

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



T E S I S

**Consideraciones para el minado mediante taladros largos en vetas
angostas (veta Llacsacocha) en la Compañía Minera Pan American
Silver – Unidad Huarón S.A.**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Bach. Jesus Wilmer RICRA BORJA

Asesor:

Ing. Julio César SANTIAGO RIVERA

Cerro de Pasco – Perú - 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



T E S I S

**Consideraciones para el minado mediante taladros largos en vetas
angostas (veta Llacsacocha) en la Compañía Minera Pan American
Silver – Unidad Huarón S.A.**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Teodoro Rodrigo SANTIAGO ALMERCÓ
PRESIDENTE

Mg. Raúl FERNANDEZ MALLQUI
MIEMBRO

Mg. Nelson MONTALVO CARHUARICRA
MIEMBRO

DEDICATORIA

A Dios quien es la guía constante en mi camino, a mis padres y hermanos por su continuo apoyo y buenos consejos que encaminan el rumbo de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión por brindarme los conocimientos adecuados para mi desarrollo profesional como Ingeniero de Minas, a La Empresa Pan American Silver – Unidad Huarón S.A. por brindarme las facilidades para llevar a cabo el presente trabajo de investigación.

Al Ing. Santiago Rivera Julio César, quien con su apoyo y guía logramos el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Y por último agradecer a mis familiares, compañeros de trabajo, colegas, amigos quienes participaron indirectamente en el desarrollo del trabajo de investigación.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación que tiene como título: **“CONSIDERACIONES PARA EL MINADO MEDIANTE TALADROS LARGOS EN VETAS ANGOSTAS (VETA LLACSACOCCHA) EN LA COMPAÑÍA MINERA PAN AMERICAN SILVER – UNIDAD HUARÓN S.A.”**

Tiene como objetivo principal el de Determinar las consideraciones que se debe tener en cuenta para el minado con taladros largos en vetas angostas (veta Llacsacocha) en la “Empresa Minera Pan American Silver – Unidad Huarón S.A.”

Estableciéndose como hipótesis principal: Las consideraciones que se debe tener en cuenta para el minado con taladros largos en vetas angostas (veta Llacsacocha) deben ser las consideraciones técnicas, económicas, en la “Empresa Minera Pan American Silver – Unidad Huarón S.A.”.

Referente al tipo de investigación nuestra investigación es aplicada, con un nivel descriptivo y descriptivo en el minado con taladros largos; la metodología empleada es la del método científico con el apoyo de los métodos específicos inductivo y el analítico, y el diseño es no experimental.

La muestra lo constituye la veta Llacsacocha, donde se hallan el tajeo R- 448.

Finalizando la investigación, con las conclusiones y recomendaciones respectivas.

Palabras clave: Método de explotación, Taladros largos, equipo de perforación, carguío de taladros, costos.

ABSTRACT

This research paper has the title: "**CONSIDERATIONS FOR MINING THROUGH LONG DRILLS IN NARROW VEINS (LLACSACOCCHA VEIN) IN THE PAN AMERICAN SILVER MINING COMPANY - HUARON UNIT.**"

Its main objective is to determine the considerations that must be taken into account for mining with long drills in narrow veins (Llacsacocha vein) in the "Pan American Silver Mining Company - Huaron Unit"

Establishing as the main hypothesis: The considerations that must be taken into account for mining with long drills in narrow veins (Llacsacocha vein) must be the technical, economic considerations, in the "Pan American Silver Mining Company - Huaron Unit".

Establishing as the main hypothesis: The considerations that must be taken into account for mining with long drills in narrow veins (Llacsacocha vein) must be the technical, economic considerations, in the "Pan American Silver Mining Company - Huaron Unit".

Regarding the type of research, our research is applied, with a descriptive and descriptive level in mining with long drills; The methodology used is that of the scientific method with the support of specific inductive and analytical methods, and the design is non-experimental.

The sample is made up of the Llacsacocha vein, where the R-448 pit is found.

Finalizing the investigation, with the respective conclusions and recommendations.

Keywords: Exploitation method, long rigs, drilling equipment, rig loading, costs.

INTRODUCCIÓN

La Unidad Minera Huarón es un caso especial por tener tajeos de vetas angostas con potencias de 1.20 m. veta Llacsacocha. En estas condiciones nos preguntamos ¿Qué condiciones técnicas, económicas se debe considerar en el minado con taladros largos en la veta Llacsacocha para tener éxito en su explotación? Vemos que en el afán de mejorar la producción se está optando por usar el método con taladros largos con sub niveles por las características y condiciones que se dan, y poner a prueba este método, por las características de la veta, buscando aumentar la producción, aumentar la seguridad de los trabajadores, reducir los costos operativos.

El desarrollo de la investigación, se realizó por capítulos siguiendo la siguiente secuencia:

El capítulo I trata sobre la problemática de la explotación con taladros largos la veta Llacsacocha para lo cual planteamos el Problema General y específicos, Objetivo general y específicos, justificación e importancia, hipótesis y descripción de las variables. Delimitación de la investigación y limitaciones.

El Capítulo II, desarrollamos el Marco Teórico donde analizamos los antecedentes de la investigación sobre la explotación subterránea que se realiza en las diferentes minas. También desarrollamos las bases teóricas sobre el tema y su terminología que se emplea.

Seguidamente, el Capítulo III, trata sobre la Metodología empleada, que contiene el método de investigación utilizado, el nivel y tipo de investigación, el diseño de la investigación, la población y muestra, las Técnicas e instrumentos de recolección de datos y el procesamiento de Datos.

En el Capítulo IV se analizó la geología de la zona, la geomecánica de la veta; para luego ver el método de minado por taladros largos la forma como debe llevarse

técnicamente su planificación, equipos, diseño, carguío de taladros, la secuencia del minado y su producción. En la parte económica de analizo los costos de perforación, voladura, de limpieza, de relleno detrítico y el costo de supervisión.

Por último, presentamos las conclusiones y recomendaciones

También se indica las referencias bibliográficas de todos los autores utilizados para esta investigación.

El autor

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRAC

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	2
1.2.1. Delimitación espacial.....	2
1.2.2. Delimitación temporal.....	2
1.3. Formulación del problema.....	2
1.3.1. Problema general.....	2
1.3.2. Problema específicos.....	2
1.4. Formulación de objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. Justificación de la investigación.....	3
1.6. Limitaciones de la investigación.....	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.....	5
2.1.1. Antecedente uno:.....	5

2.1.2. Antecedente dos	6
2.1.3. Antecedente tres	6
2.1.4. Antecedente cuatro	7
2.1.5. Antecedente cinco.....	7
2.1.6. Antecedente seis	8
2.2. Bases teóricas - científicas	8
2.2.1. Generalidades de la mina.....	8
2.2.2. Proyecto minero	10
2.2.3. Métodos de explotación con taladros largos.....	13
2.3. Definición de términos básicos	34
2.4. Formulación de Hipótesis	35
2.4.1. Hipótesis general	35
2.4.2. Hipótesis específicas	35
2.5. Identificación de variables	36
2.5.1. Variables para la hipótesis general.....	36
2.5.2. Variables para la hipótesis específicas.....	36
2.6. Definición operacional de variables e indicadores.....	37

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación	38
3.2. Nivel de investigación	38
3.3. Métodos de investigación.....	39
3.4. Diseño de investigación.....	39
3.5. Población y muestra	39
3.5.1. Población	39

3.5.2. Muestra.....	39
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	39
3.6.1. Técnicas.....	39
3.6.2. Instrumentos	40
3.7. Selección validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	40
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	41
3.9. Tratamiento estadístico.....	42
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica.....	42

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	43
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	43
4.2.1. Geología local	43
4.2.2. Método de explotación en mina Huaron	49
4.3. Prueba de hipótesis	53
4.4. Discusión de resultados	82

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANEXO

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Operacionalización de variables e indicadores	37
Tabla 2	Cálculo RQD en el macizo rocoso tajo Llacsacocha	48
Tabla 3	GSI del macizo rocoso	48
Tabla 4	Tajeos considerados para la aplicación de taladros largos.....	49
Tabla 5	Características técnicas del Equipo Jumbo Mini Raptor DH.....	55
Tabla 6	Dimensiones del Equipo Jumbo Mini Raptor DH	55
Tabla 7	Perforación descendente con Mini raptor DH	56
Tabla 8	Características técnicas del Equipo Rocket Boomer H104.....	57
Tabla 9	Perforación ascendente con Boomer 104 tajeo	59
Tabla 10	Parámetros de carguío de los taladros veta Llacsacocha	63
Tabla 11	Producción de la zona en explotación paneles 1,2,3,4, y 5.....	74
Tabla 12	Leyes de mineral de los paneles 1,2,3,4 y 5.....	74
Tabla 13	Producción de la zona en preparación paneles del 6 al 13.....	75
Tabla 14	Leyes de mineral de los paneles 6 al 13.....	75
Tabla 15	Parámetros de perforación taladros largos veta Llacsacocha	78
Tabla 16	Costos de perforación taladros largos veta Llacsacocha.....	79
Tabla 17	Costos de voladura taladros largos veta Llacsacocha	80
Tabla 18	Costos de limpieza taladros largos veta Llacsacocha	81
Tabla 19	Costo de relleno detrítico taladros largos veta Llacsacocha	82
Tabla 20	Costos de supervisión de taladros largos veta Llacsacocha.....	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación de la mina	9
Figura 2	Accesibilidad de la mina	10
Figura 3	Metodo Sublevel Stopping	14
Figura 4	Esquema de diseño del sublevel stoping	15
Figura 5	Vista de perfil del Método de Minado Sublevel Stopping	16
Figura 6	Disposición de los tajeos longitudinal	17
Figura 7	Disposición de los tajeos transversal	17
Figura 8	Metodo grafico de estabilidad	18
Figura 9	Dimensionamiento de los tajeos	18
Figura 10	Diagrama de perforación del Blasthole Stopping	19
Figura 11	Niveles de perforación a diferentes alturas perforación en paralelo	20
Figura 12	Perforación en abanico	21
Figura 13	Proyecto de desarrollo de la mina Talvaljarvl - Finlandia	21
Figura 14	Desarrollo en Mina Iscaycruz	22
Figura 15	Labores de preparación	22
Figura 16	Vista esquemática de labores de preparación mina El Soldado- Chile	23
Figura 17	Preparación de un tajeo	23
Figura 18	Diseño de la Chimenea Slot	24
Figura 19	Chimenea Slot	24
Figura 20	Solt del tajeo vista de planta	25

Figura 21	Solt del tajeo vista de perfil	25
Figura 22	Rotura del mineral	26
Figura 23	Vista de planta y perfil del minado del mineral	26
Figura 24	Perforación en abanico	27
Figura 25	Perforación en paralelo	27
Figura 26	Perforación en cuerpos mina Minsur.....	28
Figura 27	“Equipo de perforación top Hammer Simbas series 1250 y S7D”	28
Figura 28	Equipo de perforación DTH.....	29
Figura 29	Desviación de taladros	29
Figura 30	Voladura, diseño de carguío.....	30
Figura 31	Voladura de cuerpos en mina san Rafael - Minsur.....	30
Figura 32	Limpieza – scooptram	31
Figura 33	Carguío y transporte, scooptram – dumper	31
Figura 34	Sostenimiento con cable bolting.....	32
Figura 35	Costo de minado.....	33
Figura 36	Geología principal mina Huaron	45
Figura 37	Tabla geomecánica de labores de desarrollo de 2.5 – 3.5 m y labores de explotación de 2.5 – 4.5 m.....	46
Figura 38	Tabla Geomecánica para labores de desarrollo de 3.5 – 5.0 m y labores de explotación de 4.5 – 7.0 m.....	47
Figura 39	Labores de preparación, rampas y accesos.....	50
Figura 40	Labores de preparación, subniveles	51

Figura 41	Labores de preparación, chimeneas, ore pass	52
Figura 42	Diseño de malla de perforación Slot	52
Figura 43	Planificación del proceso de explotación.....	53
Figura 44	Equipo Mini Raptor DH.....	54
Figura 45	Equipo Jumbo Mini Raptor DH.....	54
Figura 46	Rocket Boomer H104 dimensiones.....	57
Figura 47	Equipo en plena operación mina.....	58
Figura 48	Equipo de perforación Rocket Boomer 104	58
Figura 49	Resultados de estabilidad veta Llacsacocha	60
Figura 50	Esquema de perforación de taladros.....	61
Figura 51	Vista de planta de ubicación de los taladros entre SN 448 y SN 447.....	61
Figura 52	Diseño de los taladros	62
Figura 53	Metros perforados por mes de taladros largos veta Llacsacocha.....	63
Figura 54	Longitud de carga por taladro	64
Figura 55	Diseño de arranque	64
Figura 56	Dimensiones del equipo LH203 TORO 151	66
Figura 57	Vista del equipo de limpieza LH203 TORO 151	66
Figura 58	Secuencia de minado y preparación	67
Figura 59	Planificación del minado veta Llacsacocha por paneles	68
Figura 60	Vista de los paneles para su explotación.....	69
Figura 61	Vista del panel 1 relleno y el panel 2 en perforación	69

Figura 62	Vista del panel 1, 2 relleno y panel 3 en perforación	70
Figura 63	Vista de los paneles 1, 2, 3 rellenos y el panel 4 en perforación	70
Figura 64	Vista de los paneles 1, 2, 3, 4 rellenos y panel 5 en perforación.....	71
Figura 65	Perforación del subnivel y del slot.....	71
Figura 66	Disparo del slot	72
Figura 67	Limpieza del slot	72
Figura 68	Disparo del block 1 y limpieza.....	72
Figura 69	Disparo del block 2 y limpieza.....	73
Figura 70	Disparo del block 3 y limpieza.....	73
Figura 71	Disparo del block 4 y limpieza.....	73
Figura 72	Relleno por etapas	74
Figura 73	Ciclo de minado para un panel de 40 m. tajeo Llacsacocha.....	77

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

“La Empresa Minera Pan American Silver” en sus dos unidades que tiene en el Perú, Huarón y Quiruvilca, plantea con el fin de mejorar su producción implementar en sus tajeos el método de minado con taladros largos.

El caso de la Unidad Minera Huarón es un caso especial por tener tajeos de vetas angostas con potencias de 1.20 m. veta Llacsacocha. En estas condiciones nos preguntamos ¿Qué condiciones técnicas, económicas se debe considerar en el minado con taladros largos en la veta Llacsacocha para tener éxito en su explotación? Vemos que en el afán de mejorar la producción se está optando por usar el método con taladros largos con sub niveles por las características y condiciones que se dan, y poner a prueba este método, por las características de la veta, buscando aumentar la producción, aumentar la seguridad de los trabajadores, reducir los costos operativos.

Estos aspectos nos llevan a realizar la presente investigación, donde pretendemos mostrar los trabajos desde el inicio de la explotación con taladros

largos en vetas angostas, indicar los equipos de perforación, la secuencia del proceso, así como también mejorar la productividad y reducir los costos.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

La investigación se llevará a cabo en la “Empresa Minera Pan American Silver – Unidad Huarón, ubicado en el distrito de Huayllay, Provincia y Departamento de Pasco.” (Pan American Silver, 2018)

1.2.2. Delimitación temporal

Nuestra investigación está proyectada para una duración de seis meses, comenzando en enero hasta julio del 2022.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Qué consideraciones se debe tener en cuenta para el minado con taladros largos de vetas angostas (veta Llacsacocha) en la “Empresa Minera Pan American Silver – Unidad Huarón”?

1.3.2. Problema Específicos

- a. ¿Qué consideraciones técnicas del minado con taladros largos se debe tener en cuenta, en vetas angostas (veta Llacsacocha), en la “Empresa Minera Pan American Silver – Unidad Huarón”?
- b. ¿Cuál debe ser la producción de cada panel y su aporte económico en el minado con taladros largos en vetas angostas (veta Llacsacocha), en la “Empresa Minera Pan American Silver – Unidad Huarón”?

1.4. Formulación de Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar las consideraciones que se debe tener en cuenta para el minado con taladros largos en vetas angostas (veta Llacsacocha) en la “Empresa Minera Pan American Silver – Unidad Huarón”

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Determinar las consideraciones técnicas del minado con taladros largos que se debe tener en cuenta, en vetas angostas (veta Llacsacocha), en la “Empresa Minera Pan American Silver – Unidad Huarón”.
- b. Determinar la producción de cada panel y su aporte económico en el minado con taladros largos en vetas angostas (veta Llacsacocha), en la “Empresa Minera Pan American Silver – Unidad Huarón”.

1.5. Justificación de la investigación

Podemos indicar las siguientes justificaciones:

Justificación teórica

Nuestra investigación al final de su desarrollo mostrara datos, conceptos sobre la aplicabilidad de minado con taladros largos, como estándares, procedimientos, equipos a usar, costos, ciclo de minado; así como también usara conceptos teorías sobre este método de minado aplicado en otras minas.

Justificación práctica

Justifica su realización desde el punto de vista práctico porque los datos obtenidos en la investigación se podrán aplicar en la explotación de vetas angostas en los tajeos que están en operación en la mina.

Justificación económica

Económicamente se justifica porque se pretende reducir costos operativos al aplicar los resultados obtenidos en la investigación, los cuales serán aprovechados por la empresa minera.

Justificación de seguridad

Hacemos hincapié en esta justificación porque se va a tener mejores condiciones de seguridad para los trabajadores que laboran en estos tajeos.

1.6. Limitaciones de la investigación

Sobre las limitaciones que se pueden presentar durante el desarrollo de la investigación diremos que tenemos todas las facilidades de parte de la empresa por la cual no estimamos limitaciones considerables.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Se pudo consultar las siguientes informaciones encontradas en las tesis sobre el minado con taladros largos en las diversas minas del país.

2.1.1. Antecedente uno:

En la tesis “Elección y aplicación del método tajeo por subniveles con taladros largos para mejorar la producción en la veta Gina Socorro Tajo 6675 - 2 de la U.E.A. Uchucchacua de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A” de (VASQUEZ, 2015), el objetivo planteado fue el de elevar la producción de la veta Socorro, empleando taladros largos en mina Uchucchacua; como conclusiones se tiene:

- Al aplicar el minado de taladros largos por sub niveles se elevó la producción de la veta Socorro, teniendo en cuenta que las condiciones geomecánicas ni geológicas variaron.
- Al aplicar este método se logró los siguientes parámetros: aumento las toneladas por metro de avance 11.7 tn/m, la productividad se elevó a 40 tn/hombre

guardia, el costo de minado bajo a 3.82 \$/tn, el costo de operación bajo a 21.72 \$/tn, la dilución aumento a un 30 %.

- El Valor presente neto se elevó a 2,050,260.0 \$ usando taladros largos.

2.1.2. Antecedente dos

La tesis titulada “IMPLEMENTACIÓN DE EXPLOTACIÓN POR SUB NIVELES CON TALADROS LARGOS EN LA UNIDAD MINERA PALLANCATA – HOCHSCHILD MINING” de (GUILLEN, 2017), se plantea como objetivo, ante la necesidad de incrementar la producción a 3,000 tn/día se debe realizar los ajustes correspondientes de la explotación por taladros largos para cumplir con este tonelaje requerido.

Como conclusión se llega a.

- Se logró cambiar el método de corte y relleno ascendente por el método de subniveles con taladros largos, elevando la producción a 3,000 tn/día, a un costo de producción de 28.5 \$/tn.
- Para la implementación de este método se tuvo que emplear en perforación el equipo stope master y Raptor, en limpieza y relleno los scooptram.
- Otros resultados tenemos, la altura de corte llega 8 m., el valor actual neto (VAN) es 67,692,271 \$ y el (TIR) tasa interna de retorno de 28.57 %.

2.1.3. Antecedente tres

La tesis “Optimización de explotación del tajo 427- cuerpo Chiara 445 usando taladros largos paralelos – Compañía Minera Casapalca S.A.-2017” sustentado por (BELTRAN, 2018), como objetivo se tiene mejorar la explotación del tajo 427 aplicando taladros largos en mina Casapalca.

Como conclusión se tiene:

- Al aplicar el minado de taladros largos paralelos se logró aumentar la producción, reducir costos, obteniendo una utilidad de \$ 47,237.00, y una buena fragmentación.
- Algunos parámetros controlados fueron: factor de potencia 0.35 kg/tn, factor de energía 1.32 Mj/tn, reducción de dilución a 11 %, recuperación llego a 92 %, reducción de la voladura secundaria a 20%.

2.1.4. Antecedente cuatro

En la tesis “Evaluación técnica económica del minado por subniveles con taladros largos en mantos para incrementar la producción – U.E.A. COLQUIJIRCA DE LA SOCIEDAD MINERA EL BROCAL S.A.A.” de (SAFORAS, 2012) plantea como objetivo mejorar la producción de los mantos para lo cual se debe aplicar el minado por subniveles con taladros largos en la mina Marcapunta Norte.

Como conclusión se tiene:

- Se logró combinar dos métodos de explotación, el de cámaras y pilares con el de subniveles taladros largos, aumentando la producción, se tiene un control de la estabilidad de las cámaras, esta innovación de explotación del mineral requirió una inversión de veinte millones de dólares.

2.1.5. Antecedente cinco

La tesis “Implementación de taladros largos en vetas angostas para determinar su incidencia en la productividad, eficiencia y seguridad de las operaciones mineras – PASHSA, MINA HUARÓN S.A.” de. (APAZA, 2013) el objetivo planteado fue, el de ver como la aplicación del método de subniveles con taladros largos en vetas angostas incrementa la producción, la eficiencia y hay mayor seguridad y se tenga continuidad en la explotación.

Como resultados tenemos:

- Se logró aplicar el método de subniveles con taladros largos aumentando la producción, disminuir costos, mejorando la seguridad en la explotación de vetas angostas.
- Se estableció un cronograma de explotación y preparación de las vetas angostas, así como también el tiempo de abertura de las labores, y el ciclo de duración de minado de los paneles.

2.1.6. Antecedente seis

En la tesis “Aplicación de taladros largos en vetas angostas, caso Mina Austria Duvaz- Morococha” presentado por (ANTONIO, 2017) su objetivo fue al emplear el método de subniveles con taladros largos en vetas angostas - mina Austria Duvaz. Como conclusión se tiene:

- Con las características geomecánicas del macizo rocoso se cambió al minado de subniveles con taladros largos, dimensionándose el tajeo en 20 m de longitud, 12 de altura, y de 1.40 a 3.20 m de ancho.
- Se logró un incremento de la producción a 6001.10 tn/mes, con un valor actual neto de 807,268.54 \$.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. Generalidades de la mina

Ubicación

Distrito Huayllay, Provincia y Departamento de Pasco.

76°25'21.8" Longitud Oeste

11°00'00.0" Latitud Sur

Altitud entre 4,250 y 4,800 m.s.n.m.

Sierra Central del Perú: Flanco Este de la Cordillera Occidental.” (PAN AMERICAN SILVER, 2020)

Figura 1

Ubicación de la mina



Accesibilidad

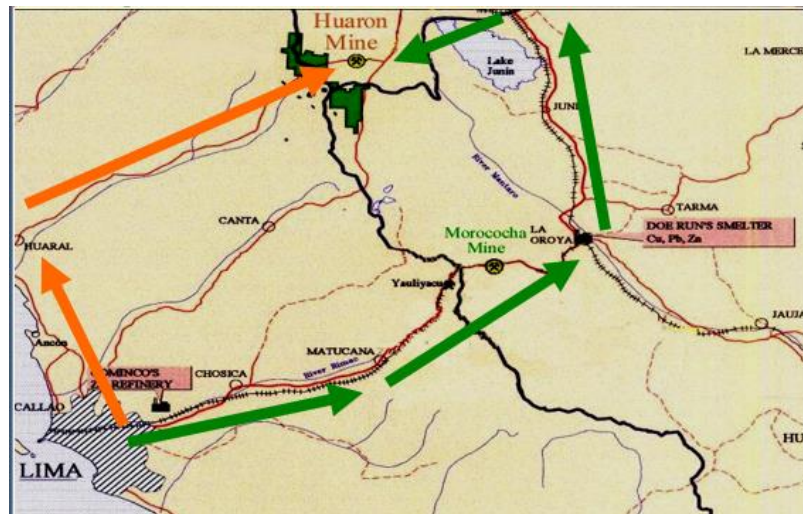
A la unidad minera Huarón hay tres vías de acceso por carretera, una por la carretera central, la segunda por la vía Huaral, la tercera vía Canta como se muestra líneas abajo.

“Lima-Carretera Central-La Oroya-Huarón	280Km	Asfaltada	
Unish-Mina Huarón	40Km	Afirmada	
Lima-Huaral-Huarón	210Km	Mixta	
Lima-Canta-Huarón	215Km	Mixta	
Vicco-Huarón	30’	Afirmada”	(PAN

AMERICAN SILVER, 2020)

Figura 2

Accesibilidad de la mina



Antecedentes

“1912 COMPAGNIE DES MINE DE HUARON inició su explotación.

1978 se adecua a ley como COMPAÑIA MINERA HUARON SA.

1987 junio Acciones de Franceses transferidas a MHCSA quien explota hasta abril de 1,998 por colapso de la Laguna Naticocha.

2000 marzo compra por el Grupo PAN AMERICAN SILVER.

Entre 1912 a 1929 se explotó por Cobre; a partir de 1929 se explotaron sulfuros de plomo argentífero y zinc.” (PAN AMERICAN SILVER, 2020)

Explotación

La mina desde sus inicios a empleado una variedad de métodos de explotación y en la actualidad está empleando el método por corte y relleno ascendente con taladros largos, para poder extraer minerales de plata, zinc, cobre y plomo.

2.2.2. Proyecto minero

“En líneas generales los pasos que se siguen comúnmente consisten en: Prospección; Solicitud de petitorio; Exploración; Evaluación técnica del Proyecto;

Estudio de Impacto Ambiental; Desarrollo y preparación del Proyecto; Producción o explotación; Procesamiento metalúrgico (Beneficio e hidrometalurgia); fundición/Refinación; comercialización y Cierre o Abandono.” (ESTUDIOS MINEROS DEL PERU S.A.C., 2002).

Prospección

“Prospección es la actividad consistente en ubicar las anomalías geológicas en la corteza terrestre, en donde posiblemente puedan existir depósitos o yacimientos minerales.” (ESTUDIOS MINEROS DEL PERU S.A.C., 2002).

Solicitud de petitorio

“Es el proceso mediante el cual se asegura la propiedad minera, realizándose el trámite para la obtención del petitorio minero ante los registros públicos de minería.” (ESTUDIOS MINEROS DEL PERU S.A.C., 2002).

Exploración

“La exploración es la actividad que consiste en la determinación de la cantidad (reservas) y de la calidad (ley promedio) del mineral de un depósito, ver también si es tratable el mineral.” (ESTUDIOS MINEROS DEL PERU S.A.C., 2002).

Evaluación técnica el proyecto

“El estudio deberá pues contener los siguientes capítulos: tonelaje (probado y probable); leyes y medias (y ley mínima de corte); plan de desarrollo y método de minado (subterráneo o a tajo abierto); transporte (medios, sistemas, etc.); costos de mano de obra; materiales e insumos en general; inversiones; regalías, seguros; impuestos; gastos legales; etc. Tanto en términos totales, como referidos a una tonelada de mena.” (ESTUDIOS MINEROS DEL PERU S.A.C., 2002)

Estudio de impacto ambiental

“Este estudio debe demostrar que las operaciones que se realicen no alteren el entorno y que los efluentes que se produzcan no contengan elementos nocivos más allá de los límites máximos permisibles establecidos por ley.” (ESTUDIOS MINEROS DEL PERU S.A.C., 2002).

Desarrollo y preparación del proyecto

Consiste en los trabajos previos que se realizan para llegar al mineral desde la superficie, en otras palabras, significa establecer los accesos a las reservas minerales y prepararlas para su producción comercial.

Si el proyecto es una mina subterránea se realizan trabajos de desarrollo para llegar hasta el mineral mediante galerías (túneles horizontales), chimeneas (túneles verticales o inclinados que no se comunican a superficie), piques (túneles verticales que salen a la superficie), rampas (túneles en forma de espiral), etc. (ESTUDIOS MINEROS DEL PERU S.A.C., 2002)

Explotación

Minería a Cielo Abierto

“Es una explotación en superficie que extrae en franjas horizontales llamados bancos, en forma descendente a partir del banco que está en la superficie.” (ESTUDIOS MINEROS DEL PERU S.A.C., 2002)

Minería Subterránea

“El método de explotación subterránea, es utilizado cuando las zonas mineralizadas (vetas o cuerpos de mineral económico) son angostas y profundas, por lo que según las evaluaciones técnicas y económicas justifica la perforación de túneles y socavones para posibilitar su extracción”. (ESTUDIOS MINEROS DEL PERU S.A.C., 2002)

Procesamiento metalúrgico

“Denomina beneficio al conjunto de procesos físicos, químicos y/o fisicoquímicos que se realizan para extraer o concentrar las partes valiosas de un agregado de minerales y/o para purificar, fundir o refinar metales”. (ESTUDIOS MINEROS DEL PERU S.A.C., 2002)

Fundición

“Para conseguir recuperar los metales desde los concentrados o las soluciones lixiviadas se los somete a procesos de fundición y/o refinación, en los cuales se obtienen los metales en estado de pureza listos para su transformación industrial.” (ESTUDIOS MINEROS DEL PERU S.A.C., 2002)

Cierre de minas

“Es la preparación (desde el inicio de las operaciones) y ejecución de actividades para restaurar las áreas afectadas por la explotación”. (ESTUDIOS MINEROS DEL PERU S.A.C., 2002)

2.2.3. Métodos de explotación con taladros largos

“Este método se aplica preferentemente en yacimientos de forma tabular verticales o subverticales de gran espesor, por lo general superior a 10 m. Es deseable que los bordes o contactos del cuerpo mineralizados sean regulares.” (CASTILLO, 2015)

Características del método

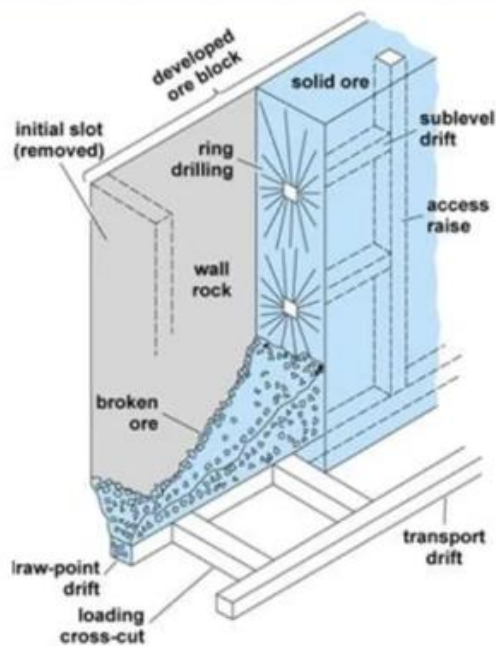
Se excava el mineral en porción de tajadas verticales dejando el tajeo vacío, por lo general, de grandes dimensiones, particularmente en el sentido vertical.

El mineral arrancado se recolecta en embudos o zanjas emplazadas en la base del tajeo, desde donde se extrae según diferentes modalidades.

La expresión "subnivel" hace referencia a las galerías o subniveles a partir de los cuales se realiza la operación de arranque del mineral. La distancia entre subniveles de perforación es de 15-30 m. (Universidad Politécnica de Madrid , 2020)

Figura 3

Método Sublevel Stopping



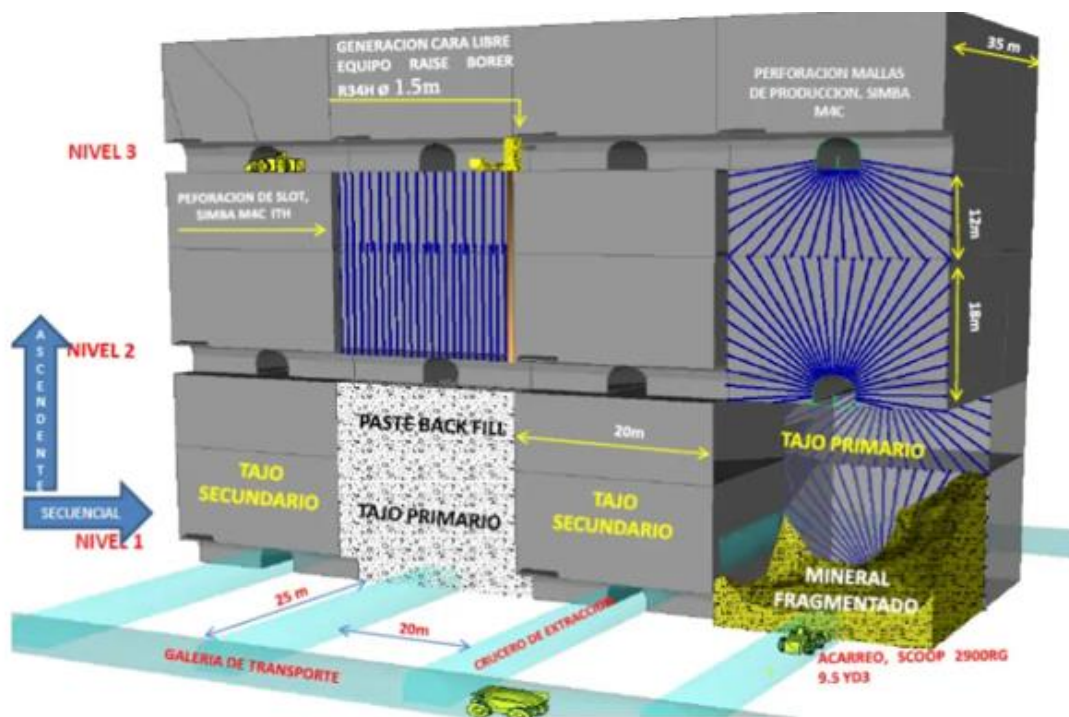
Parámetros de explotación

- “- Productividad: > 25 ton / h-Gdia
- Producción tajeo: >25,000 ton / mes
- Método no selectivo.
- Bajo costo de minado (7-14 \$/ton)
- Diámetro de taladros: 50 mm (2”) - 200mm (7 7/8”)
- Las longitudes pueden ser hasta 30 m.
- Recuperación 60-80% (depende de los muros y losas).
- Dilución varía entre 3-10% de material diluyente de la pared colgante y techo.

- Muros y losas pueden ser recuperados, se planifica como parte del método de explotación.
- Requiere un alto nivel de preparaciones mineras las cuales se realizan en mineral” (Universidad Politecnica de Madrid , 2020).

Figura 4

Esquema de diseño del sublevel stopping



Aplicación

“Ore bodies con buzamiento superiores al ángulo de reposo del material roto

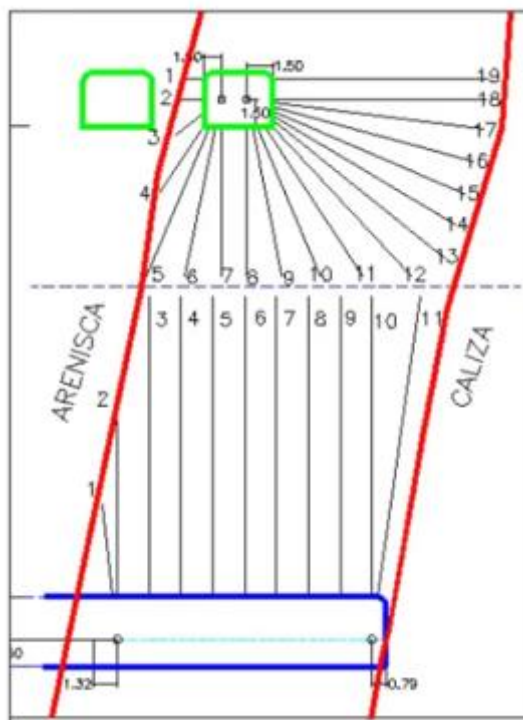
(aproximadamente mayor a 50°), de manera que el material se transporta por gravedad a los puntos de colección. La caja techo en los tajeos con menor buzamiento serán menos estables debido a las influencias de la gravedad lo cual resulta en un mayor potencial para la dilución.

- Resistencia del Mineral: alto a moderado.

- Límites regulares del mineral.
- Mineral de forma tabular o lenticular, con un ancho de 3m a 30m y longitudinalmente extensa.
- Resistencia de las rocas encajonantes: alto a moderada” (LOPEZ JIMENO, 1987)

Figura 5

Vista de perfil del Método de Minado Sublevel Stopping



Diseño del método

“En el diseño del método se tendrá que ver la disposición de los tajeos longitudinalmente, transversalmente, las dimensiones de los tajeos, y otras consideraciones.” (BELTRAN, 2018)

Figura 6

Disposición de los tajeos longitudinal

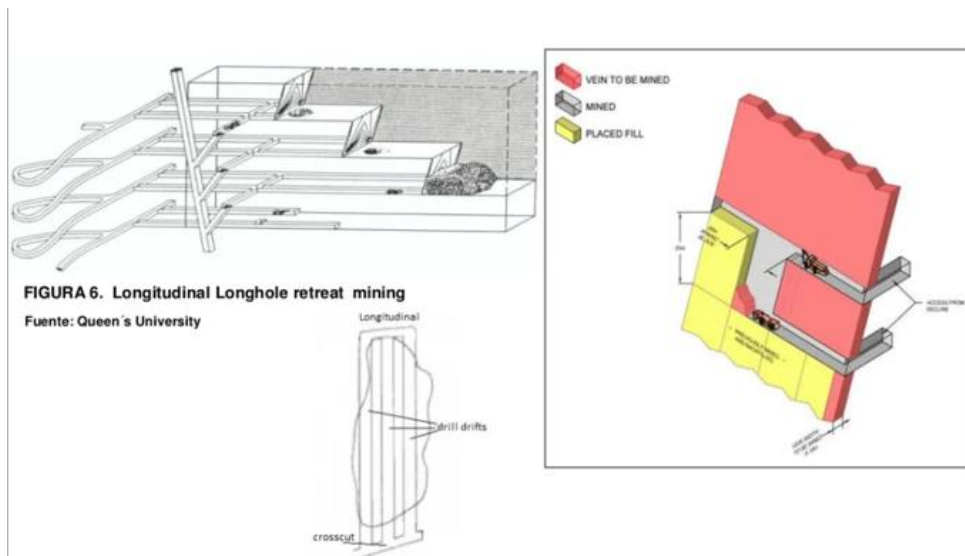
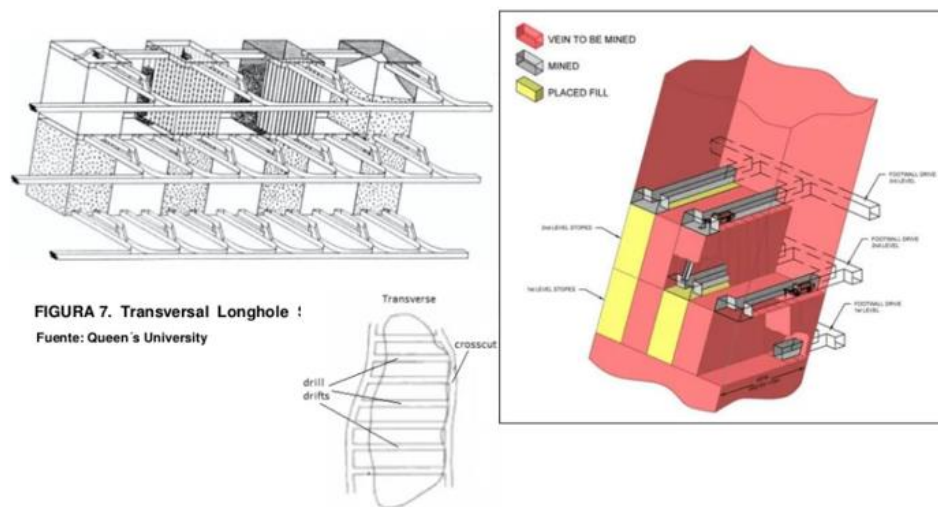


Figura 7

Disposición de los tajeos transversal



Dimensiones de los tajeos

Los objetivos del diseño geomecánico mediante la aplicación de criterios empíricos y numéricos son:

- Determinar las dimensiones óptimas de las cámaras de tajeos, pilares y puentes.
- Realizar una explotación estable y segura.

- Minimizar la dilución y maximizar la recuperación.

El Dimensionamiento de las cámaras podemos realizarlo por el Método Gráfico de Estabilidad introducido por Mathews (1980), versión más reciente, actualizado por C. Mawdesley y R. Truimán (2000)” (CORDOVA , 2010)

Figura 8

Método gráfico de estabilidad

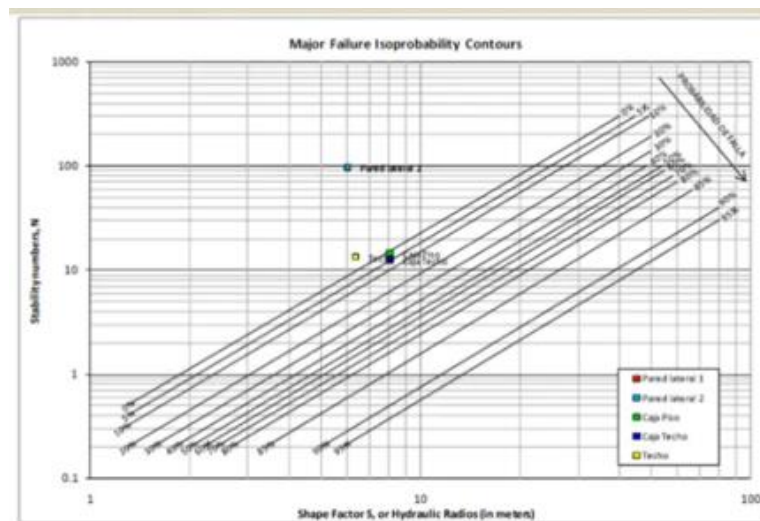
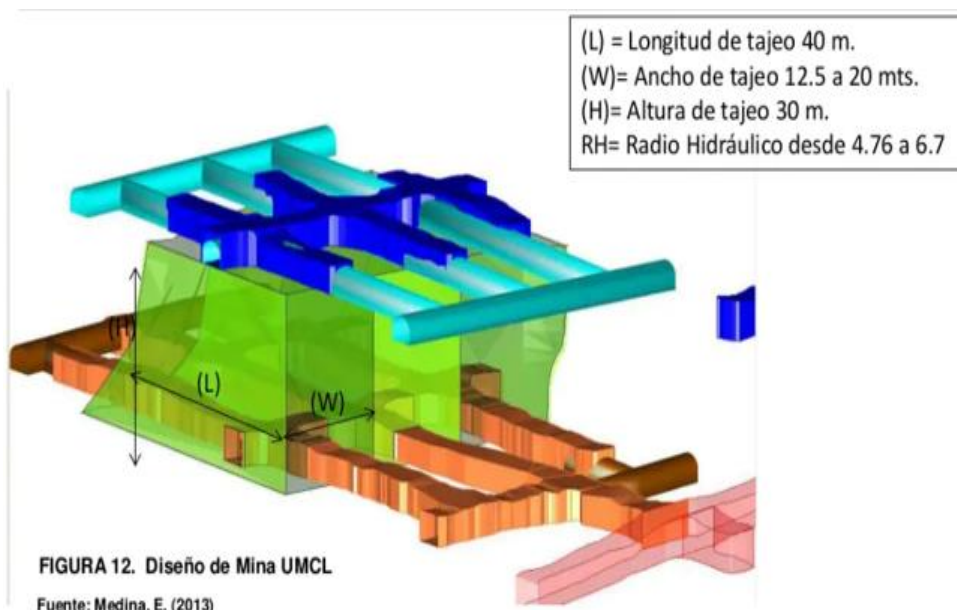


Figura 9

Dimensionamiento de los tajeos



Consideraciones en el diseño

En la perforación

Desde el nivel de perforación en la parte superior del block (Figura 13), filas.

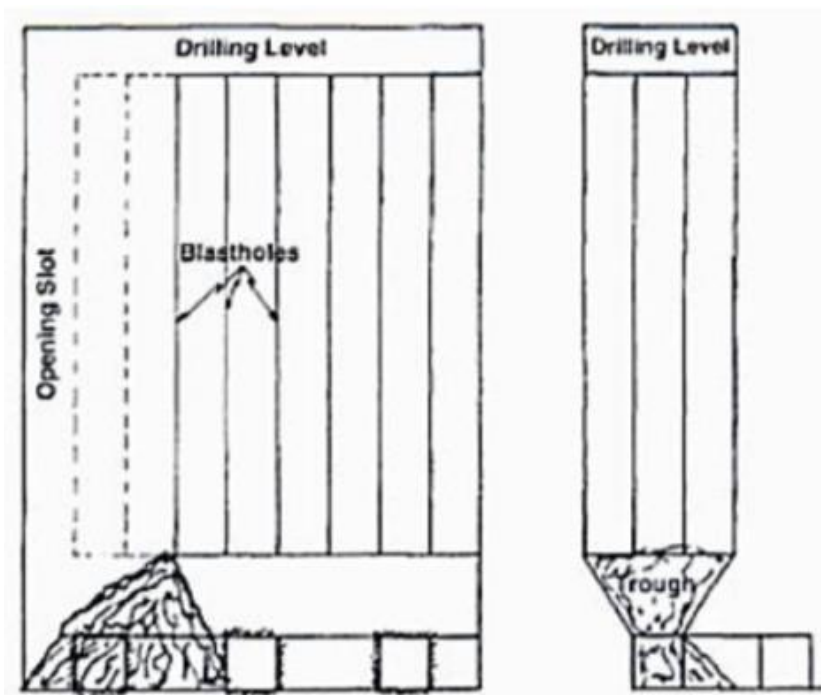
taladros paralelos son perforados hacia abajo hacia la parte superior del canal de extracción. Una chimenea es echo en el final del block y ensanchado para la explotación.

El diámetro de los taladros típicamente está en el rango de 3” a 6.5”, para blocks anchos se usan frecuentemente 6.5”.

La rectitud del taladro afecta la fragmentación, perdida de mineral y dilución. En general se seleccionará el mayor diámetro posible del taladro para la geometría del tajeo. La rectitud del taladro es dependiente del diámetro del taladro. (CASTILLO, 2015)

Figura 10

Diagrama de perforación del Blasthole Stopping



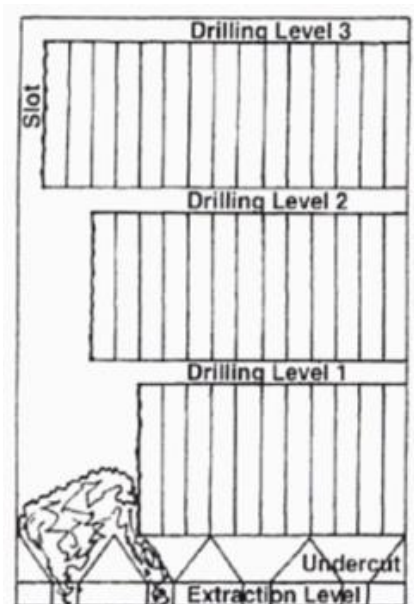
Sub niveles

Los estudios geomecánicos indican a que altura de blocks pueden ser extraídos usando el mismo nivel de extracción. Si las alturas exceden a la longitud de perforación recta, entonces varios niveles de perforación en varias alturas del block deben ser creadas.

El minado puede tener lugar overhand, en la cual los blocks de perforación inferiores son extraídos antes que los superiores o underhand, en la cual la extracción de los bloques de perforación superiores precedes a los que están debajo. Se asume que la potencia del ore body es como la anchura completa, es undercut y se dispone para acceso de la perforación. Taladros paralelos pueden ser perforados en este caso. (CASTILLO, 2015)

Figura 11

Niveles de perforación a diferentes alturas perforación en paralelo

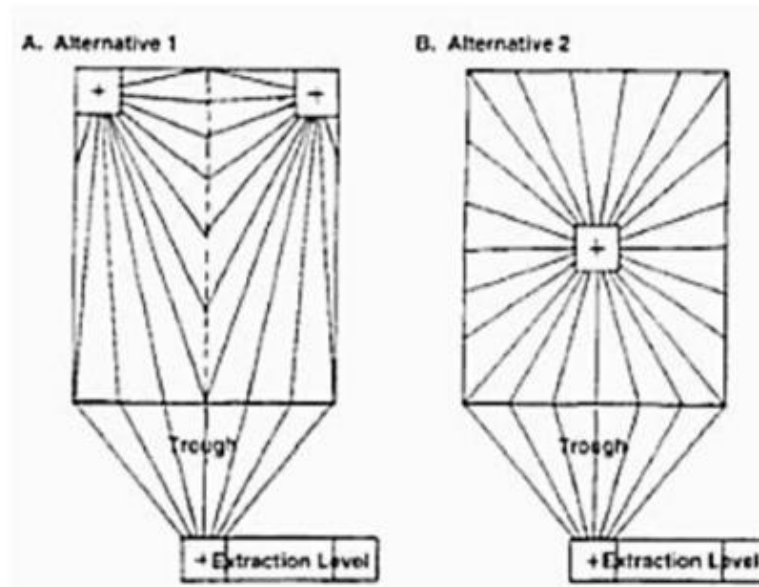


Una alternativa es perforar taladros en abanico (Figura 12) en vez de los taladros paralelos desde los subniveles (Figura 11). Además, puede haber uno o múltiples cámaras de perforación en cada subnivel, y los taladros radiales pueden ser perforadas hacia abajo, hacia arriba o en toda la circunferencia.

El reforzamiento de la caja piso y de la caja techo puede ser hecho antes o durante el minado. (CASTILLO, 2015)

Figura 12

Perforación en abanico



Preparación

“Esquemáticamente mostramos las labores de desarrollo que se tiene que realizar para la explotación del cuerpo mineralizado” FIGURA 13

Figura 13

Proyecto de desarrollo de la mina Talvaljarvi - Finlandia

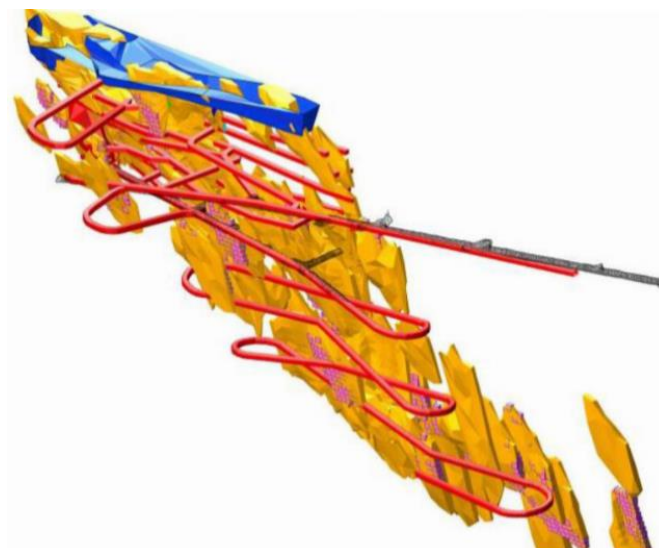
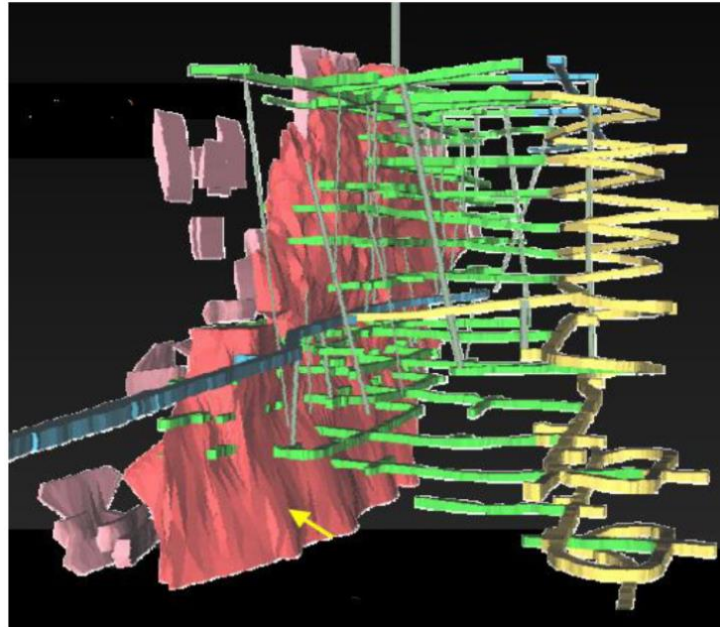


Figura 14

Desarrollo en Mina Iscaycruz

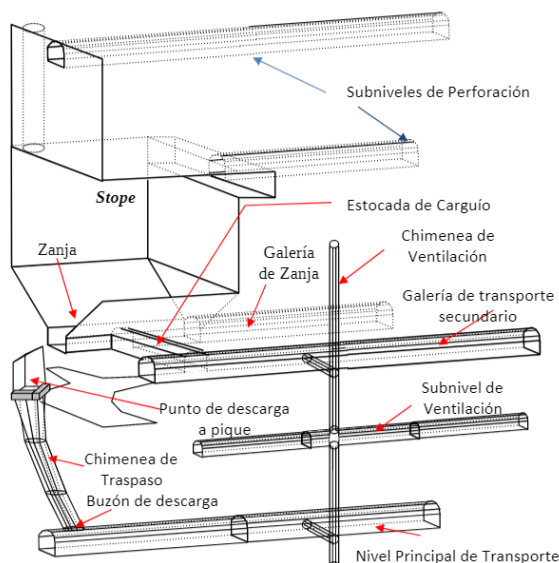


Desarrollo

“Se tendrá que considerar los niveles de producción, ventanas de carguío, embudos o zanjas recolectoras de mineral, chimeneas, rampas de acceso, subniveles de perforación.” (CASTILLO, 2015)

Figura 15

Labores de preparación



- Nivel base o producción (Nivel de transporte) cada 45 – 120 m.
- Estocadas de carguío.
- Embudos o zanjas recolectoras de mineral (desarrollo de galería).
- Chimenea o rampa de acceso a los subniveles de perforación.
- Subniveles de perforación conforme a la geometría del cuerpo mineralizado, cada 10 - 30 m.

Figura 16

Vista esquemática de labores de preparación mina El Soldado- Chile

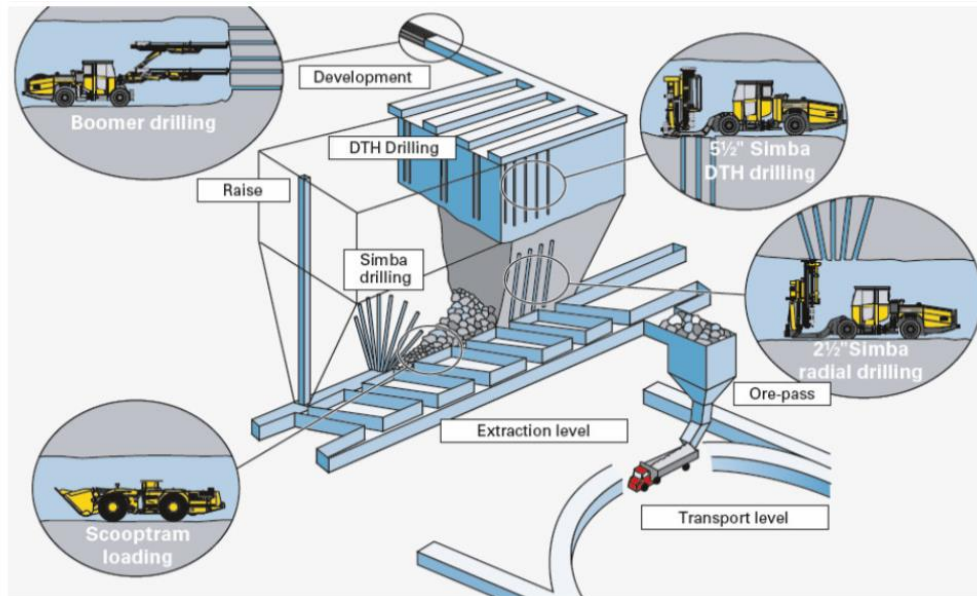
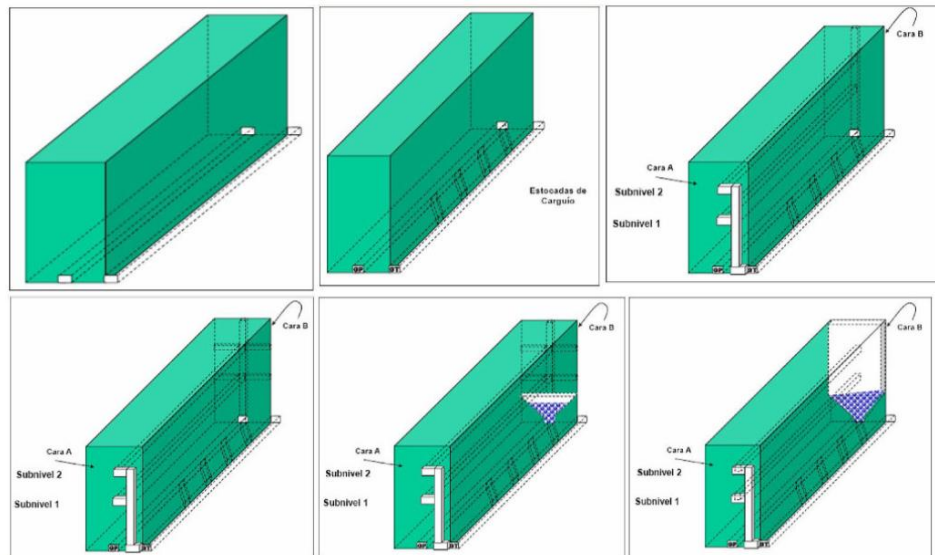


Figura 17

Preparación de un tajeo



Preparación - Chimenea Slot

“Con el objetivo de crear la cara libre para la voladura masiva luego de la preparación de galería se procede a la construcción de la chimenea para la preparación del Slot de minado” (EXSA, s.f.)

Preparación - Chimenea Slot

“Una vez culminada la chimenea Slot y con el objetivo de crear la cara libre para la voladura masiva se procede a construir el Slot del Tajo, que consiste en derribar un bloque de nivel a nivel con dimensiones de acuerdo a cada sector.”

(EXSA, s.f.)

Figura 20

Solt del tajeo vista de planta



Figura 21

Solt del tajeo vista de perfil



Explotación de mineral

Rotura del mineral

Figura 22

Rotura del mineral

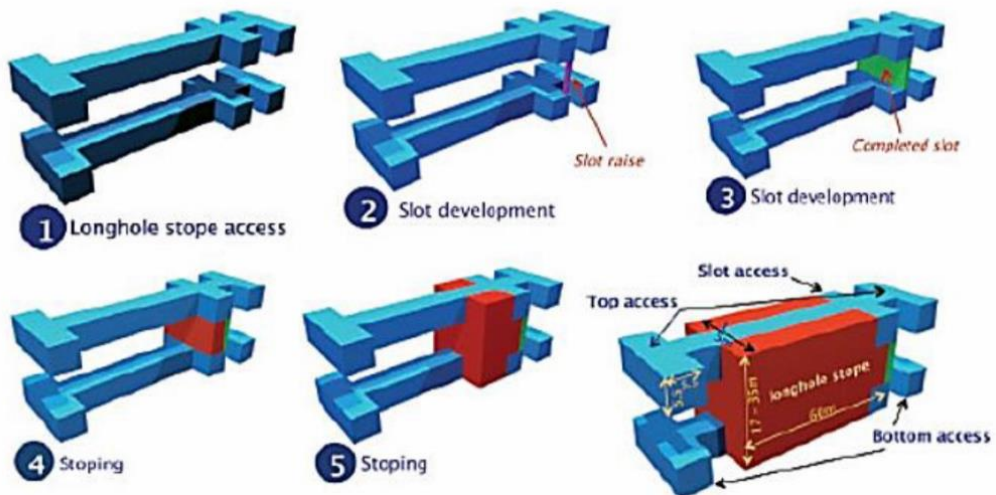


Figura 23

Vista de planta y perfil del minado del mineral

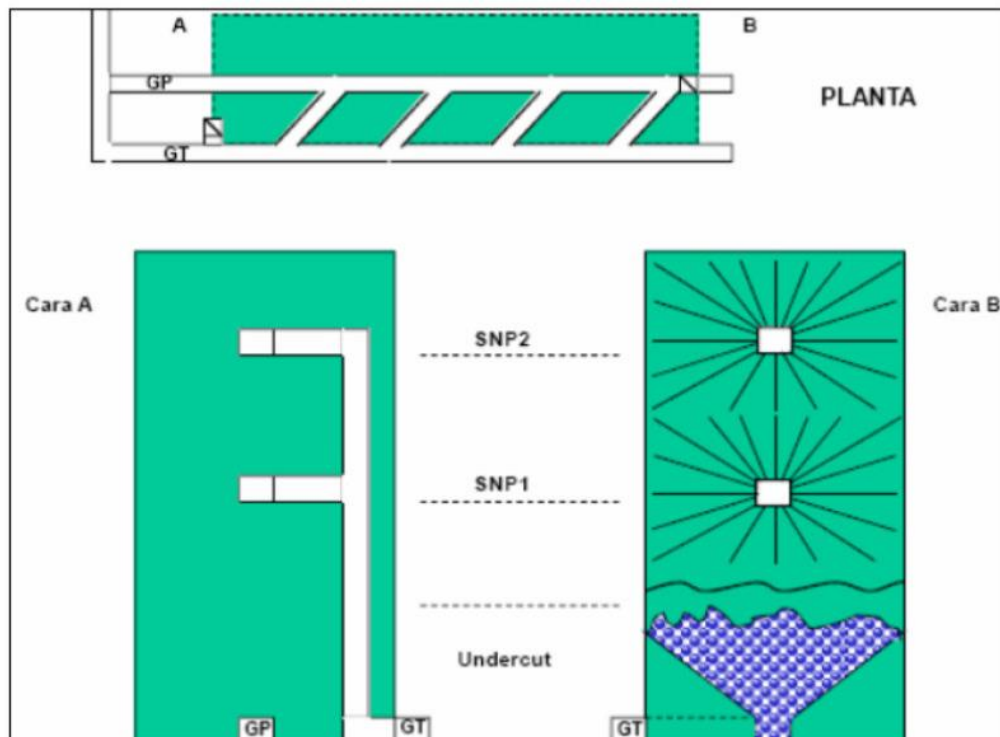


Figura 24

Perforación en abanico

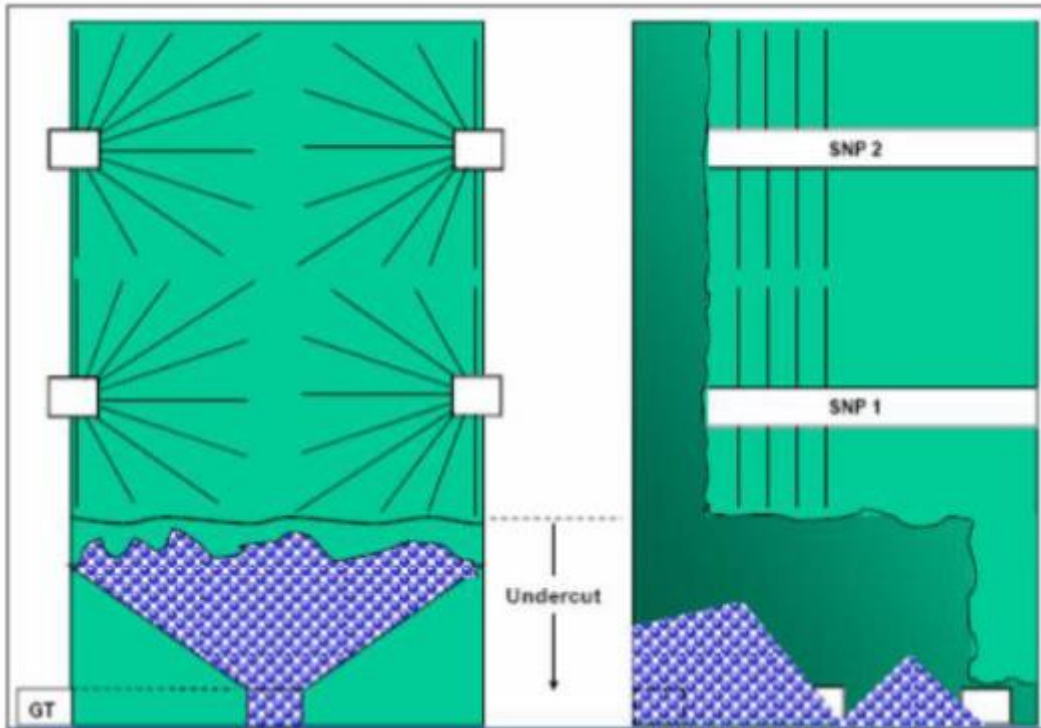
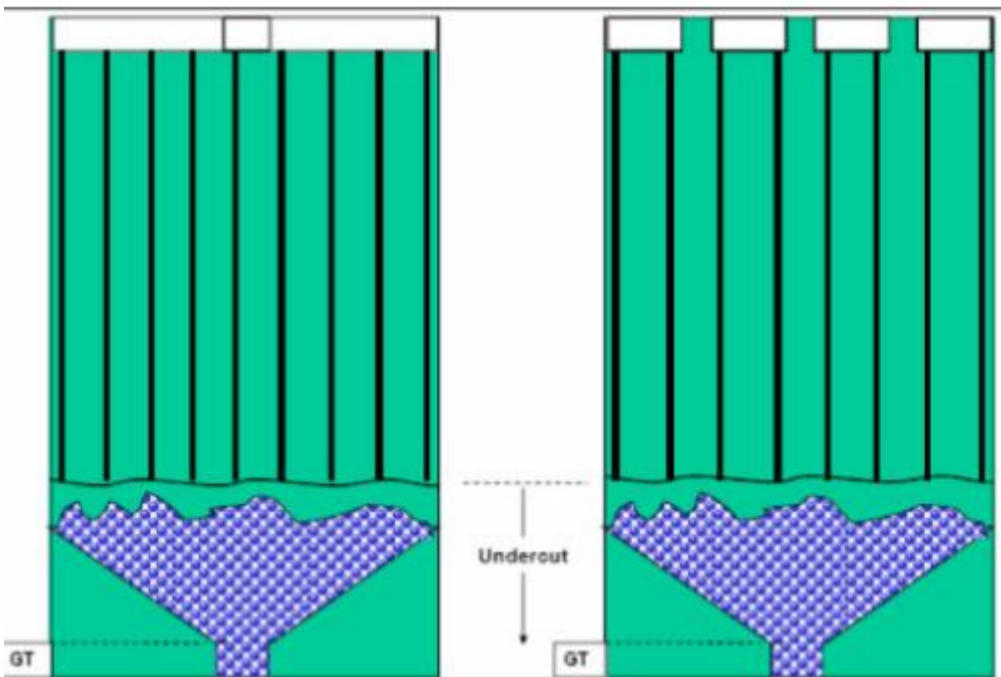


Figura 25

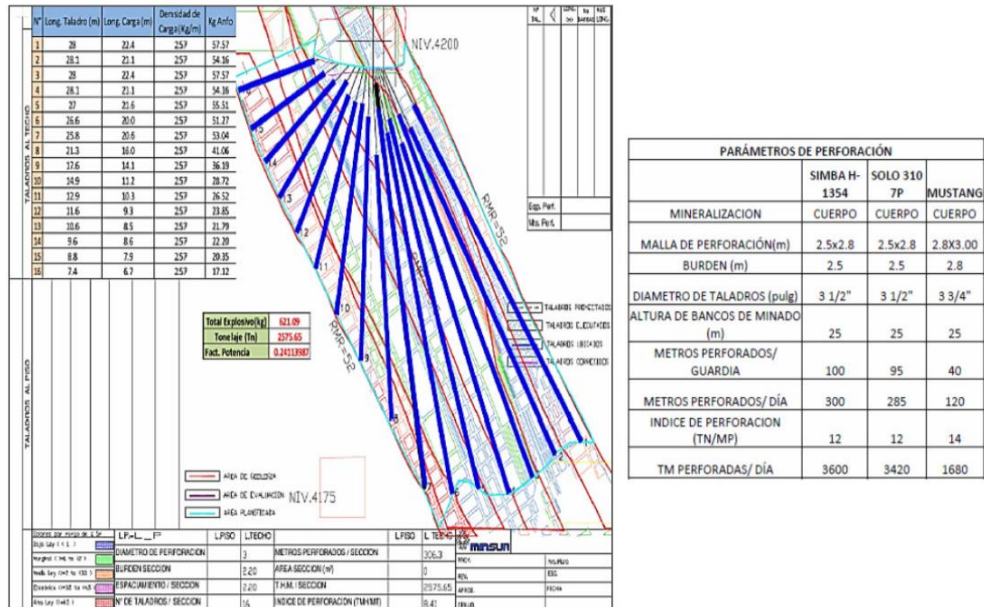
Perforación en paralelo



“Drilling – Diseño de Perforación”

Figura 26

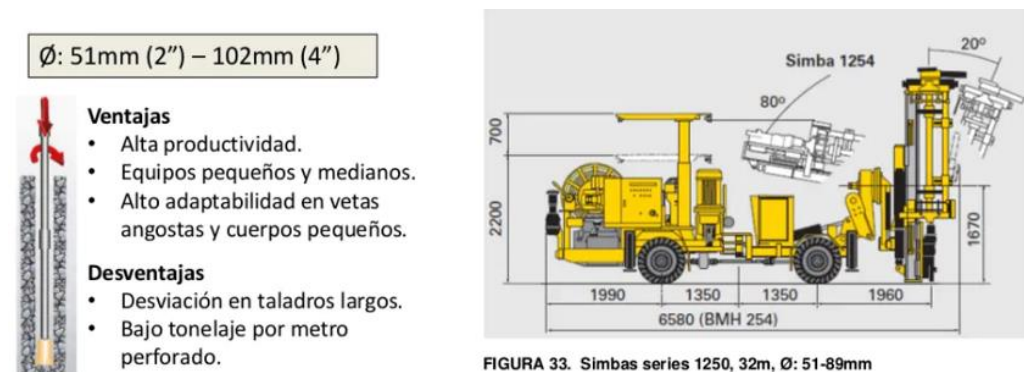
Perforación en cuerpos mina Minsur



Drilling - Equipo de perforación top Hammer

Figura 27

“Equipo de perforación top Hammer Simbas series 1250 y S7D”



- Mina Minsur : Simba H-1354, 25m, Ø: 3.5"
- Mina Cerro Lindo: Simba H-1254, 17.5 m, Ø: 3"
- Mina Brocal : Simba S7D , 15m, Ø: 2.5"
- Mina Santander : Simba S7D, 18m, Ø: 2.5"
- Mina Izcaycruz : Simba S7D, 18 m, Ø: 2.5"



Drilling - Equipo de perforación DTH

Figura 28

Equipo de perforación DTH

\varnothing : 102mm (4") – 178mm (7")



Ventajas

- Taladros rectos con perforación DTH.
- Alto tonelaje por metro perforado.

Desventajas

- Daños por voladura.
- Equipos grandes y costosos.
- Baja utilización de los equipos.
- Baja adaptabilidad en vetas angostas.

Mina Fresnillos : Simba M4C – DTH, 32m, \varnothing : 4.5"
 Mina El soldado : Simba M6C – DTH, 80m, \varnothing : 5.5"

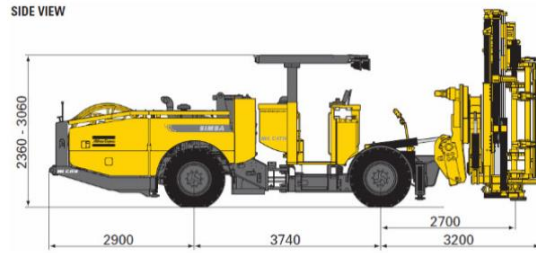


FIGURA 35. Simba M4C – ITH, 51m, \varnothing : 95-178mm

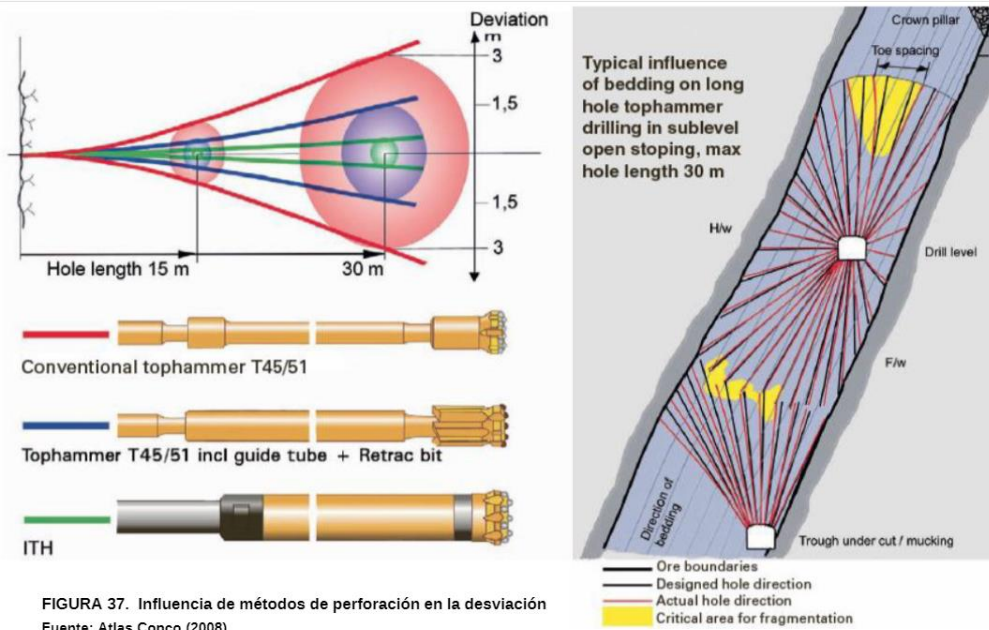


FIGURA 36. Simba M6C – DTH, 51m, \varnothing : 95-165mm

Drilling – Desviación de taladros

Figura 29

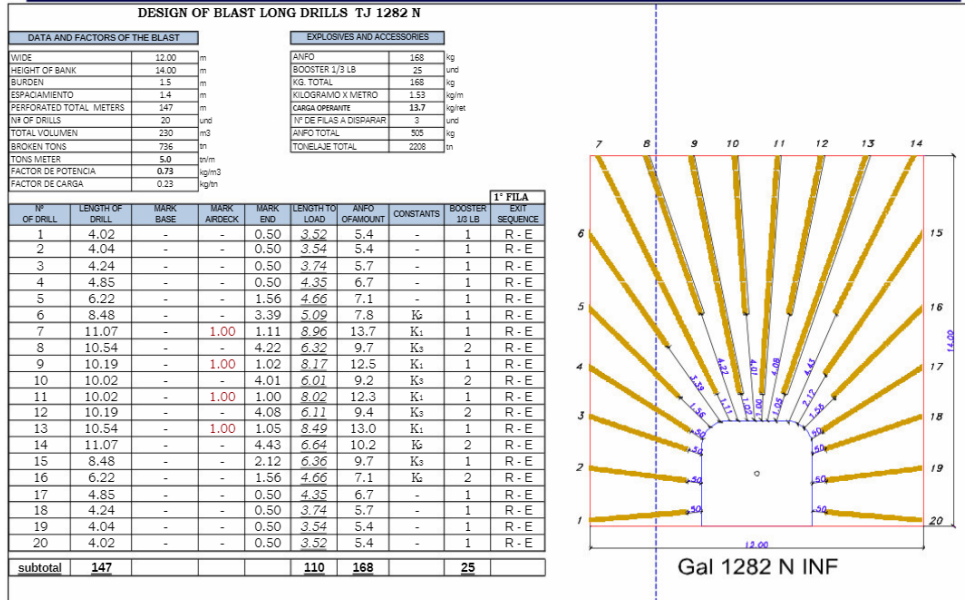
Desviación de taladros



Blasting - Voladura – Diseño de carguío

Figura 30

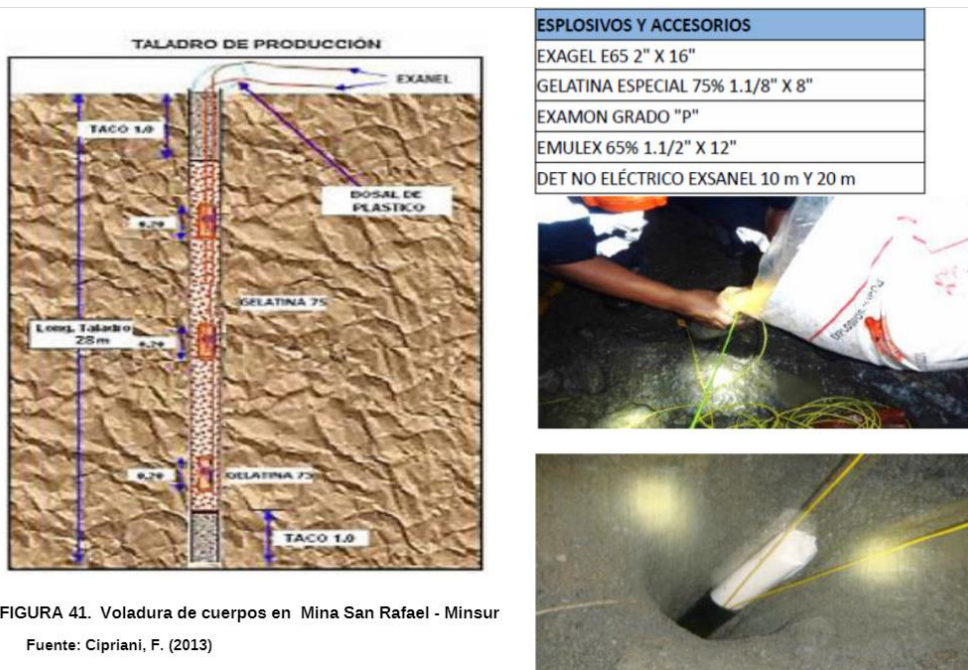
Voladura, diseño de carguío



Voladura

Figura 31

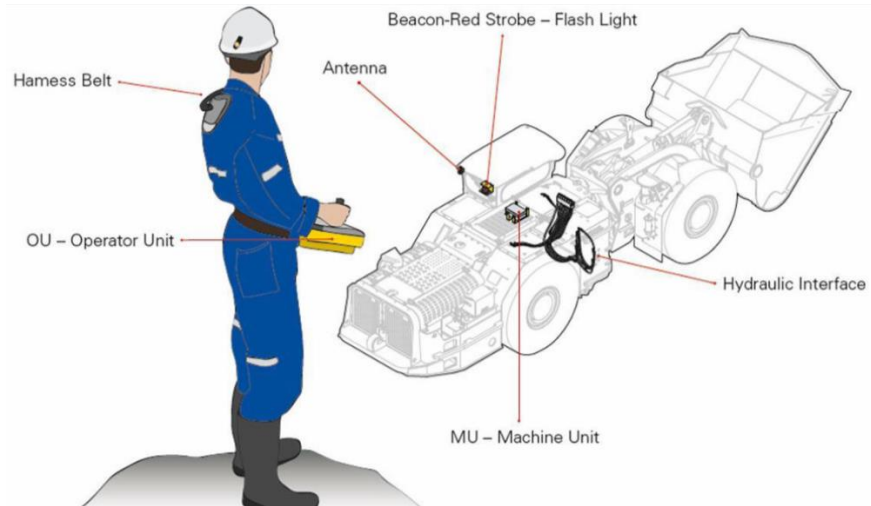
Voladura de cuerpos en mina san Rafael - Minsur



Carguío

Figura 32

Limpieza – scooptram



Carguío y transporte

“Se utilizan preferentemente equipos LHD para la extracción, carguío y transporte del mineral hacia estaciones de traspaso, donde es cargado a carros o camiones para su transporte final a superficie”. (ATLAS COPCO, 2007)

Figura 33

Carguío y transporte, scooptram – dumper



Sostenimiento

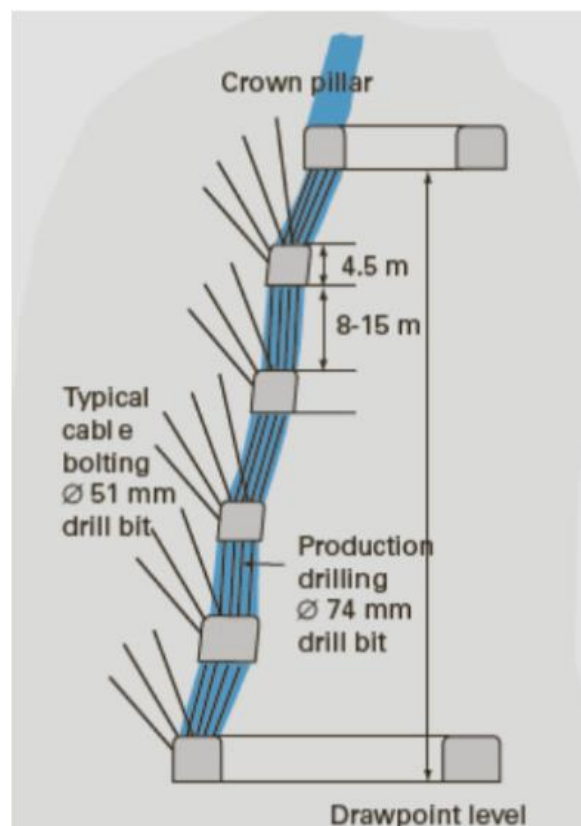
La aplicación del Sublevel Stopping exige buenas condiciones de estabilidad tanto de la roca mineralizada como de la roca circundante. Por lo tanto, no requiere de la utilización intensiva o sistemática de elementos de refuerzo.

Las galerías de producción en la base de los tajeos se fortifican por lo general – según requerimiento – mediante pernos cementados o pernos y malla de acero (incluso shotcrete), atendiendo a las condiciones locales de la roca.

En los subniveles de perforación se puede utilizar localmente elementos de refuerzo provisionarios cuando las condiciones de la roca así lo requieran. (CASTILLO, 2015)

Figura 34

Sostenimiento con cable bolting



Relleno en pasta

Aplicación del relleno en pasta con la finalidad de:

- Ayudar en la recuperación de los tajeos secundarios adyacentes.
- Proporcionar sostenimiento regional y limitar la subsidencia.
- Proporcionar un método de deposición de relaves.

Relleno de los espacios vacíos:

85%: relleno en pasta.

15%: relleno de labores de avances.

Parámetros:

P.E. mineral Insitu: 4.55

P.E. Relleno: 2.90

Slamp: 8”

Altura de relleno: 30 m

Ratio (Ton Cemento/Ton-Relave) = 3 %

UCS critica de diseño: 1 Mpa con fs: 1.5

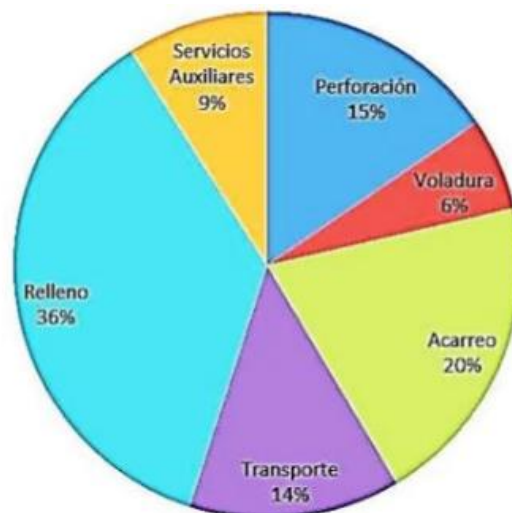
Resistencia: 0.85 – 1 Mpa (luego de 3 meses de secado de los tajeos).

(CASTILLO, 2015)

Costos del método

Figura 35

Costo de minado



2.3. Definición de términos básicos

Cara libre o taladro de alivio:

“Permite que las ondas de compresión producto de la voladura se reflejen contra ella, originando fuerzas de tensión que permiten producir la fragmentación de la roca.” (COMUN, 2018)

Eficacia:

“Es la evaluación en términos de logros de metas propuestas a través del análisis de la relación entre lo ejecutado y programado del gasto.” (Universidad de Chile , 2017)

Eficiencia:

“Se evalúa la utilización de recursos existentes a través del análisis del rendimiento y productividad de éstos y del costo de las acciones ejecutadas.” (Universidad de Chile , 2017)

Jumbo/Simba:

“Máquina de perforación electro hidráulico especialmente diseñado para perforar taladros verticales ascendentes y descendentes.” (Universidad de Cantabria, 2018)

Malla de perforación:

“Se dice a la relación burden por espaciamiento es decir B x E. Que generalmente se expresa en metros” (ENAEX, s.f.)

Perforación:

“La perforación es la primera operación en la preparación de una voladura. Su propósito es abrir en la roca huecos cilíndricos denominados taladros y están destinados a alojar al explosivo y sus accesorios iniciadores.” (EXSA, s.f.)

Radio Hidráulico:

“Es la máxima apertura que soporta la roca sin sostenimiento” (ENAEEX, s.f.)

Tajo.

“Son las labores temporales destinadas a la extracción de mineral.” (BELTRAN, 2018)

Taladros largos:

“Se dice a aquellos taladros de grandes longitudes perforados en explotación de minas en minería subterránea. Las longitudes son mayores a 10 metros hasta 30 metros aproximadamente” (LOPEZ JIMENO, 1987)

Voladura:

“Es la acción de fracturar o fragmentar la roca, el suelo duro, el hormigón o de desprender algún elemento metálico, mediante el empleo de explosivos.” (Universidad Politecnica de Madrid , 2020)

2.4. Formulación de la hipótesis**2.4.1. Hipótesis general**

Las consideraciones que se debe tener en cuenta para el minado con taladros largos en vetas angostas (veta Llacsacocha) deben ser técnicas, económicas, en la “Empresa Minera Pan American Silver – Unidad Huarón”.

2.4.2. Hipótesis específicas

a. Dentro de las consideraciones técnicas del minado con taladros largos que se debe tener en cuenta, en vetas angostas (veta Llacsacocha), son estándares, procedimientos, ciclo y tiempo de minado, equipos, en la “Empresa Minera Pan American Silver – Unidad Huarón”.

b. Dentro de las consideraciones económicas del minado con taladros largos que se debe tener en cuenta, en vetas angostas (veta Llacsacocha), son costos, productividad, producción, en la “Empresa Minera Pan American Silver – Unidad Huarón”.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variables para la hipótesis general

Condiciones técnicas

Condiciones económicas

2.5.2. Variables para la hipótesis específicas

Variables para la hipótesis a

Estándares,

Procedimientos,

Ciclo

Tiempo de minado,

Equipos

Variables para la hipótesis b

Costos,

Productividad,

Producción

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 1

Operacionalización de variables e indicadores

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES E INDICADORES				
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENCION	INDICADORES
<p>3.5.1 Variables para la hipótesis general Condiciones técnicas Condiciones económicas</p> <p>3.5.2 Variables para la hipótesis específicas Variables para la hipótesis a Estándares, Procedimientos, Ciclo Tiempo de minado, Equipos</p> <p>Variables para la hipótesis b Costos, Productividad, Producción</p>	<p>Método de minado con taladros largos: “Este método se aplica preferentemente en yacimientos de forma tabular verticales o subverticales de gran espesor, por lo general superior a 10 m. Es deseable que los bordes o contactos del cuerpo mineralizados sean regulares.” (CASTILLO, 2015)</p>	<p>En nuestra investigación vamos a determinar las condiciones. TECNICAS ECONOMICAS Para la aplicación del minado con taladros largos.</p>	<p>Técnicas: Estándares Procedimientos Ciclo y tiempo de minado Equipos</p> <p>Económicas: Costos Productividad Producción</p>	<p>-proceso de ejecución -Equipos de perforación -Condiciones geomecánicas -Ciclo de minado -diseño de perforación -Costo de minado -Tn producidas -m. perforados por mes</p>

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

En el estudio aplicaremos el tipo de investigación aplicada porque plantearemos las consideraciones técnicas económicas en un minado con taladros largos, como nos dice: “se caracteriza por su interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos. La investigación aplicada busca el conocer para hacer, para actuar, para construir, para modificar” (SUPO, CAVERO, 2014) .

Referente al nivel será de un nivel descriptivo y de análisis en el minado con taladros largos, apoyado en “Reseña rasgos, cualidades o atributos de la población objeto de estudio” (BERNAL, 2010).

3.2. Nivel de investigación

“La elección del tipo de nivel de investigación depende, en alto grado, del objetivo del estudio del problema de investigación y de las hipótesis que se formulen en el trabajo, así como de la concepción epistemológica y filosófica de la persona o del equipo investigador”.

3.3. Métodos de investigación

El método a usarse en la investigación es la estructura del método científico, haciendo uso método inductivo, análisis.” Estudia los hechos, partiendo de la descomposición del objeto de estudio en cada una de sus partes para estudiarlas en forma individual (análisis), y luego se integran esas partes para estudiarlas de manera holística e integral (síntesis).” (TAMAYO Y TAMAYO, 2003).

3.4. Diseño de investigación

El diseño de la investigación en la investigación no experimental, porque no haremos cambios ni modificaciones de las variables simplemente propondremos las técnicas y condiciones económicas en el minado con taladros largos en la unidad minera Huarón. “Investigación no experimental Estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos” (HERNANDEZ, FERNANDES, BAPTISTA, 2014).

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población lo constituye todas las labores mineras que se encuentran en operación en la mina Huarón.

3.5.2. Muestra

La muestra lo constituye la veta Llacsacocha, donde se hallan el tajeo R-448.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos que se empleó en nuestra investigación fueron.

3.6.1. Técnicas

Dentro de las técnicas empleadas en el desarrollo de la investigación son:

La observación

Porque vamos a poder observar todo el procedimiento de explotación de la veta Llacsacocha y plantear las consideraciones adecuadas en el minado con taladros largos.

Documental

Porque tendremos la oportunidad de revisar la información que se tiene en los archivos de la Mina sobre el minado con taladros largos, así como también información de otras minas.

Planificación

Emplearemos las técnicas sobre planificación especialmente la planificación por el método GANTT.

3.6.2. Instrumentos

En lo referente a la observación tenemos la observación directa de la explotación con taladros largos en la labor R-448 donde recogeremos los datos observados.

En la técnica documental recogeremos datos de los documentos del área de geología, geomecánica, mina, servicios auxiliares, planificación referente a la labor R-448.

3.7. Selección validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

3.7.1. Selección del instrumento

“Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información.” (Arias, 2006, pág. 68)

Los instrumentos de recolección de datos de esta investigación fueron:

La base de datos de los reportes de la herramienta de seguridad “Habla Fácil” diarios, mensuales.

Reportes físicos de la herramienta de seguridad “Habla Fácil” diarios, mensuales.

3.7.2. Validación del instrumento

“En este caso, lo fundamental es comprobar si el instrumento mide lo que se pretende medir, además de cotejar su pertinencia o correspondencia con los objetivos específicos y variables de la investigación.” (Arias, 2006, pág. 135)

La presente investigación puede validar su instrumento basándose en los datos reales y confiables del área de seguridad.

3.7.3. Confiabilidad del instrumento

Es la exactitud de precisión del instrumento. Para el caso de la presente investigación los datos son exactos por el hecho que se obtuvieron de registros de la base de datos de los reportes de la herramienta de seguridad “Habla Fácil” diarios, mensuales.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Terminado el trabajo de campo y de oficina procederemos a realizar el procesamiento y análisis de los datos obtenidos, para lo cual realizaremos los siguientes pasos.

- Análisis del diseño técnico del método de explotación del tajo R-448.
- Análisis del levantamiento topográfico de los taladros perforados.
- Análisis de producción del tajeo R-448.
- Análisis del costo de producción.
- Análisis del ciclo y tiempos de minado.
- Equipos a utilizar.

- Discusión de resultados y Conclusiones.

3.9. Tratamiento estadístico

El uso de la estadística no se aplicó en este estudio debido a que el estudio es descriptivo y de análisis.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

En el estudio de nuestra investigación hemos tratado de desarrollar la investigación considerando los principios éticos de nuestra profesión, considerando la verdad, veracidad, confidencialidad, respeto por las personas y las instituciones, y el uso adecuado de la información.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de Campo

En la presente tesis se realizó el sostenimiento de las labores en Compañía Minera Pan American Silver – Unidad Huarón S.A. hormigón proyectado vía húmeda con fibra sintética para el mejoramiento de absorción de energía, reduciendo las micro fisuras por retracción durante el fraguado, evitando la formación de fisuras mayores.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Geología local

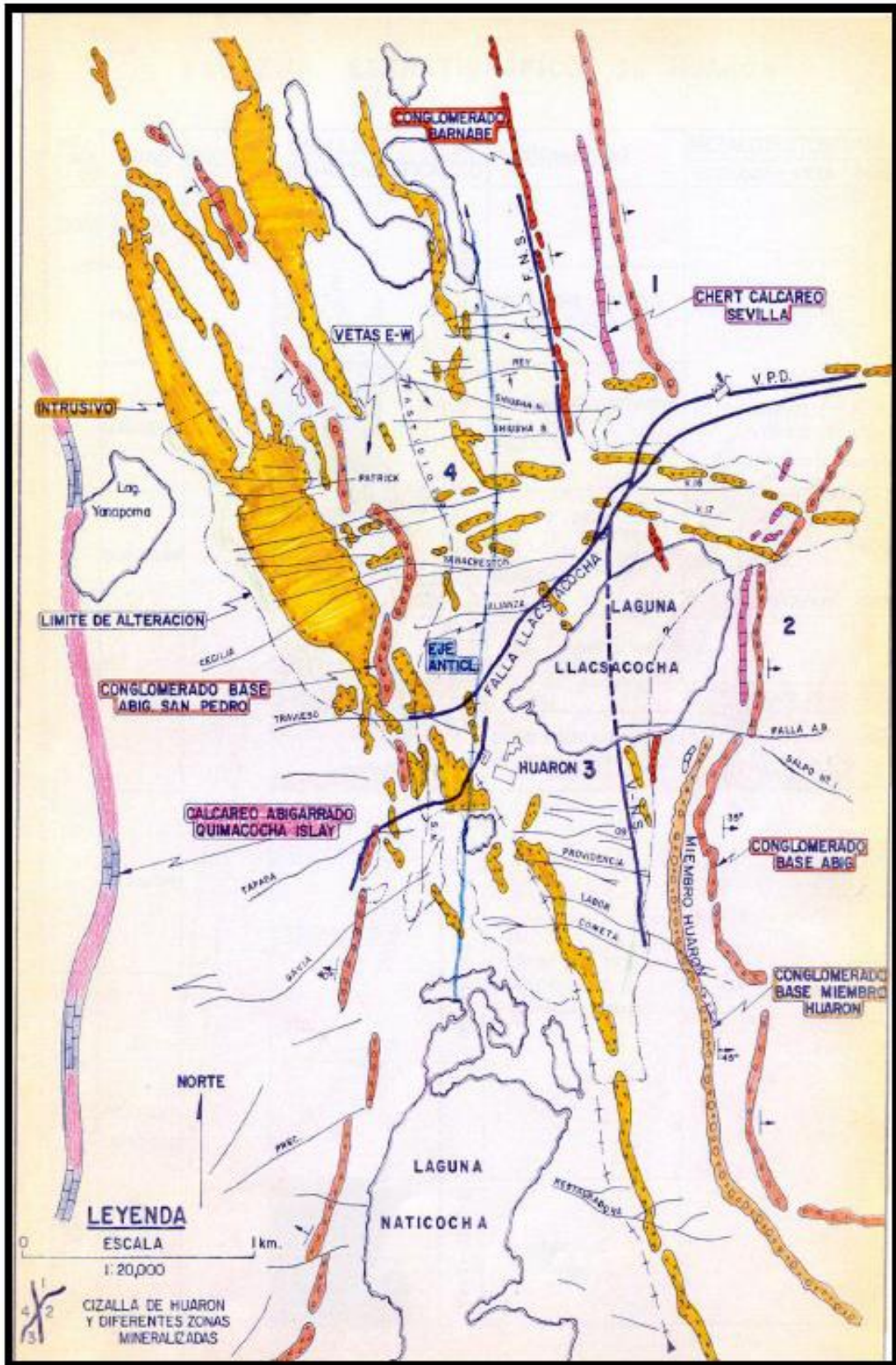
Referente a la geología local podemos mencionar las siguientes características mostradas por el departamento de geología de la empresa minera:

“La estructura mayor e importante es un geoanticlinal asimétrico con rumbo N 25° W, que ocurrió en los períodos Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico. Consiste pues en sedimentos continentales del Cretáceo Superior al Terciario Inferior, “Capas rojas de formación Casapalca” que contienen margas, lutitas, areniscas, conglomerados, sedimentos calcáreos, chert y otros; los cuales fueron plegados y fallados por la actividad tectónica del Eoceno-Plioceno. La resultante orientada al

N 65° E y hacia arriba fue aplicada en la parte central del distrito minero. El relajamiento de fuerzas tectónicas compresionales pre-intrusivas a lo largo de zonas axiales originó zonas de debilidad y rupturas en el anticlinal; los que sirvieron de canales de circulación de fluidos ígneos transversales. La reactivación tectónica post - intrusiva y esfuerzos compresionales originó el fracturamiento pre-mineral transversal E-W, longitudinal N-S y movimiento “Horstico” de la parte central del distrito minero. Huarón, básicamente es un yacimiento Filoneano y se conocen alrededor de un centenar de vetas con longitudes entre 100 y 1 800 m. y potencias de 0,30 a 6,00 m. explotados hasta 550 m. desde superficie (4 830) hasta el nivel base Huarón (4 250) en un área de 3 por 4 Km. Los filones son fundamentalmente de rumbo E-W con buzamientos entre 60° y 88° al Norte y al Sur perpendiculares al eje del anticlinal, limitados por 2 grandes fallas de cizalla que forman una “X” dividiendo el anticlinal de Huarón en cuatro sectores; cada una con sus propias características. Otras vetas son concordantes con la estratificación y solo se presentan en el flanco W del anticlinal, existen también acumulaciones de minerales de forma irregular “Bolsonadas” entrampadas en estratos favorables (conglomerados y chert), así como pequeños pórfidos y brechas mineralizadas relacionadas a intersecciones de vetas” (COMPAÑIA MINERA PAN AMERICAN SILVER - UNIDAD HUARON, 2016)

Figura 36

Geología principal mina Huarón



Geomecánica de la mina Huarón

Conocer la parte geomecánica de la masa rocosa de la mina es muy importante, lo cual nos permitirá determinar la calidad de la roca con la que vamos a trabajar o tener que sostener cuando realizamos la explotación del yacimiento, para lo cual se determinará el Índice geológico de resistencia (GSI), el RQD.

La siguiente tabla da a conocer el GSI de labores de desarrollo de 2.5 – 3.5 m y labores de explotación de 2.5 – 4.5 m.

Figura 37

Tabla geomecánica de labores de desarrollo de 2.5 – 3.5 m y labores de explotación de 2.5 – 4.5 m.

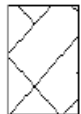



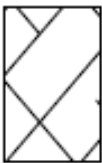



COMPANÍA MINERA HUARON S. A. SOSTENIMIENTO SEGUN G S I. (modificado) LABORES MINERAS DE DESARROLLO (2.5-3.5) LABORES DE EXPLOTACION (2.5-4.5)		CONDICIONES			
A	B	C	D	E	F
SIN SOPORTE - PERNO OCASIONAL TIEMPO DE COLOCACION 1 AÑO	PERNO SISTEMATICO 1.50 x 1.50 m (Malla o cinta ocasional) TIEMPO DE COLOCACION 1 MES	PERNO SISTEMATICO 1.2 x 1.2 m (Malla o cinta ocasional) TIEMPO DE COLOCACION 15 DIAS	PERNO SISTEMATICO 1.0 x 1.0 m y Malla O Shotcrete con fibra (3 cm) TIEMPO DE COLOCACION 5 DIAS	PERNO SISTEMATICO 1.0 x 1.0 m y SHOTCRETE 10.0 cm con fibra TIEMPO DE COLOCACION 1 DIA	CILINDROS METALICOS O CUADROS DE MADERA ESPACIADOS CADA METRO TIEMPO DE COLOCACION INMEDIATO
ESTRUCTURA		CONDICIONES			
 LEVEMENTE FRACTURADO TRES O MENOS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES MUY ESPACIADAS ENTRE SI (RQD 75-90) (2 A 6 FRACTURAS POR METRO) (RQD= 115 - 3.3 Jm.)	(A)	(A)	(A)	—	
 MODERADAMENTE FRACTURADO MUY BIEN TRABADA, NO DISTURBADA, BLOQUES CUBICOS FORMADOS POR TRES SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES ORTOGONALES (RQD 50 - 75) (6 A 12 FRACTURAS POR METRO)	(A)	(A)	(A)	(C)	(D)
 MUY FRACTURADO MODERADAMENTE TRABADA, PARCIALMENTE DISTURBADA, BLOQUES ANGULOSOS FORMADOS POR CUATRO O MAS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES (RQD 25-50) (12 A 20 FRACTURAS POR METRO)	(A)	(A)	(C)	(D)	(E)
 INTENSAMENTE FRACTURADO PLEGAMIENTO Y FALDAMIENTO CON MUCHAS DISCONTINUIDADES INTERCEPTADAS FORMANDO BLOQUES ANGULOSOS O IRREGULARES (RQD 0 - 25) (MAS DE 20 FRACTURAS POR METRO)	(A)	(A)	(C)	(D)	(E)
(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)

Figura 38

Tabla Geomecánica para labores de desarrollo de 3.5 – 5.0 m y labores de explotación de 4.5 – 7.0 m.

<p>COMPANÍA MINERA HUARON S. A. SOSTENIMIENTO SEGUN G. S. I. (modificado) LABORES MINERAS DE DESARROLLO (3.50-5.0) LABORES DE EXPLOTACION (4.5-7.0)</p>		<p>CONDICIONES</p>			
<p>ESTRUCTURA</p>		<p>BUENA (MUY RESISTENTE, FRESCA) SUPERFICIE DE LAS DISCONTINUIDADES MUY RUGOSAS E INALTERADAS, CERRADAS. (Re 100 A 250 Mpa) (SE ROMPE CON VARIOS GOLPES DE PICOTA)</p>	<p>REGULAR (RESISTENTE, LEVEMENTE ALTERADO) DISCONTINUIDADES RUGOSAS, LEVEMENTE ALTERADO, MINCHAS DE OXIDACION, LIGERAMENTE ABIERTA. (Re 50 a 100 Mpa) (SE ROMPE CON UNO O DOS GOLPES DE PICOTA)</p>	<p>POBRE (MODER. RESIST., LEVE A MODER. ALTER.) DISCONTINUIDADES LISAS, MODERADAMENTE ALTERADA, LIGERAMENTE ABIERTAS. (Re 25 A 50 Mpa) (SE INDENTA SUPERFICIALMENTE CON GOLPES DE PICOTA)</p>	<p>MUY POBRE (BLANDA, MUY ALTERADO) SUPERFICIE PULIDA O CON ESTRILACIONES, MUY ALTERADA RELLENO COMPACTO O CON FRAGMENTOS DE ROCA (Re 5 A 25 Mpa) - (SE INDENTA MAS DE 5 mm)</p>
<p>A</p>	<p>SIN SOPORTE - PERNO OCASIONAL TIEMPO DE COLOCACION 5 AÑOS</p>				
<p>B</p>	<p>PERNO SISTEMATICO 1.50 x 1.50 m (Malla o cinta ocasional) TIEMPO DE COLOCACION 1 MES</p>				
<p>C</p>	<p>PERNO SISTEMATICO 1.2 x 1.2 m (Malla o cinta ocasional) TIEMPO DE COLOCACION 15 DIAS</p>				
<p>D</p>	<p>PERNO SISTEMATICO 1.0 x 1.0 m y Malla O Shotcrete con fibra (5 cm) TIEMPO DE COLOCACION 5 DIAS</p>				
<p>E</p>	<p>PERNO SISTEMATICO 1.0 x 1.0 m y SHOTCRETE 10.0 cm con fibra. TIEMPO DE COLOCACION 1 DIA</p>				
<p>F</p>	<p>CIAMBRAS METALICAS O CUADROS DE MADERA ESPACIADOS CADA METRO TIEMPO DE COLOCACION INMEDIATO</p>				
	<p>LEVEMENTE FRACTURADO TRES O MENOS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES MUY ESPACIADAS ENTRE SI (RQD 75-90) (2 A 6 FRACTURAS POR METRO) (RQD= 115 - 3.3 Jn.)</p>	<p>(A) LF/B</p>	<p>(A) LF/R</p>	<p>(A) LF/P</p>	<p>(B)</p>
	<p>MODERADAMENTE FRACTURADO MUY BIEN TRABADA, NO DISTURBADA, BLOQUES CUBICOS FORMADOS POR TRES SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES ORTOGONALES (RQD 50 - 75) (6 A 12 FRACTURAS POR METRO)</p>	<p>(A) F/B</p>	<p>(A) F/R</p>	<p>(C) F/P</p>	<p>(D) F/MP</p>
	<p>MUY FRACTURADO MODERADAMENTE TRABADA, PARCIALMENTE DISTURBADA, BLOQUES ANGULOSOS FORMADOS POR CUATRO O MAS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES (RQD 25-50) (12 A 20 FRACTURAS POR METRO)</p>	<p>(A) MF/B</p>	<p>(C) MF/R</p>	<p>(D) MF/P</p>	<p>(E) MF/MP</p>
	<p>INTENSAMENTE FRACTURADO PLEGAMIENTO Y FALLAMIENTO CON MUCHAS DISCONTINUIDADES INTERCEPTADAS FORMANDO BLOQUES ANGULOSOS O IRREGULARES (RQD 0 - 25) (MAS DE 20 FRACTURAS POR METRO)</p>	<p>(B)</p>	<p>(D) IF/R</p>	<p>(E) IF/P</p>	<p>(F) IF/MP</p>

Determinación del RQD del macizo rocoso tajo Llacsacocha

Para poder determinar el RQD de la roca en la veta Llacsacocha empleamos la ecuación 1 que se muestra líneas abajo y también el número de discontinuidades por cada metro lineal.

Ecuación (1)RQD= 115 – 3,3Jv

Tabla 2

Cálculo RQD en el macizo rocoso tajo Llacsacocha

Sistema	Nº discontinuidades
1	6
2	5
3	3
4	1
Jv	15
RQD	65,5

Para determinar el GSI que viene a ser el Índice geológico de resistencia se halla en base al RQD y la resistencia a la compresión simple.

Tabla 3

GSI del macizo rocoso

Veta	Estructura	Tipo de roca	Origen datos	GSI
Llaclacocha	Veta	ConglomeradoSiliceo	Mapeo geomecanico	45
Alianza	Veta	Caliza Cloritizada	Mapeo geomecanico	50
	Cuerpo	Caliza Cloritizada	Mapeo geomecánico	55

Evaluación de los tajeos considerados para la aplicación de taladros largos

Dentro de todos los cuerpos mineralizados que tiene la mina Huarón se ha evaluado a todos tajeos donde se pueden aplicar taladros largos, así tenemos veta Alianza, Llacsacocha, Tapada, veta cuatro, Yanacreston, como se aprecia en el cuadro siguiente donde se indica sus características.

Tabla 4

Tajeos considerados para la aplicación de taladros largos

DATOS					CONSIDERACIONES GEOLOGICAS								CONSIDERACIONES GEOMECHANICAS				
					RESERVA	POTENCIA								RMR	RMR	Geoda	Agua
ZONA	NIVEL	BLOCK	VETA	TAJO	TON.	AV	Ag(gr)	%Cu	%Pb	%Zn	VPT	BZ	Mineral	Dessmonte	Abert.	Planos	
NORTE	250	31,308-314,322,323	ALIANZA	R-894	248375.97	3.12	112.32	0.72	0.83	3.57	52.98	80	20	40	NO	SI	
NORTE 500	420	308,309	LLACSACOCHA	R-448	57536.05	3.48	138.66	0.29	0.30	2.23	57.00	70	45	50	SI	NO	
SUR	420	1,20,27,200,201,204	TAPADA	R-830	128890.70	3.06	206.05	1.06	0.63	2.54	90.63	75	25	55	NO	SI	
NORTE	180	317	CUATRO	R-123	29216.00	2.31	162.14	0.98	0.74	1.84	56.72	75	20	55	NO	SI	
SUR	250	12,81,82,310,311	TAPADA	R-784	56880.57	2.48	222.42	1.22	0.59	1.91	94.91	80	25	50	NO	SI	
NORTE 600	600	9,32,314,317,338,339	YANACRESTON	R-13	81717.19	2.14	157.32	0.75	0.59	3.89	61.82	80	35	55	NO	SI	
NORTE 600	700	6	YANACRESTON	R-306	26747.21	2.55	180.73	0.09	2.10	4.90	86.64	80	30	55	NO	NO	
RESERVAS TOTALES A CONSIDERAR					629363.69												

4.2.2. Método de explotación en mina Huarón

Una explicación sucinta del método empleado para la explotación de los minerales en la empresa es.

“El método consiste en hacer subniveles en intervalos definidos entre los niveles principales de la mina. El tajeo de perforación se hace de las galerías de acceso a los subniveles, el mineral es disparado hacia una cara libre (Slots) en cortes largos. La carga disparada cae por gravedad al fondo del tajeo en el nivel inferior que esta comunicada mediante ventanas de extracción hacia una cámara de carguío o una tolva de acumulación.” (PAN AMERICAN SILVER, 2018)

“Este método requiere un alto desarrollo y por consiguiente una alta inversión en rampas de acceso a los subniveles, galería de extracción, subniveles, ventanas, chimeneas, echaderos, etc. Lo cual requiere de una variabilidad de los turnos de productividad, que van de 12 a 26 hombres por guardia, esto depende de la agilidad que hay que darles a las operaciones”. (PAN AMERICAN SILVER, 2018)

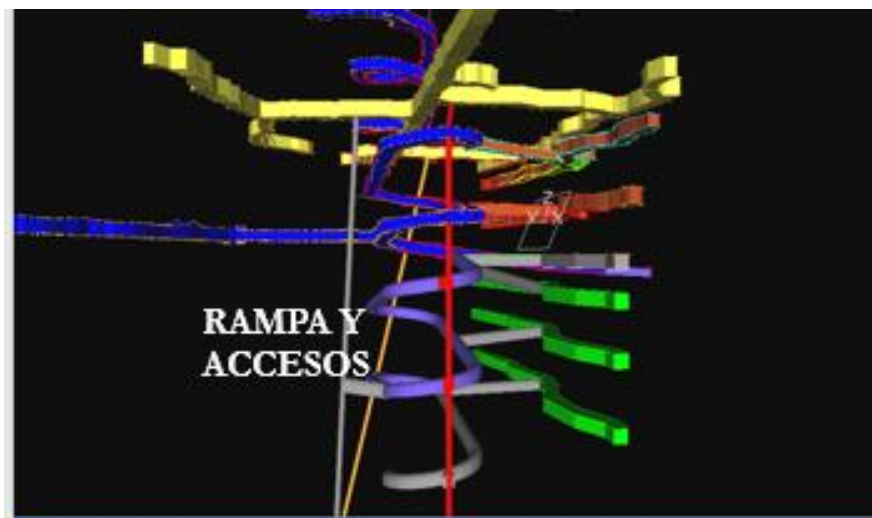
Accesos a los subniveles

“Se realiza a través de una rampa positiva que va subiendo en forma de espiral, esta rampa se ubica hacia el lado de la caja piso de la zona mineralizada, en este caso en el bypass 895.

Esta rampa está a una distancia entre 30 y 50 metros y está unida al cuerpo mineralizado mediante ventanas para evitar los posibles efectos de la voladura y otras operaciones de producción que se producen durante el tajeo. Las ventanas son construidas perpendiculares al rumbo de la veta y están espaciadas unas de otras por una distancia que va desde 80 a 100 metros estas ventanas tiene longitudes promedio de 60 metros”. (PAN AMERICAN SILVER, 2018)

Figura 39

Labores de preparación, rampas y accesos



Galería de acarreo

Tenemos:

“Se construyó en el nivel 250 paralela al bypass 825, con 5 ventanas que comunican la galería con el bypass y que están separadas 70 metros una de la otra.

El rumbo de esta galería es paralelo al de la veta Alianza que va de Este a Oeste y sus dimensiones son de 3 de ancho por 3 de alto para darle maniobrabilidad

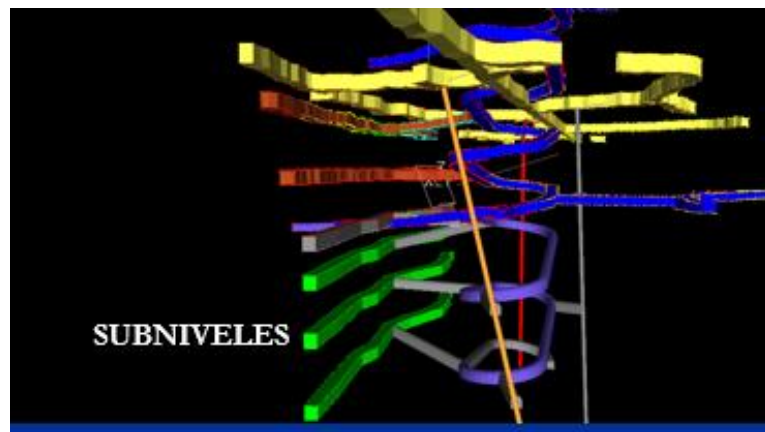
al Scoop Sandvick LH307 2,2 yardas cúbicas.” (PAN AMERICAN SILVER, 2018)

Intervalos entre subniveles

“Estos intervalos van desde los 10 m. hasta los 15 m. que es la distancia que tiene los taladros de producción y su extensión promedio es de 280 m. dependiendo de la potencia y las leyes del cuerpo mineralizado para poder decidir si se prolongarán o no, además de tener en cuenta las condiciones geomecánicas y la presencia de agua.” (PAN AMERICAN SILVER, 2018)

Figura 40

Labores de preparación, subniveles



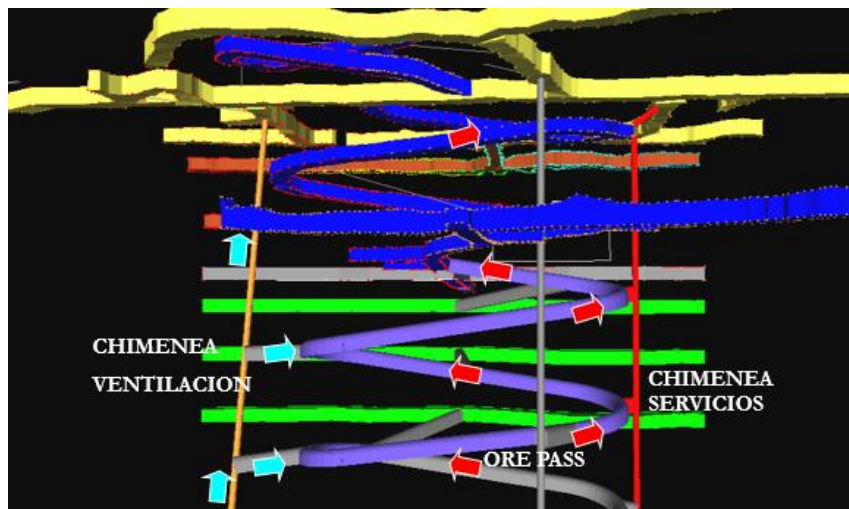
Drawpoints

En cuanto a las chimeneas realizadas tenemos:

“Se cuenta con tres chimeneas realizadas en los subniveles que van ganando altura, estas permiten acortar las distancias de acarreo y acumular el mineral en una tolva neumática para luego ser descargadas en camiones de 38 toneladas los cuales prosiguen a llevar el mineral por la rampa principal hasta la planta. Estas chimeneas son construidas con una máquina perforadora Jack Leg, tienen una dimensión de 1,5 x 1,5 metros y el avance promedio de disparo es de 1,8 metros.” (PAN AMERICAN SILVER, 2018)

Figura 41

Labores de preparación, chimeneas, ore pass



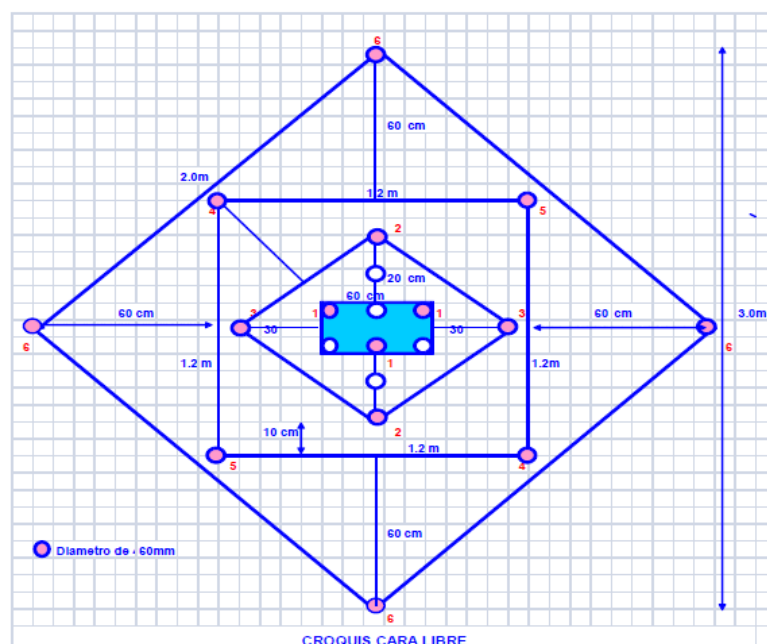
Slot cara libre

Mostrando las características siguientes:

“Esta debe tener el ancho completo del cuerpo mineralizado para asegurar la buena salida de los taladros de producción. La cara libre se consigue con la perforación de 12 taladros como se muestra en la siguiente malla”.

Figura 42

Diseño de malla de perforación Slot

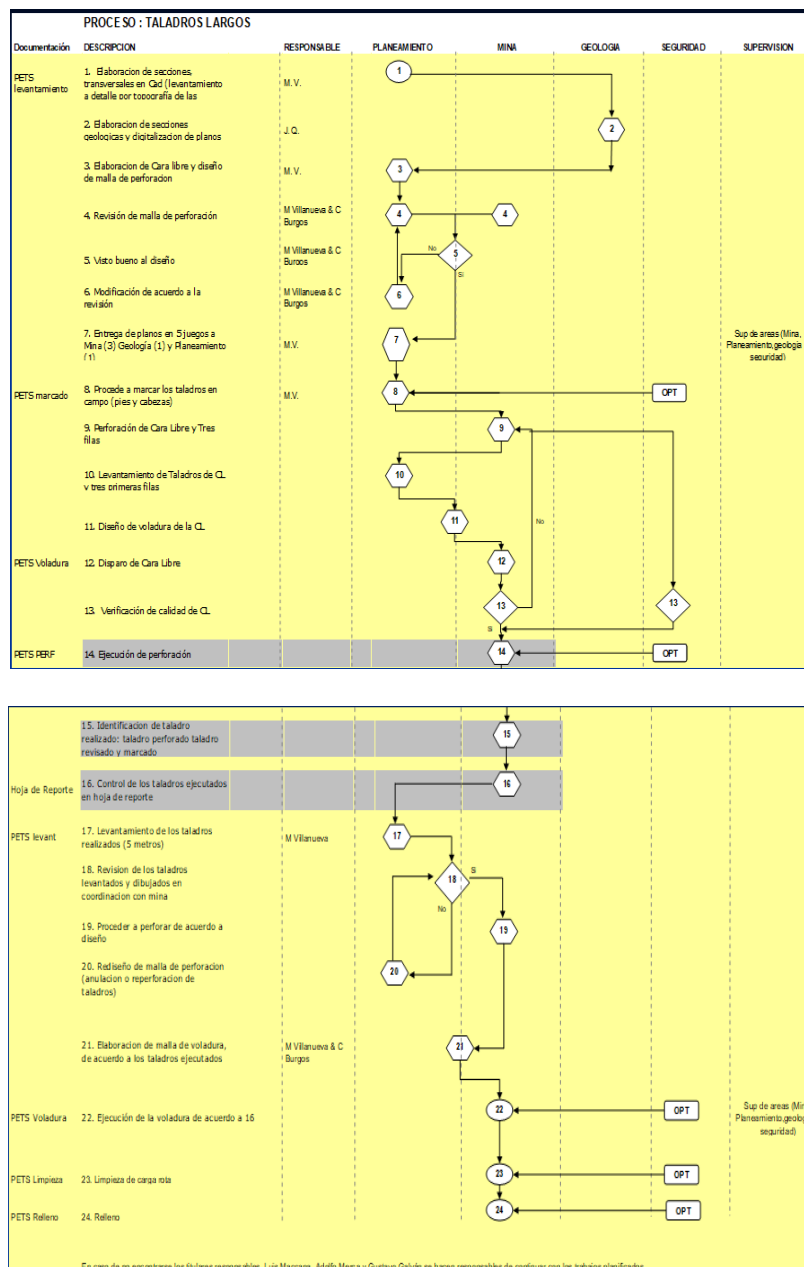


4.3. Prueba de hipótesis

En la planificación para la explotación por taladros largos, en la mina Huarón intervienen un conjunto de áreas como el área de planeamiento, mina, geología, geomecánica, seguridad, supervisión; para poder coordinar todas las actividades que se tendrá que desarrollar, como se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura 43

Planificación del proceso de explotación.



Equipos de perforación en taladros largos

Equipo Mini Raptor DH

“Utilizando brocas de 64mm.de diámetro de taladros de producción, la perforación es en negativo, barra acoplable 5 pies, rimadora 127mm., clinómetro en grados, shank T-38, energía 440 V.; presión de aire 6-8 Bar.; presión de agua 4-6 Bar.” (RESEMIN, 2016)

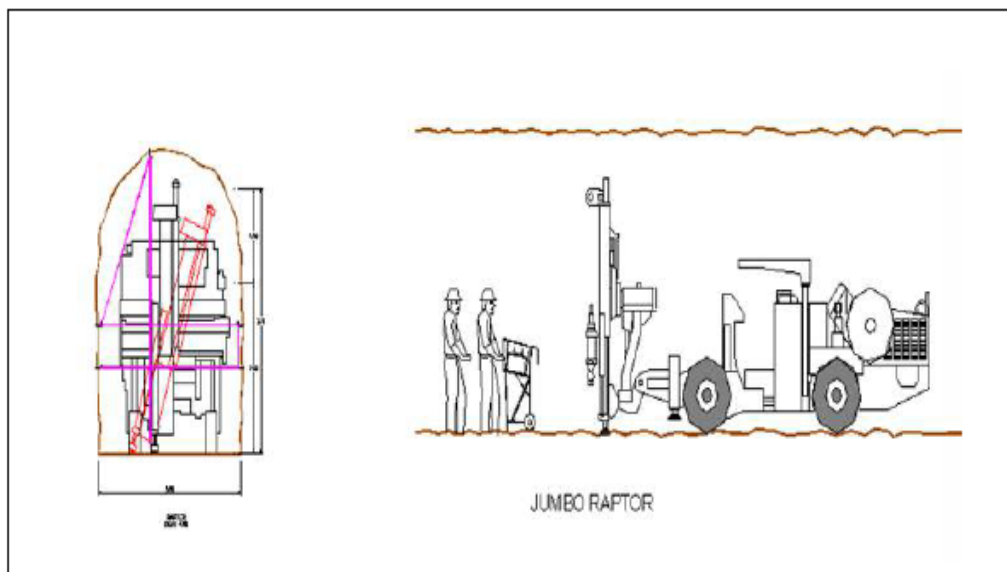
Figura 44

Equipo Mini Raptor DH



Figura 45

Equipo Jumbo Mini Raptor DH



Características técnicas del Equipo Jumbo Mini Raptor DH

Tabla 5

Características técnicas del Equipo Jumbo Mini Raptor DH

Características técnicas Mini Raptor DH	
Parámetros	Valores
Barra de acople	5 pies
Broca	64 mm
Rimadora	127 mm
Clinómetro	grados
Shank	t- 38
Energía, voltaje	440 v.
Presión de aire	6 – 8 bar
Presión de agua	4 – 6 bar

Dimensiones del Equipo Jumbo Mini Raptor DH

Tabla 6

Dimensiones del Equipo Jumbo Mini Raptor DH

Dimensiones Mini Raptor DH	
Ancho	1.2 m.
Largo	6.8 m.
Alto Mínimo	2.3 m.
Alto máximo	3.3 m.
viga	2.9 m.
Pluma	3.2m.
Cilindro Stinger	1.4 m.

Perforación descendente con Mini raptor DH

Tabla 7

Perforación descendente con Mini raptor DH

Perforación descendente con Mini raptor DH				
N° de Barras perforadas	tiempo de perforación (seg)	tiempo de barrido (seg)	tiempo de instalación de Barra (seg)	tiempo de retirada de barras (seg)
Primera barra	65	25	0	0
Segunda barra	90	45	11	09
tercera barra	85	180	13	10
Cuarta barra	110	100	10	15
Quinta barra	100	95	18	11
Sexta barra	95	110	09	13
Séptima barra	120	73	10	10
Octava barra	111	117	13	11
Novena barra	114	155	11	09
Decima barra	118	140	10	13
Total	1008	1040	105	101

Resumiendo, tiempo de perforación descendente con Mini Raptor en una guardia.

“Tiempo de perforación de taladros 1008 seg.

Tiempo de barrido 1040 seg.

Tiempo de instalación de barra 105 seg

Tiempo de retirada de las barras 101 seg.

Tiempo de instalación de la pluma para la perforación 382 seg.

Tiempo total de perforación total 2254 seg, 37.57 minutos.

Longitud de taladro 13.5 m” (RESEMIN, 2016)

Equipo Rocket Boomer H104

Presenta las características:

“El equipo Boomer H104, es un jumbo autopropulsado por motor eléctrico o Diesel. La perforación es electro-hidráulica con potencia de 37 KW., la unidad puede desarmarse en 3 o 4 componentes para su traslado por chimeneas, perfora tanto horizontal como verticalmente, sus dimensiones son 1,22*1,60*7,70m. (ancho, alto y longitud respectivamente) y cubre un ancho de galería de 4,70m. y una altura de 4,70” (RESEMIN, 2016)

Tabla 8

Características técnicas del Equipo Rocket Boomer H104

Características técnicas Equipo Rocket Boomer H104	
Parámetros	Valores
Barra de acople	5 pies
Broca	64 mm
Rimadora	127 mm
Clinómetro	grados
Shank	R32 o T- 38
Energía, voltaje	380- 1000 v.
Presión de aire	6 – 8 bar
Presión de agua	2 – 4 bar

Figura 46

Rocket Boomer H104 dimensiones

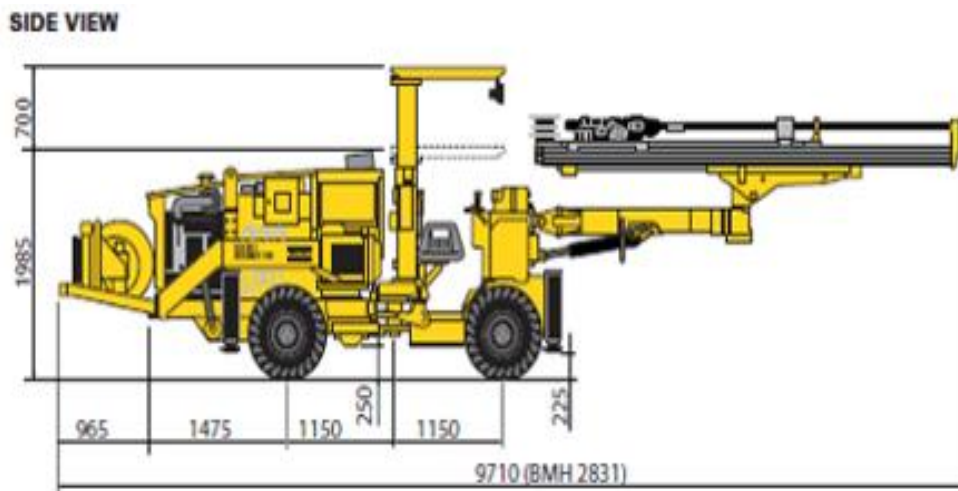


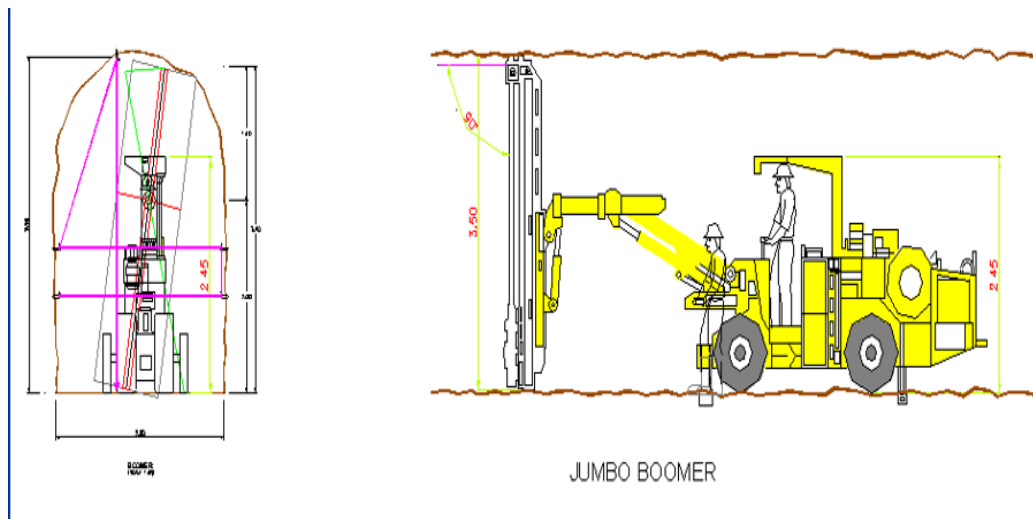
Figura 47

Equipo en plena operación mina



Figura 48

Equipo de perforación Rocket Boomer 104



Perforación ascendente con Boomer 104 tajeo

Tabla 9

Perforación ascendente con Boomer 104 tajeo

Perforación ascendente con Boomer 104 tajeo				
N° de Barras perforadas	tiempo de perforación (seg)	tiempo de barrido (seg)	tiempo de instalación de Barra (seg)	tiempo de retirada de barras (seg)
Primera barra	70	30	0	0
Segunda barra	80	60	19	11
tercera barra	140	160	18	13
Cuarta barra	126	75	22	15
Quinta barra	275	65	20	13
Sexta barra	300	120	16	11
Séptima barra	140	53	18	10
Octava barra	159	90	16	15
Novena barra	114	160	16	13
Total	1369	813	145	101

Resumiendo, tiempo de perforación ascendente con Boomer 104 en una guardia.

“Tiempo de perforación de taladros 1369 seg.

Tiempo de barrido 813 seg.

Tiempo de instalación de barra 145 seg

Tiempo de retirada de las barras 101 seg.

Tiempo de instalación de la pluma para la perforación 420 seg.

Tiempo total de perforación total 2428 seg, 40.46 minutos

Longitud de taladro 13.5 m.” (RESEMIN, 2016)

Diseño de tajo por método gráfico de estabilidad

Es función de N' y S:

1. Número gráfico de estabilidad (N').

Ubicación N'

Caja techo: 14,17

Veta: 6,05

Caja piso: 14,23

2. Radio hidráulico (S).

Ubicación S

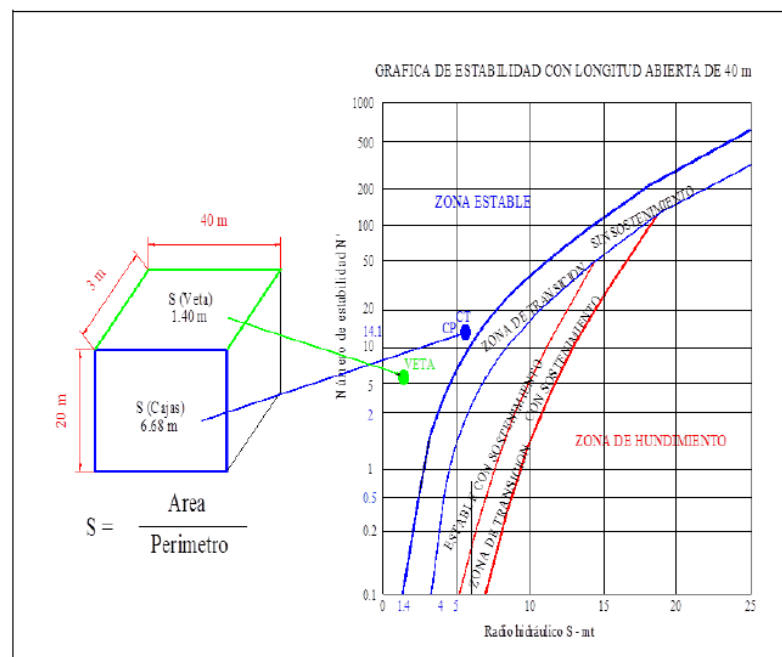
Caja techo: 6,68

Veta: 1,40

Caja piso: 6,68

Figura 49

Resultados de estabilidad veta Llacsacocha



Considerando las dimensiones abiertas de 3m. de potencia de la veta con 40 m. de longitud y 20 m. de altura de tajo abierto, las condiciones de estabilidad son favorables en la veta Llacsacocha. La zona analizada no requiere sostenimiento.

Diseño de la perforación

“Se realiza el levantamiento de los taladros cuya inclinación varía entre los 70 ° a 75° dependiendo del cuerpo mineralizado con una longitud vertical entre 14 a 15 m. en una longitud total de 40 m. siendo la cantidad de taladros de 130”.

- Se realiza la perforación con barras 5 pies (actualmente columna R-32).

- Longitud de los taladros de 13m (9 barras).
- Se perfora los taladros por el subnivel superior.
- luego de terminar de perforar la longitud del taladro. se coloca los tubos de pvc de 51 mm.
- Terminado el taladro se colocan estacas de madera en el subnivel superior y en subnivel inferior del taladro con su respectivo n° para su fácil ubicación.
- Se llena un formato de perforación para informar las desviaciones de los taladros realizados y su posterior modificación.

Figura 50

Esquema de perforación de taladros

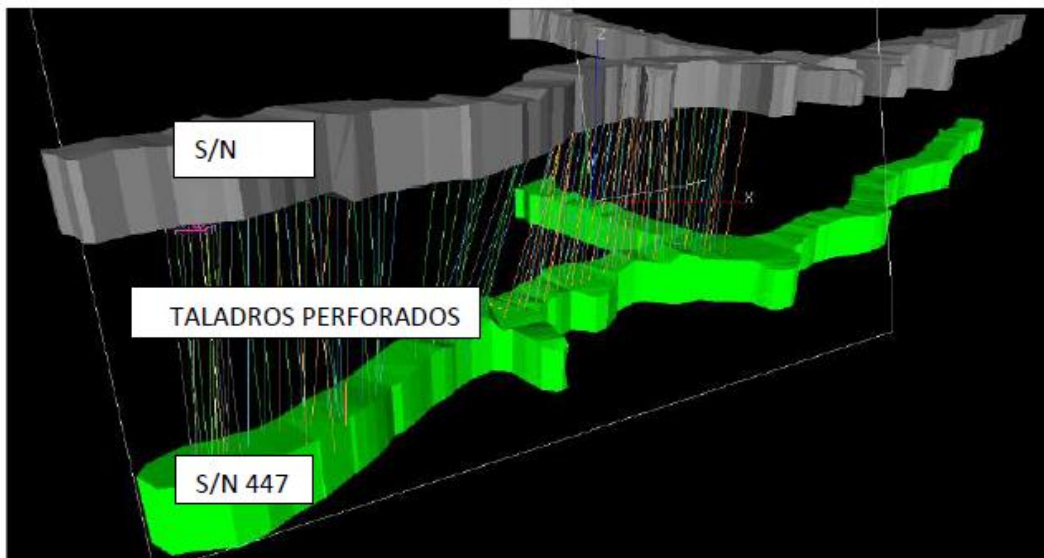


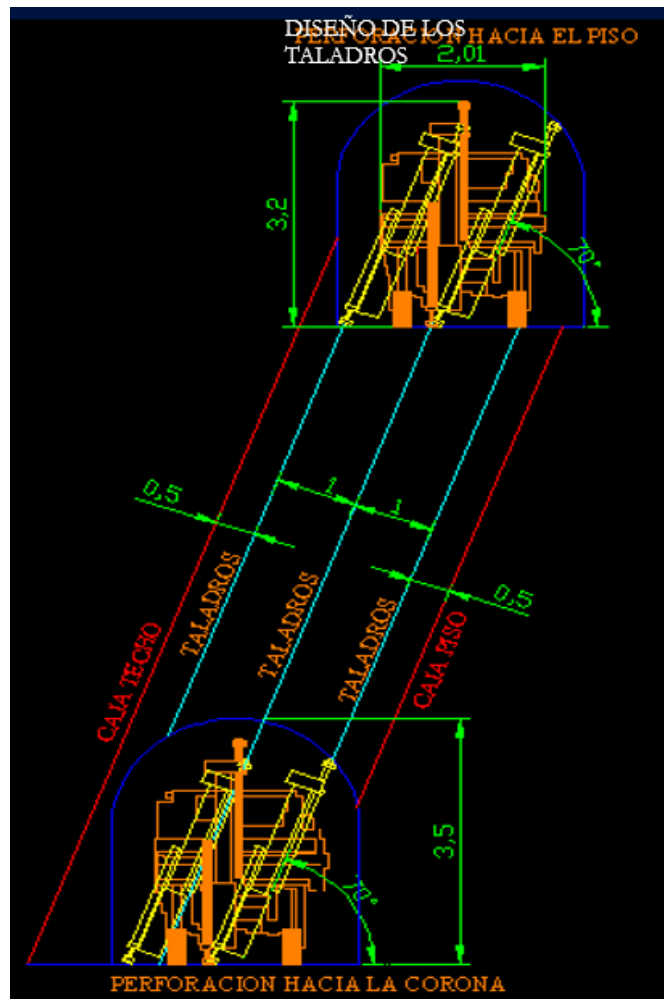
Figura 51

Vista de planta de ubicación de los taladros entre SN 448 y SN 447



Figura 52

Diseño de los taladros

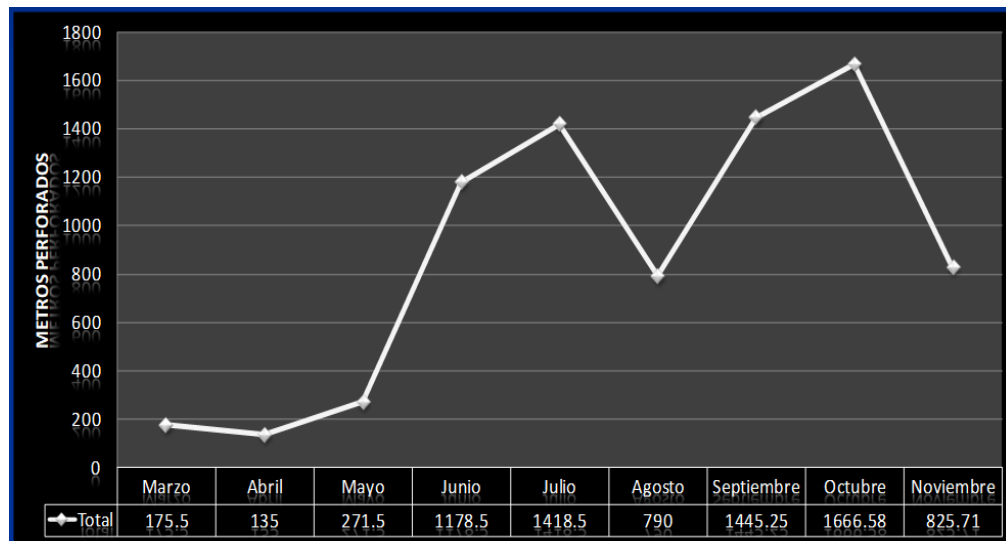


Metros perforados por mes en taladros largos veta Llacsacocha

Podemos observar en cuanto a la perforación en el año 2021 durante los meses de marzo a noviembre la cantidad de metros perforados ha ido aumentando mes a mes, así en el mes de marzo se perforó 175.5 m. y en los meses de octubre y noviembre fueron 1666.58 m y 825.71 m respectivamente, como se ve en el cuadro siguiente.

Figura 53

Metros perforados por mes de taladros largos veta Llacsacocha



Diseño de carguío de los taladros

Se logró optimizar el carguío de los taladros usando un solo iniciador Semexa 1 ½ x 12” que tiene los siguientes parámetros.

Parámetros de carguío de los taladros veta Llacsacocha

Se tiene las siguientes características

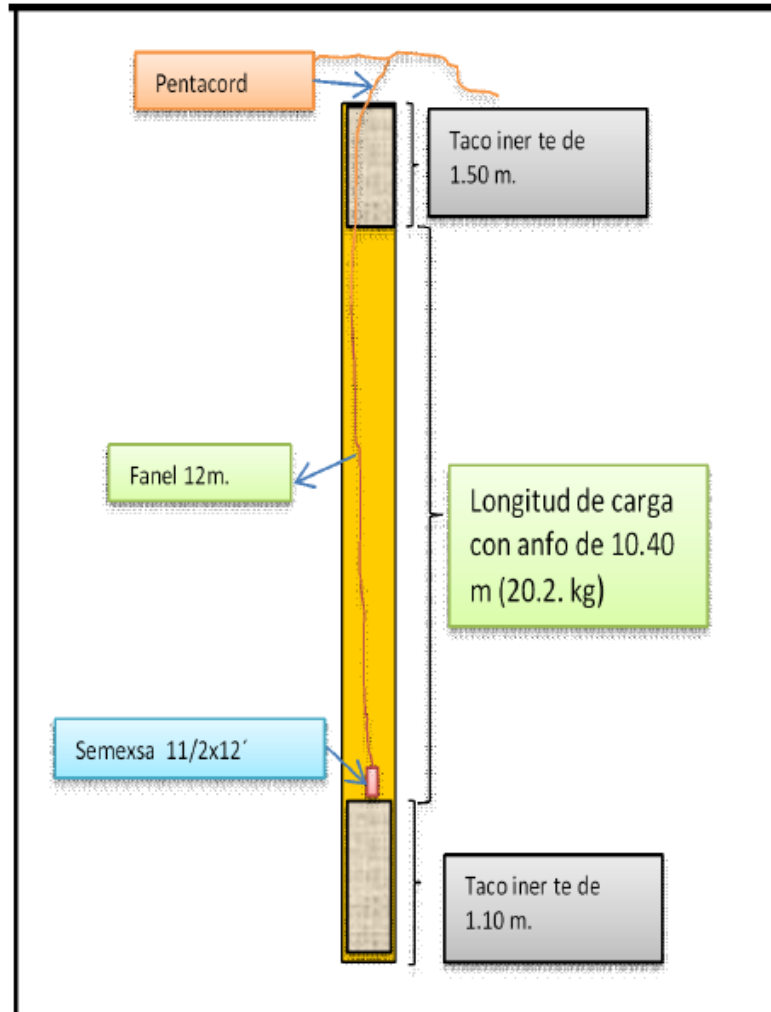
Tabla 10

Parámetros de carguío de los taladros veta Llacsacocha

Características de los taladros veta Llacsacocha	
Burden	1 m.
Espaciamiento	1m.
Longitud de perforación	13.5 m.
Densidad	3kg/m3
Longitud de fanel	12 m.
Longitud de perforación	13.5 m.
Longitud de carguío de explosivo/tal	10.5 m.
Diámetro de broca	0.064 m.
Tonelada por taladro	40.5
Anfo	20.20 kg/tn
Factor de potencia	0.50 kf/tn

Figura 54

Longitud de carga por taladro

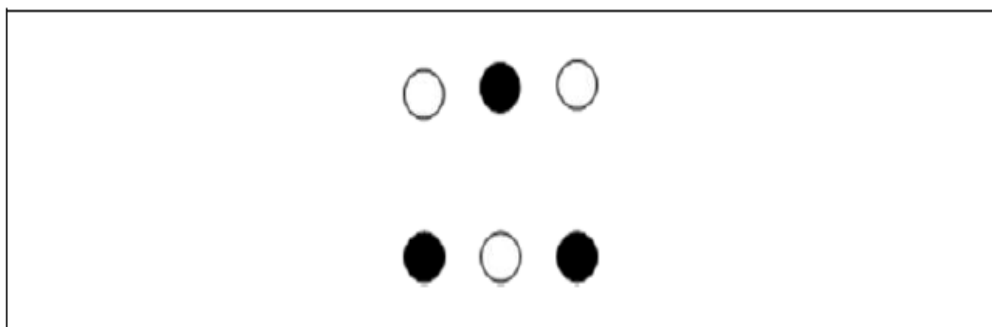


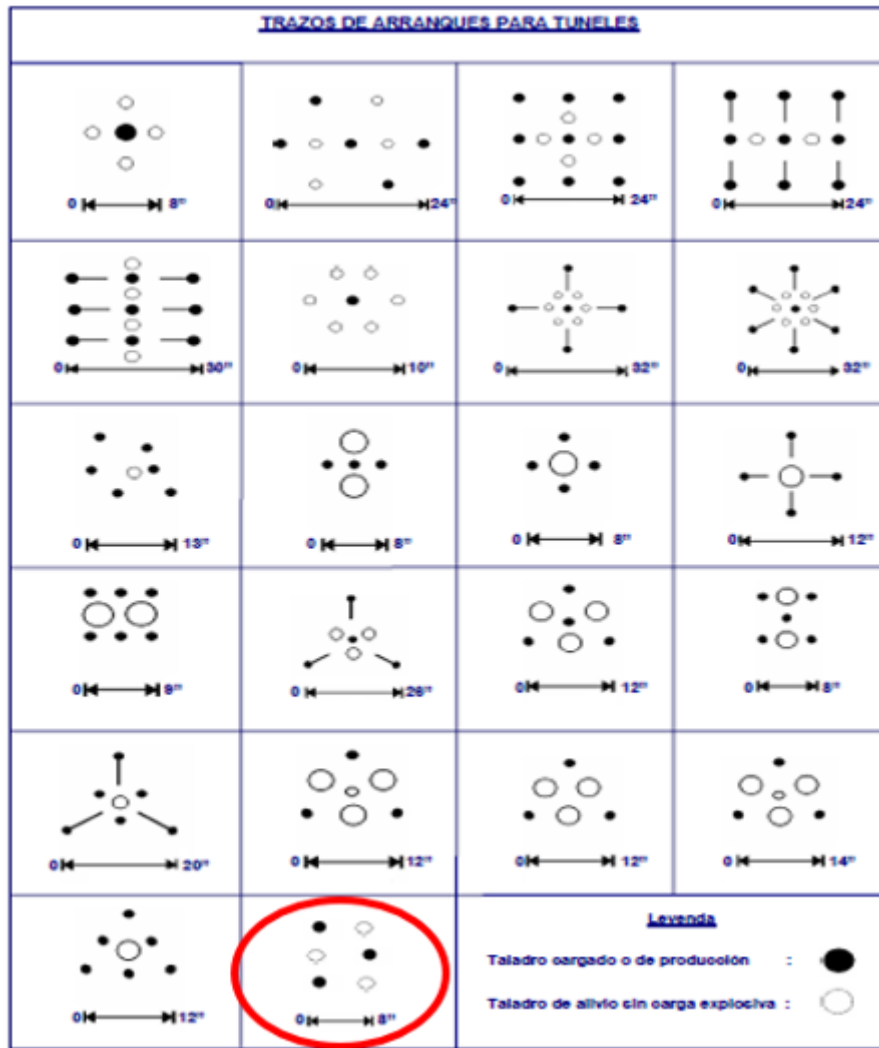
Diseño de arranque vea Llacsacocha

El diseño de arranque se realiza para el slot, como se muestra en la figura.

Figura 55

Diseño de arranque





Equipo de limpieza de mineral y relleno detrítico

La limpieza como el relleno del tajeo se realiza mediante el equipo LH203, llamado comúnmente Toro 151, cuyas características principales son:

- Capacidad de transporte 3500 kg (7716 lb)
- Fuerza de arranque elevación 6220 kg (13710 lb)
- Fuerza de arranque inclinación 5600 kg (12360 lb)
- Carga de vuelco 8300 kg (18298 lb)
- Capacidad de Cucharon estándar 1.5 m³ (2.0 yardas³)

Figura 56

Dimensiones del equipo LH203 TORO 151

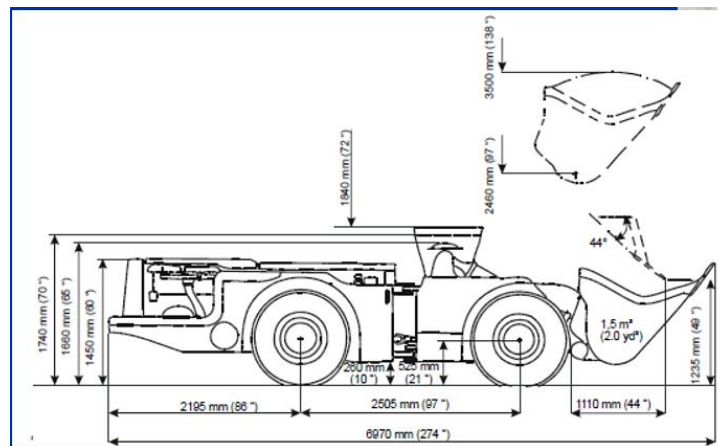


Figura 57

Vista del equipo de limpieza LH203 TORO 151

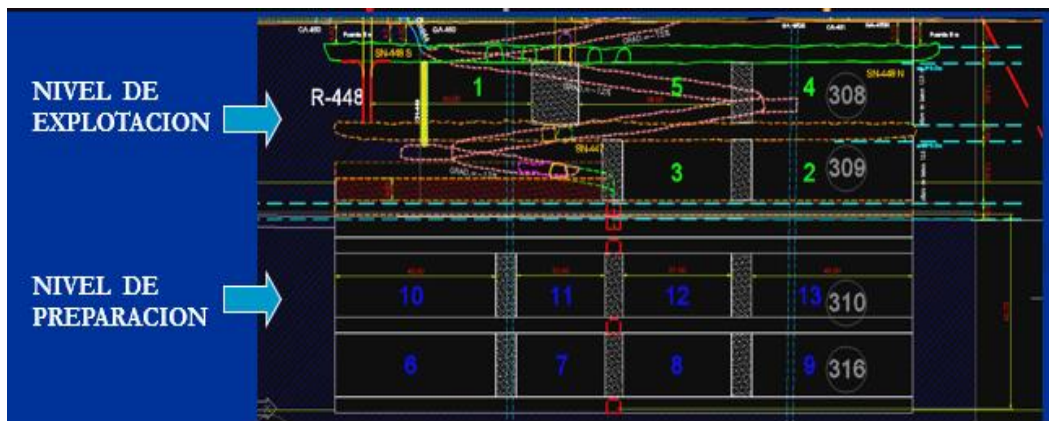
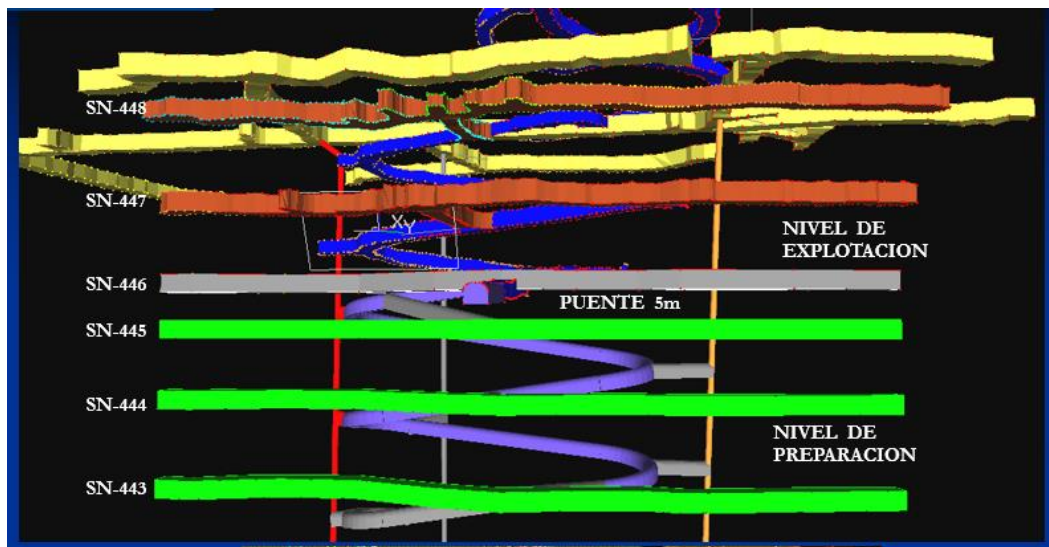


Secuencia de minado y preparación

Se indica el nivel de la mina que está en explotación y en preparación en este caso es el nivel N400, con los sub niveles de explotación SN 448 y SN 447; y los subniveles de preparación SN 445, SN 444, SN 443, como se ve en el cuadro adjunto.

Figura 58

Secuencia de minado y preparación

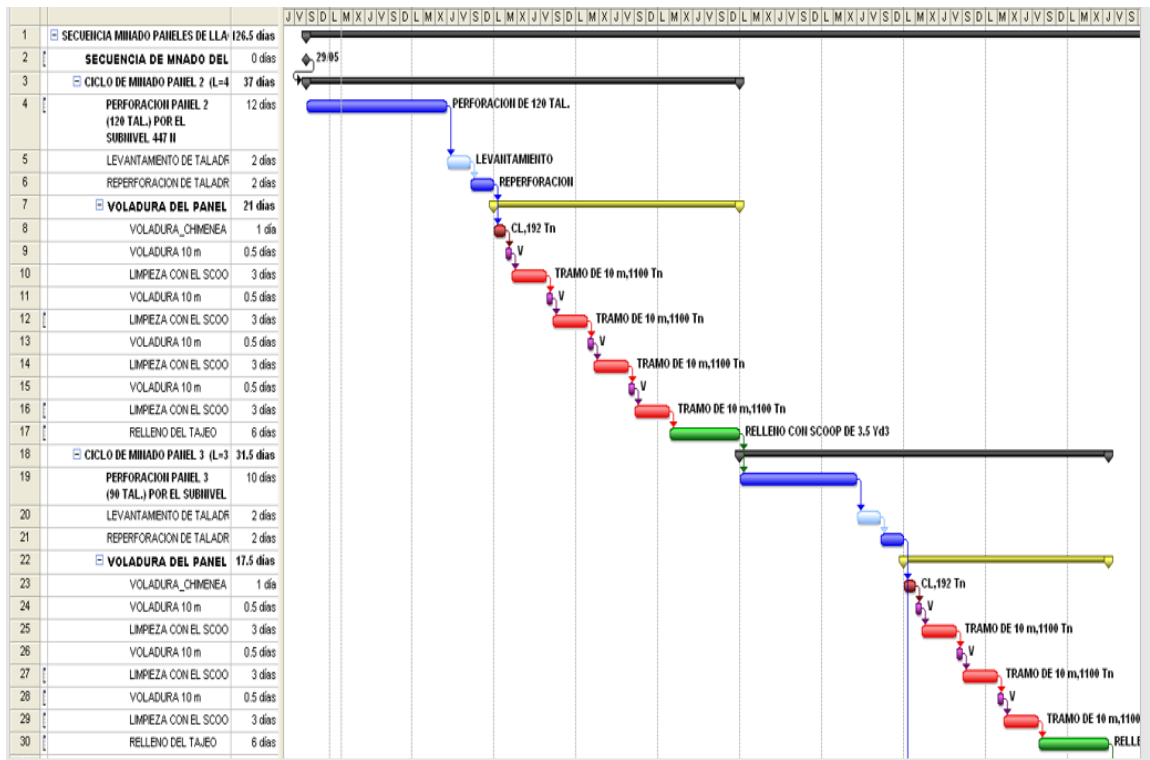
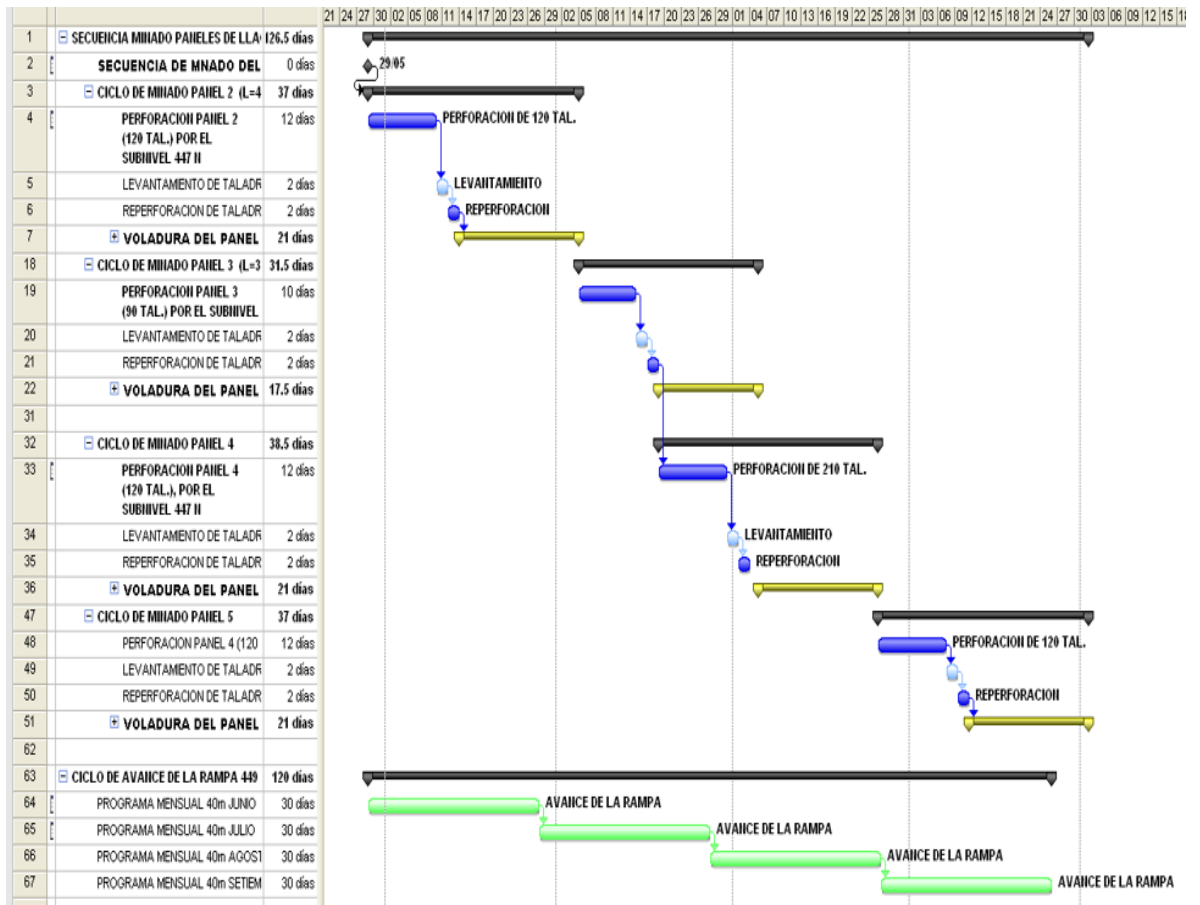


Programación del minado de veta Llacsacocha por paneles

Se ha planificado el minado de la veta Llacsacocha de cada uno de sus paneles, considerando las actividades a realizar en cada panel y el tiempo de duración.

Figura 59

Planificación del minado veta Llacsacocha por paneles



Secuencia de minado del conjunto de paneles en la veta Llacsacocha

En el minado de la veta Llacsacocha se tiene 13 paneles para poder explotar, siguiendo todas las etapas que conlleva la explotación por taladros largos de cada panel.

Figura 60

Vista de los paneles para su explotación

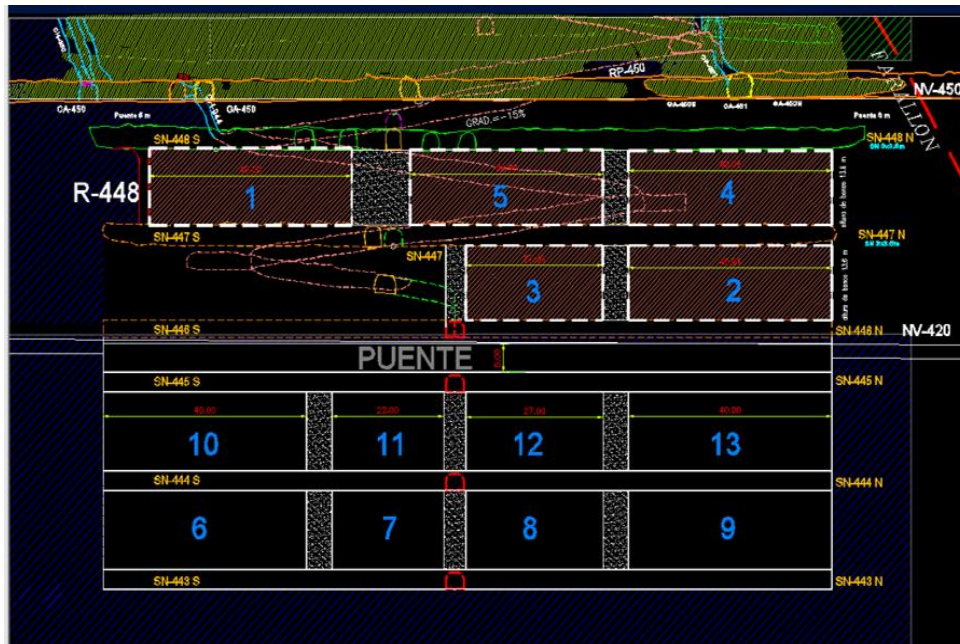


Figura 61

Vista del panel 1 relleno y el panel 2 en perforación

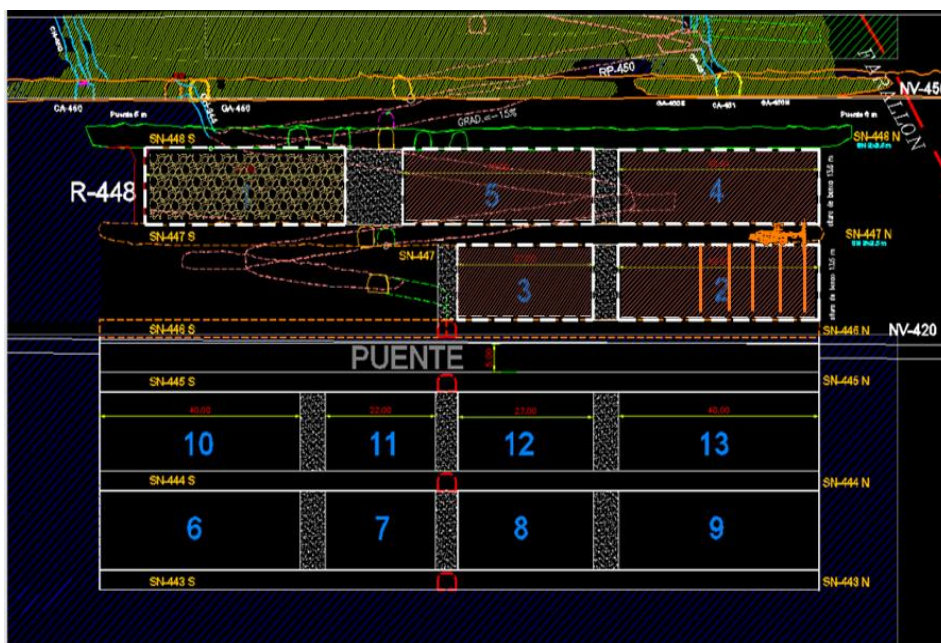


Figura 62

Vista del panel 1, 2 relleno y panel 3 en perforación

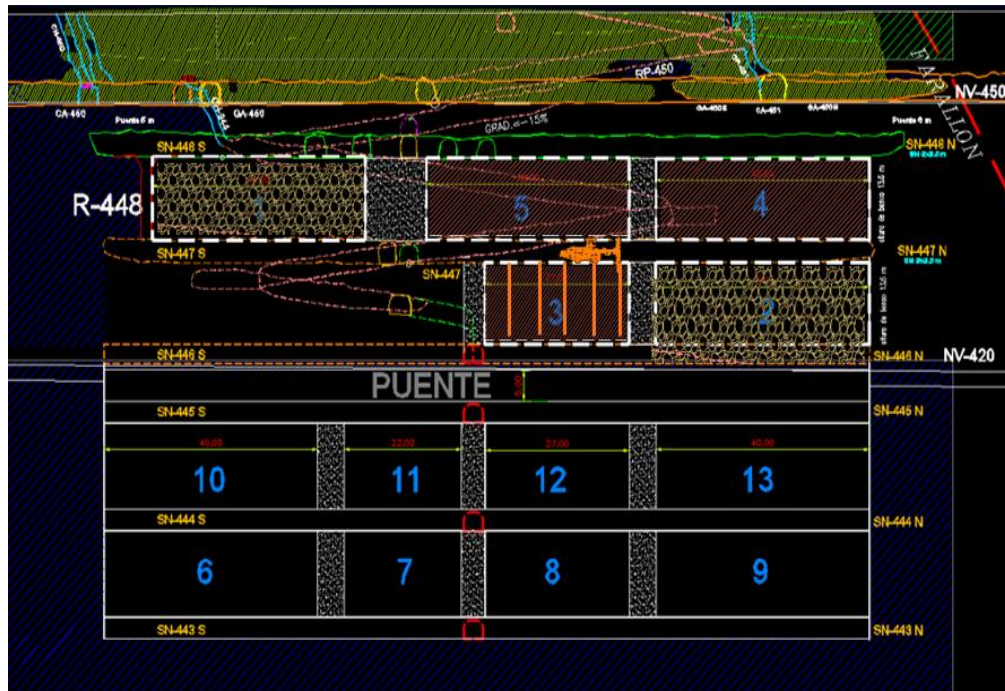


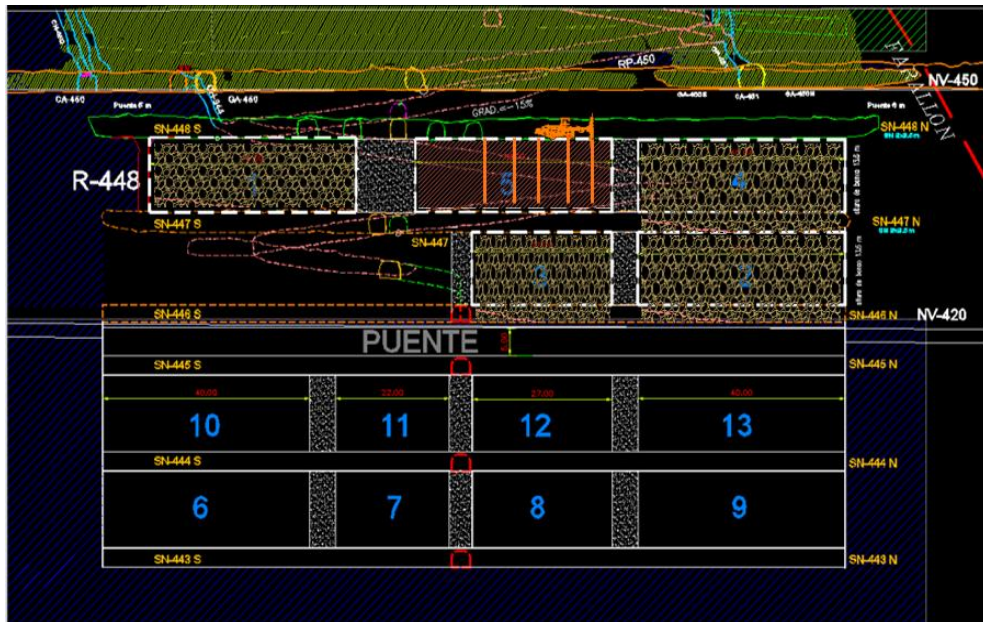
Figura 63

Vista de los paneles 1, 2, 3 rellenos y el panel 4 en perforación



Figura 64

Vista de los paneles 1, 2, 3, 4 rellenos y panel 5 en perforación



Secuencia de minado de un panel de la veta Llacsacocha

En estas vistas se puede apreciar las etapas que se tiene que realizar para el minado de un panel; perforación del subnivel, perforación del slot, disparo del slot y limpieza, perforación del panel, disparo de los blocks y limpieza, relleno por etapas; como se puede apreciar en cada cuadro.

Figura 65

Perforación del subnivel y del slot

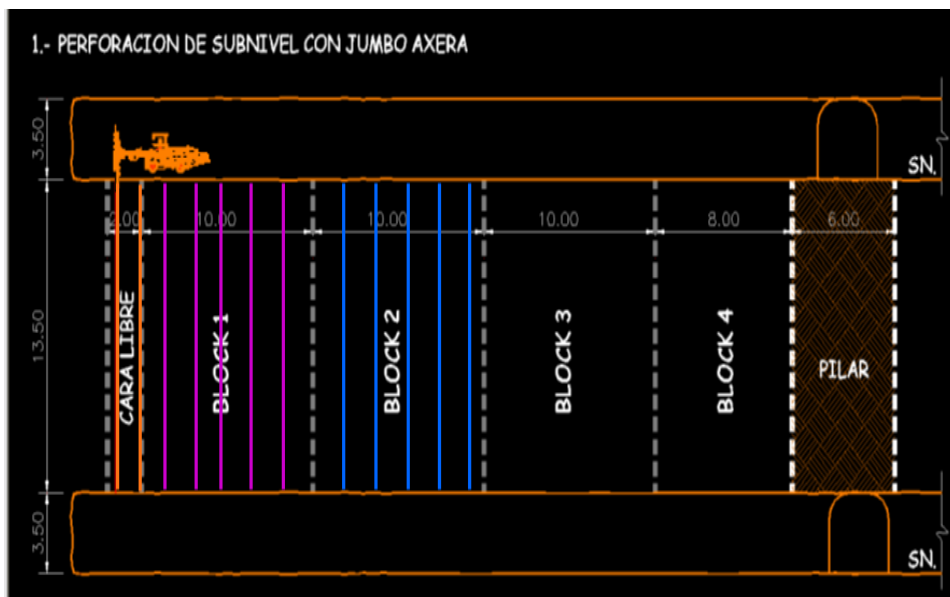


Figura 66
Disparo del slot

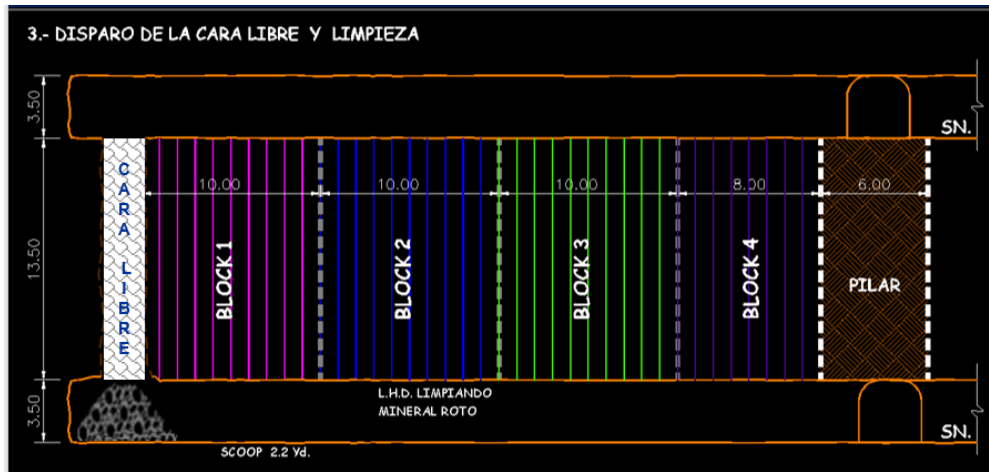


Figura 67
Limpieza del slot

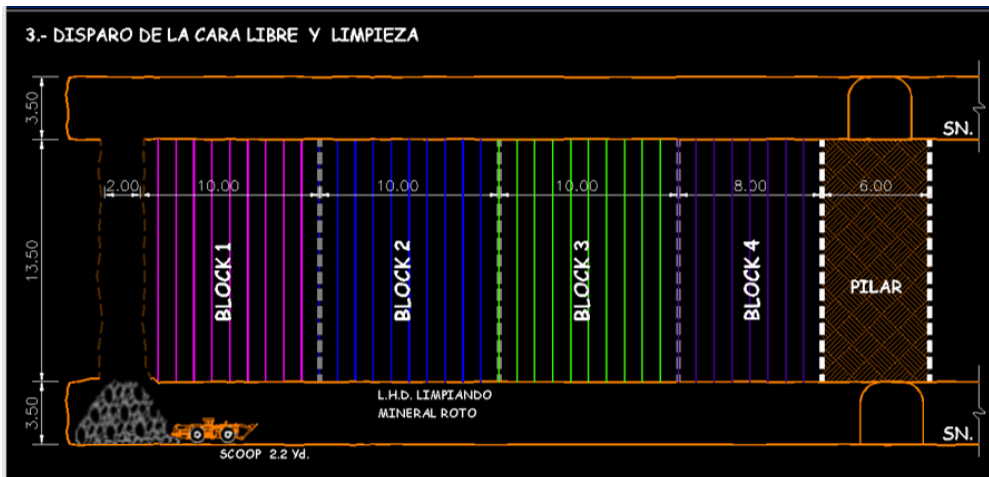


Figura 68
Disparo del block 1 y limpieza

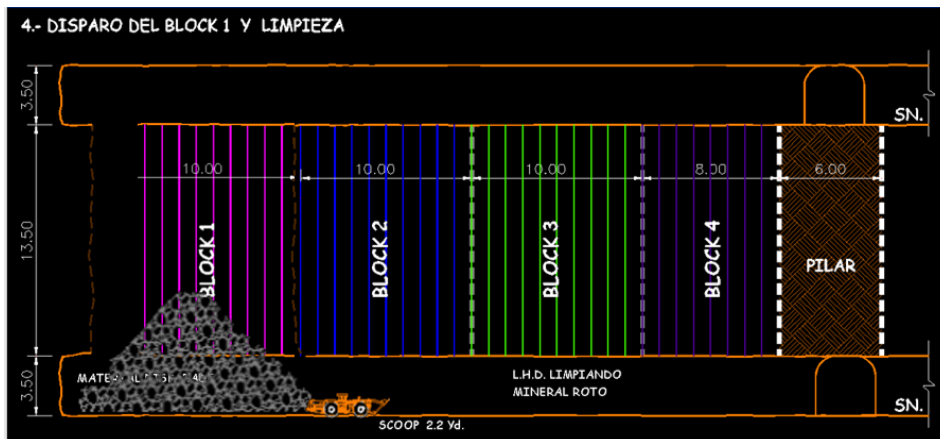


Figura 69

Disparo del block 2 y limpieza

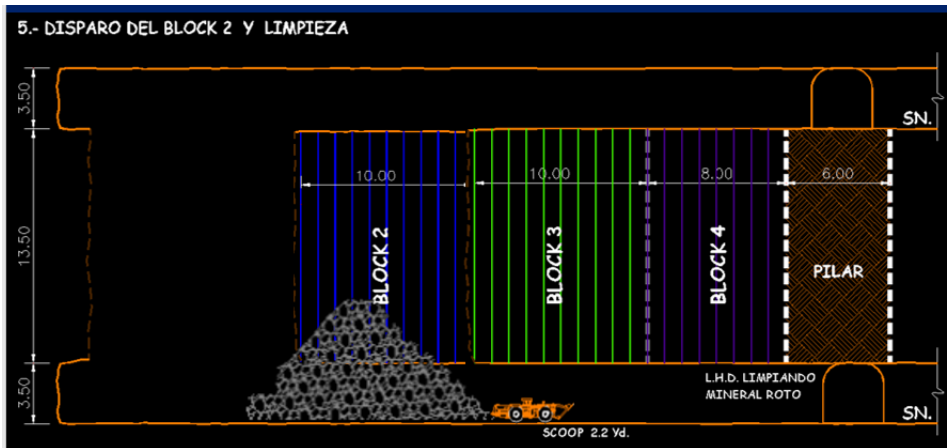


Figura 70

Disparo del block 3 y limpieza

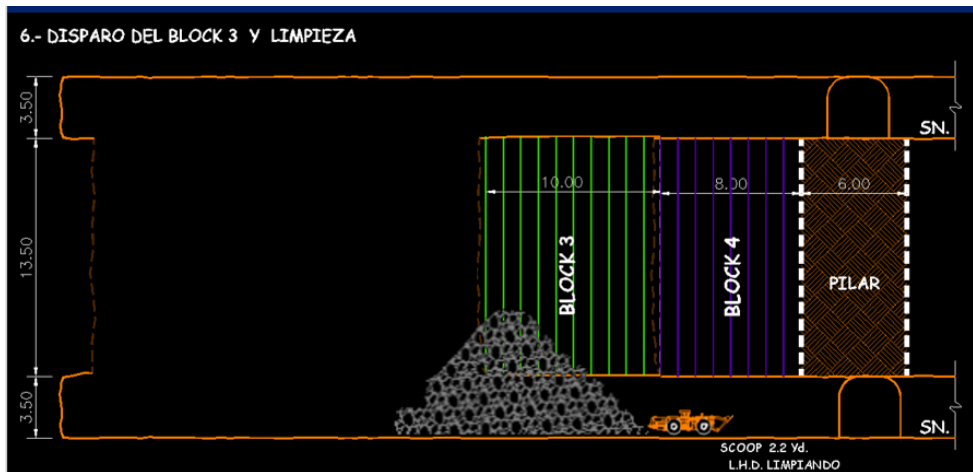


Figura 71

Disparo del block 4 y limpieza

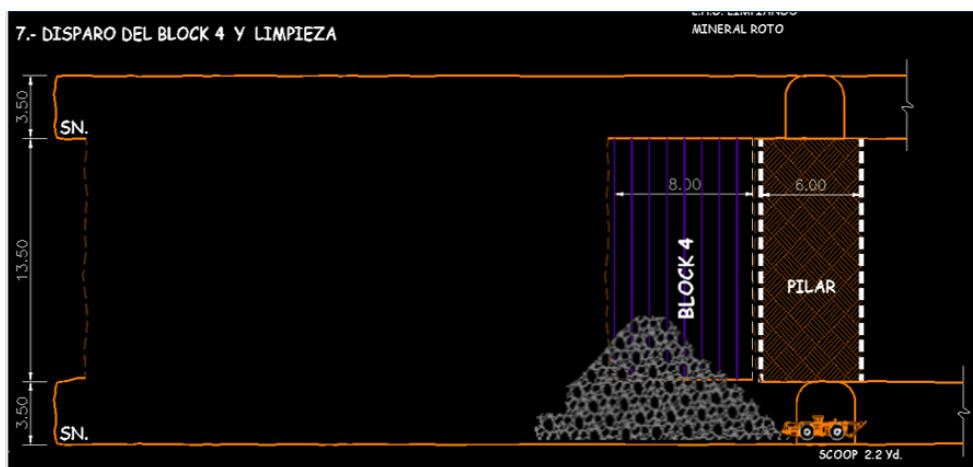
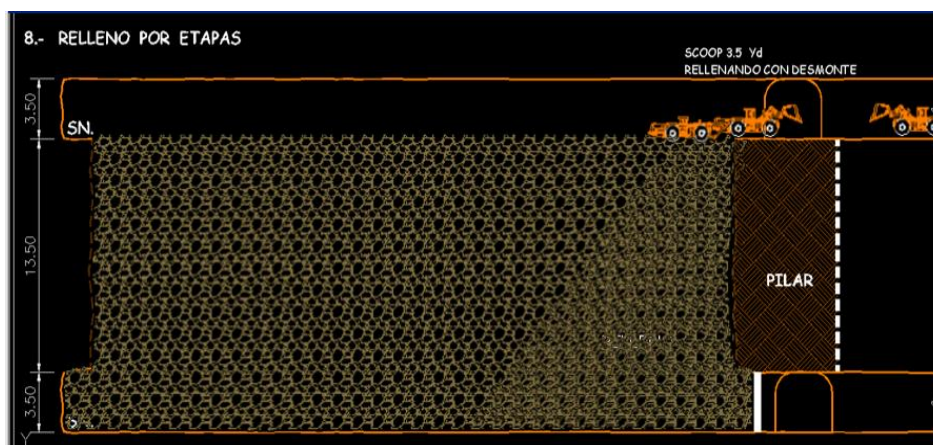


Figura 72

Relleno por etapas



Producción de la zona en explotación veta Llacsacocha

Se ha determinado el tonelaje y el valor por tonelada de cada uno de los 13 paneles, así como también las leyes en cuanto a la plata, cobre, plomo, zinc; tanto en la etapa de explotación como de preparación.

Producción de la zona en explotación paneles 1,2,3,4, y 5

Tabla 11

Producción de la zona en explotación paneles 1,2,3,4, y 5

BLOCK	PANEL	TONELAJE	VPT
308	1	5,846.0	63.87
309	2	5,846.0	63.87
309	3	3,654.0	63.87
308	4	5,846.0	63.87
308	5	5,554.0	63.87
TOTAL		26,747.0	

Leyes de mineral de los paneles 1,2,3,4 y 5

Tabla 12

Leyes de mineral de los paneles 1,2,3,4 y 5

Ag (gr)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
138.66	0.29	0.3	2.23
138.66	0.29	0.3	2.23
138.66	0.29	0.3	2.23
138.66	0.29	0.3	2.23
138.66	0.29	0.3	2.23

Producción de la zona en preparación paneles del 6 al 13

Tabla 13

Producción de la zona en preparación paneles del 6 al 13

BLOCK	PANEL	TONELAJE	VPT
316	6	5,628.0	93.84
316	7	3,095.0	93.84
316	8	3,798.0	93.84
316	9	5,628.0	93.84
310	10	5,846.0	63.87
310	11	3,215.0	63.87
310	12	3,946.0	63.87
310	13	5,846.0	63.87
TOTAL		37,004.0	

Leyes de mineral de los paneles 6 al 13

Tabla 14

Leyes de mineral de los paneles 6 al 13

Ag (gr)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
187.94	0.37	0.61	4.28
187.94	0.37	0.61	4.28
187.94	0.37	0.61	4.28
187.94	0.37	0.61	4.28
138.66	0.29	0.3	2.23
138.66	0.29	0.3	2.23
138.66	0.29	0.3	2.23
138.66	0.29	0.3	2.23

Ciclo de minado para un panel de 40 m. tajeo Llacsacocho

Como resumen mostramos el proceso de un ciclo de minado para un panel de 40 m. de la veta Llacsacocho.

Teniendo las siguientes etapas de perforación de taladros, carguío, voladura, limpieza, relleno.

Perforación:

Longitud del tajeo	40 m.
Longitud de perforación	14 m.
Numero de taladros	120
Taladros perforados por día	10
Tiempo de perforación	12 días

Carguío y voladura

Una guardia

Limpieza

Equipo de limpieza de 2.2 yardas	
Tiempo de limpieza	8 horas/guardia
Toneladas/guardia	304 tn/g

Dimensión del block a limpiar

Puente	14 m.
Longitud	10 m.
Potencia	3 m.
Densidad	3 kg/m ³
Tonelaje	1260 tn
Tiempo de limpieza	4.1 horas por guardia
Días de limpieza	2 días

Relleno del tajeo

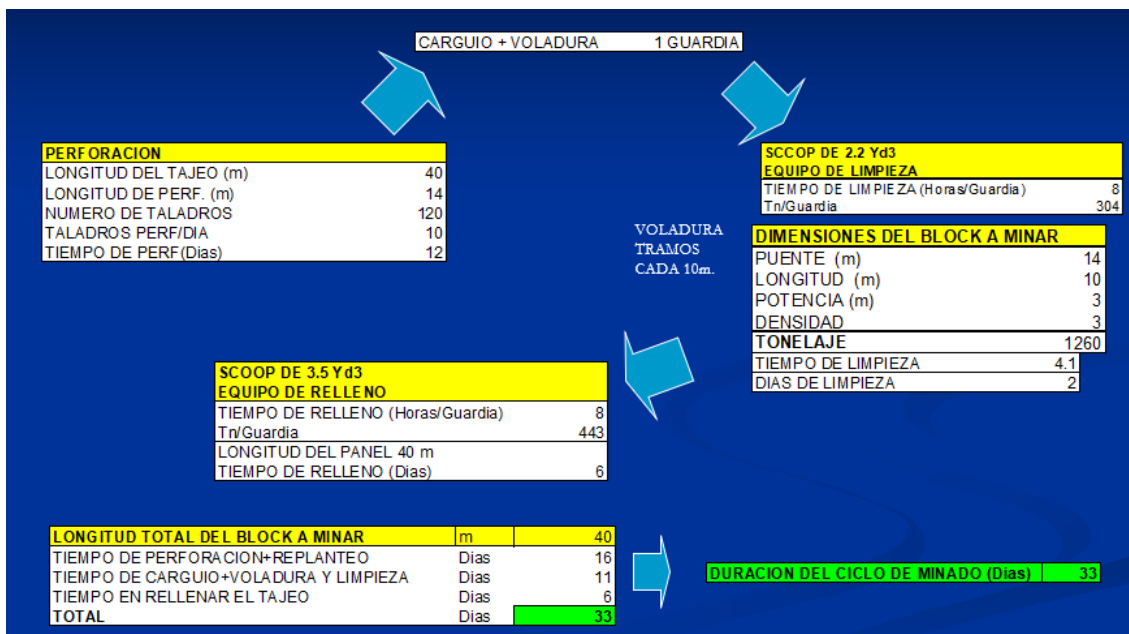
Equipo Scoop de 3.5 yardas	
Tiempo de relleno	8 horas por guardia
Toneladas/guardia	443 tn/g.
Longitud del panel	40 m.

Tiempo de relleno	6 días
Longitud total del block a minar	40 m.
Tiempo de perforación más replanteo	16 días
Tiempo de carguío más voladura y limpieza	11 días
Tiempo de relleno del tajero	8 días
Total	33 días

Duración del ciclo de minado 33 días

Figura 73

Ciclo de minado para un panel de 40 m. tajero Llacsacocha



Costo de minado con taladros largos veta Llacsacocha

Costos de perforación taladros largos veta Llacsacocha

Tabla 15*Parámetros de perforación taladros largos veta Llacsacocha*

Costos de perforación taladros largos veta Llacsacocha		
Parámetros	Unidades	Valor
Producción mensual	tn	4000
Equipo de perforación	jumbo mini raptor HD	
Longitud de taladro	metros	240
Ancho de minado	metros	2.6
Burden	metros	1.5
Espaciamiento	metros	0.9
Altura de corte	metros	13.50
Horas trabajadas/guardia	hrs/guardia	7.00
Velocidad de perforación	m/hr	12.00
N° de taladros/corte	unidades	489
Toneladas/taladro	tn/tal	57
Toneladas/corte	tn	27799
Taladros perforados/hora	tal/hr	0.89
Horas efectivas de perforación	hrs	551
Utilización de equipo	%	25
Horas totales de perforación	hrs	2202
Guardias de perforación	guardias	315
metros perforados/corte	metros	6607
Costa de perforación/corte	\$	30805
Metros perforados/tonelada	metros/tn	0.238
Costo operativo del jumbo RAPTOR	\$/hora	55.95
Costo operativo del jumbo BOOMER	\$/hora	60.02

Costos de perforación taladros largos veta Llacsacocha

Tabla 16*Costos de perforación taladros largos veta Llacsacocho*

Costos de perforación taladros largos veta Llacsacocho		
Parámetros	Unidades	Valor
costo maestro perforista/guardia	\$/guardia	39.35
Costa ayudante perforista/guardia	\$/guardia	27.62
Costos fijos		
Costo maestro perforista	\$/mes	3542
Costo ayudante perforista	\$/mes	2485
Costos juniors	\$/mes	1762
Costo total del personal	\$/mes	7789
Costos Variables		
Costo jumbo	\$/tn	1.108
Costo barras T-38	\$/tn	0.291
Costo brocas 64 mm	\$/tn	0.132
Costo shank adapter	\$/tn	0.028
COSTOS FIJOS	\$/tn	0.974
COSTOS VARIABLES	\$/tn	1.559
COSTO DE PERFORACION	\$/tn	2.533

Costos de voladura taladros largos veta Llacsacocha

Tabla 17

Costos de voladura taladros largos veta Llacsacocha

Costos de voladura taladros largos veta Llacsacocha		
Parámetros	Unidades	Valor
PRODUCCION MENSUAL	tn	4000
Peso específico mineral – in situ	tn/m ³	3.30
Peso específico desmonte – in situ	tn/m ³	2.70
Factor de esponjamiento	%	40
Toneladas rotas/corte	tn	27799
Toneladas rotas/taladro	tn/tal	56.80
Costo tubo pvc	\$/tal	26.95
Costo anfo	\$/tal	15.18
Costo emulsión	\$/tal	1.55
Costo fanel	\$/tal	2.38
Costo pentacord	\$/tal	0.71
Costo cargador/guardia	\$/guardia	27.62
COSTOS FIJOS		
Costos cargadores	\$/mes	1657
COSTOS VARIABLES		
Costo tubo pvc	\$/tn	0.474
Costo anfo	\$/tn	0.267
Costo emulsión	\$/tn	0.027
Costo fanel	\$/tn	0.042
Costo pentacord	\$/tn	0.013
COSTOS FIJOS	\$/tn	0.414
COSTOS VARIABLES	\$/tn	0.823
COSTOS VOLADURA	\$/tn	1.238

Costos de limpieza taladros largos veta Llacsacocha

Tabla 18

Costos de limpieza taladros largos veta Llacsacocha

Costos de limpieza taladros largos veta Llacsacocha		
Parámetros	Unidades	Valor
PRODUCCION	tn	4000
Toneladas a limpiar/corte	tn	27799
Rendimiento de scoop 2.2 yardas ³	tn/hora	31
Costo operativo scoop 27	\$/hora	26.16
Costo operativo scoop 24	\$/hora	46.21
% de utilización flota scooptrams	%	80
Horas de limpieza scoop 27/corte	hrs	887
Horas de limpieza scoop 24/corte	hrs	266
Costo de limpieza scoop 27/corte	\$	23201
Costo de limpieza scoop 24/corte	\$	12295
Costo operador scooptram	\$/mes	3542
% de utilización en tajo R-894 scoop 27	%	25
% de utilización en tajo R-894 scoop 24	%	24
COSTOS FIJOS		
Costo operador scooptram 27	\$/mes	883
Costo operador scooptram 24	\$/mes	860
COSTOS VARIABLES		
Costo scooptram 27	\$/tn	0,835
Costo scooptram 24	\$/tn	0,442
COSTOS FIJOS	\$/tn	0,436
COSTOS VARIABLES	\$/tn	1,277
COSTO LIMPIEZA	\$/tn	1,713

Costo de relleno detrítico taladros largos veta Llacsacocha

Tabla 19

Costo de relleno detrítico taladros largos veta Llacsacocha

Costo de relleno detrítico taladros largos veta Llacsacocha		
Parámetros	Unidades	Valor
PRODUCCION MENSUAL	tn	4000
Costo sobrecarreo (proveniente de avances)	\$/mes	10000
Sobrecarreo R-894	%	20.75
COSTO RELLENO DETRITICO	\$/tn	0.519

Costos de supervisión de taladros largos veta Llacsacocha

Tabla 20

Costos de supervisión de taladros largos veta Llacsacocha

Costos de supervisión de taladros largos veta Llacsacocha		
Parámetros	Unidades	Valor
PRODUCCION MENSUAL	tn	4000
Total, supervisión	\$/mes	16644
Producción Zona Norte	tn	14500
% de demanda tajo R-448	%	0.28
Costo supervisión R-448	\$/mes	4592
COSTO DE SUPERVISION	\$/tn	1,148

4.4. Discusión de resultados

Para poder aplicar el método de explotación con taladros largos en la mina Huarón se ha tenido que realizar evaluaciones para determinar las condiciones geológicas, geomecánicas, en planificación, en minería y de supervisión, para su correcta aplicación. Analizamos los siguientes aspectos.

Área geología

“Huarón, básicamente es un yacimiento Filoneano y se conocen alrededor de un centenar de vetas con longitudes entre 100 y 1 800 m. y potencias de 0,30 a 6,00 m. explotados hasta 550 m. desde superficie (4 830) hasta el nivel base Huarón (4 250) en un área de 3 por 4 Km.

Otras vetas son concordantes con la estratificación y solo se presentan en el flanco W del anticlinal, existen también acumulaciones de minerales de forma irregular “Bolsonadas” entrampadas en estratos favorables (conglomerados y chert), así como pequeños pórfidos y brechas mineralizadas relacionadas a intersecciones de vetas” (Pan American Silver, 2018)

Área geomecánica

En el área de geomecánica se determinó el RQD del macizo rocoso del tajo Llacsacocha cuyo valor es de 65.5, el índice geológico de resistencia (GSI) es de 45 para Llacsacocha.

“El diseño del tajo en función del número gráfico de estabilidad (N) y el radio hidráulico (S) nos indica; Considerando las dimensiones abiertas de 3m. de potencia de la veta con 40 m. de longitud y 20 m. de altura de tajo abierto, las condiciones de estabilidad son favorables en la veta Llacsacocha. La zona analizada no requiere sostenimiento” (COMPAÑIA MINERA PAN AMERICAN SILVER - UNIDAD HUARON, 2016)

Área de minería

Vemos que este método requiere un alto desarrollo y por consiguiente una alta inversión en rampas de acceso a los subniveles, galería de extracción, subniveles, ventanas, chimeneas, echaderos, etc. Lo cual requiere de una

variabilidad de los turnos de productividad, que van de 12 a 26 hombres por guardia, esto depende de la agilidad que hay que darles a las operaciones.

Se planteó la planificación del proceso de explotación de este método por taladros largos, donde intervienen las áreas de área de planeamiento, mina, geología, geomecánica, seguridad, supervisión; para poder coordinar todas las actividades que se tendrá que desarrollar.

Los equipos usados para la perforación fueron, equipo Mini Raptor DH, y el equipo Rocket Boomer H104 para taladros de producción.

En cuanto al diseño de la perforación tenemos el levantamiento topográfico de cada taladro, inclinación de 70° a 75° , longitud vertical entre 14 a 15 m, cantidad de taladros de 130.

Se determinó los parámetros de carguío de los taladros, con un factor de potencia de 0.50 kg/tn.

Los equipos de limpieza usado fueron equipos LH203 llamados TORO 151.

Se planifico el minado de la veta Llacsacocha de cada uno de sus paneles, considerando las actividades a realizar en cada panel y el tiempo de duración, estableciéndose la secuencia de minado del conjunto de paneles en la veta Llacsacocha.

La producción de la veta Llacsacocha zona de explotación fue de 26747.0 tn, y en la zona de preparación fue de 37,0004.0 tn.

El ciclo de minado de un panel de 40 m de longitud en el tajeo Llacsacocha dura 33 días, repartido en tiempo de perforación más replanteo 16 días, tiempo de carguío más voladura y limpieza 11 días, tiempo de relleno del tajeo 6 días haciendo un total de 33 días.

En cuanto a los costos tenemos.

Costo de perforación	2.533 \$/tn
Costo de voladura	1.238 \$/tn
Costo de limpieza	1.713 \$/tn
Costo de relleno detrítico	0.519 \$/tn
Costo de supervisión	1.1478 \$/tn
Costo total:	7.1508 \$/tn

CONCLUSIONES

1. De acuerdo a la programación que se realiza en la Unidad Minera Huarón se logra planificar el minado por taladros largos para la veta Llacsacocha.
2. Teniendo la información geológica y geomecánica se determinó el RQD, GSI, RMR, la calidad de la roca, y su tiempo de soporte.
3. A través de la investigación se planifico el tiempo de duración de la explotación de los paneles, su explotación por tramos de 10 m. el ciclo de minado y rellenado en la veta Alianza.
4. El ciclo de minado de un panel de 40 m de longitud en el tajeo Llacsacocha dura 33 días, repartido en tiempo de perforación más replanteo 16 días, tiempo de carguío más voladura y limpieza 11 días, tiempo de relleno del tajeo 8 días haciendo un total de 33 días.
5. Se logró calcular el tonelaje de explotación de cada panel y su contribución económica. Siendo la producción de la zona de explotación 26,747 tn, y de la zona de preparación 37004 tn; el costo de explotación de una tonelada de mineral es 7.1508 \$/.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda cumplir con lo planificado en todo el proceso de minado, especialmente en la etapa de relleno de los tajeos, porque cualquier atraso de una de las actividades eleva el costo de producción.
2. Debe haber un estricto control de las perforaciones de los taladros evitando las desviaciones de los taladros lo que afectaría a tener una buena voladura y no afectar a las cajas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ANTONIO, W. (2017). "*Aplicación de taladros largos en vetas angostas, caso Mina Austria Duvaz- Morococha*". [tesis de licenciamiento Universidad Continental] repositorio institucional Universidad Continental.
- APAZA, E. (2013). "*IMPLEMENTACIÓN DE TALADROS LARGOS EN VETAS ANGOSTAS PARA DETERMINAR SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD, EFICIENCIA Y SEGURIDAD DE LAS OPERACIONES MINERAS – PASHSA, MINA HUARÓN S.A.*". [tesis de licenciamiento Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa] repositorio institucional U.N. de San Agustín de Arequipa.
- ATLAS COPCO. (2007). *Manual de equipoa mineros*.
- BELTRAN, K. (2018). *Optimización de explotación del tajo 427- cuerpo chiara 445 usando taladros largos paralelos – Cía. Minera Casapalca S.A.-2017*. [tesis de licenciamiento Universidad Nacional del Centro del Perú] repositorio institucional Universidad Nacional del Centro del Perú.
- BERNAL, C. (2010). *Metodología de la investigación* (Tercera edición ed.). (P. Educacion, Ed.)
- CASTILLO, B. (2015). *Metodo de explotacion subterranea: sublecel stoping*.
- COMPAÑIA MINERA PAN AMERICAN SILVER - UNIDAD HUARON. (2016). *INFORME GEOLOGICO, GEOMECANICO DE MINA HUARON*.
- COMUN, H. (2018). *LA INFLUENCIA DEL MÉTODO CORTE Y RELLENO ASCENDENTE CON TALADROS LARGOS EN LA PRODUCCION DE LA MINA ANIMÓN - VOLCAN*. [tesis de licenciamiento Universidad Nacional del Centro del Perú] repositorio institucional Universidad Nacional del Centro del Perú.
- CORDOVA , D. (2010). *informe de asesormiento geomecanico de mina Huaron*.

- ENAEX. (s.f.). *Manual de tronadura ENAEX S.A.* ENAEX, Gerencia tecnica.
- ESTUDIOS MINEROS DEL PERU S.A.C. (2002). *Manual de mineria* .
- EXSA. (s.f.). *Manual practico de voladura, 4ta edicion.* exsa.
- GUILLEN, R. (2017). “*IMPLEMENTACIÓN DE EXPLOTACIÓN POR SUB NIVELES CON TALADROS LARGOS EN LA UNIDAD MINERA PALLANCATA – HOCHSCHILD MINING*”. [tesis de licenciamiento, Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga] repositorio institucional Universidad nacional de San Cristobal de Huamanga.
- HERNANDEZ, FERNANDES, BAPTISTA, R. (2014). *Metodologia de la investigacion* (sexta edicion ed.). (M. e. S.A., Ed.)
- Instituto Geologico y Minero de España. (1987). *Manual de perforacion y voladura de rocas.* Instituto Geologico y Minero de España.
- LOPEZ JIMENO, C. (1987). *MANUAL DE PERFORACION Y VOLADURA.* (I. G. España, Ed.)
- Pan American Silver. (2018). Informe geologico Mina Huaron .
- PAN AMERICAN SILVER. (2020). *Memoria anual Parn American Silver - Huaron.*
- SAFORAS, J. (2012). “*EVALUACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA DEL MINADO POR SUBNIVELES CON TALADROS LARGOS EN MANTOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN – U.E.A. COLQUIJIRCA DE LA SOCIEDAD MINERA EL BROCAL S.A.A.*”. [tesis de licenciamiento Universidad Nacional del Centro del Peru] repositorio institucional Universidad Nacional del Centro del Peru.
- SUPO, CAVERO, F. (2014). *FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y PROCEDIMENTALES DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN CIENCIAS SOCIALES.* (E. Universitario, Ed.) Lima.

TAMAYO Y TAMAYO, M. (2003). *El proceso de la investigacion cientifica* (cuarta edicion ed.). (L. N. Editores, Ed.)

Universidad de Cantabria. (2018). *Laboreo II, Metodos de explotacion de interior* .

Universidad de Chile . (2017). *Apuntes del curso de explotacion de minas, Julian Ortiz C.*

Universidad Politecnica de Madrid . (2020). *Introduccion a la Mineria Subterranea. Vol. IV Metodos de explotacion de interior* .

VASQUEZ, J. (2015). *Elección y aplicación del método tajeo por subniveles con taladros largos para mejorar la producción en la veta Gina Socorro Tajo 6675 - 2 de la U.E.A. Uchucchacua de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.* [tesis de licenciamiento Universidad Nacional del Centro del Peru] repositorio de la Universidad Nacional del Centro del Peru.

ANEXO

Anexo 1: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

➤ Formato de cálculo de burden en voladura.

PARAMETROS UTILIZADOS	ANDERSEN	FRAENKEL	PEARSE	HIND	ALLSMAN	ASH	LANGERFORS	KONYA I	FOLDESI	L.JIMENO	KONYA II	RUSTAN
DIAMETRO DEL BARRENO												
ALTURA DE BANCO												
BURDEN												
LONGITUD DEL BARRENO												
RETACADO												
SOBREPERFORACION												
LONGITUD DE CARGA												
INCLINACION DEL BARRENO												
DENSIDAD DE LA ROCA												
RESISTENCIA DE LA ROCA O INDICES EQUIVALENTES												
CONSTANTES O FACTORES DE ROCA												
VELOCIDAD SISMICA DEL MACIZO ROCOSO												
DENSIDAD DEL EXPLOSIVO												
VELOCIDAD DE DETONACION												
PRESION DE DETONACION												
CONSUMO ESPECIFICO DE EXPLOSIVO												
CONSTANTE BINOMICA ROCA - EXPLOSIVO												
RATIO PIEDRA/ESPACIAMIENTO												
POTENCIA DEL EXPLOSIVO												
EQUIPO DE CARGA												
ACELERACION DE LA GRAVEDAD												
DURACION DE LA PRESION DE DETONACION												
VELOCIDAD MINIMA QUE DEBE IMPARTIRSE A LA ROCA												
BURDEN												
	Metros	Metros	Metros	Metros	Metros	Metros	Metros	Metros	Metros	Metros	Metros	Metros

DIAMETRO	
ALTURA DE BANCO	
DENSIDAD DE LA ROCA [g/cc]	
DENSIDAD DEL EXPLOSIVO [g/cc]	

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
ESCUELA DE INGENIERIA DE MINAS
FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Señor Experto, por favor marque en el casillero correspondiente si el ítem esta formulado en forma adecuada o inadecuada teniendo en consideración su pertinencia, relevancia y corrección gramatical. En el caso de que el ítem sea inadecuado anote en el casillero sus observaciones y las razones del caso.

I. REFERENCIA

a) NOMBRE Y APELLIDOS DEL EXPERTO:

Carlos Edwin, Rojas Victorio

b) PROFESIÓN: Ingeniero de MINAS

c) GRADOS ACADÉMICOS: Magister en INGENIERIA DE MINAS

d) ESPECIALIZACIÓN O EXPERIENCIA:

Diplomado en SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

e) INSTITUCIÓN DONDE LABORA: UNDAC f) TELEFONO Y E-MAIL:

927525654

cervicto1@hotmail.com

f). Consideraciones para el minado mediante taladros largos en vetas angostas (veta Llacsacocha) en la Compañía Minera Pan American Silver – Unidad Huarón S.A.

TESISTA: Bach. Jesus Wilmer RICRA BORJA

ESTRATO DE LA POBLACIÓN OBJETIVO:

Es adecuado la Evaluación de las herramientas de control de riesgos en la Compañía Minera Pan American Silver

II. TABLA DE VALORACIÓN POR CADA ÍTEM

ITEMS	ESCALA DE APRECIACION		Observ.	SUGERENCIAS
	ADECUADO	INADECUADO		
1	X			
2	X			
3	X			
4	X			
5	X			
6	X			
7	X			
8	X			
9	X			
10	X			
11	X			
12	X			
13	X			
14	X			
15	X			
16	X			
17	X			
18	X			
19	X			
20	X			

$$\text{Coeficiente de Validez } V = \frac{\Sigma(\text{adecuados})}{\Sigma(\text{adecuados, inadecuados})} = \frac{20}{20} = 1$$

III. RESOLUCIÓN o

Válido ($V \geq 0,80$)

IV. COMENTARIOS FINALES

Aplicar el instrumento a la muestra



FIRMA DEL EXPERTO

Anexo 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: “CONSIDERACIONES PARA EL MINADO MEDIANTE TALADROS LARGOS EN VETAS ANGOSTAS (VETA LLACSACOCCHA) EN LA COMPAÑÍA MINERA PAN AMERICAM SILVER – UNIDAD HUARÓN S.A.”				
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>2.3.1 Problema general ¿Qué consideraciones se debe tener en cuenta para el minado con taladros largos de vetas angostas (veta Llacsacocha) en la Empresa Minera Pan American Silver – Unidad Huarón S.A.?</p> <p>2.3.2 Problemas específicos</p> <p>a. ¿Qué consideraciones técnicas del minado con taladros largos se debe tener en cuenta, en vetas angostas (veta Llacsacocha), en la Empresa Minera Pan American Silver – Unidad Huarón S.A.?</p> <p>b. ¿Cuál debe ser la producción de cada panel y su aporte económico en el minado con taladros largos en vetas angostas (veta Llacsacocha), en la Empresa Minera Pan American Silver – Unidad Huarón S.A.?</p>	<p>2.4.1 Objetivo general Determinar las consideraciones que se debe tener en cuenta para el minado con taladros largos en vetas angostas (veta Llacsacocha) en la Empresa Minera Pan American Silver – Unidad Huarón S.A.</p> <p>2.4.2 Objetivos específicos</p> <p>a. Determinar las consideraciones técnicas del minado con taladros largos que se debe tener en cuenta, en vetas angostas (veta Llacsacocha), en la Empresa Minera Pan American Silver – Unidad Huarón S.A.</p> <p>b. Determinar la producción de cada panel y su aporte económico en el minado con taladros largos en vetas angostas (veta Llacsacocha), en la Empresa Minera Pan American Silver – Unidad Huarón S.A.</p>	<p>3.4.1 Hipótesis general Las consideraciones que se debe tener en cuenta para el minado con taladros largos en vetas angostas (veta Llacsacocha) deben ser técnicas, económicas, en la Empresa Minera Pan American Silver – Unidad Huarón</p> <p>Hipótesis General</p> <p>3.4.2 Hipótesis específicas</p> <p>a. Dentro de las consideraciones técnicas del minado con taladros largos que se debe tener en cuenta, en vetas angostas (veta Llacsacocha), son estándares, procedimientos, ciclo y tiempo de minado, equipos, en la Empresa Minera Pan American Silver – Unidad Huarón S.A.</p> <p>b. Dentro de las consideraciones económicas del minado con taladros largos que se debe tener en cuenta, en vetas angostas (veta Llacsacocha), son costos, productividad, producción, en la Empresa Minera Pan American Silver – Unidad Huarón S.A.</p>	<p>3.5.1 Variables para la hipótesis general Condiciones técnicas Condiciones económicas</p> <p>3.5.2 Variables para la hipótesis específicas Variables para la hipótesis a Estándares, Procedimientos, Ciclo Tiempo de minado, Equipos Variables para la hipótesis b Costos, Productividad, Producción</p>	<p>Tipo de I. Aplicado</p> <p>Nivel de I. Descriptivo, análisis</p> <p>Diseño de I. No experimental</p> <p>Método de I. Científico, deductivo, analítico</p> <p>Muerta de I. Labor R-448</p>

Anexo 3: PANEL FOTOGRÁFICO



Foto N° 1: Charla de seguridad.



Foto N° 2: Tajo 448.



Foto N° 3: Tajo 448.