

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



Tesis

“SECUENCIAMIENTO DEL PLAN DE MINADO A CORTO PLAZO PARA
OPTIMIZAR EL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN DE TALADROS LARGOS EN LA MINA
RAÚL, COMPAÑÍA MINERA CONDESTABLE, SOUTHERN PEAKS MINING CAÑETE
- LIMA 2019”

Presentado por:

Erick Pimentel Pantigoso

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero de Minas

Abancay - Perú

2020



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



Tesis

“SECUENCIAMIENTO DEL PLAN DE MINADO A CORTO PLAZO PARA OPTIMIZAR EL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN DE TALADROS LARGOS EN LA MINA RAÚL, COMPAÑÍA MINERA CONDESTABLE, SOUTHERN PEAKS MINING CAÑETE - LIMA 2019”

Presentado por **ERICK PIMENTEL PANTIGOSO** para optar el Título de:
INGENIERO DE MINAS

Sustentado y aprobado, el 16 de septiembre del 2020 ante el jurado:

Presidente:


Ing. Walquer Huacani Calsin

Primer Miembro:


Ing. Darwin Duhamel Loayza Encalada

Segundo Miembro:


Ing. José Adolfo Cárdenas Catalán

Asesor (es) :


Ing. Giovanni Frisancho Triveño



“SECUENCIAMIENTO DEL PLAN DE MINADO A CORTO PLAZO PARA
OPTIMIZAR EL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN DE TALADROS LARGOS EN
LA MINA RAÚL, COMPAÑÍA MINERA CONDESTABLE, SOUTHERN PEAKS
MINING CAÑETE - LIMA 2019”

Minería y procesamiento de minerales

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



Dedicatoria

Este trabajo va dedicado a los pilares más grandes de mi vida, mis padres y hermanas, que con su infinito amor, esfuerzo y apoyo lograron guiarme con el único fin de alcanzar mis objetivos.

A todas aquellas personas que invierten su tiempo no solo en aspectos personales y familiares, sino en estudiar cada día más, para comprender mejor las cosas.

A mis amigos que me apoyaron en mi formación profesional, finalmente a los maestros, aquellos que marcaron cada etapa de mi formación profesional, que me ayudaron en asesorías y dudas presentadas en la elaboración de la tesis.



Agradecimiento

A Dios, por permitirme cumplir mis sueños, en guiarme por el camino correcto.

A mi Alma Mater “Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac”, a todo el personal docente de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, por todos los conocimientos, experiencia y consejos que me brindaron a lo largo de mi formación profesional.

Agradezco a todas aquellas personas y a la vez a la Empresa Minera Southern Peaks Mining – Unidad Condestable, que hicieron posible la realización de esta tesis. Mi más profundo reconocimiento al grupo humano de la superintendencia de Planeamiento e Ingeniería que me apoyaron en el inicio de mi carrera profesional de Ingeniero de Minas.



ÍNDICE

CAPÍTULO I	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 Descripción del problema.....	2
1.2 Enunciado.....	3
1.2.1 General	3
1.2.2 Específicos	3
1.3 Objetivos	3
1.3.1 General	3
1.3.2 Específicos	3
1.4 Justificación.....	3
1.5 Delimitación.....	4
1.5.1 Delimitación espacial	4
1.5.2 Delimitación social.....	4
1.5.3 Delimitación temporal.....	4
1.5.4 Delimitación conceptual.....	5
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Antecedentes	6
2.1.1 Antecedente internacional	6
2.1.2 Antecedentes a nivel nacional	8
2.1.3 Antecedente local	10
2.1.4 Antecedentes de la unidad de producción Condestable	10
2.2 Marco referencial / Base teórica.....	11
2.2.1 Generalidades	11
2.2.2 Geología	15
2.2.3 Planificación.....	22
2.2.4 Minado por el método de explotación Sublevel Stopping.....	27
2.2.5 Aplicación del software minero en el planeamiento de minado.....	30
2.3 Definición de términos	31
2.3.1 Plan de minado	31
2.3.2 Taladros Largos.....	31
2.3.3 Rampa	31
2.3.4 Cruceros	31
2.3.5 Chimeneas	31
2.3.6 By Pass	31
2.3.7 Ore pass (OP)	32
2.3.8 Galerías sobre Veta	32
2.3.9 Galería de extracción.....	32



2.3.10	Rendimiento	32
2.3.11	Control de operaciones.....	32
2.3.12	Transporte de mineral.....	32
2.3.13	Acarreo de mineral	32
2.3.14	Productividad	32
2.3.15	Eficiencia.....	33
2.3.16	Secuenciamiento.....	33
2.3.17	Taladros largos	33
CAPÍTULO III		
DISEÑO METODOLÓGICO		34
3.1	Definición de variables.....	34
3.1.1	Variable independiente (X)	34
3.1.2	Variable dependiente (Y)	34
3.2	Operacionalización de variables.....	34
3.3	Hipótesis de la investigación.....	35
3.3.1	Hipótesis general	35
3.3.2	Hipótesis específicas	35
3.4	Tipo y diseño de la investigación.....	35
3.4.1	Tipo	35
3.4.2	Diseño	35
3.5	Población y muestra	35
3.5.1	Población.....	35
3.5.2	Muestra.....	35
3.6	Procedimiento de la investigación.....	36
3.7	Material de investigación	36
3.7.1	Instrumentos de investigación.....	36
3.7.2	Diseño de material de investigación.....	36
CAPÍTULO IV		
DESARROLLO Y RESULTADOS.....		37
4.1	Producción y valor comercial antes de realizar el secuenciamiento	37
4.1.1	Producción en tonelajes antes de realizar el secuenciamiento del plan de minado a corto plazo, en el año 2018.....	37
4.1.2	Valor comercial antes de realizar el secuenciamiento del plan de minado a corto plazo	38
4.2	Descripción de resultados.....	38
4.2.1	Secuenciamiento de minado a corto plazo con el Software “Datamine”	38
4.2.2	Diseño de tajos optimizados.....	38
4.2.3	Procesos y secuencia	39
4.2.4	Formas minables y dilución	39
4.2.5	Reportes y stopes en 3D	43
4.2.6	Reporte de reservas minerales.....	45
4.2.7	Planeamiento	45



4.2.8	Recursos	47
4.2.9	Estimación de reservas	47
4.2.10	Reporte de tonelajes	47
4.2.11	Dilución.....	50
4.2.12	Recuperación y dilución.....	50
4.2.13	Dilución real.....	51
4.2.14	Modelo de bloques optimizado	51
4.2.15	Proceso de secuenciamiento.....	51
4.2.16	Resultados	67
4.1.17.1	Producción en tonelajes antes de realizar el secuenciamiento del plan de minado a corto plazo, en el año 2018.....	67
CAPÍTULO V		
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		71
5.1	Conclusiones	71
5.2	Recomendaciones.....	72
Referencia Bibliográfica		73
Anexos.....		77



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: COORDENADAS UTM WGS 84	11
TABLA N° 2: ACCESO PARA LLEGAR A LA MINA RAÚL	14
TABLA N° 3: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE.....	34
TABLA N° 4: ASIGNACIÓN DE RECURSOS	54
TABLA N° 5: DATA OBTENIDA DEL DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO E INGENIERÍA DEL AÑO 2018.	67
TABLA N° 6: DATOS RECUPERADOS DE LOS REPORTES DIARIOS DE PRODUCCIÓN YA APLICANDO EL SECUENCIAMIENTO Y CABE RESALTAR QUE TAMBIÉN DURANTE ESTE PERIODO HUBO UN INCREMENTO Y RENOVACIÓN DE EQUIPOS Y MATERIALES QUE IMPULSO EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN.....	67
TABLA N° 7: RESUMEN DEL TOTAL DEL VALOR COMERCIAL OPTIMIZADO.....	68



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1: UBICACIÓN DE LA MINA RAÚL	12
FIGURA N° 2: UBICACIÓN DE LA MINA RAÚL CONDESTABLE	13
FIGURA N° 3: GEOLOGÍA REGIONAL COLUMNA LITO ESTRATIGRÁFICA	16
FIGURA N° 4: SECCIÓN TRANSVERSAL GEOLÓGICA “H” GEOLOGÍA LOCAL	18
FIGURA N° 5: FORMAS MINABLES Y DILUCIÓN	40
FIGURA N° 6: FORMA DE LOS TAJOS Y BENEFICIOS	40
FIGURA N° 7: TRABAJO DEL ALGORITMO	42
FIGURA N° 8: REPORTES Y STOPES EN 3D.	44
FIGURA N° 9: PLANEAMIENTO.	46
FIGURA N° 10: REPORTE DE RECURSO	48
FIGURA N° 11: REPORTE DE RESERVA.	48
FIGURA N° 12: REPORTE DE BLOCK;	49
FIGURA N° 13: RECUPERACIÓN Y DILUCIÓN	50
FIGURA N° 14: DILUCIÓN REAL.	51
FIGURA N° 15: CALENDARIZACIÓN DEL PROGRAMA.	53
FIGURA N° 16: SE ENUMERARA LOS EQUIPOS CON SUS RATIOS RESPECTIVOS	53
FIGURA N° 17: YA GENERADA E IDENTIFICADA LOS STRING POR LABORES GENERAMOS LOS QUE SE DENOMINA WIREFRAME (SOLIDOS DE LAS LABORES).	55
FIGURA N° 18: SE GENERA UNA SECUENCIA DE AVANCES GENERANDO DEPENDENCIAS DE ACUERDO A LOS AVANCES PROGRAMADOS.	56
FIGURA N° 19: SE MODELA EN 3D DE ACUERDO A LA SECUENCIA GENERADA POR LAS DEPENDENCIAS.	57
FIGURA N° 20: SECUENCIADA DE ACUERDO A LOS ATRIBUTOS INGRESADOS ESTE PARA LA EVALUACIÓN DE CADA STOCK PARA SATISFACER LA PROGRAMACIÓN REQUERIDA.	58
FIGURA N° 21: GENERACIÓN AUTOMÁTICA DE LA WIREFRAME QUE SERÁ LA REPRESENTACIÓN DE LOS RELLENOS.	59
FIGURA N° 22: ANTES DE INTERROGA UN MODELO DE BLOQUES ESTE SERÁ VERIFICADO Y VALIDADO PARA CORROBORAR QUE LAS DEPENDENCIAS SEAN IGUALES A LAS QUE FUERON INSERTADAS PARA REALIZAR EL SECUENCIAMIENTO EN EL S5DP.	60
FIGURA N° 23: REPORTE DE EVALUACIÓN.	61
FIGURA N° 24: SECUENCIA DE SALIDA MANUAL Y NO AUTOMÁTICA.	62
FIGURA N° 25: SE MODELA DE MANERA INTERACTIVA Y SECUENCIALMENTE DE ACUERDO A LA COHERENCIA DE LAS DEPENDENCIAS.	63
FIGURA N° 26: PROCEDIMIENTO PARA SECUENCIAR EN 3D CON DIFERENTES NIVELES.	64
FIGURA N° 27: SE MODELA DE MANERA INTERACTIVA EN 3D PARA VER SI HAY COHERENCIA DE LAS DEPENDENCIAS CREADAS.	65



FIGURA N° 28: COMPARATIVO DE PRODUCCIÓN ANTES DE REALIZAR EL SECUENCIAMIENTO DEL PLAN DE MINADO A CORTO PLAZO POR MES.	69
FIGURA N° 29: COMPARATIVO DE PRODUCCIÓN DESPUÉS DE REALIZAR EL SECUENCIAMIENTO DEL PLAN DE MINADO A CORTO PLAZO POR MES.	70



LISTA DE SÍMBOLOS

MSO	: Mineable Shape Optimizer
NSR	: Net Smelter Return
KPI	: Key Performance Indicators
Cut Off	: Ley de Corte
S5DP	: Studio 5D Planner
Mph	: Metros por hora
ELOS	: Dilución esperada
Tn	: Toneladas
RP	: Rampa
TL	: Taladros Largos
TJ	: Tajo
LP	: Largo Periodo
S5DP	: Studio 5D planner
Tdp	: Toneladas por día
TMS	: Toneladas Métricas Secas
CMC	: Compañía Minera Condestable
Rm3	: Relleno



RESUMEN

Este trabajo de tesis tubo una iniciativa debido a que se tenía la necesidad de implementar el secuenciamiento del plan de minado a corto plazo debido a que no se contaba con muchos panoramas de secuenciamiento a analizar y optar por la más productiva y sostenible para la mina y muchas de las que se optaba no lograba cumplir lo programado, generando un problema en la productividad de la mina.

Los objetivos que se tienen en esta tesis son, optimizar el método de explotación de Taladros Largos, realizar un adecuado secuenciamiento del plan de minado a corto plazo para mejorar la productividad y optimar los costos de producción en la Mina Raúl.

Para esta investigación se consideró el tipo de investigación correlacional descriptivo y diseño de investigación explicativa, la muestra está comprendida en la Mina Raúl de la unidad de Producción Condestable y como instrumento de la investigación que se usaron en la presente investigación son los informes de planeamiento, datos de campo (in situ), reportes, los datos bibliográficos y cuadros de resumen y estadísticos.

Como resultado de la investigación se optimizó el método de explotación de Taladros Largos con un adecuado secuenciamiento del plan de minado a corto plazo en la Mina Raúl y de esta manera tener los resultados esperados que se reflejan en el tonelaje obtenido de las áreas de producción mina. El secuenciamiento de plan de minado a corto plazo mejoro la productividad, de tal manera que se logra cumplir con el tonelaje programado por el área de operaciones y planeamiento, teniendo así mejores estándares de producción. Es así que el Tonelaje Ejecutado 640, 609 Tn, para el primer periodo, después que se realizó el secuenciamiento del plan de minado a corto plazo optimizando el método de explotación de Taladros Largos en la mina Raúl se tuvo como resultados Tonelada Ejecutada de 895, 856 Tn. El secuenciamiento de plan de minado a corto plazo mejoro los costos de producción, debido a que con el empleo del software minero Datamine, se ajustó los ciclos de operación y tiempos muertos, reflejándose directamente en los costos, donde reflejo un incremento de un total de \$9, 218,790.00 con referencia al primer semestre del año 2018 a esto cabe resaltar que el incremento se debió al cumplimiento de lo programado y mayor producción de mina.

Palabras clave:

Datamine, dilución, planeamiento, secuenciamiento, Studio 5D Planner.



ABSTRACT

This thesis work was an initiative due to the need to implement the sequencing of the mining plan in the short term because there were not many sequencing scenarios to analyze and opt for the most productive and sustainable one for the mine and Many of those that were chosen failed to comply with the programmed, generating a problem in the productivity of the mine.

The objectives of this thesis are to optimize the Long Hole drilling method, carry out an adequate sequencing of the short-term mining plan to improve productivity and optimize production costs at the Raúl Mine.

For this research, the type of descriptive correlational research and explanatory research design were considered, the sample is included in the Raúl Mine of the Constable Production unit and as a research instrument that were used in this research are the planning reports, field data (in situ), reports, bibliographic data and summary and statistical tables.

As a result of the research, the Long Holes exploitation method was optimized with an adequate sequencing of the short-term mining plan at the Raúl Mine and thus have the expected results that are reflected in the tonnage obtained from the mine production areas. . The short-term mining plan sequencing improved productivity, in such a way that it was possible to comply with the tonnage programmed by the operations and planning area, thus having better production standards. Thus, the Executed Tonnage 640 609 Tn, for the first period, after the sequencing of the short-term mining plan was carried out, optimizing the Long Hole exploitation method in the Raúl mine, the results were the Executed Ton of 895 856 Tn. The short-term mining plan sequencing improved production costs, because with the use of Datamine mining software, the operating cycles and downtime were adjusted, directly reflected in costs, where it reflected an increase of a total of \$ 9 218 790 with reference to the first semester of 2018, it should be noted that the increase was due to compliance with the schedule and higher mine production.

Keywords:

Datamine, dilution, planning, sequencing, Studio 5D Planner.



INTRODUCCIÓN

Un adecuado secuenciamiento del plan de minado a corto plazo como es el caso del proyecto de tesis planteado, se apoya en el Software Minero Datamine, teniendo como objetivo optimizar el método de explotación de Taladros Largos, incrementando la producción y así optimizar los costos en la operación en la Mina Raúl.

La posibilidad de incorporar todos los datos obtenidos en la exploración en base de datos interactivas, el cálculo de las reservas del yacimiento cambiando cuantas variables se desee, el diseño de explotación y su correspondiente visualización gráfica en 3D, la optimización económica de las explotaciones mineras y todo ello con una computadora sobre el escritorio, son solo algunos ejemplos de esta transformación que avanza imparablemente en estos tiempos.

La utilización del Software Datamine, es capaz de resolver escenarios de planificación de corto plazo incorporando restricciones operativas que permita generar múltiples análisis en un período razonable de tiempo, por ello en la Mina Raúl, se viene utilizando el Software Minero Datamine.

Por ello en la Región los trabajos orientados a la planificación minera aún no se han realizado, debido a que la aplicación de los Software Datamine está orientada a la gran minería, situación que aún se empezará en la Mina Raúl, ya que estas orientaciones de minado solo se realizan de manera empírica y sin darle la importancia adecuada.

Este trabajo de investigación presenta el proceso que se lleva a cabo para la optimización del flujo de trabajo en base a herramientas del Software Datamine que se pueden aplicar al planeamiento de corto plazo. Se obtendrá una reducción de tiempo en la realización del Plan de Corto Plazo. Se minimizará el factor de error humano al estandarizar el proceso y reducir el uso de herramientas externas como el programa Excel. En conclusión, se obtiene un mejor flujo de trabajo en la realización del Plan de Corto Plazo, al realizar estos trabajos dentro de un solo entorno flexible e intuitivo, dando la capacidad de hacer un análisis más rápido de manera visual y de los resultados obtenidos en los reportes. El desarrollo del plan de corto plazo, más rápido y más confiable, se traduce principalmente en un ahorro de horas hombre las cuales podrán ser usadas para el desarrollo de otros escenarios de planificación y seleccionar así el mejor plan realizado.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

La minería subterránea es una de las operaciones que requiere de mayor especialización por parte de sus ejecutores, entre otras cosas, debido al gran número de operaciones unitarias que la componen, tales como; planeamiento, perforación y voladura, manejo de materiales, ventilación, geomecánica, entre otras.

La planificación minera estratégica está relacionada con las decisiones para determinar el mayor valor de la operación en el largo plazo, analizando escenarios y planes mineros en función de variables estratégicas como los recursos identificados, el método de explotación, el proceso metalúrgico, la capacidad productiva, es por ello que en Compañía Minera Condestable se vio la necesidad de cambiar un método tradicional de planeamiento estratégico a uno automatizado utilizando paquetes informáticos de software que nos permitan analizar, comparar, visualizar y generar mejores opciones de minado generando múltiples escenarios donde se podrán modelar de manera interactiva toda una secuencia de minado en 3D optando por el mejor método de minado, secuenciamiento de minado y relleno del espacio vacío.

El cronograma de operaciones unitarias que será introducido a los paquetes informáticos estará ligado al área de productividad ya que esta únicamente se registrará en los ratios de equipos, horas hombre, sostenimiento, acarreo y otras actividades que conciernen al ciclo de minado.

Por ello el proceso de planificación de corto plazo en la Mina Raúl debe materializar la secuencia de minado considerando factores operacionales y el diseño de Largo Plazo para lograr las metas de producción.

De acuerdo a los acontecimientos que se evidencian, la realización de la planificación de corto plazo en la Mina Raúl es un diagnóstico de las posibilidades, mediante un proceso de simulaciones con el software, que consiste en el análisis integral de los factores de producción dentro de la unidad minera, sus limitaciones internas y externas; y todo aquel que guarda relación con la elección de un objetivo a lograrse. El plan, constituye el resultado de todo proceso de planeamiento, de este modo, los objetivos de la organización, sus políticas, estrategias, presupuestos, procedimientos, reglas y programas que se traducen en un plan, para cumplir los



objetivos de la mina en cuanto a acciones y resultados. Asimismo, resulta relevante tener en cuenta lineamientos y guías normativas que contribuyan en la planificación adecuada para el desarrollo de actividades mineras.

Esta tesis consiste en desarrollar un secuenciamiento de minado que permita analizar escenarios para la toma de decisiones en el proceso de planificación de corto plazo de tal forma que se utilice una herramienta informática para el planificador minero construyendo de manera automática múltiples escenarios de un minado por tipo de material con el fin de maximizar la recuperación de concentrado de cobre.

1.2 Enunciado

1.2.1 General

¿Cómo se optimizará el método de explotación de Taladros Largos con un adecuado secuenciamiento de minado en la Mina Raúl?

1.2.2 Específicos

¿De qué manera la falta de un adecuado secuenciamiento del plan de minado a corto plazo afecta la productividad en la Mina Raúl?

¿De qué manera la falta de un adecuado secuenciamiento de plan del minado a corto plazo afecta los costos de producción en la Mina Raúl?

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Optimizar el método de explotación de Taladros Largos con un adecuado secuenciamiento del plan de minado a corto plazo en la Mina Raúl.

1.3.2 Específicos

Realizar un adecuado secuenciamiento del plan de minado a corto plazo para mejorar la productividad en la Mina Raúl.

Realizar un adecuado secuenciamiento del plan de minado a corto plazo óptimo para optimizar los costos de producción en la Mina Raúl.

1.4 Justificación

Se justifica porque busca optimizar el método de explotación de Taladros Largos con un adecuado secuenciamiento del plan de minado a corto plazo con el software minero “Studio



5D Planner”, que es utilizados en la planificación de minas subterráneas, el cual está orientado a entregar soluciones para el proceso de planificación utilizando diferentes escenarios. En términos generales las principales decisiones que conciernen a la vida de la mina son tomadas en relación al largo plazo, luego considerando como fijos los resultados anteriormente obtenidos, se procede a construir planes para el mediano plazo y finalmente el corto plazo hasta llegar a un plan diario, con el uso del software minero “Studio 5D Planner”

También se justifica debido a que nos da un análisis que la Mina Condestable se realice diseños para ser ejecutados de manera optimizada, trabajando con equipos pesados entre Scoops y más de 30 volquetes de acarreo de una capacidad de 25 toneladas. Para esto es importante tener en cuenta el modelo de recursos de largo y corto plazo con el cual se calcula el secuenciamiento de minado, considerando la variabilidad mineralógica del cuerpo a ser explotado requiriendo un grado de selectividad importante en la extracción, conduciendo finalmente a importantes discrepancias entre la planificación de largo y corto plazo, donde se enfrenta la variabilidad mineral real, generando brechas considerables en la producción del concentrado de cobre.

Este trabajo de tesis se justifica porque es un antecedente de investigación para que los futuros profesionales de Ingeniería de Minas identifiquen la importancia en la planificación minera, siendo la secuencia de minado una herramienta importante para la finalización de las fases y la producción máxima del concentrado de cobre reduciendo los costos operacionales y manteniendo una cultura de seguridad.

1.5 Delimitación

1.5.1 Delimitación espacial

El proyecto de investigación se realiza en la COMPAÑÍA MINERA CONDESTABLE - SOUTHERN PEAKS MINING, que se encuentra en la provincia de Cañete – región Lima

1.5.2 Delimitación social

El proyecto de investigación involucra a los colaboradores del área de planeamiento e ingeniería, geomecánicas, geología, operaciones mina, productividad y costos.

1.5.3 Delimitación temporal

Es un tema de actualidad en el proceso de optimización de operaciones mineras que inicia con la recolección y/o investigación de datos desde el mes de Marzo del 2018 hasta el mes de Diciembre del 2018.



1.5.4 Delimitación conceptual

El presente proyecto de investigación se centra en el estudio que está dentro de la ingeniería de minas abarcando las siguientes materias:

- Planeamiento e ingeniería.
- Operaciones mineras.
- Costos operativos.
- Secuenciamiento de minado.
- Optimización de modelo de bloques.
- KPI de producción minera.
- Método de explotación subterránea Sublevel Stopping.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedente internacional

De acuerdo con RUBIO (2011), actualmente el proceso de planificación y diseño minero de largo plazo de minas operadas a cielo abierto conjuga grandes volúmenes de minerales con características geometalúrgicas promedio para construir un programa de producción que permita estimar el valor del negocio. El proceso de planificación de corto y mediano plazo debe materializar la secuencia de extracción considerando factores operacionales y el diseño de fases para lograr las metas de producción, incorporando restricciones capacitarias y de mezcla que no fueron integradas en la planificación de largo plazo. El objetivo de este trabajo consiste en desarrollar un modelo de optimización que permita evaluar múltiples escenarios para la toma de decisiones en el proceso de planificación de corto y mediano plazo, integrando mezclas de minerales y que constituya una herramienta de análisis para el planificador minero para construir de manera automática múltiples secuencias óptimas de extracción de bloques. La función objetivo del modelo es la maximización de cobre fino, sujeto a restricciones operacionales de capacidad de movimiento mina y de chancado para dos campañas de procesamiento de minerales (óxidos y sulfuros), respetando precedencias de talud y geométricas de avance en la extracción de una fase-banco, incorporación de materiales desde los stocks y restricciones geometalúrgicas. Los datos utilizados para implementar el modelo corresponden a Compañía Minera Spence, gracias al apoyo de BHP Billiton. Se introduce el concepto de unidades de reservas mineras (MRU) conectadas en un grafo para alimentar el modelo de optimización. Esto permite disminuir considerablemente los tiempos de cálculo del modelo y entrega una herramienta para incorporar áreas mínimas de operación de equipos mineros, haciendo posible análisis de recuperación minera versus selectividad en la extracción. Esta disminución en tiempos de cálculo permite abordar el problema de mediano plazo incorporando simulaciones del modelo de bloques, posibilitando construir mapas de probabilidad de extracción por período. Para un horizonte temporal Quarter la utilización del optimizador permite recuperar cerca de un 37% extra de cobre fino con respecto al plan manual con una disminución en el re manejo cercano a un 60%. En tanto para el horizonte Forecast se registra un incremento del 20% en la recuperación de toneladas de finos de cobre. Ambos resultados se obtienen para un tamaño de MRU de 40 metros y 50 metros respectivamente, que conjugan de manera adecuada la suavidad geométrica de las soluciones y la recuperación asociada a la función objetivo. Estas mejoras se deben a



cambios sugeridos por el optimizador en la estrategia de consumo de reservas. Se recomienda utilizar los resultados del modelo como una guía en la construcción de polígonos de extracción en el corto y mediano plazo. Se estima que la operativización de las soluciones entregadas por el optimizador conduzca a una ganancia de cobre fino y disminución del re manejo inferior a la calculada por el optimizador, debido a que este último no toma en cuenta restricciones operacionales que deben ser integradas en el ejercicio operativo, sin embargo, se estima una ganancia en relación al proceso manual sin considerar esta guía.

De acuerdo con JERIA (2015), la elaboración de planes de producción es una labor que, dada su complejidad, se ha tenido que realizar de manera desagregada, es decir, no se evalúan en conjunto la totalidad de los componentes del proceso minero para su elaboración. Esto ha traído como consecuencia que los resultados obtenidos tengan dificultades a la hora de llevarlos a la operación, ya que se asumen consideraciones que se escapan de las reales condiciones del proceso. Este problema se ve reflejado con más fuerza cuando se habla de la extracción minera mediante el método de minería selectiva, donde la alta cantidad de factores involucrados en el proceso hacen muy difícil su integración. Es así, como la elaboración de los planes de producción se ha transformado en una labor que tiene un alto costo de tiempo con resultados que no necesariamente se acercan a la solución óptima del proceso y que está fuertemente influenciada por la experiencia del usuario que lo realiza, impidiendo además la posibilidad de generar mayor análisis de los procesos involucrados. Por tanto el siguiente trabajo tiene como objetivo establecer una metodología que provea de distintas alternativas de secuenciamiento para minería subterránea selectiva, en función de multicriterios para su evaluación.

Cuando se habla de multicriterios se refiere a poder integrar diversas variables propias del proceso en una misma evaluación, permitiendo así analizar su interacción y comprender de mejor manera el comportamiento del proceso minero. Es así como se evalúa para el estudio una serie de casos que permitan observar la tendencia del plan de producción y su respectivo secuenciamiento. Para ello se realizan planes de producción limitados por el tonelaje de extracción, m³ de relleno y metros a perforar, en diferentes periodos de tiempo mensuales, buscando responder al objetivo planteado. Se considera en forma particular el criterio correspondiente a la dilución, el cual se evalúa en función del ELOS de acuerdo a la variación del tamaño de los caserones.

Los resultados demuestran que efectivamente existe una interacción entre los criterios a evaluar en un mismo plan de producción, ya que imponiéndose restricciones específicas para cada criterio de manera independiente se suele llegar a soluciones infactibles, siendo



necesario ajustar los distintos factores de manera que interactúen entre si y logren cumplir con las restricciones impuestas y la secuencia de extracción establecida. Además es posible integrar la dilución como un criterio más dentro de la evaluación, pudiendo analizar su impacto en base a dimensiones del caserón, donde se llegó al resultado que la decisión de diseño (largo caserón) varía al evaluar la dilución en el plan. Finalmente, es posible establecer una metodología de elaboración de planes de producción, que integra diferentes criterios en su evaluación, entregando resultados en base a evaluaciones de modelos matemáticos y que proporcionan al planificador una herramienta de análisis, comprensión y toma de decisiones del proceso de planificación.

2.1.2 Antecedentes a nivel nacional

CHARAJA (2014), en su tesis “Planeamiento Estratégico y Operacional con uso del Software Datamine en Mina Subterránea Condestable” menciona que ante la necesidad de estar a la vanguardia de los últimos cambios en tecnología y automatización que afronta la minería y ante la necesidad de la misma de sobrevivir ante los cambios repentinos, y cada vez más drásticos en minería surge la propuesta del presente trabajo de investigación que es la de automatizar y optimizar el planeamiento de las operaciones mineras en Compañía Minera Condestable unidad Raúl Niveles del -175 al -350 haciendo uso del software minero Datamine. En un inicio se comienza con la recolección de datos de una base de datos de taladros diamantinos, insustituible para la aplicación en el software minero, con la base de datos se procede a la importación y visualización en 3D de los sondajes en el software minero, con los mismos se contornea la parte que representa la estructura mineralizada, y se crea el modelo geológico. Con la información de topografía se procede a la creación de modelos en tres dimensiones de las diferentes labores niveles y también se hace el diseño de las nuevas labores. Con la información de taladros se procede a compositar a un ancho fijo de explotación, con esta información se procede a la creación del modelo de bloques que es el inicio del planeamiento, el cálculo de la ley media se hace por el método del inverso a la distancia el metal representativo es el Cu. Con esta información y con la herramienta de planeamiento del software minero Datamine se procede hacer el programa de producción anual, mensual y semanal.

CALLA (2012), en su publicación del año 2012 menciona que en la mina San Cristóbal, de la Cía. Minera VOLCAN S.A.A se vino trabajando hasta el 2009 con el método de explotación de corte y relleno ascendente, con sus variantes (Realce 60% y Breasting 40%). 100% de la producción: observándose como desventaja de este método ascendente (Realce), las condiciones en su ciclo de minado como: la exposición del



personal y equipos en los ciclos de limpieza y sostenimiento, ya que durante estas actividades se estaba debajo de un techo perturbado.

En base a una estadística de incidentes que se reportaron desde el año 2005 al 2009 sobre caída de rocas se resume en una frecuencia promedio de 3.5 en el método corte y relleno ascendente así mismo se evaluó la productividad obteniéndose: 8 Ton/H-gdia en Breasting. 13 Ton/H gdia en Realce, sumado la dilución en cada corte, se tenía un 25% por sobre rotura, influenciado por el ángulo de perforación y sección para equipo de limpieza.

Teniendo como premisa estas condiciones y con la finalidad de mejorar nuestros estándares de seguridad e incrementar nuestros índices de productividad: se realizó una evaluación geo estructural, geotérmico y productivo: se contempló realizar tajos proto para la aplicación del método de Taladros Largos (Bench And Fil). En base a los resultados prácticos se tuvieron las variantes con respecto a la veta: buzamiento, calidad de la zona mineralizada, calidad de la roca encajonante, e incrementar el % de recuperación minera, para dar inicio a la construcción de la infraestructura requerida, iniciándose los desarrollos y preparación de subniveles en el mes de junio del año 2009, teniendo alturas de 10 metros en la zona baja de la mina, por presentar RMR de 40 - 45 en las cajas y 8 metros en la zona alta de la mina (RMR 35 - 40) de acuerdo a la recomendación geo mecánica. Con este método se está obteniendo un minado seguro, productivo, de bajo costo y rentable para el año 2012. Actualmente en la mina San Cristóbal el 70% de la producción proviene del método de explotación Taladros Largos.

De acuerdo con GONZALES (2012) en su tesis titulado: Explotación de un cuerpo mineralizado por subniveles con Taladros Largos en la unidad de producción Uchucchacua de la Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ingeniería de Minas-Civil menciona: involucra criterios técnicos y económicos orientados a la selección del método óptimo para la explotación del cuerpo Magaly, como una alternativa de solución al problema de producción de 13 metros profundidad por taladro en el cuerpo Magaly-tajo775 de la unidad de producción Uchucchahua para ello es de necesario considerar las condiciones geológicas, geométricas y las características geomecánicas del macizo rocoso del cuerpo Magaly además es importante la roca circundante del cuerpo mineralizado. Teniendo presente otros aspectos fundamentales que son la dilución, recuperación de reservas minerales, el valor del mineral probado y probable, el costo de producción, consecuentemente se evalúan mediante el valor presente neto.



2.1.3 Antecedente local

Según NUÑEZ (2012), el trabajo de investigación “Sistema de Información basado en Datamine para la mejora en la productividad del método de explotación de Cámaras y Pilares en la compañía minera Condestable S.A.” fue desarrollado en la Mina Condestable ubicado en el departamento de Lima, provincia de Cañete, distrito de Mala. La investigación científica no experimental, de carácter descriptivo, explicativo se basa en el sistema de información basado en el uso del software Studio 5D planner de la empresa Datamine. Este trabajo trata de demostrar los beneficios en la productividad del método de explotación de Cámaras y Pilares en la compañía minera Condestable. Durante la investigación se realizó un esquema de la organización de los datos de la mina basado en los datos que usa el software. Además se presenta una forma de trabajar la información desde la toma de datos en campo hasta plasmarlo en sólidos 3D, obtener resultados de cálculos de volúmenes, generar secciones, sobre rotura. La variable independiente es el sistema de información basado en el uso del software Studio 5D planner de Datamine, este sistema es independiente de cualquier variable que se presente en la mina. La variable dependiente es la productividad del método de exploración, esta variable depende de varios factores en la mina, como la voladura, toma de decisiones, porcentaje de recuperación, dilución y otros. Este sistema de información se enfoca en facilitar la información en tiempo real para que se tomen las mejores decisiones de acuerdo al método de minado pero dependerá en última instancia de la habilidad y capacidad del ingeniero que se encuentre a cargo de la explotación. Este sistema de información es una herramienta más que se pone a disposición de la mina para que se utilice de la mejor manera en operaciones, planeamiento y otras áreas de mina.

2.1.4 Antecedentes de la unidad de producción Condestable

Según VARGAS (1993), la mina opera en forma continua desde el año 1964, con diferentes escalas de producción, habiendo llegado a la fecha a un tratamiento de 1250 TMS/DIA, con 1.35% de Cu., producción íntegramente de subsuelo.

El método de explotación es el de cámaras y pilares, inicialmente con un laboreo convencional.

En 1977, se inicia la explotación del tajo abierto en los mantos del yacimiento “A”, sobre estructuras explotadas subterráneamente hasta marzo de 1992, fecha en la que se paralizan las operaciones por razones de baja ley.



A partir del año 1987 se adecua la mina al sistema de trackless cuya evolución a un mayor grado de mecanización se da en 1992 con la preparación del yacimiento “E”, para una explotación por subniveles con Taladros Largos, cambiando de esta forma el método tradicional de explotación.

Ante la crítica situación del precio del cobre y los altos costos de producción de la faena, la empresa se vio enfrentada a la imperiosa necesidad de introducir innovaciones y cambios en los métodos de trabajo con el fin de reducir costos y aumentar eficiencias. Tal es así, que el área de Mina apuntado al logro de este propósito, plantea el cambio del método tradicional de explotación de “Camaras y Pilares” y desarrolla el nuevo método masivo de “Explotación por Subniveles” en los mantos del yacimiento E’, en la compañía minera Condestable S.A. (Explotación por subniveles en Mantos, Ing. Jorge Luis Vargas Olarte)

2.2 Marco referencial / Base teórica

2.2.1 Generalidades

2.2.1.1 Ubicación y accesos

La mina Raúl, Compañía Minera Condestable se ubica en el distrito de Mala, provincia de Cañete departamento de Lima. Punto topográfico referencial mina Raúl.

Tabla N° 1: Coordenadas UTM WGS 84

Coordenadas UTM WGS 84 – 18S	
Este	327 438
Norte	8 595 536
Nivel	+180

Fuente: Compañía Minera Condestable S.A. agosto 2018



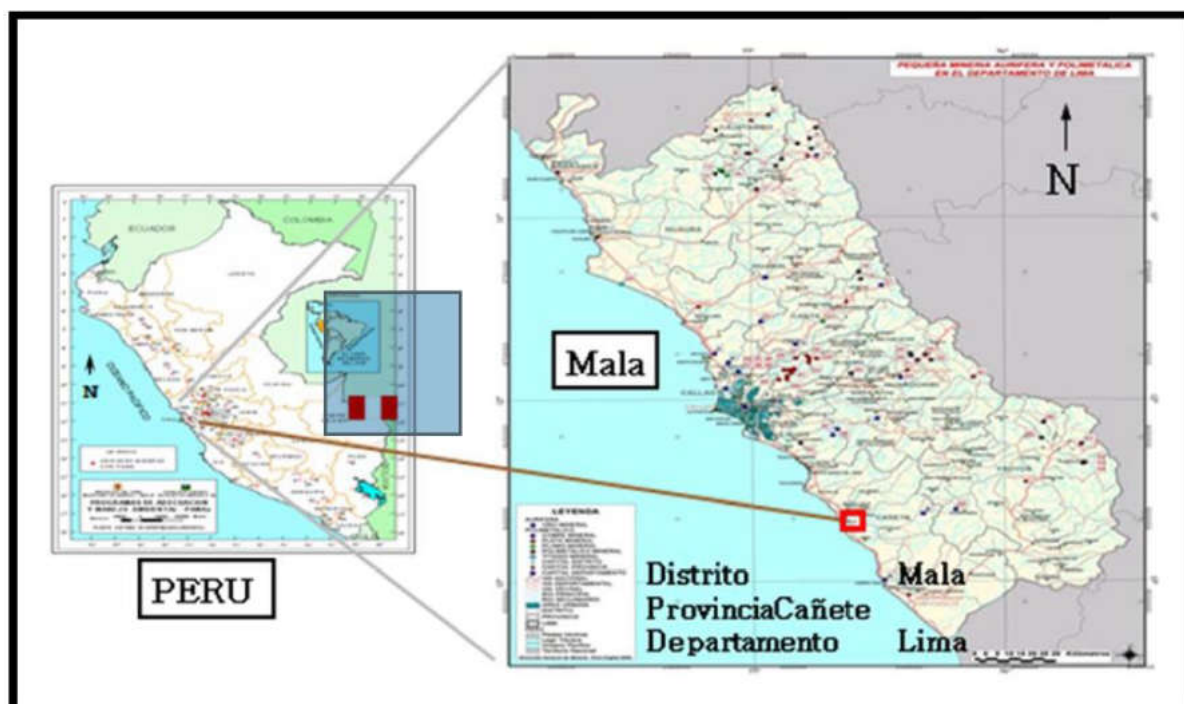


Figura N° 1: Ubicación de la mina Raúl

Fuente: Compañía Minera Condestable S.A. agosto 2018

La concesión de la Compañía Minera Condestable encierra una poligonal cuyos vértices tienen como coordenadas UTM.

Tabla N° 2: Coordenadas UTM WGS 84-18S

VERTICE	NORTE	ESTE
NE	8 596 990	327 820
SE	8 596 550	328 060
SO	8 596 372	327 735
NO	8 596 812	327 495

Fuente: Resolución Directoral N°345-96-EM/DGM.

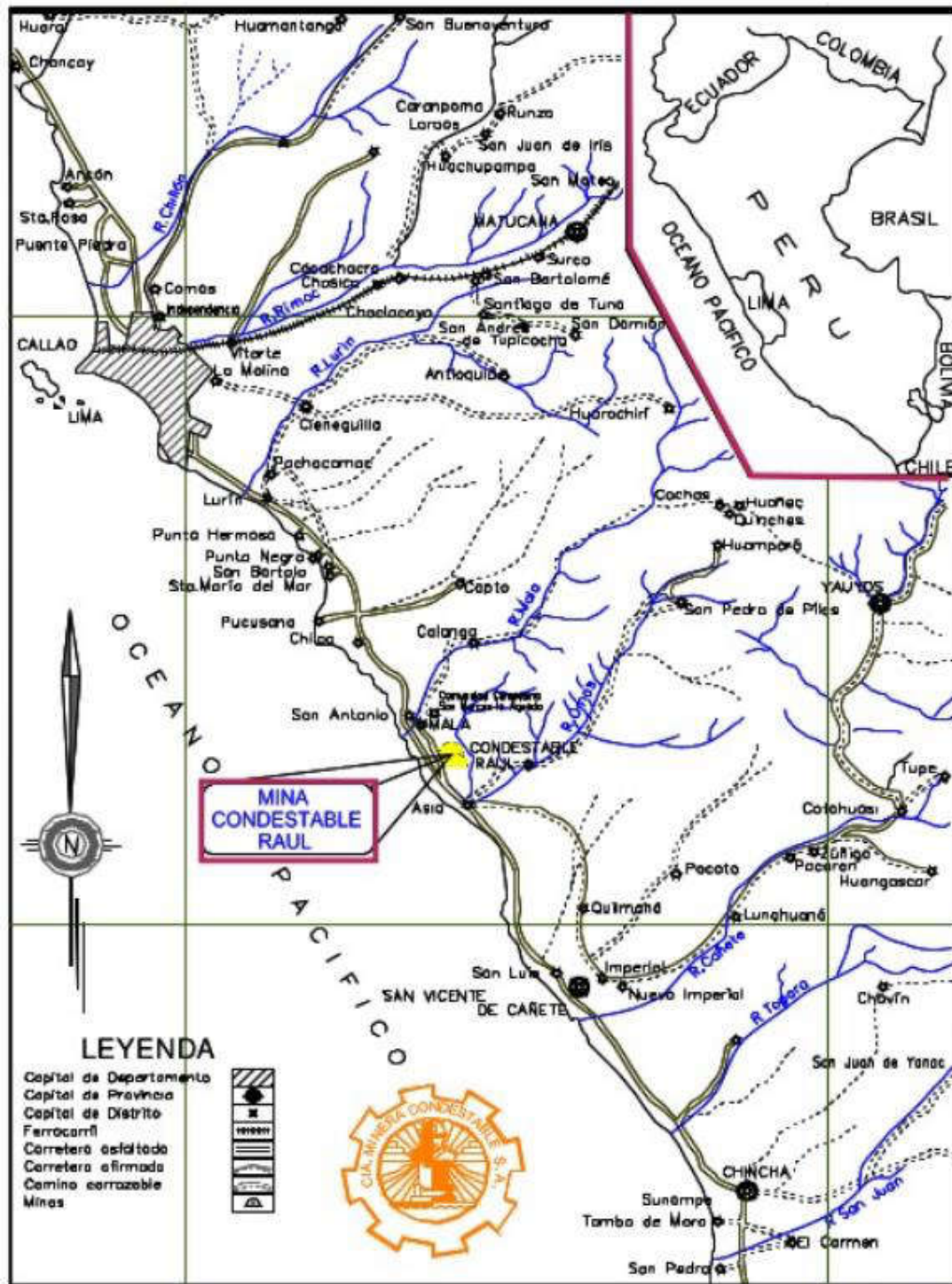


Figura N° 2: Ubicación de la mina Raúl Condestable
Fuente: Compañía Minera Condestable S.A. agosto 2018

El acceso para llegar a la mina Raúl se muestra en la siguiente ruta.

Tabla N° 3: Acceso para llegar a la mina Raúl

Tramo.	Condición	Distancia (Km)	Tiempo Horas.
Lima - Mala	Asfaltada	90	1
Mala – Mina	Asfaltada	4	0.2
Total		94	1.20
Abancay - Bujama	Asfaltada	845	15
Bujama - Mina	Asfaltada	5	0.25
Total		850	15.25

Fuente: Elaboración propia.

2.2.1.2 Inicios

Condestable fue constituida el 14 de noviembre de 1962, e inscrita en la ficha 6363 del libro de Sociedades Contractuales y Personas Jurídicas del Registro Público de Minería. Se encuentra ubicada en el distrito de Mala, provincia Cañete, departamento de Lima, Perú, a 250 msnm. Produce concentrados de cobre, con contenidos de oro y plata, a través de la flotación de mineral en su propia planta concentradora, la misma que tiene una capacidad instalada de 7 000 toneladas por día (tdp). El CIU de la empresa es el 13 200 (Extracción de Minerales Metalíferos no ferrosos) y su plazo de duración es indefinido (Memoria anual, 2016)

2.2.1.3 Operaciones

En el 2016, la compañía alcanzó 2 433 738 toneladas de mineral extraído. En mina Raúl, las operaciones en mina se desarrollaron de acuerdo a la planificación en la producción y en labores de desarrollos; sin embargo, debido al incremento en la producción mecanizada hemos logrado una importante reducción en las preparaciones. Durante el año se realizaron 5 653 m en desarrollos incrementándose en 22% respecto al año pasado y 13 978 m en preparaciones teniendo una reducción de -18% respecto del año pasado. En mina Condestable, las operaciones se desarrollaron de acuerdo a la planificación tanto en producción como en labores de desarrollos y preparación. Durante el año se realizaron 131 m en desarrollos que representa una reducción de 81% respecto al año pasado y 3 863 m en preparaciones representando un incremento del 170% respecto al año pasado. Durante el año 2016, la producción de concentrados de cobre fue 86 643 toneladas métricas secas (TMS) tonelaje mayor a lo producido el año anterior en 5.2%, debido a un mayor volumen de tratamiento y ley de cabeza. Logrando una



producción de cobre fino pagable de 19 067 TMS mayor en 3.3% respecto al año anterior. (Memoria anual, 2016)

2.2.2 Geología

2.2.2.1 Fisiografía

De acuerdo con INGEMMET (1983), El área se ubica en la franja de la costa Peruana, donde las alturas máximas llegan a 372 msnm (cerro Vinchos) y pertenecen a las primeras estribaciones en el Batolito de la costa Peruana, las alturas más bajas llegan a 80 msnm.

Geomorfológicamente se reconocen dos unidades de extensión local:

Una unidad representada por la acumulación de material detrítico que ha rellenado los cauces de vaguadas y quebradas actualmente secas y las estribaciones bajas del flanco occidental del Batolito Costanero caracterizado por un relieve compuesto por cerros de flancos empinados, labrados en rocas graníticas y volcánica sedimentarias. La elevación de estos cerros se incrementa rápidamente hacia el Este.

2.2.2.2 Geología regional

El INGEMMET (1983), En el área la columna estratigráfica Vulcano-Sedimentaria identifica de piso a techo a la formación, Asia, al Grupo Morro Solar, formaciones Pucusana, Pamplona, Atocongo, Chilca y más hacia el sur se tiene los Volcánicos Quilmaná subdividido en numerosos miembros.

Esta secuencia cuya edad va del Jurásico Superior al Cretácico Inferior, se ve cortada por intrusivos del Cretácico Medio pertenecientes al Batolito de la Costa Peruana. Estructuralmente la secuencia se presenta muy disturbada.



GEOLOGÍA REGIONAL - COLUMNA LITOSTRATIGRAFICA

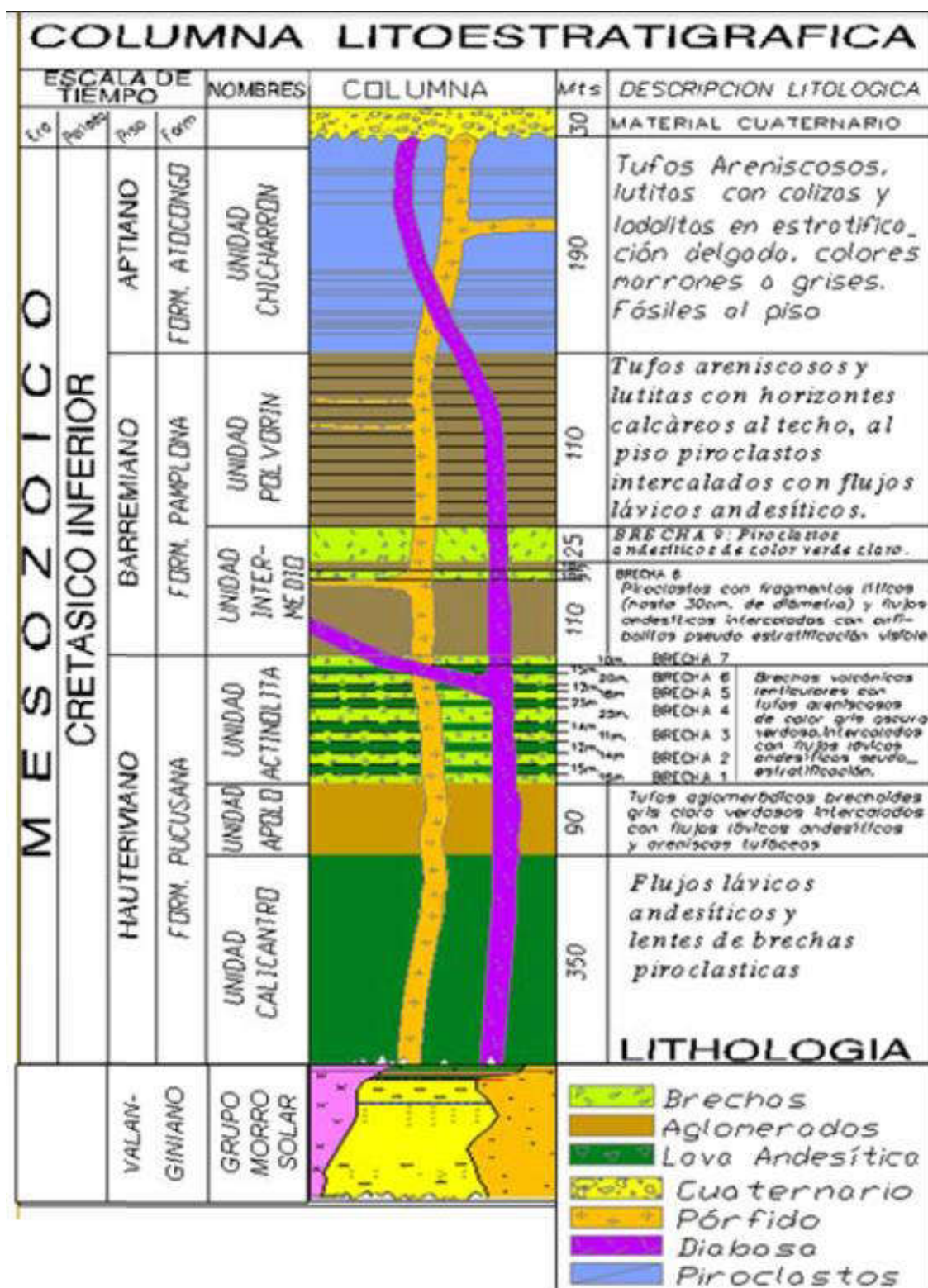


Figura N° 3: Geología Regional columna lito estratigráfica
Fuente: Compañía Minera Condestable S.A. agosto 2018

2.2.2.3 Geología local

Según CONDESTABLE (2018), Las tres cuartas partes del área de las concesiones están cubiertas por una secuencia de rocas Vulcano-sedimentarias, depositadas en un ambiente marino de aguas poco profundas; el resto lo conforman rocas ígneas intrusivas relacionadas al Batolito de la costa Peruana.

Localmente esta secuencia ha sido dividida en seis unidades lito estratigráficas que muestran cambios laterales de fáciles cortadas por un stock de pórfido andesítico - dacítico, y diques de diabasa.

La columna lito estratigráfica muestran la distribución de las unidades identificadas en la columna lito estratigráfica anexada:

- Unidad Calicantro
- Unidad Apolo
- Unidad Actinolita
- Unidad Intermedio
- Unidad Polvorín
- Unidad Chicharrón

SECCION TRANSVERSAL GEOLOGICA "H" - GEOLOGÍA LOCAL

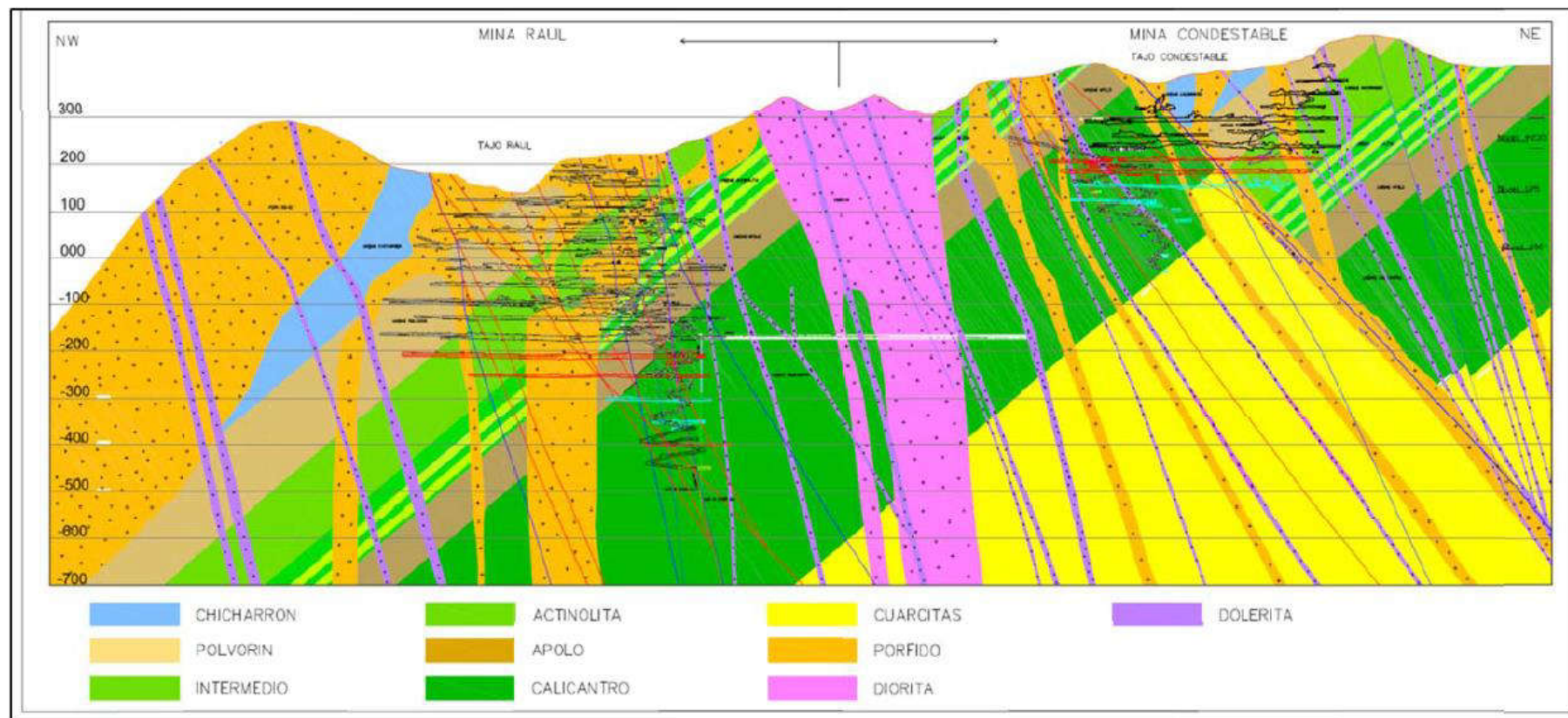


Figura N° 4: Sección transversal geológica "h" geología local
 Fuente: Compañía Minera Condestable S.A. agosto 2018

2.2.2.4 Estratigrafía

De acuerdo con CONDESTABLE (2018), la columna lito estratigráfica se muestran la distribución de las unidades identificadas en la columna lito estratigráfica anexada:

- **Unidad Calicantro**

Constituye la parte más baja de la secuencia, consiste de lavas andesíticas porfíricas con estratificación gruesa y aisladas intercalaciones de aglomerados andesíticos masivos de color verde oscuro y matriz afanítica, potencia mayor de 430 metros. Se correlaciona con la parte inferior de la formación Pucusana.

- **Unidad Apolo**

Presenta notorio incremento de sedimentos (calizas, margas, areniscas y grauwas) de estratificación delgada, desarrollo de anfíbolita y ocasionales intercalaciones de piroclastos en proporción que aumenta hacia el NE del yacimiento. En la parte alta de la sección predominan areniscas tufáceas en bancos gruesos, potencia estimada de 80 m. Se correlaciona con la parte media de la formación Pucusana.

- **Unidad Actinolita**

Constituida mayormente por andesitas gris verdoso y verde oscuro de textura porfírica con intercalaciones lenticulares de brechas Volcánicas, con desarrollo de cristales aciculares de actinolita; se ha reconocido seis horizontes de brechas, potencia estimada 180-200 m.

- **Unidad Intermedio**

Representada por piroclásticos líticos (fragmentos de 30 cm al techo), lavas andesíticas afaníticas algunas veces con fenocristales de hornblenda, e intercalaciones con lutitas y horizontes calcáreos gris negruzco, chert crema sucio que sirve de horizontes guía, grawacas y tobas volcánicas en capas delgadas. Estratificación delgada en las lutitas, potencia estimada de 130 m.



- **Unidad Polvorín**

Compuesta por bancos gruesos de lavas andesíticas verde oscuro a negruzco y textura afanítica, la andesítica se presenta alterada a clorita y calcita. Intercalaciones de piroclásticos, horizontes calcáreos, lutitas y grauwas de tonos marrones que se reconocen en su sección superior.

- **Unidad Chicharrón**

Presenta predominio de areniscas, lodolitas, tobas y lentes de calizas. El conjunto tiene coloraciones marrones, potencia estimada de 160 m.

2.2.2.5 Estructurales

- **Plegamiento**

Las unidades lito estratigráficas descritas conforman estructuralmente un monoclinal con rumbo promedio N 25° W y buzamientos entre 30° y 45° al SW. Pliegues de algunas decenas de centímetros se aprecia ocasionalmente al techo de la Unidad Chicharrón por su cercanía al potente sill de pórfido andesítico-dacítico.

- **Fallamiento**

La estructura monoclinal está afectada por tres importantes sistemas de fallas locales:

- ✓ Sistema de fallas rumbo N 25-45° E buzamiento entre 75° y 90° SE.
- ✓ Sistema de fallas rumbo N 5-10° W y buzamiento de 65° NE.
- ✓ Sistema de fallas WNN-ESE a EW y buzamientos entre 60° y 90° NE.

2.2.2.6 Geología Económica

a) Descripción del yacimiento y especies minerales

El depósito operado en las unidades “Raúl” y “Juanita de Bujama” consiste en vetas, mantos por reemplazamiento de capas calcáreas, así como disseminaciones y rellenos de porosidad en brechas volcánicas y tufos estratificados, mineralizados con calcopirita, bornita,



pirita, pirrotita, magnetita, hematita, escapolita, calcita, cuarzo y anfíboles. Presencia local de molibdenita, esfalerita, galena. Los minerales económicos principales son la calcopirita y bornita; oro y plata como subproductos en los concentrados.

Procesos de oxidación y enriquecimiento supergénico quedan de manifiesto por la presencia de cobre nativo, malaquita, azurita, covelita, calcosina, cercanos a las superficies, y en profundidad favorecidos por el fuerte fallamiento.

b) Características de las estructuras mineralizadas

Se reconocen las siguientes estructuras mineralizadas:

Mantos

Principalmente en las unidades de Chicharrón y Apolo como reemplazamiento de calizas y tobas volcánicas. Su potencia varía desde 30cm hasta 6 metros.

Su continuidad está interrumpida tanto longitudinal como transversalmente por fallas e intrusiones de pórfido andesítico - dacítico y diabasa.

Diseminaciones

Ocurren de preferencia en horizontes de grauvacas y tobas volcánicas de las unidades Apolo, Polvorín e Intermedio y ocasionalmente en el pórfido dacítico. Se presentan como finas diseminaciones de Calcopirita y Pirita, constituyendo algunas veces grandes cuerpos de forma irregular.

Brechas

Tienen forma y dimensión variadas, ocurren de preferencia como emplazamientos localizados en niveles de brechas volcánicas de las unidades Actinolita y techo de Intermedio. La mineralización se presenta como finas diseminaciones de Chalcopirita y Pirita.

Vetas

Son generalmente transversales a los mantos, tienen buzamientos sub-verticales y han sido reconocidas en sus rumbos entre 100 y 300 m. El relleno mineral es de tipo rosario.



2.2.3 Planificación

CHARAJA (2014) en su tesis titulada “Planeamiento Estratégico y Operacional con uso del Software Datamine en Mina Subterránea Condestable” menciona que, para un mejor entendimiento del término planificación primero nos centraremos en la definición del término administración el cual se puede concebir como un desarrollo racional, mediante el cual los recursos humanos, físicos y financieros son orientados hacia la materialización de un objetivo previamente definido. Dicho de otro modo, es investigar (para generar opciones), elegir (una de ellas) y preparar las tareas pertinentes para materializar aquello que se desea realizar. Este desarrollo se traduce en un proceso constituido por un conjunto de tareas tales como planificar, organizar, dirigir y controlar, que son encausadas hacia un óptimo rendimiento, conforme a una filosofía ligada a la satisfacción de los diferentes actores involucrados. Un enfoque sistémico en torno a la administración, se conceptualiza mediante una manera integrada de estructurar las actividades del estamento directivo. Una breve descripción de cada una de estas funciones (o subsistemas), se expone a continuación.

También CHARAJA (2014) menciona los siguientes subsistemas de valores.

2.2.3.1 Subsistema de valores

Es el marco de referencia y guía de acción, que da sentido a todas las decisiones y actividades de cada día. Los valores condicionan las finalidades y los objetivos hacia donde debieran converger todos los esfuerzos particulares.

2.2.3.2 Subsistema de decisiones

Está presente en cada una de las tareas del administrador y se puede caracterizar todo el sistema, como una vasta red de información - decisión - acción. La decisión es la llave de todo el edificio de la administración, en atención a que su rol central consiste en convertir la información en acción.

2.2.3.3 Subsistema de planificación

Es el encargado de obtener una priorización de los objetivos, sus programas de actividades, sus presupuestos, estimando las necesidades y las restricciones tanto internas como externas. El presente capítulo centra la reflexión en torno a la problemática de planificación al interior de una empresa minera.



2.2.3.4 Subsistema de organización

Facilita la integración de las partes constituyentes del medio interno y externo, en una estructura apropiada. Es aquí donde se prevé los reagrupamientos de funciones y el establecimiento de las relaciones internas en función de los objetivos a realizar.

2.2.3.5 Subsistema de dirección

Está estrechamente ligado a la ejecución eficaz de las tareas, centrandose su accionar en los procesos sociales de funcionamiento empresarial, destacando los aspectos de liderazgo, trabajo de equipos, motivaciones, creatividad, y otros.

2.2.3.6 Subsistema de control

Mediante la ayuda de información sistematizada es posible realizar comparaciones entre lo realizado y los objetivos previstos en la planificación. La retroalimentación permite diseñar ajustes y cambios en las funciones anteriores. La importancia que adquiere la función de planificar, es que sin ella los administradores no pueden saber cómo organizar el recurso humano y material; puede que no tengan ni siquiera la idea clara de qué es lo que se necesita organizar. Sin un plan, no se puede dirigir con confianza o esperar que otros nos sigan. Y sin un plan, los administradores y sus seguidores tienen muy pocas probabilidades de lograr sus metas o de saber cuándo y dónde se están desviando de su camino. Es al interior de este marco conceptual expuesto que se desarrollan los presentes delineamientos de la Planificación de Minas. La empresa minera, al igual que las empresas de otros sectores productivos, estructura su administración mediante las funciones anteriormente señaladas. En consecuencia, la reflexión sobre la planificación de minas se insertará en este esquema funcional.

2.2.3.7 Planificación minera

De acuerdo con la ESAN (2016), la planificación es un factor clave en toda empresa. Para realizarla se requiere claridad respecto de los objetivos estratégicos de la organización, así como proponerse planes y metas viables.

Si bien la planificación minera es similar a la planificación de cualquier otro tipo de negocio, posee una característica que la distingue: el valor del negocio minero está limitado al recurso minero conocido. Se trata de un recurso agotable pero a la vez complejo, cuyos atributos serán determinados a lo largo de la duración del proyecto.



Con la planificación minera se propone establecer un plan de negocio que permita explotar de la mejor manera posible el depósito con todas las complejidades técnico-operacionales y restricciones de distinta índole. Dicho plan de negocio está conformado principalmente por un plan minero-metalúrgico (que contiene el programa de producción y procesamiento del mineral) y, además, debe definir el lugar y las condiciones bajo las cuales será procesado el mineral.

Asimismo, el planeamiento minero contiene proyecciones de los ingresos, inversiones y costos operativos calculados para todo el ciclo de vida útil de la mina, con lo cual se obtiene el flujo de caja del negocio. Sin embargo, no se debe dejar de considerar la particularidad del negocio minero que es el hecho que los precios de los productos no dependen de los productores sino de las fluctuaciones del mercado internacional. En consecuencia, el planeamiento financiero entra a tallar con una serie de mecanismos que permiten a la compañía protegerse de los cambios drásticos de precios con instrumentos como las ventas a futuro u otros.

El objetivo del planeamiento estratégico minero es identificar y medir el máximo valor posible para la explotación y el procesamiento de los recursos de la operación, considerando escenarios futuros y los objetivos estratégicos de la operación.

Las variables estratégicas a considerar en la planificación minera son: los recursos considerados, el método de explotación, el proceso metalúrgico, la capacidad productiva y la macro-secuencia minera.

Con estas variables es posible comenzar a elaborar el plan base, que contiene el plan minero-metalúrgico asociado a las operaciones presentes y a los proyectos en los cuales la operación podría invertir; así como las opciones de desarrollo futuras que pueden ser nuevos proyectos a ejecutar en áreas cercanas o aledañas a la operación, modificaciones al proyecto en ejecución y expansiones en la capacidad de producción.

De esta manera la planificación estratégica en minería permite encontrar las oportunidades de desarrollo de la operación en términos de largo plazo, donde el uso de nuevas tecnologías puede desempeñar un papel clave.



2.2.3.8 Escenarios de planificación

Bajo este concepto se entenderá la caracterización del ambiente en que la planificación se debe desarrollar, el cual obedece al tipo de proyecto en el cual se inserta esta actividad. (CHARAJA, 2014)

2.2.3.9 Niveles de planificación

Una manera estructurada de enfocar la planificación minera es la incorporación de los Niveles de Planificación, definidos éstos en una primera instancia como planificación CONCEPTUAL y en una etapa siguiente, como planificación OPERACIONAL. (CHARAJA, 2014)

2.2.3.10 Horizontes de planificación

De acuerdo con CHARAJA (2014), en su tesis menciona que, bajo este concepto se entenderá lo que tradicionalmente se denomina planificación de largo, mediano y corto plazo, las cuales se detallan a continuación.

a) La planificación de largo plazo

Según GRIFOL (2017), La planificación a largo plazo o la planificación estratégica es el conjunto de líneas maestras que van a hacer que un proyecto complejo llegue a buen puerto.

Quizás estés pensando “bueno, como yo no tengo una empresa no me interesa este post”. Probablemente no te hayas dado cuenta de que las personas tienden a tener planificaciones estratégicas. Si has estudiado una carrera universitaria, has organizado una boda o has meditado sobre la educación de tus hijos sabrás a lo que me refiero.

Es probablemente el tipo de planificación más difícil de hacer porque requiere experiencia y cierta capacidad de anteponerse a los problemas, pero también es el tipo de planificación que se necesita para alcanzar metas realmente reseñables.

Las planificaciones a largo plazo pueden ser de muchos tipos y cubrir periodos de tiempo muy amplios, pero lo habitual es hacer planificaciones a 4-5 años o bianuales. En general, se elige como ventana temporal para una planificación estratégica un periodo lo bastante amplio como para que los objetivos que queramos alcanzar no puedan ser abarcados en un año.

Este tipo de planificaciones normalmente contemplan un cambio sustancial en la persona u organización para los que se diseñan. Por lo general, los cambios estratégicos se diseñan para avanzar, para llevar a algo o alguien al “siguiente nivel”.

La principal ventaja de disponer de una planificación a largo plazo radica en que siempre podremos disponer de un faro que nos guíe en los momentos de incertidumbre. El



objetivo final está en el horizonte y hemos trazado a grandes rasgos cómo queremos llegar a ese objetivo. Si en algún momento pensamos que el proyecto ha perdido el rumbo, no va tan bien como debiera o no sabemos qué decisión puntual tomar, siempre podemos recurrir al plan estratégico para ver en qué punto estamos.

Otra gran ventaja radica en que podemos planificar los recursos que necesitaremos durante un periodo de tiempo amplio, con lo que podremos trabajar en la adquisición de estos recursos desde el primer minuto y aprovechar las oportunidades que se nos presenta. El recurso más solicitado siempre es el dinero, pero es más fácil encontrar fuentes de financiación y oportunidades de inversión a lo largo de 5 años que en un par de meses.

La tercera ventaja que tienen los planes estratégicos es la solidez que llevan asociados. No es lo mismo preparar a un equipo de personas con un plan en mente a 6 meses que con un plan a dos años, la forma de contratar y la forma de formar a los componentes de los equipos es diferente. No es lo mismo estudiar un curso de 2 meses, para el que basta con hacer un esfuerzo durante unas semanas, que abordar un doctorado que cambiará tu forma de vivir y relacionarte con tu entorno.

Por supuesto que a lo largo de 2 o 5 años pueden ocurrir un sin fin de cosas. Los planes mutan, se desechan y cambian constantemente. Pero está claro que sin una planificación a largo plazo es muy difícil lograr objetivos de cierto calado.

b) La planificación de mediano plazo

Un plan de mediano plazo es aquel que comprende un periodo temporal de 5 años y contempla una misión, visión, objetivos y metas de la institución; así como también las líneas de acción o áreas estratégicas que determinarán su accionar dentro del periodo de tiempo establecido en el plan, Es comúnmente aquella actividad de planificación cuyo horizonte abarca de uno a cinco años, dependiendo del tamaño de la operación y/o las políticas de la empresa. Esta actividad se inserta en la planificación de largo plazo, en el contexto de lograr cumplir con la estrategia allí delineada, siendo la base de la estimación y evaluación económica de la empresa, puesto que las decisiones que se adopten para este horizonte, tendrán una flexibilidad a los cambios limitada. (ORTEGA, 2017)

c) La planificación a corto plazo

Es la encargada de realizar los planes diarios, semanales y las mensuales hasta completar el plan anual, el planeamiento a corto plazo es clave por estar ligada directamente con la operación diaria en mina. Es aquella actividad de planificación cuyo horizonte es un año o menos, por lo que su detalle y concepción está fuertemente condicionado por la realidad contingente de la faena o proyecto y corresponde a un detalle de todas las actividades que se desarrollan en el año. (JAMBO, 2016)



2.2.4 Minado por el método de explotación Sublevel Stopping

2.2.4.1 Utilización de taladros largos en métodos de explotación subterránea

De acuerdo con APAZA (2013), en su proyecto de investigación menciona Como ejemplo del uso de taladros largos en explotación subterránea, a continuación, se describirá el uso de taladros largos en dos aplicaciones:

- ❖ Abertura-finalización.
- ❖ Cráteres verticales en retirada.

Taladros Largos en el método de Abertura – finalización

Según BUSTAMANTE (2018) En esta variación del método de tajeos en subniveles la producción es algunas veces lograda por taladros paralelos de la parte superior a la parte más baja del tajeo designado, usando un subnivel en la parte superior del tajeo que es del ancho del tajeo. Como en el método de voladura de taladros, rebanadas verticales del mineral son voladas dentro del tajeo. Este método generalmente permite taladros largos para ser usados y pueden ser más eficientes en términos de consumo de explosivos.

Taladros Largos en el método de Cráteres Verticales en Retroceso

Según APAZA (2013), la tercera variación de tajeamiento en subniveles es un método patentado conocido como vertical cráter retreat (VCR). El usa un patrón de taladros similar al del método abertura-finalización. Sin embargo, el mineral es volado en rebanadas horizontales usando carga y voladura del subnivel en la parte superior del tajeo. Esto requiere que los taladros primeramente sean sellados con tapones que pueden ser colocados encima. Los taladros son entonces cargados para una altura fija de carga y voladura. Típicamente, las rebanadas horizontales voladas son de alrededor de 15 ft. (5m.) en espesor hasta que la voladura horizontal se acerque a la parte superior del tajeo. La voladura final en la parte superior del tajeo es dimensionada para ser como mínimo dos veces el espesor normal de voladura para que el piso de labor del subnivel no sea debilitado por voladura hasta que los trabajadores hayan salido fuera del subnivel para el tiempo posterior. El método VCR fue patentado por una firma de explosivos canadienses que desarrollo el método de probar cráteres que asegura que el procedimiento de voladura es adecuado para la masa de roca en el tajeo.

2.2.4.2 Utilización de Taladros Largos en métodos de explotación superficial

Según APAZA (2013), los taladros largos utilizados en explotación superficial según las demandas de longitud de perforación y las limitaciones de los equipos de perforación.



2.2.4.3 Perforación de taladros rectos

Perforación de precisión

Según APAZA (2013), para los mejores resultados de voladura global, el taladro necesita permitir su diseño a lo largo de su longitud total. Taladros rectos son importantes, así desviación deberá ser evitada lo más que sea posible con cada hueco de collar en la posición exacta, y perforando en la dirección correcta y la apropiada profundidad. Precisión en posicionamiento de collar y alineamiento de taladro pueden ser logrados con apropiados cálculos y marcas de un indicador montado en el sustento, y un instrumento de profundidad de taladro. También es necesaria una buena visión del procedimiento de puesta de collar desde la cabina de operación.

Consecuencias de la desviación de taladros

Según APAZA (2013), las principales consecuencias de la desviación de taladro son:

- ❖ Fragmentación incontrolada de material roto.
- ❖ Posibles tiros fallados debidos a la intersección entre los taladros se detonan en intervalos indeseables.
- ❖ Excesiva presión y espacio entre taladros adyacentes.
- ❖ Voladura secundaria.
- ❖ Conduce a costos más altos de cargado, transporte y molienda.

según VIDAL (1999), en su libro “Explotación subterránea-Métodos y Casos Prácticos” cita en uno de sus textos, la longitud adecuada, resultante de las pruebas varía hasta un máximo de 14 m, la misma que presenta una desviación del 1%, cantidad que permite ejercer un buen control de la perforación y carguío de taladros. Para longitudes mayores se ha observado que la desviación aumenta rápidamente y los resultados de la voladura no son eficientes, debido a que en el extremo de los taladros no se consigue la densidad de la carga conveniente.

De acuerdo con APAZA (2013), control de desviación. - al realizar las pruebas de perforación con taladros largos se intentó hacer una chimenea de 23 m con taladros largos paralelos de la misma dimensión, encontrándose una desviación de 46%. El ajuste final fue perforar taladros de hasta 14 m de largo con 1 % de desviación. La desviación se debe a la presencia de fracturas y/o a la mala instalación del equipo de perforación de taladros largos.

Características que deben poseer unos buenos tubos de perforación

De acuerdo con APAZA (2013), conexiones hembra y macho de roscados resistentes, lo cual ayuda a prolongar la vida de servicio y con menor desgaste también se disminuye la desviación dentro del taladro.



- ❖ Rigidez entre las conexiones para disminuir la desviación del taladro.
- ❖ Tubos y varillas resistentes para evitar su rotura durante la perforación.

2.2.4.4 Criterios para la selección del método

Según APAZA (2013), la selección de métodos masivos nos enfrenta al reto de la planificación y para ello se deben tener en cuenta los criterios siguientes:

- ❖ Geometría del yacimiento.
- ❖ Distribución del mineral y sus leyes.
- ❖ Propiedades geomecánica del mineral y de la roca.
- ❖ Aspectos económicos.
- ❖ Limitaciones ambientales.
- ❖ Consideraciones sociales.

Minado por subniveles

Según APAZA (2013), también denominado “sublevel stoping”, es una aplicación de los principios de la voladura de banco a cielo abierto a las explotaciones subterráneas. La explotación se realiza a través de los subniveles a intervalos fijos en forma descendente. La distancia entre los subniveles oscila entre 8 y 70 metros. Cada una se desarrolla según un conjunto de galerías que cubren la sección completa del mineral.

Existen dos variaciones en este método:

- ❖ El método taladros paralelo
- ❖ El método taladros en abanico.

Criterios para su aplicación

- Potencias de vetas mayores a 3 metros
- El buzamiento debe ser mayor a 50°
- Las rocas encajonantes deben ser competentes y resistentes.
- El mineral debe ser competente y con buena estabilidad.
- Los límites de los yacimientos deben ser amplios y regulares.

Método de taladros paralelos

Según APAZA (2013), el método se desarrolla principalmente en las operaciones de arranque y las preparaciones de las cámaras de perforación, pues en general solo se trabaja en dos subniveles, uno de perforación y otros de extracción las cámaras se dividen en tres sectores. Un corte inferior, zona de recepción del mineral y de crear la cara libre en el fondo de los



taladros, un sector de taladros largos, donde se perforan los taladros de producción; un corte lateral, cara libre (slot) vertical, para la voladura, tanto del corte inferior como de la zona de taladros largos.

Método de taladros en abanico

Según APAZA (2013), la perforación en forma de abanico, se realiza desde las galerías de preparación o de los subniveles con taladros radiales comprendidos entre 0 y 360 grados. Cuyas longitudes se adaptan al contorno de la mineralización las cuales han sido delimitados previamente con sondajes diamantinos. La ventaja de este método es el bajo costo de preparación y la seguridad que ofrece debido a que las secciones son menores con respecto a los paralelos.

La secuencia de minado son los mismos como para el método de taladros paralelos.

Ventajas y desventajas.

Ventajas:

- ❖ Alta productividad y rendimiento por metro perforado.
- ❖ Gran altura de banqueo (hasta 70 m.).
- ❖ Uso de explosivo a granel.
- ❖ Posibilidad de evacuar el 80 % de mineral roto sin control remoto.
- ❖ Bajos costos perforación y voladura.
- ❖ Si la roca encajonante es buena, el tajo puede quedar vacío.
- ❖ Buen control de leyes y baja dilución del mineral.

Desventajas:

- ❖ Apelmazamiento del material disparado, por su caída de gran altura.
- ❖ Presencia de mineral no fragmentado en un 15 % después de la voladura.
- ❖ No se puede realizar una explotación selectiva.
- ❖ No es flexible, el cambio a otro método.
- ❖ Alto nivel de vibración en la voladura.

2.2.5 Aplicación del software minero en el planeamiento de minado

Datamine es un software geológico-minero, especializado de mayor uso en la industria minera debido a su eficacia y rapidez, el cual nos permite realizar trabajos como análisis de datos, modelamiento, cálculo de reservas, diseño, planificación y producción de minas



tanto a tajo abierto como subterráneas, su misión es entregar a sus clientes un servicio integral que les permita maximizar el valor de su mina.

2.3 Definición de términos

2.3.1 Plan de minado

El Plan de Minado en Minería Subterránea es un documento Técnico que se elabora para obtener las cantidades de Explosivos y Accesorios de Voladura que se utilizarán para avanzar las labores de desarrollos y preparación dentro de una estructura rocosa mineralizada para su explotación. (PALACIOS, 2012)

2.3.2 Taladros Largos

El método de explotación es la estrategia global que permite la excavación y extracción de un cuerpo mineralizado del modo técnico y económico más eficiente, estos taladros son de gran longitud realizadas en minería mecanizada para vetas de potencia adecuada para su empleo. (REYES, 2016)

2.3.3 Rampa

Las rampas en minería, son elementos que posibilitan la vinculación entre dos o más lugares, que se encuentren a diferentes alturas, permitiendo así trasladarse entre ellos a través de su superficie. (ARKIPLUS, 2018).

2.3.4 Cruceros

Son labores horizontales que sirven como accesos para empezar a preparar los tajos de explotación y delimitarlo. (LOPEZ, 2017)

2.3.5 Chimeneas

Labores verticales que nos servirán de ventilación, transporte de personal o materiales y también son utilizadas como labores de servicio. (LOPEZ, 2017)

2.3.6 By Pass

Labores horizontales que sirven de servicio para la extracción de mineral y van paralelo a las galerías; en estas se ubican cámaras de almacenamiento, ore pass, work pass, chimeneas de servicios y ventilación los cuales se realizan en cada nivel de la mina. (LOPEZ, 2017)



2.3.7 Ore pass (OP)

Son labores inclinadas casi verticales el cual sirven para el paso del mineral de un nivel a otro donde estarán equipos de extracción. (LOPEZ, 2017)

2.3.8 Galerías sobre Veta

Son labores horizontales que siguen el rumbo de la veta y delimitan el tajo en bloques para poder minarlo; estas nos servirán en un primer momento como lugar de perforación de taladros verticales. Y al final después de minarlo se convertirá como galería de extracción. (SALAS, 2013)

2.3.9 Galería de extracción

De la misma forma es una labor horizontal donde el cual cae el mineral volado y por donde se extrae el mismo. (LOPEZ, 2017)

2.3.10 Rendimiento

En un contexto empresarial, el concepto de rendimiento hace referencia al resultado deseado efectivamente obtenido por cada unidad que realiza la actividad, donde el término unidad puede referirse a un individuo, un equipo, un departamento o una sección de una organización. (LOPEZ, 2017)

2.3.11 Control de operaciones

Control de producción en operación del área de minas, se aplica para lograr las metas u objetivos que se trazan en una unidad de producción de una Empresa Minera y ello va depender del tipo de organización con que cuentan. (CONSEMINCO, 2018)

2.3.12 Transporte de mineral

Corresponde al acarreo o traslado de mineral mediante medios mecánicos de distinta complejidad, desde las labores de explotación hasta las plantas de tratamiento. (CONSEMINCO, 2018)

2.3.13 Acarreo de mineral

Son los trabajos que consisten en el traslado de mineral de los frentes de producción hacia las tolvas de mineral que se encuentran en interior mina. (LOPEZ, 2017)

2.3.14 Productividad

Es la relación entre la cantidad de producto obtenido por un sistema productivo y los recursos obtenidos para obtener dicha producción. (EMPSAC, 2011)



2.3.15 Eficiencia

Es la relación que existe entre los recursos empleados en un proyecto y los resultados obtenidos con el mismo. (EMPSAC, 2011)

2.3.16 Secuenciamiento

Determinado conjunto de elementos que se ordenan en una determinada sucesión, esto es, uno detrás de otros o unos delante de otros. Ordenación de forma sucesiva de una serie de cosas que guardan cierta relación entre sí. (GÓMEZ, 2015)

2.3.17 Taladros largos

Son taladros que se utilizan en vetas de potencia media a mayor, estos taladros son utilizados para que el minado de mayor producción, siempre y cuando las condiciones de la estructura mineralizada la permita. (APAZA, 2013)

CAPÍTULO III DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Definición de variables

3.1.1 Variable independiente (X)

- Secuenciamiento del plan de minado a corto plazo.

3.1.2 Variable dependiente (Y)

- Optimizar el método de explotación de Taladros Largos con el Software Datamine.

3.2 Operacionalización de variables

Tabla N° 4: Operacionalización de variable.

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable independiente (x)	Secuenciamiento del plan de minado a corto plazo	Planificación minera Operaciones	Ley %Cu ToXs Tonelaje Productividad
Variable dependiente (y)	Optimizar el método de explotación de Taladros Largos con el Software Datamine	Productividad Costos de producción	Porcentaje de incremento de productividad. Porcentaje de disminución de costos.

Fuente: Elaboración propia.



3.3 Hipótesis de la investigación

3.3.1 Hipótesis general

Se logrará optimizar el método de explotación de Taladros Largos con un adecuado secuenciamiento del plan de minado a corto plazo en la Mina Raúl.

3.3.2 Hipótesis específicas

El secuenciamiento adecuado de plan de minado a corto plazo, mejorará la productividad en la Mina Raúl

El secuenciamiento adecuado de plan de minado a corto plazo optimizará los costos de producción en la Mina Raúl

3.4 Tipo y diseño de la investigación

3.4.1 Tipo

El tipo de estudio es correlacional, descriptivo, (FIDIAS, 2012) donde la causa es el secuenciamiento del plan de minado y el efecto será los resultados de la optimización del método de explotación de Taladros Largos con el Software Datamine.

3.4.2 Diseño

Es una investigación explicativa, (FIDIAS, 2012) pues se determina el análisis del secuenciamiento del plan de minado y el efecto será los resultados de la optimización del método de explotación de Taladros Largos con el Software Datamine.

3.5 Población y muestra

3.5.1 Población

Está comprendida en toda la amplitud de proyectos a nivel de la unidad de Producción Condestable donde se realizaron trabajos de secuenciamiento del plan de minado a corto plazo para optimizar el método de explotación de Taladros Largos con el software Datamine.

3.5.2 Muestra

Está comprendida en la Mina Raúl de la unidad de Producción Condestable, explotación de Taladros Largos con el Software Datamine.

3.6 Procedimiento de la investigación

El procedimiento de investigación estuvo en función al cronograma establecido del proyecto de tesis, se plantearon las siguientes actividades. Los procedimientos de investigación de datos estarán en función al ciclo de minado.

- Sistematización de la información.
- Definición de estructura de tesis.
- Desarrollo de la tesis.

Se hizo a través de dos personas, el proponente y un asesor.

- El tiempo de la investigación duró 5 meses.
- El medio fue la observación y la revisión de informes del área de planeamiento.

3.7 Material de investigación

Se utilizará los programas diferentes de minería para realizar los siguientes cálculos:

- Procesadores de texto
- Hojas de cálculo
- Modelador Datamine

Se codificó los datos y se clasificaron en forma manual y en forma electrónica. Para el segundo caso, el programa utilizado fue Excel, y por último se procede al modelamiento con el Software Datamine.

3.7.1 Instrumentos de investigación

Los instrumentos que se usarán en la presente investigación serán los informes de planeamiento, datos de campo (in situ), reportes, los datos bibliográficos y cuadros de resumen y estadísticos.

3.7.2 Diseño de material de investigación

Con los datos obtenidos se procedió a realizar el modelamiento representativo, seguidamente se hicieron simulaciones donde se ha evaluado la factibilidad del Secuenciamiento del Plan de Minado a Corto Plazo para Optimizar el Método de Explotación de Taladros Largos con el Software Datamine en la Mina Raúl.



CAPÍTULO IV DESARROLLO Y RESULTADOS

4.1 Producción y valor comercial antes de realizar el secuenciamiento

4.1.1 Producción en toneladas antes de realizar el secuenciamiento del plan de minado a corto plazo, en el año 2018

Tabla N° 5: Data obtenida del departamento de Planeamiento e Ingeniería del año 2018.

Mes	Suma de Tn programado por mes	Suma de Tn ejecutado por mes	Preparación ejecutados (m) por mes	Tonelaje ejecutado por día
Marzo	90 000	31 740	233	1 058
Abril	90 000	106 964	524	3 565
Mayo	180 000	174 866	419	5 829
Junio	180 000	167 654	667	5 588
Julio	180 000	159 385	797	5 313
Total	720 000	640 609	2 640	

Fuente: Departamento de Planeamiento e Ingeniería.

Como se muestra la producción ejecutada para el primer semestre del año 2018 estaba por debajo de la capacidad de procesamiento de la planta instalada en Compañía Minera Condestable.



4.1.2 Valor comercial antes de realizar el secuenciamiento del plan de minado a corto plazo

Tabla N° 6: Resumen del total del valor comercial optimizado.

		Tonelaje Planificado	Sumatoria	Costo en \$/tonelada	Valor Comercializable (\$)
Producción en toneladas antes de realizar el secuenciamiento del plan de minado a corto plazo	Marzo	31 740			
	Abril	106 964			
	Mayo	174 866	640 609	60	38 436 540
	Junio	167 654			
	Julio	159 385			

Fuente: Departamento de Planeamiento e Ingeniería.

El valor de dólares por tonelada fue obtenida del departamento de costos la cual se maneja un NSR actualizada a la fecha por mina y tipo de explotación.

4.2 Descripción de resultados

Para el análisis y hallar los resultados se procede con procedimientos las cuales satisfagan o den como resultados de los objetivos e hipótesis del presente trabajo de tesis, donde a continuación se comienza a describir y analizar los procedimientos planteados.

4.2.1 Secuenciamiento de minado a corto plazo con el Software “Datamine”

“Studio 5D Planner”, es una herramienta que permite realizar los planes de minado en el corto, mediano y largo plazo, para esto es necesario realizar una configuración del programa, asegurando que los datos a evaluar sean correctos en cada uno de los pasos. En este caso, realizaremos un plan a corto plazo que es un desglose de un plan a largo plazo en unidades más pequeñas, con el fin de guiar el minado más de cerca. Con los sólidos de etapas producidas en el proceso de planificación a largo plazo, el ingeniero planificador genera cronogramas de actividades que abarcan periodos de extensión variables, como un trimestre, un mes o una semana. Los planes se obtienen a un nivel de detalle correspondiente a un día o a un turno conociéndolo con un nombre de “programa de producción”

4.2.2 Diseño de tajos optimizados

El software minero para la obtención de reservas minerales en minera subterránea fundamentada en la aplicación de algoritmos matemáticos. Es una herramienta que produce automáticamente óptimos diseños de tajos a partir del modelo de recursos.



Básicamente el MSO (Mineable Shape Optimizer) limita lo que hace un ingeniero cuando hace manualmente Stopes, pero lo hace en una fracción del tiempo de una manera objetiva.

El MSO (Mineable Shape Optimizer) puede reutilizarse para reevaluaciones de operaciones existentes, estudios estratégicos y la aplicación confiable y auditables de factores de modificación de ingeniería dentro de un estudio de reservas de mineral.

4.2.3 Procesos y secuencia

Recursos minerales: Recursos medidos e indicados se determinará el método de explotación Sublevel stoping con sus dimensiones geotécnicamente determinadas para los Stopes, altura 20m, largo 10m y ancho potencia de Ore Body, su factor de recuperación (método de minado) es de 85%, NSR \geq US\$ 80/TM con una dilución de 12%.

Reservas minerales: Ya se contempla stopes de minado en 3D cuantificados y con una ubicación espacial de la dilución interna y externa, stopes bajo restricción de pilares y puentes, reporte de tonelajes, leyes, NSR (Net Smelter Return) y dilución de stope y evaluación de múltiples escenarios bajo distintos parámetros modificadores como, Cut Off, NSR, dilución, etc.)

4.2.4 Formas minables y dilución

La forma de los minables son muy variables que vienen correlacionados con la dilución interna o dilución planeada, a la vez se considera minables que no tan solo estarán contorneadas de mineral sino también para su recuperación optimo se considera por lo general parte del Slot en desmonte lo cual hace que tengas que tener un programa de voladura diferenciada para su recuperación optima de la zona mineralizada.



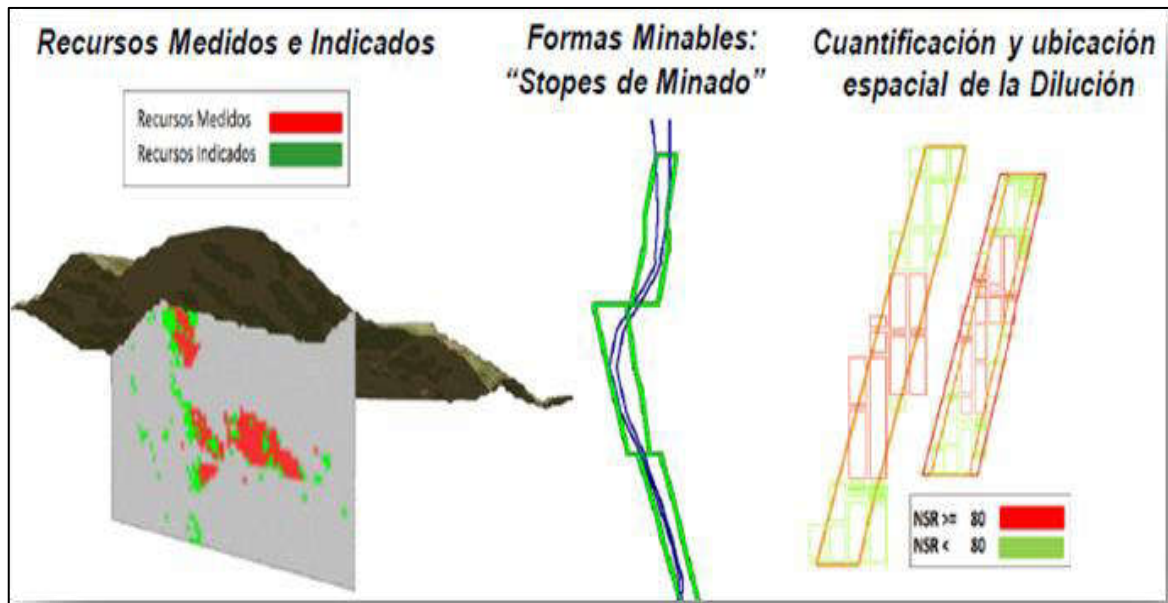
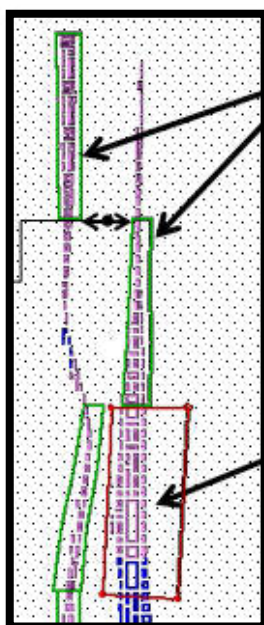


Figura N° 5: Formas minables y dilución; Se evalúa los Stopes acorde al diseño de minado con la cual la ley de Cu y/o ley equivalente superen su ley de corte.

Fuente: CMC, Presentación agosto 2018.

4.2.4.1 Forma de los tajos y beneficios

Sera definida por el ancho del pilar interno, contenido metálico y dilución.



En estas áreas el valor del mineral no lleva los costos de minar un tajo que incluya desmonte.

El ancho mínimo del pilar evita que dos tajos separados sean minados.

MSO (Mineable Shape Optimizer) ha determinado que los tajos verdes son la elección de diseño óptimo.

En esta área, aunque el diseño del tajo rojo parece contener un volumen más alto, el tajo verde es de hecho la elección óptima.

Tajo Rojo = 946 Oz (32% Dilución debajo COG)

Tajo Verde = 1 040 Oz (4.4% Dilución debajo COG)

Figura N° 6: Forma de los tajos y beneficios; Para el diseño de minado de dos tajos cercanas es importante la evaluación de dos escenarios, minarlos juntos o independientemente dejando un pilar mínimo que nos genere maximizar su recuperación y minimizar su dilución.

Fuente: Reservas Minerales CMC 2018.

4.2.4.2 Como trabaja

- Trabaja en una grilla definida en los planos XZ, YZ o YX.
- El algoritmo trabaja dentro de cada cuadrilátero.



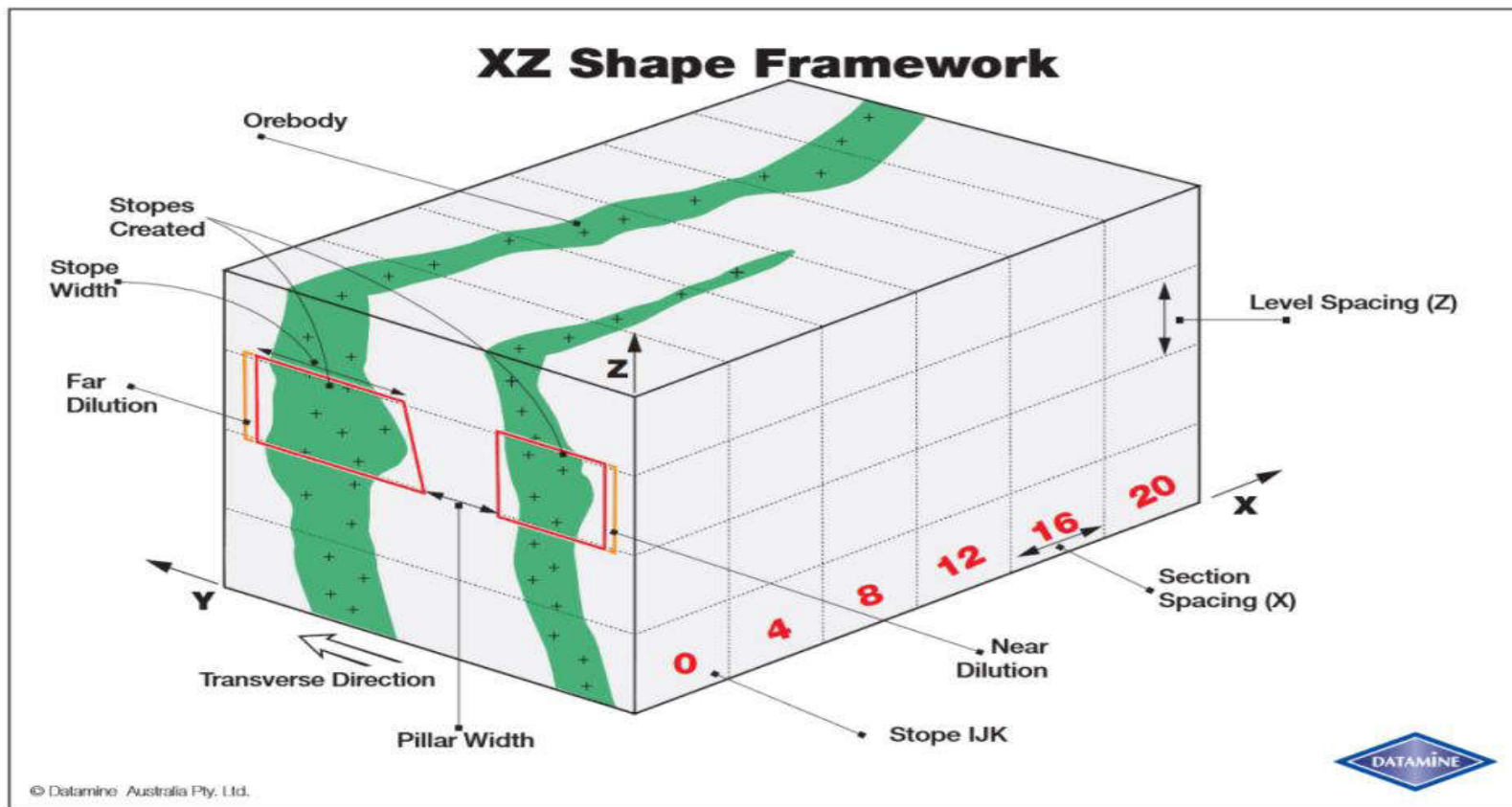


Figura N° 7: Trabajo del algoritmo
Fuente: Datamine

4.2.4.3 Proceso de tres pasos

- Crea cortes dentro de cada cuadrángulo según el rumbo y buzamiento.
- De los cortes, se encuentra el tajo económico base.
- Optimiza el tajo “base” para encontrar la forma del tajo optimizado.

4.2.5 Reportes y stopes en 3D

Los stopes que se mostraran serán de acuerdo a los parámetros óptimos que le asignemos al software que contemplen medidas múltiples a la altura, largo, ancho de minado y buzamiento de acuerdo al cuerpo mineralizado, para obtener stopes ajustados los máximos posibles al modelo de bloques ya optimizados, los reportes nos indicarán leyes, tonelaje, NSR (Net Smelter Return) y dilución, que vendrán ajustadas de acuerdo a los parámetros de Stopes que asignamos a la evaluación.



Reporte tonelajes y leyes de stopes de minado

EJE	STOPE	Toneladas/minera	Cu G	Au G	AG G	Ley Eq G	Dilución	Mined Tonnes	Cu	AU PPM	AG PPM	LeyEq	NSR
-[Not defined]		26,564.52	0.69	0.87	1.56	1.07	0.09	29,291.39	0.62	0.61	1.41	0.97	45.70
01	S_04	445.02	0.68	0.71	1.55	1.09	0.02	452.92	0.67	0.70	1.52	1.07	50.29
02	S_04	78.51	0.87	0.87	1.46	1.36	0.05	82.75	0.82	0.83	1.38	1.29	60.82
03	S_05	677.89	0.73	0.77	1.56	1.17	0.06	720.59	0.69	0.72	1.46	1.10	51.85
04	S_06	665.86	0.76	0.80	1.57	1.22	0.02	680.67	0.74	0.79	1.53	1.19	55.89
05	S_07	721.65	0.72	0.79	1.57	1.17	0.02	737.29	0.71	0.77	1.54	1.15	53.87
06	S_08	697.30	0.71	0.66	1.40	1.09	0.02	712.91	0.70	0.65	1.37	1.07	50.27
07	S_09	624.87	0.72	0.57	1.33	1.05	0.03	644.98	0.70	0.58	1.28	1.02	47.84
08	S_10	841.00	0.69	0.50	1.48	0.97	0.07	902.38	0.64	0.46	1.38	0.91	42.69
09	S_11	549.97	0.71	0.48	1.38	0.99	0.08	600.29	0.65	0.44	1.27	0.90	42.52
10	S_12	580.67	0.68	0.46	1.32	0.94	0.10	643.75	0.61	0.41	1.19	0.85	39.99
11	S_13	530.27	0.65	0.45	1.30	0.91	0.11	592.96	0.58	0.40	1.16	0.81	38.26
12	S_14	507.90	0.61	0.44	1.27	0.87	0.13	584.35	0.53	0.38	1.10	0.76	35.49
13	S_15	249.75	0.64	0.47	1.41	0.91	0.20	313.30	0.61	0.38	1.12	0.73	34.12
14	S_15	105.54	0.70	0.42	1.01	0.94	0.05	110.58	0.67	0.40	0.96	0.90	42.28
15	S_16	353.38	0.63	0.44	1.22	0.88	0.16	418.36	0.53	0.37	1.03	0.74	34.97
16	S_17	189.88	0.63	0.45	1.28	0.89	0.17	227.68	0.52	0.37	1.07	0.74	34.80
17	S_17	94.77	0.68	0.43	1.07	0.93	0.10	105.26	0.61	0.39	0.97	0.84	39.28
18	S_18	145.07	0.68	0.48	1.30	0.96	0.18	178.04	0.58	0.39	1.07	0.79	37.18
19	S_18	75.18	0.71	0.50	1.18	0.99	0.09	82.95	0.64	0.45	1.07	0.90	42.34
20	S_19	147.12	0.66	0.54	1.48	0.97	0.13	168.35	0.58	0.47	1.29	0.85	39.98
21	S_19	55.22	0.68	0.59	1.40	1.03	0.13	63.15	0.60	0.52	1.22	0.90	42.15
22	S_20	98.52	0.63	0.54	1.79	0.94	0.40	164.05	0.38	0.32	1.07	0.57	26.64
23	S_20	54.60	0.63	0.61	1.61	0.98	0.14	63.51	0.54	0.52	1.38	0.84	39.70
24	S_01	371.41	0.68	0.71	2.17	1.10	0.40	616.79	0.41	0.43	1.31	0.66	31.04
25	S_02	611.58	0.66	0.68	2.13	1.06	0.03	628.22	0.64	0.66	2.07	1.03	48.28
26	S_03	749.22	0.67	0.70	2.15	1.07	0.05	790.38	0.63	0.66	2.04	1.02	47.77
27	S_04	552.62	0.83	0.96	2.58	1.38	0.00	554.16	0.82	0.96	2.57	1.38	64.72

Stopes de minado en 3D

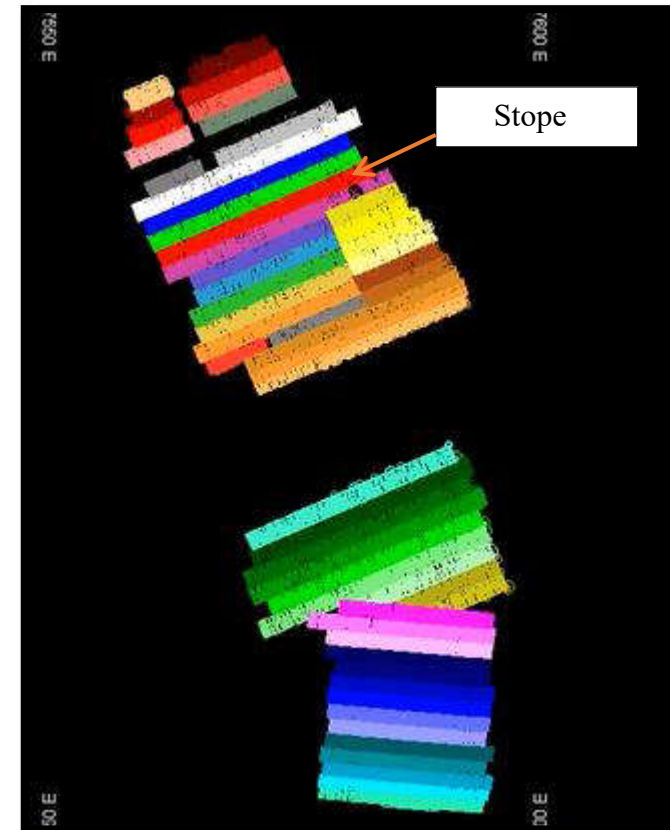


Figura N° 8: Reportes y stopes en 3D; Se muestra una corrida en los softwares Datamine y con parámetros óptimos asignados obtendremos los stopes económicos.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.6 Reporte de reservas minerales

Las reservas minerales pueden ser evaluadas inmediatamente y analizadas usando herramientas del software Datamine las cuales nos mostraran resultados de tonelaje, leyes, dilución, NSR, etc.

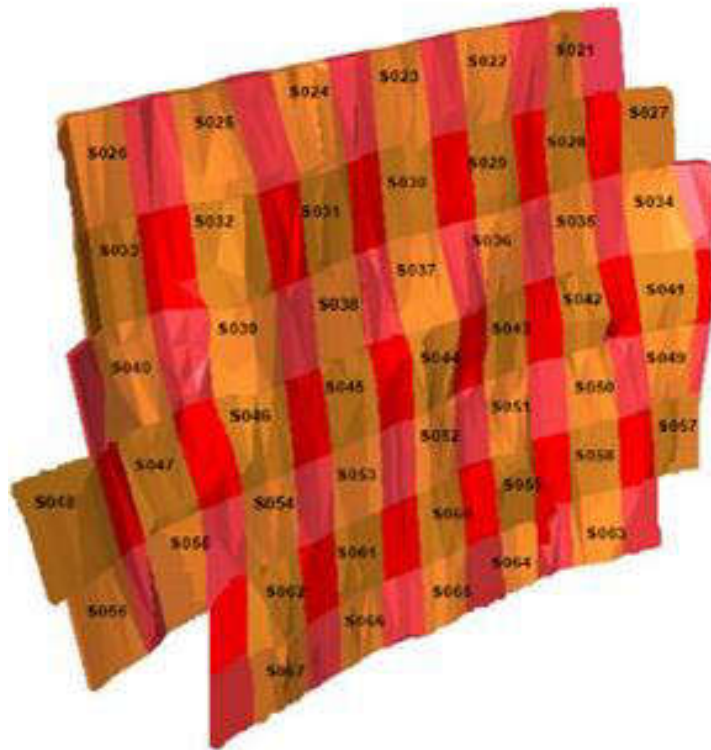
Planeamiento de minado: Se define el diseño definitivo de infraestructura de la mina, programación de tonelaje y leyes en el tiempo, definición de plan de minado (mediano y/o largo plazo), determinación de la rentabilidad del proyecto minero (máximo NPV) y optimización del planeamiento de minado.

4.2.7 Planeamiento

La planificación minera se encarga de diseñar la mejor estrategia productiva, en función de las reservas minerales existentes y las estrategias de negocios establecidas por la compañía minera.

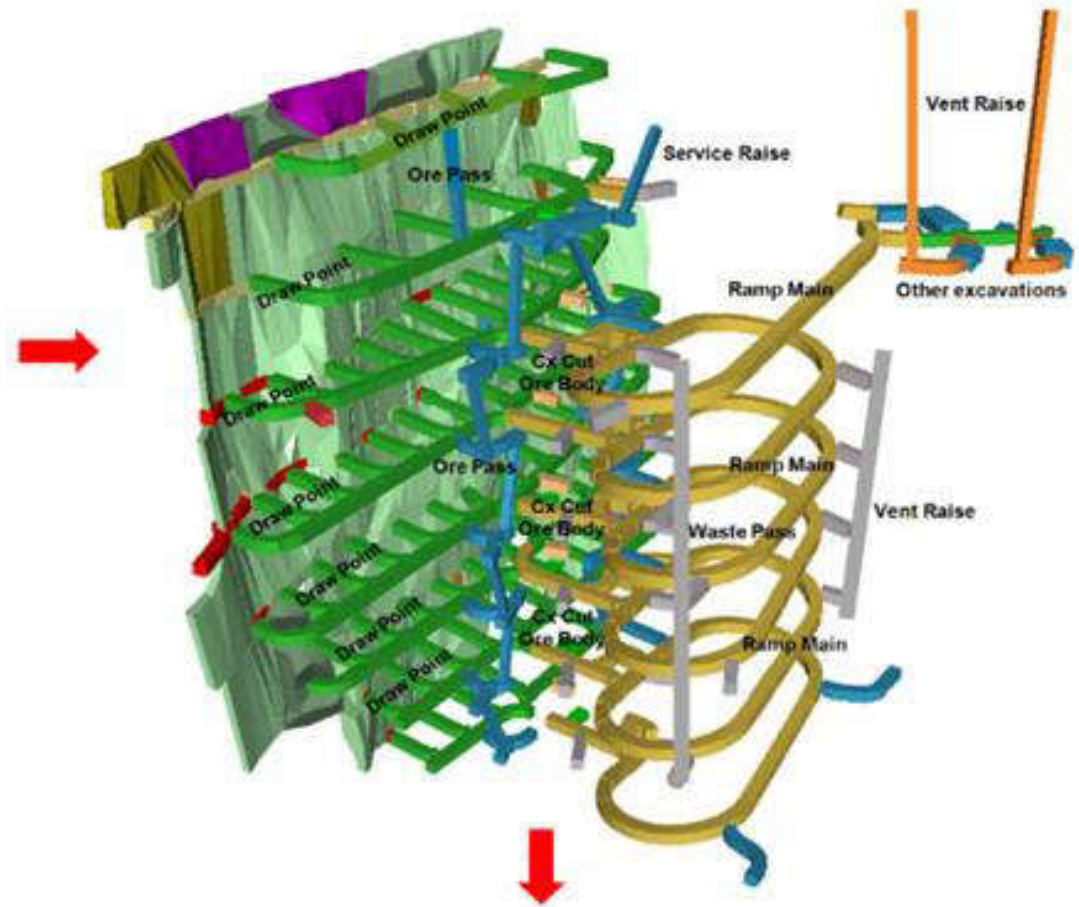


Stopes de Reservas Minerales



Plan de Producción (Tonelajes y Leyes)

Infraestructura de Mina



Plan de Avances Horizontales y Verticales

Figura N° 9: Planeamiento; Primero identificamos la zona de interés luego realizamos un plan de avances horizontales y verticales y su correspondiente preparación de minado.

Fuente: Reservas Minerales CMC 2018.

4.2.8 Recursos

Generalmente está representada por un modelo de bloques, sólidos representado una geometría de una determinada ley de muestreo aleatorio, contiene propiedades físicas de la roca que han sido interpoladas de acuerdo a métodos matemáticos.

Estas contendrán información como posición, densidad, tipo de roca, mineralización, leyes, impurezas y recuperación metalúrgica.

4.2.9 Estimación de reservas

Las reservas geológicas calculadas en base a trabajos geológicos se dividen en reservas explotables y en reservas fuera de balance. Las reservas aptas bajo las actuales condiciones técnicas y económicas para su utilización industrial constituyen las reservas industriales de un yacimiento según el tamaño del yacimiento y el tamaño de la empresa, las reservas industriales de esta pueden abarcar su totalidad o formar únicamente una parte de este.

La cantidad de mineral de las reservas industriales, disminuida de las pérdidas de explotación, constituye las reservas extraíbles.

4.2.10 Delimitación de reservas de los yacimientos

En yacimiento con límite neto entre el mineral y la roca encajante o con contenido mínimo prefijado de metal, el contorneo de los cuerpos mineralizados establecido por exploración se conserva sin cambio en el proyecto.

4.2.11 Reporte de tonelajes

El reporte de tonelaje que generara el software tiene un margen de error, lo cual es generado porque el modelo de bloques está conformado de pequeños bloques que al generar stopes optimizados utilizando el MSO (Mineable Shape Optimizer) nos genera un contorneo que no solo abarca los bloques que está compuesta el modelo de bloques, sino que también de vacíos.



Table View

CATEGORY	BLOCK...	DENSI...	TONNES	VOLUME	CU
[1]	-	2.78	51,679.29	18,567.99	0.67
[2]	-	2.81	55.84	19.86	0.49
[3]	-	-	0	0	-
[4]	-	-	0	0	-
Totals:					
	-	2.78	51,735.13	18,587.85	0.67

Estimated Volume = 18938.73
 Calculated Volume = 18587.85
 Difference = 350.88 (1.89%)

Combine Block Results Evaluation Settings
 Color Results Dynamic Recalculation
 Save Results Recalculate Now
 Export Results to Excel Number Format

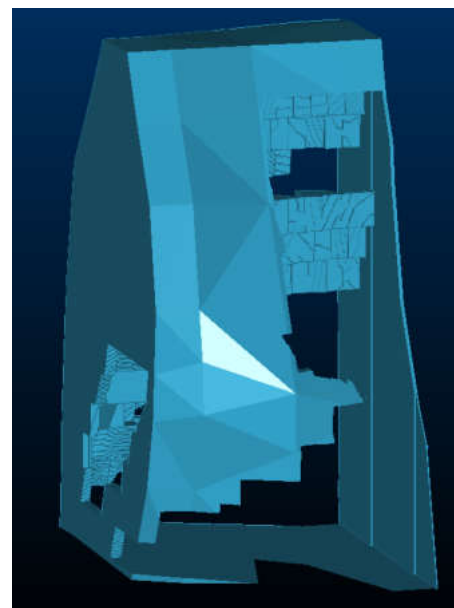


Figura N° 10: Reporte de recurso.

Fuente: Elaboración propia.

Table View

CATEGORY	BLOCK...	DENSI...	TONNES	VOLUME	CU
[1]	-	2.86	89,067.90	31,108.81	1.58
[2]	-	2.90	60.90	21.01	1.92
[3]	-	-	0	0	-
[4]	-	-	0	0	-
Totals:					
	-	2.86	89,128.80	31,129.82	1.58

Estimated Volume = 32889.70
 Calculated Volume = 31129.82
 Difference = 1759.88 (5.65%)
The difference exceeds 2%! This may be down to part of the wireframes lying outside the model boundary. Please treat the results with

Combine Block Results Evaluation Settings
 Color Results Dynamic Recalculation
 Save Results Recalculate Now
 Export Results to Excel Number Format

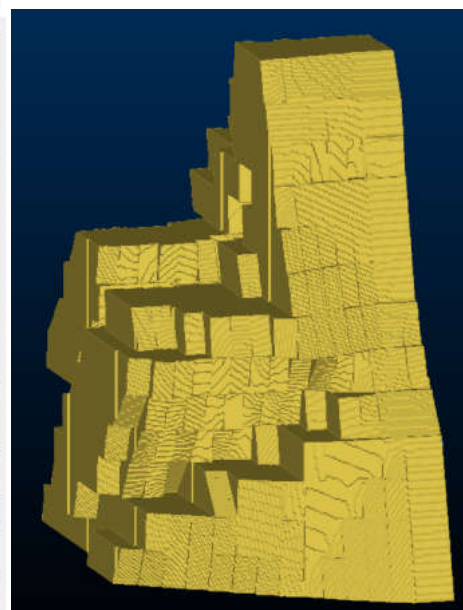


Figura N° 11: Reporte de reserva.

Fuente: Elaboración Propia.

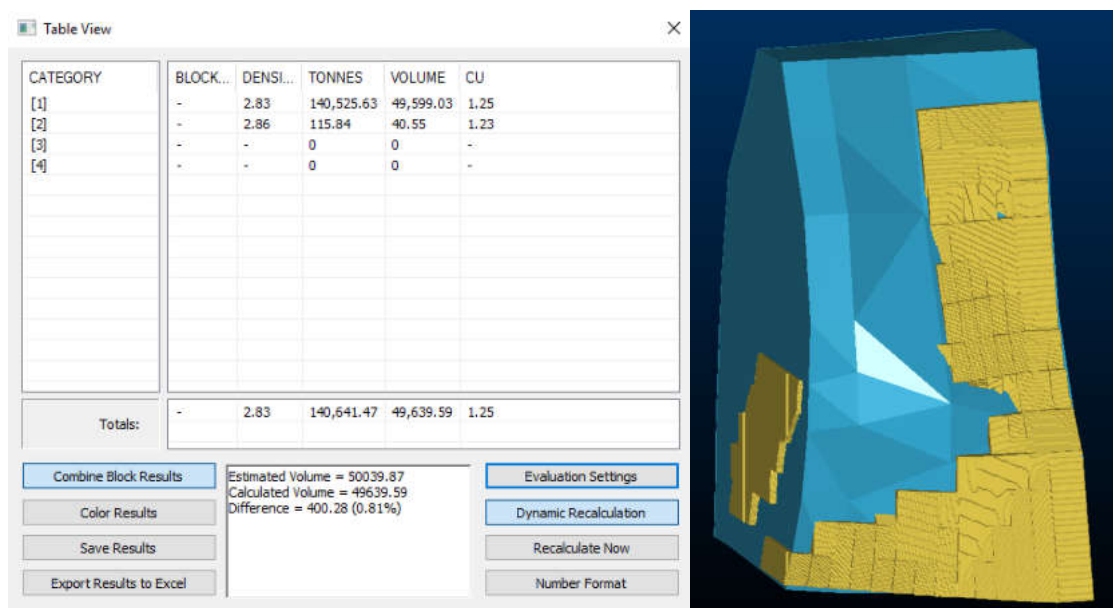


Figura N° 12: Reporte de block; Evaluación conjunta del recurso y reserva a la vez.

Fuente: Elaboración propia.

Evaluación del error generado a partir del reporte de tonelaje, datos tomados de los reportes de las figuras N° 10, N° 11 y N° 12.

$$\text{Toneladas totales} = 89\,128,80 + 51\,735,13 = 140\,863,93$$

$$\text{error} = \frac{140\,863,93 - 140\,641,47}{140\,641,47} \times 100\% = 0,16\%$$

$$\text{Volumen} = 31\,129,82 + 18\,587,85 = 49\,717,67$$

$$\text{error} = \frac{49\,717,67 - 49\,639,59}{49\,639,59} \times 100\% = 0,16\%$$

Cabe aclarar que las toneladas totales mencionadas es la suma de las toneladas del recurso mencionadas en el reporte de la figura N° 10 con las toneladas de la reserva mencionadas en el reporte de la figura N° 11.

4.2.12 Dilución

- Es la porción de material no deseable, que por motivos de diseño y operación se mezcla con el mineral a extraer.
- Lo anterior se traduce en una eventual baja de la ley.
- Aunque la dilución puede controlarse muchas veces es inevitable, por lo que debe considerarse en el diseño.

4.2.13 Recuperación y dilución

La recuperación del cuerpo mineralizada vendrá ligada al tipo de explotación que se proponga y al diseño establecido lo cual tendremos mineral no recuperado por factores operativos y/o baja ley, (Imagen N° 13 color celeste) y tendremos el diluyente que se tendrá que minar por factores operativos (Imagen N° 13 color rojo).

La dilución que se presenta será la dilución interna o planificada la cual estará caracterizada por el método de minado que se le asigne y parámetros de explotación que introduzcamos al software y su dilución externa que vendrá ligada a su potencia y buzamiento que le caracteriza.

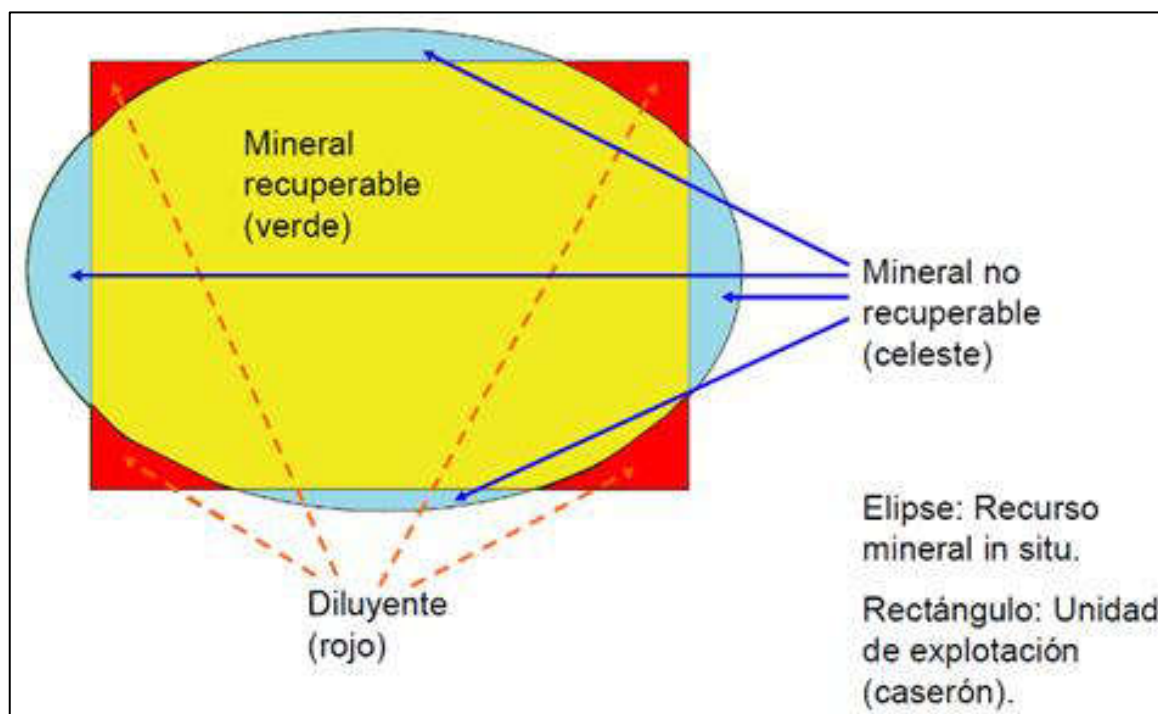


Figura N° 13: Recuperación y dilución; El método de explotación que usemos no nos permite recuperar al 100%.

Fuente: Presentación MSO, CMC 2018.

4.2.14 Dilución real

La dilución planificada es el material que se encuentra fuera de la definición económica de mineral y se incorpora como parte del diseño minero.

- La dilución actual u operativa es aquella que se extrae por sobre las reservas mineras.
- La dilución operativa puede ser económica o no dependiendo de su contenido de producto.

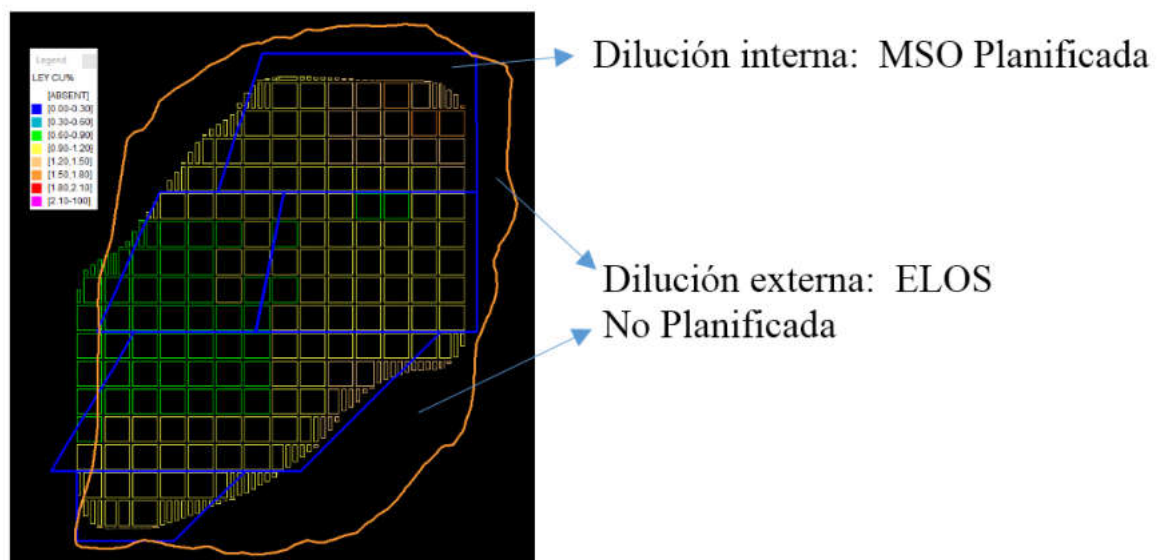


Figura N° 14: Dilución Real; La dilución interna es la que contemplamos en el diseño pero a esto se suma la dilución no planificada que por diferentes factores ocurre.

Fuente: Rol y fuente de dilución en minería subterránea.

4.2.15 Modelo de bloques optimizado

El modelo de bloques de reservas será trabajado realizándolo una corrida con el MSO con los parámetros establecidos de acuerdo al método de minado y evaluada por factores operacionales de las cuales se obtendrán un resultado a la cual llamaremos modelo de bloques optimizados

4.2.16 Proceso de secuenciamiento

EPS Enhanced Production Scheduler, (Programador de producción mejorado) es la herramienta que utilizaremos para realizar la programación de producción diaria, semanal, mensual, trimestral, semestral y anual.

Para comenzar a trabajar con el EPS todo empieza con el GROUPING cuyo objetivo es en base a ellos crear los filtros, seleccionamos sobre una hoja nueva ahí agrupamos por tipo de labor y para ellos creamos una plantilla que se llamara labor en la cual tendremos un campo descriptivo la que aplicaremos.

El filtro nos sirve para filtrar una información específica, cuyo objetivo principal es armar los campos calculados y asignarle el costo según labor, una vez generado los filtros deseados, creamos las fórmulas de campo calculado en este cuadro de dialogo encontraremos por defecto los mismos campos que hemos configurado en el SETUP en Studio 5D Planner por lo que es importante que estén todos como las leyes, ley equivalente, NSR, etc. Todas las fórmulas que creamos deben estar aplicadas a un filtro creado por Ejm. Si creamos el campo calculado ingreso este debe de estar aplicado al filtro mineral (Apply to task) y luego creamos la fórmula: $(\text{Mined Tonnes}) * (\text{LeyEq}) * (\% \text{Rec_Cu}) * (\text{usd_Cu})$ y aplicamos. Todos los campos calculados se describen en el Excel adjunto a la carpeta de EPS procedimientos.

Una de las herramientas más importantes es presentar en la ventana del diagrama de Gantt, los tonelajes por días con sus respectivas leyes (lo que se imprime para el plan mensual en Compañía Minera Condestable).

La ventana de referencias cruzadas, en esta ventana podemos realizar plantillas para los siguientes reportes; Avances y producción y empezamos a llenar los campos que deseamos y tendremos un reporte (por fecha, por semana o por mes dependiendo como está configurado)

A la misma plantilla creada de avances y producción le agregamos los siguientes campos:

- Mineral es el material in situ que es económico.
- Desmonte es el material in situ que no es económico.
- Mined Tonnes es la suma de Mineral + Desmonte.
- Toneladas Mineral es el Mined Tonnes que es mayor igual al Becoff grade o Becoff Value.
- Toneladas Desmonte es el Mined Tonnes que es menor al Becoff grade o Becoff Value.
- Ahora creamos dos plantillas más de Costos y Materiales de sostenimiento.

Creación de equipos para controlar la producción en base a sus ratios

Primero vamos a calendar para ver las horas efectivas de trabajo.

En barra de herramientas del menú:

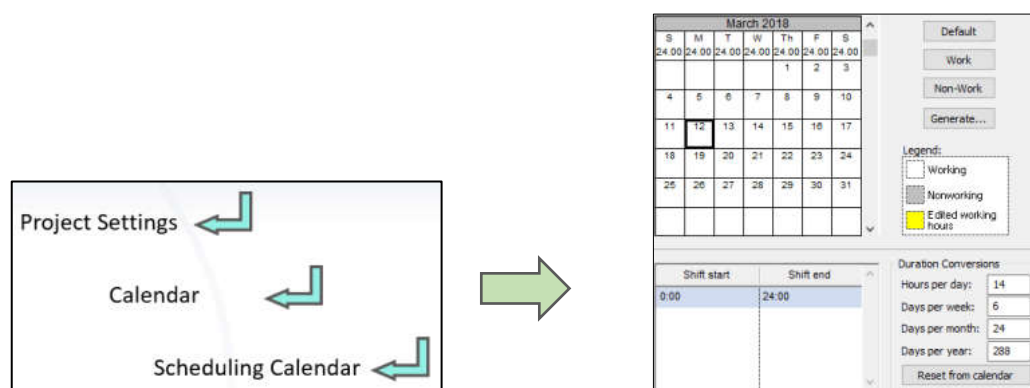


Figura N° 15: Calendarización del programa.

Fuente: EPS procedimientos, CMC 2018.

Después de customizar el calendario vemos que nuestra producción por hora es:

$$15\ 000\text{Tn/mes} \times 1\text{mes}/24\ \text{días} \times 1\ \text{día}/14\text{hrs} = 44,642\ \text{Tn/hr}$$

Y realizando un cálculo similar para una producción de 18 000 Tn/mes es 53,571 Tn/hr y estos valores los colocamos en Production Rate Tables

Luego empadronamos los equipos nuevos con sus respectivas ratios en Production Rate Tables.

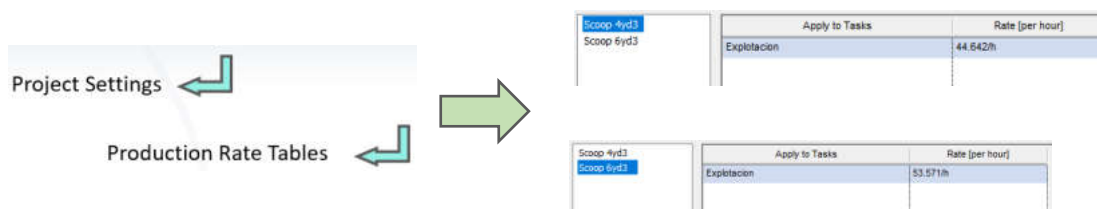


Figura N° 16: Se enumerara los equipos con sus ratios respectivos.

Fuente: EPS procedimientos, CMC 2018.

También podemos colocar el ratio de avance de jumbos en mph (metros/hr) el cual estaría aplicado a los filtros de avance. Por ejemplo si el jumbo tiene 384mts/mes entonces:

Aply to task (Aplicar a la tarea)	Rate “per hour” (Velocidad por hora)
Desarrollo H	$384/24/14 = 1,143\text{m/h}$

También tenemos la pestaña de costos para colocar el costo horario del equipo.

Asignar recursos donde va a trabajar

Nos permitirá calcular la duración de la actividad en base a los ratios y el número de equipos, calcular los ratios con respecto a la duración de la actividad y al número de equipos y calcular el número de equipos en base a la duración de la actividad y los ratios.

Asignación de recursos; los ratios se verán cambiados de acuerdo a la duración de la actividad y cantidad de equipos.

Tabla N° 7: Asignación de recursos

	DURATION	RATE	Nº EQUIPOS	
DRIVING	NO	SI	SI	→ Calcular el tiempo de vida de la mina o el tiempo de duracion de la tarea.
REQUIRED	SI	NO	SI	→ Calcular cuanto tengo que producir mensualmente.
EFFORT DRIVEN	SI	SI	NO	→ Calcular cuantos equipos debo tener.

Fuente: EPS procedimientos, CMC 2018.

4.2.16.1 Procedimiento de ingreso de data al setup del Studio 5D Planner

La planificación minera a corto y mediano plazo se lleva a cabo en el software “5D Planner” para lo cual ingresaremos la data al setup del S5dp, se considera tener activa el Create Derived activities para planificar relleno, dique y/o cámara de bombeo, también activamos el Create Defined activities ya que la actividad dura un tiempo (días) como perforación y/o sostenimiento.

Tener en cuenta que en la pestaña Default Values (valores predeterminados) agregamos filas de desmonte y mineral siempre colocamos al Default 2,7 ya que, sino en los vacíos el volumen será igual al tonelaje, las unidades también deben de tener el mismo estándar en los proyectos, el nombre que se le asigne es opcional y lo podremos ver en el EPS en NAME y solo activamos Create Naming Conventions.



4.2.16.2 Procedimiento de secuenciamiento para el diseño con los string

Se procede el secuenciamiento iniciando en el SETUP: GENERAL/ GEOLOGY/ CONVENTIONS seguido del DESING aquí procedemos a la pestaña Design Directions esta va a limpiar la pantalla y si se guarda se borrará reconoce automáticamente el archivo a evaluar la dirección (hwrs), después de poner las direcciones correctas continuamos con PREPARE y seguimos la secuencia, seleccionamos Apply Desing Definitions (FXS) y solo aceptamos, después continuamos con los parámetros que le damos al string como: Section, Rate, y Distance.

Si no se diferencia los strings en el paso anterior todo será tomado como una sola string, también aquí creamos las secciones necesarias para cada labor, las ratios de mina pueden ser por año, mes o día, después de terminar la configuración ya podremos generar la segmentación y la wireframe de la sección creada para los string.

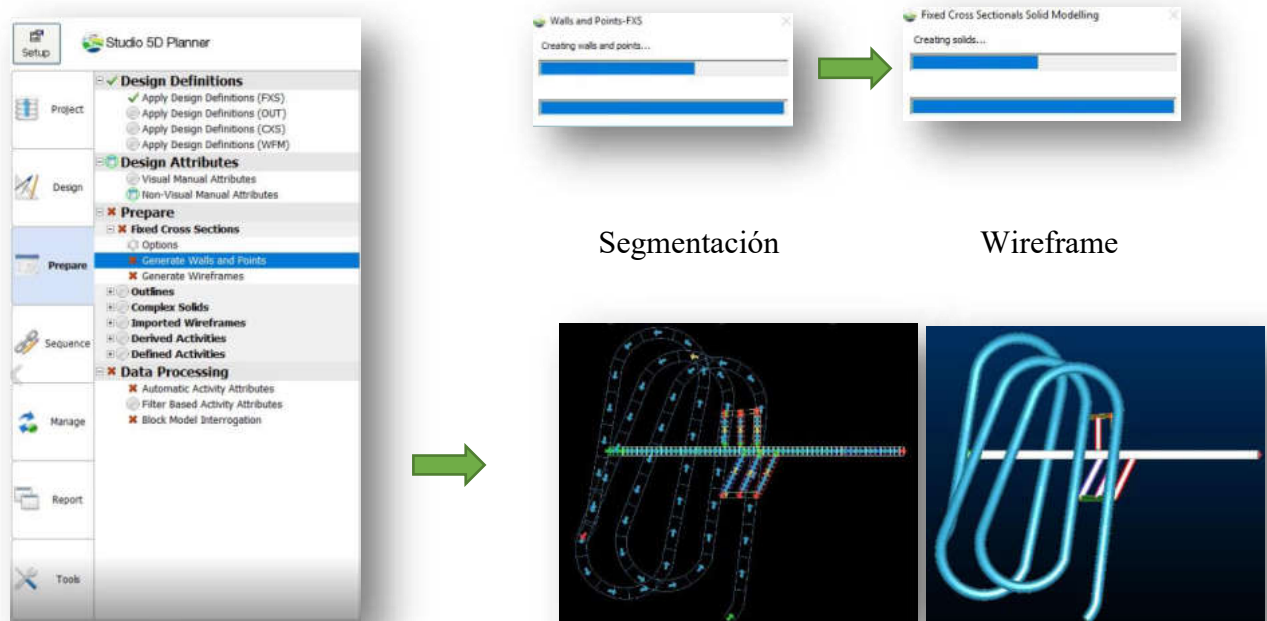


Figura N° 17: Ya generada e identificada los string por labores generamos los que se denomina Wireframe (solidos de las labores).

Fuente: Elaboración propia.

Seleccionamos en Automatic Activity Atributes, para que de manera automática los atributos de otros objetos se estén integrando al proyecto, estos son los atributos de otros objetos que se van a pegar en la wireframe del string (FXS), seleccionamos en Block Model Interrogation para validar el modelo de bloques dentro de las wireframe a evaluar,

por defecto nos pedirá que el modelo de bloques sea validado, no se modificara nada en el modelo de bloques, el proceso termina con la información de cada uno de los segmentos que se han generado, se puede generar reportes de acuerdo a la columna que deseemos en este caso por M4DDESC, donde podemos ver el metraje, leyes y posteriormente si deseo llevarlos a un CSV y/o Excel, se puede trabajar con esta información si el 5D Planner no tiene secuencia miento.

Después de haber interrogado el modelo lo tenemos que dar una secuencia para lo cual crearemos dependencias usando reglas de acuerdo nuestra secuencia de avance que se crea conveniente.

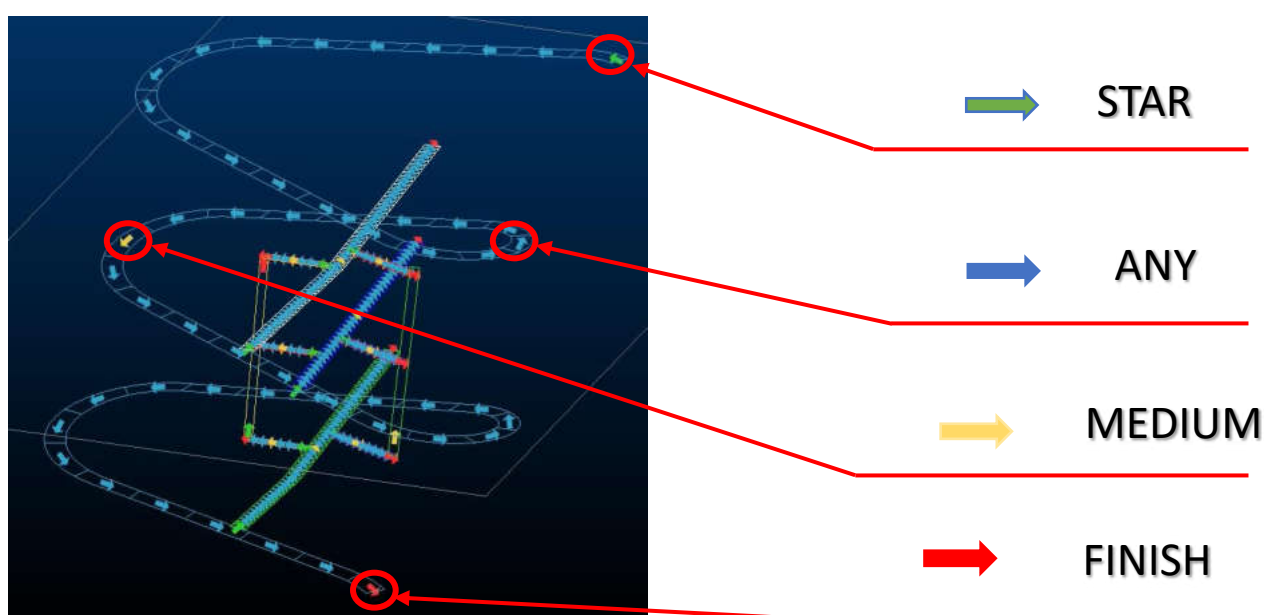


Figura N° 18: Se genera una secuencia de avances generando dependencias de acuerdo a los avances programados.

Fuente: Elaboración propia.

En la pestaña Automatic Dependency Definitions se tiene la opción de crear una nueva lista de reglas, asignamos un nombre a la lista de reglas que se va a trabajar, después de haber creado la dependencias se procesara la data, se tiene que haber procesado tantas dependencias como data se ha cargado, después de crear las dependencias tenemos que validarlas, se guardara y verificaremos errores en las dependencias, posibles errores que aparezcan en las dependencias aparecerán y si no existen errores en las dependencias continuara el proceso, después de haber generado la secuencia exportamos la data al EPS, luego de haber exportado la data generada abrimos el EPS desde la misma ventana en Open Project Schedule para abrir el EPS es necesario abrir el EPS desde el 5D

Planner para que estén vinculados, finalmente vemos la secuencia en 3D para ver si hay coherencia de las dependencias.

Primero botón recircular y luego play.

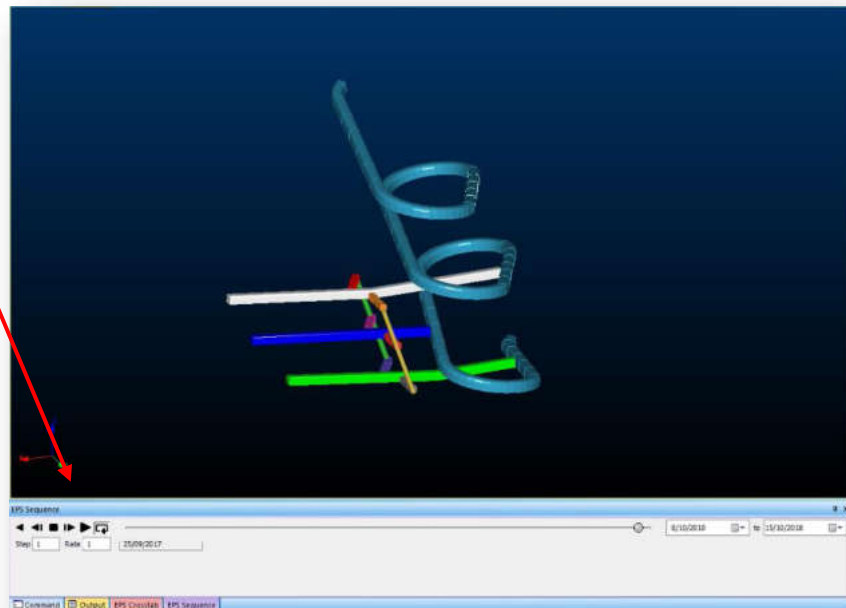


Figura N° 19: Se modela en 3D de acuerdo a la secuencia generada por las dependencias.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.16.3 Procedimiento de ingreso data combinada al setup del Studio 5D Planner

Después de haber realizado la configuración en el SETUP: GENERAL/ GEOLOGY/ CONVENTIONS/ DESING realizamos la configuración en GENERAL.

En la ventana Geology agregamos el modelo a interrogar y depletar, se configura de esta manera para que interroge la sección y saber el volumen, tonelajes y leyes que encierra la sección, si cruzamos modelo de bloques debemos descontar para no reportar a la hora de interrogar el Complex solid para no duplicar, elegiremos FIXED CROSS SECTIONAL si son string, COMPLEX SOLID o WIFRAME si son minables, y si son varios modelos elegimos el número de block correspondiente al que se quiere interrogar, en Default Values agregamos filas el Desmonte y Mineral en este caso colocaremos como Default 2,7 ya que sino en los vacíos el volumen será igual al tonelaje, estos atributos que se agreguen a la wireframe de la string, servirá en los cálculos de EPS y para los filtros cuando existan varios modelos en evaluación, los campos mostrados se agregaran a la wireframe generada en el string de diseño (FXS) son los campos de un zoneamiento en 3D (Wireframe) y de una grilla de string en el plano XY, las unidades también deben tener el mismo estándar en los proyectos, a diferencia de evaluar solo string de diseño

aquí evaluaremos el modelo de bloques por lo que tendremos tajos, tenemos que crear la fila relleno, Naming es opcional y lo podremos ver en el EPS, si no se diferencia los strings todo será tomado como una sola string, los ratios de mina que puede ser por año, mes o día, en la pestaña Desing Definitions, aquí escogeremos el método de minado y colocamos el tonelaje programado para que luego inicie el proceso para buscar puntos y generar las paredes de la string de diseño del tajo.

Puntos del tajo generado para crear dependencias.

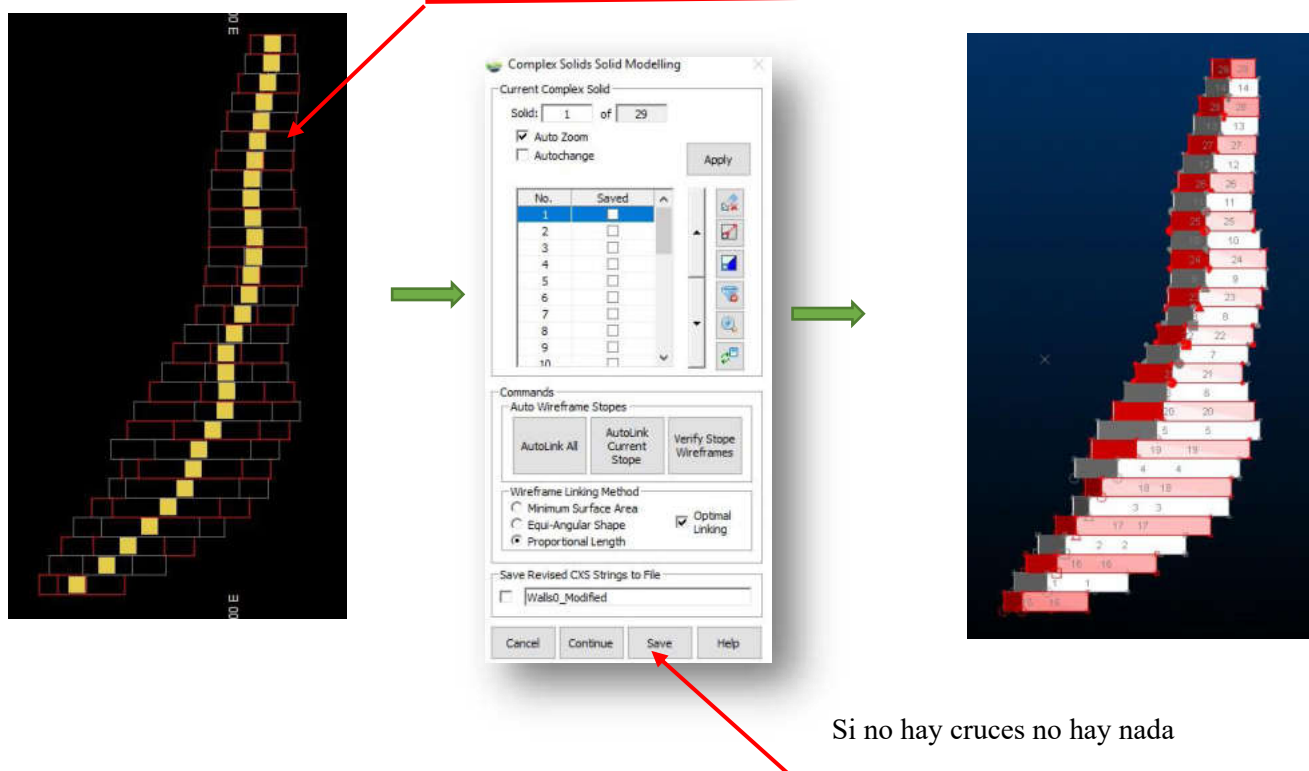
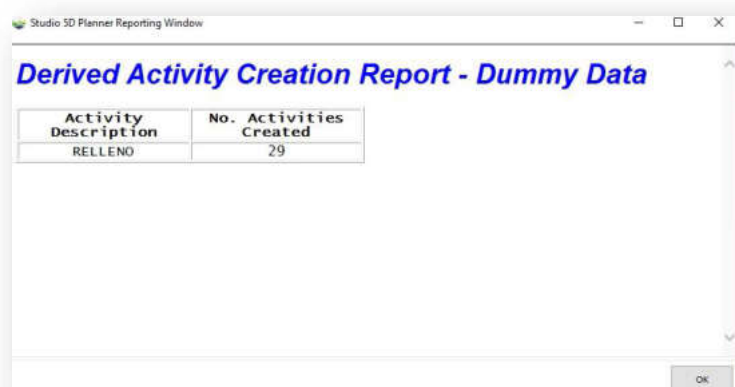


Figura N° 20: Secuenciada de acuerdo a los atributos ingresados este ara la evaluación de cada stock para satisfacer la programación requerida.

Fuente: Elaboración propia.

Ahora tendremos que crear el filtro de relleno en el cuadro de dialogo Filters, luego creamos una actividad nueva, activamos los Strings y points después de haber creado la actividad, agregamos las filas, luego de haber creado las filas respectivas guardamos, después de haber creado el filtro de relleno regresamos al cuadro de dialogo Derived Activities, creamos un nuevo Items, colocamos la unidad con la que creamos en el Setup (Rm3) y finalmente lo creamos.

Resultado del proceso es la Generación automática de la wireframe de Relleno creadas, después de crear las actividades derivadas obtenemos un reporte del número de actividades creadas.



Activity Description	No. Activities Created
RELLENO	29

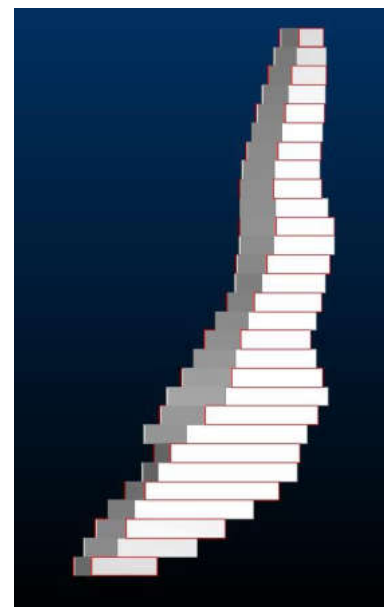


Figura N° 21: Generación automática de la wireframe que será la representación de los rellenos.

Fuente: Elaboración propia.

El proceso de atributo de actividades automáticas usa las definiciones de atributos en la configuración SETUP, seleccionamos Automatic Activity Attributes y nos botara definiciones de atributos realizadas en la configuración setup. El proceso de interrogación de modelo de bloques permite verificar y validar un modelo de bloques geológico antes de ser utilizado en el proceso de interrogación, seleccionamos en Block Model Interrogation y luego nos pedirá evaluar el modelo de bloques.



Figura N° 22: Antes de interrogar un modelo de bloques este será verificado y validado para corroborar que las dependencias sean iguales a las que fueron insertadas para realizar el secuenciamiento en el S5DP.

Fuente: Elaboración propia.

Terminamos con el reporte de evaluación.

MINA	UNIDAD	NIVEL	STOPE	NUMBER	VOLUMEN	DENSITY	TM	CU_G	AU_G	AG_G	F.D1	TMD	DENS	F.D2	CU_P	AU_P	AG_P	NSR
RAUL	Calicantro	-215	Stope_1	1	391	2.95	1,155	1.18	0.32	9.03	0.15	1,429	2.75	0.09	0.94	0.26	7.22	54.41
RAUL	Calicantro	-215	Stope_2	2	472	2.94	1,390	1.16	0.32	9.08	0.07	1,493	2.96	0.00	1.08	0.30	8.45	58.42
RAUL	Calicantro	-215	Stope_3	3	442	2.95	1,306	1.16	0.30	8.73	0.07	1,425	2.92	0.02	1.06	0.28	7.99	56.83
RAUL	Calicantro	-215	Stope_4	4	385	3.06	1,178	1.12	0.27	7.88	0.12	1,438	2.80	0.10	0.91	0.22	6.40	50.26
RAUL	Calicantro	-215	Stope_5	5	386	3.16	1,220	1.08	0.22	6.84	0.06	1,429	2.86	0.11	0.92	0.19	5.80	46.61
RAUL	Calicantro	-215	Stope_6	6	358	3.16	1,128	0.93	0.17	5.59	0.06	1,349	2.82	0.13	0.78	0.14	4.64	39.23
RAUL	Calicantro	-215	Stope_7	7	340	3.11	1,058	0.85	0.17	5.24	0.06	1,293	2.66	0.16	0.69	0.14	4.25	34.44
RAUL	Calicantro	-215	Stope_8	8	331	3.02	1,002	0.85	0.16	4.95	0.09	1,239	2.52	0.15	0.68	0.13	3.96	33.49
RAUL	Calicantro	-215	Stope_9	1	291	2.79	809.71	0.88	0.18	4.20	0.12	1,036	2.44	0.16	0.68	0.14	3.23	36.45
RAUL	Calicantro	-215	Stope_10	2	197	3.02	594.48	0.87	0.19	5.17	0.07	728	2.47	0.15	0.70	0.15	4.18	33.93
RAUL	Calicantro	-215	Stope_11	3	293	2.90	850.94	0.94	0.33	6.79	0.13	1,105	2.57	0.17	0.71	0.25	5.15	43.12
RAUL	Calicantro	-215	Stope_12	4	223	2.96	659.06	0.85	0.17	4.97	0.03	769	2.63	0.14	0.72	0.15	4.24	35.87
RAUL	Calicantro	-215	Stope_13	5	381	2.98	1135.40	0.96	0.44	8.65	0.07	1,219	2.99	0.00	0.89	0.41	8.06	52.56
RAUL	Calicantro	-215	Stope_14	6	252	2.91	734.82	0.85	0.17	4.88	0.00	823	2.70	0.12	0.76	0.15	4.36	37.67
RAUL	Calicantro	-215	Stope_15	7	427	3.03	1294.45	0.97	0.52	10.07	0.06	1,449	2.88	0.06	0.86	0.46	8.97	52.13
RAUL	Calicantro	-215	Stope_16	8	262	2.91	763.36	0.84	0.17	5.06	0.10	821	2.85	0.00	0.76	0.16	4.60	39.46
RAUL	Calicantro	-215	Stope_17	9	367	3.05	1116.96	1.03	0.52	10.18	0.24	1,137	3.04	0.00	0.83	0.42	8.18	57.82
RAUL	Calicantro	-215	Stope_18	10	271	2.91	787.89	0.81	0.17	4.95	0.05	861	2.92	0.05	0.74	0.16	4.53	39.22
RAUL	Calicantro	-215	Stope_19	11	378	3.06	1155.59	1.10	0.52	9.89	0.16	1,370	3.06	0.02	0.92	0.44	8.32	60.84
							19,340	0.99	0.30	7.31	0.09	22,411		0.08	0.84	0.25	6.18	46.73

Figura N° 23: Reporte de evaluación.

Fuente: Presentación MSO-2, CMC 2018.

Ahora realizaremos una secuencia de salida manual y no automática (usando reglas).



Figura N° 24: Secuencia de salida manual y no automática; Aquí la secuencia se realizara trazando líneas de acuerdo al ciclo de minado.

Fuente: Presentación MSO-2, CMC 2018.

Luego de terminar la secuencia verificamos que sea correcta, guardamos y verificamos errores en las dependencias, posibles errores que aparezcan en las dependencias se mostraran.

Después de haber generado la secuencia y exportamos la data al EPS le damos la corrida en Send all data to a new EPS Schedule File y si tenemos una plantilla guardada anteriormente aquí es donde la llamamos, luego de haber exportado la data generada abrimos el EPS desde el mismo proyecto, es necesario abrir el EPS desde S5DP para que estén vinculados.

Finalmente vemos la secuencia en 3D para ver si hay coherencia de las dependencias.

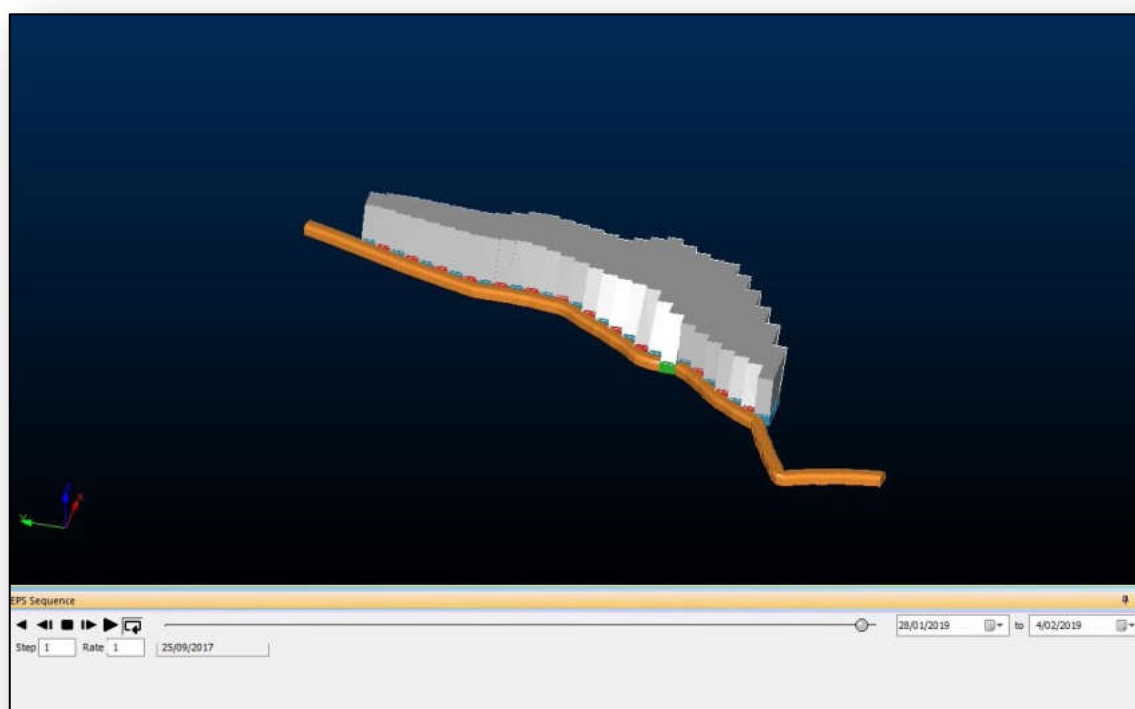
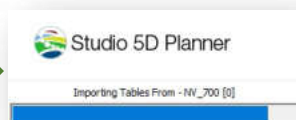
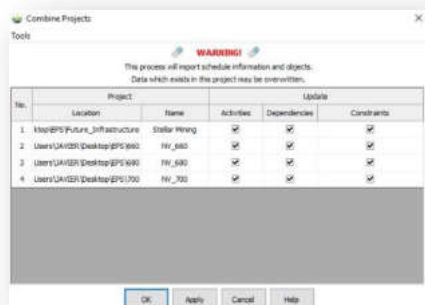


Figura N° 25: Se modela de manera interactiva y secuencialmente de acuerdo a la coherencia de las dependencias.

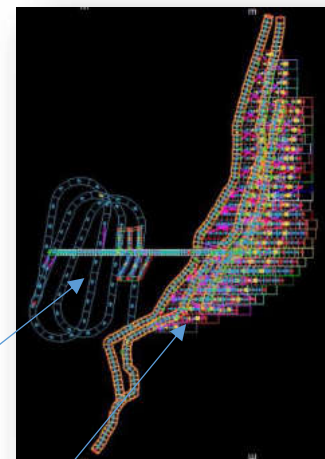
Fuente: Elaboración propia.

Después de haber preparado los niveles, el siguiente paso es combinar los proyectos de los diferentes niveles en uno solo, para ello cerramos el Studio 5D Planner luego creamos una carpeta nueva para generar un nuevo proyecto en el Studio 5D Planner, una vez en la interface del Studio5D Planner siempre actualizamos para ver los archivos nuevos si lo tuviéramos, Ahora para combinar diferentes proyectos debo tener identificados de donde los voy a jalar.

Es por ello que al momento de combinar si no tiene la misma nomenclatura botará error, si no existiese ningún error continuamos para darle una secuencia lógica entre la infraestructura y niveles con los mismos pasos ya realizados Sequence / Create Dependencies / Checks / Save and valided.



Importando las tablas de cada proyecto en uno solo



Infraestructura Futura

Niveles

Figura N° 26: Procedimiento para secuenciar en 3D con diferentes niveles y observar si hay coherencia de las nomenclaturas y dependencias.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente vemos la secuencia en 3D para ver si hay coherencia de las dependencias

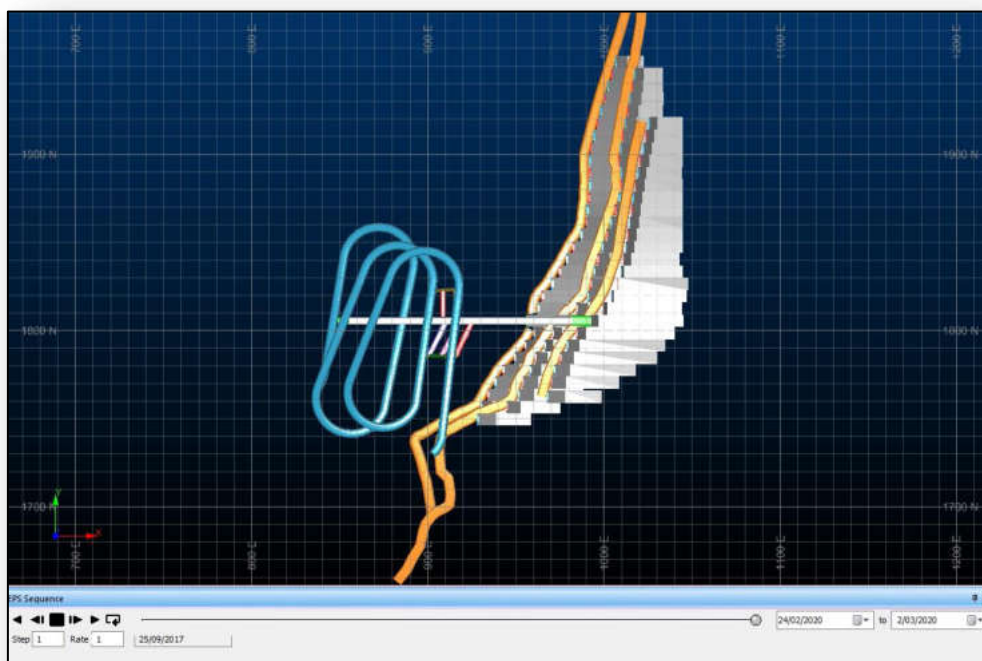


Figura N° 27: Se modela de manera interactiva en 3D para ver si hay coherencia de las dependencias creadas.

Fuente: Elaboración propia.

Después de realizar este secuenciamiento en el S5DP se exporto la data al EPS para trabajar las tablas con leyes geológicas, leyes diluidas, tonelaje de mineral, tonelaje de desmonte, tonelaje diluido y NSR diluido, etc.

4.2.1. Descripción de la experimentación

La zonificación de la investigación está dada dentro de la mina Raúl de la Unidad Producción Condestable, en las que existen cuerpos mineralizados a la cual realizaremos cortes por niveles para realizar un óptimo secuenciamiento de minado y llegar así a un plan diario, semanal y mensual.

4.2.2. Métodos técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.2.2.1. Recopilación de información

Consistió en la obtención de la información teórica necesaria para poder desarrollar la investigación adecuadamente y con la metodología correcta.

4.2.2.2. Obtención de información de campo

Se realizó la toma y recolección de datos de campo necesarios para realizar la investigación, las cuales se muestran en el anexo N° IV.

4.2.2.3. Trabajo de gabinete

Se procesó, analizó y modeló toda la información recopilada para la investigación mediante los softwares Datamine. Para lo cual se recopiló datos del programa mensual comparativamente con el ejecutado en campo tal como muestra el anexo N° IV ya identificada los déficit entre programado y ejecutado se realiza un trabajo conjunto con el área de geología para definir los objetivos trazados anualmente en la unidad minera, ya teniendo claro los objetivos se inicia el proceso de secuenciar las operaciones unitarias de la mina tal como se detalla en el capítulo IV Desarrollo y Resultados, pudiendo obtener distintas alternativas de secuenciamiento de minado la cual será guiada y mejorada por la experiencia y operatividad del equipo de trabajo para así poder obtener resultados favorables en la unidad minera, se detalla en el capítulo V.

4.2.2.4. Interpretación de los resultados

La interpretación se realizó con herramientas estadísticas cuantitativas y de calidad, cuyos resultados se muestran y detallan en el ítem 4.2.16 Resultados

4.2.2.5. Análisis y propuesta de mejoras

Aquí analizaremos todos los resultados obtenidos y se plantea mejoras.

4.2.2.6. Procesamiento y análisis de datos

Con la información bibliográfica obtenida para la investigación y los datos tomados en campo, mediante los análisis comparativos y descriptivos, se realizó la optimización del secuenciamiento del plan de minado para un mejor secuenciamiento de un plan semanal y mensual, recurriendo a técnicas operacionales de minado productivo, así como también a experiencias profesionales de Planificación Minera.



4.2.17 Resultados

4.1.17.1 Producción en toneladas antes de realizar el secuenciamiento del plan de minado a corto plazo, en el año 2018

Tabla N° 8: Tabla Comparativa de programas mensuales y ejecutados del primer semestre del año 2018.

Mes	Suma de Tn programado por mes	Suma de Tn ejecutado por mes	Preparaciones ejecutados (m) por mes	Tonelaje ejecutado por día
Marzo	90 000	31 740	233	1 058
Abril	90 000	106 964	524	3 565
Mayo	180 000	174 866	419	5 829
Junio	180 000	167 654	667	5 588
Julio	180 000	159 385	797	5 313
Total	720 000	640 609	2 640	

Fuente: Departamento de Planeamiento e Ingeniería.

Para el primer semestre del año 2018 se tuvo un incremento gradual en la producción de mina Raúl donde el comparativo del programado y ejecutado indica que hubo un cumplimiento de 89% quedando con una deuda de 11% para la mina Raúl.

4.2.17.1 Tabla de resumen de producción en toneladas después de realizar el secuenciamiento del plan de minado a corto plazo, en el año 2018

Tabla N° 9: Datos recuperados de los reportes mensuales de producción programado y ejecutado del segundo semestre del año 2018.

Mes	Suma de Tn programado por mes	Suma de Tn ejecutado por mes	Preparaciones ejecutados (m) por mes	Tonelaje ejecutado por día
Agosto	180 000	171 613	792	5 720
Setiembre	180 000	174 931	825	5 831
Octubre	180 000	182 549	810	6 085
Noviembre	180 000	181 477	832	6 049
Diciembre	180 000	185 286	817	6 176
Total	900 000	895 856	4 076	

Fuente: Departamento de Planeamiento e Ingeniería.



Para el segundo semestre del año 2018 ya aplicando el secuenciamiento del plan de minado para mina Raúl se obtuvo según el cuadro comparativo programado y ejecutado un cumplimiento de producción del 99%.

4.2.17.2 Resumen del total del valor comercial optimizado

Tabla N° 10: Resumen del total del valor comercial optimizado.

		Tonelaje Ejecutado	Sumatoria	Costo en \$/tonelada	Valor Comercial (\$)
Producción en tonelajes antes de realizar el secuenciamiento del plan de minado a corto plazo	Marzo	31 740			
	Abril	106 964			
	Mayo	174 866	640 609	60	38 436 540
	Junio	167 654			
	Julio	159 385			
Producción en tonelajes después de realizar el secuenciamiento del plan de minado a corto plazo	Agosto	171 613			
	Setiembre	174 931			
	Octubre	182 549	895 856	60	53 751 360
	Noviembre	181 477			
	Diciembre	185 286			
Total valor					92 187 900

Fuente: Departamento de Planeamiento e Ingeniería.

Durante el año 2018 la producción de mina Raúl tuvo un incremento gradual es así que se vio reflejada en sus dos semestres del año siendo a partir de segundo semestre en la cual se optó por implementar paquetes informáticos que optimicen el secuenciamiento de minado en mina Raúl la cual se vio reflejada en un cumplimiento del 99% del programado en tonelaje roto de mineral y una incremento del \$9 218 790 con referencia al primer semestre del año 2018.



4.2.17.3 Gráfico Comparativo de producción antes y después de realizar el secuenciamiento del plan de minado a corto plazo, en el año 2018

Antes:

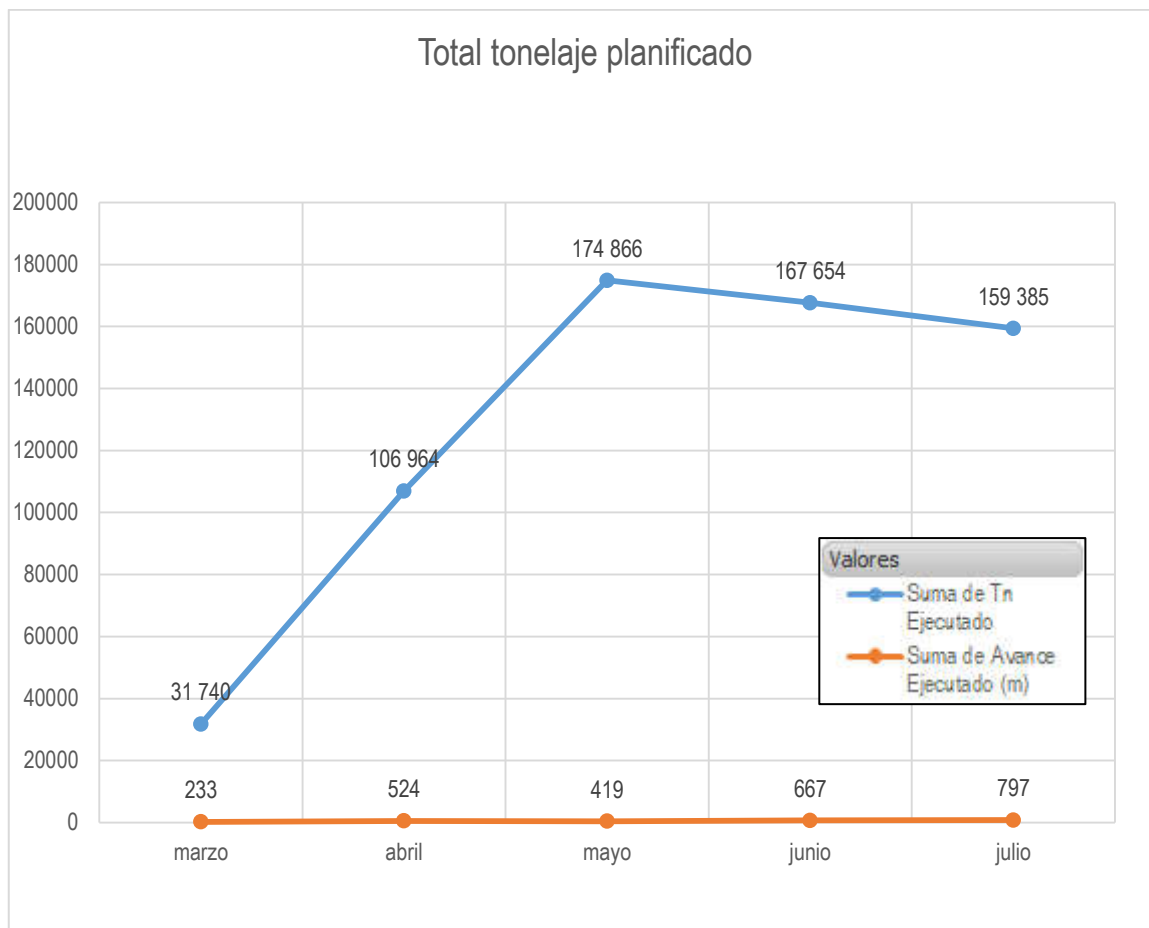


Figura N° 28: Comparativo de producción antes de realizar el secuenciamiento del plan de minado a corto plazo por mes.

Fuente: Elaboración propia.

Para el primer semestre del año 2018, no tuvo un buen inicio ya que para el mes de marzo solo se obtuvo un cumplimiento de 35,27% del programado en tonelaje de mineral, la cual se comprometió al mes de abril recuperando solo 18,85% de mineral en deuda, ya para los meses siguientes su programa de producción incremento a 180 000 Tn de mineral generando un cumplimiento promedio de 89%.

Después:

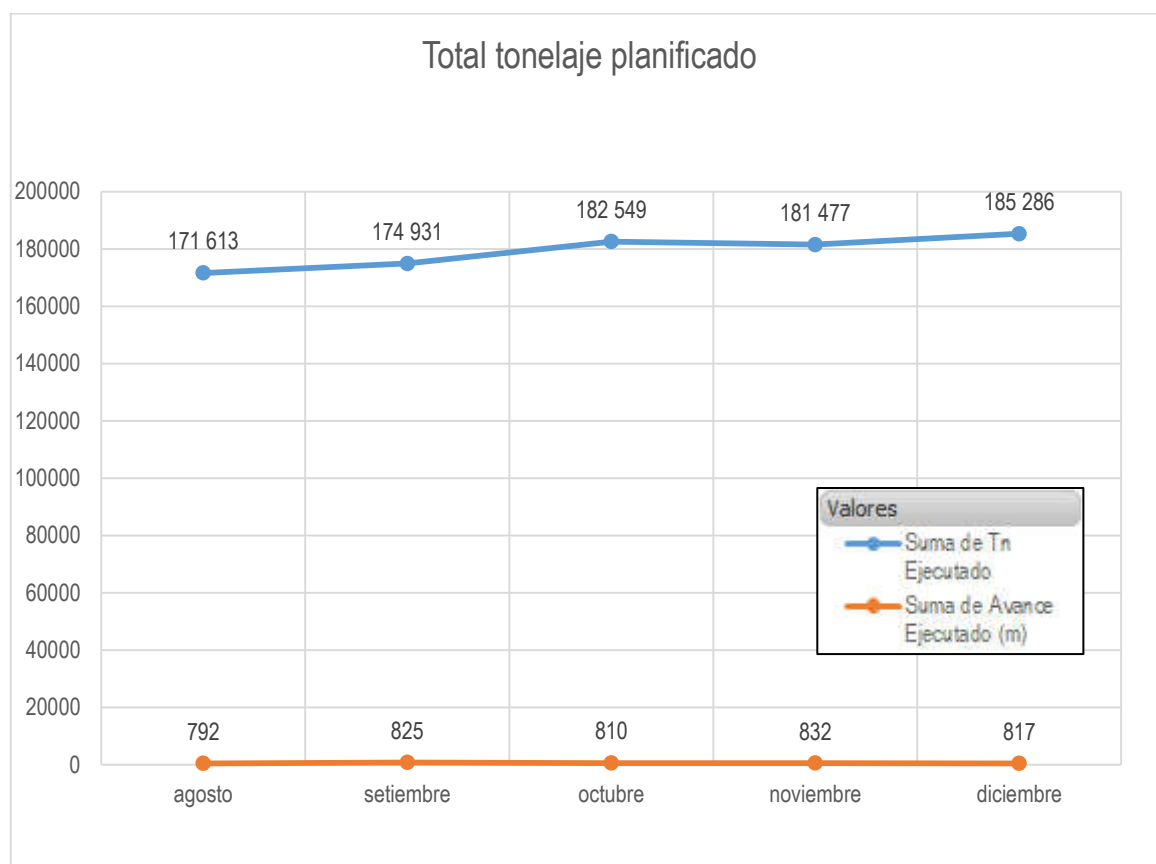


Figura N° 29: Comparativo de producción después de realizar el secuenciamiento del plan de minado a corto plazo por mes.

Fuente: Elaboración propia.

Para el segundo semestre del año 2018, se detalla un incremento del programa de producción a 180 000 Tn de mineral dando como resultados un cumplimiento promedio de 99%, cabe resaltar que al incrementar la producción de mina se vio comprometido la inversión generada en el incremento de avances en preparaciones y desarrollo de mina.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Conclusión 1: Se logró optimizar el método de explotación de Taladros Largos con el secuenciamiento del plan de minado a corto plazo aplicando el software minero Datamine generando un cumplimiento de programado & ejecutado del 99%.

Conclusión 2: El secuenciamiento de plan de minado a corto plazo mejoro la productividad de mina Raúl, de tal manera que se logra cumplir con el tonelaje programado por el área de Planeamiento e Ingeniería y Operaciones Mina, teniendo así mejores estándares de producción. Es por ello que para el primer semestre del 2018 se tuvo un cumplimiento promedio de programado & ejecutado de 89% dejando una deuda de mineral roto de 11% equivalente a 79,200Tn. En el segundo semestre del año 2018 se obtuvo un cumplimiento de producción del 99% de mineral dejando una deuda del 1% equivalente a 9,000 Tn de mineral.

Conclusión 3: El secuenciamiento de plan de minado a corto plazo optimizo los costos de producción, debido a que con el empleo del software minero Datamine, se optimizó los ciclos de operación y tiempos muertos, reflejándose directamente en los costos, logrado un incremento del valor comerciable de \$9, 218,790.00 con referencia al primer semestre del año es importante aclarar que para el segundo semestre del año se incrementó el programa de producción de mina Raúl.



5.2 Recomendaciones

Recomendación 1: Se recomienda capacitar al personal que está directamente involucrado en la planificación de operaciones de explotación de Taladros Largos, en el uso del software minero Datamine.

Recomendación 2: Se recomienda aplicar el secuenciamiento de plan de minado a corto plazo para mejorar la productividad y por ende en la mejor optimización de costos de producción en toda la explotación minera de Compañía Minera Condestable.

Recomendación 3: Se recomienda tener un control óptimo de la sobre rotura, del uso de los aceros de perforación, explosivos y accesorios de voladura, ya que el uso inadecuado genera costos de producción altos.



Referencia Bibliográfica

APAZA, Arivilca Edwin Robin. 2013. repositorio.unsa.edu.pe. *repositorio.unsa.edu.pe*. [En línea] UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA, 2013. [Citado el: 03 de Marzo de 2019.] <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4034/MIaparer119.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

APAZA, Arivilca Edwin Robin. 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.*. Arequipa : Ed. UNSA, 2013.

ARKIPLUS. 2018. www.arkiplus.com. *www.arkiplus.com*. [En línea] Arkiplus, 15 de Octubre de 2018. [Citado el: 09 de Abril de 2019.] <https://www.arkiplus.com/rampas-en-mineria/>.

BUSTAMANTE, Morales José Carlos. 2018. www.monografias.com. *www.monografias.com*. [En línea] Tubos para la explotación de taladros largos en explotación subterránea, 2018. [Citado el: 15 de Febrero de 2019.] <https://www.monografias.com/trabajos68/tubos-exploracion-taladros-explotacion-subterranea/tubos-exploracion-taladros-explotacion-subterranea.shtml#:~:text=TALADROS%20LARGOS%20EN%20EL%20METODO%20DE%20ABERTURA%2DFINALIZACION&text=Como%20en%20el%20m%C3%A9tod>.

CALLA, J Conde M. Y Vásquez O. 2012. Calameo. *Calameo*. [En línea] Volcan Cia, minera SAA, 14 de Octubre de 2012. [Citado el: 15 de Febrero de 2019.] <https://es.calameo.com/read/004289901fc08f3544e17>.

CAMHI, Andrade Jorge Felipe. 2012. repositorio.uchile.cl. *repositorio.uchile.cl*. [En línea] UNIVERSIDAD DE CHILE, Diciembre de 2012. [Citado el: 22 de Septiembre de 2020.] http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/114467/cf-camhi_ja.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

CHARAJA, Larico Harold Efrain. 2014. *“Planeamiento Estratégico Y Operacional Con Uso Del Software Datamine En Mina Subterránea Condestable”*. Arequipa : UNSA, 2014.



CONSEMINCO. 2018. es.scribd. *es.scribd.* [En línea] 25 de diciembre de 2018. <https://es.scribd.com/presentation/223953325/Control-de-Operaciones-Mineras>.

EMPSAC, Estudios Mineros del Peru SAC. 2011. *Manual de Minería.* Lima : Ed. Polo, 2011.

ESAN. 2016. www.esan.edu.pe. *www.esan.edu.pe*. [En línea] ESAN, 05 de Mayo de 2016. [Citado el: 12 de Diciembre de 2018.] <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/05/el-planeamiento-estrategico-minero/>.

FIDIAS, G. Arias. 2012. *El Proyecto de Investigación.* Caracas : Episteme, 2012.

Geología Minera Condestable. **CONDESTABLE. 2018.** Lima : Ed. Condestable, 2018, Vol. primero.

GÓMEZ, C. 2018. Elaboración de planes de Emergencia y Contingencias. Tesis de Maestría en Prevención de Riesgos Laborales. *Elaboración de planes de Emergencia y Contingencias. Tesis de Maestría en Prevención de Riesgos Laborales.* [En línea] 21 de Septiembre de 2018. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/14161/DESASTRE%20ANUNCIADO%20-%20TESIS..>

GÓMEZ, Jeria Alejandra Nicolette. 2015. repositorio.uchile.cl. *repositorio.uchile.cl*. [En línea] UNIVERSIDAD DE CHILE, Abril de 2015. [Citado el: 20 de Febrero de 2019.] <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/133340/Secuenciamiento-multicriterio-para-mineria-subterranea-selectiva.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

GRIFOL, Daniel. 2017. <https://danielgrifol.es>. *https://danielgrifol.es*. [En línea] Planificación a largo plazo, Enero de 2017. [Citado el: 14 de Febrero de 2019.] <https://danielgrifol.es/planificacion-largo-plazo/>.

INGEMMET. 1983. repositorio.ingemmet.gob.pe. *repositorio.ingemmet.gob.pe*. [En línea] INGEMMET, 1983. [Citado el: 18 de Agosto de 2019.] https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/164/106/A044-Boletin_Mala_Lunahuana_Tupe_Canayca_Chincha_Tantara_Castrovirreyna.PDF.



JAMBO, Maicol. 2016. prezi.com. *prezi.com*. [En línea] ORGANIZACIÓN DE MINERA HUALLANCA SAC, 11 de septiembre de 2016. [Citado el: 09 de 04 de 2019.] <https://prezi.com/qs066prjms6l/planeamiento-de-minado-a-corto-plazo/>.

JERIA, ALEJANDRA NICOLETTE GÓMEZ. 2015. [En línea] UNIVERSIDAD DE CHILE, ABRIL de 2015. [Citado el: 07-10-2020 de OCTUBRE de 2020.] <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/133340/Secuenciamiento-multicriterio-para-mineria-subterranea-selectiva.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

LOPEZ, Gimeno Carlos. 2017. *Manual de Perforacion, Explosivos y Voladuras. Minería y Obras Públicas.* Lima : UNI, 2017.

Memoria anual. **CONDETABLE. 2016.** Lima : Ed, Corporacion de Gestion Minera., 2016, Vol. Primero.

MINEM. 2016. LEGISLACIÓN / DS 024-2016-EM - APRUEBAN REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN MINERÍA. *LEGISLACIÓN / DS 024-2016-EM - APRUEBAN REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN MINERÍA.* [En línea] 31 de julio de 2016. http://www.minem.gob.pe/_detalle.php?idSector=1&idTitular=7483.

NUÑEZ, Prado Juan Carlos. 2012. repositorio.uncp.edu.pe. *repositorio.uncp.edu.pe*. [En línea] UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU, 2012. [Citado el: 12 de Diciembre de 2018.] <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3172/Nu%C3%B1ez%20Padro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

ORTEGA, Gerardo J. 2017. planificacionpalmares. *planificacionpalmares*. [En línea] jimdo, 5 de Febreo de 2017. [Citado el: 2 de Enero de 2019.] <https://planificacionpalmares.jimdo.com/pcdhl-palmares/6-planes-mediano-plazo/>.

PALACIOS, León Raúl. 2012. alicia.concytec.gob.pe. *alicia.concytec.gob.pe*. [En línea] CONCYTEC, 2012. [Citado el: 18 de Febrero de 2019.] https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_39620900725b359fa52b6013570e3cc0.

REYES, Pablo. 2016. scribd.com. *scribd.com*. [En línea] MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN – SELECCIÓN DE MÉTODO, 25 de Agosto de 2016. [Citado el: 09 de Abril de 2019.] <https://es.scribd.com/doc/3933763/Apunte-METODOS-DE-EXPLOTACION>.

RUBIO, Esquivel Enrique. 2011. repositorio.uchile.cl. *repositorio.uchile.cl*. [En línea] UNIVERSIDAD DE CHILE, 2011. [Citado el: 01 de Agosto de 2020.] http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2011/cf-vargas_mv/pdfAmont/cf-vargas_mv.pdf.

SALAS, Hurtado Luis Alberto. 2013. *Estudio de KPIs en en los Equipos de Perforacion cargui y acarreo para el incremento de produccion de 3000 a 3600 TN/Dia*. Arequipa : tesis, 2013.

VARGAS, Olarte Jorge Luis. 2018. es.scribd.com. *es.scribd.com*. [En línea] CIA MINERA CONDESTABLE.SA, 2018. [Citado el: 05 de Febrero de 2019.] <https://es.scribd.com/doc/219650387/MINERA-CONDESTABLE>.

VIDAL, Navarro Llamque oscar. 1999. *Explotación Subterranea Métodos y Casos Practicos*. Puno : Universidad Nacional del Altiplano, 1999.



Anexos

Anexo I Matriz de consistencia

Anexo II Diseño de carguío y secuencia de salida MINA RAUL

Anexo III Planos: Taladros Largos, Secuencia de minado

Anexo IV Programa de producción Agosto 2018

Anexo V Panel fotográfico



ANEXO I MATRIZ DE CONSISTENCIA.

Matriz de consistencia				
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensión
<p>Problema general</p> <p>¿Cómo se optimizará el método de explotación de Taladros Largos con un adecuado secuenciamiento de minado en la Mina Raúl?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Optimizar el método de explotación de Taladros Largos con un adecuado secuenciamiento del plan de minado a corto plazo en la Mina Raúl.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>Se logrará Optimizar el método de explotación de Taladros Largos con un adecuado secuenciamiento del plan de minado a corto plazo en la Mina Raúl.</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Secuenciamiento del plan de minado a corto plazo.</p>	<p>Planificación minera</p> <p>Operaciones</p>
<p>Problema específico</p> <p>¿De qué manera la falta de un adecuado secuenciamiento del plan de minado a corto plazo afecta la productividad en la Mina Raúl?</p> <p>¿De qué manera la falta de un adecuado secuenciamiento de plan del minado a corto plazo afecta los costos de producción en la Mina Raúl?</p>	<p>Objetivos específico</p> <p>Realizar un adecuado secuenciamiento del plan de minado a corto plazo para mejorar la productividad en la Mina Raúl.</p> <p>Realizar un adecuado secuenciamiento del plan de minado a corto plazo óptimo para optimizar los costos de producción en la Mina Raúl.</p>	<p>Hipótesis específico</p> <p>El adecuado secuenciamiento de plan de minado a corto plazo, mejorará la productividad en la Mina Raúl</p> <p>El adecuado secuenciamiento de plan de minado a corto plazo optimizará los costos de producción en la Mina Raúl</p>	<p>Variable dependiente</p> <p>Optimizar el método de explotación de Taladros Largos con el Software Datamine</p>	<p>Productividad</p> <p>Costos de producción</p>

Fuente: Propia



DISEÑO DE CARGUÍO Y SECUENCIA DE SALIDA
SLOT Y FILAS DE PRODUCCION TAJO 01 – MINA RAUL

1.- CUADRO DE CARGUÍO SLOT

TAL	LONG.	INCL.	ESTADO	TACO SUPERIOR	LONG. RESTANTE	% CARGUÍO	LONG. A CARGAR	TACO INFERIOR	kg explosivo/m	kg explosivo/tal
1 LP	15.94	79	Pasante	1.25	14.69	93%	13.66	1.0	2.55	34.84
3 LP	15.86	79	Pasante	1.25	14.61	93%	13.59	1.0	2.55	34.65
4 LP	15.78	79	Pasante	1.25	14.53	93%	13.51	1.0	2.55	34.46
5 LP	16.09	79	Pasante	1.25	14.84	93%	13.80	1.0	2.55	35.19
6 LP	16.22	79	Pasante	1.25	14.97	93%	13.92	1.0	2.55	35.50
6 LP	15.69	79	Pasante	1.25	14.44	93%	13.43	1.0	2.55	34.24
7 LP	15.79	79	Pasante	1.25	14.54	93%	13.52	1.0	2.55	34.48
7 LP	16.01	79	Pasante	1.25	14.76	93%	13.73	1.0	2.55	35.00
8 LP	15.64	79	Pasante	1.25	14.39	93%	13.38	1.0	2.55	34.13
8 LP	16.32	79	Pasante	1.25	15.07	93%	14.02	1.1	2.55	35.74
8 LP	16.11	79	Pasante	1.25	14.86	93%	13.82	1.0	2.55	35.24
8 LP	16.01	79	Pasante	1.25	14.76	93%	13.73	1.0	2.55	35.00

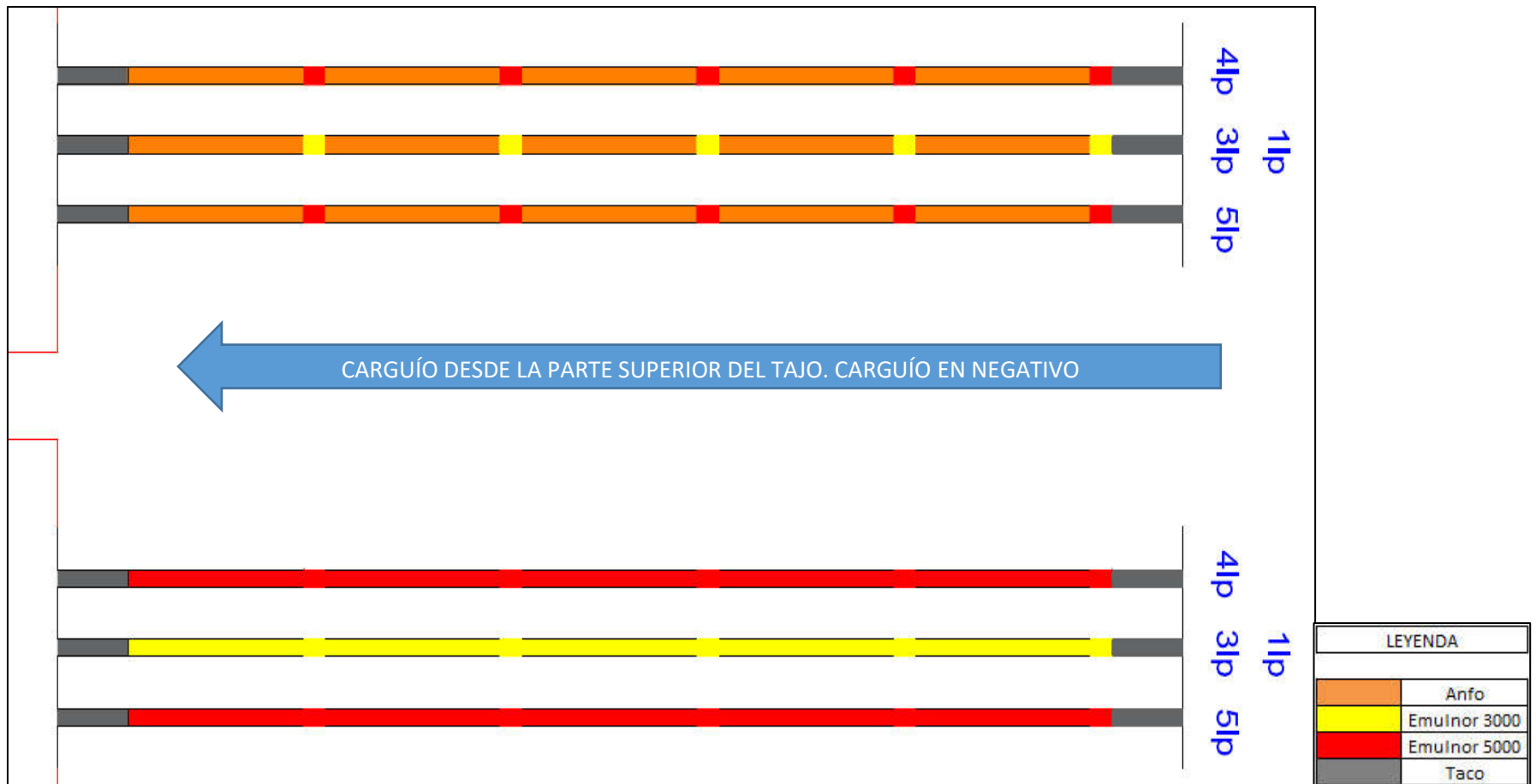
FACTOR DE POTENCIA: 2.0 kg de explosivo por tonelada de mineral según la malla elaborada por Planeamiento Mina. Se utiliza un total de 418 kg de explosivo para obtener 210 Toneladas de mineral roto.

Fuente: Propia.

IMPORTANTE: LOS CEBOS UBICADOS EN LA PARTE SUPERIOR DE LOS TALADROS CON FUERTE DESVIACIÓN NO DEBEN POSICIONARSE A LA MISMA ALTURA; COLOCAR LOS CEBOS DE DISTINTOS TALADROS A LA MISMA ALTURA ORIGINARÍA QUE HAYA UNA PÉRDIDA DE SENSIBILIDAD DEL CEBO (CARTUCHO) POR COMPRESIÓN (CERCANÍA DE TALADROS POR DESVIACIÓN).

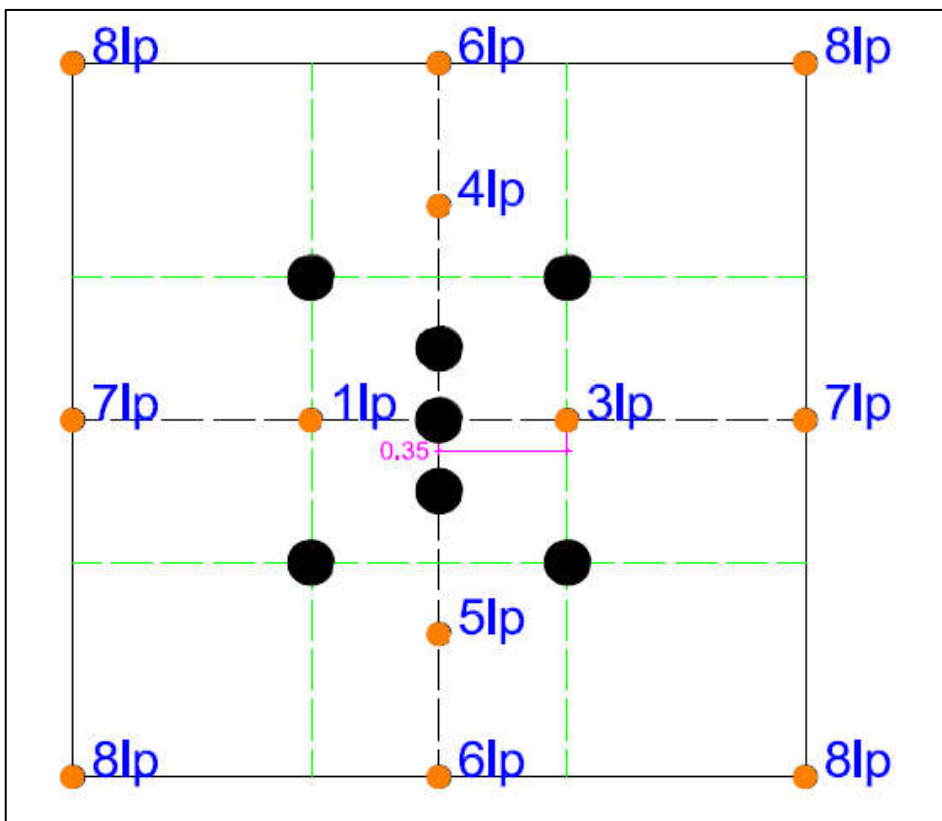
2.- DISEÑO DE CARGUÍO POR TALADRO DE ARRANQUE

Se muestran dos alternativas, la primera el carguío se realizara utilizando Anfo con cebo de Emulnor 5000 y Emulnor 3000 y la segunda utilizando solo Emulnor 5000 y Emulnor 3000 en caso el taladro se encuentre con presencia de agua.



Fuente: Propia

3.- SECUENCIA DE SALIDA



Fuente: Propia

4.- CANTIDAD DE EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS PARA SLOT

EXPLOSIVOS:

Se va a usar 16 sacos de ANFO, 55 cartuchos de Emulnor 3000 de 1 ½ x 12" y 5 cartuchos de Emulnor 5000 de 2 x 12".

En caso exista presencia de agua se usará 50 cartuchos de Emulnor 5000 de 1 ½ x 12" Y 770 cartuchos de Emulnor 3000 de 1 ½ x 12".

Se usaran 10 metros de Pentacord 3P.

ACCESORIOS: Fanel de 15 metros.

FANEL LP	1	2	3	4	5	6	7	8
CANTIDAD	5	0	5	5	5	10	10	20

Se usaran dos Carmex y mecha rápida para iniciar el disparo 0.20 mtrs.

Fuente: Propia

5.- CUADRO DE CARGUÍO TAJO DE FILA 01 A FILA 10

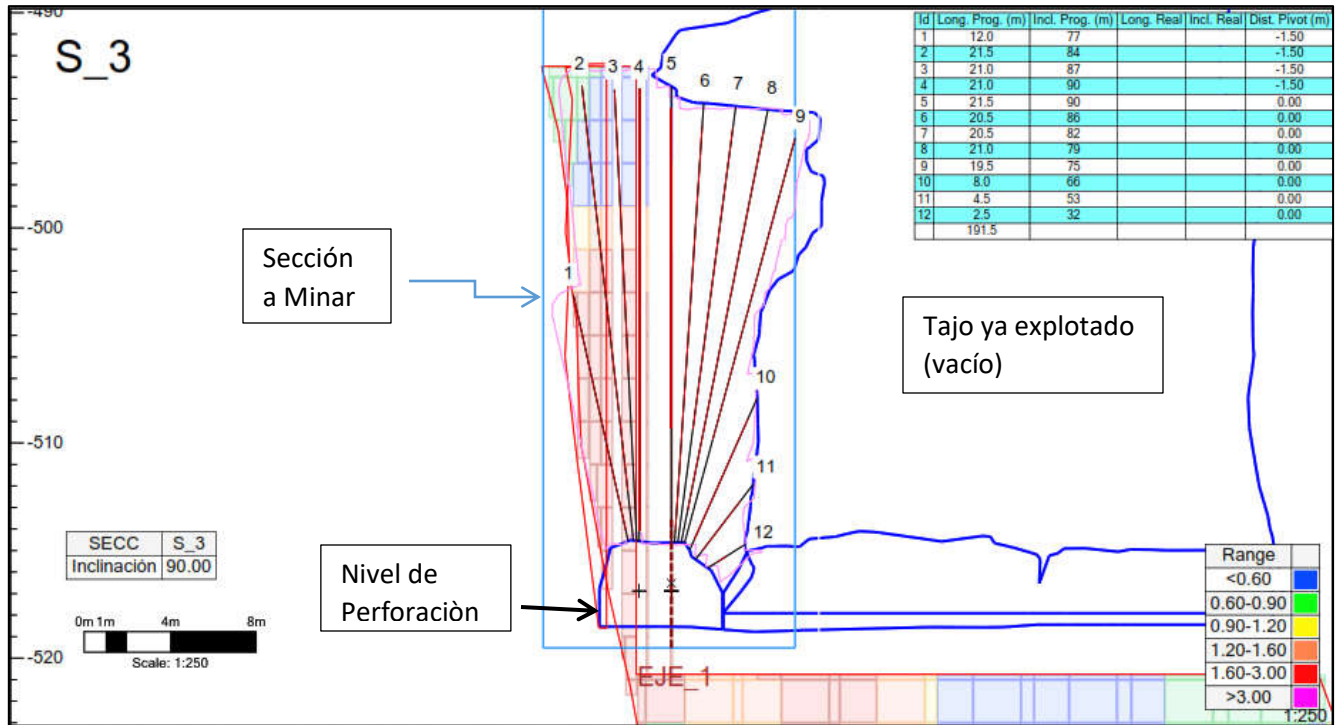
FILA	TAL	LONG.	INCL.	ESTADO	TACO SUPERIOR	LONG. RESTANTE	% CARGUÍO	LONG. A CARGAR	TACO INFERIOR	kg explosivo/m	kg explosivo/tal
1	1	2.00	48l	Ciego	0	2.00	35%	0.70	1.3	2.55	1.79
	2	4.50	63l	Ciego	0	4.50	60%	2.70	1.8	2.55	6.89
	3	10.00	73l	Ciego	0	10.00	90%	9.00	1.0	2.55	22.95
	4	16.31	78l	Pasante	1	15.31	35%	5.36	10.0	2.55	13.66
	5	16.09	82l	Pasante	1	15.09	60%	9.05	6.0	2.55	23.09
	6	15.94	86l	Pasante	1	14.94	90%	13.45	1.5	2.55	34.29
2	1	4.00	61l	Ciego	0	4.00	35%	1.40	2.6	2.55	3.57
	2	9.00	71l	Ciego	0	9.00	60%	5.40	3.6	2.55	13.77
	3	16.36	77l	Pasante	1	15.36	90%	13.82	1.5	2.55	35.25
	4	16.10	81l	Pasante	1	15.10	35%	5.29	9.8	2.55	13.48
	5	15.92	85l	Pasante	1	14.92	60%	8.95	6.0	2.55	22.83
	6	18.00	90	Ciego	0	18.00	90%	16.20	1.8	2.55	41.31
3	1	2.50	52l	Ciego	0	2.50	90%	2.25	0.3	2.55	5.74
	2	6.00	65l	Ciego	0	6.00	35%	2.10	3.9	2.55	5.36
	3	11.50	73l	Ciego	0	11.50	60%	6.90	4.6	2.55	17.60
	4	16.11	78l	Pasante	1	15.11	90%	13.60	1.5	2.55	34.68
	5	15.90	82l	Pasante	1	14.90	35%	5.22	9.7	2.55	13.30
	6	15.83	86l	Pasante	1	14.83	60%	8.90	5.9	2.55	22.69
	7	18.00	90	Ciego	0	18.00	90%	16.20	1.8	2.55	41.31
	8	11.00	85D	Ciego	0	11.00	60%	6.60	4.4	2.55	16.83
4	1	1.50	45l	Ciego	0	1.50	90%	1.35	0.2	2.55	3.44
	2	3.00	61l	Ciego	0	3.00	35%	1.05	2.0	2.55	2.68
	3	8.00	72l	Ciego	0	8.00	60%	4.80	3.2	2.55	12.24
	4	16.20	78l	Pasante	1	15.20	90%	13.68	1.5	2.55	34.88
	5	16.00	82l	Pasante	1	15.00	35%	5.25	9.8	2.55	13.39
	6	15.87	86l	Pasante	1	14.87	60%	8.92	5.9	2.55	22.75
	7	15.83	90	Pasante	1	14.83	90%	13.35	1.5	2.55	34.03
	8	18.00	86D	Ciego	0	18.00	60%	10.80	7.2	2.55	27.54
	9	13.00	82D	Ciego	0	13.00	35%	4.55	8.5	2.55	11.60
	10	5.00	72D	Ciego	0	5.00	90%	4.50	0.5	2.55	11.48
	11	1.50	55D	Ciego	0	1.50	60%	0.90	0.6	2.55	2.30
5	1	1.50	49l	Ciego	0	1.50	35%	0.53	1.0	2.55	1.34
	2	4.00	66l	Ciego	0	4.00	60%	2.40	1.6	2.55	6.12
	3	10.00	77l	Ciego	0	10.00	90%	9.00	1.0	2.55	22.95
	4	16.07	82l	Pasante	1	15.07	35%	5.27	9.8	2.55	13.45
	5	15.93	86l	Pasante	1	14.93	60%	8.96	6.0	2.55	22.84
	6	15.87	90	Pasante	1	14.87	90%	13.38	1.5	2.55	34.13
	7	15.98	86D	Pasante	1	14.98	60%	8.99	6.0	2.55	22.92
	8	18.00	82D	Ciego	0	18.00	35%	6.30	11.7	2.55	16.07
	9	9.00	76D	Ciego	0	9.00	90%	8.10	0.9	2.55	20.66
	10	4.50	66D	Ciego	0	4.50	60%	2.70	1.8	2.55	6.89
	11	2.00	49D	Ciego	0	2.00	35%	0.70	1.3	2.55	1.79
	12	1.00	26D	Ciego	0	1.00	90%	0.90	0.1	2.55	2.30
	13	1.00	1D	Ciego	0	1.00	60%	0.60	0.4	2.55	1.53
	14	1.00	23D	Ciego	0	1.00	60%	0.60	0.4	2.55	1.53

6	1	1.50	55I	Ciego	0	1.50	60%	0.90	0.6	2.55	2.30
	2	4.50	72I	Ciego	0	4.50	90%	4.05	0.5	2.55	10.33
	3	15.72	82I	Pasante	1	14.72	35%	5.15	9.6	2.55	13.14
	4	15.58	86I	Pasante	1	14.58	60%	8.75	5.8	2.55	22.31
	5	15.58	90	Pasante	1	14.58	90%	13.12	1.5	2.55	33.46
	6	15.67	86D	Pasante	1	14.67	60%	8.80	5.9	2.55	22.45
	7	18.00	82D	Ciego	0	18.00	35%	6.30	11.7	2.55	16.07
	8	18.00	78D	Ciego	0	18.00	90%	16.20	1.8	2.55	41.31
	9	10.00	72D	Ciego	0	10.00	60%	6.00	4.0	2.55	15.30
	10	4.50	62D	Ciego	0	4.50	35%	1.58	2.9	2.55	4.02
	11	2.50	47D	Ciego	0	2.50	90%	2.25	0.3	2.55	5.74
	12	1.50	29D	Ciego	0	1.50	60%	0.90	0.6	2.55	2.30
	13	1.00	7D	Ciego	0	1.00	35%	0.35	0.7	2.55	0.89
	14	1.00	17D	Ciego	0	1.00	60%	0.60	0.4	2.55	1.53
7	1	2.00	57I	Ciego	0	2.00	60%	1.20	0.8	2.55	3.06
	2	5.00	73I	Ciego	0	5.00	90%	4.50	0.5	2.55	11.48
	3	15.82	82I	Ciego	0	15.82	35%	5.54	10.3	2.55	14.12
	4	15.74	86I	Pasante	1	14.74	60%	8.84	5.9	2.55	22.55
	5	15.74	90	Pasante	1	14.74	90%	13.27	1.5	2.55	33.83
	6	15.79	86D	Pasante	1	14.79	60%	8.87	5.9	2.55	22.63
	7	15.91	82D	Pasante	1	14.91	35%	5.22	9.7	2.55	13.31
	8	19.00	78D	Ciego	0	19.00	90%	17.10	1.9	2.55	43.61
	9	16.50	74D	Ciego	0	16.50	60%	9.90	6.6	2.55	25.25
	10	11.00	68D	Ciego	0	11.00	35%	3.85	7.2	2.55	9.82
	11	7.00	61D	Ciego	0	7.00	90%	6.30	0.7	2.55	16.07
	12	4.50	51D	Ciego	0	4.50	60%	2.70	1.8	2.55	6.89
	13	2.00	33D	Ciego	0	2.00	35%	0.70	1.3	2.55	1.79
	14	1.50	13D	Ciego	0	1.50	90%	1.35	0.2	2.55	3.44
	15	1.50	8D	Ciego	0	1.50	60%	0.90	0.6	2.55	2.30
8	1	1.50	59I	Ciego	0	1.50	60%	0.90	0.6	2.55	2.30
	2	5.60	77I	Ciego	0	5.60	35%	1.96	3.6	2.55	5.00
	3	15.96	86I	Pasante	1	14.96	60%	8.98	6.0	2.55	22.89
	4	15.93	90	Pasante	1	14.93	90%	13.44	1.5	2.55	34.26
	5	15.97	86D	Pasante	1	14.97	60%	8.98	6.0	2.55	22.90
	6	16.09	82D	Pasante	1	15.09	35%	5.28	9.8	2.55	13.47
	7	16.31	78D	Pasante	1	15.31	90%	13.78	1.5	2.55	35.14
	8	19.00	74D	Ciego	0	19.00	60%	11.40	7.6	2.55	29.07
	9	19.41	70D	Ciego	0	19.41	35%	6.79	12.6	2.55	17.32
	10	10.50	64D	Ciego	0	10.50	90%	9.45	1.1	2.55	24.10
	11	6.50	56D	Ciego	0	6.50	60%	3.90	2.6	2.55	9.95
	12	4.50	46D	Ciego	0	4.50	35%	1.58	2.9	2.55	4.02
	13	3.00	33D	Ciego	0	3.00	90%	2.70	0.3	2.55	6.89
	14	1.50	17D	Ciego	0	1.50	60%	0.90	0.6	2.55	2.30
	15	1.50	0D	Ciego	0	1.50	35%	0.53	1.0	2.55	1.34
	16	1.00	16D	Ciego	0	1.00	90%	0.90	0.1	2.55	2.30
9	1	5.00	76I	Ciego	0	5.00	60%	3.00	2.0	2.55	7.65
	2	15.75	86I	Ciego	0	15.75	60%	9.45	6.3	2.55	24.10
	3	15.62	90	Pasante	1	14.62	90%	13.16	1.5	2.55	33.55
	4	15.67	86D	Pasante	1	14.67	60%	8.80	5.9	2.55	22.45
	5	15.81	82D	Pasante	1	14.81	35%	5.18	9.6	2.55	13.22
	6	16.05	78D	Pasante	1	15.05	90%	13.55	1.5	2.55	34.54
	7	16.35	74D	Pasante	1	15.35	60%	9.21	6.1	2.55	23.49
	8	16.74	70D	Pasante	1	15.74	35%	5.51	10.2	2.55	14.05
	9	17.42	66D	Pasante	1	16.42	90%	14.78	1.6	2.55	37.68
	10	10.50	61D	Ciego	0	10.50	60%	6.30	4.2	2.55	16.07
	11	6.50	53D	Ciego	0	6.50	35%	2.28	4.2	2.55	5.80
	12	4.00	43D	Ciego	0	4.00	90%	3.60	0.4	2.55	9.18
	13	2.00	31D	Ciego	0	2.00	60%	1.20	0.8	2.55	3.06
10	1	4.00	78I	Ciego	0	4.00	60%	2.40	1.6	2.55	6.12
	2	15.94	90	Pasante	1	14.94	90%	13.45	1.5	2.55	34.29
	3	15.93	86D	Pasante	1	14.93	60%	8.96	6.0	2.55	22.84
	4	15.98	82D	Pasante	1	14.98	35%	5.24	9.7	2.55	13.37
	5	16.20	78D	Pasante	1	15.20	90%	13.68	1.5	2.55	34.88
	6	16.49	74D	Pasante	1	15.49	60%	9.29	6.2	2.55	23.70
	7	16.87	70D	Pasante	1	15.87	35%	5.55	10.3	2.55	14.16
	8	17.48	66D	Pasante	1	16.48	90%	14.83	1.6	2.55	37.82
	9	17.97	63D	Pasante	1	16.97	60%	10.18	6.8	2.55	25.96
	10	12.00	58D	Ciego	0	12.00	35%	4.20	7.8	2.55	10.71
	11	9.00	52D	Ciego	0	9.00	90%	8.10	0.9	2.55	20.66
	12	7.00	45D	Ciego	0	7.00	60%	4.20	2.8	2.55	10.71
	13	5.00	37D	Ciego	0	5.00	35%	1.75	3.3	2.55	4.46
	14	2.50	28D	Ciego	0	2.50	90%	2.25	0.3	2.55	5.74

FACTOR DE POTENCIA: 0.51 kg de explosivo por tonelada de mineral según la malla elaborada por Planeamiento Mina. Se utiliza un total de 1905 kg de explosivo para 3765 Toneladas de mineral roto.

Fuente: Propia

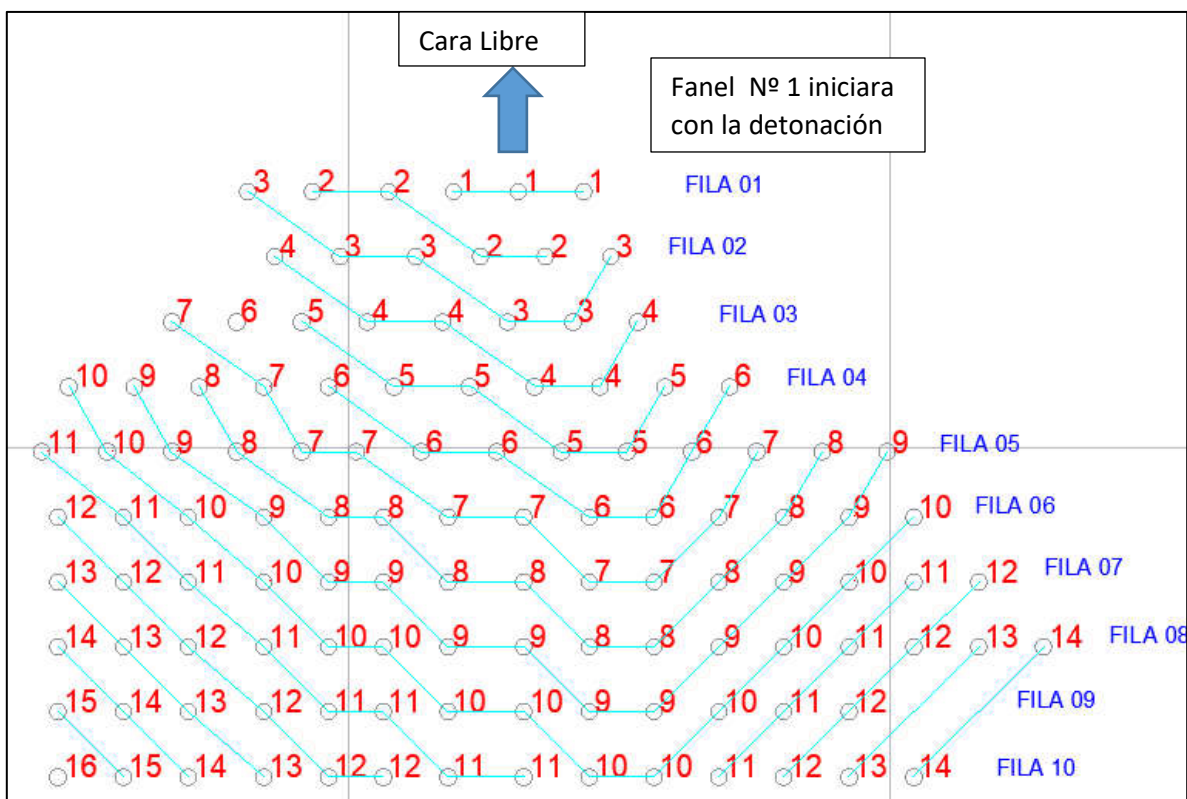
6. DISEÑO DE SALIDA POR FILA



Fuente: Departamento de Planeamiento e Ingeniería.

La secuencia de salida va enumerada en cada taladro en este caso el inicio se dará en la enumeración número 1 en el hastial izquierdo y secuencialmente en orden creciente todos estos en faneles LP (Largo periodo).

7.- SECUENCIA DE SALIDA



Fuente: `Propia

La iniciación del disparo se dará con el fanel N° 1 en LP (Largo Periodo) en un mismo tiempo generando la cara libre para la siguiente iniciación fanel N°2 LP.

8.- CANTIDAD DE EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS: FILA 01 A FILA 10

EXPLOSIVOS:

Se van a usar 76 sacos de ANFO, 75 cartuchos de Emulnor 3000 de 1 ½ x 12" y 40 cartuchos de Emulnor 1000 de 2 x 12".

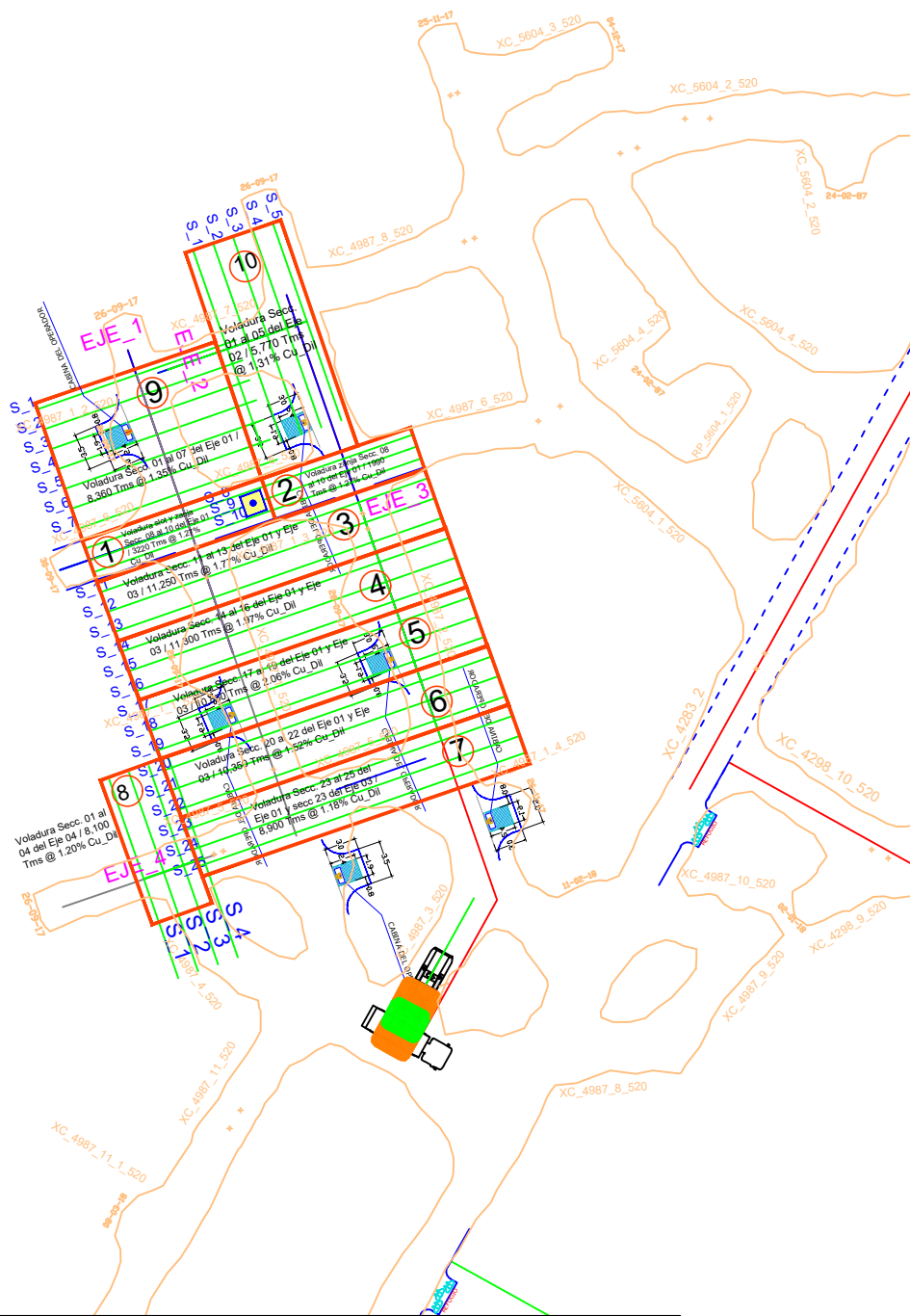
Se usaran 50 metros de Pentacord 3P.

ACCESORIOS: Fanel de 15 metros.

FANEL MS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
CANTIDAD	12	16	20	20	20	28	36	40	48	52	44	36	20	16	4	2

Se usaran dos Carmex y 0.25 cm de mecha rápida.

Fuente: Propia

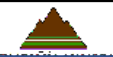


EJE	SECCION	PERFORACIÓN	TON_PROGRAMADAS	%cu_dil_D	RECURSO CU	ley_Cu_equl
1	1	56.40	696.15	1.49	1.72	1.71
	2	67.18	850.71	1.65	1.75	1.89
	3	123.54	1,152.55	1.31	1.39	1.50
	4	131.08	1,242.04	0.84	0.89	0.98
	5	150.45	1,457.38	0.67	0.71	0.77
	6	168.25	1,507.87	0.78	0.88	0.91
	7	180.94	1,622.79	0.99	1.08	1.14
	8	282.89	3,131.18	1.10	1.23	1.22
	9	263.26	2,406.82	1.13	1.28	1.32
	10	283.38	3,256.21	1.18	1.34	1.38
	11	269.09	2,209.58	1.14	1.28	1.34
	12	272.36	2,176.23	1.32	1.42	1.58
	13	271.70	2,203.45	1.52	1.62	1.85
	14	270.62	2,243.75	1.68	1.78	2.05
	15	271.00	2,173.70	1.78	1.88	2.15
	16	268.40	2,160.10	1.83	1.93	2.20
	17	266.77	2,135.10	1.87	1.97	2.23
	18	264.91	2,156.30	1.91	2.01	2.26
	19	267.53	2,103.30	1.88	1.98	2.19
	20	265.79	2,116.60	1.74	1.83	2.03
	21	269.34	2,033.60	1.64	1.72	1.91
	22	263.09	2,155.40	1.50	1.58	1.76
	23	264.21	2,154.80	1.36	1.43	1.60
	24	236.86	2,642.90	1.17	1.23	1.38
	25	237.07	2,393.90	1.14	1.20	1.35
Total 1		5,666.11	50,382.40	1.39	1.49	1.64
2	1	248.60	1.86	0.51	1.00	0.61
	2	239.37	1,776.25	1.09	1.15	1.28
	3	190.55	1,396.48	1.06	1.12	1.23
	4	54.64	692.76	0.94	1.06	1.09
	5	28.09	322.85	0.83	0.99	0.98
Total 2		761.25	4,190.20	1.03	1.11	1.21
3	11	193.85	1,738.48	1.72	1.81	2.03
	12	193.95	1,741.60	1.93	2.04	2.28
	13	191.54	1,697.80	2.12	2.23	2.49
	14	194.15	1,697.97	2.22	2.34	2.61
	15	202.65	1,723.48	2.24	2.37	2.65
	16	203.37	1,710.70	2.27	2.39	2.70
	17	191.24	1,579.70	2.34	2.46	2.82
	18	130.21	1,099.40	2.36	2.48	2.91
	19	129.63	1,107.40	2.11	2.22	2.63
	20	130.14	1,038.70	1.82	1.92	2.22
	21	130.66	1,146.20	1.67	1.76	2.06
22	130.65	1,082.40	1.54	1.62	1.89	
23	121.53	809.90	1.46	1.54	1.79	
Total 3		2,143.57	18,173.73	2.02	2.13	2.43
4	1	402.46	1,069.67	0.83	0.94	1.00
	2	300.23	1,600.70	0.99	1.10	1.14
	3	186.98	2,218.86	1.31	1.42	1.51
	4	97.89	2,969.77	1.48	1.59	1.70
Total 4		987.56	7,858.99	1.25	1.35	1.43
Total general		9,558.49	80,605.32	1.50	1.60	1.77

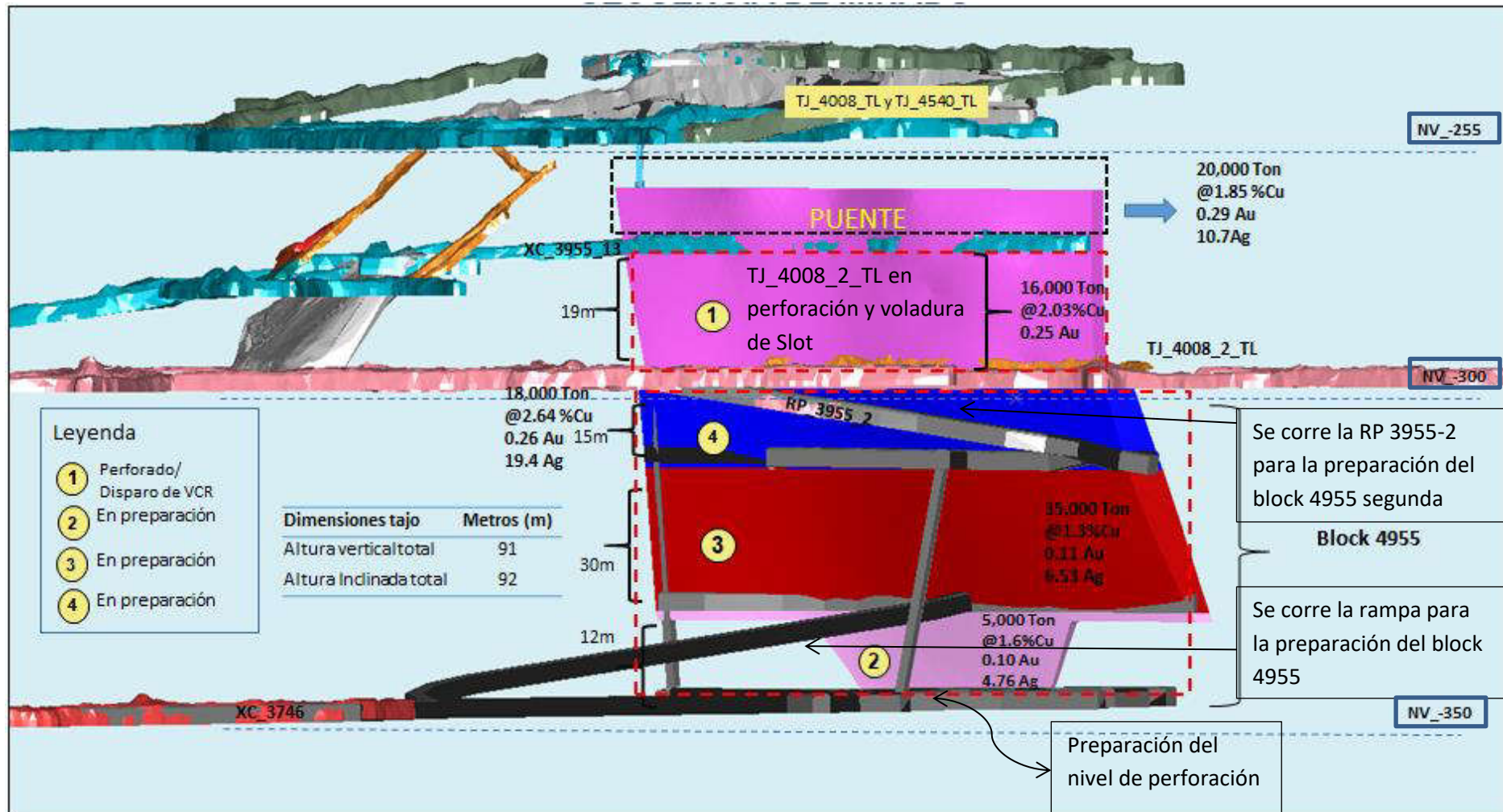


CI.A MINERA CONDESTABLE S.A.
TALADROS LARGOS
 TJ_4987_2_TL

PLANEAMIENTO : MTC ZONA : RAUL
 NIVEL : -520
 ESTRUCTURA :



SECUENCIA DE MINADO



Fuente: Presentación explotación 2018

PROGRAMA DE PRODUCCION AGOSTO - 2018

METODO SUBLEVEL STOPING

MINA RAUL

EJECUTOR	NIVEL	N° BLOCK	CERTEZA	TIPO DE EXPLOTACION	ESTRUCTURA	ESTR.	LABOR	Rec Geol (Ton).	Rec Geol (Saldo Ton).	Ley Rec Cu%	PLAN ROTURA (TMH).	PLAN EXTRACCIÓN (TMH).	Ley Conc Cu%.	%Fe	%CuO	CuO/Cu	OBSERVACIONES	
CMC	-95	5723 5690	MEDIDO	MECANIZADO	VETAS	V/S	TJ_5723_TL TJ_5690_TL	41,880 15,660	41,880 15,394	1.05 1.36	25,500 9,000	25,500 9,000	0.94 1.09	4.31 5.26	12.14 5.58	11.53 4.11	Iniciar con la explotación. Voladura taladros negativos	
	Total -95								57,540	57,274	1.13	34,500	34,500	0.98	4.56	10.43	9.59	Total -95
	-580	5737	MEDIDO	MECANIZADO	CUERPOS	BX5	TJ_5618_TL	378,150	378,150	0.96	44,000	45,000	0.90	5.10	8.32	8.65	Inicio de explotación de las Secc 11 al 16	
	Total -580								378,150	378,150	0.96	44,000	45,000	0.90	5.10	8.32	8.65	Total -580
	-55	4977	MEDIDO	MECANIZADO	VETAS	V/S	TJ_4977_TL	13,780	13,780	1.32	15,500	15,500	0.72	4.26	4.53	3.44	Voladura taladros Negativo Nv -20 (20,000Ton @ 0.71%Cu Dil)	
	Total -55								13,780	13,780	1.32	15,500	15,500	0.72	4.26	4.53	3.44	Total -55
	-520	5604	MEDIDO	MECANIZADO	CUERPOS	BX5	TJ_5604_2_TL TJ_5604_3_TL	154,820 154,820	104,981 104,981	1.52 1.52	39,000 14,000	39,000 14,000	1.00 1.20	5.91 5.91	8.32 8.32	5.47 5.47	Voladura Eje2 y 3 (40,000Ton @ 1.31 %Cu Dil) Inicio de explotación de las Secc 11 al 16	
	Total -520								309,640	209,962	1.52	53,000	53,000	1.05	5.91	8.32	5.47	Total -520
	-460	5028	MEDIDO	MECANIZADO	CUERPOS	BX5	TJ_5029_TL	29,560	15,922	1.35	19,000	19,000	0.70	4.74	17.51	12.97	Culminar la explotación, 20,500 Ton @ 0.80%Cu Dil	
	Total -460								29,560	15,922	1.35	19,000	19,000	0.70	4.74	17.51	12.97	Total -460
	+20	5001	MEDIDO	MECANIZADO	CUERPOS	V/S	TJ_5014_3_TL	91,130	39,557	1.09	5,000	5,000	0.70	4.80	5.75	5.26	completar con la limpieza del TJ_5014_3_TL	
	Total +20								91,130	39,557	1.09	5,000	5,000	0.70	4.80	5.75	5.26	Total +20
	Total CMC								879,800	714,645	1.16	171,000	172,000	0.92	5.12	9.34	7.77	Total CMC
	Total general								879,800	714,645	1.16	171,000	172,000	0.92	5.12	9.34	7.77	Total general



ANEXO IV PANEL FOTOGRAFICO

Bocamina Raúl



Fuente: Propia

Equipo Planeamiento



Fuente: Propia

Perforación de Taladros Largos



Fuente: Propia

Colocación de cable Bolting TJ 580-TL



Fuente: Propia

Levantamiento con equipo Optech TJ 5014-5-TL



Fuente: Propia

Oficinas del Área de Planeamiento e Ingeniería



Fuente: Propia