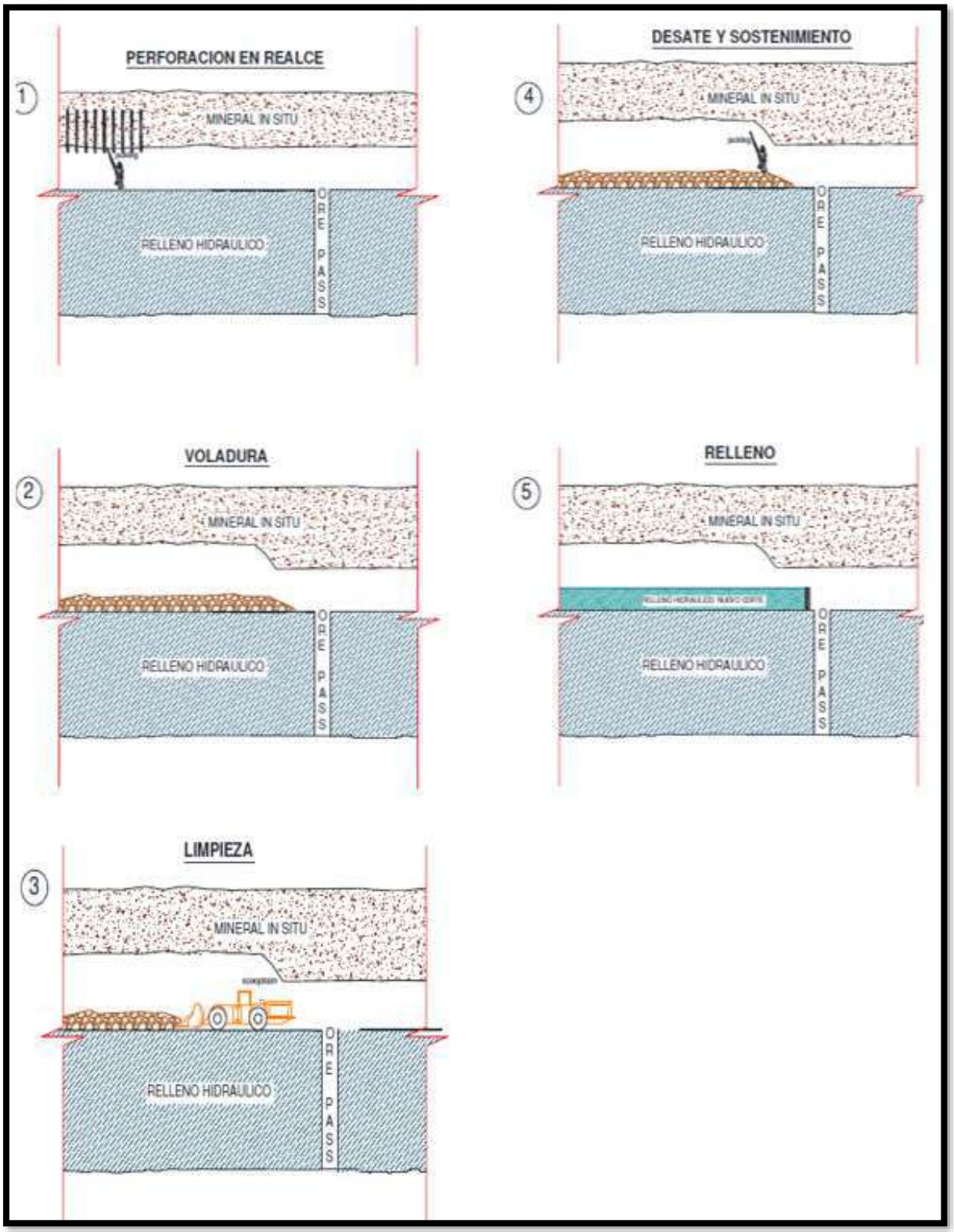
La Secuencia de Minado en Minera Bateas



Nota. Figura obtenida del departamento de Geología de minera Bateas S. A. C.

Figura 5

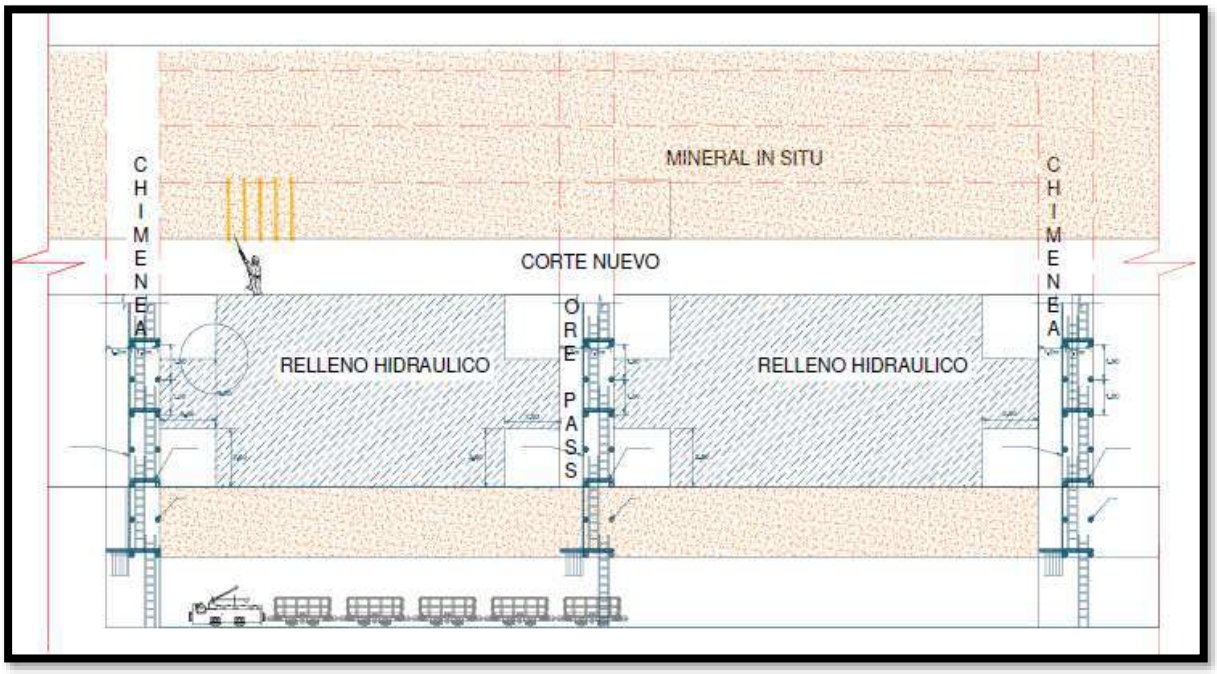
La Secuencia de Minado y la Ejecución del Relleno Hidráulico en Minera Bateas



Nota. Figura obtenida de Geología de minera Bateas S. A. C.

Figura 6

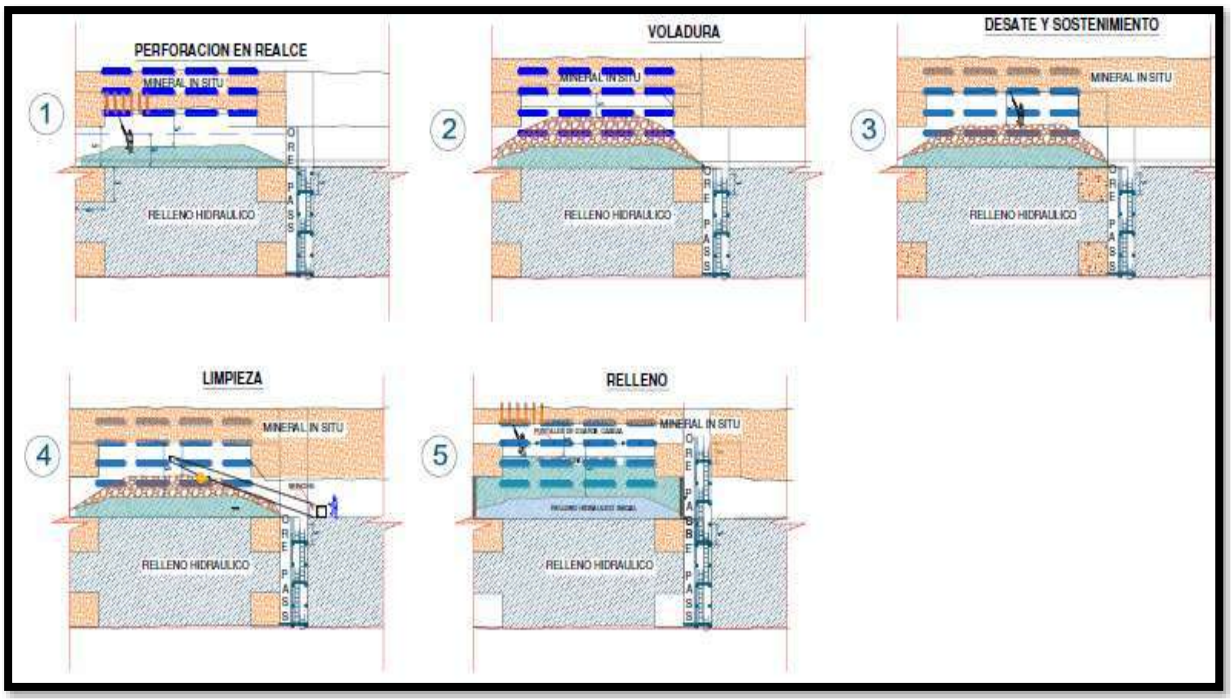
Corte y el Proceso del Relleno Hidráulico



Nota. Figura obtenida de Geología de minera Bateas S. A. C.

Figura 7

Proceso de Minado Juntamente con la Ejecución del Relleno Hidráulico



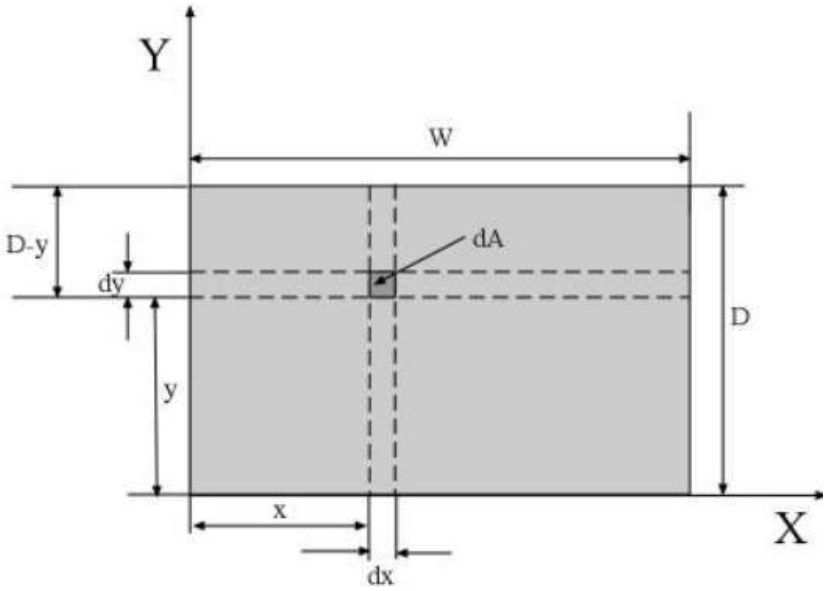
Nota. Figura obtenida de Geología de minera Bateas S. A. C

2.1.13 Fuerza horizontal resultante

Para dicho calculo analizamos dicha grafica obteniendo los siguientes datos a continuación:

Figura 8

Fuerza Horizontal Resultante



Se tiene dA=dx*dy entonces tenemos df=pdA

Este caso la presión esta dada por p=pgh=pg(D-y)

Y la fuerza sobre el elemento dA por dF=pg(D-y)dx*dy

Integramos por toda la extensión de la barrera en contacto con el agua para obtener la fuerza resultante teniendo el siguiente calculo (Vasquez Garcia, 2011)

$$Fr = \int dF = \frac{1}{2} pgWD^2$$

$$Fr = \frac{1}{2} pgWD^2$$

2.1.13.1 Densidad relativa

La densidad relativa de una sustancia es la relación entre la densidad de esa sustancia y su densidad. Otra sustancia se considera el estándar.

$$\rho_r = \frac{\rho_{sus}}{\rho_w}$$

donde: Pr= densidad relativa/ Psus=densidad de sustancias/ Pw =densidad del estándar

2.1.13.2 Peso especifico

La gravedad específica de una sustancia se define como la masa por unidad de volumen de esa sustancia.

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

Donde: Las unidades de γ son el (N/m3) en el SI y (lb/pie3) en el sistema británico. Por otro lado, debido a que w = mg = ρvg, la ecuación puede escribirse (Vasquez Garcia, 2011)

$$\gamma = \frac{mg}{V} = \rho g$$

2.1.13.3 Presión

La presión ejercida por el líquido sobre el recipiente se expresa como una cantidad tensor, la distribución normal de fuerzas sobre una superficie dada asi el número de tensores esto significa que la presión tiene muchos puntos de acción y es un síntoma normal.

Si se divide a la superficie en elementos de área ΔA cuya dirección es A vectorial Δ = Δ A vectorial de n, en donde n es un vector unitario perpendicular a la superficie, la fuerza que ejercerá el fluido sobre ΔA es ΔF⊥ ρ . Entonces la presión no es más sino la fuerza por unidad de área, esto es

$$p = \frac{\Delta F_{\perp}}{\Delta A}$$

Por otro lado, si se quiere determinar la presión en un punto, los elementos ΔA se hacen cada vez más pequeños, es decir

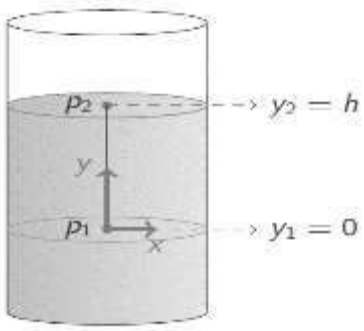
$$p = \lim_{\Delta A \to 0} \frac{\Delta F_{\perp}}{\Delta A} \qquad p = \frac{dF_{\perp}}{dA}$$

Las unidades de presión en el SI es el N/m2 unidad conocida como el Pascal

1Pa = 1 N/m2

Figura 9

Presión a una Profundidad H



La expresión anterior se puede utilizar para determinar la presión a una profundidad h de la superficie del fluido de la siguiente manera Sean p1 = p la presión a cualquier profundidad h y sea p2 = p0 (0 se refiere a profundidad cero) la presión en la superficie

del fluido. Usando la información del dibujo se obtiene la expresión P=Po+pgh (Vasquez Garcia, 2011)

2.1.13.4 Ecuación de conservación de la cantidad de movimiento

La ecuación de movimiento de un fluido expresa la Segunda Ley de Newton, esto es, que la tasa de cambio de la cantidad de movimiento de una dada porción de fluido es igual a la resultante de las fuerzas que actúan sobre esta porción. Existen diferentes formas, todas equivalentes, de escribir esta Ley

Forma integral Lagrangiana (volumen material) Sea V un volumen material rodeado por una superficie (obviamente también material) S. La cantidad de movimiento contenida en V es $\int pudV$

Su derivada total respecto del tiempo (derivada material) es

$$\frac{d}{dt}\int_v pudV = \int_v \frac{d}{dt}(pu)dV + \int_v pu(V.u)dV = \int_v p\frac{d}{dt}dV$$

donde usamos la ecuación de conservación de la masa para simplificar la expresión. Entonces, la derivada de la cantidad de movimiento contenida en el volumen V, es simplemente la suma de los productos de la masas (ρ dV) por las aceleraciones (d dt u/) de los elementos infinitesimales que integran el volumen material finito V (Vasquez Garcia, 2011)

2.1.13.5 Momento de inercia

Definimos el momento de inercia *I* de un objeto como:

$I = \sum_i m_i r_i^2$ para todas las masas puntuales que componen el objeto. Como *r* es la distancia al eje de rotación de cada pieza de masa que compone el objeto, el momento de inercia de cualquier objeto depende del eje elegido (Vasquez Garcia, 2011)

Marco conceptual

2.1.14 Relleno en minería subterránea

El relleno de mina se define como el proceso del ciclo minado en el que el material de la mina se deposita en el espacio abierto creado por la operación minera. Dependiendo del método de extracción, el relleno se puede utilizar durante la producción (como parte del ciclo de extracción para garantizar la continuidad de la producción, lo cual es una limitación) y después de la extracción para proporcionar estabilidad física después del post-cierre de tajeos. (Geomecánica Latina S.A., 2017)

2.1.15 Corte y Relleno

Un método de excavación de material y mineral en un escalón y su reemplazo con material de desecho o relaves provenientes de un concentrador (Inga, 2020).

2.1.16 Sostenimiento

Según estándares de sostenimiento en minera Bateas, es el procedimiento de colocar algún elemento estructural para mejorar la estabilidad y mantener la capacidad portante de la roca circundante a la excavación, con el objeto de movilizar y poder conservar la resistencia de la masa rocosa para que llegue al autosoporte, pudiendo ser temporal o permanente (Hector, 2020).

2.1.17 Análisis granulométrico

Determina la distribución del tamaño de las partículas o granos que constituyen un material. Esta distribución se analiza en base a su porcentaje de su peso total. La fracción muy gruesa consiste de fragmentos de rocas compuestas de uno o más minerales, pudiendo estas ser angulares, redondeados o planos. Pueden ser frescos o mostrar signos de alteración, resistentes o deleznables. Esta fracción recibe el nombre genérico de grava. En las fracciones finas y muy finas, cada grado está constituido de un solo mineral. Las partículas pueden tener formas angulares, tubulares o escamas, pero nunca redondeadas (Huamán, 2007).

2.1.18 Seguridad y salud Ocupacional en la Empresa.

La seguridad se ha venido transformando, de hecho, es un componente estratégico que mejora la capacidad competitiva de las empresas. Esto se debe al final de cuentas, la Seguridad no es más que un resultado de un trabajo bien hecho y, por consiguiente, los bajos niveles de seguridad son un indicador claro de que hay cosas fuera de control y que es necesario identificar y la implementación para asi considerar que en la empresa hay cero accidentes.

Acción Preventiva: Decisión que se toma para evitar que aparezca una situación no deseada que hemos identificado que podría ocurrir

Acción Correctiva: Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad u otra situación potencial no deseable (Colección Sapientia 178, 2021) .

2.1.19 Pulpa

Se define como pulpa a la mezcla constituida por una fase sólida y una líquida, donde la fase líquida transporta a la sólida en suspensión (Blanco, 2007).

CAPITULO III

DESCRIPCION DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION

Descripción del tajo

La zona del trabajo Tajo 496, esta se encuentra en el Nivel 09 como ya se mencionó anteriormente se originó a trabajar mediante el método de corte y relleno ascendente, para esta investigación nosotros usaremos un relleno de proporción 40% de relleno Hidráulico y 60% de relleno Detrítico, mediante esta situación se hace una evaluación para poder continuar previo al trabajo con las evaluaciones correspondientes. Actualmente la explotación de mineral se produce en zonas de terreno regular pero siempre cumpliendo con los estándares de seguridad anteriormente desarrollaban en esta proporción 30% de relleno Hidráulico y 70% de relleno Detrítico.

3.1.1 Características del tajo 496

Sección del tajo: 4.5 x 4.0 m.

Longitud del tajo: 280 m, 100m lado E y 80m lado W.

3.1.2 Características del macizo rocoso

En el macizo rocoso del nivel 09, veta Animas está compuesto con vetillas de cuarzo, rodonita y sulfuros; con una potencia de veta que va desde los 2.3m hasta los 8.0m. y una inclinación entre 45º y 55º. La roca caja considerando Piso y Techo, es de composición Andesítica, teniendo el Tipo de roca IIIA a IIIB según la clasificación de Bieniawski RMR de (45 a 60) teniendo la matriz de la estructura mineralizada, la veta presenta un tipos de roca que van desde IVA a IIIB con un RMR (31 a 44) ; en nuestra investigación se tiene un RMR de 41-50 es una roca poco blanda con una potencia de veta de 3.75m teniendo como ley de cabeza 115g/tn de plata, 0.38gr/tn de oro, 5.04% de plomo, 4.17%de zinc y 0.41% de cobre teniendo un costo equivalente de 208 $/tn.

Descripción del proceso de relleno hidráulico

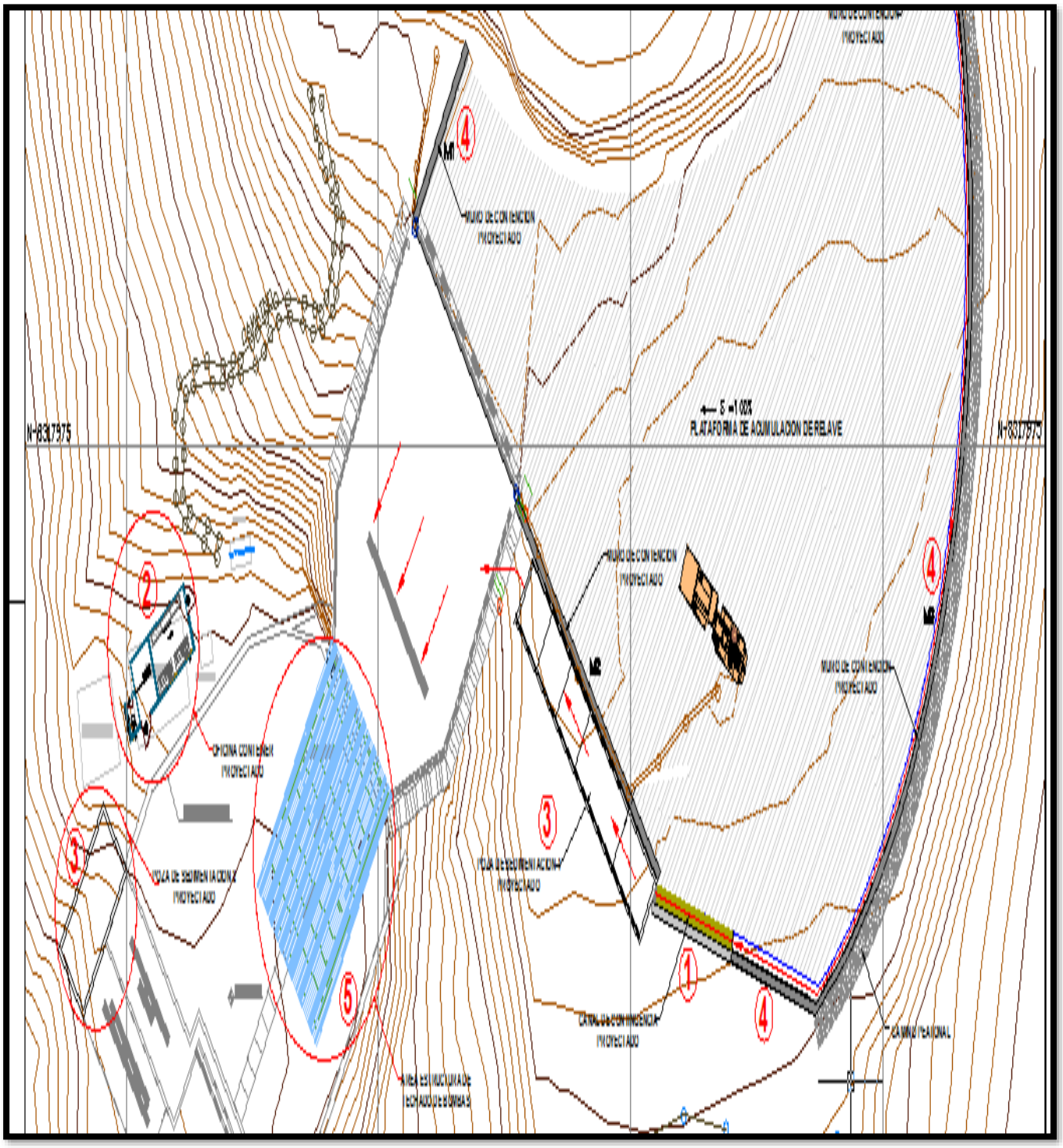
3.1.3 Planta de relleno Hidráulico - Veta Animas

3.1.3.1 Ubicación de la planta

La planta de Relleno Hidráulico está ubicada a una altitud de 4924 msnm, ubicada en el NV 05. Esta imagen se evidencia en la figura 10.

Figura 10

Ubicación de la planta de Relave



Nota. Figura obtenida de Planeamiento de minera Bateas S. A. C.

Figura 11

Zona de Almacenamiento de Relave

Nota. Es la zona de almacenamiento de relave. Figura obtenida de Geología de minera Bateas S. A. C

3.1.3.2 Descripción del proceso de Preparación relleno hidráulico.

La Planta de relleno hidráulico recepción relave grueso de la relavera N°2 en donde se tiene un hidrociclón D-15, los cuales clasifican los relaves gruesos y son removidos por una excavadora o cargador frontal para su drenaje y secado. El trasporte de relave grueso es a través de volquetes de 12 m3 que son cargados por la excavadora o cargador frontal, este relave es depositado en el Nv. 5 superficie en la planta de Relleno hidráulico, cancha de relaves gruesos.

Figura 12

Poza de sedimentación sub dimensionadas

Nota. Posa de sedimentación ya colapsadas. Figura obtenida de Geología de minera Bateas S. A. C.

La Planta de Relleno Hidráulico inicia su proceso con la alimentación de relave a la tolva con cargador frontal, el relave es diluido con agua para poder pasar el relave por una parrilla donde se clasifica el relave de bancos; luego ingresa al agitador, esta mezcla relave agua es bombeado por una Bomba Espiasa 6 x 6 refiriendo a interior mina para los diferentes tajos.

Figura 13

Infraestructuras de Bombeo

Nota. Figura obtenida de Geología de minera Bateas S. A. C infraestructura de oficinas, de caseta de bombeo

El Preparado de la pulpa de relleno hidráulico en Planta, según indica el esquema habiendo verificado el cumplimiento de especificaciones técnicas la densidad del relleno es medida con la balanza Mercy cuyos resultados están entre 1.65-1.95 g/cm3.

El bombeo de relleno hidráulico a interior mina se realiza con tubería de HDPE 4". Minera bateas ha instalado tres líneas de bombeo de Relleno Hidráulico que a continuación detallamos:

La Red de Conducción del Relleno Hidráulico, está conformada por 3 tuberías HDPE 4" Ø con sus accesorios respectivos hacia las labores (tajos), a continuación, se detallan las redes:

- Línea 01 conducción para los siguientes tajos: TJ512, TJ 612.
- Línea 02 conducción para los siguientes tajos: TJ730, TJ830, TJ627, TJ626, TJ 496, TJ 456.
- Línea 03 conducción para siguientes tajos: TJ553, TJ110, TJ111, TJ203, TJ204,

Los caudales enviados por las redes de conducción de Relleno Hidráulico se detallan a continuación:

- Línea 01 = 59.56 m3/ en la investigación esta línea se encuentra en mantenimiento.
- Línea 02 = 53.96 m3 / hora se utiliza en el Nv 09 a Nv 14.
- Línea 03 = 56.60 m3/ hora se utiliza en el Nv 16 a Nv 18.

Nuestra investigación se encuentra en el nivel 09.

3.1.3.3 Capacidad de planta

La empresa Minera Bateas S.A.C. en U.E.A. San Cristóbal viene trabajando en la extracción de minerales con el método de Corte & Relleno Ascendente, y el relleno lo realiza en un 70% Relleno Detrítico y un 30% de Relleno Hidráulico, para realizar este trabajo tiene una planta de Relleno Hidráulico con capacidad variable que esta entre 35 m3 / Hora hasta 60m3/Hora.

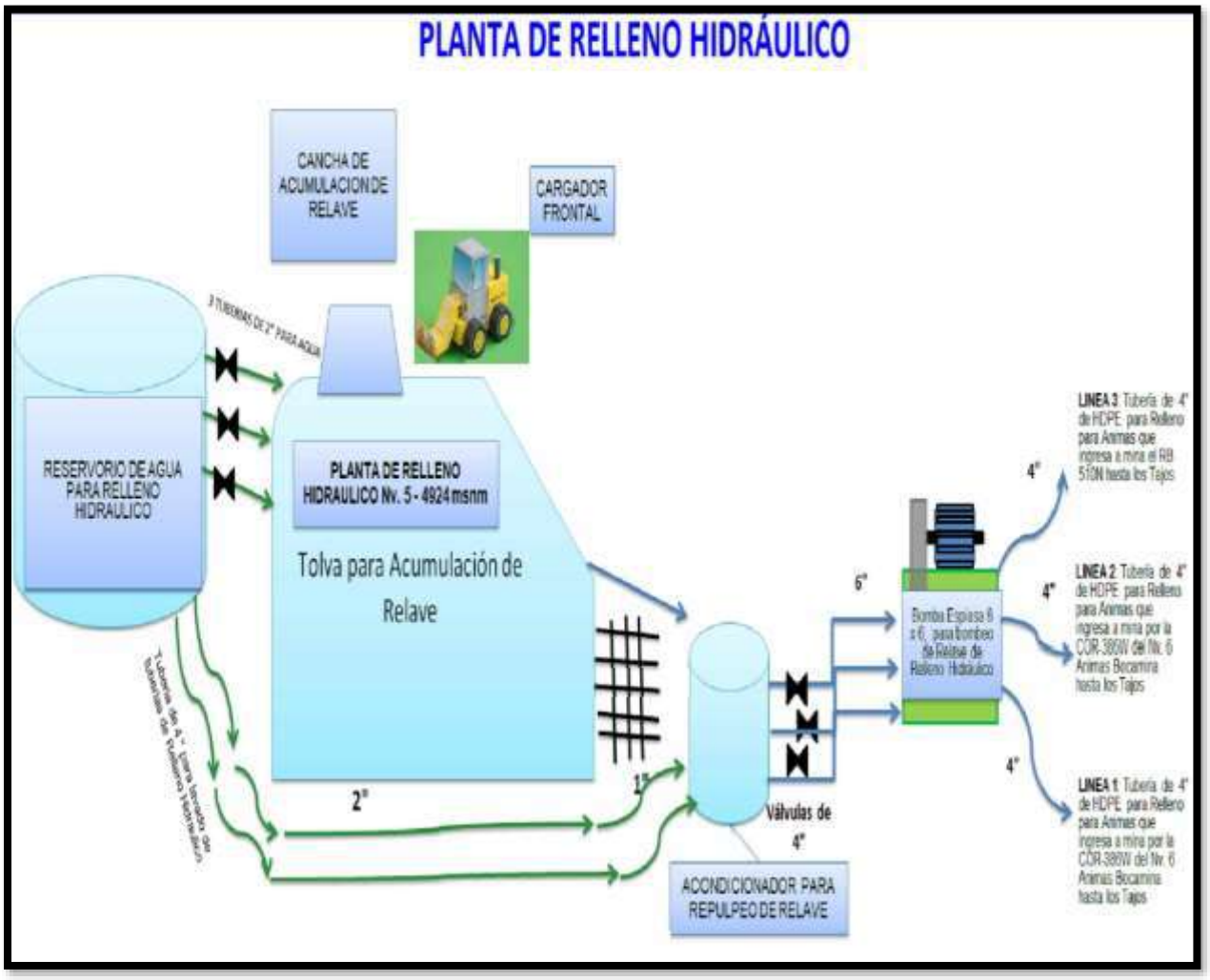
En minera Bateas, la contratista MCEISA realiza los trabajos de los rellenos hidráulicos en el que el relave sale de la planta concentradora hacia los clasificadores y esto es

bombeado a subestaciones para de ahí enviar a mina y rellenar los tajeos ya preparados y es por ello por lo que nosotros tenemos como muestra el tajo 496.

Asi mismo se evidencia en la figura 14 el esquema del relleno hidráulico y como es el ciclo de dicho relleno

Figura 14

Esquema del relleno hidráulico

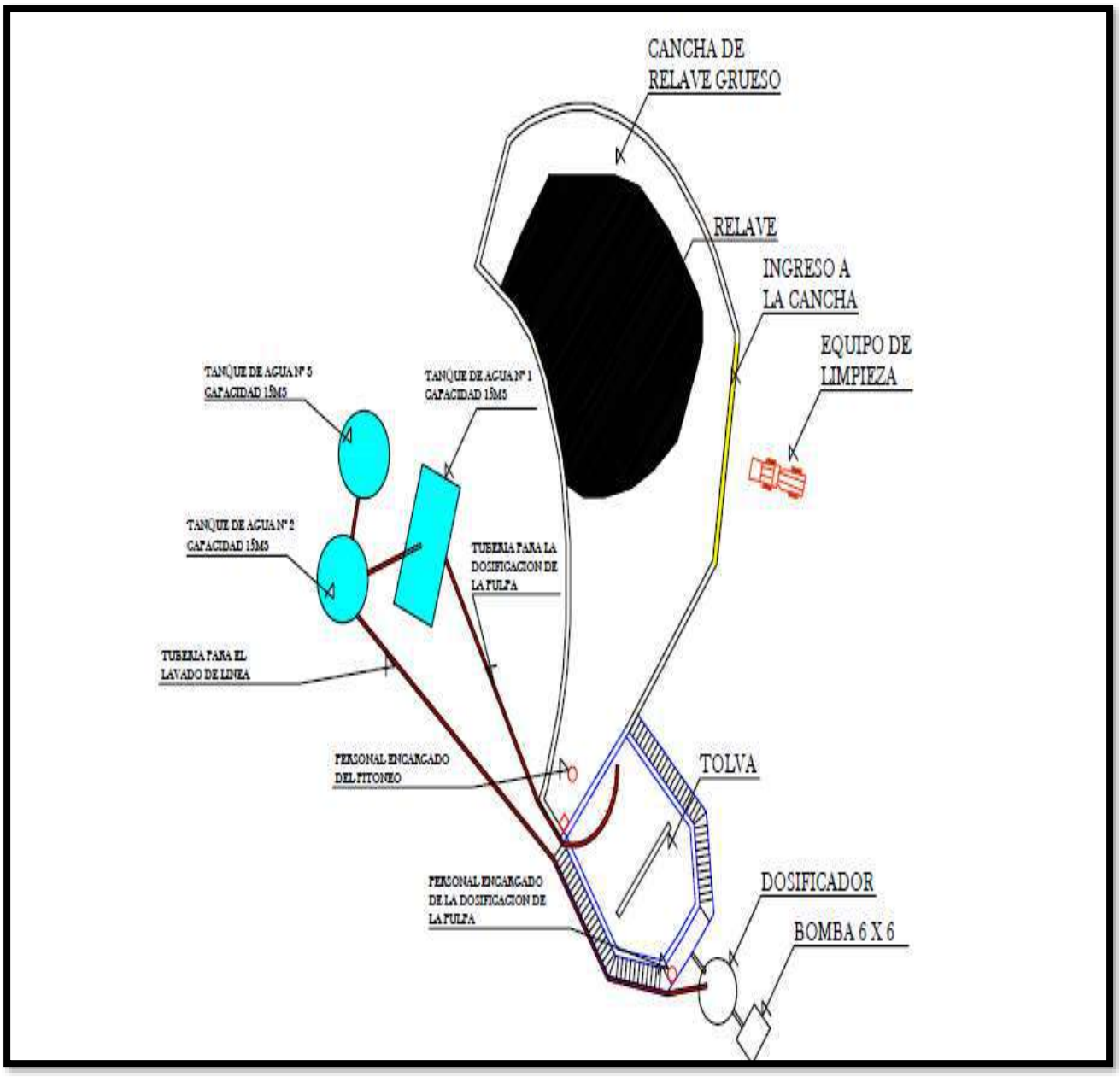


Nota. Figura obtenida de Geología de minera Bateas S. A. C describe el diagrama del relleno hidráulico

3.1.3.4 Parámetros del relleno hidráulico

Figura 15

Parámetros del Relleno Hidráulico



Nota. Figura obtenida de Geología de minera Bateas S. A. C describe los parámetros y diagrama del relleno hidráulico

3.1.4 Proceso de operaciones del relleno Hidráulico

Se realizan las siguientes etapas a descripciones generales.

Primeramente, verificamos el área del tajo 496, seguidamente realizamos la preparación de armado de barrera al ras del dique rellenado, para luego empezar el armando de nuestra barrera, se levanta las barreras de acuerdo al procedimiento establecido. Asi mismo con las barreras realizamos el sostenimiento al ras del piso y en el techo al ras de la roca y si no tenemos para topear en el techo, ponemos nuestros ángulos pata y gallos en seguida empezamos a entelar el relleno para no tener ninguna filtración por donde pueda salir el material; una vez culminado se instalan las tuberías al mismo tiempo realizamos el orden y limpieza y asi posteriormente bloquear la labor a continuación se bombea el relleno para poder rellenar el tajo 496; una vez va llenando el relleno cada distancia considerada vamos recuperando las tuberías.

CAPITULO IV

RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL RELLENO HIDRÁULICO EN EL TAJO 496.

Correspondiente a la aplicación del relleno hidráulico desarrollaremos los cálculos en función al relave fino obtenido de la planta concentradora los cuales describiremos a continuación en el anexo III y asi mismo proseguimos con los cálculos siguientes:

Cálculos en función al relave a obtener

4.1.1 Porcentaje útil del relave (PUR)

Cálculo de los factores A y B

$$\alpha = \frac{\sum A}{\sum B}$$

A = (%A (-) Feed -%A (-) Under) x (%A (-) Over -%A (-) Under)

B = (%A (-) Over -%A (-) Under)2

Donde:

α=Porcentaje fino (Over) del total de relave clasificado.

%A (-) Feed =Porcentaje acumulativo negativo de la alimentación.

%A (-) Under =Porcentaje acumulativo negativo de gruesos.

%A (-) Over =Porcentaje acumulativo negativo de finos.

PUR = 1 – α

Para dicho calculo esta adjunto el anexo III

Tabla 5

Porcentaje Útil del Relave

A	B
100.846	204.5
400.806	833.2
969.29	2046.8
1765.853	3749
2436.268	5210.1
2474.705	5270
2277.216	4821.6
0	0
10424.983	22135.192

Donde:

PUR=Porcentaje grueso (Under) del total de relave clasificado

α =0.471 Over

1-α =0.529 Under

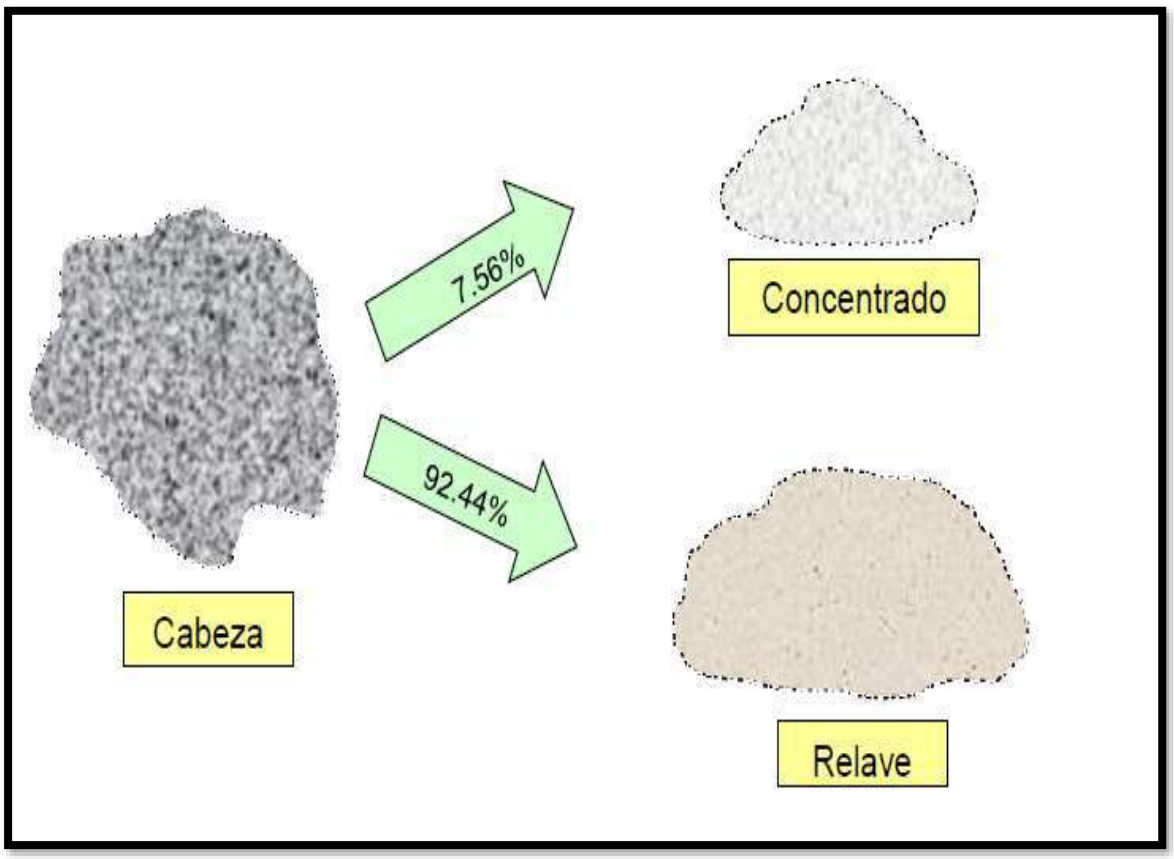
Del análisis granulométrico se puede establecer que solo el 50% a 52.9% del relave total producido en la Planta Concentradora será aprovechado para su utilización como relleno hidráulico. Por lo que el remanente será depositado en la cancha de relave

4.1.1.1 Producción de relave

Sabemos que en cabeza tenemos el concentrado y el relave por ende realizaremos los siguientes cálculos correspondientes para asi saber cuándo relave mensual tenemos, como datos tenemos las siguientes consideraciones el concentrado es 7.56%, relave es el 92.44%.

Figura 16

Producción del Relave Según el Porcentaje



Nota. Cono se ve en la figura evidenciamos con los datos obtenidos calcularemos el relave mensual en m3/mes.

4.1.2 Relave mensual obtenido

Tabla 6

Calculo del Relave Mensual

Datos	Cantidad de relave	Porcentaje	Total	Unidad
Cantidad de relave	750,000	0.9244	693,300.00	TM
Cantidad de relave Disponible para RH	693,300	0.529	366,755.70	TM

Nota. Esta tabla muestra la cantidad de relave mensual disponible para relleno hidráulico

Obteniendo los siguientes cálculos en función de Tm a m3

Datos	Convertimos de Tm A m3		Unidad
Volumen de relave Disponible para RH	366,755.70	229,222.31	TM
Relave Mensual	19,101.86		M3

Nota. En la tabla muestra la conversión de TM A M3 desarrollamos con la densidad del material de 1.60 Tn/m3

Tabla 7

Relave Mensual Obtenido

Pérdidas de la oferta actual	
Paradas	Días
mantenimiento	2
por día en m3	636.73
por 28 en m3	17,828.40

Nota. La tabla muestra que la oferta de parte de Planta Concentradora es **17,828.40m3** la cual debe ingresar a mina

4.1.2.1 Balance entre la Oferta y Demanda del relleno Hidráulico

Tabla 8

Balance entre la Oferta y Demanda del relleno Hidráulico

Incremento	D(gr/m3)	m3/hr	m3/gdia	m3/día	m3/mes	m3/mes
Envió de relave de silos a labor	1950	35.06	280.48	560.96	16,828.80	16,828.80
Envío de relave planta a silos	1650	37.06	296.48	592.96	17,788.80	17,828.40

Nota. Esta tabla muestra la cantidad de relave de planta a los silos

Oferta	Demanda	Diferencia
17,828.40	16,828.80	999.60

En la tabla se puede observar que la demanda del relleno hidráulico por parte de Mina es menor en **999.60 m3 de la que Ofrece Planta Concentradora,** por consiguiente, desarrollaremos los estándares referentes a la aplicación de relleno hidráulico en el tajo 496 para mejorar la operacionalización de las actividades.

Procesos para realizar el relleno hidráulico en el tajo 496

cuando hablamos de Procedimientos escrito de trabajo seguro también hablamos de Seguridad, la empresa tiene que hacer un esfuerzo en materia preventiva para ello consideramos lo siguiente

- Tiene que preveer de qué modo va a realizar cada tarea para hacerla bien "a la primera", de manera segura y sin consumir más recursos (personal, materiales, equipos o tiempo) de los necesarios, el coste de realizar esta prevención proactiva es inferior al coste de realizar prevención reactiva.

La principal diferencia entre acción preventiva y acción correctiva radica en el momento en que se implementa la acción, pero para ellos se evalúa el IPERC línea base que se encuentra en el anexo IV, evaluado ellos proseguimos y describimos los siguientes estándares en el relleno hidráulico.

4.1.3 Desarenado de tuberías de relleno hidráulico

4.1.3.1 Inspección del área de trabajo.

Recibir la Orden de trabajo (MCS-SEG-PR002.F01) impartida por el supervisor Asi mismo se inspeccionar el área de trabajo y usando el IPERC continúo (MCS-SIG-PR003.F01) identificar los peligros y tomar las medidas de control inmediatas para los riesgos críticos. Por consiguiente, se inspección de la distancia de arenado de la tubería; el ingeniero – Supervisor, maestro y ayudante verificaran el monitoreo de la ventilación, desatado de rocas, buen estado de los accesos, taladros para alcayatas ocasionalmente.

4.1.3.2 Cerrar la válvula de agua.

Cerrar la válvula de suministro de agua en la planta de relleno hidráulico. Por otra parte, se bloquear la vía donde se va a realizar la inspección del área a desarenar, inspeccionar la tubería, golpeando para ver los puntos de arenado, si el sonido es “agudo” es porque la tubería está vacía, pero si el sonido es “seco” indica que la tubería está llena de relave. Para asi colocar la señalización de “hombres trabajando” y/o los bastones luminosos para bloquear el acceso al área donde se realizarán los trabajos.

4.1.3.3 Desarenado de tubería.

Una vez identificado las zonas a desarenar, inspeccionar la escalera a utilizar haciendo uso del check list de pre-uso (MCS-SEG-PR001.F44) con la escalera tipo tijera bajar las

tuberías al piso usando soga de 1/2” de diámetro y dejar en un piso firme. Proseguimos a Desempalmar las hidrocoplas en una longitud aproximada de 50 metros dependiendo de la intensidad del arenado.

Para el caso de desarenado de tuberías de relleno hidráulico en chimenea o RB se deberá contar con equipo anticaídas (arnés y línea de vida) check list de arnés y línea de vida (MCS-SEG-PR001.F03) y PETAR (MCS-SEG-PR004.F01). Mediante el cual aseguramos la tubería al desarenar con soga de ½” en un punto fijo (alcayatas o cáncamos bien fijados) esto con el objetivo que la tubería no golpee con la presión de agua si se utiliza la bomba. Una vez asegurado la tubería en el punto fijo, coordinar para que se abra la válvula de suministro de agua en la planta de R/H, el tiempo dependerá de la distancia y condición de la tubería arenada. El medio de comunicación a utilizar para las coordinaciones debe ser con 02 radios portátiles (ambos niveles) o por los teléfonos de emergencia más cercanos al lugar.

Luego de haber desarenado el primer tramo de tubería, volver a empalmar colocando en un extremo de la tubería una hidrocoplas sin goma y haciendo un amarre en (ocho) con la soga de ½”, con la finalidad de evitar que se deslice la soga al jalar.

Jalar la tubería con la soga y una vez presentado asegurar con las hidrocoplas. Seguir con la misma secuencia tramo por tramo hasta haber desarenado la totalidad de tuberías.

4.1.3.4 Proceso de uso de la tubería.

Finalizado el trabajo de desarenado, las tuberías se proceden a usar con las alcayatas y haciendo uso de los ganchos, teniendo cuidado que no queden catenarias.

4.1.3.5 Realizar Orden y limpieza

Limpiar la carga producida por el trabajo de desarenado en todos los tramos requeridos (deben quedar limpio y ordenado) y retirar el bloqueo.

4.1.4 Preparación de barrera para el relleno hidráulico

4.1.4.1 Inspección del área de trabajo.

El personal debe verificar antes de dirigirse a la zona de trabajo que cuente con sus EPP´s adecuados y en buenas condiciones.

4.1.4.2 Monitoreo de gases

Verificar que la manga de ventilación este correctamente instalada de acuerdo con lo establecido en el procedimiento para el cual realizar el monitoreo de gases y registrar. Si la concentración está por encima de los LMP el personal se retirará a un área ventilada y previo Re-monitoreo ingresar al área de trabajo.

4.1.4.3 Señalizar el área de trabajo

Colocar la señalización de “hombres trabajando” para bloquear el acceso al área donde se realizará los trabajos.

4.1.4.4 Acondicionamiento de dique

Previa coordinación con el área de operaciones se realizará la asignación de labor a rellenar para lo cual se deberá instalar un dique principal y auxiliar (que servirá como punto de acopio del relleno que pueda escapar del dique principal). En la parte inferior del dique se debe instalar un cáncamo de 50 cm dentro de un taladro de servicio. Para asi asegurar el cáncamo con cuña madera utilizando el combo de 4 lb.

El maestro subirá por el dique ranfleando la carga suelta generando una ruta de tránsito segura, de ser necesario usará pico y pala para rodar algún banco de mayor tamaño. Al llegar a la parte alta del dique deberá instalar otro cáncamo a 01 m del piso del dique.

Entre los dos cáncamos se debe sujetar una soga de 1” que sirva como pasamanos para subir y bajar por el dique. Luego el maestro al bajar por el dique continuara con el ranfleo de la carga, usara una barretilla si es necesario. Asi mismo al llegar al pie del dique instalara otro cáncamo para asegurar la soga de 1” y sirva como pasamanos.

4.1.4.5 Preparación de Barrera.

Inspeccionar minuciosamente el dique y verificar que este rellenado hasta la altura del dique. Para asi trasladar los materiales (puntales, tablas, tela, clavos, etc) para realizar la barrera con apoyo de camión y/o scooptram asegurando con soga de ½ pulg, teniendo las labores de 3.5 Mts A 8.0 mts.

Asi mismo es preparar las patillas con una profundidad de 40 a 50 cm en el relleno hidráulico o detrítico espaciados recomendable de 1.2m que esta entre 1.5 a 2.0 m. Para colocar los postes sobre las patillas preparadas, los postes deben estar bien topeados a la corona espaciados entre 1.2 a 2.0 m, esto depende de la geometría del terreno.

Para Los postes que no estén bien topeados a la corona se asegurarán con soportes que deben tener una inclinación de 45 ° (pata de gallo) para evitar el deslizamiento de los postes verticales, los soportes deben clavarse al poste con clavos de 6”.

Para la manipulación de los materiales (puntales, tablas) se realizarán entre dos personas para la instalación de los puntales y el entablado de la barrera. La barrera inicial se armará hasta una altura de 80 cm de la corona de la labor en el punto más alto, este espacio libre servirá para el acceso del personal para verificar el proceso de relleno y el paso de la manga de ventilación. Por lo tanto para el acceso por la barrera se utilizará una escalera el cual deberá estar correctamente asegurada en la parte superior de la barrera.

4.1.4.5.1 Entelado

Medir el área a entelar con ayuda del ayudante se procederá a cortar con el cúter; trasladar la tela a la zona a entelar para asi utilizar el taladro (con batería) en zonas de shocrete asi mismo perforar taladros a cada 50 cm hastiales y corona. Una vez perforado los taladros se insertará los tacos de madera.

Extender la tela arpillera y cubrir todo el contorno asegurando con clavos de 3, la tela deberá cubrir el hastial de la labor de acuerdo a su geometría de tal forma este correctamente pegado al hastial y el confinamiento del relleno sea optimo. Por el piso al pie de la barrera se hace una canaleta a pulso con pico y pala; luego se entierra la tela arpillera para evitar posibles fugas de relave. Se debe realizar orden y limpieza asi mismo al fin de la instalación; se hace orden y limpieza, se retira todo material sobrante en el área de trabajo.

4.1.5 Relleno del Tajo 496

4.1.5.1 Inspección del área de trabajo

Recibir la Orden de trabajo (MCS-SEG-PR002.F01) impartida por el supervisor. Para asi inspeccionar el área de trabajo y usando el IPERC continúo (MCS-SEG-PR003.F01) identificar los peligros y tomar las medidas de control inmediatas para los riesgos críticos. Inspeccionar minuciosamente el relleno detrítico, el dique principal y auxiliar (si requiere), instalaciones de las tuberías y condiciones de seguridad. Se debe de verificar que la labor a rellenar cuenta con la manga de ventilación.

4.1.5.2 Monitoreo de gases

Antes de ingresar al área de trabajo realizar el monitoreo de gases. Si la concentración está por encima de los límites máximos permisibles por ningún motivo se deberá ingresar

(ventilar la labor) y posterior aun tiempo prudente que haya ventilado la labor realizar el re-monitoreo.

4.1.5.3 Señalizar el área de trabajo

Colocar la señalización de “hombres trabajando” para bloquear el acceso al área donde se realizarán los trabajos.

4.1.5.4 Inspección de tuberías en superficie e interior mina

La inspección de las líneas troncales se realizará sólo en el turno día en superficie. Asi mismo la inspección de las líneas troncales debe iniciar en la planta de relleno hidráulico en el Nv 05, hasta la bocamina del Nv 08.

El supervisor acompañado de un trabajador deberá inspeccionar semanalmente las líneas troncales en superficie e interior mina. Se deberá verificar el buen estado e instalación de la tubería identificando rajaduras desempalmes y verificando las hidro coplas. Mensualmente se desempalmará las tuberías para verificar el posible desgaste de las mismas.

En zonas de riesgo en interior mina el supervisor coordinará con seguridad, el área de servicios y geomecánica para realizar la inspección.

4.1.5.5 Relleno detrítico y conformación del dique para relleno hidráulico.

El Operador de scooptrams realizará el relleno detrítico se realizará en avanzada y desde el punto señalado por el supervisor. Para asi conforme se vaya acumulando la carga se deberá ir nivelando de tal manera que se genere un acceso para el equipo y la carga quede distribuido de caja a caja. Luego de concluir el relleno del tajo en avanzada, se iniciará el rellenado en retirada.

Para tajos en realce la altura mínima de luz del relleno detrítico a la corona será de 1.5 a 2.0 m y para tajos en breasting será 1.5 m. Asi mismo para la conformación del dique se debe usar o seleccionar obligatoriamente carga con granulometría moderada proveniente de un frente de avance.Debemos colocar el dique dejando una luz por el suelo de 2.5 m hasta 3.5 al relleno detrítico para el posterior entelado. Y por último compactar la carga conforme se acarrea procurando mantener un talud de 45°.

4.1.5.6 Acondicionamiento del dique

En la parte inferior del dique se debe instalar un cáncamo de 50 cm dentro de un taladro de servicio. Así mismo asegurar el cáncamo con cuña madera.

El maestro subirá por el dique ranfleando la carga suelta generando una ruta de tránsito segura, de ser necesario usará pico y pala para rodar algún banco de mayor tamaño. A llegar a la parte alta del dique deberá instalar otro cáncamo a 01 m del piso del dique. Entre los dos cáncamos se debe sujetar una soga de 1" que sirva como pasamanos para subir y bajar por el dique. Luego el maestro al bajar por el dique continuara con el ranfleo de la carga, usara una barretilla si es necesario. Al llegar al pie del dique instalara otro cáncamo para asegurar la soga de 1" y sirva como pasamanos.

4.1.5.7 Relleno de tajo 496

Instalar la tubería de HDPE por la ventana en las alcayatas de servicio hasta el inicio del dique. Para levantar la tubería en las intersecciones y urnas se deberá utilizar una soga de ½" de 06 metros asegurando con cable flexible y grampa grosby. Asi mismo del inicio del dique la tubería de HDPE ira instalada por la corona a 0.70 m hasta la barrera. Para tajos en realce la instalación de tubería de HDPE se realizará hasta el tope del tajo a una altura de 1.30 del relleno detrítico asegurando con cable flexible y grampas grosby.

Para tajo en breasting se instalará tubos de PVC a 20 cm de la corona desde la barrera hasta el tope del tajo. Se sujetará haciendo uso de tela arpillera a un elemento que garantice la correcta sujeción de los tubos durante el relleno. Se puede hacer uso de cuñas de madera, alcayatas y cable flexible. Los tubos de PVC de 4" quedaran enterrados en el tajo y no será recuperaran. Se debe instalar la tela arpillera entre el relleno detrítico y el dique para contener posibles fugas de relleno. Para pedir agua comunicándose por teléfono o radio al personal de la planta de R/H. Descargar agua durante 10 a 15 minutos dependiendo de la distancia y línea a rellenar, a fin de asegurar que la línea de relleno se encuentre en óptimas condiciones. Pedir relleno Hidráulico comunicándose por teléfono o radio al personal de la planta de R/H. El relleno del tajeo tiene un rendimiento de 50.48 m3/hr para la línea N°03, 53.96 m3/hr para la línea N° 02 y 79.56 m3/hr para la línea N° 01. en promedio según la cota y el tajo en cuestión, se deberá chequear flujo, densidad, presión, continuidad, avance y posibles fugas de relleno. Debemos de verificar constantemente que las tuberías HDPE no sean enterradas por el relleno hidráulico, además de controlar que el volumen no exceda la rasante. Si es para realce.

Si el relleno en el tajo es para realce considerar la altura de 2.0 m, dejando uniforme toda el área. Asi mismo si el relleno en el tajo es para breasting considerar una altura de 1.5 m para iniciar con el armado de barrera de relleno hidráulico.

Al concluir la tarea se dará la orden de parada de relleno por teléfono o radio al personal de planta, esperar que el flujo de carga y el lavado culmine. Si el relleno de tajo queda concluido, desinstalar y recuperar las tuberías de HDPE de los tajos en realce.

Para los diques en las ventanas se repetirán los pasos y alturas anteriores (desde 1.5m a 2.0m de luz para realce y 1.5m para breasting), incluyendo la instalación de la soga pasamanos y dique auxiliar. Y por último el dique deberá ubicarse en la ventana hasta 3 m del filo de la intersección del tajo.

4.1.5.8 Realizar orden y limpieza

Al finalizar el trabajo se hace orden y limpieza, retirar todo material sobrante en el área de trabajo.

4.1.6 Envió de pulpa al tajo 496

4.1.6.1 Inspección del área de trabajo

Recibir la Orden de trabajo (MCS-SEG-PR002) impartida por el supervisor. Asi mismo se inspeccionar el área de trabajo usando el IPERC continuo (MCS-SEG-PR003) y tomar las medidas de control inmediatas para los riesgos críticos. Se debe de realizar la inspección de tuberías en superficie antes del lanzado de relleno hidráulico, que ahora corresponde a un tramo de 400 m usando la llave mixta de 19 y 22mm para el ajuste de los pernos de la hidrocoplas y llave mixta de 14mm para pernos grosby.

Levantar suavemente cada 10 m la tubería para verificar si está congelada en algún punto. En el caso de identificar congelamiento se golpeará la tubería con la comba de 4 Lb en la circunferencia de la tubería, dar golpes espaciados 20 cm en avanzada hasta descongelar la tubería o boa.

4.1.6.2 Envío de pulpa

Verificar la cantidad suficiente de agua en los reservorios, relave en cancha y tolva, el funcionamiento del sistema de refrigeración de la bomba 6 x 6 y verificar el nivel 9 de aceite, radio portátil, tuberías y válvulas de ingreso y salida, accesos y herramientas.

Abastecimiento de agua; coordinar vía radio portátil con el operador de bomba KSB para poder abastecer agua antes y durante el proceso de envío de pulpa. Por otro punto el abastecimiento de relave; coordinar vía radio o teléfono con balanza para el abastecimiento de relave en la cancha de la planta, luego se precederá al abastecimiento

a tolva con Scoop o cargador antes y durante el envío de pulpa. Antes que el ayudante pulpero ingrese a la tolva tendrá que activar la alarma para indicar al operador del cargador frontal o Scoop que se está realizando trabajos en la tolva. Para si dentro de la tolva manipulara la boa y controlara la cantidad de agua que se requiera abastecer.

Cuando termine de manipular la boa y calibrar el agua apagara la alarma para que el cargador frontal y/o Scoop inicie a abastecer de relave a la tolva. Cuando este activado la alarma el cargador o Scoop no podrá realizar el abastecimiento de relave a la tolva. Envió de pulpa; coordinar con el personal de la labor a rellenar vía teléfono o radio, primero se envía agua por un lapso de 10 a 15 min. de acuerdo con la distancia, esperar la confirmación del personal para poder enviar pulpa.

El personal pitonero de la planta de relleno hidráulico, que controla él envió del agua debe inspeccionar y rellenar su check list de arnés y línea de vida. Una vez recibida la confirmación se enciende la bomba 06 x 06 y se envía agua con un tiempo de 01 a 03 min. Seguidamente se empalma carga con relave incrementando y mantener uniforme la densidad de la pulpa. Paralización de envío de pulpa; se procede a paralizar una vez recibida la información del personal que está a cargo de relleno hidráulico vía radio portátil. Por otra parte el maestro pulpero realiza las coordinaciones mediante Balanza.

El ayudante pulpero luego procede a cortar el agua y el maestro pulpero abre la válvula y procede a lavar la tubería por un tiempo de 10 a 18 min. De acuerdo con la distancia de la labor, luego se apaga la bomba 06 x 06.

4.1.6.3 Realizar orden y limpieza.

Una vez concluida él envió de pulpa se procede a limpiar la parrilla, gradas y plataforma de trabajo, dejando desfogadas todas las válvulas para evitar congelamientos.

Cerrar correctamente las válvulas de agua de la salida de los reservorios al finalizar el envío de pulpa para evitar algún congelamiento en la tubería o boa. Y por otra parte se debe reportar cualquier fuga de agua por la válvula inmediatamente.

4.1.7 Medición de la densidad de pulpa

4.1.7.1 Inspección del área de trabajo

Recibir la Orden Escrita (MCS-SEG-PR002.F01) por parte del supervisor. Asi mismo se debe verificar la ventilación e inspeccionar las condiciones en la labor a desatar, usando el IPERC continuo (MCS-SEG-PR003.F01) y tomar las medidas de control inmediatas para los riesgos críticos.

4.1.7.2 Medición de densidad de pulpa en interior mina.

Inspeccionar minuciosamente la balanza MARCY que se encuentre calibrada y que cuente con su accesorio completo, asegurarse que esté limpio el recipiente de 01 litro.

Revisar y realizar el redesatado de rocas sueltas de toda el área de trabajo, tener la altura necesaria para tomar muestras de la densidad de pulpa. Asi mismo debemos colocar la balanza Marcy en un lugar seguro, para poder realizar la medición de la densidad de la pulpa. Se debe de Pedir relleno Hidráulico comunicándose por teléfono o radio al personal de la planta de R/H.

Desde el inicio del Relleno Hidráulico esperar un promedio de 30 min. Para poder medir la densidad de la pulpa. La medición se realizará por tajos durante la guardia. Para asi tomar una muestra de pulpa en el recipiente de 1000 (01 litro), directamente de la punta de la tubería de relleno hidráulico.

Llevar la muestra de la pulpa y colocarlo en la balanza Marcy, leer la aguja en cuanto mide la densidad de la pulpa, si es necesario volver a tomar otra muestra de pulpa para tener un dato más exacto.

4.1.7.3 Medición de densidad de pulpa en superficie

Inspeccionar minuciosamente la balanza MARCY que se encuentre calibrada y que cuente con su accesorio completo, asegurarse que esté limpio el recipiente de 01 litro. Debemos de colocar la balanza Marcy en un lugar seguro, para poder realizar la medición de la densidad de la pulpa.

Tomar una muestra de pulpa en el recipiente de 1000 (01 litro), directamente de la punta de la tubería de relleno hidráulico. Si la muestra fuese tomada en la planta de RH (superficie), la medición de la densidad se realizará directamente del hidrociclón. Por último, se debe de llevar la muestra de la pulpa y colocarlo en la balanza Marcy, leer la aguja en cuanto mide la densidad de la pulpa, si es necesario volver a tomar otra muestra de pulpa para tener un dato más exacto.

4.1.7.4 Realizar orden y limpieza.

Al final de cada medición hacer orden y limpieza de los accesorios de la balanza Marcy

Parámetros del sostenimiento del tajo con relleno hidráulico.

Según el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería (Decreto Supremo 024-2016-EM) establecemos los parámetros para realizar la ejecución de relleno hidráulico en los tajo 496 a través de tuberías de polietileno de 4” de diámetro tomando todas las medidas de control para su ejecución, desde la clasificación en el nido de hidrociclones, hasta su disposición final en el tajo, asimismo realizar el drenaje de los

efluentes generados por la actividad propia, tomando todas las medidas de control para minimizar los peligros y riesgos asociados a la actividad. Por otra parte, desarrollamos la mejora en el sostenimiento de barreras para contener al relleno hidráulico las cuales describimos a continuación

Caso 1 la proporción del relleno hidráulico 30% y relleno detrítico un 70%

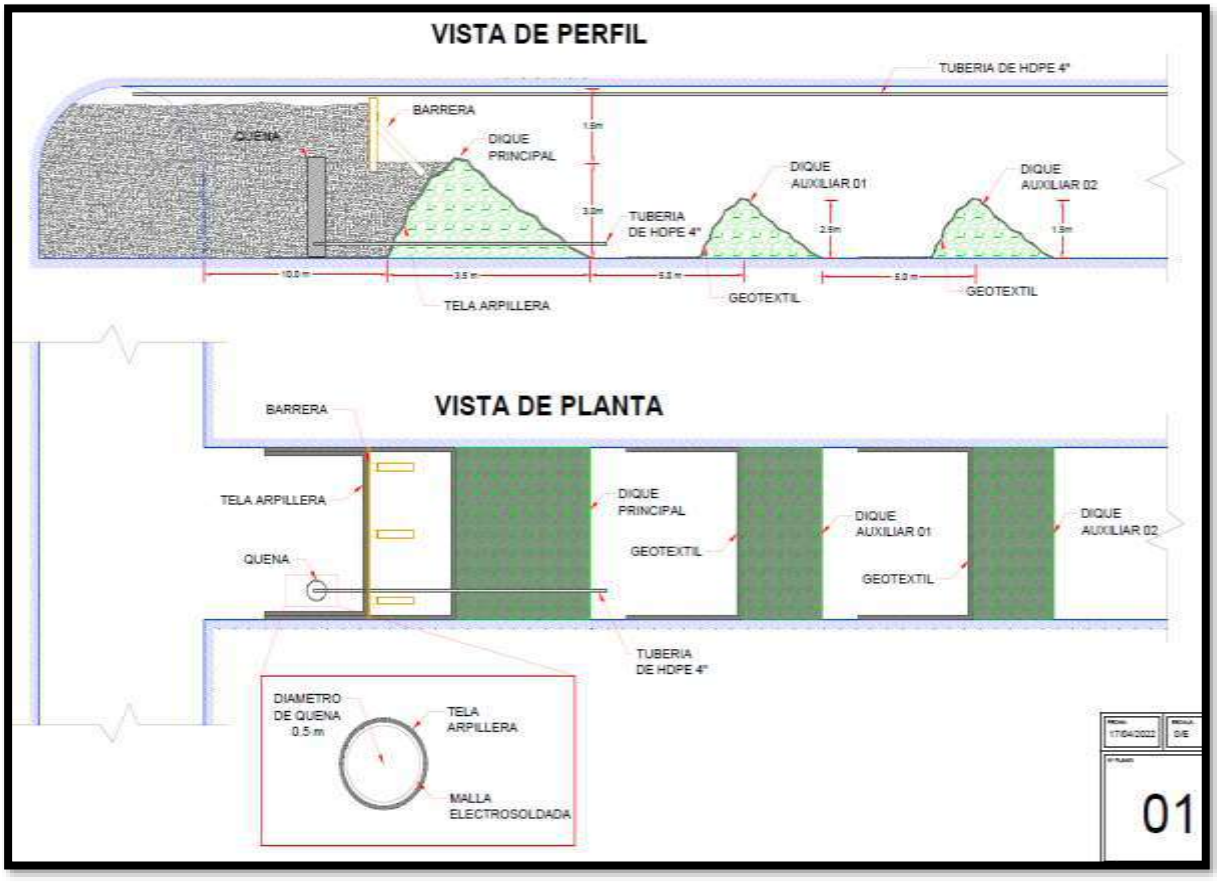
Caso 2 la proporción del relleno hidráulico 40% y relleno detrítico un 60%

sostenimiento para realizar el relleno hidráulico

en el tajo de investigación tenemos que es de forma horizontal por el que tenemos las siguientes grafica indicando la vista frontal y la vista lateral.

Figura 17

Vistas Sostenimiento para Realizar el Relleno Hidráulico



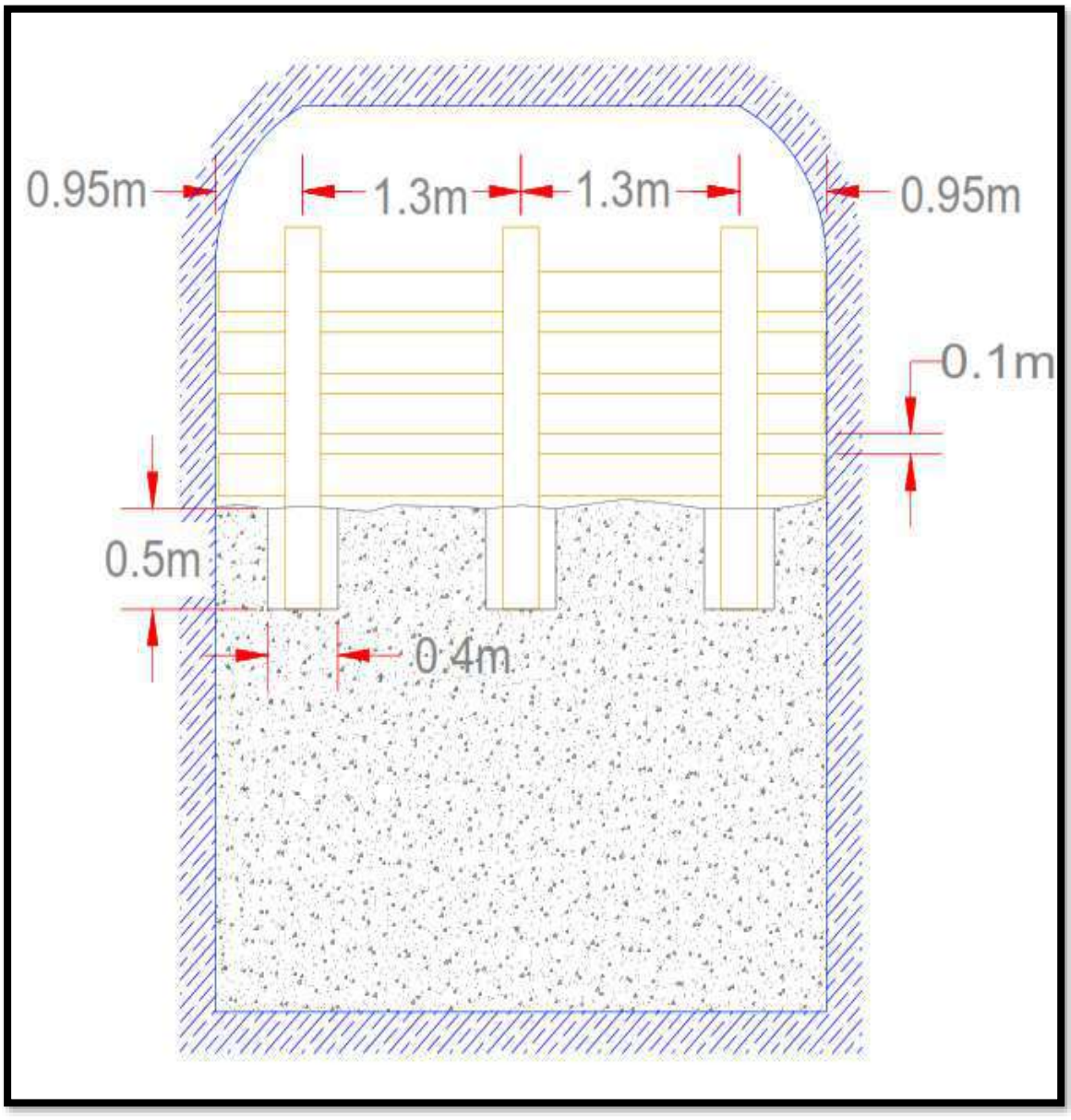
Nota. Figura obtenida de Geología de minera Bateas S. A. C

4.1.8 sostenimiento en ejecución del relleno hidráulico

4.1.9 barreras empleadas para el relleno hidráulico en labores de avance

Figura 18

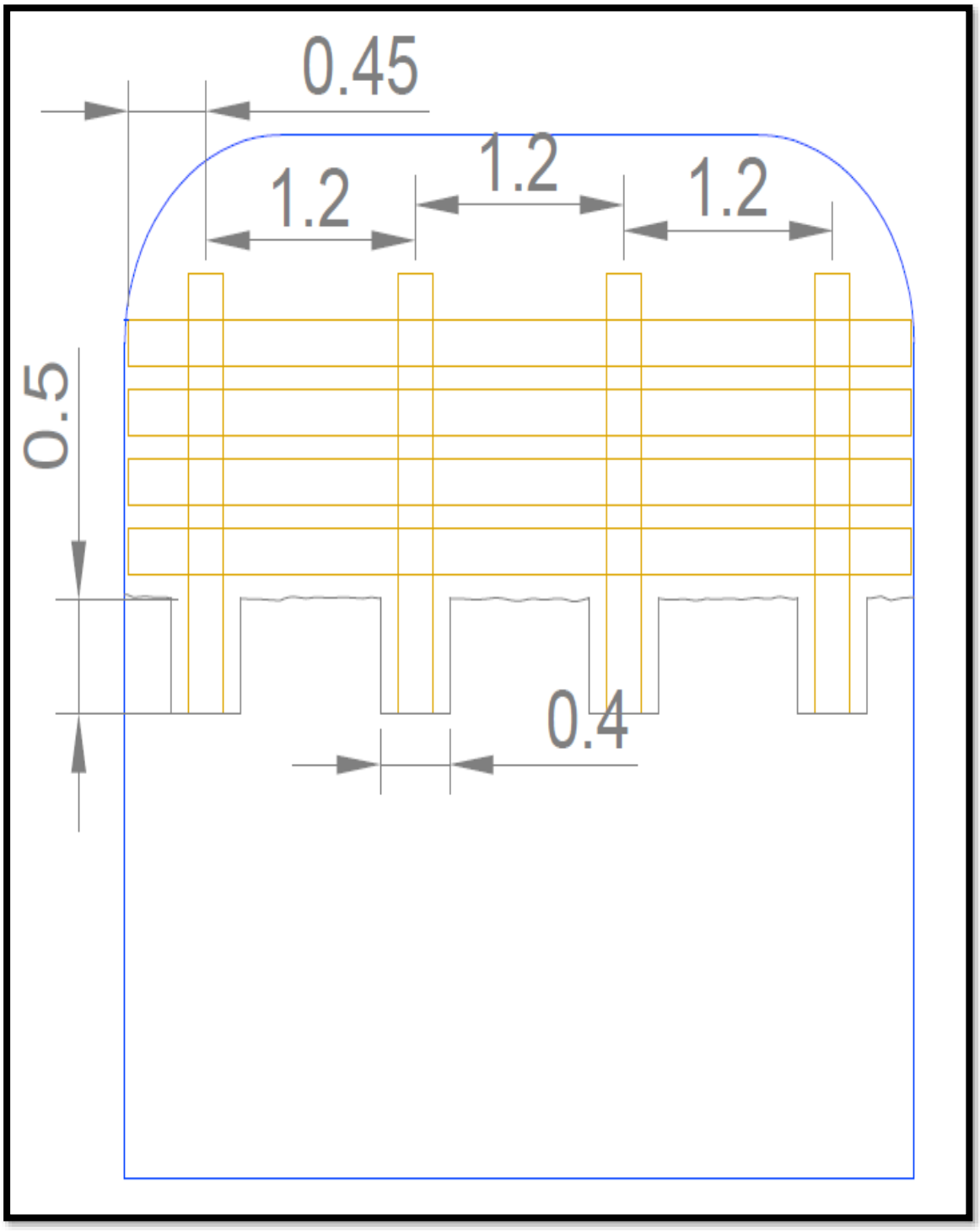
Vista Frontal de Barrera de Madera para Relleno Hidráulico Caso 1



Nota. Figura obtenida de Geología de minera Bateas S. A. C tenemos solo 3 puntales las cuales están distribuidas con la distancia de 1.3m

Figura 19

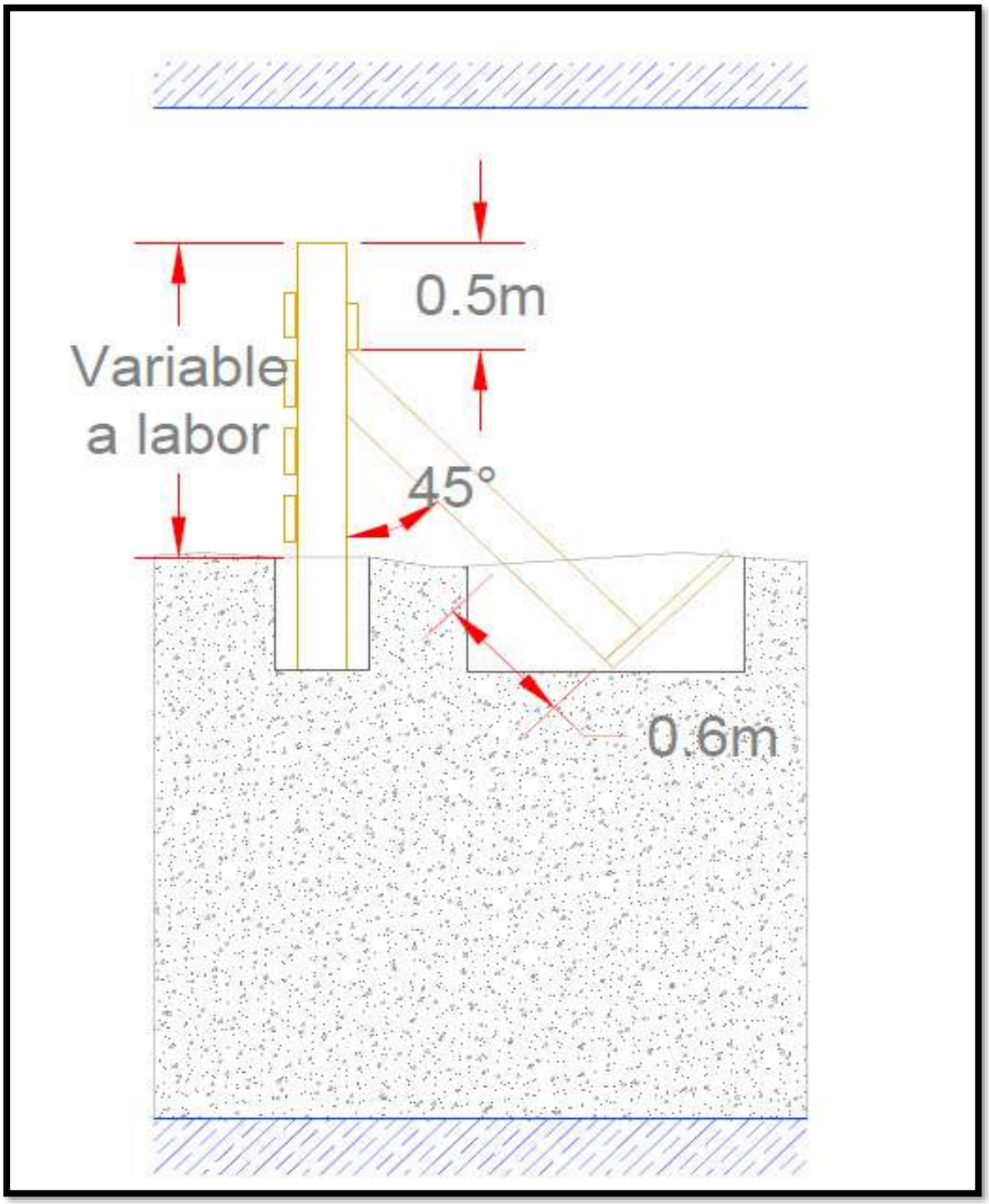
Vista frontal de barrera de madera para Relleno Hidráulico caso 2



Nota. Figura obtenida de Geología de minera Bateas S. A. C tenemos solo 4 puntales las cuales están distribuidas con la distancia de 1.2m

Figura 20

Vista de perfil de Barrera de Madera para Relleno Hidráulico



Nota. Figura obtenida de Geología de minera Bateas S. A. C

evaluación de rendimiento de las barreras

para la evaluación debemos considerar los siguientes materiales a usar.

- La excavación de patillas deberá ser mínimo de 0.50m de profundidad y 0.4m de ancho.
- El ángulo de inclinación de los puntales deberá ser de 45°.
- La apertura entre tablas deberá ser con un mínimo de 0.1m.
- Puntales de eucalipto Ø8".
- Tablas de 2" x 8" x 10'.
- Clavos de 8".
- Los topes deberán de tener una medida de 2" x 8" x 1'.
- El recubrimiento interior se realizará con tela arpillera, asegurada con clavos de 4" espaciados a 0.05m, además de enterrados en una zanja de 0.3m x 0.3m.
- Tela Arpillera.
- Clavos de 4".

CAPITULO V

ANALISIS E INTERPRETACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Cálculo de resistencia de barrera de madera para relleno hidráulico caso 1

Realizando los cálculos de la fuerza debido a la presión de relave sobre la barrera en el que tenemos un antes y un después de los siguientes cálculos a calcular en la tabla 9 y 10

Tabla 9

Cálculo de la Fuerza Debido a la Presión de Relave sobre la Barrera

Datos	medida	valores	unidad de medida
Densidad de Pulpa	(d)	1.95	Tn/m3
Gravedad	(G)	9.8	m/seg2
Ancho de labor	(A)	4	m
Altura de Barrera	(Hb)	1.5	m

Formula	valores	unidad de medida
Fuerza Total	=	1/2*d*G*A*Hb^2
Fuerza Total	86.00	Tn.m/seg2
Fuerza Total	85995.00	kg.m/seg2
Fuerza Total	85995.00	Newton
Fuerza Total	8769.08	Kgf

Nota. Esta tabla muestra el cálculo de la fuerza total

5.1.1.1 cálculo de presión de la pulpa de relave sobre la barrera

Datos	valores	unidad de medida
Fuerza Total	8769.08	Kgf
Área	6	m

Formula	valores	unidad de medida
Presión	=	F/A
Presión	1461.514	Kgf/m2
Presión	0.146151369	kgf/cm2

Nota. Esta tabla muestra el cálculo de la presión sobre la barrera

5.1.1.2 Cálculo de la resistencia de la tabla más relave

Datos	medida	valores	unidad de medida
Densidad de Pulpa	(d)	1.95	Tn/m3
alto de la Barrera	(Hb)	1.5	m
longitud de la Tabla	(Ltb)	1.3	m
Ancho de la Tabla	(Atb)	20	cm
espesor de tabla	(Etb)	4	cm
longitud desde el eje	(Y)	2	cm

Nota. Esta tabla muestra los datos para asi calcular la resistencia de la tabla mas relave

5.1.1.3 Cálculo de la fuerza por unidad de longitud

Formula	valores	unidad de medida
Fuerza	=	d*Hb
Fuerza	2.925	tn/m2

5.1.1.4 Cálculo de momentos

Formula	Valores	Unidad de medida
Momento	=	W*(Ltb^2) /8
presión punto más carga	w=	F*Atb
W	0.585	tn/m
Momento (Mo)	0.124	tn.m

Nota. Esta tabla muestra el cálculo del momento

5.1.1.5 Cálculo de esfuerzos en la sección más relave

Datos	valores	unidad de medida
Inercia (I)	=	Atb*(Etb^3) /12
Inercia (I)	106.667	cm4
Esfuerzo	=	(Mo*Y) /I
Esfuerzo de tracción (Eft)	231.71	Kg/cm2

Nota. Esta tabla muestra el cálculo del esfuerzo de tracción

5.1.1.6 cálculo de factor de seguridad

Datos	medida	valores	unidad de medida
Resistencia madera Eucalipto	R	392	Kg/cm2
factor de seguridad	=	R/Eft	
factor de seguridad		1.69173452	

Nota. Como se evidencia en la tabla, el factor de seguridad es mayor a 1 por consiguiente el cálculo para la barrera es adecuada pero como se tiene una sección mayor realizamos el siguiente calculo ya que **1.69** es un valor bajo

5.1.1.7 Cálculo de la resistencia del puntal más relave

Tabla 10

Resistencia del Puntal más Relave

Datos	medida	valores	unidad de medida
Densidad de Pulpa	(d)	1.95	tn/m3
alto de la Barrera	(Hb)	1.5	m
longitud de la Tabla	(Lp)	1.3	m
radio del puntal	(Rp)	10	cm
W	(Kp)	0.741	tn/m2

Nota. Esta tabla muestra los datos para obtener el factor de seguridad

5.1.1.8 Calcular el Momento

Datos	valores	unidad de medida
Momento	=	Kp (Lp^2) /6
Momento (Mo)	0.209	Tn.m

Nota. Esta tabla muestra el cálculo del momento

5.1.1.9 Cálculo de esfuerzo en la sección más relave

Datos	medida	valores	unidad de medida
Inercia (I)	=	Pi*(Rp^4) /4	
Inercia (I)	=	3.1415*(10^4) /4	
Inercia (I)		7853.75	cm4
Esfuerzo	=	(Mo*Y) /I	
longitud de la Tabla	20Cm/2=	10	cm
Esfuerzo	=	0.209*10/7853.75	
Esfuerzo en tracción (Efp)		26.57520293	Kg/cm2

Nota. Esta tabla muestra el cálculo del esfuerzo en tracción

5.1.1.10 Cálculo del factor de seguridad (FS)

Datos	medida	valores	unidad de medida
Resistencia madera eucalipto	R	392	Kg/cm2
factor de seguridad	=	R/Efp	
factor de seguridad		14.75059291	

Nota. Evidenciamos que tenemos un cálculo de factor de seguridad de **14.75** y este es mayor que 1 dicho calculo es en la resistencia del puntal más relave.

cálculo de resistencia de barrera de madera para relleno hidráulico caso 2

Tabla 11

Cálculo de la Fuerza Debido a la Presión de Relave sobre la Barrera

Datos	medida	valores	unidad de medida
Densidad de Pulpa	(d)	1.95	Tn/m3
Gravedad	(G)	9.8	m/seg2
Ancho de labor	(A)	4	m
Altura de Barrera	(Hb)	1.5	m

Nota. Esta tabla muestra los datos para calcular el factor de seguridad

Formula	valores	unidad de medida
Fuerza Total	=	1/2*d*G*A*Hb^2
Fuerza Total	86.00	Tn.m/seg2
Fuerza Total	85995.00	kg.m/seg2
Fuerza Total	85995.00	Newton
Fuerza Total	8769.08	Kgf

Nota. Esta tabla muestra el cálculo de la fuerza total

5.1.1.11 cálculo de presión de la pulpa de relave sobre la barrera

Datos	valores	unidad de medida
Fuerza Total	8769.08	Kgf
Área	6	m

Formula	valores	unidad de medida
Presión	=	F/A
Presión	1461.514	Kgf/m2
Presión	0.146151369	kgf/cm2

Nota. Esta tabla muestra el cálculo de la presión

5.1.1.12 Cálculo de la resistencia de la tabla más relave

Datos	medida	valores	unidad de medida
Densidad de Pulpa	(d)	1.95	Tn/m3
alto de la Barrera	(Hb)	1.5	m
longitud de la Tabla	(Ltb)	1.2	m
Ancho de la Tabla	(Atb)	20	cm
espesor de tabla	(Etb)	5	cm
longitud desde el eje	(Y)	2.5	cm

Nota. Esta tabla muestra los datos para calcular la fuerza, el momento e inercia

5.1.1.13 Cálculo de la fuerza por unidad de longitud

Formula	valores	unidad de medida
Fuerza	=	d*Hb
Fuerza	2.925	tn/m2

Nota. Esta tabla muestra el cálculo de la fuerza

5.1.1.14 Cálculo de momentos

Formula	valores	unidad de medida
Momento	=	W*(Ltb^2) /8
presión punto más carga	w=	F*Atb
W	0.54	tn/m2
Momento (Mo)	0.097	tn/m

Nota. Esta tabla muestra el cálculo del momento

5.1.1.15 Cálculo de esfuerzos en la sección más relave

Datos	valores	unidad de medida
Inercia (I)	=	Atb*(Etb^3) /12
Inercia (I)	208.333	cm4
Esfuerzo	=	(Mo*Y) /I
Esfuerzo de tracción (Eft)	116.64	Kg/cm2

Nota. Esta tabla muestra el cálculo del esfuerzo de tracción

5.1.1.16 cálculo de factor de seguridad

Datos	medida	valores	unidad de medida
Resistencia madera Eucalipto	R	392	Kg/cm2
factor de seguridad	=	R/Eft	
factor de seguridad		3.360768176	

Nota. El factor de seguridad es3.360 es mayor a 1 por consiguiente el cálculo para la barrera es adecuada y optima ya que tenemos una sección considerable

5.1.1.17 Cálculo de la resistencia del puntal más relave

Tabla 12

Resistencia del Puntal más Relave

Datos	medida	valores	unidad de medida
Densidad de Pulpa	(d)	1.95	tn/m3
alto de la Barrera	(Hb)	1.5	m
longitud de la Tabla	(Lp)	1.2	m
radio del puntal	(Rp)	10	cm
W	(Kp)	0.741	tn/m2

5.1.1.18 Calcular el Momento

Datos	valores	unidad de medida
Momento	=	Kp (Lp^2) /6
Momento (Mo)	0.178	Tn.m

Nota. Esta tabla muestra el cálculo del momento

5.1.1.19 Cálculo de esfuerzo en la sección más relave

Datos	medida	valores	unidad de medida
Inercia (I)	=	Pi*(Rp^4) /4	
Inercia (I)	=	3.1415*(10^4) /4	
Inercia (I)		7853.75	cm4
Esfuerzo	=	(Mo*Y) /I	
longitud de la Tabla	20Cm/2=	10	cm
Esfuerzo	=	0.178*10/7853.75	
Esfuerzo en tracción (Efp)		22.64395989	Kg/cm2

Nota. Esta tabla muestra el cálculo del esfuerzo en tracción

5.1.1.20 Cálculo del factor de seguridad (FS)

Datos	medida	valores	unidad de medida
Resistencia madera eucalipto	R	392	Kg/cm2
factor de seguridad	=	R/Efp	
factor de seguridad		17.31145974	

Nota. Evidenciamos que tenemos un cálculo de factor de seguridad de **17.31** y este es mayor que 1, por consiguiente, consideramos que esta barrera cumple con lo establecido.

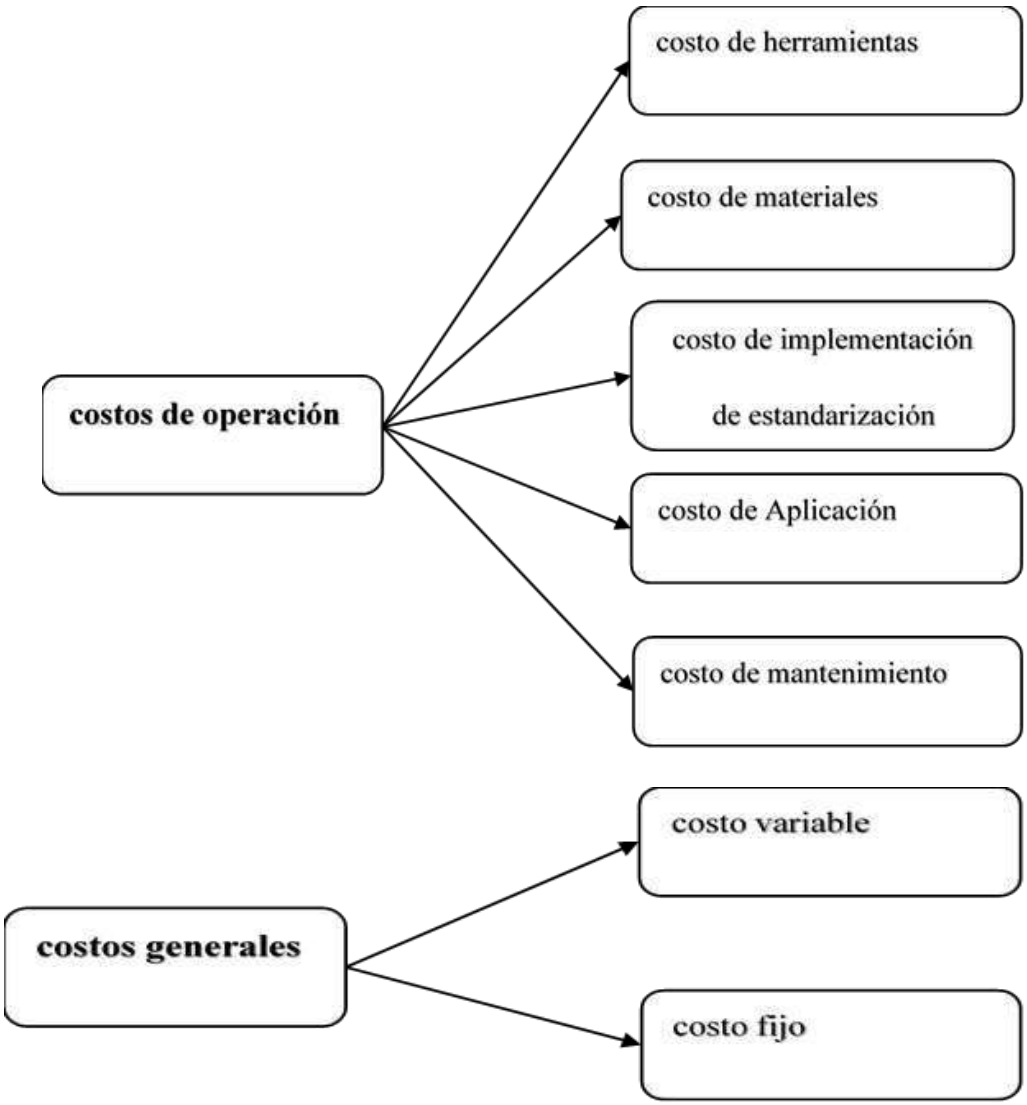
En dichos caculos se interpreta que el rendimiento de las barras es adecuado para dicha actividad.

Costos de operación de relleno hidráulico

Costos incurridos

Figura 21

Costos Incurridos en el Relleno Hidráulico



En los costos tenemos dos casos los cuales se evidencia con la denominación de:

Caso 1 que está en la proporción de 70% detrítico y 30% hidráulico.

caso 2 que está en la proporción de 60% detrítico y 40% hidráulico.

Los cálculos están desarrollados en función a dichos casos.

5.1.2 costos de Herramientas

Tabla 13

Costos de Herramientas

Herramientas						
Ítem	**Descripción**	**Unidad**	**Cantidad**	**costo unit. (S/.)**	**Vida Útil**	**Costo S/. /tarea**
1.00						
1.01	lampa cuchara	Pza.	2	17.90	80	0.22
1.02	pico	Pza.	2	32.40	80	0.40
1.03	barretilla p/desquinche con asa de 10´ punta	Pza.	2	104.23	60	1.74
1.04	barretilla p/desquinche con asa de 12´ punta	Pza.	2	103.02	60	1.72
1.05	barretilla p/desquinche con asa de 6´ punta	Pza.	2	85.11	60	1.42
1.06	barretilla p/desquinche con asa de 8´ punta	Pza.	2	95.53	60	1.59
1.07	soga de 1"	MTS	15	110.00	110	7.50
1.08	soga de 1/2"	MTS	15	95.00	110	6.48
1.09	comba 4lb acerada	Pza.	1	28.94	135	0.11
1.10	combo de 24 lb	Pza.	1	146.79	135	0.54
1.11	juego de llaves mixta	Jgo	2	89.90	90	1.00
1.12	flexómetro	Pza.	1	11.62	60	0.19
1.13	arco de sierra	Pza.	1	36.42	60	0.30
1.14	cordel de nylon	MTS	10	13.75	30	2.29
1.15	cúter	Pza.	1	14.20	60	0.12
1.16	cáncamos de 1"	Pza.	6	2.50	180	0.04
1.17	tablero de gestión de seguridad 1.00 x 1.20 mts.	Pza.	1	361.31	360	0.50
1.18	mochila de herramientas	Pza.	2	85.43	180	0.47
1.19	alcayata	Pza.	4	4.00	70	0.11
1.20	escalera tijera	Pza.	2	220.00	90	2.44
1.21	bastones luminosos	Pza.	2	41.05	50	0.82
1.22	radio portátil	Pza.	1	290.00	110	1.32
1.23	taladro	Pza.	1	350.00	110	1.59
1.24	llave stilson	Pza.	2	44.90	110	0.41
1.25	llave francesa	Pza.	2	40.00	110	0.36
1.26	vara luminosa	Pza.	1	29.99	180	0.08
				S/. /Tarea		**33.79**
			Caso 1	**S/. /Tarea**	**6**	**202.74**
			Caso 2	**S/. /Tarea**	**8**	**270.32**

Nota. Esta tabla muestra el cálculo los costos de herramientas para el caso 1 y 2

5.1.3 Costo de Materiales

En el costo de materiales tenemos dos casos los cuales se diferencian por la cantidad de material.

Tabla 14

Costo de Materiales en el caso 1 el Porcentaje de 70% Detrítico y 30% Hidráulico

Materiales					
Ítem	**Descripción**	**Unidad**	**Cantidad**	**costo unit. (S/.)**	**Costo S/. /tarea**
2.00					
2.01	Hidrocoplas de alta presión de 4”	Pza.	2	120.00	240.00
2.02	Clavo de 03”.	kg	5	4.50	22.50
2.03	Clavos de 04”	kg	10	4.60	46.00
2.04	Clavos de 05”	kg	2	4.80	9.60
2.05	Clavos de 06”	kg	4	5.10	20.40
2.06	Clavos de 08”	kg	2	6.50	13.00
2.07	Bomba de Agua Sumergible	Pza.	1	420.00	420.00
2.08	Tubería de PVC de 4"	Paq	6	30.20	181.20
2.09	Tubería HDPE de 4” de diámetro	MTS	30	12.00	360.00
2.10	Tela arpillera	Rollo	1	860.00	860.00
2.11	Cable flexible de ¼ con grampa grosby.	MTS	15	22.40	336.00
2.12	Cuña madera	Unidad	5	7.50	37.50
2.13	Fosforo	Caja	1	2.20	2.20
2.14	Tablas de 2" x 8" x 10'	Unidad	16	22.00	352.00
2.15	Puntales de eucalipto Ø8"	Unidad	6	28.00	168.00
2.16	Topes 2" x 8" x 10'	Unidad	3	35.20	105.60
2.17	Postes de madera 6” a 8” de 3m.	Unidad	3	27.00	81.00
				S/. /Tarea	**3255.00**

Nota. Esta tabla muestra el cálculo los costos de materiales para el caso 1

Tabla 15

Costo de Materiales en el caso 2 el Porcentaje de 60% Detrítico y 40% Hidráulico

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	costo unit. (S/.)	Costo
2.17					**S/. /tarea**
	Hidrocoplas de alta presión de 4”	Pza.	2	120.00	240.00
2.18					
2.19	Clavo de 03”.	kg	5	4.50	22.50
2.20	Clavos de 04”	kg	10	4.60	46.00
2.21	Clavos de 05”	kg	2	4.80	9.60
2.22	Clavos de 06”	kg	4	5.10	20.40
2.23	Clavos de 08”	kg	2	6.50	13.00
2.24	Tubería de PVC de 4"	Paq	6	30.20	181.20
2.25	Bomba de Agua Sumergible	Pza.	1	420.00	420.00
2.26	Tubería HDPE de 4” de diámetro	MTS	30	12.00	360.00
2.27	Tela arpillera	Rollo	1	860.00	860.00
2.28	Cable flexible de ¼ con grampa grosby.	MTS	15	22.40	336.00
2.29	Cuña madera	Unidad	8	7.50	60.00
2.30	Fosforo	Caja	1	2.20	2.20
2.31	Tablas de 2" x 8" x 10'	Unidad	20	22.00	440.00
2.32	Puntales de eucalipto Ø8"	Unidad	8	28.00	224.00
2.33	Topes 2" x 8" x 10'	Unidad	4	35.20	140.80
2.34	Postes de madera 6” a 8” de 3m.	Unidad	4	27.00	108.00
				S/. /Tarea	**3483.70**

Nota. Esta tabla muestra el cálculo de los costos de materiales para el caso 2

5.1.4 Costos de los procedimientos

para dicha aplicación en el tajo se realiza la elaboración de procedimientos influyen en los costos en acción preventiva y acción correctiva; en el momento en que se implemente la acción de: costos preventiva la cual describimos a continuación.

Tabla 16

Costos Preventivo en implementación del Procedimiento caso 1

Procedimientos				
Item	**Descripción**	**Cantidad**	**Costo unit. (s/.)**	**Costo s/. /tarea**
3.00				
3.1	colocación de carteles	4	90	360.000
3.2	procedimientos de trabajo adecuados	0	300	0.000
3.3	medidas de protección colectiva	6	150	900.000
3.4	formación, capacitación y entrenamiento	0	2000	0.000
	total			1260.00

Nota. Esta tabla muestra el cálculo de los costos en referencia a la implementación de los procedimientos en el caso 1

Tabla 17

Costos Preventivo en implementación del Procedimientos caso 2

Procedimientos				
Item	**Descripción**	**Cantidad**	**Costo unit. (s/.)**	**Costo s/. /tarea**
3.00				
3.5	colocación de carteles	4	90	360.000
3.6	procedimientos de trabajo adecuados	1	300	300.000
3.7	medidas de protección colectiva	2	150	300.000
3.8	formación, capacitación y entrenamiento	1	2000	2000.000
	total			2960.00

Nota. Esta tabla muestra el cálculo de los costos en referencia a la implementación de los procedimientos en el caso 2

Costos correctivos.

Desarrollando si no se implementa los costos preventivos.

Tabla 18

Costos correctivos cuando no se Implementa los Procedimientos Produciendo un Accidente

ITEM	Descripción	VALOR TOTAL
I.	**Costos directos**	
1.1	**Sueldo del accidentado** (100% del sueldo íntegro durante el día del accidente, suponemos jornada entera x 30 días)	S/ 2,500.00
1.2	Atención médica (30 días de hospital)	S/ 6,000.00
1.3	Atención de compañeros (Una jornada de un compañero)	S/ 80.00
1.4	Coste de traslado por emergencia	S/ 150.00
1.5	Penalización por accidentes	S/ 6,500.00
1.6	Posibles indemnizaciones	S/ 20,000.00
1.7	Daños Materiales	S/ 500.00
1.8	Materiales de emergencia usados	S/ 300.00
1.9	Personal Sustituto (30 días)	S/ 2,500.00
1.1	EPP - Hombre Nuevo	S/ 250.00
1.11	Examen médico pre - ocupacional (Hombre nuevo)	S/ 250.00
		S/ 39,030.00
II.	**Costos indirectos**	
2.1	Costes de producción (un accidente afecta el rendimiento de los trabajadores)	S/ 12,000.00
2.2	Tiempo de los familiares (para atención del accidentado)	S/ 1,200.00
2.3	Incremento de costes Asegurados	S/ 2,000.00
2.4	Costes Comerciales (Penalización por demora)	S/ 2,000.00
2.5	Imagen de la empresa (prescindir un contrato - Monto aprox.)	S/ 100,000.00
2.6	Costes administrativos (gestionar el papeleo que ocasiona un accidentes, capacitaciones a persona nuevo, etc)	S/ 2,000.00
		S/ 119,200.00

Nota. Esta tabla muestra el cálculo de los costos directos e indirectos sumando un total de S/ 158,230.00

5.1.5 Costo de implementación de Equipos de protección personal

Tabla 19

Costo de Implementación de EPP's para los dos casos

ITEM	Personal EPPS				
4.00	**Descripción**	**Cantidad**	**costo unit. (s/.)**	**vida útil**	**total, s/ tarea**
4.01	tapón auditivo silicona 26db	1.00	4.38	45	0.10
4.02	protector auditivo	1.00	49.36	360	0.14
4.03	anteojo de malla	1.00	17.25	60	0.29
	anteojo de luna clara maverick uv400	1.00	14.71	30	0.49
4.04	bota de jebe c/punta de acero N° (39-44)	1.00	59.80	180	0.33
4.05	botín de cuero p/acero n42	1.00	61.94	180	0.34
4.06	tafilete acolchado	1.00	10.30	180	0.06
4.07	casco tipo minero verde completo	1.00	35.37	600	0.06
4.08	guante de neoprene 12" corrugado	1.00	19.34	20	0.97
4.09	guante de cuero amarillo liviano	1.00	9.78	30	0.33
4.10	correa portalámpara de nylon	1.00	7.82	360	0.02
4.11	filtro de felpa 3m-2097 p100	1.00	27.07	7	3.87
4.12	protector para filtro 2097	1.00	5.61	180	0.03
4.13	respirador 7502 media cara silicona - med	1.00	69.55	210	0.33
4.14	mameluco anaranjado térmico t/xxl norma ANSI	1.00	140.20	180	0.78
4.15	mameluco drill t/m anaranjado norma ANSI II	1.50	126.16	180	1.05
4.16	barbiquejos para cascos	1.00	1.36	60	0.02
			Total, s/. /tarea		**9.20**
		caso 1	**s/. /tarea**	**33**	**303.65**
		caso 2	**s/. /tarea**	**44**	**404.86**

Nota. Esta tabla muestra el cálculo de los costos de implementos de seguridad para los dos casos

5.1.6 Costo de mantenimiento

Tabla 20

Costo de Mantenimiento para los casos 1 y 2

Mantenimiento					
ítem 5.00	**descripción**	**cantidad**	**costo unit. (s/.)**	**vida útil**	**costo s/. /tarea**
	planta				
5.1	aceites y lubricantes	3.00	88.65	30	4.43
5.2	soldadura, oxi, acet	3.50	129.63	30	7.56
5.3	planchas de fe	7.00	12.48	30	1.46
	tuberías y accesorios			30	0.00
5.5	tubería	0.00	19.31	30	0.00
5.6	soldadura Supercito	22.00	3.90	30	1.43
5.7	niple acero cronit	32.00	10.80	30	5.76
	rompe presión			30	0.00
5.8	niple	9.00	11.03	30	1.66
5.9	plancha acero cronit	2.25	422.15	30	15.83
5.10	soldadura Supercito	22.00	4.31	30	1.58
5.11	soldadura citoduro	9.00	28.97	30	4.34
	mantenimientos varios			30	0.00
5.12	mtto de rodillos	3.00	252.00	30	12.60
5.13	revestimiento quijadas	3.00	67.14	30	3.36
5.14	mtto de romper presión	14.00	126.05	30	29.41
			s/. /tarea		**89.42**
		Caso 1	**s/. /tarea**	**6**	**536.52**
		Caso 2	**s/. /tarea**	**8**	**715.36**

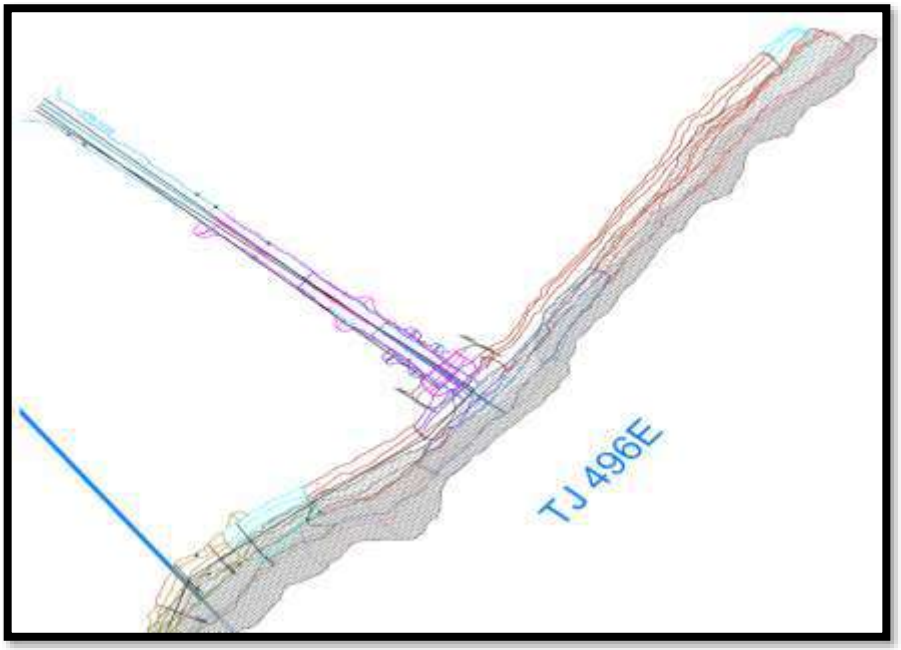
Nota. Esta tabla muestra el cálculo de los costos de mantenimiento en los dos casos teniendo que el caso 1 tiene 6 guardias y el caso 2 tienes 8 guardias

5.1.7 costos de aplicación

5.1.7.1 cálculo de cubicación del relleno hidráulico

Figura 22

Vista en planta del tajo 496



Nota. Esta figura es referencia con respecto a la ubicación y el diseño del tajo

Sección del tajo: 4.5 x 4.0 m, longitud del tajo: 280 m, 100m lado E y 180m lado W sabemos que el tajo tiene las siguientes dimensiones que se aprecian la tabla a continuación

Tabla 21

Dimensiones del Tajo

Medidas	**TAJO 496**										**Promedio**	**Unidad**
ANCHO	4.51	4.52	4.53	4.49	4.43	4.53	4.48	4.56	4.52	4.51	4.508	m
ALTURA	3.92	3.95	4.12	4.15	3.97	3.91	4.06	4.13	4.05	4.1	4.036	m
LONGITUD											280	m

Nota. Esta tabla muestra el cálculo del volumen del tajo 496 obteniendo **5094.40 m3**

Balance	D(gr/m3)	m3/hr	m3/gdia	m3/día	m3/mes	m3/mes real
Caudal total (agua+RH)	1950	53.93	431.44	862.88	25886.4	25886.4
35% de agua			280.436	560.872	16826.16	16,828.80

Nota. Esta tabla muestra el cálculo del volumen según los dos casos de porcentaje de relleno hidráulico que se desarrolla en el tajo 496.

Tabla 22

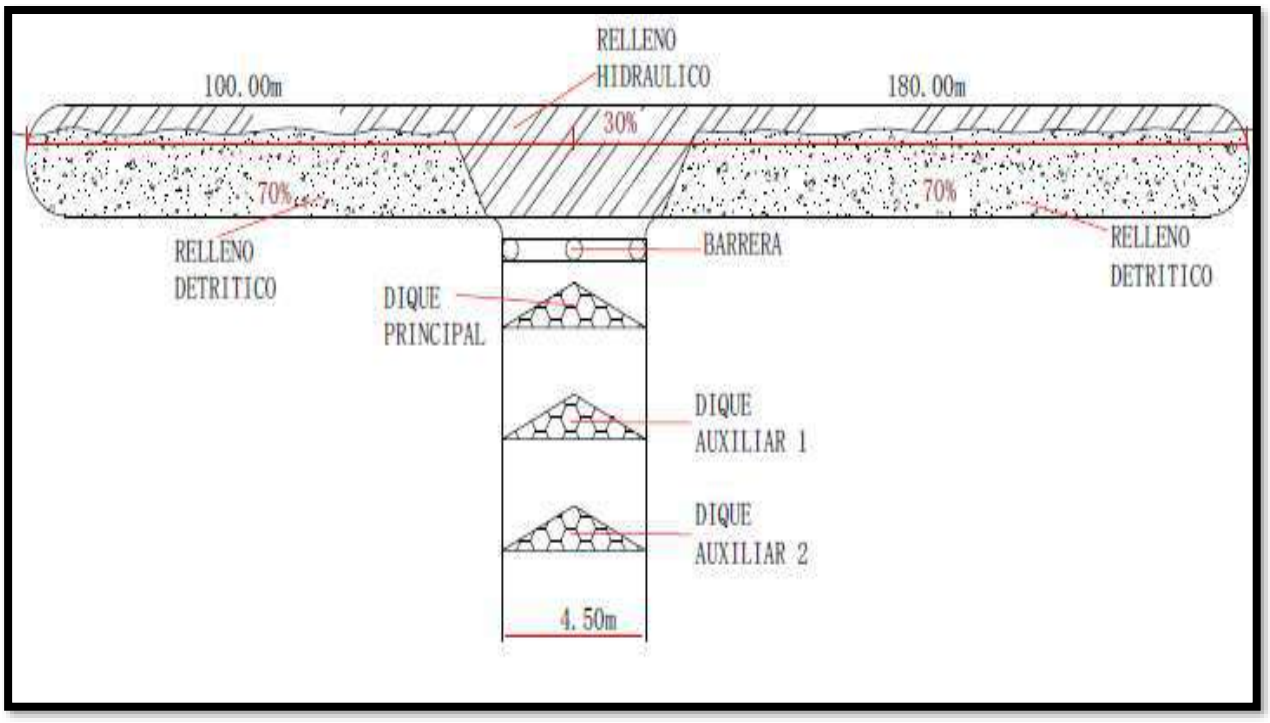
En el caso 1 el Porcentaje de 70% Detrítico y 30% Hidráulico

Volumen requerido para llenar el tajo 496			
Datos	**Rendimiento**	**Volumen**	**Proporción**
unidad	m3/hr	m3	%
RD	74.82	3566.08	70
RH	53.93	1528.32	30

Nota. Esta tabla muestra el cálculo del volumen del relleno hidráulico es 1528.32 m3

Figura 23

Caso 1 el Porcentaje de 70% Detrítico y 30% Hidráulico



Nota. es una imagen referencia para desarrollar los cálculos siguientes

5.1.7.2 Días de relleno caso 1

Datos	m3/día	volumen a llenar	días de relleno	medida
R. Hidráulico	490.76	1528.32	2.7	m3/día

Nota. Como evidenciamos en la tabla el cálculo de dicho caso se tiene el llenado con relleno hidráulico en **3 días** en el tajo 496 según el porcentaje 70% detrítico y 30% hidráulico.

Tabla 23

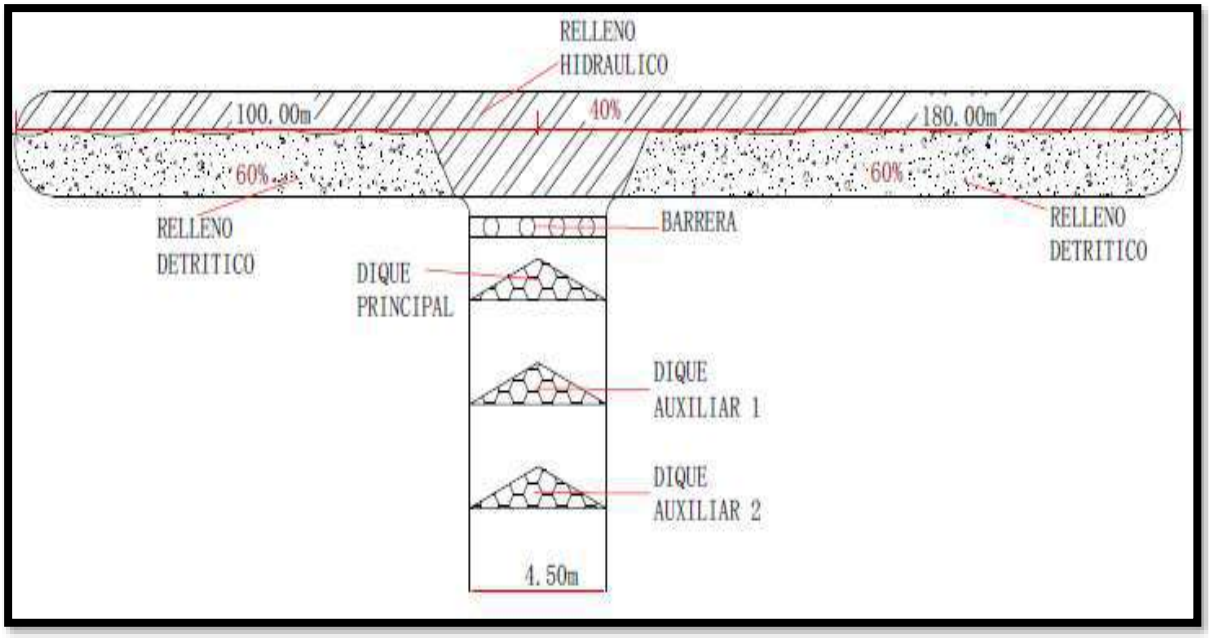
En el caso 2 Porcentaje de 60% Detrítico y 40% Hidráulico

volumen requerido para llenar el tajo 496			
Datos	**Rendimiento**	**Volumen**	**Proporción**
unidad	m3/hr	m3	%
RD	74.82	3056.64	60
RH	53.93	2037.76	40

Nota. Esta tabla muestra el cálculo del volumen del relleno hidráulico es 2037.76 m3

Figura 24

En el caso 2 Porcentaje de 60% Detrítico y 40% Hidráulico



Nota. es una imagen referencia para desarrollar los cálculos siguientes

5.1.7.3 Días de relleno caso 2

Datos	m3/día	volumen a llenar	días de relleno	medida
R. Hidráulico	490.76	2037.76	3.6	m3/día

Nota. la tabla nos muestra el cálculo indicando que el trabajo desarrollado se ejecutó en 4 **días** eso quiere decir que en 8 guardias se realizó la ejecución el relleno hidráulico en el tajo 496 según el porcentaje 60% detrítico y 40% hidráulico

5.1.7.4 costo de mano de obra

desarrollamos los costó en la ejecución del personal para ello evidenciamos los dos casos a calcular

Tabla 24

Costo de Mano de Obra caso 1

ITEM	Personal de Relleno Hidráulico				
6.00	Descripción	Cantidad	costo unit. (S/.)	días ejecutados	total, S/ tarea
6.01	Operador en la planta de R/H	2	94.15	3	564.90
6.02	Rellenadores	2	91.15	3	546.90
6.03	Preparadores	1	94.15	3	282.45
6.04	Bombero	2	88.15	3	528.90
6.05	supervisor	1	140.10	3	420.30
6.06	capataz	1	105.20	3	315.60
			S/. /Tarea		**S/ 2,659.05**

Nota. Esta tabla muestra el cálculo del costo de mano de obra en el caso 1

Tabla 25

Costo de Mano de Obra caso 2

ITEM	Personal de Relleno Hidráulico				
	Descripción	**Cantidad**	**costo unit. (S/.)**	**días ejecutados**	**total, S/ tarea**
6.07	Operador en la planta de R/H	2	94.15	3.6	677.88
6.08	Rellenadores	2	91.15	3.6	656.28
6.09	Preparadores	1	94.15	3.6	338.94
6.10	Bombero	2	88.15	3.6	634.68
6.11	supervisor	1	140.10	3.6	504.36
6.12	capataz	1	105.20	3.6	378.72
			S/. /Tarea		**S/ 3,190.86**

Nota. Esta tabla muestra el cálculo del costo de mano de obra en el caso 2

5.1.8 Costo total de operaciones de relleno hidráulico

5.1.8.1 Gastos generales

Tabla 26

Gastos Generales

ítem	descripción	unidad	cantidad	incidencia	us$	s/.	leyes sociales	costo unitario (s/.)	costo total (s/.)
1.00	**gastos operativos lima**								**329**
2.00	**personal operativo mina**								**268,753**
2.01	Gerente de Obra	Persona	1	1		15,000	71.16%	25,674	
2.02	Jefe de Operación	Persona	2	1		10,000	71.16%	34,232	
	Personal de Soporte Operativo								
2.03	Jefe de Costos	Persona	1	1		5,000	71.16%	8,558	
2.03	Ingeniero Geomecánico	Persona	2	1		5,000	71.16%	17,116	
2.04	Supervisor de Sostenimiento	Persona	1	1		3,700	71.16%	6,333	

	Asistente de Perforación y Voladura	Persona	2	1		3,000	71.16%	10,270	
2.05	Topógrafos	Persona	2	1		2,800	71.16%	9,585	
2.06	Ayudante Topografo	Persona	1	1		2,000	71.16%	3,423	
2.07	**Personal de Seguridad, Ambiente y Salud**								
	Jefe SSMA	Persona	1	1		6,000	71.16%	10,270	
2.08	**Personal de Mantenimiento**								
2.09	Jefe de Mantenimiento	Persona	1	1		7,000	71.16%	11,981	
2.10	Supervisor de Equipo Pesado	Persona	1	1		4,000	71.16%	6,846	
	Mantenedor de Equipo Pesado 01	Persona	4	1		3,600	71.16%	24,647	
2.11	Mantenedor de Equipo Pesado 02	Persona	4	1		2,700	71.16%	18,485	
2.12	Electricista 1	Persona	3	1		3,500	71.16%	17,972	
2.13	Electricista 2	Persona	3	1		3,300	71.16%	16,945	
2.14	**Personal Administrativo**								
2.15	Administrador de Obra	Persona	1	1		5,500	71.16%	9,414	
2.16	Asistenta Social	Persona	1	1		3,000	71.16%	5,135	
2.17	Jefe de Almacen	Persona	1	1		4,000	71.16%	6,846	
2.18	Asistente Almacén	Persona	1	1		2,400	71.16%	4,108	
	Cuarteleros	Persona	3	1		1,250	71.16%	6,418	
2.19	Chóferes Camión Servicios	Persona	4	1		1,800	101.33%	14,496	
3.00	**GASTOS OPERATIVOS MINA**		**40**						**102,806**
3.01	Alimentación Empleado	Mes	6	20.69		30.0		3,724	
3.02	Alimentación Obreros	Mes	110	20.69		26.5		60,311	
3.03	Transporte de Personal Externo Lima / Arequipa / Lima (avion)	Mes	24	1.5	120	456		16,416	
3.04	Transporte de Personal Externo Lima / Arequipa / Lima (terrestre)	Mes	16	2.5		100		4,000	
3.05	Transporte de Personal Externo Arequipa / bateas	Mes	80	2.5		41		8,250	
3.06	Transporte de Personal Externo Juliaca / Bateas	Mes	50	2.5		56		7,000	
3.07	Examenes Ingreso, anual y salida (anual)	Mes	110	1		45		413	
3.08	Examen de Trabajo en altura (personal reemplazo)	Mes	5	1		38		192	
3.09	Lavandería	Mes	1	1		2,500		2,500	
4.00	**Movilidad Sede**								**4,680**

4.01	Camioneta de G.Obra /Operaciones	Mes	1	1	2,250	0	0	
4.02	Camion de Servicios (personal.material)	Mes	2	1	2,550	0	0	
4.03	Camión Lubricador-Combustible	Mes	1	1	2,550	0	0	
4.04	Camion de Servicios (combustible)	Mes	2	230		9.00	4,140	
4.05	Camion Lubricador (combustible)	Mes	1	60		9.00	540	
5.00	**Tributos**							**506**
5.01	Licencias de SUCAMEC	Mes	110	1		35	321	
5.02	Contratos de Trabajo	Mes	190	1		12	186	
6.00	**Equipos de Oficina y Mobiliario**							**24,761**
6.01	Herramientas de Gestión de Seguridad	Mes	1	1		1,500	1,500	
6.02	EPP para Personal Operativo Mina	Mes	13	1		180.00	2,340	
6.03	EPP para Personal Mantenimiento	Mes	16	1		2.00	32	
6.04	Lampara Minera	Mes	70	1		3.68	255	
6.05	Detector de Gases	Mes	8	1		190	1,520	
6.06	Picota para Supervisión y portapicotas	Mes	8	1		5.3	42.1	
6.07	Equipo Topografía (estación total)	Mes	1	1		984	984	
6.08	Imprevistos Salud	Mes	1	1		1,500	1,500	
6.09	Agua San Luis	Mes	100	1		18	1,825	
6.10	Sistema Comunicación-Internet (enlace satelital)	Mes	1	1	1,785	0	0	
6.11	Telefonia Celular	Mes	1	1		505	505	
6.12	Telefonia Fijo	Mes	1	1		950	950	
6.13	Radios de comunicación motorola	Mes	8	1		125	1,000	
6.14	Computadora Escritorio	Mes	1	1		75	75	
6.15	Impresora	Mes	4	1		58	233	
6.16	Fletes	Viajes	3	1		4,000	12,000	
	TOTAL GASTOS GENERALES						**S/.**	**401,836**
						MES	**S/.**	**33,486**
						DIA	**S/.**	**1,116**

Nota. Esta tabla muestra el cálculo de los costos generales obteniendo por mes y por día

Tabla 27

Gastos generales obtenidos para los dos casos

Gastos Generales		valor
Caso 1	3 días	S/ 3,348.64
Caso 2	4 días	S/ 4,018.36

Nota. Esta tabla muestra el cálculo de costos generales para los dos casos

5.1.8.2 Costo de transporte, energía y otros

Dichos costos se obtienen de la información brindada por la minera Bateas, en la cual se realiza los cálculos siguientes

Tabla 28

Costo de Energía

cantidad	modalidad	tipo	potencia instalada (kW)	Potencia Absorvida (KW)	horas trabajadas(H)	KWH-Año operación	US$/KWH	Costo año(S/Año)
1	operativo	Bomba centrifuga	55	50	14	226600	0.087	19714.20
1	stand by	Bomba centrifuga	75					
1	operativo	Bomba Sumergible	6	6	5	8240	0.087	716.88
1	operativo	Bomba Sumergible	10	10	5	16560	0.087	1440.72
			146			251400		21871.80

Nota. Esta tabla muestra el cálculo del costo de energía requerida

Para ello realizamos se considerando que se tiene los costos proporcionados por minera bateas en temas de transporte y tubería dicho costos realizados para los cálculos en los dos casos como evidenciaremos en la tabla 29

Tabla 29

Costo de Transporte, Energía y otros

Costo de transporte, Energía y otros	
Energía	21871.80
Transporte	74863.00
Tubería	7813.50
Total	104548.30
Mes	8712.36
Día	290.41

Para ello realizamos los cálculos para los dos casos obteniendo los siguientes resultados evidenciados en la tabla 30

Tabla 30

Gastos de Energía para los dos Caso

Gastos de energía		valor
Caso 1	3 días	S/ 871.24
Caso 2	4 días	S/ 1,045.48

Nota. Esta tabla muestra el cálculo de costos de energía para los dos casos

Asi mismo se desarrolla el cálculo de costos para el relleno detrítico realizando para los dos casos.

5.1.9 Costo total de operaciones de relleno Detrítico

Tabla 31

Costo del Relleno Detrítico en el caso 1 el Porcentaje de 70% Detrítico y 30% Hidráulico

Costos de Relleno Detrítico		
datos		**unidad**
tajeo	496	E
volumen	3566.08	m3
scooptram	4	Yd3
conversión de yd a m3	3	m3
viajes	13	viajes/hr
p. u	110	($/hr)
volquete	12	m3
p. u	48	$/vía

Calculo	Requerimiento	Unidad	Costos
Scooptram	91	viajes	$ 10,057.95
Volquete	297	viajes	$ 14,264.00
		total	$ 24,321.95
		$ /m3	**6.8**

Nota. Esta tabla muestra el cálculo del costo del relleno detrítico caso 1

Tabla 32

Costo del Relleno Detrítico en el caso 2 el Porcentaje de 60% Detrítico y 40% Hidráulico

Costos de Relleno Detrítico		
datos		**unidad**
tajeo	496	E
volumen	3056.64	m3
scooptram	4	Yd3
conversión de yd a m3	3	m3
viajes	13	viajes/hr
p. u	110	($/hr)
volquete	12	m3
p. u	48	$/vía

Calculo	Requerimiento	Unidad	Costos
Scooptram	78	viajes	$ 8,621.29
Volquete	255	viajes	$ 12,226.56
		total	$ 20,847.85
		$ /m3	**6.8**

Nota. Esta tabla muestra el cálculo del costo del relleno detrítico caso 2

COMENTARIOS FINALES

Como evidenciamos en las tablas realizamos los calculo correspondiente para el relleno detrítico para el cual tenemos el resumen de los cálculos realizado en el caso 1 y el caso 2 en el que realizamos las sumatoria de todos los costos incurridos en la aplicación del relleno hidráulico considerando que el relleno detrítico tiene un valor constante de RD = 6.8 $/m3, por consiguiente, muestro el resumen en la tabla 33

Tabla 33

Resumen de Datos Adquiridos para asi Calcular los Costos

Datos	Cantidad caso 1	Cantidad caso 2	Unidad
Rendimiento Bombas:	1.95	1.95	tn/m3
Requerimiento de Rell.Hid.	1528.32	2037.76	m3
Horas de Bombeo	7	7	h
Rell. Hid. Dia	490.76	490.76	m3/día
Horas por guardia	8	8	hr
Numero de Guardias	2	2	días
Días/Mes	30	30	días
Q total (agua + RH) =	53.93	53.93	m3/hr
Volúmenes solidos	35.06	35.06	m3/hr
Velocidad de percolación	10	10	cm

Nota. Esta tabla muestra la información resumen de todo los cálculos y datos dado por minería bateas

Para el cual realizamos la sumatoria de costos en la ejecución de los 2 casos.

Tabla 34

Costos Total de Operaciones del Relleno Hidráulico

Descripción	Caso 1 total S/ tarea	Caso 2 total S/ tarea
Costos de herramienta	S/ 202.74	S/ 270.32
costos de materiales	S/ 3,255.00	S/ 3,483.70
costos de implementación de estándares	S/ 1,260.00	S/ 2,960.00
costos de EPPS	S/ 303.65	S/ 404.86
costo de aplicación	S/ 2,659.05	S/ 3,190.86
costos de mantenimiento	S/ 536.52	S/ 715.36
Transporte, energía y otros	S/ 871.24	S/ 1,045.48
Gastos generales	S/ 3,348.64	S/ 4,018.36
total, por día	**S/ 4,145.61**	**S/ 5,362.98**

Nota. Esta tabla muestra el cálculo de los costos para los dos casos

Obteniendo como resultado los costos en dólares por metro cubico

Formula	Valores caso 1	Valor caso 2	Unidad de medida
convertimos de soles a dólares	1090.949913	1411.311331	$
Precio Unitario	**2.22**	**2.88**	**$/m3**

Nota. Esta tabla muestra el cálculo en precio unitario para los dos casos

Como evidenciamos en los costos incurridos en la aplicación de relleno hidráulico hay un aumento de inversión, por consiguiente, realizamos los cálculos de relleno en el tajo 496 considerando como dato que el relleno detrítico nos cuesta RD = 6.8 $/m3.

Tabla 35

Volumen requerido en el Caso 1

Volumen requerido para llenar el tajo 496					
Datos	**Rendimiento**	**Volumen**	**Proporción**	**P. u**	**Costos**
unidad	m3/Hr	m3	%	$	$/m3
RD	74.82	3566.08	70	6.8	$ 24,322.50
RH	53.93	1528.32	30	2.22	$ 3,397.43
			Total		$ 27,719.92

Nota. Esta tabla muestra El costo total de 27, 719.92 dólares en el caso 1

Tabla 36

Volumen requerido en el Caso 2

Volumen requerido para llenar el tajo 496					
Datos	**Rendimiento**	**Volumen**	**Proporción**	**P. u**	**Costos**
unidad	m3/hr	m3	%	$	$/m3
RD	74.82	3056.64	60	6.8	$ 20,847.85
RH	53.93	2037.76	40	2.88	$ 5,860.12
			total		$ 26,707.98

Nota. Esta tabla muestra El costo total de 26,707.98 dólares en el caso 2

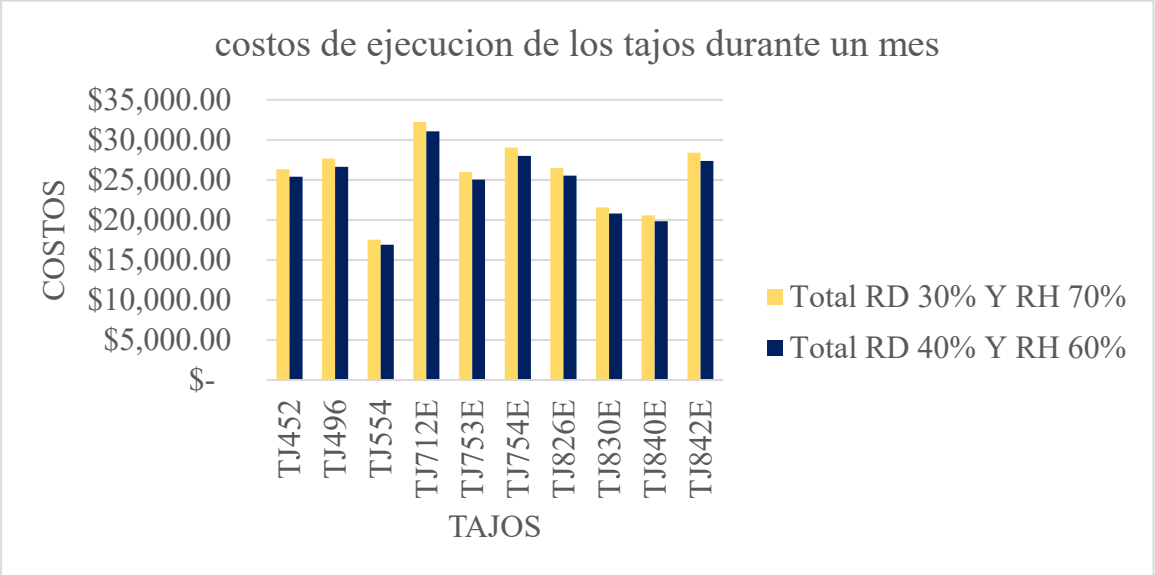
Realizando la diferencia de costos incurridos evidenciamos la obteniendo de un ahorro de $ 1,011.95 dólares en el rellenado del tajo 496. Asi mismo se desarrolló los cálculos para los siguientes tajos realizados durante el mes dichos cálculos se encentran en el anexo IV

Tabla 37

Ahorro obtenido en los Tajos

labores	Total, RD 30% y RH 70%	Total, RD 40% y RH 60%	Ahorro
TJ452	$ 26,338.56	$ 25,384.46	$ 954.11
TJ496	$ 27,646.77	$ 26,645.28	$ 1,001.50
TJ554	$ 17,530.71	$ 16,895.67	$ 635.04
TJ712E	$ 32,235.75	$ 31,068.02	$ 1,167.73
TJ753E	$ 25,967.69	$ 25,027.02	$ 940.67
TJ754E	$ 29,033.88	$ 27,982.14	$ 1,051.74
TJ826E	$ 26,505.28	$ 25,545.13	$ 960.14
TJ830E	$ 21,577.33	$ 20,795.70	$ 781.63
TJ840E	$ 20,567.93	$ 19,822.86	$ 745.07
TJ842E	$ 28,382.66	$ 27,354.50	$ 1,028.15
		Total	$ 9,265.78

Nota. Esta tabla muestra El costo total 9,265,78 dólares de los tajos descritos



En dicha investigación en el mes de setiembre se obtuvo un ahorro de $ 9,265.78 dólares, el cual es significativo para el desarrollo del relleno en tajo

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En nuestro antecedente internacionales e nacionales según Altamirano-Soto et al., (2020) en comparación con nuestra tesis concluye que tiene mayor producción, reducción de costos y mejora la seguridad operativa en dichos cálculos que están en función a su resistencia a la comprensión simple y a su vez tienen un cambio de proporciones en el relleno, al mismo modo que nosotros tenemos similares conclusiones, pero esta evaluación es enfocada al rendimiento del sostenimiento con relleno hidráulico y los procesos operativos obteniendo la variación de los costos según los porcentajes planteados los cuales nos da mejoras en la seguridad al mismo modo que aumenta su vida útil de la cancha de relave fino y reducimos los impactos ambientales debido a que podría realizarse contaminaciones de los pastizales y aguas superficiales cercanos a la operación generando en paralizaciones de las operaciones mineras.

Según (Flores Hurtado, 2019) concluye que mejoro la vida útil de la relavera existente y minimizo el impacto ambiental obteniendo reducción de costos en el consumo de madera disminuyendo el costo de sostenimiento a diferencia de nuestra investigación que nosotros aplicamos mejoras en el sostenimiento para garantizar que el relleno hidráulico este bien contenido por lo que nosotros aumentamos en un 10% dicho relleno hidráulico disminuyendo los costos operativos para asi alargar la vida útil de la cancha de relave fino y disminuir el impacto ambiental que se suscita por los relaves de mina.

CONCLUSIONES

- Con la aplicación del relleno hidráulico se obtuvo mejoras con la disminución del porcentaje del relleno detrítico en 10% y el aumento del 10% de relleno hidráulico, los cuales se traducen en un ahorro de costos de $/ 1,011.95 dólares asi mismo evaluando la ejecución de los tajos en el mes de setiembre se obtuvo un ahorro total de 9,265.78 dólares el cual tiene una influencia significativa para el desarrollo de los tajos asi mismo según cumplimento legal, se cumplió con el rendimiento del sostenimiento de la barra y los procedimientos de las operaciones, y por ultimo con la reducción del impacto ambiental ya que usamos el relave de mina para realizar el relleno en los tajos.
- El rendimiento del sostenimiento de la barrera evaluando según los cálculos en referencia del factor de seguridad para contener el material relave sobre la barra en el caso 1 es de 1,69 y en el caso 2 es de 3.36 obteniendo un aumento en el factor de seguridad, asi mismo la resistencia del puntal más relave es de 14,75 y en el caso 2 es de 17.31 obteniendo el incremento de factor de seguridad en el armado de barreras proporcionado en los dos casos para asi garantizar el ciclo de minado.

- Los procedimientos en las operaciones se modificaron a partir de un nuevo diseño en el armado de las barreras las cuales nos permiten ayudar a tener mayor seguridad y al mismo modo mayor cumplimiento de la normativa legal, y es por ello que se evidencia en los costos preventivos de 3,960.00 soles y como costos correctivos tenemos el monto de 158,230.00 cabe concluir que no es rentable tener un accidente y es por ello que se realizó la mejora en los procesos de relleno hidráulico.

- La variación de los costos influyó directamente en el relleno del tajo y es por ello, que en el caso 1 el relleno hidráulico el costo fue de 2.22 $/m3 considerando, asi mismo en la obtención de costos en el caso 2 es de 2.88 $/m3 obteniendo un incremento; sin embargo, al rellenar el tajo en el caso 1 tenemos un costo 5.44$/m3 a comparación del caso 2 al rellenar el mismo tajo tenemos 5.24 $/m3 obteniendo un ahorro de 0.20 $/m3 y mediante ellos nos permitió ahorrar $ 1,011.95 dólares.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda incrementar el uso del relleno hidráulico para asi obtener ahorro y mayor rentabilidad, al mismo modo nos ayuda a disminuir los materiales de los relaves que en el exterior pudieran generar impactos ambientales, por otro lado, se recomienda usar los diques de contención (dique de concreto armado) y los tapones de hidráulicos para contener cualquier tipo de derrame del relave fino.

- Se sugiere cumplir estrictamente el diseño de las barreras para asi ejecutar y que puedan contener el relleno hidráulico, si bien es cierto la construcción de una barrera de madera es rápida y económica esta debe garantizar la estabilidad del relleno, asi mismo los procesos operativos en el relleno hidráulico nos contribuyen en la prevención lo cual genera la reducción de accidentes, pero siempre y cuando realicemos los seguimientos y control de las actividades a desarrollar por consiguiente se debe cumplir estrictamente los procedimientos elaborados en las áreas operativas y el área de seguridad.

- Se recomienda que la elaboración de la barrera debe de cumplir según el D.S.024-2016 y su modificatorias D.S.023-2017, en la que se realice la evaluación de rendimiento de barreras siendo considerable o no; basándose en dicha normativa se recomienda mejorar en las dimensiones de la barrera, para asi garantizar su resistencia al empuje que ejerce la columna de relaves, en el proceso de armado de barrera.

- Se sugiere la constante verificación de la actividad que cumplan los procedimientos de acuerdo con lo elaborado debe ser de punta a punta sea una proporción de1.2m y asi mismo se recomienda usar materiales competentes para que en dicho armado las tablas no se quiebran o los puntales están muy delgados se doblan y se rajan y el entelado no está adecuado para el uso. Aclarando que si suscitase un derrame esta generaría mayores gastos de operatividad las cuales no generarían gastos a la empresa

BIBLIOGRAFÍA

Andrea Blanco, E. (2007). *open course ware.* españa: universidad de cantabria.

Antonio, c. s. (2018). *"Estudio técnico económico de la profundización mediante el pique inclinado 370 niveles 4370 al 4270 veta juanita – Mina Casapalca"*. Recuperado el 18 de diciembre de 2018, de ttp://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/7149/MIcusama.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cabezas Armellon, P. M. (2016). *aplicacion de relleno hidraulico para acelerar el ciclo de minado en la veta principal n310 CHUNGAR.* pasco.

Calla, L. D. (24 de marzo de 2013). *planeamiento y diseño del sistema de extracción del proyecto de profundización de la u.o san braulio uno*. recuperado el 18 de diciembre de 2018, de

Colección Sapientia 178. (2021). *Introducción a la gestión de sistemas de información en las empresas.* españa: a Universitat Jaume I.

Cordova, M. m. (2019). *análisis del método de corte y relleno ascendente semimecanizado, frente al método long wall en la produccion de mineral del tajo 6520, nv 2760, Compañía Minera Poderosa S.A.* Piura.

Geomecánica Latina S.A. (2017). *Estudio geotécnico del relleno detrítico e hidráulico.* Caylloma- Arequipa.

Hector, C. I. (2020). *Profundización de la rampa negativa 462 para incrementar la producción de la veta animas - MCEISA.* Arequipa.

Herrera, H. J. (2020). *introduccion a la mineria subterranea vol. IV: Metodos de explotacion de interior.* madrid: universidad Politecnica de madrid.

Huamán Montes, L. W. (2007). *Aplicación de relleno hidráulico en la Mina Jimena de Compañía Minera Poderosa S.A.* lima.

Huaman Tumba, E., & Paucar Ricaldi, P. (2020). *Evaluación técnica económica conceptual de un nuevo sistema de relleno hidráulico para la reducción de costos en la Unidad Minera Caylloma de Minera Bateas S. A. C.* Huancayo.

Inga marcos, A. (2020). *Aplicación de relleno hidráulico total para Acelerar el ciclo de minado en la unidad minera cobriza.* Huancayo.

Vasquez Garcia, O. (2011). *Estatica de Fluidos.* huaraz.

Hernández Sampieri, R. Fernández Collao, C. (2016). Libro Metodología de la investigación SAMPIERI. In *Metodología de la investigación*.

ANEXOS I

Ámbito de estudio

1.1.1 Ubicación

La Mina, se encuentra ubicada en la Sierra Sur del Perú, Distrito de Caylloma, Provincia de Caylloma, Región Arequipa, a una distancia aproximada de 300 kilómetros de recorrido por vía terrestre desde la ciudad de Arequipa, sus coordenadas geográficas en UTMWGS84 referidas a un punto topográfico central en la Veta ánimas (PC) son: N: 8’317,900 y E: 194800.

Figura 25

Ubicación Geografía de Minera Bateas

Nota. Figura obtenida de Geología de minera Bateas S. A. C

1.1.2 Accesibilidad

Las rutas de acceso a la unidad minera, vía terrestre, desde la ciudad de Lima, son a través de la carretera Panamericana Sur:

Tabla 38

Rutas de acceso a la unidad minera Bateas

Ruta	**Kilómetros**
Lima – Arequipa	1005
Arequipa – Caylloma	225
Caylloma - Mina	14

Nota. La tabla nos muestra las rutas dicha información es obtenida de Geología de minera Bateas S. A. C

1.1.3 Clima Y Vegetación

1.1.3.1 Clima

El clima de la zona es frío y seco, característico de la alta montaña. Durante los meses de diciembre a marzo, abundan las precipitaciones, además de fuertes granizadas, que cubren de nieve toda la zona. Durante los meses de abril a septiembre, la temperatura es inferior a los O °C, produciéndose fuertes heladas, que de uno u otro modo merman la producción minera.

1.1.3.2 Vegetación

La vegetación consiste principalmente de ichu y pajonal, típico de estas zonas. El clima es característico de la región Puna (4000-4800 msnm), con lluvia y nevadas entre los meses de diciembre y marzo, seguido de una estación seca durante los meses de abril a

noviembre con heladas moderadas., temperaturas medias anuales de 7°C y nieves perpetuas.

1.1.4 Geología del yacimiento

1.1.4.1.1 Geología Regional

El distrito de Caylloma se ubica en un amplio arco volcánico Mioceno, caracterizado por la presencia de edificios volcánicos de colapso, calderas, en partes superpuestas, que han evolucionado independientemente, separadas en el tiempo por varios millones de años.

En este marco geológico se observa que directamente sobre rocas de edad jurásica-cretácica, correspondientes al grupo Yura, de origen marino, se deposita en discordancia una potente secuencia volcánica.

Esta secuencia volcánica está formada por lavas calco-alcalinas, ignimbritas, tobas, rocas volcaniclásticas retrabajadas, etc., en general de composición intermedia a silícica (Eyzaguirre, 1 981) y es la que alberga la mineralización de Ag en el distrito de Caylloma.

Sobrepuestas al volcanismo mencionado se desarrollan dos calderas parcialmente superpuestas; la más antigua es la caldera de Chonta, la que posee una forma circular de aproximadamente 18 Km de diámetro.

Las rocas que se disponen en el interior de la caldera de Chonta consisten mayoritariamente en ignimbritas, bien soldadas, ricas en litoclastos, intercaladas con lavas que se disponen hacia la parte superior de la secuencia (Eyzaguirre, 1981, Peterson et al., 1983).

Hacia los márgenes de la caldera se reconocen megabrechas relacionadas al colapso del margen de esta, formadas por grandes bloques de sedimentitas mesozoicas.

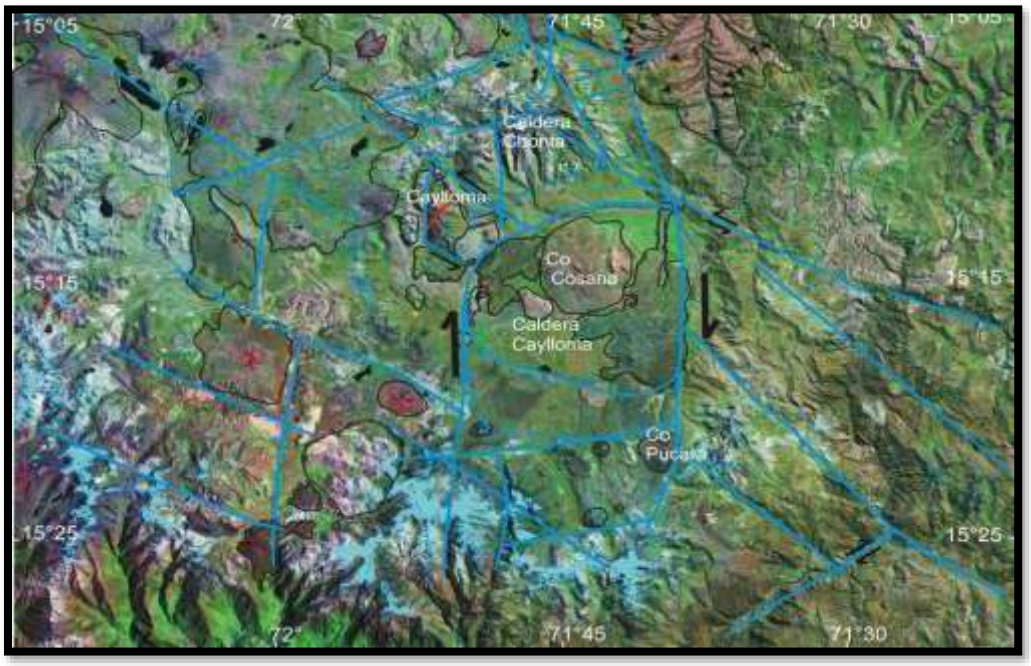
Por su parte, la caldera de Caylloma, de 25 Km de diámetro, se desarrolla hacia el sur y parcialmente superpuesta a la caldera de Chonta, al este de la mina de Caylloma.

La caldera de Caylloma se caracteriza por su forma sub circular, y la presencia de varios flujos piro clásticos silícicos (donde se reconocen cristaloclastos de cuarzo y sanidina), que se disponen, tanto dentro, como fuera de la caldera.

También se han reconocido domos riolíticos, principalmente asociados a las márgenes de esta; mientras que la caldera es centrada por un flujo andesítico, pobre en fenocristales, representada por el Cerro Cosana.

Figura 26

Geología Regional de Minera Bateas



Nota. Figura obtenida de Geología de minera Bateas S. A. C

1.1.4.1.2 Estratigrafía

La información geológica regional para el distrito de Caylloma ha sido considerada en base a la Actualización de la Carta Geológica Nacional del cuadrángulo de Cailloma (21s) a escala 1:100,000 (INGEMMET, 1988).

1.1.4.1.3 Grupo Yura

Jenks (1948), Benavides (1962), Vargas (1970) y Vicente et al (1979). Diferenció el Grupo Yura en las formaciones Puente, Cachíos, Labra, Gramadal y Hualhuani. Sin embargo, en el área de estudio aflora en el lado oeste solo la formación Labra.

- **Formación Labra**

Se observan afloramientos Labra en las faldas del cerro Vilafro y en la margen izquierda del río Santiago en las inmediaciones del campamento Huayllacho de la mina Caylloma.

La litología de esta unidad está constituida por una intercalación de arenisca gris a gris oscuras, de grano medio a fino, en estratos de 10 a 20 cm., con limolitas gris oscuras, en estratos de 5 a 15 cm. El intemperismo produce coloración marrón rojiza; en el río Santiago las pelitas son carbonosas; en menor grado lo son las areniscas.

La formación Labra yace sobre la formación Cachíos, concordantemente, y subyace en la misma forma a la formación Gramadal. El grosor de esta unidad se ha estimado en más o menos 1,200 m.

De acuerdo con la edad de los fósiles recolectados, a la formación Labra se le sitúa en el Jurásico superior-Cretáceo Inferior (Titoniano-Berriasiano).

1.1.4.1.4 Grupo Tacaza

Palacios (1994), indica que litológicamente el Grupo Tacaza está constituido por paquetes aglomerados o brechas de tobas que tienen una matriz de ceniza fina poco consolidada, con intercalaciones de lavas andesíticas, que alternan con areniscas tobáceas. En el Grupo Tacaza se han diferenciado las formaciones Orcopampa e Ichocollo:

1.1.4.1.5 Formación Orcopampa

Caldas (1993), define una secuencia de 150 a 400 m de espesor que está constituida por tobas ignimbriticas de composición cuarzo latítica a riolítica, que rellenan parcialmente la paleotopografía pre volcánica y cuyo nombre local es "Tufos Picaza".

Noble et. (1972) reportó una edad de 19.1 ±0.3 Ma (método K/Ar) para una muestra de la quebrada Picasa, asignándolo a esta unidad al Mioceno Inferior.

1.1.4.1.6 Formación Ichocollo

Se designa como formación Ichocollo a la última etapa del vulcanismo Tacaza cuyos afloramientos se encuentran mejor desarrollados en el cerro Ichocollo.

Está constituida por lavas y domos dacíticos, en la base, así como por lavas andesíticas a andesítico-basálticas, en la parte superior; las lavas son gris a gris oscuras, afaníticas y porfiríticas, a través de toda la secuencia se observa niveles areniscosos y brechas andesíticas.

La base de la formación Ichocollo sobreyace, en ligera discordancia, a la formación Orcopampa y subyace a la formación Sencca, en discordancia angular. El espesor de esta unidad, en el cerro Ichocollo se estima en más o menos 800 m.

En sectores de Orcopampa – Arequipa, Noble (1972) reporta edades entre 19.5 y 18.9 Ma (método K/Ar) en secuencias tobáceas de composición ácida, por lo que lo asignan al Mioceno inferior.

1.1.4.1.7 Grupo Barroso

El Grupo Barroso está formado por una alternancia de derrames lávicos y piroclásticos de composición andesítica y dacítica que forma una cadena de conos volcánicos que han

sido modificados por la última glaciación del Pleistoceno y están cubiertos parcialmente por depósitos glaciares, depósitos fluvioglaciares y flujos de barro.

1.1.4.1.8 Depósitos Cuaternarios

Los depósitos Pleistocénicos del cuadrángulo de Caylloma son de origen glaciar y se les ha agrupado en depósitos glaciares, glacio fluviales y aluviales. Su distribución está controlada por la depresión de Caylloma; ocupan generalmente, áreas bajas de la zona de estudio.

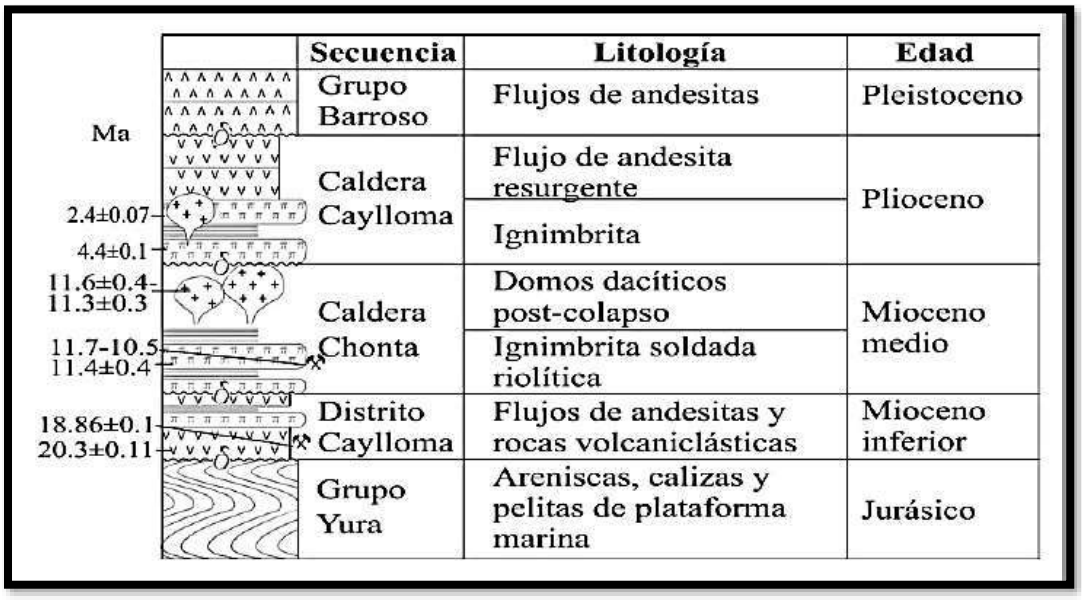
Los depósitos glaciares, compuesto por morrenas, formadas mayormente de grava, arena y limo inconsolidados, de naturaleza variada, predominando el material volcánico andesítico, con matriz areno-limosa.

Los depósitos glaciofluviales, presentan una matriz más compacta y son de naturaleza areno-limosa. Existen dos direcciones de flujo del material morrénico, uno centrípeto y otro centrífugo.

Los depósitos aluviales, se distribuyen a lo largo del curso del rio Santiago, compuesto por grava, arena y limo en niveles lenticulares. En la siguiente Columna estratigráfica simplificada del distrito de Caylloma se reconocen al menos 4 ciclos volcánicos del Mioceno al Cuaternario superpuestos discordantemente.

Figura 27

Secuencia de los depósitos y litologías



Secuencia	Litología	Edad
Grupo Barroso	Flujos de andesitas	Pleistoceno
Caldera Caylloma	Flujo de andesita resurgente	Plioceno
	Ignimbrita	
Caldera Chonta	Domos dacíticos post-colapso	Mioceno medio
	Ignimbrita soldada riolítica	
Distrito Caylloma	Flujos de andesitas y rocas volcaniclásticas	Mioceno inferior
Grupo Yura	Areniscas, calizas y pelitas de plataforma marina	Jurásico

Nota. figura obtenida de Echavarria, L. (2006). Geologic Evolution of the Caylloma Epithermal Vein District, Southern Perú.

1.1.5 Geología Local

Las rocas denotan sedimentación de edad jurásica, formadas por interposiciones de lutitas negras y areniscas grauváquicas, en estratos tabulares de alrededor de 40 a 60 cm de espesor.

Estas rocas en superficie desarrollan pliegues tipo kink, con flancos rectos y charnelas agudas, en general se hallan volcados y con planos axiales subhorizontales. En subsuelo se localizan deformadas de manera mucho más suave formando pliegues amplios y abiertos.

En discordancia sobre las sedimentaciones se apoya una potente secuencia volcánica terciara de lavas, primordialmente andesítica y volcanoclásticas de composición dacítica.

La secuencia volcánica está formada por paquetes de veinte hasta cien metros de lavas alternadas con rocas volcanoclásticas, andesitas porfídicas y andesitas finas, con fracturas paralelas. Las rocas volcanoclásticas están compuestas por brechas que constan de litoclastos angulosos, esencialmente de rocas volcánicas porfíricas. Las rocas pómez son pequeñas, verdosas debido a la alteración propilítica y débilmente estiradas. La brecha volcánica se puede clasificar como depósito piroclástico primario constituido por flujo (ignimbrita). Las ignimbritas se hallan intercaladas con estrechos bancos de rocas volcanoclásticas más finas, estratificadas en bancos de baja potencia, conformadas por areniscas y pelitas volcánicas de probable origen secundario resultado de depósitos en ambiente fluvial y/o lacustre.

Al norte de la veta San Cristóbal, la roca de caja (aflorante) de la mineralización es andesita de textura porfírica y muestra alteración hidrotermal de tipo propilitización y piritización, con presencia de cubos pequeños de pirita en forma diseminada.

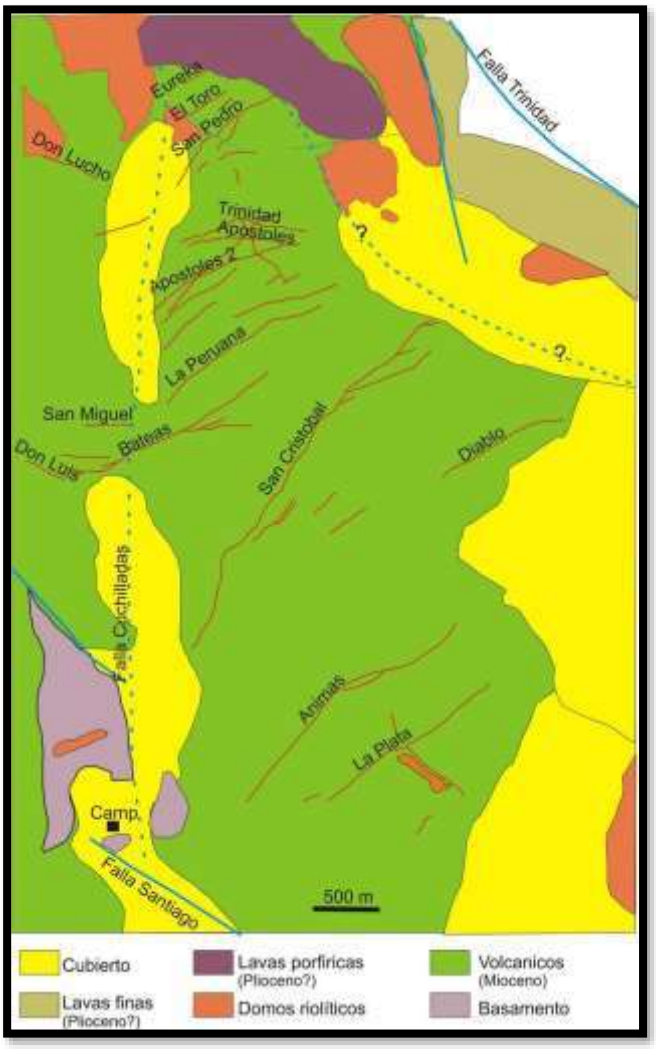
La cadena volcánica esta instruida por cuerpos dómicos y sus flujos lávicos de composición ácida (riolitas). Estos cuerpos dómicos como el domo San Antonio y Trinidad no están alterados hidrotermalmente, y su emplazamiento está vinculado a fallas de carácter regional.

Finaliza la secuencia, derrames lávicos más modernos posteriores a la mineralización, probablemente de edad plio-pleistocena que constituyen delgadas coladas de composición intermedia a básica.

En la imagen, se observa un mapa geológico resumido del distrito de Caylloma.

Figura 28

Mapa geológico resumido del distrito de Caylloma



Nota. Figura obtenida de Geología de minera Bateas S. A. C.

1.1.6 Geología Estructural

En el marco regional se reconocen dos sistemas de lineamientos principales, los que presentan rumbos noreste y noroeste.

El sistema con rumbo noroeste habría actuado de manera sinestral, mientras que el de rumbo noreste lo habría hecho de forma dextral; ello estaría en relación con esfuerzos regionales con la tensión orientada aproximadamente en sentido norte-sur o NNW-SSE, mientras que la compresión estaría ubicada con dirección este oeste o ENE-WSW; ello

estaría de acuerdo con lo generalmente postulado para el Mioceno Inferior-Medio del Sur de Perú (Cassard et al., 2000).

El sistema de fracturas de rumbo noroeste se encuentra más desarrollado, posiblemente habría prevalecido sobre su conjugado de dirección noreste.

El sistema noroeste incluye al corredor estructural que hospeda la mineralización de Caylloma. Sobreimpuesto a dicho sistema conjugado de fracturas se observa un juego de lineamientos de gran longitud y continuidad de rumbo norte-sur.

Estas fracturas están aparentemente limitando por su borde este y oeste a la caldera de Caylloma, que a su vez posee una forma alargada en sentido norte-sur. Si se consideran a estas fracturas contemporáneas con dicha caldera, entonces tendrían una edad entre 2 y 4,5 Ma.

Las fallas tendrían un desplazamiento a lo largo del rumbo de tipo dextral, lo que produciría una situación tensional en la zona de salto, desde la fractura este a la oeste; dicho lugar de tensión es donde finalmente se genera la caldera de Caylloma.

También ese sitio representaría una zona de debilidad preexistente, ya que es el lugar de intersección del corredor estructural NW-SE que contiene la mineralización del Distrito de Caylloma y las fracturas más jóvenes de rumbo norte-sur.

El movimiento dextral de las fracturas de rumbo norte-sur, así como la forma alargada en sentido norte-sur de la caldera de Caylloma, estarían en coincidencia con los esfuerzos compresivos de rumbo aproximado ENE-WSW propuestos para la época (Mercier et al., 1992).

En el modelo aquí presentado se postula que las fracturas de rumbo noroeste son anteriores a la caldera de Caylloma y a las fracturas norte-sur; por ello, se podría pensar

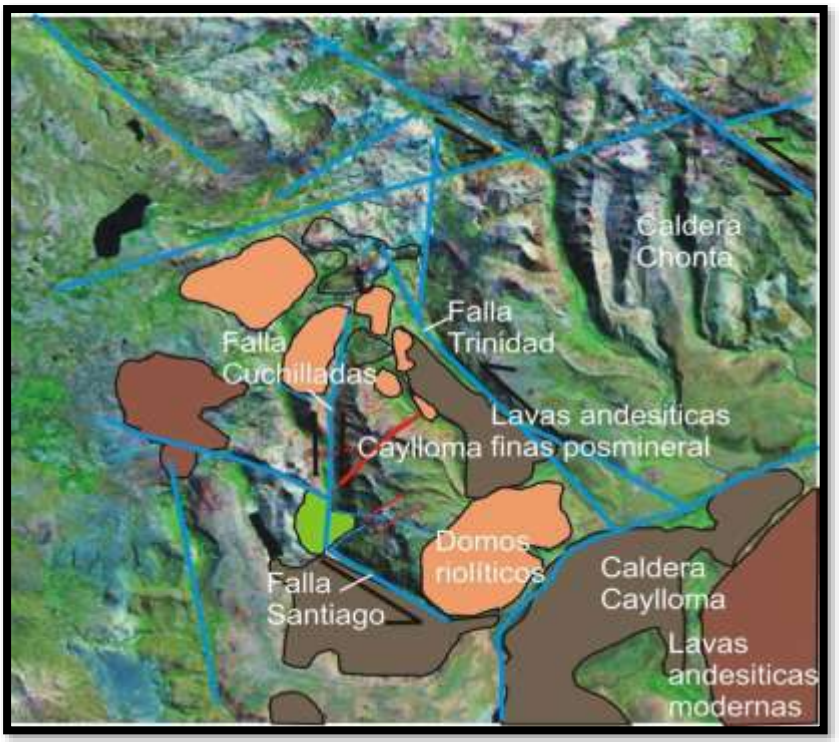
en encontrar la continuidad del corredor estructural que contiene la mineralización de Caylloma, al sudeste de la caldera.

Posiblemente, este corredor estaría representado al sudeste de la caldera por las sedimentitas jurásicas del grupo Yura, que afloran con rumbo noroeste- sudeste en la Loma Panteón, o estaría aún más hacia el sur, posiblemente al sudeste del Cerro Pucará.

Cabe destacar que las fracturas de rumbo noroeste y noreste están controlando la intrusión de cuerpos volcánicos de composición riolítica y andesítica más recientes, hasta plio-pleistocenos, lo que manifiesta la actividad de dichas fracturas hasta tiempos recientes, debido a reactivaciones posteriores a su formación.

Figura 29

Fracturas de rumbo noroeste y noreste



Nota. Figura obtenida de Geología de minera Bateas S. A. C.

1.1.7 Geología Económica

En el yacimiento de Caylloma, la mineralización económica es de tipo epitermal de baja sulfuración, esencialmente compuesta por sulfuros y sulfosales de Ag y Au en la zona Norte (vetas como Eureka, El Toro, San Pedro, Paralela, Apóstoles 1-2, Elisa, San Carlos 1-2, La peruana, Bateas (Techo y Piso), San Cristobal, La Plata) y en la veta Ánimas presenta un comportamiento polimetálico de Ag - Au- Pb – Zn – Cu, gradando en vertical.

Veta Ánimas-Ánimas NE, Nancy, Ramal Techo y Cimoide tienen un zoneamiento vertical, que aumenta el Pb - Zn - Cu en profundidad.

En todo el conjunto de vetas la mineralización económica está conformada por minerales de ganga como la rodonita, rodocrosita, carbonatos, cuarzo, pirita, que cambia según el comportamiento estructural y litológico de las vetas. La mineralización de zinc se encuentra en la esfalerita, el Pb en galena, el Cu en la calcopirita, la Ag y Au en la galena y como sulfosales y cobres grises en finas venillas de cuarzo.

1.1.8 Geomecánica del yacimiento

Para definir el tipo de roca se utilizan una serie de clasificaciones geomecánicas, como son: clasificación RMR, clasificación Lauffer, clasificación Rabcewicz, clasificación de normas alemanas, etc.

Todas las clasificaciones toman parámetros de las condiciones geológicas del macizo rocoso, dureza, fracturamiento, alteraciones, presencia de agua, etc.

La Unidad minera San Cristóbal ha determinado usar el sistema de evaluación geomecánica R.M.R. (Rock Mass Rating); evaluación que fue desarrollada por Bieniawski en 1973 en Sudáfrica. La clasificación R.M.R. relaciona índices de calidad del macizo rocoso y parámetros de diseño y de sostenimiento.

Los parámetros geomecánicos que este sistema evalúa son los ya mencionados anteriormente y son los siguientes:

1.- Resistencia uniaxial de la matriz rocosa.

2.- Grado de fracturación.

3.- Espaciado de las discontinuidades.

4.- Condiciones de las discontinuidades.

5.- Condiciones hidrogeológicas.

6.- Orientación de las discontinuidades respecto a la excavación

(correcciones).

La combinación de estos parámetros se expresa mediante un

índice Rock Mass Rating, que varía de 0 a 100. La clasificación

determina 5 tipos de roca.

Tabla 39

Según Rock Mass Rating

Clases	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**
calidad	muy buena	buena	media	mala	muy mala
valoración	100-81	80-61	60-41	40-21	<20

Nota. Tabla obtenida del Departamento de Geología de minera Bateas S. A. C.

1.1.8.1.1 Características Geomecánicas de la zona de estudio

La Unidad minera San Cristóbal ha determinado 8 tipos de roca, desdoblando la Clase II, Clase III y Clase IV en tipos A y B; y para efectos contractuales en los trabajos de rampas, cruceros, galerías y tajos se usaron las Clases IIIB hasta V, las cuales describe más adelante presentándose también una tabla completa de los 8 tipos de roca presentes en las labores.

1.1.8.1.2 Roca tipo - IIIB

Es una roca poco blanda con un RMR que va entre 41-50, con regular cantidad de fracturas con pequeñas fallas con panizo, se presenta de ligera a moderadamente alterada, la presencia de agua va desde un ligero goteo a un fuerte goteo en algunos casos. En este tipo de roca se ha cumplido con lo estipulado en la tabla de sostenimiento de CMBSAA; toda la roca excavada en este tipo de roca ha sido sostenida con malla electrosoldada y split sets combinados con pernos helicoidales de 7' cementados; excepcionalmente, se aplica shotcrete, como en el caso de los portales de las ventanas de carguío

- **Factores que influencian en la eficiencia de excavaciones en roca IIIB**

En el presente informe se describen algunos aspectos geológicos que tienen incidencias decisivas en el diseño, construcción y seguridad de las labores.

Actualmente se han desarrollado varios métodos para la evaluación de estos factores geológicos, utilizados para el control de obras subterráneas siendo el aporte más importante en el campo de la tunelería la clasificación geomecánica de los macizos rocosos.

Compone esta clasificación la Rampa 462, By pass 456 y By pass 396 Nivel 12.

1. Influencia de la litología y alteración.

El tipo de roca influye en el proceso de excavación de la masa rocosa, en el caso de la rampa 462, atravesamos rocas volcánicas de textura fina y brechoide caracterizadas por su baja densidad y alta porosidad que hacen que sean rocas absorbentes de la energía explosiva, las cuales lo disipan haciendo que el explosivo pierda su fuerza rompedora también se encuentran rocas volcánicas que presentan una marcada seudo- estratificación en donde se observan horizontes débiles que influyen en el control de la energía explosiva absorbiéndola cuando se realizan las voladuras.

Se pueden observar alteraciones hidrotermales como la silificación y el cuarzo sericita estos tipos de alteración son relevantes en el control del minado ya que influyen en forma desfavorable a las condiciones de excavación de la masa rocosa. El tipo de roca que se encontró en los avances como franjas silificadas hacen que estos se vuelvan altamente resistentes al corte como se ha visto en tramos de la rampa en donde se cruza con una franja silicificada que le da una gran dureza al macizo, pero a la vez lo hace altamente frágil y se quiebra fácilmente lo que también trae como consecuencia dificultad en el carguío de los taladros ya que se derrumba fácilmente.

2. Fracturamiento

Los frentes se caracterizan por presentar familias de discontinuidades conformadas por diaclasas o también llamadas rocas diaclasadas que son propios y característicos de los depósitos mineralizados.

El fracturamiento en el caso de la rampa, hay algunos que alcanzan aperturas de hasta 10 centímetros los que hacen que la energía se disipe por los espacios lo que resulta en desventaja para el avance dando como resultado disparos soplados.

3. Presencia de fallas

Las fallas geológicas y zonas de corte son rasgos estructurales prominentes de la masa rocosa, que tienen gran influencia sobre las condiciones del control de energía en las labores excavadas.

Las fallas geológicas representan estructuras donde ya hubo un movimiento relativo antes del minado, estos movimientos han dado como resultados la generación de panizos, materiales milonitizados, materiales de brecha que en su conjunto son zonas de debilidad que sirven de conductos de fuga de la energía explosiva y de esa forma controlan el avance de las excavaciones como taponeando los taladros cuando se encuentran brechas de fallas haciendo imposible el cargado de los taladros con el explosivo dando como resultado disparos soplados.

La presencia de fallas, diaclasas y otros tipos de junturas como la presencia de planos de seudo-estratificación, disyunciones verticales y horizontales propios de las rocas volcánicas hacen que estas controlen la energía explosiva absorbiéndola y disipándola, controlando de esta manera el avance ya que estos conductos sirven de fuga de la energía dando como resultado disparos soplados.

4. Presencia de agua

Los factores hidrogeológicos juegan un papel negativo para la eficiencia de los disparos ya que por saturación cambian de propiedades al macizo rocoso como por ejemplo pueden presentar acción corrosiva y destructiva por saturación de los explosivos cuando está cargado más de 2 horas son deteriorados con gran facilidad y estos hacen que pierda fuerza, en el caso de la rampa todas las labores están por debajo del nivel freático por la que la presencia de agua es abundante.

La presencia de agua en los frentes de trabajo por ser químicamente ácida hace que la carga explosiva sea remojada y deteriorada con gran facilidad y así la carga explosiva pierda su efecto rompedor.

- Roca tipo IV- A

Se caracteriza por ser una roca blanda, conocida como “roca mala A” con un RMR que va de 31-40, presenta muchas fracturas, roca muy alterada, fallas significativas con panizo y fuerte goteo de agua. Presente en el tajo 553.

El sostenimiento propuesto para este tipo de roca es de pernos sistemáticos espaciados entre 1 m. y 1,5m. con malla de refuerzo y de 2” de shotcrete. Sin embargo, debido a la calidad de la roca que en el tiempo y por la presencia de panizo se vuelve inestable, se utilizó un sostenimiento más pesado, que consta de Shotcrete de 2” luego malla con pernos sistemáticos espaciados entre 1 m. y 1.5 m. y finalmente una capa de Shotcrete de 2”, que garantiza la estabilidad de la roca remanente.

- Roca tipo IV- B

Se caracteriza por ser una roca blanda, conocida como “roca blanda B”, el RMR para esta roca oscila entre 21-30 presenta muchas fracturas, es una roca muy alterada por la presencia de fallas significativas. Que se presenta en el tajo 553, tajo 452 y labores del nivel 13 con presencia de agua por filtración.

Se cumplió con el sostenimiento para la roca tipo IVB, se colocó pernos espaciadas desde 1,50 m x 1,80 m. En ciertos tramos de roca IVB se hizo uso del Shotcrete, en las labores del Nivel 13 con presencia de agua.

En los tajos 553 y 452 se realizó el sostenimiento con Shotcrete a lo largo de todas estas labores y sus respectivas ventanas e intersecciones.

Figura 30

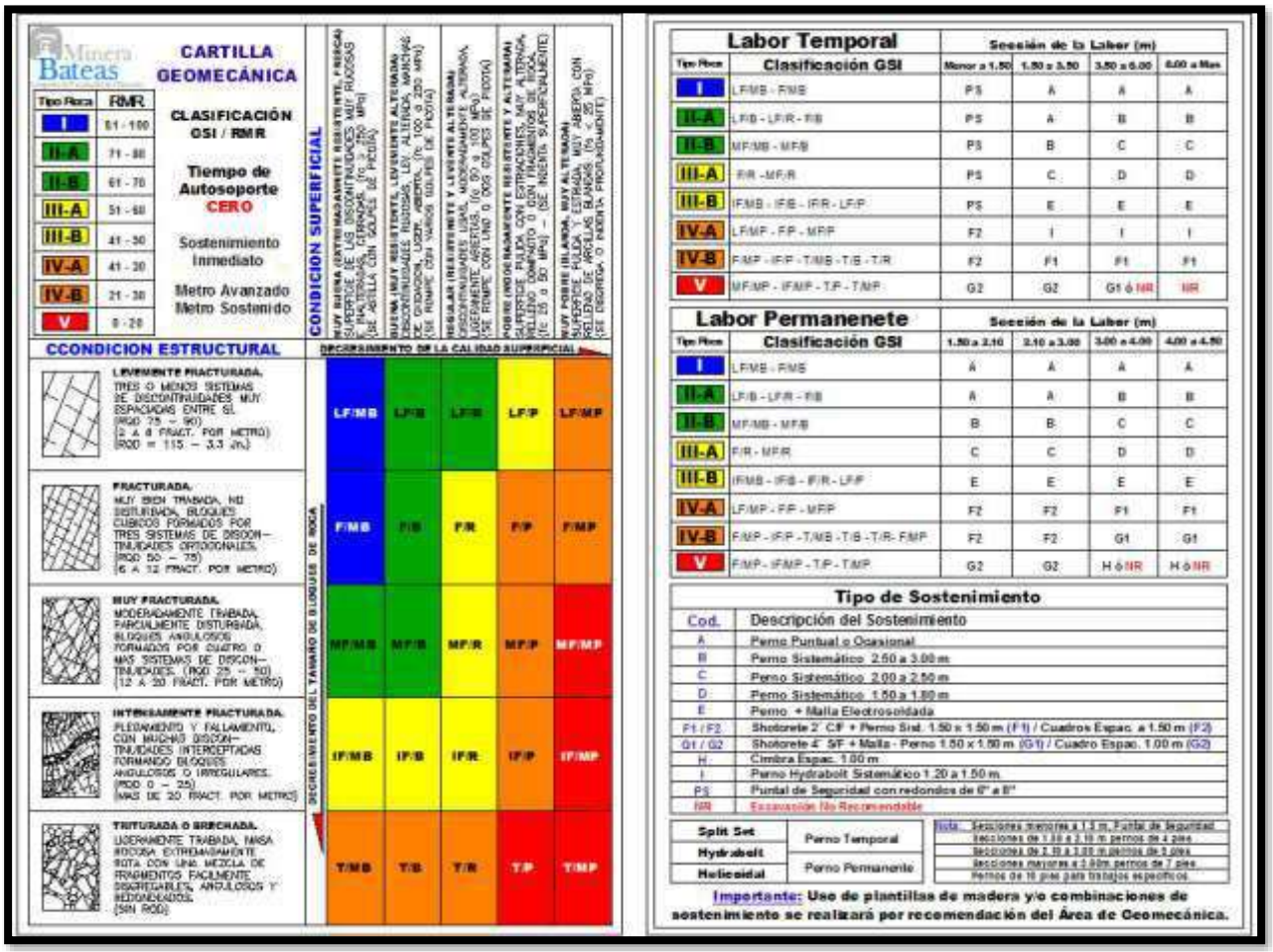
Calidad del Macizo Rocoso Según RMR89

CLASIFICACIÓN: CALIDAD DE MASA ROCOSA, SEGÚN VALORACIÓN RMR89 DE BIENIAWSKI, MOFICADA POR ROMANA 2000, ADAPTACIÓN GLSA					CLASIFICACIÓN
UBICACIÓN	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN DE LA MASA ROCOSA	RMR*	GSI	
CAJA TECHO	Toba andesítica cristalolítica, roca piroclástica de textura fragmental conformada por líticos subangulosos de andesitas micro-porfídicas y microcristalinas, en una matriz cripto-microcristalina de feldespatos y máficos alterados a arcillas, carbonatos, sericitas en menor grado y cloritas, con venillas irregulares de cuarzo, calcita y diseminaciones de pirita.	Estructura rocosa de origen volcánico, caracterizada por su textura de grano fino, color gris-verdosa con tonalidades violáceas y amarillentas en presencia de meteorización especialmente hacia el contacto con la estructura mineralizada. Estructuralmente estan "levemente fracturadas, fracturadas, muy fracturadas y eventualmente intensamente fracturadas", presentan resistencias a compresión simple variables en un amplio rango que va desde "alta, intermedia, baja y muy baja". El agua subterránea afecta considerablemente a esta unidad litológica mediante el deterioro de sus propiedades resistentes (cohesión y fricción) especificamente en sectores próximos al contacto con la estructura mineralizada (mayor o menor grado en todos los niveles asociados a su condición estructural y alteración hidrotermal) y en los niveles superiores (Nv.06 al Nv.10) debido al grado de metereorización.	75	70	Buena A
			65	60	Buena B
			55	50	Regular A
			45	40	Regular B
			35	30	Mala A
			25	20	Mala B
			10	5	Muy Mala
MINERAL	Brecha silisificada, carbonatizada (rodocrosita, calcita), rodonitas con diseminación de sulfuros (piritas y minerales opacos), de textura bandeada coloforme, con impregnaciones de agregados criptocristalinos de minerales oxidados de manganeso.	Estructura rocosa, color gris-oscuras con tonalidades "asociadas a la presencia de rodonita, rodocrosita, cuarzo y calcita", con intercalaciones de "óxidos y sulfuros". Estructuralmente encuentran "fracturadas, muy fracturadas e intensamente fracturadas" especialmente en sectores asociados a zonas de falla. Presentan resistencias a compresión variable "intermedia, baja y muy baja". El agua subterránea afecta considerablemente a esta unidad litológica mediante el deterioro de sus propiedades resistentes (cohesión y fricción) especificamente en sectores próximos al contacto con las cajas piso y techo, que se constituyen por fallas (F1) en todos los niveles debido a la condición estructural y alteración hidrotermal; en los niveles superiores (Nv.06 al Nv.10) el grado de meteorización (moderada, alta y muy alta) afecta significativamente la calidad de masas rocosas.	65	60	Buena B
			55		Regular A
			45	40	Regular B
			35	30	Mala A
			25	20	Mala B
			10	5	Muy Mala
CAJA PISO	Toba andesítica, roca volcánica de textura porfídica y amigdalar, color gris-verdosa, conformada por plagioclasas tabulares y máficos prismáticos alterados a arcillas y cloritas respectivamente, en una matriz cripto-microcristalina de feldespatos y máficos alterados a sericitas y cloritas.	Estructura rocosa de origen volcánico, caracterizada por su textura de grano fino, color gris-verdosa con tonalidades violáceas y amarillentas en presencia de meteorización especialmente hacia el contacto con la estructura mineralizada. Estructuralmente estan "levemente fracturadas, fracturadas, muy fracturadas y eventualmente intensamente fracturadas", presentan resistencias a compresión simple variables en un amplio rango que va desde "alta, intermedia, baja y muy baja". El agua subterránea afecta considerablemente a esta unidad litológica mediante el deterioro de sus propiedades resistentes (cohesión y fricción) especificamente en sectores próximos al contacto con la estructura mineralizada (mayor o menor grado en todos los niveles asociados a su condición estructural y alteración hidrotermal) y en los niveles superiores (Nv.06 al Nv.10) debido al grado de metereorización.	75	70	Buena A
			65	60	Buena B
			55	50	Regular A
			45	40	Regular B
			35	30	Mala A
			25	20	Mala B
			10	5	Muy Mala
Nota 1: La descripción litológica resumida corresponde a Secciones Tranversales al Rumbo de las estructuras mineralizadas en el Sector Central y Sur-Oeste de la Veta Ánimas (SECCIÓN NW-SE), en el Sector Norte-Este (SECCIÓN NW-SE), varian ligeramente las litologias especialmente entre "Techo de la Veta Ramal Piso, Piso-Techo de Veta Cimoide, Piso-Techo Veta Ramal techo", el cual se describe en el acápite 4.4.1 y Detalla en Anexo 2: Ensayos de laboratorio (Descripción petrográfica macro-microscópica).						

Nota. figura obtenida de Valoración RMR 89 de Bieniawski, modificada por Romana 2000, Adaptación GLSA para fines del Estudio de Estabilidad Local y Global de Labores Minera en MB.

Figura 31

Cartilla Geomecánica



Nota. Figura obtenida de Geología de minera Bateas S. A. C

1.1.9 Método de explotación

1.1.10 Método de Explotación

El método de explotación utilizado para la extracción de los minerales en la mina Bateas, unidad San Cristóbal es el corte y relleno ascendente mecanizado.

Es un método ascendente (en realce). El mineral es arrancado por franjas horizontales y/o verticales empezando por la parte inferior de un tajo y avanzando verticalmente. Cuando se ha extraído la franja completa, se rellena el volumen correspondiente con material

estéril (relleno), que sirve de piso de trabajo a los obreros y al mismo tiempo permite sostener las paredes del tajo, y en algunos casos especiales el techo.

La explotación de corte y relleno ascendente puede utilizarse en yacimientos que presenten las siguientes características:

• Fuerte buzamiento, superior a los 50° de inclinación.

• Características físico-mecánicas del mineral y roca de caja

relativamente regular a mala (roca incompetente).

• Potencia moderada.

• Límites regulares del yacimiento.

1.1.11 Desarrollo y preparación del método de explotación

Se desarrolla una galería de trasporte del yacimiento a un nivel principal, chimeneas y caminos a una distancia requerida según el diseño de explotación. El área de trabajo debe estar de 5 a12 m sobre la galería de transporte. Las chimeneas para ventilación y transporte de relleno deben ser construidas del nivel inferior al nivel superior.

Las posibles disposiciones en el trazado de las galerías de base son:

a. Una sola galería sobre veta.

b. Una galería fuera de la veta y sus cortes.

c. Una paralela y otra auxiliar en el mineral.

Es importante considerar en el momento de la construcción de la

galería base el mantenimiento de esta obra, de tal manera que sea lo más económico posible.

a) Perforación

La perforación es la primera operación en la preparación de una voladura. Su propósito es el de abrir en la roca hoyo cilíndricos, denominados taladros, para efectuar por medio de explosivos las excavaciones necesarias para la explotación, ubicando el explosivo en lugares apropiados a fin de que con el mínimo de explosivo se pueda arrancar o volar la máxima cantidad deroca o mineral.

Para ello estudiamos todas las propiedades de la roca y del explosivo para el diseño de malla de una serie de taladros, de modo que nos permita usar relativamente poco explosivo para poder romper un gran volumen.

Por lo general, la perforación constituye la mayor parte del costo de excavación en una labor dentro de la mina y es también la operación que toma mayor tiempo en su realización, razón por la cual debemos llevar a cabo con rapidez y eficiencia.

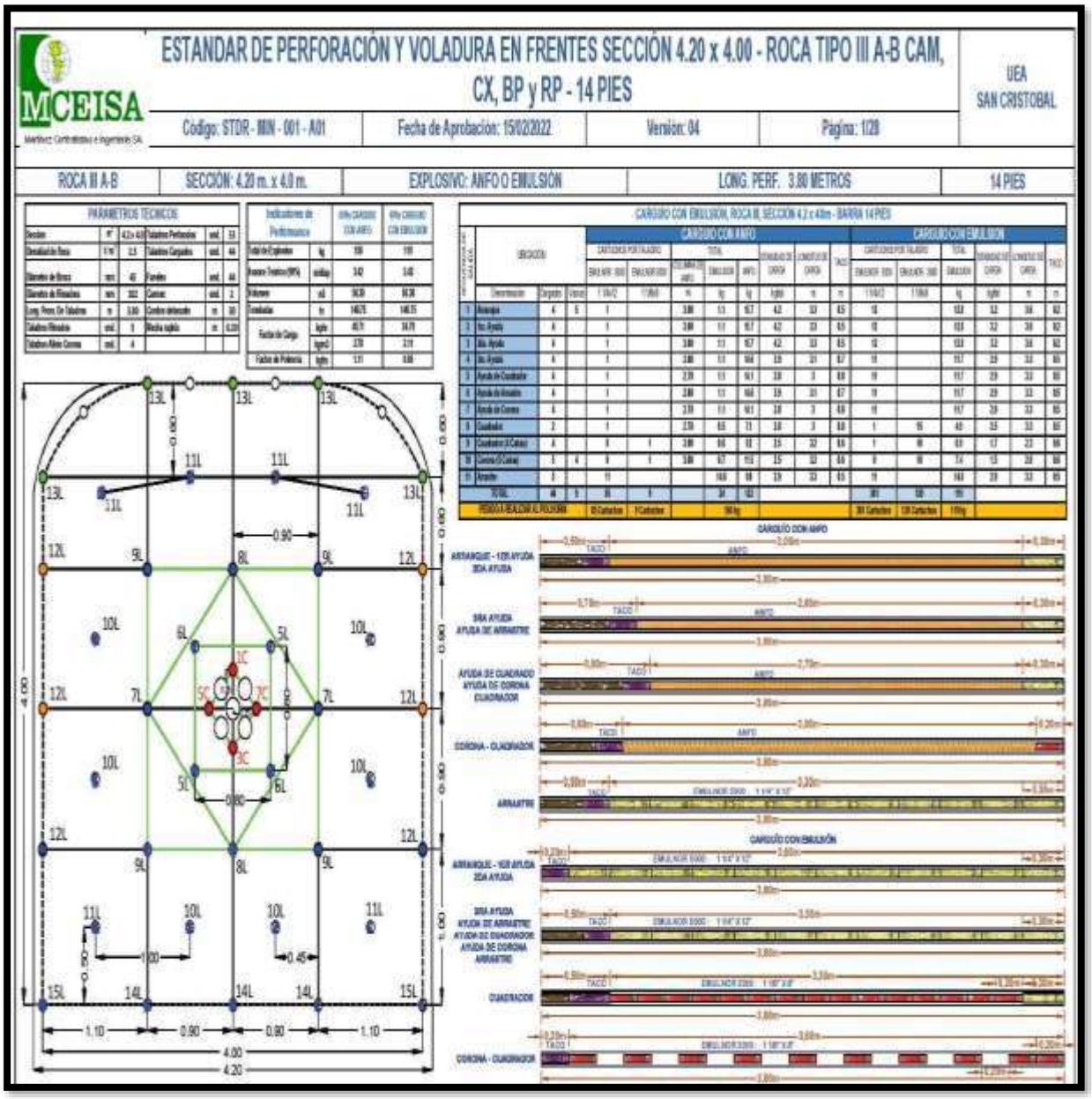
La eficiencia en perforación tiene gran importancia en la operación del ciclo de minado el cual depende:

La dureza de la roca que ofrece resistencia al corte que influye en la facilidad y velocidad de penetración.

La abrasividad influye en el desgaste de la broca y por ende en el diámetro final de los taladros cuando ésta se adelgaza, la dificultad en el carguío de los taladros es mayor y muchas veces realizando carguíos de explosivos mediocres, a esto ayuda también si el terreno es pre fracturado presentando taladro del 50% de material triturado "Shangro". La abrasividad de un material geológico, generalmente se presenta en las estructuras mineralizadas (vetas, cuerpos y otros).

Figura 32

Procedimiento de Perforación



Nota. Figura obtenida de Operaciones mina

b) Voladura

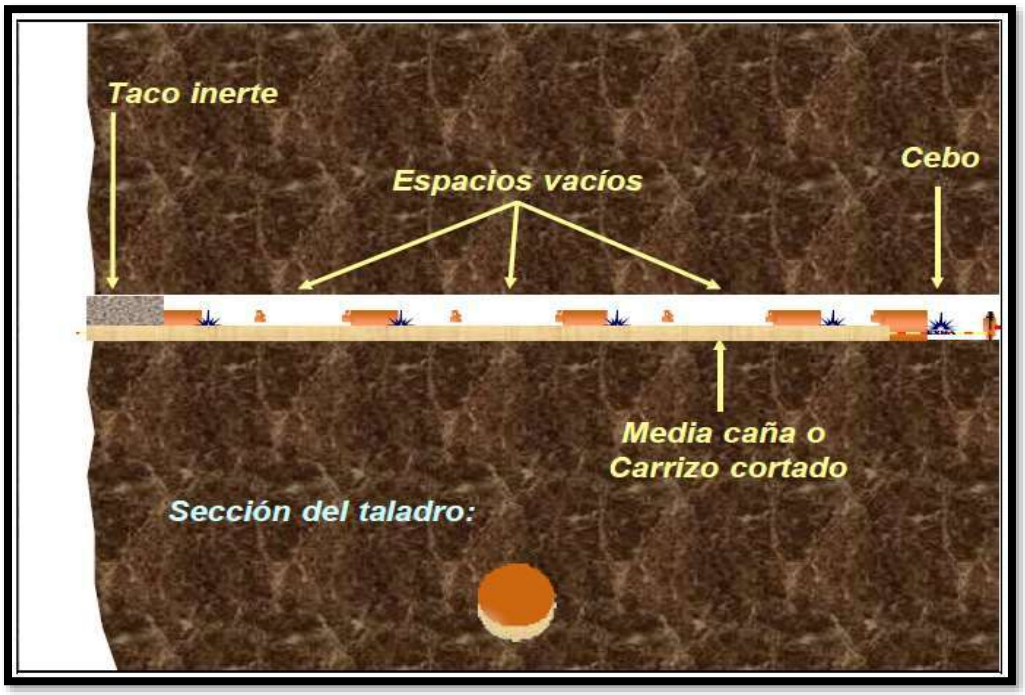
Es una operación que consiste en el carguío de los taladros y el encendido de estos, consiguiendo de esta manera la rotura de la roca o mineral de la labor a volar.

Para la voladura se requiere los siguientes materiales y accesorios:

- Explosivos
- Fulminantes
- Conectores
- Guía de seguridad
- Fósforos o chispa
- Cuchilla
- Punzón para preparar el cebo
- Atacador
- Mecha rápida

Figura 33

Carguío de los taladros



Nota. Figura obtenida de Geología de minera Bateas S. A. C

c) Carguío, acarreo y transporte de mineral

El transporte en el tajeo es uno de los más importantes, dependiendo de la forma del tajeo y las distancias de acuerdo con el radio de rendimiento de cada equipo de acarreo y transporte.

Evacuación por gravedad: No es más que un método en regresión aún en vía de desaparición.

Los minerales aprovechan la gravedad y resbalan por consecuencia de la pendiente dada al tajeo hacia el echadero. Este método es muy simple y bastante empleado.

d) Sostenimiento

Después de que se procede a la limpieza lo que se debe hacer es volver a realizar un desatado de rocas y proceder al sostenimiento para continuar avanzando en sentido de la veta o dirección en la que se quiera llegar con la debida seguridad.

Para el sostenimiento se emplea dependiendo del ancho o potencia de la veta los split set, cimbras, mallas, etc; los puntales se utilizan cuando la veta es angosta y no hay espacio para colocar sostenimiento mecanizado; también se emplea shotcrete.

El sostenimiento se implementa y diseña de acuerdo con las características geomecánicas del macizo rocoso, que se presenta en Minera Bateas de la Unidad San Cristóbal.

1.1.12 Planta de tratamiento

la empresa implementó técnicas como la automatización de sus procesos operativos desde el 2019 y amplió la capacidad de procesamiento a 1,500 toneladas por día. Pero tiene una

proyección a aumentar su capacidad de planta de beneficio Huayllacho de 1,500 a 2,000 TMD. de explotación polimetálica de plomo, plata y zinc.

1.1.13 Planta concentradora.

El área de chancado en la planta concentradora consta de 3 etapas, etapas que tienen el objetivo de reducir el tamaño del mineral que ingresa a planta a 100% malla -8mm, producto <= 5000 µm; a continuación, se describe el proceso de chancado las cuales tiene el proceso de chancado primario 2 circuitos.

1.1.13.1 Circuito de chancado primario (Kue Ken).

La alimentación realizada es a través de cargador frontal (CAT 962L) realizando un blending y abasteciendo a la tolva de gruesos N°1 de 100 toneladas de capacidad, y está alimentando a su vez a las chancadoras de quijadas del circuito Kue Ken.

tabla 40

Circuito de Chancado Primario (kue ken)

Circuito de chancado primario (KUE KEN)	
Tolva de gruesos N°1	100 t de capacidad
Chancadora de quijadas de 24” x 36”	95 t/h de capacidad
Chancadora de quijadas de 12” x 24”	35 t/h de capacidad
Faja transportadora N°19	24” x 23.3 m
Faja transportadora N°20	24” x 6.4 m
Electroimán permanente	

1.1.13.2 Circuito de chancado primario (Kurimoto).

La alimentación es realizada a través de cargador frontal (CAT 962L) y abasteciendo a la tolva N°2 de 450 toneladas de capacidad y está alimentando a la chancadora Kurimoto a través de un alimentador de placas y un grizzly vibratorio. Esta chancadora cuenta con una capacidad máxima de aproximadamente 130 toneladas por hora, el mineral tratado cuenta con un F80 igual 17500 µm que posterior al chancado primario se obtiene un P80 igual 64700 µm, lo que significa una ratio de reducción de 2.7, se cierra el set de la chancadora y se mantiene entre los valores de 2 3/4" y 2 3/8"

tabla 41

Circuito de Chancado Primario (kurimoto)

Circuito de chancado primario (KURIMOTO)	
Tolva de gruesos N°2	450 t de capacidad
Chancadora Kurimoto 24" x 36"	100 t/h
Alimentador de placas 36" x 15	Motor de 20 Hp
Grizzly Vibratorio de 3' x 8'	Motor de 15 Hp

Por consiguiente, tenemos la chancadora secundaria Sandvik CH-420 y la chancadora terciaria CH-430 realizando un circuito cerrado

ANEXO II

Figura 34

Envió de Pulpa a los tajos

Figura 35

Inspección del Área

Figura 36

Acondicionamiento de Relleno Detrítico

Figura 37

Rellenado de Materia Detrítico

Figura 38

Conformación de Diques

Figura 39

Ventilación en el Relleno Hidráulico en el Tajo 496

Figura 40

Llena do con Relleno Hidráulico el Tajo 496

Figura 41

Sedimentación del Relleno Hidráulico

Figura 42

Envió de Pulpa en el Llenado del Relleno Hidráulico

Figura 43

Apuntalamiento considerando que el Angulo de Puntales sea 45°

Figura 44

Conformación de Barrera en el Caso 1

Figura 45

Conformación de Barrera en el Caso II

ANEXO III

Tabla 42

Análisis Granulométrico de Muestra de Relave

malla	um	Feed				Under (para minal				Over					
		Peso	**% w**	**A(+)**	**A(-)**	**Peso**	**% w**	**A(+)**	**A(-)**	**Peso**	**% w**	**A(+)**	**A(-)**	**A**	**B**
50	300	70.46	7.60	7.60	92.40	112.57	14.70	14.70	85.30	1.70	0.40	0.38	99.60	100.85	204.50
70	212	75.16	8.10	15.70	84.20	114.81	15.00	29.70	70.30	1.90	0.40	0.79	99.20	400.81	833.20
100	150	87.39	9.50	25.20	74.80	130.37	17.00	46.70	53.30	2.80	0.60	1.42	98.60	969.29	2046.80
140	106	90.38	9.80	35.00	65.00	131.90	17.20	63.90	36.10	5.50	1.20	2.64	97.40	1765.85	3749.00
200	75	106.60	11.50	46.50	53.40	126.18	16.50	80.30	19.70	24.73	5.50	8.14	91.90	2436.27	5210.10
270	53	83.51	9.00	55.50	44.40	71.93	9.40	89.70	10.30	40.28	9.00	17.11	82.90	2474.71	5270.00
325	44	43.90	4.80	60.30	39.60	26.53	3.50	93.20	6.80	29.72	6.60	23.73	76.30	2277.22	4821.60
-325		365.90	39.60	100	0.00	52.40	6.80	100.00	0.00	342.60	76.30	100.00	0.00	0.00	0.00
P Ensayado		923.30	100			766.69	100			449.23	100.00			10424.98	22135.20 2.00

ANEXO IV

Tabla 43

Costo de los Tajos Programados Mensualmente

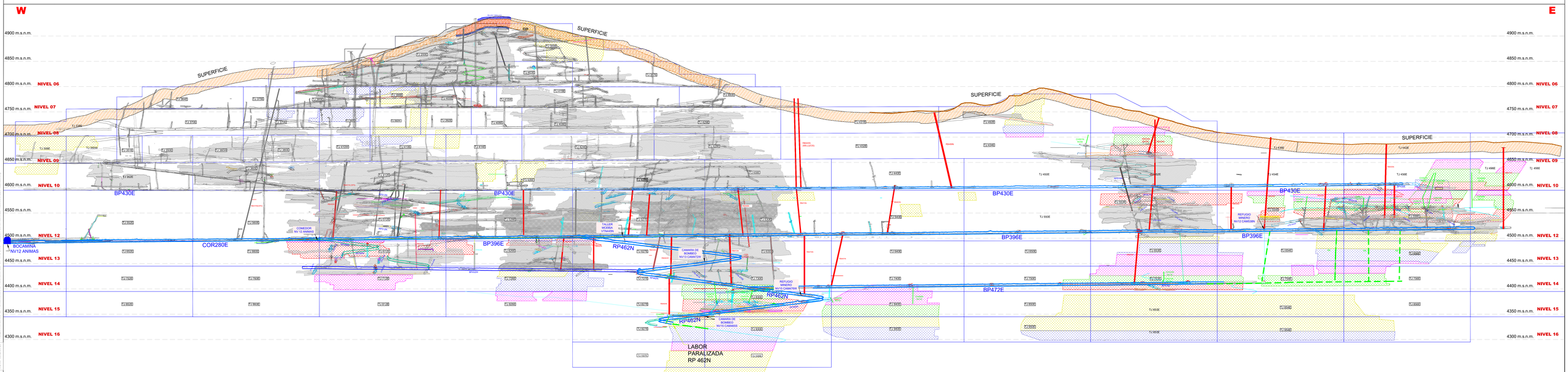
labores	R. Hidráulico	R. Detrítico	espacio estimado (m3)	costo hidráulico 30%	costo detrítico 70%	Total	R. Hidráulico	R. Detrítico	costo hidráulico 40%	costo detrítico 60%	Total	Ahorro
TJ452	1456.00	3397.34	4853.34	$ 3,236.66	$ 23,101.90	$ 26,338.56	1941.34	2912.00	$ 5,582.83	$19,801.63	$ 25,384.46	$ 954.11
TJ496	1528.32	3566.08	5094.40	$ 3,397.43	$ 24,249.35	$ 27,646.77	2037.76	3056.64	$ 5,860.12	$20,785.15	$ 26,645.28	$ 1,001.50
TJ554	969.10	2261.24	3230.34	$ 2,154.29	$ 15,376.42	$ 17,530.71	1292.14	1938.20	$ 3,715.88	$13,179.79	$ 16,895.67	$ 635.04
TJ712E	1782.00	4158.00	5940.00	$ 3,961.35	$ 28,274.40	$ 32,235.75	2376.00	3564.00	$ 6,832.82	$24,235.20	$ 31,068.02	$ 1,167.73
TJ753E	1435.50	3349.50	4785.00	$ 3,191.09	$ 22,776.60	$ 25,967.69	1914.00	2871.00	$ 5,504.22	$19,522.80	$ 25,027.02	$ 940.67
TJ754E	1605.00	3745.00	5350.00	$ 3,567.88	$ 25,466.00	$ 29,033.88	2140.00	3210.00	$ 6,154.14	$21,828.00	$ 27,982.14	$ 1,051.74
TJ826E	1465.22	3418.84	4884.06	$ 3,257.15	$ 23,248.13	$ 26,505.28	1953.62	2930.44	$ 5,618.17	$19,926.96	$ 25,545.13	$ 960.14
TJ830E	1192.80	2783.20	3976.00	$ 2,651.57	$ 18,925.76	$ 21,577.33	1590.40	2385.60	$ 4,573.62	$16,222.08	$ 20,795.70	$ 781.63
TJ840E	1137.00	2653.00	3790.00	$ 2,527.53	$ 18,040.40	$ 20,567.93	1516.00	2274.00	$ 4,359.66	$15,463.20	$ 19,822.86	$ 745.07
TJ842E	1569.00	3661.00	5230.00	$ 3,487.86	$ 24,894.80	$ 28,382.66	2092.00	3138.00	$ 6,016.10	$21,338.40	$ 27,354.50	$ 1,028.15
											TOTAL	$ 9,265.78

ANEXO V

Tabla 44

Plano de la Línea Troncal

PERFIL LONGITUDINAL ANIMAS



LEYENDA

- LABORES EXPLOTADOS (TAJOS)
- LABORES LINEALES EXISTENTES
- PRODUCCION 2023
- PRODUCCION 2022
- PRODUCCION 2023
- PRODUCCION 2024
- PRODUCCION EV
- RB EJECUTADO
- PROYECTO

OBSERVACIONES :	FECHA:	PROYECTO : PLANEAMIENTO
		TOPOGRAFIA : TOPOGRAFIA
		GEOLOGIA : DTO. GEOLOGIA

EN EL TRABAJO, EN EL HOGAR HAGAMOS QUE LA SEGURIDAD SEA CONOCIDA

Bateas

PLANEAMIENTO & INGENIERIA

PLANO EN SECCION LONGITUDINAL TOPOGRAFICO DE LA UNIDAD MINERA BATEAS SAN CRISTOBAL

ESCALA:	1:2000
COD. PLANO:	
UTM: WGS84 ZONA 19S	
PLANO N°: 1	FECHA: 09/3/2022

ZONA SAN PEDRO

POLVORIN DE EXPLOSIVOS

POLVORIN DE ACCESORIOS

APOSTOLES 1

SANTA CATALINA

MB-21

BO-02

VETA SANTA CATALINA

VETA SOLEDAD

VETA SILVIA

SILVIA-SOLEDAD

VETA BATEAS

BATEAS

ALMACEN

BOFEDAL

MB-23

MB-24

INGRESO RELLENO HIDRAULICO ANIMAS INTERIOR MINA

MB-25

ZONA A SER REGADO 24 Hectareas

PLANTA RELLENO HIDRAULICO ANIMAS NV 07

BO-03

ANIMAS

VETA ANIMAS

MB-26

LA PLATA

LAGUNA JESUS MARIA

ZONA RESERVADA

PLANTA CONCENTRADORA

RELAVERA 2 SUR

ILAFRO

Linea de Cobre

MINERA BATEAS

RIO SANTIAGO

CARRETERA

Nueva Linea 15KV

Antigua Linea Postes Metalicos

RELAVERA 3

BO-01

DEPOSITO DE RELAVE N°3
SAN FRANCISCO
Area = 97.844.998 m2

CARRETERA HACIA ARCATA

CIUDAD

LEYENDA	
	CURVA MAESTRA
	CURVA SECUNDARIA
	ACCESO
	LIMITE DE BOTADERO DE DESMONTE
BM	BOCAMINA
	RED DE AGUA Y DESAGUE
	ESTRUCTURAS DE CONCRETO
	CANAL DE CORONACION
CH-3	CHIMENEA
	ZANJA DE CORONACION
	EJE DE QUEBRADA
	RIACHUELO
	ACEQUIA
	BORDE DE ROCA
	LIMITE DE BOFEDAL
M - 04	ESTACION TOPOGRAFICA
TR	TRINCHERA
P	POSTES
	LINEA 15KV SANTA CATALINA

LEYENDA	
	RUTA PLANTA CONCENTRADORA A RELAVERA Dist. 391.149m
	RUTA RELAVERA A PLANTA DE RELLENO HIDRAULICO Dist. 6,468.673m
	RUTA DE RELAVE LINEA 01
	RUTA DE RELAVE LINEA 02
	RUTA DE RELAVE LINEA 03
	UBICACION DE INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURAS

ESCALA GRAFICA
0 75 150 225 300 375 m.

PROYECTO :	DPTO DE PLANEAMIENTO
TOPOGRAFIA :	AREA. TOPOGRAFIA
GEOLOGIA :	DPTO. GEOLOGIA
DIBUJADO :	DPTO. PLANEAMIENTO
REVISADO :	Y. JAIMES
APROBADO :	A. MERCA

Minera Bateas

PLANEAMIENTO & INGENIERIA

Plano de Ubicación del Sistema de RH

ESCALA :	ESC:1/7500
COD. PLANO	00-00-00-00
UTM: WGS84 ZONA 19S	
PLANO N°	FECHA
000	09/3/2019

RUTA ARCHIVO: P:\INGENIERIA\PLANEAMIENTO 2019\01 Plan anual\01_Plan Anual\02_Plan Mensual\03_Marzo\03_PROYECTOS POR LABOR\PROYECTOS FUERA DEL PROGRAMA\Plano Ubicacion Sistema de RH.dwg

FECHA: Miércoles, 6 de Marzo de 2019 13:21:29

LOGUEADO: Efrain Ramos

ANEXO VI

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS DE CONTROL - LÍNEA BASE

Código:	MCS-SIG-[illegible]
Versión:	14
Fecha:	16/07/2022
Pagina:	1 de 1

Gerencia: Operaciones Mina

Área: MCEISA

Fecha de elaboración: 16/07/2017

Fecha de actualización: 24/7/2023

Aprobado por el comité de SSO: Rene Huahuacondori, Jose Luis Tejada

Participantes:

Condición:

Normal	Condición óptima en la cual los controles que empleamos funcionan y son suficientes para reducir los riesgos a niveles tolerables.
Anormal	Condición en la cual los controles que empleamos requieren ser reformulados o extremados para reducir el riesgo.
Emergencia	Evento no deseado que se presenta súbitamente con la implicancia del riesgo de muerte o de incapacidad inmediata, y que requiere de una atención oportuna, eficiente y adecuada.

Tipo:

Rutinario	Secuencia de actividades que se realizan repetidamente más de una vez dentro de un periodo de 3 meses, las cuales pueden ser programadas o no programadas.
No rutinario	Tareas que se realizan de manera no regular, es decir, no se encuentran contempladas dentro de la matriz de procesos ni en la matriz IPERC de Línea Base.

Jerarquia de Controles - Orden de Prioridad	
1	Eliminación
2	Sustitución
3	Controles de Ingeniería
4	Señalización, Alertas y/o Control Administrativo
5	EPP adecuado

PROCESO	ACTIVIDAD	TAREA	RUTINARIO Si o No	OCUPACION	CÓDIGO DE PELIGRO	PELIGRO	RIESGO	CONDICIÓN	CONSECUENCIA DEL RIESGO	EVALUACIÓN DE RIESGO				JERARQUIA DE CONTROLES					REEVALUACIÓN DE RIESGO				ACCIÓN DE MEJORA	RESPONSABLE (Cargo)	FECHA	REEVALUACIÓN DE RIESGO RESIDUAL			
										Nivel Probabilidad (P)	Nivel Severidad (S)		Riesgo Inicial (P x S)	Eliminación	Sustitución	Controles de Ingenieria	Control Administrativo	EPP	(P)	(S)		Riesgo con Controles Actuales (P x S)								Riesgo Residual (P x S)
					100	Superficies de trabajo en mal estado/inestables	Caída al mismo nivel	Normal	Lesiones/ Contusiones/fracturas	D	4	D4	21			Plataformas en buen estado	Capacitación en riesgos de caida al mismo y distinto nivel/Señalizacion del área de trabajo / check list	Uso de EPPs de acuerdo al PETS DESARENADO DE TUBERIAS MCS-RH-PETS001	E	4	E4	23	-	-	-				#N/D
					129	Roca suelta	Caída de roca/Atrapamiento/ aplastamiento	Normal	Contusiones/Laceraciones/Fracturas/ Muerte	C	2	C2	8			Desate manual y/o mecanizado de rocas/Sostenimiento según evaluacion geomecanica	PETS desatado de rocas manual en labores MCS - OPE - PETS 001 , Orden de trabajo, IPERC, Capacitacion/ Estandar de desatado de rocas	Uso de EPPs de acuerdo al PETS DESARENADO DE TUBERIAS MCS-RH-PETS001	D	2	D2	12	-	-	-				#N/D
					410	Derrame de concentrado/relave/escoria	Contacto con concentrado/relave/escoria	Anormal	Intoxicación	C	2	C2	8			Uso de aviones con sus respectivos cables (frenos) para asegurar la tubería hacia los cáncamos y/o estacas.	Uso adecuado del PETS MCS-SERV-PETS-026	Uso de EPPs de acuerdo al PETS DESARENADO DE TUBERIAS MCS-RH-PETS001	D	2	D2	12							#N/D
					119	Gases (voladura, procesos)	Exposición a atmosfera con deficiencia de oxígeno y acumulación de gases (CO, NOX, CO2)	Normal	Muerte por intoxicacion de gases (nitrosos, monoxido de carbono, dioxido de carboono u otros gases)	C	2	C2	8			Ventilación mecanizada en las labores	Monitoreo de gases, mantenimiento preventivo de ventiladores y mangas/ Capacitacion Intoxicacion por gases/Certificados de calibracion de equipos de monitoreo.	Uso de EPPs de acuerdo al PETS DESARENADO DE TUBERIAS MCS-RH-PETS001	D	2	D2	12	-	-	-				#N/D
					128	Accesos inadecuados/mal estado	Caida a mismo nivel o distinto nivel	Normal	Lesiones/ contusiones/fracturas	D	4	D4	21				Mantenimiento de vias/Inspección accesos/Inspección de caminos/IPERC continuo /Señalización de accesos	Uso de EPPs de acuerdo al PETS DESARENADO DE TUBERIAS MCS-RH-PETS001	E	4	E4	23	-	-	-				#N/D
		Inspección del área de trabajo	SI	Maestro Servicios mina, Ayudante Servicios mina	404	Polvo	Inhalación de polvo	Normal	Enfermedades a las vias respiratorias (Neumoconiosis, Silicosis, etc)	D	3	D3	17				Regado de carga/IPERC Continuo / Orden de Trabajo	Uso de EPPs de acuerdo al PETS DESARENADO DE TUBERIAS MCS-RH-PETS001	E	3	E3	20	-	-	-				#N/D
					128	Superficie de trabajo inclinados	Caida a distinto nive o distinto nievel	Normal	Contusiones/cortes/ fracturas	D	4	D4	21				Mantenimiento de vias/Inspección accesos/IPERC continuo	Uso de EPPs de acuerdo al PETS DESARENADO DE TUBERIAS MCS-RH-PETS001	E	4	E4	23							
					708	***Sanitarios en campo/Servicios Higiénicos***	***Exposición a agentes patógenos en aire, suelo o agua***	***Normal***	***Enfermedades a la piel y/o digestivas***	C	4	C4	18	Limpieza semanal de residuos en servicios higiencos en portátiles		Uso de desinfectantes y lavado de manos	Cronograma de limpieza y mantenimiento de sanitarios portátiles	Uso de EPPs de acuerdo al PETS DESARENADO DE TUBERIAS MCS-RH-PETS001	C	5	C5	22							#N/D
					912	***Descanso insuficiente/fatiga***	***Pérdida de Capacidad Física, Psicológica***	***Normal***	***Pérdida de la conciencia, pérdida de concentración y otros transtornos de la salud mental***	C	3	C3	13				Registro de Control de Seguimiento a las horas de descanso del personal, Sistema predictivo de la fatiga "PRISM"	Uso de EPPs de acuerdo al PETS DESARENADO DE TUBERIAS MCS-RH-PETS001	D	3	D3	17	_	_	_				#N/D

PROCESO	ACTIVIDAD	TAREA	RUTINARIO Si o No	OCUPACION	CÓDIGO DE PELIGRO	PELIGRO	RIESGO	CONDICIÓN	CONSECUENCIA DEL RIESGO	EVALUACIÓN DE RIESGO				JERARQUIA DE CONTROLES					REEVALUACIÓN DE RIESGO				ACCIÓN DE MEJORA	RESPONSABLE (Cargo)	FECHA	REEVALUACIÓN DE RIESGO RESIDUAL			
										Nivel Probabilidad (P)	Nivel Severidad (S)		Riesgo Inicial (P x S)	Eliminación	Sustitución	Controles de Ingenieria	Control Administrativo	EPP	(P)	(S)		Riesgo con Controles Actuales (P x S)				(P)	(S)		Riesgo Residual (P x S)
					1,203	***Condiciones de salud pre existentes de riesgo o condiciones del ambiente adversas para el estado de gestación***	***Exposición a condiciones de salud pre existentes de riesgo o condiciones del ambiente adversas para el estado de gestación***	***Normal***	***Daño a la madre o feto, aborto, malformaciones, Preeclampsia, alteración del desarrollo fetal, depresión de la respuesta inmune, etc.***	C	3	C3	13				Adaptación de las condiciones de trabajo o del tiempo de trabajo, asignación de trabajos diferente o compatible con su estado, licencia temporal por riesgo durante el embarazo o la lactancia durante el tiempo necesario.	Uso de EPPs de acuerdo al PETS DESARENADO DE TUBERIAS MCS-RH-PETS001	D	3	D3	17	_	_	_				#N/D
		Señalizar el área de trabajo e inspeccionar la tubería.	SI	Maestro Servicios mina, Ayudante Servicios mina	100	Superficies de trabajo en mal estado/inestables	Caída al mismo nivel	Normal	Lesiones/ Contusiones/fracturas	D	4	D4	21			Plataformas en buen estado	Capacitación en riesgos de caida al mismo y distinto nivel/Señalizacion del área de trabajo / check list	Uso de EPPs de acuerdo al PETS DESARENADO DE TUBERIAS MCS-RH-PETS001	E	4	E4	23	-	-	-				#N/D
					129	Roca suelta	Caída de roca/Atrapamiento/ aplastamiento	Normal	Muerte por aplastamiento de rocas	C	2	C2	8			Desate manual y/o mecanizado de rocas/Sostenimiento según evaluacion geomecanica	PETS desatado de rocas manual en labores MCS - OPE - PETS 001 , Orden de trabajo, IPERC, Capacitacion/ Estandar de desatado de rocas	Uso de EPPs de acuerdo al PETS DESARENADO DE TUBERIAS MCS-RH-PETS001	D	2	D2	12	-	-	-				#N/D
					119	Gases (voladura, procesos)	Exposición a atmosfera con deficiencia de oxígeno y acumulación de gases (CO, NOX, CO2)	Normal	Muerte por intoxicacion de gases (nitrosos, monoxido de carbono, dioxido de carboono u otros gases)	C	2	C2	8			Ventilación mecanizada en las labores	Monitoreo de gases, mantenimiento preventivo de ventiladores y mangas/ Capacitacion Intoxicacion por gases/Certificados de calibracion de equipos de monitoreo.	Uso de EPPs de acuerdo al PETS DESARENADO DE TUBERIAS MCS-RH-PETS001	D	2	D2	12	-	-	-				#N/D
					128	Accesos inadecuados/mal estado	Caida a mismo nivel o distinto nivel	Normal	Lesiones/ contusiones/fracturas	D	4	D4	21				Mantenimiento de vias/Inspección accesos/Inspección de caminos/IPERC continuo /Señalización de accesos	Uso de EPPs de acuerdo al PETS DESARENADO DE TUBERIAS MCS-RH-PETS001	E	4	E4	23	-	-	-				#N/D
					207	***Personal de Piso interactuando con equipos móviles***	***Atropello/ Aplastamiento***	***Normal***	***Contusiones/Traumatismo/Fracturas/ Muerte***	C	2	C2	8				Bloqueo de labores con soga y señalizacion de "coordinar con el operador antes de ingresar" y dos conos con dos bastones luminosos, PETS Inspeccion de labores MCS-OPE-PETS050	Uso de EPPs de acuerdo al PETS DESARENADO DE TUBERIAS MCS-RH-PETS001	E	3	E3	20	-	-	-				#N/D
					404	Polvo	Inhalación de polvo	Normal	Enfermedades a las vias respiratorias (Neumoconiosis, Silicosis, etc)	D	3	D3	17				Regado de carga/IPERC Continuo / Orden de Trabajo	Uso de EPPs de acuerdo al PETS DESARENADO DE TUBERIAS MCS-RH-PETS001	E	3	E3	20	-	-	-				#N/D
					708	***Sanitarios en campo/Servicios Higiénicos***	***Exposición a agentes patógenos en aire, suelo o agua***	***Normal***	***Enfermedades a la piel y/o digestivas***	C	4	C4	18	Limpieza semanal de residuos en servicios higiencos en portátiles		Uso de desinfectantes y lavado de manos	Cronograma de limpieza y mantenimiento de sanitarios portátiles	Uso de EPPs de acuerdo al PETS DESARENADO DE TUBERIAS MCS-RH-PETS001	C	5	C5	22							#N/D
					803	Posturas inadecuadas	Esfuerzo a posturas inadecuadas	Normal	Lesiones raquideas (espinales, dorsales y vertebrales)	D	3	D3	17				Capacitación en riesgos Ergonomicos/ realizar pausas activas/ Capacitacion en riesgos con movimientos repetitivos	Uso de EPPs de acuerdo al PETS DESARENADO DE TUBERIAS MCS-RH-PETS001	D	3	D3	17	-	-	-				#N/D
					912	***Descanso insuficiente/fatiga***	***Pérdida de Capacidad Física, Psicológica***	***Normal***	***Pérdida de la conciencia, pérdida de concentración y otros transtornos de la salud mental***	C	3	C3	13				Registro de Control de Seguimiento a las horas de descanso del personal, Sistema predictivo de la fatiga "PRISM"	Uso de EPPs de acuerdo al PETS DESARENADO DE TUBERIAS MCS-RH-PETS001	D	3	D3	17	_	_	_				#N/D
					1,107	***Falta de conocimiento en la tarea a ejecutar***	***Decisiones unilaterales/Desinformación/Decisiones erróneas***	***Normal***	***Pérdidas en el proceso/Contusiones/Cortes/Traumatismo/ Fracturas/Muerte***	C	2	C2	8				Capacitacion en operación de detectores de gases, monitoreo de gases en labores, calibracion de equipos de monitoreo de gases.	Uso de EPPs de acuerdo al PETS DESARENADO DE TUBERIAS MCS-RH-PETS001	D	2	D2	12	_	_	_				#N/D
					1,203	***Condiciones de salud pre existentes de riesgo o condiciones del ambiente adversas para el estado de gestación***	***Exposición a condiciones de salud pre existentes de riesgo o condiciones del ambiente adversas para el estado de gestación***	***Normal***	***Daño a la madre o feto, aborto, malformaciones, Preeclampsia, alteración del desarrollo fetal, depresión de la respuesta inmune, etc.***	C	3	C3	13				Adaptación de las condiciones de trabajo o del tiempo de trabajo, asignación de trabajos diferente o compatible con su estado, licencia temporal por riesgo durante el embarazo o la lactancia durante el tiempo necesario.	Uso de EPPs de acuerdo al PETS DESARENADO DE TUBERIAS MCS-RH-PETS001	D	3	D3	17	_	_	_				#N/D