

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



**“PLANIFICACIÓN MINERA A CORTO PLAZO EN
MINERÍA SUBTERRÁNEA - UNIDAD MINERA SAN
RAFAEL - MINSUR S. A.”**

INFORME DE TRABAJO PROFESIONAL

PRESENTADO POR:

Bach. RICHART HUGO ARAPA SOLANO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

**PUNO - PERÚ
2018**



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
INFORME DE TRABAJO PROFESIONAL
“PLANIFICACIÓN MINERA A CORTO PLAZO EN MINERÍA
SUBTERRANEA - UNIDAD MINERA SAN RAFAEL - MINSUR S. A.”

PRESENTADO POR:

Bach. **RICHART HUGO ARAPA SOLANO**

A la Dirección de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional del Altiplano como requisito para optar el título de:

INGENIERO DE MINAS:

APROBADO POR:

PRESIDENTE DEL JURADO


.....
Dr. JUAN MAYHUA PALOMINO

PRIMER MIEMBRO


.....
M.Sc. MARIO S. CUENTAS ALVARADO

SEGUNDO MIEMBRO


.....
Ing. AGUSTIN PEREZ QUISPE

ÁREA: Ingeniería de minas.

TEMA: Diseño y Planeamiento de Minado.

DEDICATORIA

Dedico el presente informe primeramente a Dios por la benevolencia que celestialmente me brinda con su bendición en el diario existir de mi vida personal, familiar y profesional.

A mi amada esposa Rosmery, mis hijos Erick William y Sofía Fernanda quienes han sido mi principal motivación para sacar adelante este trabajo, a pesar de los obstáculos que se han presentado en mi vida siempre están presente conmigo apoyándome incondicionalmente en cada paso de mi vida siempre están a mi lado; también, mis padres Simón y Bertha por el camino correcto que me guiaron sabiamente.

Con mucho aprecio.

Richart H. Arapa Solano

AGRADECIMIENTO

Con mucha gentileza expreso mi gratitud hacia la compañía Minera San Rafael – MINSUR, que permitió realizar el presente estudio, en la persona del Superintendente de ingeniería y planeamiento William Escudero Simón por la oportunidad que me ha brindado de pertenecer a esta empresa de clase mundial.

A la compañía Minera San Rafael – MINSUR, que permitió realizar el presente estudio.

También, mi reconocimiento a la empresa minera HOCSCHILD MINING en sus diferentes unidades mineras en donde tuve mis inicios en la actividad minera.

Finalmente, expreso mi más grande reconocimiento y agradecimiento a mi Alma Mater la Universidad Nacional del Altiplano - Facultad de Ingeniería de Minas como también a los docentes y personal administrativo, quienes contribuyeron en mi formación profesional, porque fueron los precursores de mi aprendizaje y formación profesional, a todos muchas gracias.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

El sustentante ha laborado en diferentes empresas mineras de nuestro país, por lo que me permito presentar a vuestra consideración el presente trabajo ***“PLANIFICACIÓN MINERA A CORTO PLAZO EN MINERÍA SUBTERRÁNEA - UNIDAD MINERA SAN RAFAEL - MINSUR S. A”***, realizado en la empresa indicada, con la finalidad de optar el título profesional de Ingeniero de Minas, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Altiplano de la ciudad de Puno.

Puno, 2018

Bachiller: Richart Hugo Arapa Solano

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iv
PRESENTACIÓN	v
ÍNDICE GENERAL	vi
RESUMEN	1
PRIMERA PARTE	2
REPORTE DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL.....	2
SEGUNDA PARTE.....	5
DESARROLLO DEL INFORME DE TRABAJO PROFESIONAL.....	5

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1	Conceptos de planificación	5
1.1.1	Etapas del proceso tradicional de planificación.....	5
1.2	Planificación minera.....	8
1.2.1	Las etapas de la planificación minera	8
1.2.2	Objetivos de la planificación minera.	9
1.2.3	Horizontes de la planificación minera.	11
1.3	Planificación minera a corto plazo	14
1.3.1	Introducción.....	14
1.3.2	Planificación minera a corto plazo.	15
1.3.3	Objetivo de la planificación de corto plazo.	16
1.3.4	Factores que influyen en la planificación de corto plazo.	16
1.3.5	Interacción del planificador de corto plazo.	18
1.3.6	Interacción con planificación minera a largo plazo.....	18
1.3.7	Interacción con geología minas.	19
1.3.8	Interacción con operaciones mina.	19
1.3.9	Interacción operación planta.....	20
1.3.10	Control de producción y plan de corto plazo.....	21

CAPITULO II**MÉTODO Y PROCEDIMIENTOS**

2.1	Ubicación y acceso.....	22
2.2	Historia y antecedentes	23
2.3	Concesiones mineras	24
2.4	Aspectos socio ambientales.....	25
2.5	Aspectos legales	25
2.6	Geología regional	27
2.7	Geología local	28
2.8	Estratigrafía regional y local	32
2.9	Geología económica.....	33
2.10	Mineralización.....	33
2.11	Alteraciones.....	36
2.12	Isovalores	37
2.13	Densidad aparente de mineral y roca encajonante	39
2.14	Métodos de minado	41
2.14.1	“Sub Level Stoping” Transversal	42
2.14.2	“Sub Level Stoping” Longitudinal	45
2.14.3	“Bench and Fill Stoping”	45
2.15	Estimación de reservas	52
2.16	Modelo económico.....	54
2.17	Optimización de tajos.....	54
2.18	Parámetros geomecánicos	55
2.19	Ajuste de Reservas con Factores modificadores de Dilución y Recup.....	56

CAPÍTULO III**RESULTADOS Y DISCUSIONES**

3.1	Introducción.	65
3.2	Información preliminar.	65
3.2.1	Programa de mantención mina.	65
3.2.2	Programa de mantención planta.	66
3.2.3	Requerimiento mínimo de alimentación a planta y de extracción mina.....	66

3.2.4	Modelo de bloques corto plazo.....	68
3.3	Confección de planes de minado corto plazo (Mensual).	69
3.3.1	Plan de producción pensual de tajos.....	69
3.3.2	Plan mensual de avances	72
3.3.3	Plan mensual de relleno	76
3.3.4	Plan mensual de perforación.....	76
3.3.5	Plan mensual de servicios.....	76
3.4	Control de operación mina y análisis de resultado.....	79
3.5	Controles	80
3.5.1	Adherencia producción.....	80
3.5.2	Adherencia avances	82
3.5.3	Reporte de dilución.....	82
3.5.4	Reporte de reconciliación.	84
	CONCLUSIONES	85
	RECOMENDACIONES	88
	BIBLIOGRAFÍA	89
	ANEXOS.....	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Resumen de densidades aparentes de mineral y desmonte de la mina San Rafael	40
Tabla 2.2	Método de minado	41
Tabla 2.3	Precio de Metales.....	53
Tabla 2.4	Cálculo del Cut Off.....	53
Tabla 2.5	Dimensionamiento para el método Sublevel Stopping	56
Tabla 2.6	Dimensionamiento para el método Bench & Fill.....	57
Tabla 2.7	Método de explotación a usarse en las diferentes estructuras mineralizadas.....	58
Tabla 2.8.	Ancho mínimo de diseño	59
Tabla 2.9.	Reporte de la Empresa AMEC para ser Usado en la Dilución Geomecánica.....	63
Tabla 2.10	Recuperacion por metodo de minado.....	64
Tabla 3. 1	Disponibilidad mecánica.....	66
Tabla 3. 2	Programa de mantenimiento planta.....	67
Tabla 3. 3.	Fore cast produccion	67
Tabla 3. 4	Programa de producción octubre 2018	70
Tabla 3. 5	Programa de avances del mes de octubre 2018.....	73
Tabla 3. 6	Secuencia de relleno octubre 2018.....	77
Tabla 3. 7	Programa mensual de perforación de tajos octubre 2018	78
Tabla 3. 8	Programa mensual VCRs, TL y Cable Bolting octubre 2018.....	79
Tabla 3. 9	Reporte de adherencia semanal/mensual octubre 2018.....	81
Tabla 3. 10	Control avances mes octubre 2018	82
Tabla 3.11	Cuadro de reporte de dilución.....	83
Tabla 3.12	Resultados de la reconciliación.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1. Esquema funcional del proceso administrativo	6
Figura 1. 2. Esquema conceptual de la planificación Minera.....	15
Figura 1. 3. Esquema de interacción del corto plazo.....	21
Figura 2. 1. Ubicación Geográfica de la Unidad San Rafael.....	23
Figura 2. 2. Plano del Área de Influencia Directa	26
Figura 2. 3. Plano Geológico Regional de la Unidad San Rafael.....	29
Figura 2. 4. Plano Geológico Local de la Unidad San Rafael	32
Figura 2. 5. Sección Mirando al Norte Estructuras Principales - Mina San Rafael	34
Figura 2. 6. Etapas de la Mineralización	36
Figura 2. 7. Sección Longitudinal Estructura de veta Mariano - Isovalores de Sn	38
Figura 2. 8. Esquema de Método de Minado “Bench&FillStoping”	48
Figura 2. 9. Ancho mínimo de diseño	59
Figura 2. 10. Dilución planeada	60
Figura 2. 11. Dilución operativa.....	61
Figura 2. 12. Dilución total.....	62
Figura 3.1. Disponibilidad Mecanica	66
Figura 3.2. Modelo de bloques	68
Figura 3.3. Secuencia de minado TJ 4224 – 1700 veta kimberly.....	71
Figura 3.4. Avances del mes de octubre 2018.....	75
Figura 3.5. Procedimiento de generación de adherencia.....	80
Figura 3.6. Presentación de las explicaciones de desviaciones en la dilución.....	83
Figura 3.7. Grafico reservas vs. extracción mina.....	84

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Reporte de medición de avances semanal / mensual.....	92
Anexo B: Reporte de medición de canchas semanal / mensual.....	93
Anexo C: Determinación de radios hidráulico para tajos de producción.....	94
Anexo D: Determinación de la secuencia de minado.....	97
Anexo E: Movimiento de Canchas en el proceso de Reconciliación.....	104
Anexo F: Flujograma de Procedimiento de Planeamiento de Minado.....	105
Anexo G: Procedimiento de Planeamiento de Minado con Studio 5D Planner.....	106
Anexo H: Programación de secuencia de actividades por tajo en un mes.....	107

RESUMEN

El presente trabajo “Planificación minera a corto plazo en minería subterránea – Unidad Minera San Rafael – MINSUR S.A.”, tiene como objetivo revisar los conceptos para mejorar y optimizar la planificación de corto plazo en minería subterránea, contribuyendo de esta manera a las futuras generaciones de ingenieros, que pronto ingresarán al mundo minero. Por lo anterior se expone un resumen de que es la planificación dentro del ámbito administrativo empresarial, la cual es la base para entrar en lo que nos interesa “La Planificación Minera” y muy en especial la “Planificación Minera de Corto Plazo”. Planificación minera de corto plazo, en este tema, se entrega una definición, objetivos y factores. Pero lo más importante de esto, pensando en una planificación Operativa, se entrega en qué forma interactúa la planificación de corto plazo con las demás áreas que está compuesta una empresa minera. Como planificador se debe conocer la forma como funciona y opera una mina subterránea, por lo cual se debe tener el conocimiento de diseño y cual son los factores que están involucrados en el, para tomar en cuenta sus restricciones. Además, se debe saber cuáles son las principales operaciones unitarias que abarca la operación minera. Por último, se presenta la forma en la que se construye un programa de corto plazo, los datos o información necesarios para iniciar una programación, conocer sobre modelo de bloques y rendimiento de equipos todo, para conjugar y determinar los movimientos mina que se deben desarrollar, y con ello determina los diferentes requerimientos operativos. Además, se establecen algunas formas de control, lo cual ayudara a tomar la mejor decisión que permite a la empresa ser más rentable. Los resultados del proceso de planificación a corto plazo son implementar el uso de software Studio 5D Planner en el Diseño, planificación y su respectiva secuencia generada con EPS, la medición de programas es mostrados en cuadros de adherencia en donde se hace un análisis de resultados y acciones correctivas para llegar al cumplimiento esperado.

PRIMERA PARTE**REPORTE DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL**

2015 – 2018 PUNO – PERÚ

Empresa: MINSUR S.A. – Grupo BRECA.

UNIDAD MINERA SAN RAFAEL

Cargo: Ingeniero de planeamiento a Corto Plazo.

Funciones:

Elaboración del programa semanal, mensual y anual de producción y avances, orientados al cumplimiento y objetivos de la empresa.

Supervisión y control de proyectos de los laboreos mineros (rampas, cortadas, galerías, etc.)

Planificación, diseño y control en el proceso de relleno en pasta, mediante la elaboración de proyectos y seguimiento.

Supervisión y control de los proyectos para el desarrollo de servicios auxiliares (echadores, tolvas de extracción, etc.) en el entorno 5D PLANNER.

Diseño de Minado para la Explotación, en coordinación con geología, Geomecánica y operaciones mina. en el entorno 5D PLANNER.

Periodo:

25/08/2015 hasta la actualidad.

2013 – 2015 AYACUCHO – PERÚ

Empresa: CIA. MINERA ARES S.A.C. – HOCHSCHILD MINING PLC.

UNIDAD MINERA PALLANCATA

Cargo: Ingeniero de reconciliación y control de reservas – Planeamiento.

Funciones:

Balance y reconciliación de reservas, aplicando el modelo de JORC para los programas de producción mensual comparando el programa ejecutado versus el programado.

Estimación de reservas, cálculo de tonelaje y leyes en MineSight 3D – Interactive Planner.

Diseños de proyectos integrales a largo, mediano y corto plazo en MineSight 3D.

Secuenciamiento de minado anual, trimestral, mensual y semanal en software MineSight 3D.

Elaboración de reporte gerencial diario de producción y avances, en el sistema SIO de acuerdo a las toneladas reales y metros de avances reales.

Periodo:

Enero 2013 / agosto 2015.

2012 – 2012 AYACUCHO – PERÚ

Empresa: CIA. MINERA ARES S.A.C. – HOCHSCHILD MINING PLC.

UNIDAD MINERA PALLANCATA

Cargo: **Practicante – Planeamiento.**

Funciones:

Supervisión en perforación y voladura de taladros largos.

Optimización de operaciones a través de toma de tiempos en labores de desarrollo y preparación.

Elaboración de mallas de perforación y carguío de taladros largos en Auto CAD.

Control de parámetros de perforación y voladura.

Periodo:

Enero 2012 / diciembre 2012.

2011 – 2011 AYACUCHO – PERÚ

Empresa: PROYECTO ANTAPACCAY – EXPANSION TINTAYA

ASOC. BECHTEL – G y M SAC. - ARAMARK PERU SAC

Cargo: **Supervisor de Seguridad.**

Funciones:

Supervisor en el área de seguridad enfocada a asegurar el bienestar físico y mental de todos los colaboradores y prevenir accidentes e incidentes en el trabajo,

Implementación de requisitos mínimos asociados al medio ambiente, salud y seguridad del Proyecto Antapaccay Core-Procces.

Periodo:

Octubre 2011 / diciembre 2011.

2011 – 2011 AREQUIPA – PERÚ

Empresa: CIA MINERA ARES – U.M. ARCATA ARAMARK PERU SAC

E.E G y L SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.

Cargo: Ingeniero de Seguridad.

Funciones:

Supervisor en el área de seguridad, como facilitador en el cumplimiento de estándares, procedimientos para un trabajo seguro, implementación y cumplimiento del DS. 055 EM 2010.

Capacitación y seguimiento del cumplimiento del SIG-DNV- HM

Participación en la planificación y supervisión en la ejecución del programa anual de Seguridad y seguimiento por su cumplimiento con la finalidad de prevenir incidentes, accidentes y pérdidas.

Liderazgo y Participación en el comité de seguridad y salud ocupacional de la E.E.

Elaboración del programa mensual de capacitación orientado a la mejora de la seguridad y preservación del medio ambiente.

Periodo:

Enero 2011 / Setiembre 2011.

SEGUNDA PARTE

DESARROLLO DEL INFORME DE TRABAJO PROFESIONAL

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

CONCEPTOS DE PLANIFICACIÓN

1.1 Conceptos de planificación

Como se sabe, la planificación ha sido y es un instrumento utilizado, para aumentar el nivel de certidumbre, precisión y pertinencia de las acciones a desarrollar en un determinado lugar y tiempo.

Siendo la planificación uno de los procesos que se deben considerar dentro del proceso administrativo, para el real logro de los objetivos de una empresa, la podríamos definir como el método por el cual podemos establecer los objetivos y los caminos o rutas a seguir, los plazos y recursos necesarios para lograr el cumplimiento de la meta empresarial.

La planificación es una metodología que permite seleccionar alternativas que se caracterizan por permitir:

- Analizar la prioridad, factibilidad y compatibilidad de los objetivos que se persiguen.
- Seleccionar los instrumentos más eficientes para alcanzar estos objetivos.
- Poner en ejecución estos instrumentos y verificar el grado en que se están alcanzando los objetivos inicialmente propuestos, así como la identificación de los obstáculos.

1.1.1 Etapas del proceso tradicional de planificación.

En primera instancia, se debe señalar que cada una de estas etapas y fases del proceso de planificación deben ser consideradas como subprocesos integrantes de un proceso sistemático. Los procesos y subprocesos constituyentes del sistema requieren insumos y generan productos que se retroalimentan permanentemente.

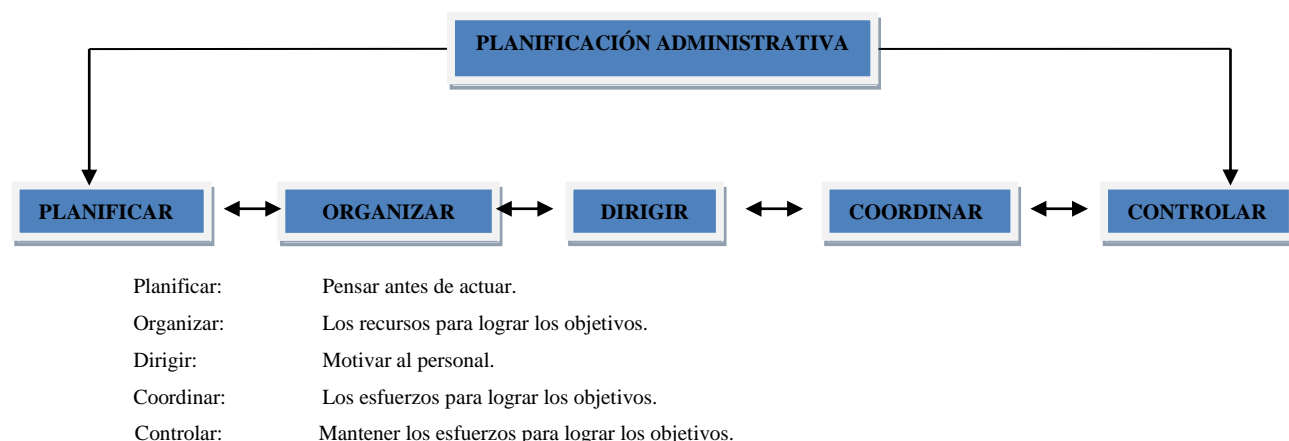


Figura 1. 1. Esquema funcional del proceso administrativo.

Fuente: Convención el IIMCH.

1.1.1.1 Diagnóstico.

Esta etapa recibe principalmente tres aportes generales; Información, teorías y técnicas de análisis. Estos elementos que contribuyen a la elaboración del diagnóstico, están influidos por la ideología, significa que desde el diagnóstico ya se comienza a moldear el futuro desde una perspectiva ideológica. Los productos de esta etapa son:

- Descripción de las unidades básicas de información, a objeto de variarlas y ver su representatividad.
- Descripción e interpretación de todos los antecedentes recopilados, fase esencial para el proceso en su conjunto que permite explicar la realidad analizada.
- Prognosis que proyecta la situación actual sin incorporar ningún factor modificador.
- Identificación de problemas y potencialidades, fase clave de esta etapa, que individualiza y dimensiona los obstáculos y las oportunidades que existen en la realidad sujeta a análisis.

1.1.1.2 Objetivos y metas.

Esta etapa consiste en formular la situación que se desea alcanzar en los diferentes niveles en un horizonte temporal dado, por lo cual tenemos; Objetivos superiores, generales y específicos. La formulación de estos tres niveles de objetivos es la imagen objetivo, que representa lo que desea alcanzar como situación terminal, producto de la solución de los problemas y el aprovechamiento de las oportunidades y potencialidades.

En la medida que estos objetivos se expresen cuantitativamente y se asocie su logro a un determinado plazo o periodo de tiempo, se está en presencia de las metas.

1.1.1.3 Estrategia.

Es una forma de hacer algo y, por lo tanto, no se refiere a que hacer sino a cómo hacerlo. Es un procedimiento que implica un análisis de alternativas, de carácter comprensivo y permanente, realizado con el propósito de identificar y establecer las acciones fundamentales o estratégicas que deberán ser introducidas durante el proceso de planificación. Esta acción se realiza según una secuencia temporal determinada en el marco de viabilidad general y factibilidad técnica para que de esta manera se configure una trayectoria que conduzca al cumplimiento de los objetivos y metas establecidas. En este sentido, es preciso que en un diseño se definan prioridades y se planteen escenarios tendenciales y normativos para el análisis de la trayectoria de las principales variables consideradas.

1.1.1.4 Políticas.

Las líneas de acción estratégicas establecen el marco básico para definir las medidas fundamentales de políticas y para elaborar los proyectos de inversión de carácter estratégico. Las políticas son los principios por medio de los cuales se usa la autoridad para orientar el comportamiento de los actores y para ordenar los organismos y responsables que deben realizar las acciones planteadas en los objetivos, las metas y la estrategia. En esta etapa también se alcanza la máxima concreción a través del proceso de formular y evaluar programas y proyectos.

1.1.1.5 Control.

La planificación debe ser objeto de control y evaluación para analizar en qué medida se están cumpliendo los objetivos y eventualmente modificar las políticas, los programas y proyectos de inversión que se están implementando. Los instrumentos de control y evaluación dependerán del tipo de acciones implementadas, de la participación asociada a los procesos de planificación y de los horizontes temporales involucrados. De acuerdo a la tradición, estos horizontes temporales se denominan de largo, mediano y corto plazo.

1.2 Planificación Minera.

La planificación minera se podría definir como el proceso que provee las orientaciones y requerimientos para obtener la mejor rentabilidad de la explotación de los recursos minerales, tomando en cuenta el eficiente aprovechamiento de estos a los mínimos costos de producción en un ambiente de trabajo seguro.

En este contexto, la cobertura de la planificación minera se inicia en la evaluación de los recursos mineros, por la necesidad de estimar de manera confiable él o los elementos con valor económico y otros parámetros que influyen en los procesos metalúrgicos y calidad de los productos, hasta la programación y análisis de los resultados de las operaciones, para hacer estas últimas efectivas en la recuperación del recurso.

Los factores a considerar son muchos y deben reflejar las características y condiciones de un depósito minero en particular. Esto involucra determinar los cursos de acción a seguir en determinados periodos en aspectos importantes de todo el proyecto, tales como: determinación de leyes, fino producido, recuperaciones, calendario de inversiones, reemplazo de equipos, inventario de mineral, etc. Además de pronosticar sucesos y entregar un valor económico a la alternativa que se esté desarrollando.

1.2.1 Etapas de la planificación minera

1.2.1.1 Optimización de Tajo.

El objetivo principal en esta etapa es determinar el tamaño y geometría del tajo, definiendo la cantidad y calidad de reserva recuperable de la totalidad del recurso, además de determinar la secuencia de extracción y tendencia global decrecimiento óptimo del tajo.

1.2.1.2 Diseño de expansión.

Definición de las tajadas de material a extraer sucesivamente a partir de un tajo inicial de manera de ampliar el perímetro del rajo basado en una secuencia de extracción óptima.

1.2.1.3 Planificación de la producción.

Su objetivo es crear un programa de producción gradual y armónico en el tiempo hasta llegar al tajo final. Sus herramientas son el gráfico de agotamiento de mineral y la planilla de plan minero.

1.2.1.4 Secuencia de Explotación.

Consiste en la localización, diseño, evaluación y programación de la depositación de materiales que se consideran estériles y/o materiales de stock.

1.2.1.5 Determinación de la flota de transporte.

Su propósito es estimar la cantidad de equipos necesarios para transportar los materiales por las rutas de la mina (pala, chancador, desmontes, etc.).

1.2.1.6 Calendario de inversiones.

Consiste en la determinación de los requerimientos y reemplazos de equipos durante la vida útil de la mina.

1.2.1.7 Evaluación económica.

Finalmente se desea evaluar la rentabilidad del plan determinado basándose en los indicadores económicos.

1.2.2 Objetivos de la Planificación Minera.

Los objetivos fundamentales de la planificación minera son:

1.2.2.1 Determinación de las reservas mineras.

Define la parte del recurso que es técnica y económicamente factible de ser extraída y procesada, para un conjunto dado de condiciones de explotación y ventas.

1.2.2.2 Determinación de las secuencias de explotación.

Delimitación de envoltentes parciales que representen secuencias de explotaciones técnicamente factibles y cuyos aportes económicos se encuentren ordenadas según algún criterio de optimización económica (beneficios decrecientes).

Como cada límite intermedio estará definido por valores específicos de precios y costos, se generará una política de valores de corte asociados a cada periodo.

1.2.2.3 Definición de programas de producción.

Determinación de los tonelajes y leyes de los materiales que se extraerán de la mina y se procesarán en cada período de tiempo. Estimación de los principales parámetros técnicos y económicos asociados y de los valores de corte asociados a cada período.

1.2.2.4 Definición de los planes y proyectos asociados.

Determinación de las actividades y recursos directamente asociados con los puntos anteriores. Comprenden actividades como: planes de desarrollo y construcción, planes de exploración, proyectos de manejos de materiales, requerimientos de equipos, recursos e insumos, etc.

Como parte del trabajo de la planificación, los planes y proyectos elaborados deberán someterse a análisis de riesgos cuyos resultados permitirán elaborar planes de contingencia asociados a las actividades o eventos más críticos.

Para desarrollar las etapas anteriores es necesario contar con la información y antecedentes indicados a continuación:

- a) Interpretación geológica del yacimiento. Identificación de sus características estructurales, geotécnicas, morfológicas, unidades características, alteraciones, mineralización, niveles de esfuerzo, etc.
- b) Modelos de largo y corto plazo de las reservas geológicas. Categorizadas de acuerdo a los niveles de precisión logrados en la estimación de sus valores. Las reservas involucradas en la primera parte de los planes deben poseer bajos errores de estimación, tanto global es como locales.

- c) Parámetros de diseño minero y de los factores técnicos para la planificación. Estimación de estándares de productividades y rendimientos.
- d) Parámetros de los procesos a los que será sometido el mineral.
- e) Definición de las condiciones de mercado bajo las cuales se desarrollarán los escenarios de planificación.
- f) Modelos de costos apropiados a las necesidades de la planificación y con un desglose adecuado. Distintos niveles y estructuras de costos dan origen a distintos planes. Siendo el yacimiento la principal fuente de ventajas comparativas y la mina la unidad generadora de los beneficios, los planes mineros se constituyen en la base fundamental para la definición de los planes de desarrollo, la justificación de las inversiones y el proceso de toma de decisiones. Las etapas siguientes introducen valor agregado y permiten el acceso de los productos a los mercados. Aún cuando la calidad de un recurso minero es de suma importancia, debe ser desarrollado por una administración altamente competente e innovadora.

La función primaria de la ingeniería de minas es el apoyo directo a todas las facetas de las operaciones mineras mediante la evaluación de múltiples alternativas y estrategias. Para lograr lo anterior, es necesario contar con criterios y parámetros claros de optimización que permita una evaluación global y armónica de las operaciones, obtener el máximo provecho de las instalaciones existentes y lograr un óptimo uso de las reservas disponibles. Por las elevadas inversiones involucradas, las evaluaciones deben considerar todas las alternativas técnicas y económicas factibles que sean relevantes. Además, hay que considerar que las condiciones económicas cambian y nuevos proyectos son identificados. Estos eventos tienen impacto en los planes que deben ser reevaluados. Por lo tanto, el proceso de planificación debe ser flexible y capaz de acomodar cambios en los parámetros básicos.

1.2.3 Horizontes de la planificación minera.

La definición de los distintos horizontes de la planificación minera está asociada normalmente al establecimiento de los programas de producción y desarrollo, y a las estimaciones de inversiones y costos necesarios para alcanzar las metas establecidas.

Las definiciones adoptadas pueden ser muy distintas, según sean los criterios o normas que aplique cada grupo de trabajo. Sin embargo, los siguientes conceptos son fundamentales:

- a) Objetivos que se persiguen en cada etapa.
- b) Decisiones que derivan de ella. c) Horizonte de tiempo que involucra.
- c) Información que se requiere para cumplir los objetivos de la etapa con la confiabilidad necesaria.

Según estos aspectos se pueden definir las siguientes etapas en la planificación minera:

1.2.3.1 Planificación Estratégica.

Esta etapa se ha definido habitualmente como planificación a largo plazo, teniendo como principal objetivo la determinación del límite final de las reservas explotables, a partir de las reservas geológicas conocidas. Esta determinación no sólo se refiere a los tonelajes y leyes correspondientes, sino también a las extensiones físicas de la explotación y de sus áreas de influencia. En ella se deberán compatibilizar las situaciones técnicas que son restricciones propias del tipo de yacimiento con los objetivos económicos de la empresa.

Las principales decisiones que pueden fundamentarse en esta etapa de la planificación serían:

- Ubicación de las instalaciones principales con relación a los límites físicos de la mina (botaderos, edificios, tranques, etc.)
- Necesidades de obras de saneamiento y adecuación del entorno afectado por la explotación (drenajes, protecciones de avalanchas, accesos, etc.).
- Ritmo de explotación y vida del yacimiento o sector en estudio, estableciendo una relación equilibrada entre el tonelaje total disponible de reservas mineras, las producciones anuales y los valores de corte adoptados.
- Planes de exploración en función de las curvas de agotamiento de las reservas mineras que se definan y del nivel de reconocimiento de las reservas que puedan ser incorporadas al plan.

El horizonte de análisis queda determinado en función del volumen de las reservas mineras resultantes y del ritmo de producción definido.

La información que necesariamente debe estar disponible para el desarrollo de esta etapa incluye:

- Reservas geológicas con su correspondiente clasificación según intervalos de confianza o criterios similares.
- Estimación de rendimientos y otros parámetros del proceso.
- Estimación de costos para las distintas etapas del proceso. Esta estimación debe considerar una situación media de largo plazo y no la realidad puntual que vive la faena en el momento en que se planifica.
- Criterios y parámetros adecuados para la generación y evaluación de planes alternativos.

1.2.3.2 Planificación de Largo Plazo.

Esta etapa debe desarrollarse dentro del marco definido por la planificación para la vida de la mina. Su objetivo primordial es establecer una estrategia de uso de reservas mineras, junto con optimizar el retorno de las inversiones principales en infraestructura y equipamiento.

Las decisiones más importantes que deben tomarse son:

- Definir una secuencia de explotación técnicamente factible y económicamente factible y aceptable.
- Elaborar planes de producción a largo plazo, las que no solo deben contener las cifras de tonelaje y ley a tratar por periodo, sino también los presupuestos asociados, las dotaciones, requerimientos de insumos principales, etc.

El horizonte de análisis es normalmente función de la vida útil de las inversiones, la que, a su vez, suele estar limitada por la caducidad de la tecnología empleada. Estos periodos deben ser bastante largos, coincidiendo incluso con el denominado “vida de la mina”. Puede subdividirse en periodos menores definidos en función de distintos escenarios de riesgos definidos por variables como: demanda del producto, nuevas minas en operación, niveles de costo, etc.

La información mínima requerida para desarrollar esta etapa satisfactoriamente debe incluir:

- Reservas mineras determinadas en la etapa anterior.
- Definición de objetivos para el periodo en estudio.
- Restricciones técnicas a las secuencias de desarrollo y extracción (estabilidad, interferencias, etc.).
- Costos de operación y capital en un grado de precisión aceptable, el que dependerá del horizonte en que se esté trabajando.

1.2.3.3 Planificación de Mediano y Corto Plazo.

El objetivo de esta etapa está orientado a optimizar el uso de los equipos y maximizar las productividades y rendimientos.

Las decisiones que se toman en ella están bastante orientadas al aspecto operacional y administrativo de la faena. Entre otras puede señalarse:

- Programa de producción Tri-anales, anual y mensual.
- Políticas de operación, mantención, etc.
- Presupuestos de operación, inversiones de reemplazo, etc.

El horizonte de análisis no debiera superar los cinco años en el mediano plazo, siendo para el corto plazo el ejercicio anual y los mensuales en los que se desglosa.

La información que se requiere para sustentar un plan en esta etapa debe considerar:

- Plan de producción a largo plazo.
- Costos y rendimientos del proceso, con una buena precisión en las estimaciones.
- Modelo de reservas mineras para corto plazo. Este modelo, que no necesariamente abarca todo el yacimiento

1.3 Planificación minera de corto plazo

1.3.1 Introducción

En el capítulo anterior hemos hecho un breve alcance de lo que se refiere a planificación de corto plazo.

Bien el presente capítulo daremos mayor énfasis a lo que refiere el corto plazo y otras funciones que se deben realizar en la práctica de la operación misma.

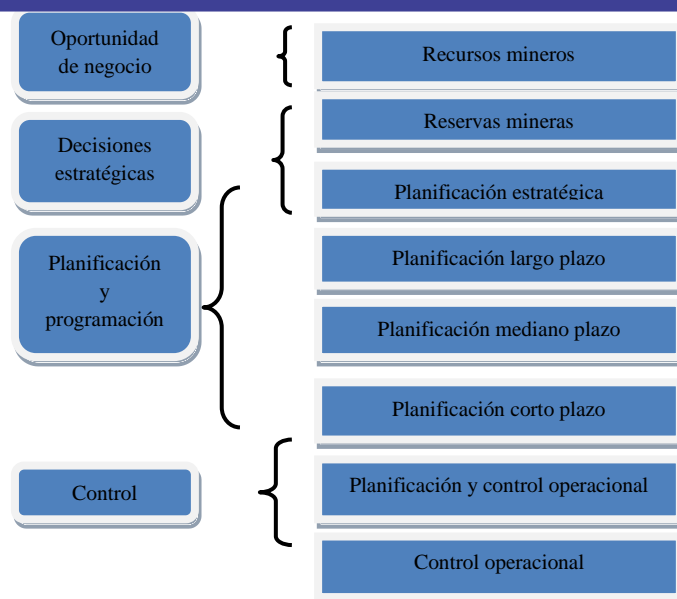


Figura 1. 2. Esquema conceptual de la planificación Minera

Fuente: Convención el IIMCH

1.3.2 Planificación Minera Corto Plazo.

Diríamos que es el momento en el cual la planificación minera se lleva a la práctica, es decir, todo lo que se planifico en el largo y mediano plazo se lleva a la realidad de la operación. Por lo tanto, la planificación de corto plazo se debería entender como el proceso operativo, mediante el cual logramos que nuestra empresa minera entre en la explotación del recurso minero, bajo el menor costo posible, a fin de lograr los objetivos definidos para el éxito empresarial. Para llegar a este éxito se debe realizar un programa de producción detallado el cual debe serlo bastante real y certero posible que simule la actividad minera dentro del periodo pactado como base (generalmente un mes). Además en el momento que se planifica se debe tomar en cuenta todas las acciones posibles y lograr prever los conflictos que se puedan presentar, para lo cual el programa de producción debe ser lo bastante fuerte para que soporte cambios imprevistos en el transcurso del periodo, producto de alteraciones que se pueden presentar en el desarrollo normal de la actividad minera.

Ante lo expresado se podrían dar algunas características puntuales de la planificación de corto plazo.

- Es una planificación operacional.
- Es altamente dinámica.
- Valora la gestión empresarial.
- El grado de certidumbre debe ser alto (próximo al 100%).
- Programar y controlar producción inmediata.

- Los recursos disponibles son constantes.
- Debe entregar información a la planificación de mediano y largo plazo.
- Poner en marcha políticas de la empresa.
- Aplicar los principios establecidos por la empresa.
- Tener el logro de los objetivos establecidos.
- Planificar los ajustes requeridos.
- Aportar antecedentes a la etapa de abandono.

1.3.3 Objetivo de la planificación de corto plazo.

El objetivo principal de la planificación de corto plazo es aportar antecedentes respecto a tonelajes y calidades de material, útiles a la operación, a fin de que ésta elabore y controle los planes de extracción de materiales de la mina.

1.3.4 Factores que influyen en la planificación de corto plazo.

El corto plazo es afectado entre otros factores por las demandas reales, los recursos disponibles en capital humano, físicos (equipos y estado de ellos) y financieros y la planificación del mediano plazo. Los factores recién mencionados no son tan severos en la gestión del corto plazo, como los de carácter informal y que provienen del largo plazo, tales como: Cambio de políticas empresariales, alteración de los principios u objetivos. Estos últimos alteran el escenario en que se desenvuelve la planificación de corto plazo y con ello problemas a veces de difícil solución.

De la planificación de mediano plazo obtenemos los planes y programas de producción, las cartas de mantención, el presupuesto, las normas de trabajo, etc.

Pero es sabido por todos que el cumplimiento rígido de esta planificación no siempre se cumple, lo cual nos ha creado una distorsión en los objetivos empresariales, los que al tratar de adecuarlos a la situación contingente crean dificultades y alteraciones que debe enfrentar la planificación del corto plazo.

Otra fuente de información de gran aplicación en el corto plazo es la que está basada en estudios específicos, los cuales se pueden haber formulado a partir de ciertos ensayos determinados y a partir de ellos se concluye por ejemplo; Variación de ángulo de talud en un sector de la mina, Malla de perforación y factor de carga en sectores de roca más dura, etc.

Con la información obtenida a partir de estos estudios determinados, el planificador cuenta con un apoyo importante para el posterior modelamiento de situaciones también específicas, la problemática surge en la fuente que realizó el estudio, presentándose generalmente omisión o incorporación de factores de fuerte o nula incidencia con respecto a la materia de análisis.

Una aproximación a la planificación de corto plazo debe considerar los siguientes pasos:

- a) Definición de tareas que competen al corto plazo, por ejemplo: preparación o desarrollo secundario, preparación de nuevas aperturas de minas o puntos de extracción, control de tonelaje y ley, mantención de activos (accesos, equipos, etc.), control presupuestario, innovaciones tecnológicas.
- b) Asociar a cada tarea el tipo de información requerida, por ejemplo: el control de tonelaje y ley va a requerir información histórica para aplicar ajustes en nuevos planes.
- c) Generación de metodologías de trabajos rutinarios, entre ellos puede citarse el control de los aceros de perforación, la mantención de accesos, preparación de información a otras instancias de la planificación, elaboración presupuestaria, etc.
- d) Elaboración de metodologías de análisis para situaciones esporádicas y no previstas.

La definición de tareas debe considerar los recursos necesarios para un cumplimiento establecido, el que a su vez viene dado por la planificación de mediano plazo, mientras menor sea la variabilidad de los parámetros considerados, mejor será el logro alcanzado.

1.3.5 Interacción del Planificador de Corto Plazo.

El planificador, en el desarrollo de sus funciones y coordinaciones cotidianas debe interactuar con diferentes entes y áreas dentro de la misma institución minera estar al tanto de la información a entregar y su respectiva retroalimentación. Es por ello que se debe tener una constante comunicación para lograr que el objetivo final de la empresa se lleve a cabo sin ningún problema.

A continuación, se describen las principales actividades de interacción del planificador con las diferentes áreas (ver fig. 1.3.), cabe señalar que además de las prácticas que se indicaran abajo existe una interacción entre las diferentes áreas que componen la empresa minera.

1.3.6 Interacción con Planificación Minera a Largo Plazo.

El área de planificación de largo plazo, entrega los lineamientos corporativos que se deben considerar para la planificación en corto plazo, ya sea, leyes de corte, tonelajes a remover mensual, tonelajes de alimentaciones a planta para proceso, direccionamiento del desarrollo, aperturas de nuevas áreas a explotar, modificación de fases ante ajustes económicos, ajustes de modelos de bloques ubicación y diseño de botaderos, definición de la ubicación de los diferentes acopios, Modificaciones necesarias, debido a la complejidad de la estabilidad de taludes (geomecánica). Aporte de inversiones necesarias en la renovación o incorporación de equipos, etc.

Además, el corto plazo entrega las novedades que se enfrentan diariamente y el análisis de estas para la toma de decisiones que modifiquen alguno de los lineamientos anteriormente nombrado.

También las modificaciones que se realizan en el corto plazo para asegurar la producción y que en algunas ocasiones atentan con el desarrollo del plan minero a largo plazo.

1.3.7 Interacción con Geología Minas.

Con geología minas (operacional), se debe tener una continua comunicación y retroalimentación para el cumplimiento y aseguramiento de la producción de lamina. Para lograr la confección de los diferentes planes de producción mensuales se debe trabajar conjuntamente con geología, partiendo con la información a entregar con la cual ellos determinaran las diferentes características de los sectores a explotar. Esta retroalimentación parte con la entrega por parte de planificación de las diferentes fases y límites a explotar en el mes que se desea programar. Con esta información entregada, geología determina los predictivos, realiza análisis a las muestras tomadas en los diferentes sectores (Ya sea de sondajes o muestras de terreno), considera las características litológicas y estructurales y por último una interpretación a corto plazo de los modelos de bloques (estos modelos están ajustados con muestras de sondajes exploratorios del sector y muestras de la perforación de disparos cercanos). con todo lo anterior geología entrega sectorización litológica y estructural y el modelo a corto plazo, lo que se utilizara para estimar los tonelajes a remover en el desarrollo de la mina y los diferentes destinos que se le darán a estos materiales (mineral o lastre), además debe considerarse las características litológicas y estructurales para la determinación de mallas de perforación y tipo y cantidad de carga a utilizar en voladura (esta última información debe ser entregada a operaciones minas).

También hay una interacción diaria para diferentes tareas de apoyo a la operación cotidiana, entre ellas, coordina prioridades de muestreo según secuencia de perforación. De leyes de pozos y mapeo geológico en terreno, se entregan las características y calidad del disparo a quemar, además de las diferentes zonas (separaciones y polígonos) de materiales (estéril o mineral, con sus diferentes destinos en la extracción). Además, se analiza conjuntamente inventario diario de minerales, para alimentar a buzón. Aportando, si es necesario, zonas mineralizadas en caso de enfrentar algún tipo de contingencia operativa.

1.3.8 Interacción con operaciones Mina.

Esta es el área con la cual se tiene mayor interacción, ya que, con el trabajo en conjunto, se podrá lograr las metas establecidas en cada programa de producción, por lo cual, existe un alto aporte de las dos áreas, para continuar con la operatividad y vida de la empresa minera.

No olvidar que los planes anuales entregados, el corto plazo los disgrega para llevarlos a la operación, pero quien realmente se lleva el peso o la responsabilidad de ejecutarlos y cumplirlos es la operación mina, así que, se debe guiar y apoyar en forma continua a esta área.

Como se apoya a la operación:

- a) Entregando planes de producción detallados y claros para ser ejecutados.
- b) Guiarlos en los sectores que se están en desarrollando, con indicación de áreas a perforar y quemar.
- c) Indicar sectores de nuevas aperturas en rajos o fases.
- d) Construcción de caminos a botaderos y a planta de proceso.
- e) De información entregada por geología y con el apoyo topográfico, entregar las marcas necesarias para la extracción del sector volado.
- f) Indicar y recomendar las mallas de perforación que se ejecutaran.
- g) Coordinar secuencia de disparos que aporten material suficiente para mejorar el rendimiento de equipos, pero con mayor énfasis en el mineral necesario para alimentar buzón.

1.3.9 Interacción Operación Planta.

Esta área esta a la espera de las indicaciones de minerales que ingresaran a proceso, con lo cual se preparan con los insumos necesarios para recuperar y obtener el metal de buena calidad.

Si se analiza cada área como un esquema de negocio, este es el principal cliente de la operación y planificación, ya que todo el esfuerzo que se haya realizado se verá reflejado en el producto final que entregue la planta de proceso. (Chancador primario, secundario, planta de tratamiento, lixiviación en caso de óxidos o concentradora en caso de sulfuros, para el caso del cobre).

1.3.10 Control de Producción y Plan de Corto Plazo

El contar con las herramientas necesarias para llevar un control sobre el programa establecido para un periodo “X”, es vital para la toma de decisiones inmediatas, por lo cual cada planificador debe crear sus propias formas de controlar, en la actualidad se cuentan con diversas herramientas computacionales que sirven de apoyo al planificador en la confección de planes y estimaciones necesarias. Además, se puede facilitar con la confección de planillas electrónicas que sirven de bases de datos de información relevante que nos puede indicar, la variación, y cumplimiento de planes de producción, simular lo venidero, comparación de movimientos reales versus lo programado, conciliar, etc.

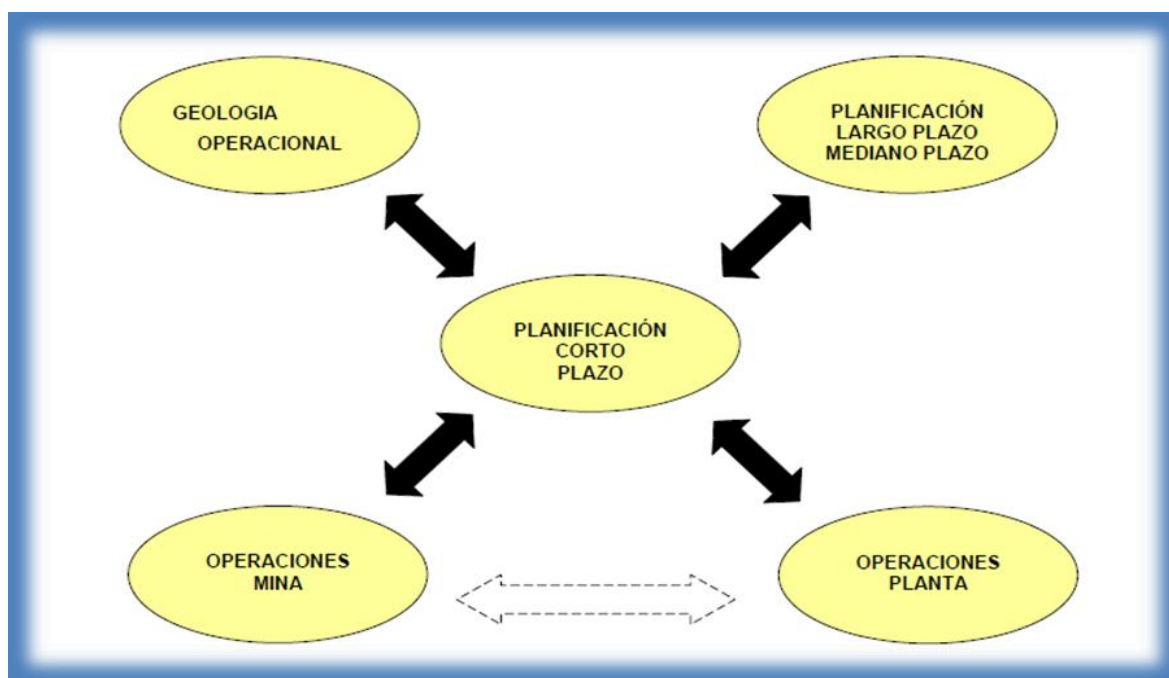


Figura 1. 3. Esquema de interacción del corto plazo

Fuente: Convención de IIMCH.

CAPÍTULO II

MÉTODO Y PROCEDIMIENTOS

2.1 Ubicación y Acceso

La Unidad San Rafael se ubica en el sector Quenamari, distrito de Antauta, provincia de Melgar, departamento de Puno. La altitud sobre la cual se desarrollan las operaciones mineras varía entre los 4,500 a 5,200 msnm y es la única mina productora de estaño en Perú. La Unidad se ubica a unos 10 km de la localidad de Antauta y a tres horas de viaje por vía terrestre (180 km) desde la ciudad de Juliaca por un camino pavimentado hasta la localidad de Antauta. Ver Fig. 2.1. Se muestra la ubicación geográfica.

Para el acceso a la Unidad San Rafael desde Lima existen dos alternativas. La primera y más común es vía aérea de Lima a Juliaca con el tiempo aproximado de una hora y media, luego por carretera se debe recorrer una distancia de 180 Km aproximadamente durante tres horas hasta llegar la mina.

La segunda alternativa es mediante un vuelo directo desde Lima hasta el aeródromo San Rafael con un tiempo aproximado de dos horas, luego por carretera se recorre una distancia de 8 Km y toma aproximadamente de 20 minutos de viaje a la Unidad.

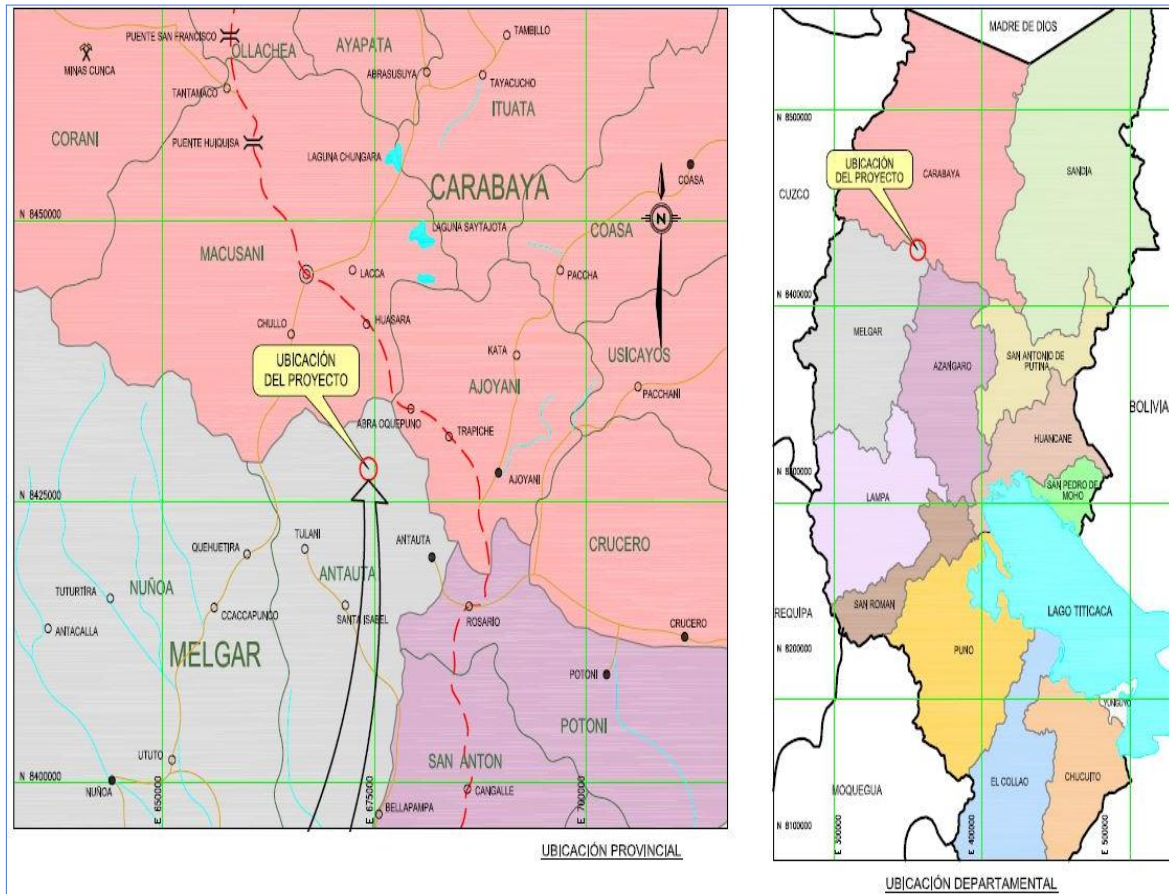


Figura 2. 1. Ubicación Geográfica de la Unidad San Rafael
Fuente: Unidad San Rafael

2.2 Historia y Antecedentes

Los primeros trabajos de exploración se realizaron en el año 1913 y fueron por cobre, metal que fue explotado a pequeña escala. En 1947 fue descubierta la Veta San Rafael por el Señor Avendaño. Por el año 1960, al analizar los relaves de cobre se descubrió la presencia de Casiterita con leyes de 0.60% a 1.00% Sn. Allí empieza la recuperación del estaño como subproducto del cobre en mesas gravimétricas a razón de 100 tpd.

En 1966, The Lampa Mining Co .Ltda vende sus propiedades entre ellas la Unidad San Rafael con 45,700 toneladas de mineral con 6.15% Cu a la Casa Grace, formándose la compañía MINSUR S.R.L. En 1969 amplían la capacidad de la planta de flotación y gravimetría de 250 a 350 tpd. Las operaciones continúan hasta el año 1977, año en que los valores de cobre caen por debajo del 3.00% Cu, lo que da lugar a problemas con el sindicato minero y la comunidad, obligando al traspaso de las propiedades mineras.

En 1977 se formó MINSUR S.A. adquiriendo las propiedades de MINSUR S.R.L., entre ellas la Unidad San Rafael con 745,231 TMS con 2.67% Cu y 1.06% Sn, con ello se incrementaron las exploraciones en el nevado Quenamari (Arenas, 1980), agilizaron y mejoraron la explotación del yacimiento con la implementación del sistema de minería sin rieles o “trackless”; al mismo tiempo aumentaron la capacidad de la planta a 500 tpd.

En los primeros años MINSUR S.A. direccionó las exploraciones al intrusivo en profundidad y alrededores incrementándose las leyes de 1.50% y 2.00% Sn, para luego llegar al nivel 600 encontrándose un cuerpo con estaño grueso o botroidal con valores que llegaban a 15.00% Sn.

Con el objetivo de reconocer el yacimiento de San Rafael, MINSUR S.A. realizó los siguientes estudios:

- Petrogenéticos, geoquímicos (de los intrusivos y volcánicos) con isótopos de plomo de la mineralización.
- Determinaciones radiométricas de las rocas.
- Metalogenéticos e interpretaciones estructurales que les permitieron conocer mejor la génesis de la mineralización estannífera local y regional (Clark, 1990, Kontak, 1981).
- El conocimiento de la paragénesis y de las secuencias de la mineralización, así como los de inclusiones fluidas de la Veta San Rafael (Palma, 1981) e interpretación de cocientes metálicos de estaño y cobre (Arenas, 1980; Petersen, 1988).
- Conocimiento del zoneamiento mineralógico horizontal y vertical, los cuales sirvieron de guías valiosas para la exploración.

2.3 Concesiones Mineras

MINSUR S.A. cuenta con la titularidad de los derechos mineros al 100% de la concesión minera por un total de 23,063 Ha. Cerca de la Unidad San Rafael, MINSUR S.A. cuenta con cuatro concesiones mineras las cuales son: Nueva acumulación Quenamari con una extensión de 21,263 Ha, Ajoyani 16 (900 Ha), Ajoyani 15 (800 Ha) y Ajoyani 13 (100 Ha).

2.4 Aspectos Socio Ambientales

MINSUR S.A organiza y ejecuta acciones de apoyo social acorde a planes anuales. El plan del año 2014 tuvo el objetivo de mantener la cobertura y las líneas principales de trabajo de años anteriores, aunque con una mejor identificación de los beneficios y los impactos.

La cobertura del área de influencia directa implica:

- Los 22 sectores del distrito de Antauta
- Los 13 sectores del distrito de Ajoyani
- La comunidad campesina de Queracucho

La línea de trabajo en temas sociales y productivos involucra:

- Un proyecto de educación de calidad
- Saneamiento básico (agua y desagüe)
- Confort térmico (viviendas limpias y calientes)
- Desarrollo ganadero
- Instalación de cercos ganaderos
- Riego de chacras y construcción de invernaderos rústicos

La línea de campañas incluye:

- La organización de campañas de salud y de Navidad
- El apoyo a las ferias ganaderas locales y regionales
- Capacitación con cursos técnicos y becas de formación técnica en SENATI.

La Figura 2.2 muestra el área de influencia directa de la Unidad San Rafael.

2.5 Aspectos Legales

MINSUR S.A. cuenta con licencias, permisos y acuerdos con las comunidades aledañas correspondientes para el desarrollo de sus operaciones y manejo ambiental. A continuación, se listan los mencionados documentos.

- Autorización de funcionamiento de planta a 2900 tpd.
- RD – 203 Aprobación EIA Bofedal III.

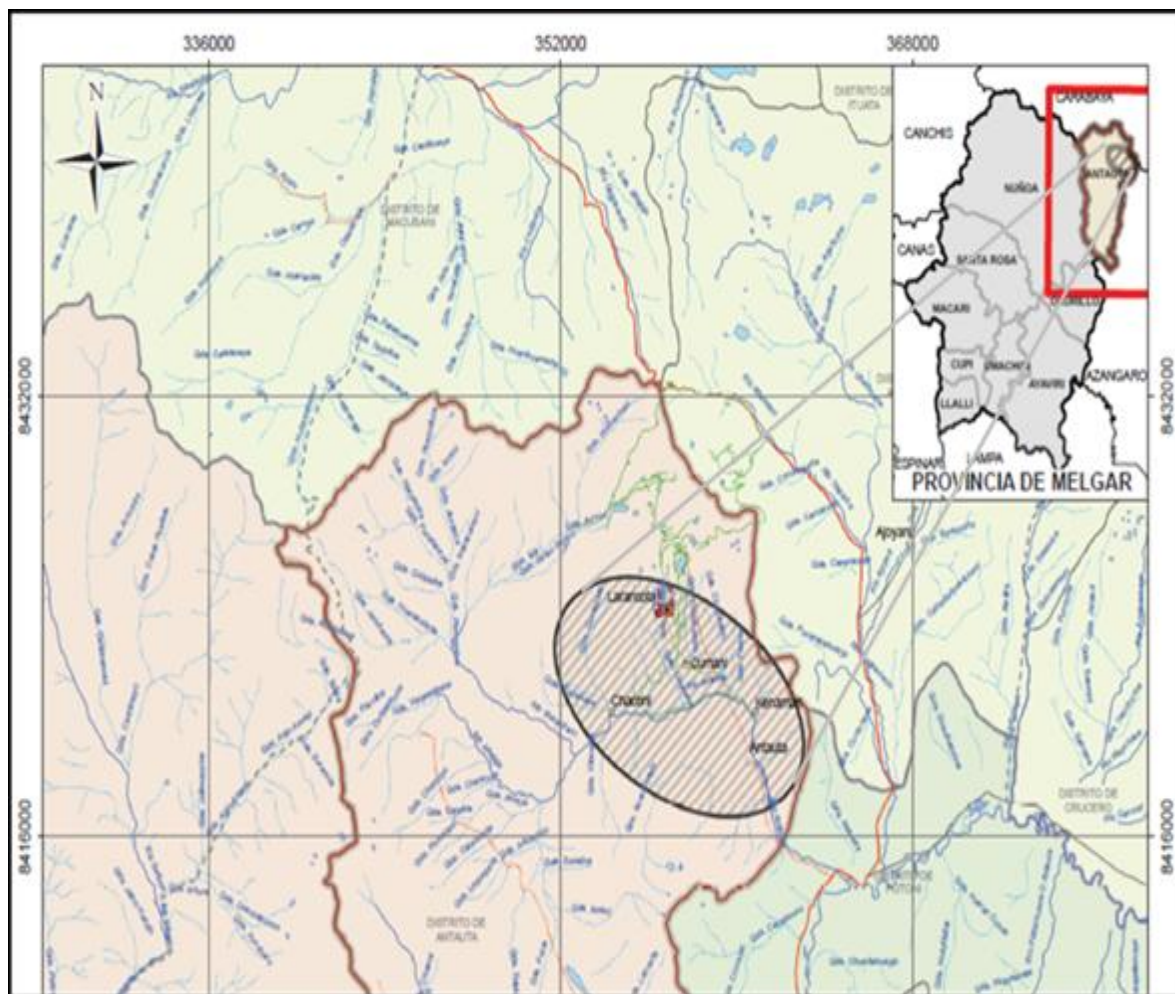


Figura 2. 2.Plano del Área de Influencia Directa

Fuente: Unidad San Rafael

- RD NO 098 – 2013 MEM-AAM, aprobación actualización PCM.
- RD_N° 095_2017_Senace/DCA, aprobación Modificación del EIA.
- Resolución Directoral No 174-2013-MEM-AAM, aprobación Estudio de Impacto Ambiental de Relleno Sanitario.
- Resolución No 119-2014-MEM-DGM-V - SR – Bofedal III, Aprobación de Funcionamiento del Depósito de Relaves Bofedal III.
- Resolución N°0486-2014-MEM-DGM, aprobación botadero Larancota.

2.6 Geología Regional

En la región se extiende una gruesa secuencia marina del Paleozoico inferior tales como: pizarras, filitas y cuarcitas de la Formación Sandía de edad Ordovícico superior; y limo arcillitas intercaladas con cuarcitas del Grupo Ananea, del Devónico-Silúrico.

Toda la serie litológica descrita anteriormente ha sufrido los efectos de la tectónica compresiva Herciniana temprana. Asimismo, las rocas del Paleozoico superior han sufrido los efectos de la tectónica Herciniana final, representada por areniscas y lutitas del Grupo Ambo, de edad Missisipiano; lutitas y calizas del Grupo Tarma, de edad Pensilvaniano; y calizas del Grupo Copacabana, de edad Pérmico inferior. El tectonismo anterior fue seguido por un levantamiento continental que dio origen a los sedimentos continentales y volcanismo del Grupo Mitú, de edad Pérmico medio a superior; sobre los cuales se depositaron secuencias calcáreas, arenosas y lutíticas del Cretáceo. El conjunto ha sufrido intrusiones ígneas de dimensiones batolíticas y en forma de stocks, domos, de edades que varían dentro del periodo Jurásico al Terciario superior.

Las rocas Paleozoicas de la Cordillera Carabaya fueron instruidas por rocas peraluminosas de los plutones Limacpampa, Limbani, Aricoma y Coasa; agrupados en el batolito de Coasa de edad Triásica. Hacia el Noroeste se ubica un plutón de sienita nefelínica peraluminoso y volcánicos per alcalinos, ambos del Jurásico; asimismo, el complejo San Gabán. En la depresión de Crucero y en las estribaciones de la Cordillera o pre-cordillera Carabaya existen rocas ígneas extrusivas e hipabisales del Terciario. Las rocas ígneas extrusivas comprenden lavas y piroclásticos, basaltos, shoshonitas, riocacitas y riolitas. Además, intrusivos hipabisales peraluminosos emplazados entre los 22 y 26 Millones de años, del Oligoceno superior- Mioceno inferior. Estos se encuentran representados por el Plutón de San Francisco de Quenamari y el Plutón de Yurac Apacheta que son de naturaleza monzogranítica. Otro tipo de rocas comprenden piroclásticos e hipabisales riolíticos fuertemente peraluminosos con biotita, sillimanita, muscovita, andalucita y turmalina; que fueron emplazados entre 6.5 y 17 Millones de años del Mioceno inferior a superior.

Los intrusivos de edades triásicos y terciarios forman parte del dominio magmático del arco interior de la Cordillera Oriental, la que tuvo una evolución diferente al dominio magmático del arco principal de la Cordillera Occidental. Estructuralmente se han diferenciado las siguientes zonas estructurales:

Bloque Putina, Bloque de Quelhua-Gilata, Bloque de Corani-Macusani, Bloque de Carabaya y la Depresión de Crucero-Ananea. Desde el punto de vista tectónico se han evidenciado las fases Eohercínica, Tardihercínica y Finihercínica de la Tectónica Hercínica; así como las fases peruana, Inca y Quechua de la Tectónica Andina (INGEMMET, 1996). Los materiales Cuaternarios son representados por depósitos fluvio-glaciares, aluviales y fluviales.

Véase la Figura 2.3 que resume la Geología Regional de la zona de San Rafael.

2.7 Geología Local

El mapa geológico muestra la geología local en la que destaca la Formación Sandia en la mayor parte del área y el Grupo Ambo en el extremo NE que han sido instruidas por el Monzo granito y el emplazamiento de las estructuras mineralizadas en toda el área y que ilustra la disposición de las diferentes unidades litológicas, lo que se muestra en la Figura 2.4.

La descripción de las unidades litológicas, depósitos no consolidados y materiales antrópicos se detalla a continuación:

Formación Sandia (Os-s)

Afloran principalmente en la zona Umbral, en los alrededores del campamento de San Rafael y en la laguna Chogñacota sobre el yacimiento mineral. Formación litológica principalmente constituida por pizarras y filitas de color gris oscuro con Muscovita en los planos de foliación. Estas rocas en contacto con el intrusivo fueron metamorfoseadas a Hornfels de color gris oscuro-marrón.

Las cuarcitas son expuestas al oeste del Nevado Quenamari, en la parte sur de la laguna Chogñacota afloran sobre las pizarras en forma de pequeños afloramientos.

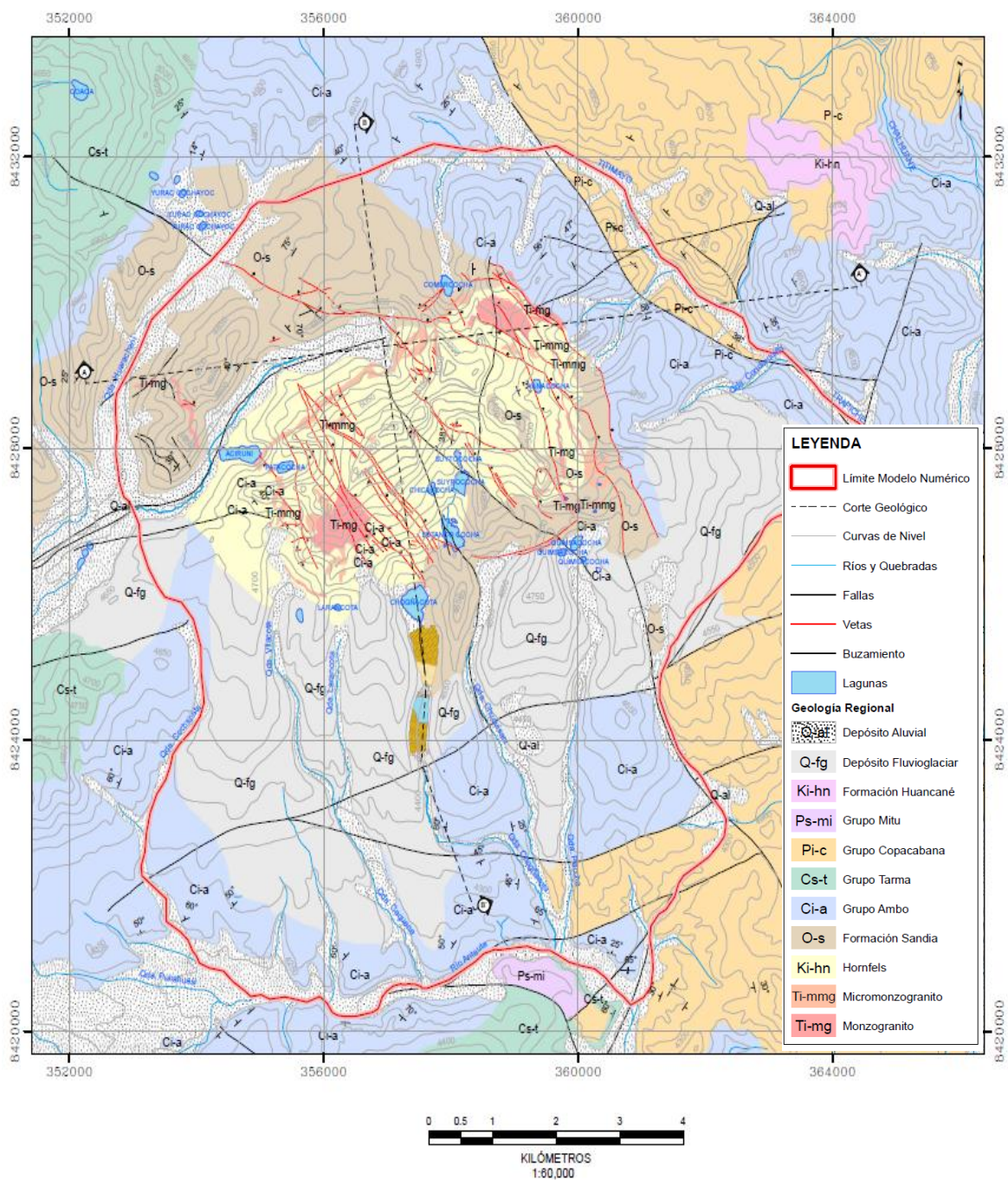


Figura 2. 3.Plano Geológico Regional de la Unidad San Rafael

Fuente: Balance de Aguas, Elaborado por las consultoras HATCH y AMPHOS

Grupo Ambo (Ci-a)

El Grupo Ambo presenta a la base una intercalación monótona de limo arcillas con niveles aislados de areniscas. Las limo arcillitas contienen micas y se presentan laminadas en estratos de más de 1 m de espesor. Asimismo, la secuencia superior presenta areniscas cuarzosas de grano medio a fino, gris blanquecino a beige y con niveles de limo arcillitas laminares. Afloramientos de esta unidad litológica se muestran al NE de la Unidad San Rafael y al S aflora en las quebradas Chogñacota, Caquene, Chuquisani y a lo largo del Río Antauta.

Grupo Tarma (Cs-t)

Aflora principalmente en los alrededores de la laguna Coaca y al sur de la quebrada Janac Punco. Otros afloramientos menores se presentan en la intercepción de la quebrada Chogñacota con el Río Antauta. Litológicamente consisten de areniscas feldespáticas de color blanquecino a verdoso con intercalaciones de calizas. Las areniscas tienen cemento calcáreo de color rojizo y verde grisáceo.

Grupo Copacabana (Pi-c)

El Grupo Copacabana está constituido por calizas de color blanquecino en superficie alterada. La estratificación marcada y su coloración son características que facilitan su identificación. Afloramientos de esta unidad litológica se encuentran ampliamente al SE y NE de la Unidad San Rafael.

Grupo Mitu (Ps-mi)

El Grupo Mitu aflora en la intercepción del Río Antauta con la quebrada Chogñacota. Se constituye de areniscas arcósicas y areniscas cuarzosas.

Presenta intercalaciones de lutitas rojizas. El conjunto de estratos se muestra intensamente fracturado y de coloraciones rojizas.

Formación Huancané (Ki-hn)

Afloramientos de esta formación se presenta al noreste del Río Titimayo. Litológicamente está constituida por areniscas cuarzosas, estas areniscas son de grano medio color blanco a blanco amarillento y muy raras veces rojo brunáceo (cuando contiene óxidos de fierro).

Depósitos Fluvioglaciares (Q- fg)

En general están constituidos por gravas arcillosas a gravas limosas con arenas de color gris parduzco a gris amarillento, sueltos a densos, con gravas de formas sub angulosas a sub redondeadas, de tamaño variado, y presencia de bolonería y bloques aislados; estos se aprecian principalmente en la zona sur de la Unidad San Rafael, entre las quebradas Vilacota, Larancota, Chocñacota, Chuquisani y Paccha.

Depósitos Aluviales (Q-al)

Se caracterizan por su dinámica de acumulación que se debe principalmente al transporte en masas acuosas predominantemente sin cauce definido. Los depósitos aluviales principalmente están constituidos por gravas polimícticas y herométricas en una matriz arenosa y/o limosa. Estos materiales se disponen a lo largo de los flancos y fondo de las quebradas Vilacota-Caquene, Chuquisani y Chogñacota.

Intrusivos

Los procesos de erosión dejaron al descubierto dos stocks en la zona de estudio: el primero corresponde al nevado San Bartolomé de la Unidad San Rafael y el segundo corresponde al nevado San Francisco de la Unidad Quenamari; un conjunto de diques se encuentra asociados a ambos intrusivos.

Las rocas intrusivas están representadas por un monzo granito peraluminoso con fenocristales de feldespatos alcalinos euhedrales de hasta 12 cm de longitud y con maclas de Carlsbad, biotita, cordierita y microfenocristales de sillimanita.

2.8 Estratigrafía Regional y Local

Como parte de la estratigrafía de la Unidad San Rafael se encuentra la Formación Ananea la cual aflora al NO del Nevado San Francisco de Quenamari. Esta unidad está compuesta generalmente de limoarcillitas pizarrosas, limolitas pizarrosas con algunas intercalaciones.

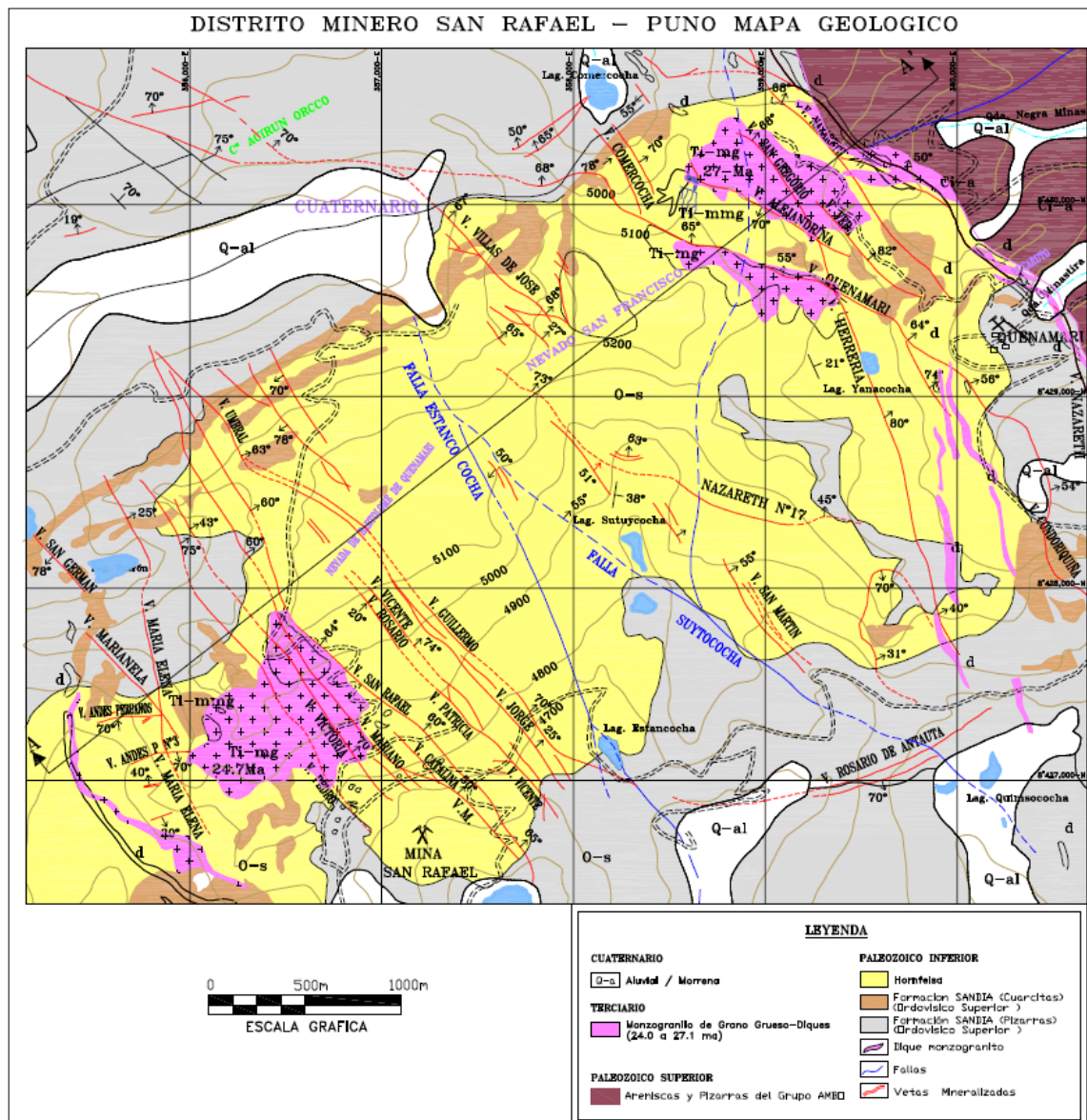


Figura 2. 4.Plano Geológico Local de la Unidad San Rafael
Fuente: Informe de Estimación de Recursos Minerales Junio 2018 – Unidad San Rafael

Además, se pueden encontrar diversos depósitos recientes rellenando valles, depresiones y planicies. Entre estos se tienen:

- Depósitos Morrénicos: Estos depósitos se encuentran rellenando los valles glaciares antiguos por encima de los 4,200 msnm., están constituidas por brechas de composición variada.
- Depósitos Glaciofluviales: Estos depósitos provienen de la erosión y removilización de los depósitos morrénicos debido a la deglaciación. Estos depósitos están constituidos por gravas de clastos hasta 0.5 m de diámetro con una matriz arenosa o areno-limosa.
- Depósitos Aluviales: Son aquellos depósitos que se acumulan en los flancos de los valles y quebradas tributarias.
- Depósitos Fluviales: Estos depósitos se encuentran ubicados en los fondos y riberas de los ríos. Está constituido por gravas gruesas y finas de diferente constitución, arenas gruesas y finas, y depósitos limo-arcillosos.

2.9 Geología Económica

En la sub provincia metalo genética de la faja estañífera de Bolivia, de los Andes la Unidad San Rafael se ubica en el distrito minero San Rafael, con cobre en la parte superior y estaño en profundidad. Adicionalmente presenta una mineralización polimetálica de plomo-zinc-plata-cobre-estaño hacia los bordes o extremos del distrito minero.

La mineralización es de origen hidrotermal en vetas de relleno y de re emplazamiento de fracturas y cuerpos de mineral en el monzo granito y en los meta sedimentos. La zona mineralizada abarca una extensión de 5 km por 7.5 km, en donde se encuentran las Unidades San Rafael y Quenamari. En la Figura 2.5 se muestran las estructuras principales de la Unidad San Rafael.

2.10 Mineralización

Los principales minerales hipogénicos de mena son: casiterita y estannita. Otros minerales son: valamorfitas, esfalerita, galena, enargita, estibina, scheelita, wolframita. Los minerales de ganga son: cuarzo, clorita, sílice, pirita, arsenopirita, turmalina, calcita, fluorita, marcasita, pirrotita, rodocrosita, siderita y adularia.

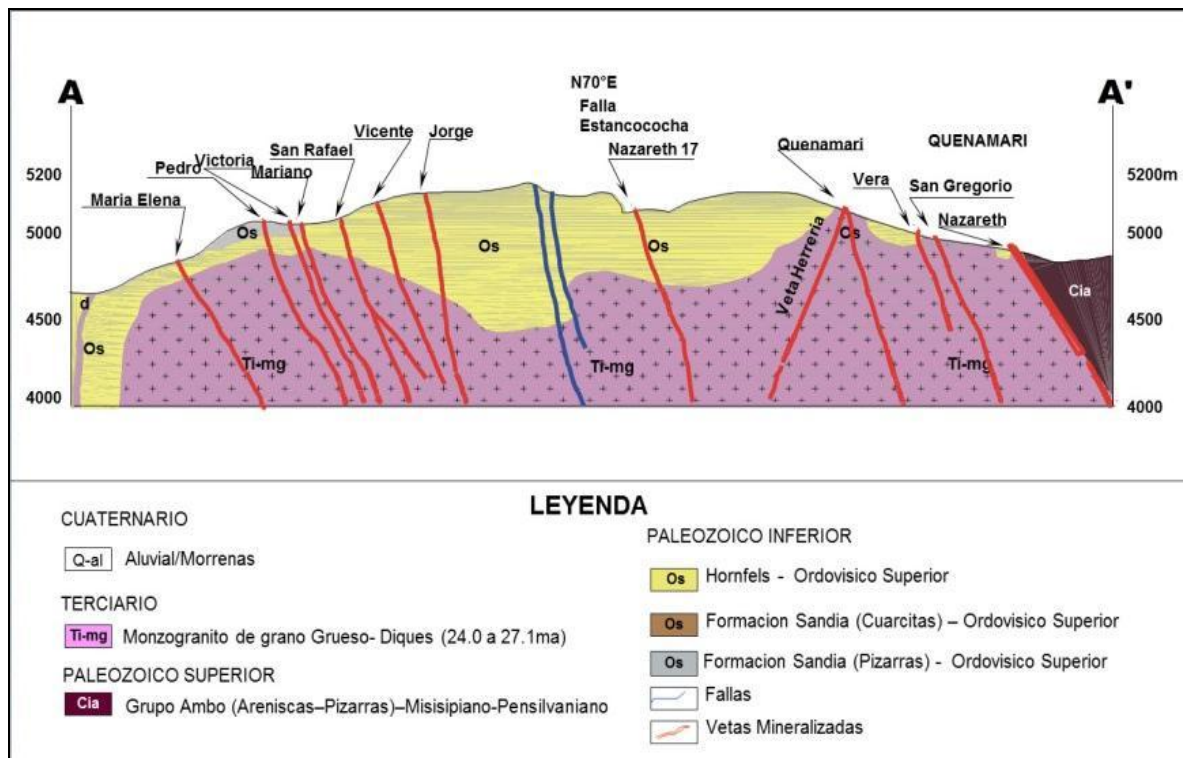


Figura 2. 5. Sección Mirando al Norte Estructuras Principales - Mina San Rafael
 Fuente: Unidad San Rafael

Minerales secundarios por oxidación o por enriquecimientos supergénicos son: bornita, calcocina, covelita, cuprita, malaquita, cobre nativo, acantita en una ganga con goethita, limonita, pirolusita, psilomelano. Estos fueron abundantes en la parte superior de las Vetas San Rafael y Quenamari.

La secuencia de mineralización de la Veta San Rafael es compleja, porque existen varias etapas en las que el cuarzo, clorita, casiterita y calcopirita fueron repetidamente precipitados. Esta mineralización es similar a las vetas de Sn-Cu de Cornwall-Devon, Inglaterra. (Clark 1983). Palma (1981) distinguió cuatro etapas de mineralización:

- Primera Etapa: Vetas de Cuarzo – Turmalina

Vetillas de turmalina, vetas de cuarzo-turmalina y brechas de turmalina. Esta etapa no tiene valores económicos. Las temperaturas de homogenización de las inclusiones fluidas varían entre 385 °C a 545 °C y las salinidades entre 38 a 60% de NaCl equivalente en peso.

- **Segunda Etapa: Casiterita Botroidal – Cuarzo – Clorita**

Esta es la más importante etapa de la mineralización de San Rafael. La casiterita botroidal está formada por agregados formados por la precipitación de una o más capas de casiterita megascópicas, con formas curvas y groseramente hemisféricas. Esta variedad de casiterita es llamada estaño madera (woodtin) y es de color marrón claro a marrón.

En esta etapa hay también abundante clorita y cuarzo, y cantidades menores de calcopirita, wolframita, scheelita, arsenopirita. A menudo se encuentra clorita finamente intercalada con casiterita botroidal. En algunos casos la casiterita botroidal está recubierta por una fina capa de un mineral de color amarillo claro llamado valamorfitita.

Las temperaturas de homogenización de las inclusiones fluidas varían entre 220°C a 400°C y las salinidades entre 5 a 18% de NaCl equivalente en peso.

- **Tercera Etapa: Calcopirita – Estaño acicular – Cuarzo – Clorita**

Es la etapa principal de los sulfuros con calcopirita asociada con esfalerita, galena, pirita, arsenopirita, pirrotita, estannita, fluorita, bismuto nativo, clorita, cuarzo, adularia y poca casiterita. La casiterita acicular (needletin) está en agregados radiales clorita y cuarzo son los minerales de ganga más abundantes. Kontak (1984), sostiene que en una etapa final de esta mineralización la pirrotita fue convertida a marcasita, arsenopirita, pirita y siderita. Las temperaturas de homogenización de las inclusiones fluidas varían entre 210°C a 420°C y la salinidad entre 18% de NaCl equivalente en peso.

- **Cuarta Etapa: Vetas de Cuarzo – Calcita**

Vetas de cuarzo o de cuarzo y calcita, las últimas con trazas de calcopirita y alteración clorítica. Estas vetas son de potencias < 12 cm.

Las temperaturas de homogenización varían entre 190°C a 290°C y las salinidades entre 1 y 5% de NaCl equivalente en peso.

Ver en la Figura 2.6 las etapas de la mineralización.

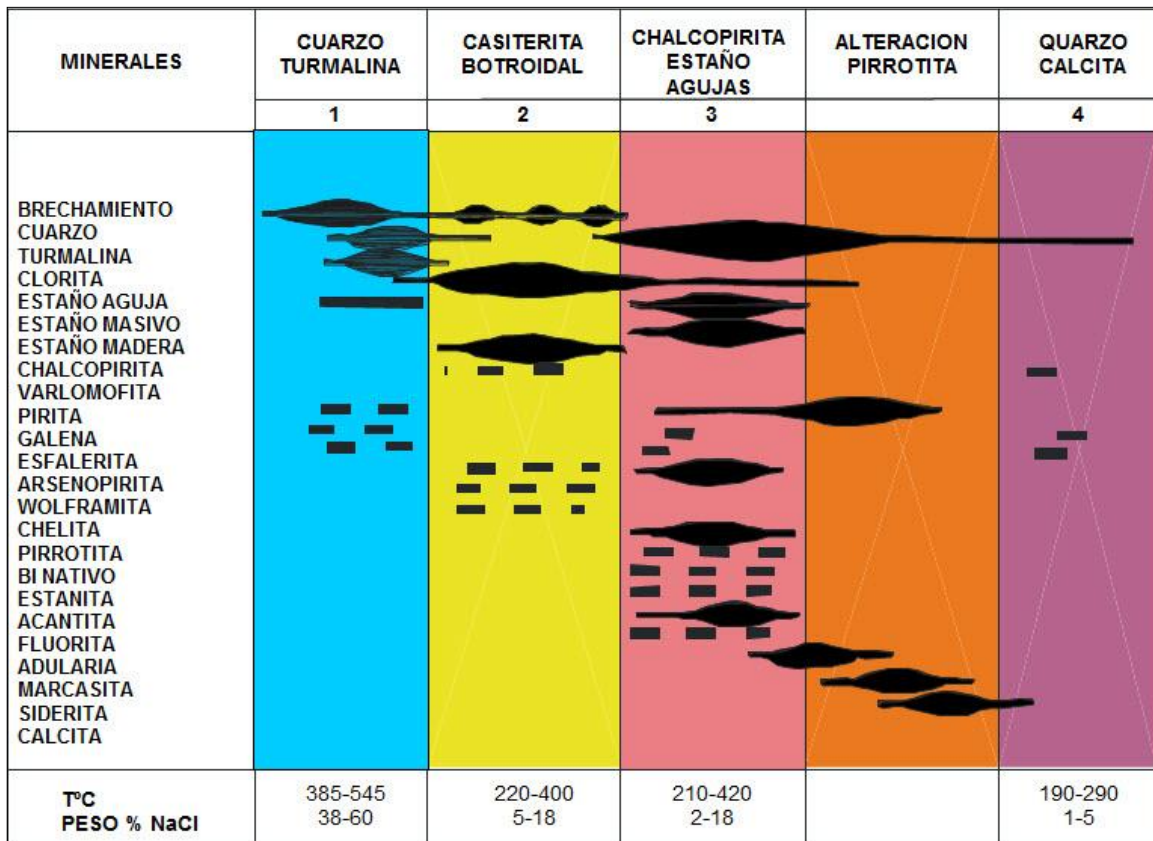


Figura 2. 6.Etapas de la Mineralización

Fuente: Unidad San Rafael

2.11 Alteraciones

A simple vista el monzo granito de la roca caja parece fresco con excepción de una turbidez en las márgenes de los mega cristales de feldespato alcalino, pero en secciones delgadas se observan texturas secundarias y minerales. El intrusivo está cloritizado en las cercanías de las vetas, según Palma (1981). Kontak (1984) reconocieron tres etapas de alteración, esas son:

- Turmalina-Clorita-Casiterita: Representa la primera etapa de alteración. La turmalina está en la matriz o reemplazando al feldespato alcalino, la biotita está alterada a clorita en varios grados. Casiterita está presente en varias cantidades.
- Feldespato Alcalino: Durante la cual se formó albita secundaria o feldespato potásico.
- Sericita: Durante la cual la mica blanca reemplaza los feldespatos.

2.12 Isovalores

Los isovalores son de suma importancia pues contienen en esencia la idea fundamental sobre la que descansan los métodos modernos asistidos por computadoras.

La palabra isovalores proviene del griego iso = Igual, a partir de mediados del siglo XX el estudio de las leyes de los elementos fue cobrando gran importancia, porque nos ilustra a los geólogos mineros el probable conducto por donde salieron y se transportaron las soluciones mineralizantes. En la actualidad todas las empresas mineras realizan estos estudios para realizar sus modelos geológicos de sus respectivos yacimientos y los flujos que se han producido a través de los conductos que pueden ser chimeneas volcánicas, fracturas, etc

Con el estudio de los isovalores se han detectado 8 flujos mineralizantes con la variación de leyes en cada flujo mineralizante tiene una ley de deposición a cota mayor, en tanto que a cota menor de la ubicación de la ley máxima las leyes de oro disminuyen. En conjunto, la variación de ley en cada flujo mineralizante se asemeja a un anticlinorium, esto conduce a que al explotarse un cuerpo mineralizado

En ellos también se subdividen o discretiza el yacimiento en pequeños bloques y posteriormente se estima en cada celda el valor de la variable de interés (ejemplo: Sn, Cu, etc.), con la única diferencia que en los métodos actuales la interpolación se basa en métodos de estimación espacial (geoestadísticos y geomatemáticos).

En resumen, se puede decir que una de las ventajas de los isovalores es la claridad de las curvas para expresar el comportamiento de los espesores y contenidos del componente de interés (ejemplo: Sn, Cu, etc.).

En la Figura 2.7, se muestra una vista longitudinal de la Veta Ramal Central Vicente Sur y Norte con isovalores de Sn, donde se observa que en la Zona Norte profundizan los valores de alta Ley.

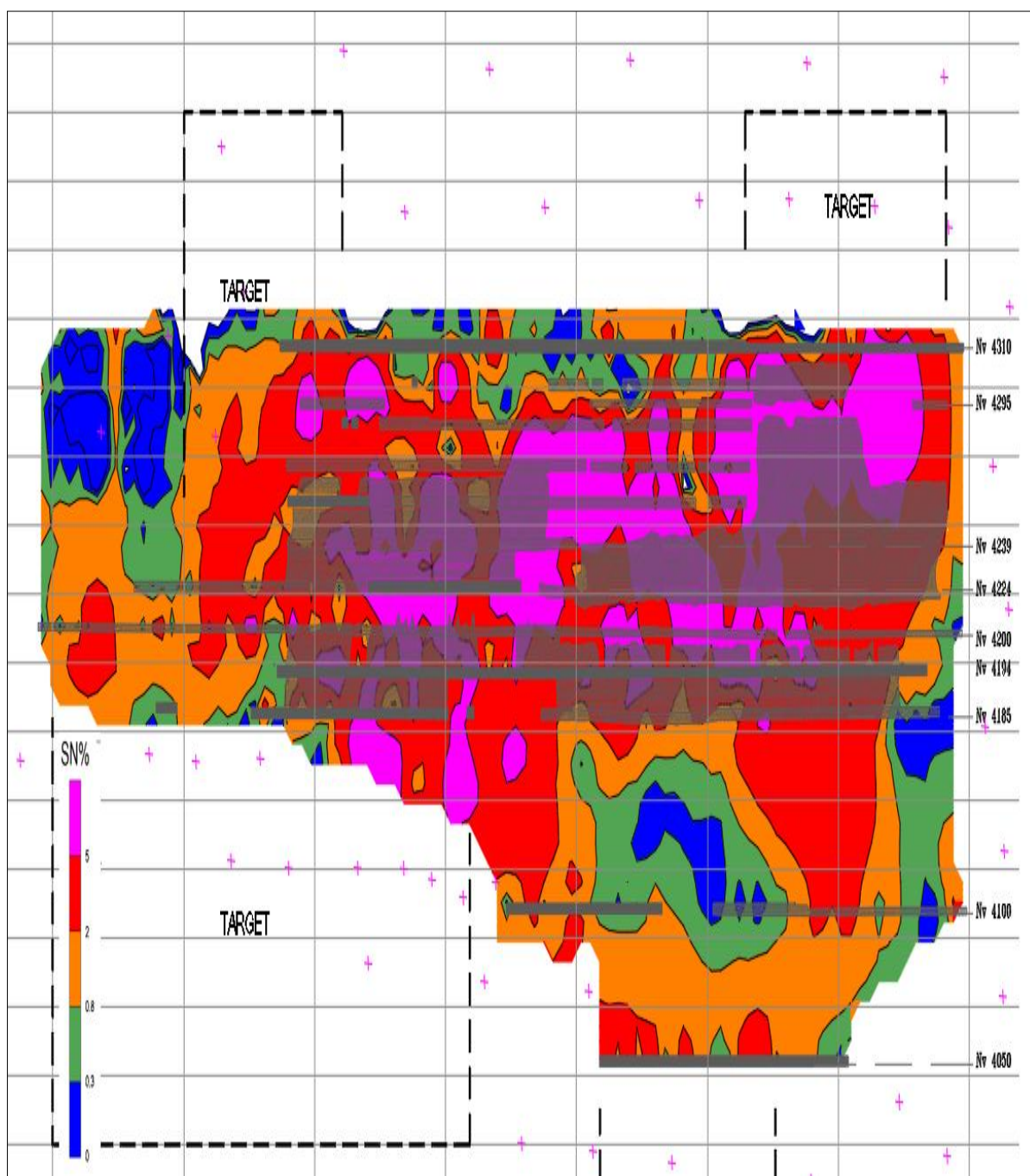


Figura 2. 7. Sección Longitudinal Estructura de veta Mariano - Isovalores de Sn
Fuente: Estimación de Recursos Jun_2018– Unidad San Rafael

2.13 Densidad Aparente de Mineral y Roca Encajonante

Para obtener la densidad aparente del mineral y de roca encajonante, en la mina San Rafael, se colectan muestras de mano provenientes de interior mina y muestras de testigos de perforación diamantina, las cuales son enviadas al laboratorio SGS para determinar su densidad aparente por el método de la parafina.

La densidad es una magnitud escalar que permite medir la cantidad de masa que hay en determinado volumen de una sustancia. La palabra, como tal, proviene del latín densitas, densitātis.

La fórmula para calcular la densidad de un objeto es: $\rho = m/v$, es decir: densidad es igual a masa entre volumen. De lo cual, además, podemos deducir que la densidad es inversamente proporcional al volumen: mientras menor sea el volumen ocupado por determinada masa, mayor será la densidad.

Según el Sistema Internacional de Unidades, las unidades para representar la densidad son las siguientes:

- Kilogramos por metros cúbicos (kg/m³),
- Gramos por centímetros cúbicos (gr/cm³),
- Kilogramos por decímetros cúbicos (kg/dm³)
- Gramos por decímetros cúbicos (gr/dm³) para los gases.

La densidad nos permite no solo calcular la cantidad de materia que hay en determinado espacio, sino también la cantidad de individuos, lo cual recibe el nombre de densidad demográfica. de densidades aparentes, obtenidos de la colección de muestras, han permitido realizar trabajos estadísticos para determinar valores de densidad aparente medios para cada población de datos. El trabajo estadístico permitió utilizar la MEDIANA como estadígrafo principal en la asignación de los valores de densidad aparente.

Tabla 2.1
Resumen de densidades aparentes de mineral y desmonte de la Mina San Rafael

Densidad Aparente	Vetas												
	Carmen	Cyndhi	Eliana	Jorge	Kimberly	Mariano	Rosario	San Rafael	Split 2 SR	Split Mariano	Vicente	Victoria	Otros
Ore	2.83	2.80	2.77	2.77	2.83	2.81	2.83	2.82	2.84	2.88	2.77	2.83	2.79
Waste	2.69												

Notas:

- . Unidades expresadas en t/m³
- . Los valores aplicados corresponden a las medianas de cada población

Fuente: Área geología – Unidad Minera San Rafael

2.14 Métodos de Minado

La consultora AMEC realizó un estudio “Trade Off” de Métodos de Minado para la Unidad San Rafael, el propósito fue seleccionar la o las alternativas más adecuadas de minado que logren el mayor beneficio económico de la mina con buenos estándares de seguridad.

En la primera etapa de este estudio, AMEC elaboró un listado genérico de métodos de minado los cuales fueron calificados y depurados de manera cualitativa considerando las características particulares de cada zona de minado como continuidad, potencia de estructura, buzamiento entre otros. La conclusión de este análisis indicó que los métodos a ser considerados en un proceso comparativo frente a una línea base de Sub Level Stopping Longitudinal son: Sub Level Stopping Transversal, Sub Level Open Stopping, Bench and Fill, Shrinkage Stopping y Cut and Fill Stopping.

De acuerdo con los resultados del análisis comparativo los métodos que se presentan como mejores alternativas por veta y zona de minado indican en orden de aplicación en las reservas el siguiente comportamiento:

Tabla 2.2 Método de minado

Método de minado	Incidencia (%)	Reservas empleadas (t)
Sublevel stoping transversal	31%	1,717,196
Bench and Fill (Avoca)	30 %	1,650,909
Sublevel stoping longitudinal	24%	1,328,654
Sublevel open stoping	7%	406,397
Cut and Fill	7%	386,468
Shrinkage	1%	72,123
Total	100%	5,561,747

Fuente: Trade off Metodos Minado AMEC

- El método Bench&Fill se presenta como el de mejor versatilidad de aplicación para las zonas de vetas angostas y de potencia media considerando no solo sus posibilidades de reducir la dilución sino también la mejora en la estabilidad del macizo rocoso circundante además de poder de recibir con ligeros cambios relleno detrítico o en pasta. Adicionalmente es fácilmente adaptable a los diseños de preparación actual.
- El método Sublevel Stopping transversal representa la mejor alternativa para las zonas de cuerpos mayores a 10 m de potencia; tanto en costos, productividad y control de dilución.
- El método Sublevel Stopping longitudinal mantiene una importante presencia principalmente en las vetas de mediana potencia debido a que puede generar una alta productividad en zonas de buena estabilidad geomecánica.

2.14.1 “Sub Level Stopping” Transversal

Utilizado en estructuras calificadas como cuerpos con potencias mayores a 10 m. El ancho del tajo (distancia en vista longitudinal) equivale a un factor divisor de 1.5 a la potencia del cuerpo, si esta es menor a 20 m y factor de 2, si es igual o mayor a 20 m.

El minado se realiza en estructuras y rocas de caja con RMR de calidad regular a buena. Se utiliza principalmente en vetas y cuerpos de mediana a alta potencia; sin embargo, puede emplearse en vetas de baja potencia si hay marcadas sinuosidades, principalmente en altura. Se utiliza relleno en pasta para dar estabilidad a las zonas de explotación, pero principalmente con el fin de generar paredes autoestables en la vecindad de las zonas de minado que permita recuperar la mayor cantidad del mineral existente y asegurar la continuidad de la explotación.

Se forman de paneles primarios y secundarios transversales al rumbo de la estructura mineralizada y se empleará relleno en pasta después del minado de cada panel. Muestra la aplicación del método en cuerpos o vetas de gran potencia, en cuanto a su rendimiento es bastante productivo.

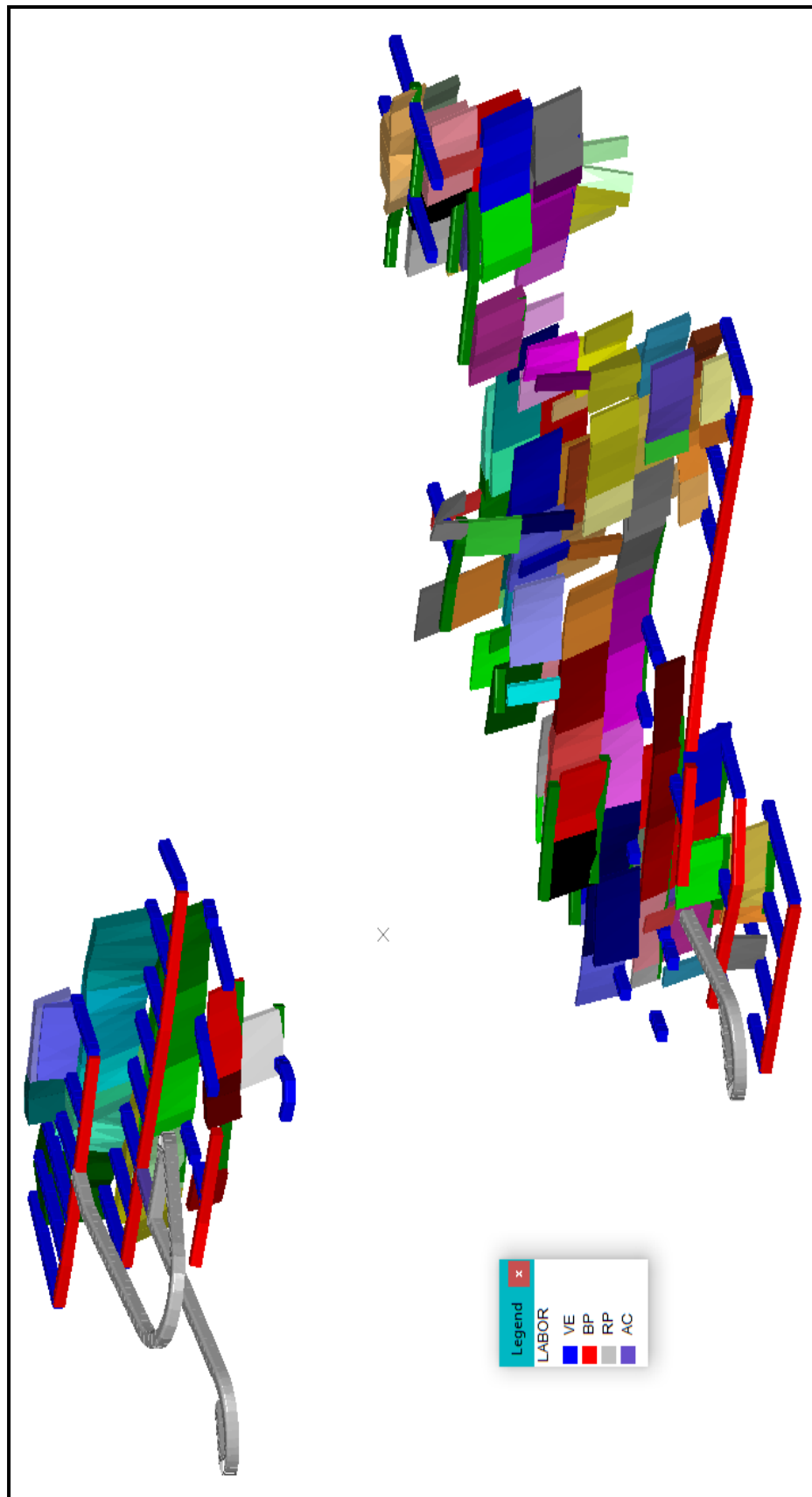


Figura 2. 9. Vista en 3D de minado Sub Level Stopping Transversal en San Rafael

Fuente: Unidad Minera San Rafael

2.14.2 “Sub Level Stopping” Longitudinal

Método que se utiliza en estructuras y rocas caja con RMR de calidad regular a buena. Se utiliza principalmente en vetas y cuerpos de mediana a alta potencia; sin embargo, puede emplearse en vetas de baja potencia sin marcadas sinuosidades principalmente en altura. Se utiliza relleno en pasta para dar estabilidad a las zonas de explotación, pero principalmente con el fin de generar paredes autos estables en la vecindad de las zonas de minado que permita recuperar la mayor cantidad del mineral existente y asegurar la continuidad de la explotación.

Las dimensiones del bloque consideradas para los costos operativos y de capital son 100 m de largo y 56 m de altura que incluyen los niveles inferior y superior.

Su aplicación está recomendada en vetas con potencias menores a 10 m principalmente por sus características de secuencia y estabilidad.

Se visualiza en la Figura 2.10 el esquema de aplicación en el caso de vetas de menor potencia. Cabe resaltar que la figura también muestra el cambio del método transversal al método longitudinal, lo que es importante en minas como San Rafael, en el que ocurren cambios de cuerpos o vetas de gran potencia a vetas angostas.

2.14.3 “Bench and Fill Stopping”

Aplicable preferentemente en estructuras con potencias de 3 a 10 m y con buzamiento mayor a 65°. En potencias menores puede ser también aplicable, sin embargo, su productividad sería muy pobre y se requeriría equipos de menor envergadura para no impactar en sobre dilución.

La roca encajonante es generalmente de baja competencia y la roca mineralizada de baja a media. Es un método altamente selectivo y de baja productividad por lo que permite explotar cuerpos de baja regularidad y continuidad espacial. Se ha considerado su posibilidad de aplicación en estructuras con potencias mayores a 3 m principalmente para potenciar la utilización de la flota general de equipos sin impactar la selectividad del método y para incrementar su productividad por disparo.

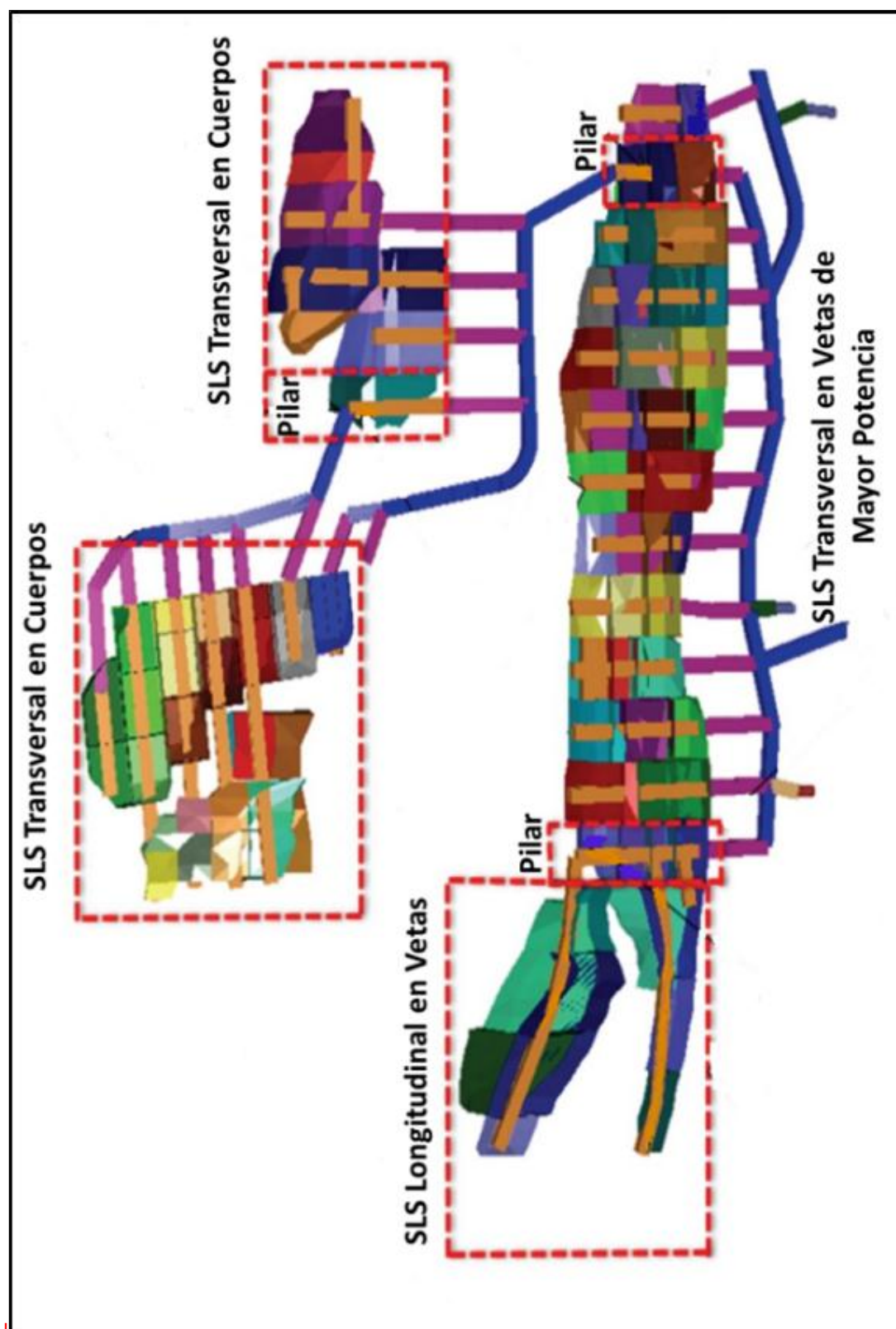


Figura 2. 10. Esquema de métodos de minado “Sub Level Stopping” (SLS) Longitudinal y transversal
Fuente: Unidad Minera San Rafael

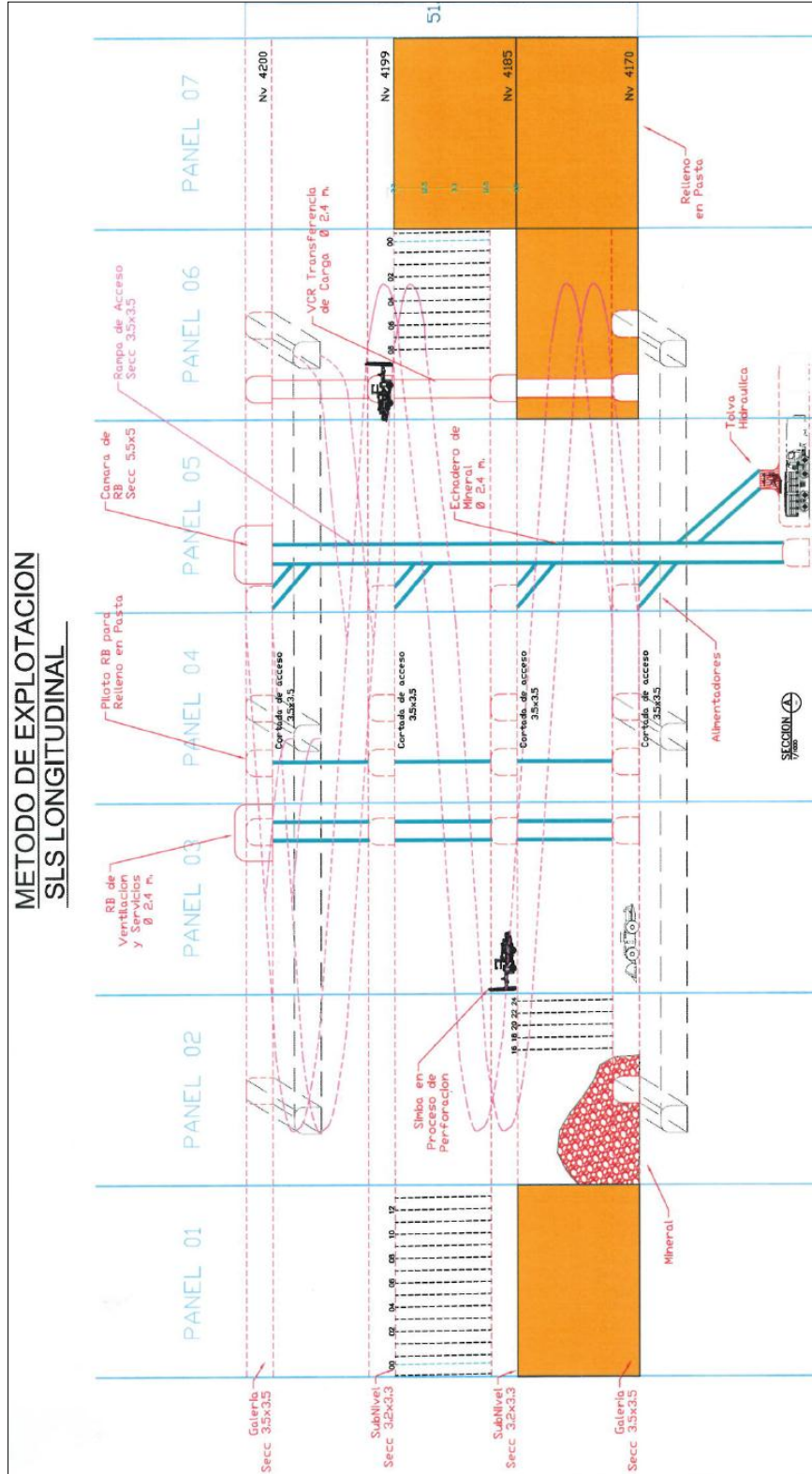


Figura 2.11. Esquema de minado Sub Level Stoping en San Rafael
Fuente: Unidad Minera San Rafael

Las dimensiones conceptuales del block de minado son de 150 m de largo y 56 m de altura. Se considera la construcción de una rampa de acceso principal desde donde se inician cada 20 m de separación vertical las rampas batientes tipo cortada con lascuales se interceptará la veta en el nivel de explotación base. El minado se realizará de manera horizontal en avanzada tipo breasting perforando con Jumbos eléctricos con barras de 14 pies. El relleno considerado es principalmente detrítico, aunque también podría ser utilizado relleno en pasta (a un mayor costo) que rellenarían hasta dejar un espacio vacío de 0.5 m entre el nivel de relleno y corona de minado y será cara libre en el nuevo ciclo.

Un siguiente ciclo comprenderá el desquinche superior de la rampa que permitirá posicionarse en un nuevo nivel de corte. El diseño contempla cinco cortes de 4 m de altura, cada uno completará los 20 m de diferencia de nivel entre rampas. Las Figuras 2.11, 2.12, 2.13 y 2.14 esquematizan el método de minado “Bench and Fill Stopping” en la Mina San Rafael.

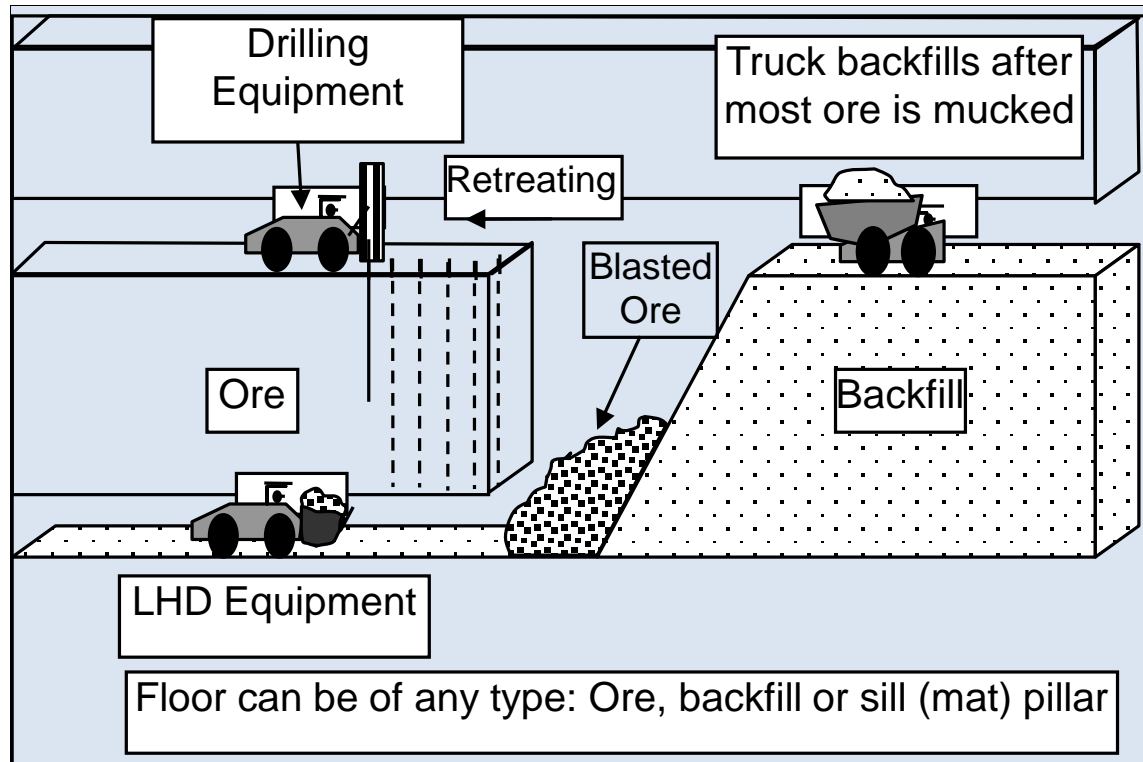


Figura 2. 8. Esquema de Método de Minado “Bench&Fill Stopping”

Fuente: “Trade off” de Métodos de Minado, elaborado por Consultora AMEC

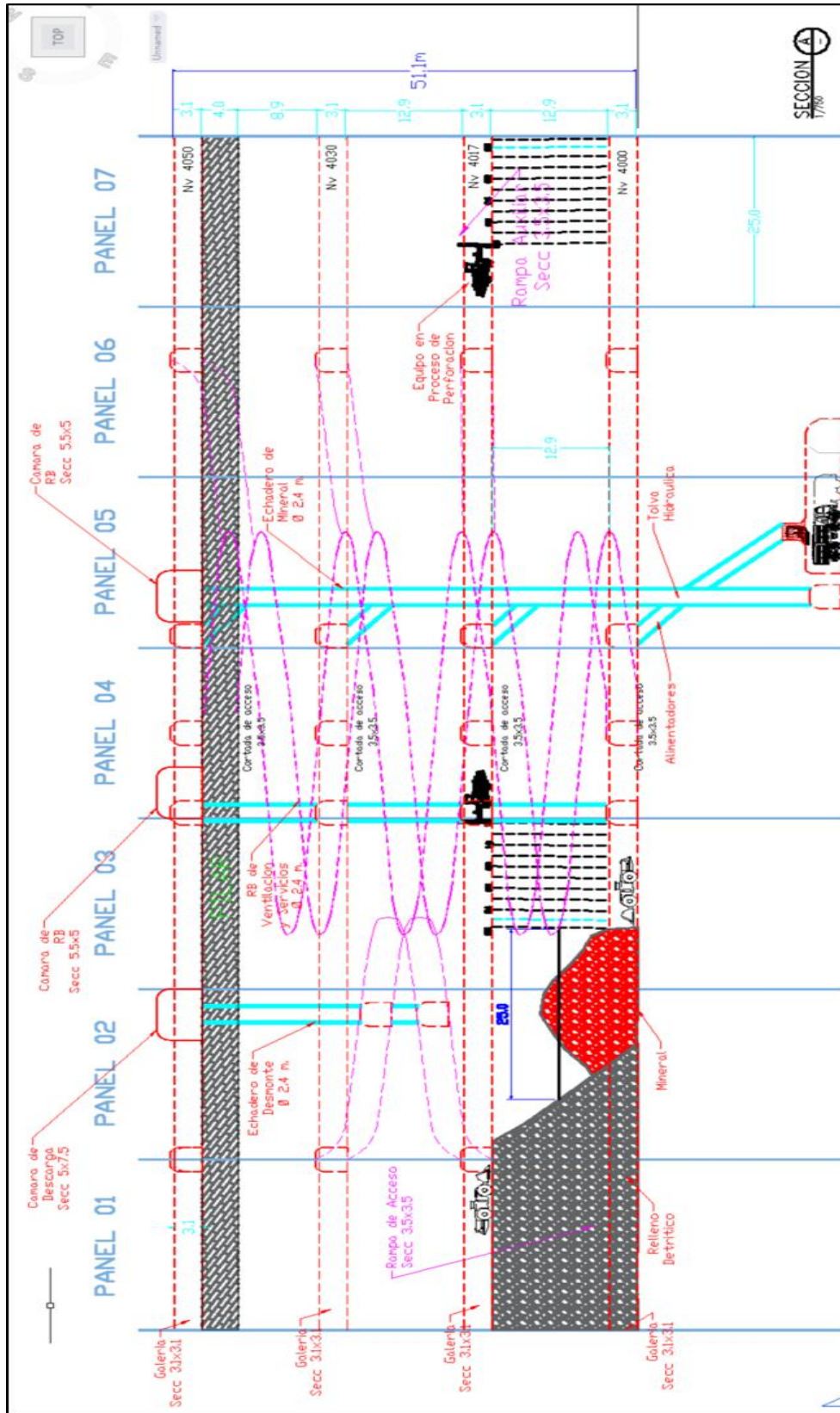


Figura 2. 13. Esquema de minado Bench & Fill en San Rafael

Fuente: Unidad Minera San Rafael

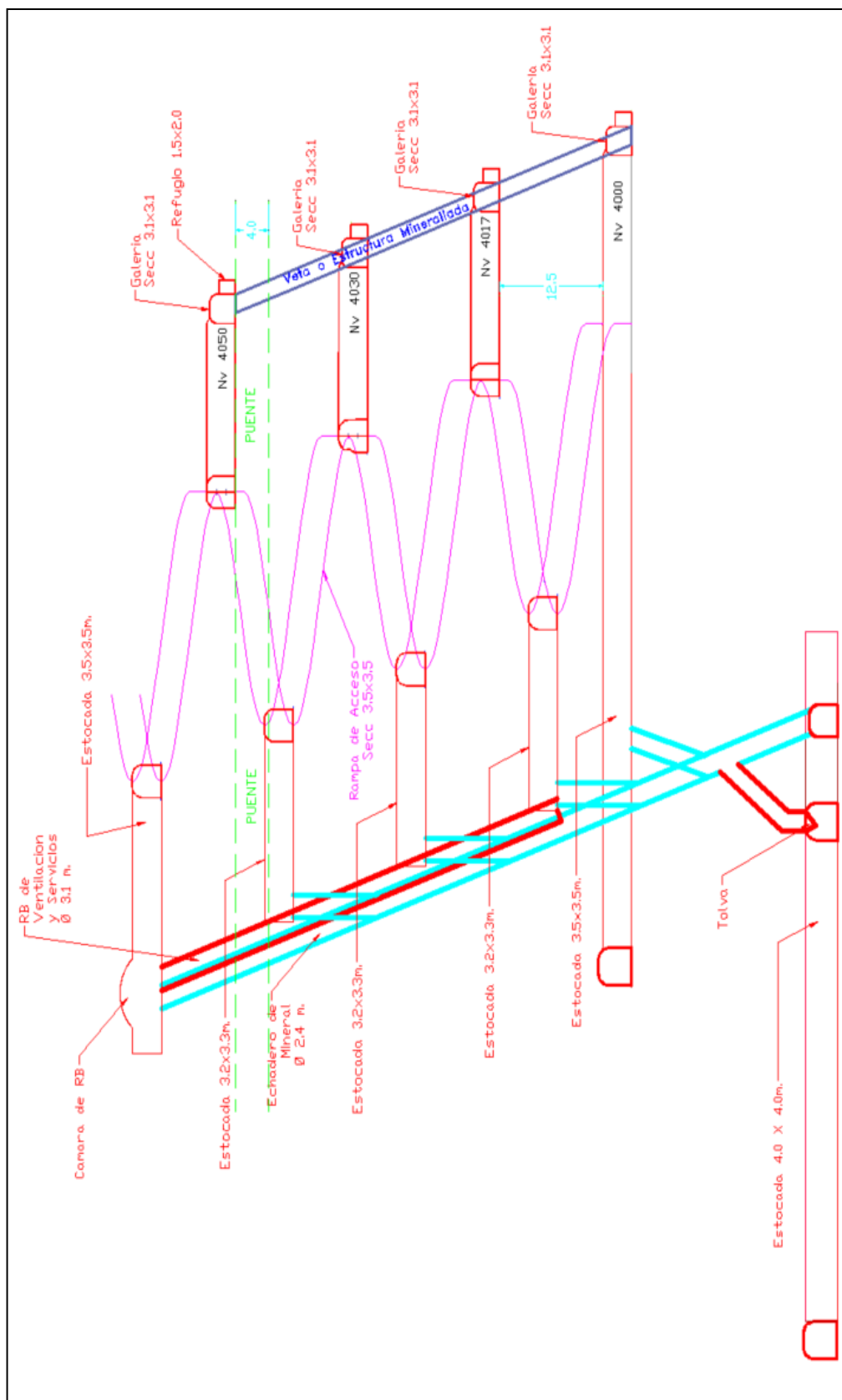


Figura 2. 14. Sección transversal del método Bench & Fill utilizado en San Rafael
Fuente: Unidad Minera San Rafael

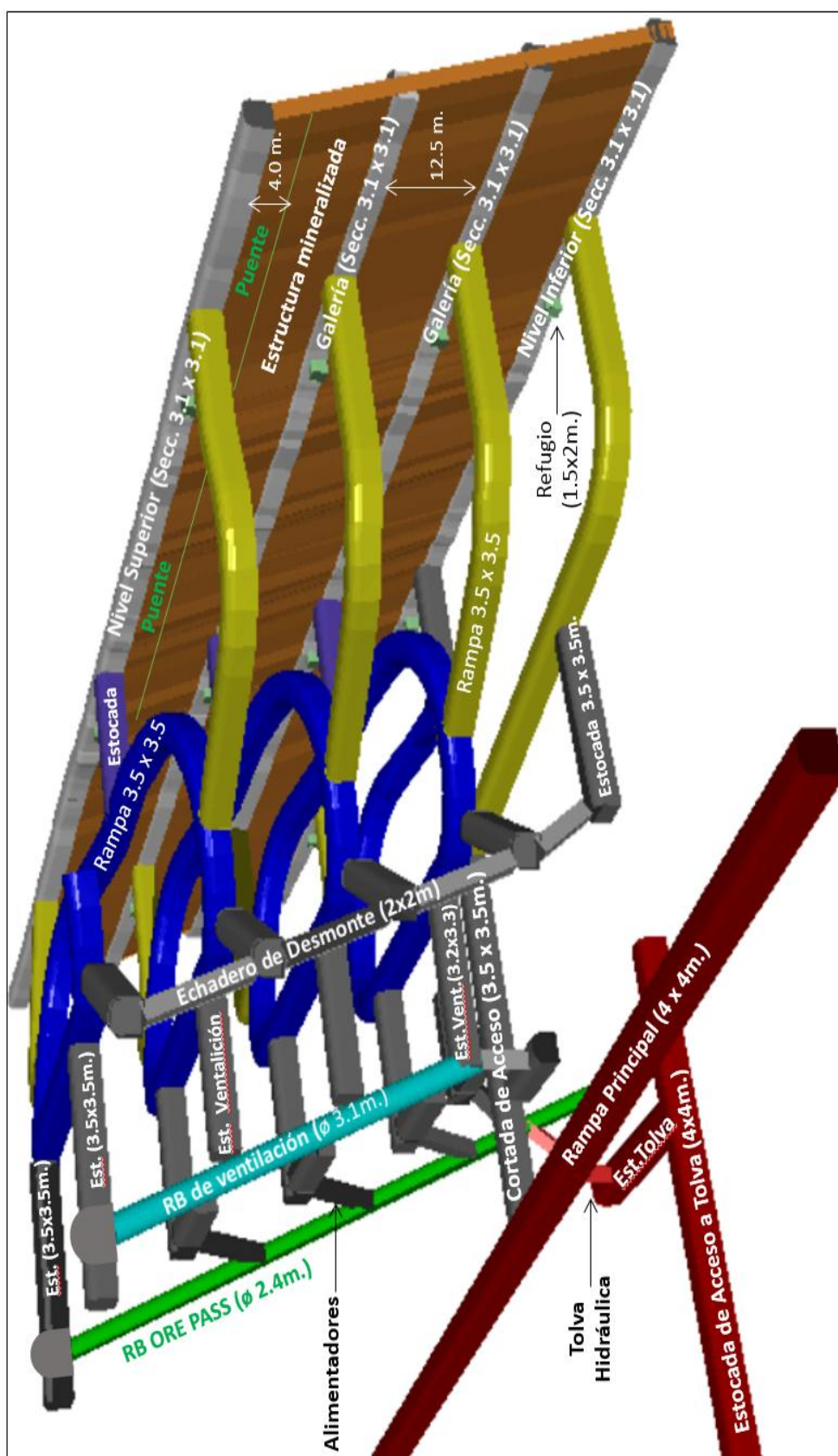


Figura 2. 15. Vista 3D de método Bench & Fill utilizado en San Rafael

Fuente: Unidad Minera San Rafael.

2.15 Estimación de reservas

Las Reservas de mineral son la parte económicamente explotable proveniente de los Recursos de mineral de las categorías Medidos e Indicados sustentados por lo menos con un estudio de pre factibilidad y evaluación económica de rentabilidad respectivos. El estudio debe incluir información adecuada y actualizada incluyendo factores de minado, procesamiento, economía y otros factores relevantes que demuestren, que, a la fecha de la estimación, la extracción, procesamiento y comercialización económica puedan justificar económicamente su explotación. Los principios que rigen el funcionamiento y la aplicación del Código JORC 2012 son la transparencia, materialidad y competencia.

De modo similar a los Recursos, las Reservas también se clasifican de acuerdo con los lineamientos del Código JORC 2012, sintetizado en el flujograma y procedimiento respectivos que se ubican en la lista de Procedimientos Anexo A.

Para la estimación de reservas a junio 2018, se reportó reservas minerales en 32 estructuras, y entrego 32 modelos de bloques de diferentes estructuras mineralizadas, todo el proceso de estimación se realiza en el software Datamine 5D Planner.

La estimación de recursos y reservas se realiza en San Rafael dos veces al año en junio y diciembre de cada año, con el fin de poder actualizar los modelos que servirán la elaborar la planificación de corto, mediano y largo plazo.

El proceso de conversión de recursos a reservas está alineado los estándares internacionales y definidos por el procedimiento interno de estimación de reservas de la unidad.

Precio de Metales

En MINSUR existe un comité de precios integrada de un equipo multidisciplinario quienes tienen la responsabilidad de emitir una proyección de precios cada vez que se actualice el inventario de reservas en junio y diciembre, los cuales son usados para el caculo del cut off.

Los precios de metales definidos para San Rafael a usarse en la estimación de junio 2018 fueron de 20,000 USD + 500 USD de premio = 20,500 USD

Tabla 2.3 Precio de Metales

	Comité Precios (may-17)		Comité Precios (nov-18)		Precio Spot*	Consenso Analistas**	Propuesta Finanzas (may-18)	
	Precios R&R 2017		Precios R&R 2017		Últimos 30 días	Precios LT	Actualización R&R 2018	
	Reservas	Recursos	Reservas	Recursos			Reservas	Recursos
Estaño (US\$/t)	20,000	20,500	20,000	21,000	21,172	21,131	20,000	22,000
FeNb (US\$/t)	16,000	20,000	16,000	20,000	16,981	n/a	16,000	20,000
FeTa (US\$/t)	16,000	20,000	16,000	20,000	16,763	n/a	16,000	20,000
Oro (US\$/oz)	1,200	1,350	1,200	1,400	1,310	1,300	1,200	1,400
Plata (US\$/oz)	16.00	19.00	16.50	19.00	16.48	18.50	16.50	18.50
Zinc (US\$/oz)	2,300	2,600	2,600	2,900	3,085	3,300	2,500	3,000
Plomo (US\$/oz)	1,900	2,300	2,200	2,300	2,323	2,481	2,200	2,400
Cobre (US\$/oz)	6,000	7,000	6,000	7,000	6,831	7,250	6,000	7,000

* Ferro aleaciones: Real abr-18

Fuente: Bloomberg may - 18

Cut Off

Es aquella ley mínima cuando el ingreso por venta de productos igual al costo de producción, esta ley de mineral no da pérdidas ni ganancias y es expresado en porcentaje. La Ley de corte Económica será utilizada en la Estimación de Reservas. Para ver detalles del cut off ver el procedimiento de cálculo de cut off.

Tabla 2.4 Cálculo del Cut Off

<p>Ley de Corte Económica y NSR Económico</p> $(\text{Ley de Corte Económica } \%) = \frac{\text{Costo de producción}}{((\text{Precio Neto} + \text{Premio}) - \text{GV} - \text{CV} - \text{CT} - \text{CFR}) * \text{recuperación}}$ <p>Donde Costos de producción (reporte del periodo anterior costeo por método de minado) Precio neto=Precio Metal – costo de fundición refinería y venta. GV= Gastos de Ventas CV= Costos Ventas CT= Costos de Transporte Concentrado CFR= Costos de Fundición y Refinería Recuperación = Recuperación total (Recuperación pre concentrado x Recuperación planta concentradora x Recuperación Fundición)</p>

Cálculo del Cut Off.

Fuente: Mina San Rafael Oportunity Analysis

Datos que considerar para el cálculo del *Cut Off*

- Precios de los metales
- Costos de producción del periodo a evaluar
- Costos de ventas
- Gastos Generales y Administrativos
- Premio
- Recuperaciones metalúrgicas
- Ratios de concentración
- Costo de Transporte y concentrados
- Recuperación en fundición y refinerías
- Costo de fundición y refinerías.

2.16 Modelo Económico

Para obtener el modelo de bloques económico se trabaja con Cut Off variables estimados para cada sector de minado de acuerdo con el método de minado, los costos asignados al método de minado, escenario y parámetros para cálculo del cut off definen el modelo económico para utilizar en la estimación de reservas.

2.17 Optimización de Tajos

Para la optimización de los tajos evaluados se tiene las siguientes consideraciones:

- Forma del Yacimiento
- Potencia
- Ancho Mínimo
- Cut Off variables por método de minado y escenarios
- Dilución
- Recuperación por método de minado

- Parámetros geomecánicos
- Parámetros de seguridad
- Parámetros
- Accesibilidad
- Diseño labores de desarrollo y preparación
- Servicios, Radios de influencia por seguridad
- Permisos, Capacidad y distancia de botaderos
- Diseño de puentes y pilares, según recomendaciones geomecánicas.

Las dimensiones de los tajos son calculadas por el área de geomecánica, los cuales sirven para el diseño de los tamaños de los paneles en la horizontal y en la vertical.

2.18 Parámetros Geomecánicos

Estos datos son actualizados por el área de geomecánica en cada periodo de estimación de reservas, los cuales se sustentan en la toma de datos de campo, cálculos empíricos, pruebas de Resistencia, procesamiento en software geomecánica y utilización de modelos para determinar el dimensionamiento.

Tabla 2.5 Dimensionamiento para el método Sublevel Stopping

Características	VICENTE CENTRO TECHO	VICENTE CENTRO PISO	SR 06	SAN RAFAEL TECHO	VICENTE TECHO Y PISO	SPLIT MARIANO
RMR de la caja techo	64	64	61	60	66	59
Q' de la caja techo	8.75	8.75	6.89	6.11	5.78	5.17
A	1	1	1	1	1	1
B	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
C	3.76	3.76	4.14	5	5.18	5.95
N'	9.86	9.86	8.56	9.17	8.98	9.22
Radio Hidraulico	5.79	5.79	5.48	5.63	5.58	5.64

ESCENARIO DOS SUB NIVELES						
Altura de sub nivel vertical (m)	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5
Altura de galería (m)	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
Altura de tajo sin soporte Inc. Buz. (m)	33	33	19	19	19	19
Longitud de tajo (m)	18	17	16	17	17	17
Observaciones	Condiciones desfavorables por presentar mayor sensibilidad a estallidos de roca	Condiciones desfavorables por presentar mayor sensibilidad a estallidos de roca	Condiciones desfavorables por presentar mayor sensibilidad a estallidos de roca	Condiciones desfavorables por presentar mayor sensibilidad a estallidos de roca	Condiciones desfavorables por presentar mayor sensibilidad a estallidos de roca	Condiciones desfavorables por presentar mayor sensibilidad a estallidos de roca

ESCENARIO TRES SUB NIVELES						
Altura de sub nivel vertical (m)	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5
Altura de galería (m)	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
Altura de tajo sin soporte Inc. Buz. (m)	54	54	54	54	54	54
Longitud de tajo (m)	15	14	14	14	14	14
Observaciones	Condiciones desfavorables por presentar mayor sensibilidad a estallidos de roca	Condiciones desfavorables por presentar mayor sensibilidad a estallidos de roca	Condiciones desfavorables por presentar mayor sensibilidad a estallidos de roca	Condiciones desfavorables por presentar mayor sensibilidad a estallidos de roca	Condiciones desfavorables por presentar mayor sensibilidad a estallidos de roca	Condiciones desfavorables por presentar mayor sensibilidad a estallidos de roca

Fuente: Unidad Minera San Rafael.

2.19 Ajuste de Reservas con Factores modificadores de Dilución y Recuperación.

En San Rafael para la estimación de reservas se castiga con factores modificadores:

Ancho mínimo de diseño: si la estructura mineralizada es menor a 1.30, por la irregularidad de la estructura y por tener una potencia que condiciona el diseño se llevara inicialmente a un ancho de minado mínimo de 1.30 m.

Dilución de Diseño: para obtener el ancho mínimo a usar como diseño se realizó una medición de distancias mínimas de diseño ejecutadas, de estructuras menores a 1 metros dentro de ellos se encontraron las estructuras de Mariano, Kimberly, Jorge, Veta Eliana y veta Carmen.

Tabla 2.6 Dimensionamiento para el método Bench&Fill

RMR de la caja techo	65	57	54	61	57	56	61	53	51	51	45	56	58	60
Q' de la caja techo	10	4.17	3.13	6.6	4.17	4	6.89	2.75	2.25	2.29	1.15	4	4.58	6.25
A	0.78	0.72	0.35	1	0.41	1	1	0.55	0.55	1	1	1	1	0.78
B	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6	0.4	0.4	0.3	0.3
C	3.09	5.75	5.18	3.76	3.4	6.45	4.14	5.46	5.46	6.45	7.48	5.46	4.56	5
N'	9.56	6.89	2.29	7.51	2.32	7.74	8.56	3.31	2.7	8.86	5.14	8.74	6.27	8.32
Radio Hidraulico	5.72	5.05	3.36	5.22	3.37	5.27	5.48	3.83	3.56	5.56	4.52	5.53	4.87	5.73
ESCENARIO DE UN SUB NIVEL														
Altura de sub nivel vertical (m)	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	12.5	12.5	11.5	11.5	11.5	11.5	12.5
Altura de galeria (m)	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
Altura de tajo sin soporte Inc. Buz. (m)	19	19	19	19	19	19	19	21	21	19	19	19	19	19
Longitud maxima del tajo donde se descarga el desmonte (m)	29	22	10	23	10	24	26	12	11	27	17	26	20	25

RMR de la caja techo	59	56	59	46	56	61	60	57	56	58	61	61	55
Q' de la caja techo	5.17	4	5.42	1.25	4	6.82	6.11	4.13	4	6.25	6.58	6.77	3.33
A	1	1	1	1	1	1	1	0.89	1	1	1	1	0.88
B	0.3	0.3	0.4	0.5	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.28	0.3	0.3	0.3
C	5.95	5.46	4.56	6.96	4.56	4.85	5	5.46	5.46	5.46	4.56	4.56	3.76
N'	9.22	6.56	9.88	4.35	5.47	9.86	9.17	8	8.74	9.56	9	9.26	3.29
Radio Hidraulico	5.64	4.95	5.79	4.24	4.63	5.79	5.63	5.34	5.53	5.72	5.59	5.65	3.83
ESCENARIO DE UN SUB NIVEL													
Altura de sub nivel vertical (m)	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	12.5
Altura de galeria (m)	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
Altura de tajo sin soporte Inc. Buz. (m)	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	21
Longitud maxima del tajo donde se descarga el desmonte (m)	28	21	30	15	18	30	28	24	26	29	27	28	12

Fuente: Unidad Minera San Rafael.

Tabla 2.7 Método de explotación a usarse en las diferentes estructuras mineralizadas

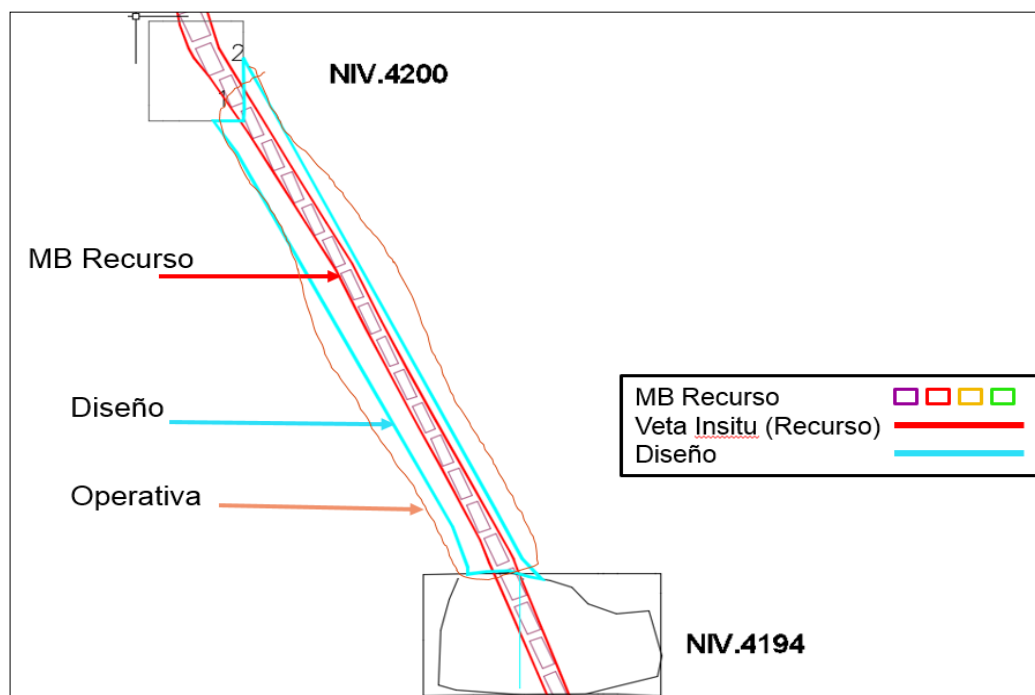
Código	Método de Minado
BFP	Bench and Fill con Pasta
BFD	Bench and Fill con Detrítico
SLS	Sub Level stoping
SST	Sub Level stoping Transversal

M. Minado	Estructura
BFP	101-San Rafael
	102-San Rafael Techo
	103-Ramal Techo San Rafael
	104-Ramal Piso SR
	105-Split 2 SR
	107-Eliana
	108-Karen
	201-Vicente Piso
	203-Vicente Centro
	205-Ramal Piso Vicente
	206-Vicente Centro Piso
	207-Vicente Centro Techo
	301-Kimberly
	302-Mariano
	304-Victoria
	305-Pedro
	306-Cyndhi Piso
	307-Cyndhi Techo
	401-Diagonal 1
	402-Diagonal 3
	403-Diagonal A
	404-Diagonal B
	405-Diagonal Vicente 1
	406-Diagonal Vicente 2
	407-Diagonal San Rafael
	501-Jorge
502-Carmen	
504-Estancococha	
505-Malena	
506-Rosario	
Puentes y Pilares AMEC	
BFD	101-San Rafael
	106-Pilar 4450
	308-Maria Elena
	501-Jorge
502-Carmen	
SLS	101-San Rafael
	105-Split 2 SR
	203-Vicente Centro
	205-Ramal Piso Vicente
Puentes y Pilares AMEC	
SST	101-San Rafael
	107-Eliana
	206-Vicente Centro Piso
	306-Cyndhi Piso
Puentes y Pilares AMEC	

Fuente: Unidad Minera San Rafael.

Tabla 2.8 Ancho mínimo de diseño

Rango	AZONE	Tajos	Potencia de Veta	Ancho de Diseño	Dif. (Anc. Dis. - Pot. Veta)	Dilución al Piso	Dilución al Techo	Ancho Mínimo de Diseño
0-1	MA	4185-1700-B-CH-FILL-03	0.7	1.13	0.44	0.18	0.26	1.13
0-1	MA	4224-1700-B-CH-FILL-01	0.9	1.16	0.26	0.10	0.15	1.16
0-1	MA	4224-1700-B-CH-FILL-04	1.0	1.21	0.21	0.08	0.13	1.21
0-1	MA	4224-1700-B-CH-FILL-06	1.0	1.34	0.34	0.14	0.21	1.34
0-1	VELI	4030-1800-B-CH-FILL-2	0.8	1.22	0.40	0.16	0.24	1.22
0-1	VKIM	4224-1900-B-CH-FILL-07	0.8	1.55	0.76	0.30	0.46	1.55
0-1	VKIM	4224-1900-B-A-FILL-06	0.8	1.28	0.49	0.20	0.29	1.28
0-1	MA	4185-1700-B-A-FILL-06	0.7	1.41	0.71	0.28	0.43	1.41
0-1	MA	4185-1900 P-01-02	0.3	1.46	1.14	0.46	0.68	1.46
0-1	MA	4224-1700-B-A-FILL-02	0.8	1.14	0.39	0.16	0.24	1.14
0-1	MA	4185-1700-B-A-FILL-06	0.6	1.45	0.85	0.34	0.51	1.45
0-1	MA	4185-1700-B-A-FILL-08	0.5	1.25	0.75	0.30	0.45	1.25
0-1	VKIM	4224-1900-B-A-FILL-05	0.9	1.30	0.36	0.15	0.22	1.30
0-1	VCAR	4560-1600-B-A-FILL-03	0.9	1.16	0.29	0.12	0.17	1.16
0-1	MA	4185-1700-B-A-FILL-08	0.5	1.20	0.70	0.28	0.42	1.20
0-1	MA	4224-1700-B-A-FILL-02	1.0	1.33	0.33	0.13	0.20	1.33
0-1	MA	4224-1900-B-A-FILL-06	0.6	1.27	0.65	0.26	0.39	1.27
0-1	JOR	4340-1150-PANEL-06	0.8	1.16	0.36	0.15	0.22	1.16
0-1	MA	4185-1700-B-A-FILL-07	0.6	1.00	0.40	0.16	0.24	1.00
0-1	MA	4185-1700-B-A-FILL-08	0.5	0.79	0.29	0.12	0.17	0.79
0-1	MA	4224-1900-B-A-FILL-01	0.5	1.32	0.78	0.31	0.47	1.32
0-1	VKIM	4224-1900-B-A-FILL-03	0.9	1.32	0.42	0.17	0.25	1.32
0-1	MA	4224-1900-B-A-FILL-02	0.6	1.41	0.77	0.31	0.46	1.41
0-1	MA	4224-1900-B-A-FILL-02	0.6	1.50	0.95	0.38	0.57	1.50
0-1	MA	4224-1900-B-A-FILL-03	0.6	1.47	0.84	0.34	0.50	1.47
0-1	MA	4224-1900-B-A-FILL-04	0.4	1.35	0.91	0.36	0.54	1.35
0-1	MA	4269-1900-B-A-FILL-06	0.5	1.41	0.91	0.36	0.55	1.41
0-1	MA	4224-1700-B-CH-FILL-01	0.8	1.38	0.61	0.25	0.37	1.38
0-1	MA	4224-1700-B-CH-FILL-06	0.9	1.28	0.43	0.17	0.26	1.28
0-1	VELI	4030-1800-B-CH-FILL-1	0.7	1.35	0.66	0.27	0.40	1.35
Total			0.6	1.30	0.65	0.26	0.39	1.30



*Según estadística desde el mes de Enero a Diciembre del 2017 es 1.30m

Figura 2. 9. Ancho mínimo de diseño
Fuente: Unidad Minera San Rafael.

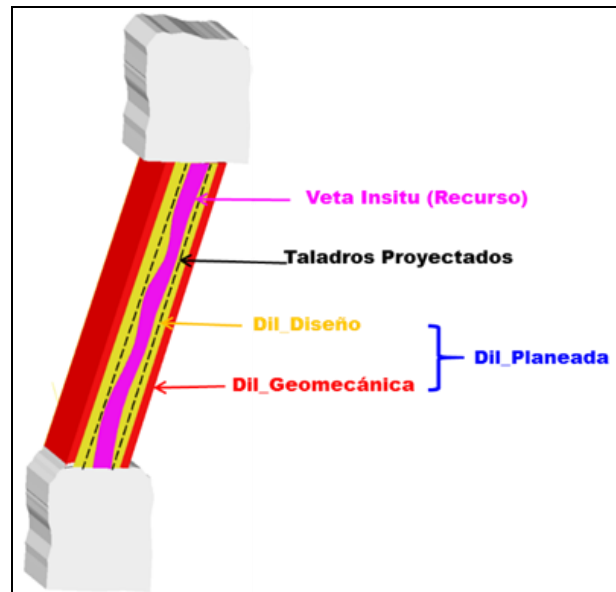


Figura 2. 10. Dilución planeada
Fuente: Unidad Minera San Rafael.

$$\text{- Dil. TMS Plan} = \frac{\text{TMS Plan.} - \text{TMS Rec.}}{\text{TMS Rec.}}$$

TMS Plan: TMS planeadas elaboradas en Mine2-4D por el área de explotación.

TMS Rec: TMS recursos, son dadas por el área de geología en sus modelos de bloques.

$$\text{- Dil. Ley Plan} = \frac{\text{Ley Plan.} - \text{Ley Rec.}}{\text{Ley Rec.}}$$

Ley Plan: Leyes planeadas son elaboradas en Mine2-4D por el área de explotación.

Ley Rec: Ley recursos, son dadas por el área de geología en sus modelos de bloques.

$$\text{Dilución Planeada} = \text{Dilución Diseño} + \text{Dilución Geomecánica}$$

Dilución Geomecánica.- contempla el descaje que podría generar en la explotación del tajo, ya sea por causa de la mala calidad de la roca, presencia de agua, presencia de cuñas, presencia de geodas, dependiendo de la calidad de roca y geometría del minado.

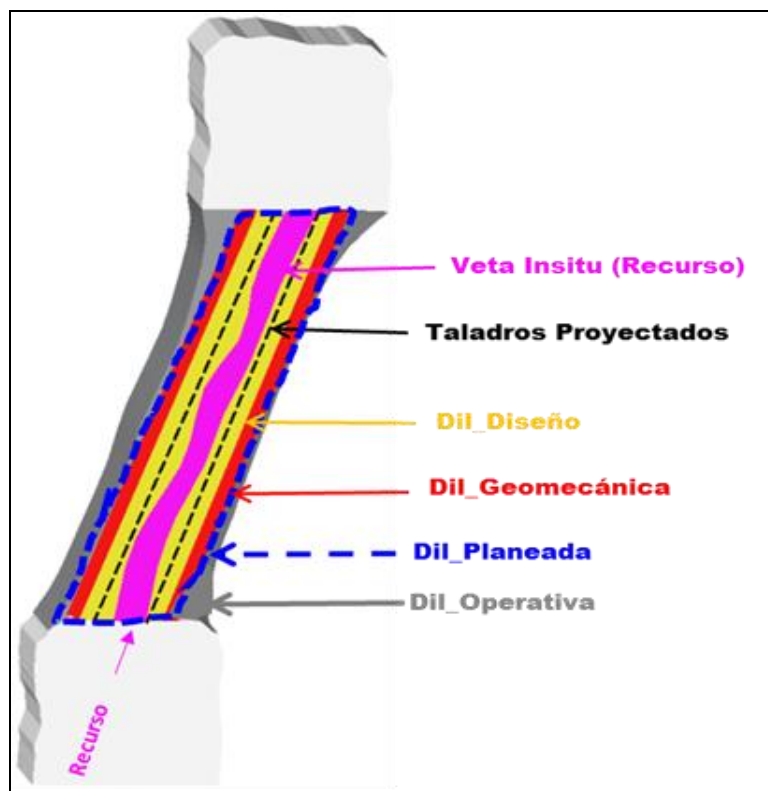


Figura 2. 11. Dilución operativa
Fuente: Unidad Minera San Rafael.

- Dil. TMS Oper. = $\frac{TMS\ Total - TMS\ Plan.}{TMS\ Plan.}$

TMS Total: Son evaluadas dentro del levantamiento Optech.

TMS Plan: TMS planeadas elaboradas en Mine2-4D por el área de explotación.

- Dil. LeyOper. = $\frac{Ley\ Total - Ley\ Plan.}{Ley\ Plan.}$

Ley Total.: Son evaluadas por el levantamiento Optech.

Ley Plan: Leyes planeadas son elaboradas en Mine2-4D por el área de explotación.

$$Dil_{TMS\ Operativa} = \frac{TMS_{Totales} - TMS_{Planeadas}}{TMS_{Planeadas}}$$

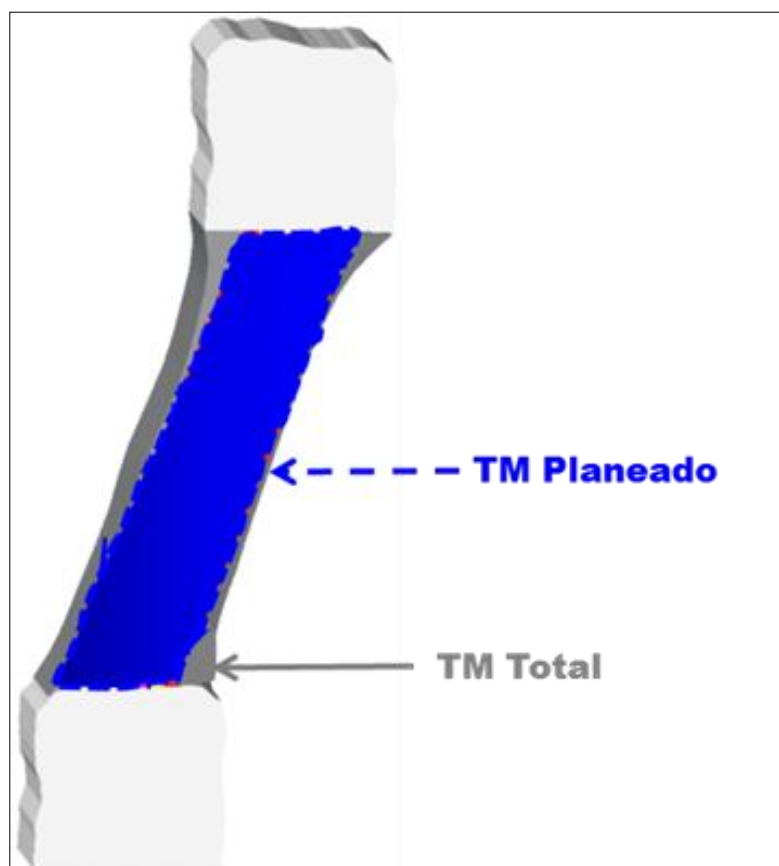


Figura 2. 12. Dilución total
Fuente: Unidad Minera San Rafael

$$\text{Dil. TMS Total} = \frac{\text{TMS Total} - \text{TMS Rec.}}{\text{TMS Rec.}}$$

TMS Total: Son evaluadas dentro del levantamiento Optech.

TMS Rec.: TMS recursos, son dadas por el área de geología en su modelos de bloques.

$$\text{Dil. Ley Real} = \frac{\text{Ley Real} - \text{Ley Rec.}}{\text{Ley Rec.}}$$

Ley Real: Son evaluadas por el levantamiento Optech.

Ley Rec.: Ley recursos, son dadas por el área de geología en su modelo de bloques.

$$\text{Dilución Total} = \text{Dilución Planeada} + \text{Dilución Operativa}$$

Tabla 2.9 Reporte de la Empresa AMEC para ser Usado en la Dilución Geomecánica

Descripción	SUB-LEVEL STOPING		SUB-LEVEL OPEN STOPING		SUB-LEVEL STOPING TRANSVERSAL		BENCH AND FILL (AVOCA)	
	HW_UWID	FW_UWID	HW_UWID	FW_UWID	FW_PWID	HW_UWID	FW_PWID	HW_UWID
SR_01	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
SR_02 (Norte)	0.25	0.15	0.30	0.15	0.30	0.15	0.25	0.15
SR_02 (Sur)	0.25	0.15	0.30	0.15	0.30	0.15	0.25	0.15
SR_03 (Zona Alta)	0.25	0.15	0.30	0.15	0.30	0.15	0.25	0.15
SR_03 (Zona Baja)	0.25	0.15	0.30	0.15	0.30	0.15	0.25	0.15
SR_04	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
SR_05	0.25	0.15	0.30	0.15	0.30	0.15	0.25	0.15
SR_06	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
SR_07	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
SR_09	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
SR_10	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
SR_11	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
SR_VP4370	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
SR_VP4450	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
SR_VR_370	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
SR_VR_P	0.25	0.15	0.25	0.15	0.25	0.15	0.25	0.15
SR_VR_T	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
SR_VSR_T	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
SSR_VS2SR	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
VVI_RP (Ramal Piso Vicente)	0.40	0.20	0.45	0.20	0.45	0.20	0.30	0.20
VVI_C (Vicente Centro Norte, P1)	0.30	0.20	0.30	0.20	0.30	0.20	0.25	0.20
VVI_C (Vicente Centro Sur, P2)	0.25	0.20	0.25	0.20	0.25	0.20	0.25	0.20
VVI_P (Vicente Piso)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
VVI_CT (Vicente Centro Techo)	0.25	0.20	0.30	0.20	0.30	0.20	0.25	0.20
VVI_CP (Vicente Centro Piso)	0.25	0.20	0.30	0.20	0.30	0.20	0.25	0.20
VVI_T (Vicente Techo)	0.25	0.20	0.30	0.20	0.30	0.20	0.25	0.20
KIM	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
MA	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
SMA_VSM	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
DL_VD_1	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
DL_VD_3	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
DL_VD_A	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
DL_VD_B	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
DL_VD_SR	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
DL_VD_V1	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
DL_VD_V2	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
VIC_VV1	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
VIC_VVICT	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
PED	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
Cyn	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
JOR	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
Car_Vcar	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
ELI	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
VELI	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
KAR_VKAR	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15
EC_VR_EC	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20	0.15

Fuente: Unidad Minera San Rafael

Recuperación Minera: El factor modificador de recuperación minera que fue utilizado para este periodo de estimación de junio 2018, se calculó del modelo de reconciliación minera en base a las reservas planeadas y el mineral roto según levantamiento realizados cada mes por método de minado.

Tabla 2.10 Recuperacion por metodo de minado

Método	Reserva			Pérdida			Recuperación
	t	%Sn	TMF	t	%Sn	TMF	%
BAF Pasta	161,626	1.75	2,836	15,813	0.98	155	90.2%
BAF Detrítico	27,315	1.47	400	4,305	0.71	31	84.2%
SST	160,152	1.76	2,815	10,026	1.49	149	93.7%
Total	349,093	1.73	6,052	30,143	1.11	336	91.4%

Fuente: Unidad Minera San Rafael

Para el método de explotación Sub level Stoping (SLS) no se tiene data para la evaluación por el cual se usará el promedio total estimado en el periodo 2018, el cual resultó 91.4%.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 Introducción.

Como explicamos en capítulos anteriores, el programa de producción mensual debe tener características especiales y además satisfacer los requerimientos mínimos necesarios para ser llevado a cabo por la operación y así cumplir con las metas y objetivos establecidos en el negocio minero.

3.2 Información preliminar.

Para poder confeccionar dicho plan se requiere de datos iniciales que darán origen y forma a nuestro plan o programa de producción, entre estos datos se pueden indicar los siguientes.

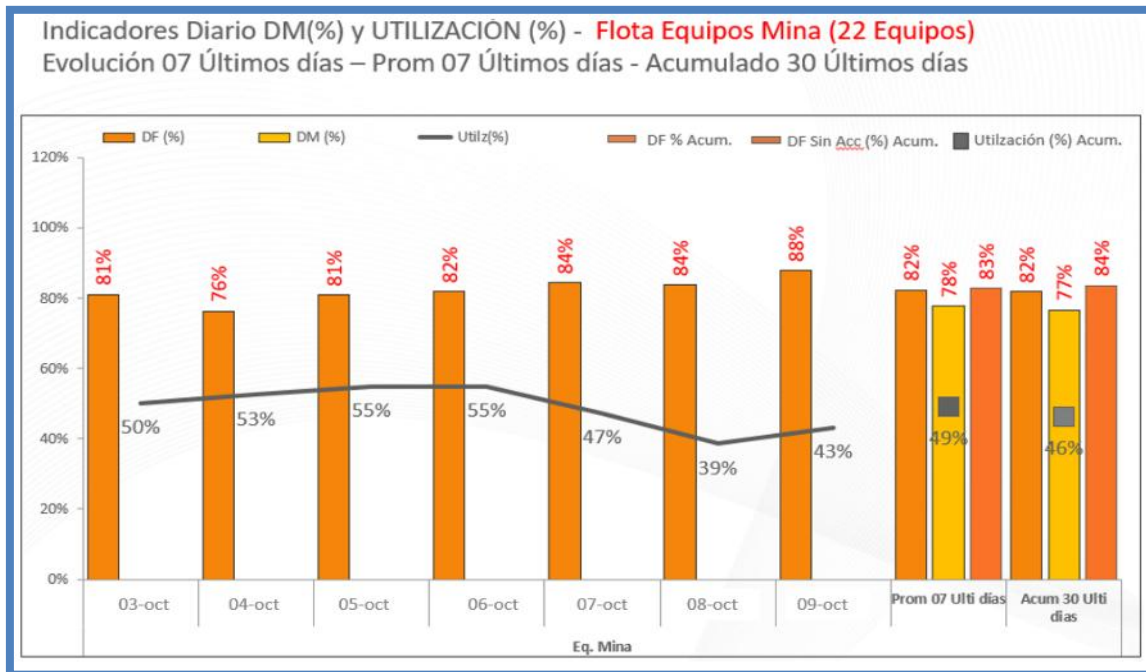
- Programa de mantenimiento equipos mina.
- Programa de mantenimiento Planta. (chancado).
- Requerimiento mínimo de equipos de acarreo y transporte mina.
- Modelo de bloques corto plazo.
- información de levantamientos topográficos.

3.2.1 Programa de mantenimiento mina.

Esta información es entregada por el departamento de ingeniería y planificación de mantenimiento mina, este informe entrega las disponibilidades de los equipos mina (% disponibilidad mecánica ofrecida para el periodo a planificar), además de las diferentes reparaciones, mantenciones y fechas en las que se llevaran a cabo dichas mantenciones.

La figura 3.1. A continuación, Muestra un grafico que indica un ejemplo de los datos entregados por mantención de disponibilidad mecánica.

Fig. 3.1. Disponibilidad mecánica



Fuente: Unidad Minera San Rafael

3.2.2 Programa de mantenimiento Planta.

Esta información que entrega el departamento de mantención planta, corresponde a las fechas y tiempo en que la planta de chancado estará detenida por mantención y reparaciones, por lo cual dentro de este periodo la planta no recibirá mineral. Con lo anterior se debe programar las toneladas de mineral a ingresar por periodo (generalmente semanales y en algunos casos diarias), teniendo en cuenta cuanto es el tonelaje requerido por la planta para tratar y además de las indicaciones en los programas de largo plazo. A continuación, se entrega un resumen de las mantenciones y periodos en los que se realizara la mantención Tabla 3 .2.

3.2.3 Requerimiento mínimo de alimentación a planta y de extracción mina.

Este es un dato generalmente establecido por los programas anuales o de largo plazo, y además es la base y meta para cumplir por periodo a programar Tabla3.3. que corresponde al resumen de plan anual).

El tonelaje de alimentación a planta, es uno de los parámetros importantes a tener en cuenta, ya que el cumplimiento de ingreso de mineral a proceso (Tanto en tonelaje como en Ley), asegura la rentabilidad de la empresa minera. Además el tonelaje a desarrollar asegura el tener los minerales despejados en el tiempo establecido para poder ingresar a proceso.

Tabla 3. 1 Programa de mantenimiento planta

Presupuesto	2018	2018	2018	Año
	Octubre	Noviembre	Diciembre	
TM Chancado Clasif.				
Disp. Mec.	83%	83%	83%	83.33%
Uso de la disponib.	80%	78.95%	75%	77.93%
Utilización Total	67%	66%	63%	65%
H. Disp. Mec. Dia	20	20	20	20.00
TMS/Hora	212	200	198	203.18
Horas Paradas x Manto programado.	4.00	4.00	4.00	4.00
Horas Paradas Operativas	4.00	4.21	5.00	4.41
Horas efect. utilizadas	16.00	15.79	15.00	15.59
Horas Día	24.00	24.00	24.00	
Días mes	31.00	30.00	31.00	
Días efectivos.	29.00	30.00	31.00	
Total Trat. TMS	3,392.00	3,158.00	2,970.00	
Capacidad de Planta Según Estación	98,368.0	94,740.0	92,070.0	

Fuente: Unidad Minera San Rafael.

Tabla 3. 2. Fore Cast Producción

Ley de Corte para Cancha 1 %Sn. 0.69 0.65 0.65 0.67

Ejecutado Prog. Mes Forecast 3Q

Año. Mes.

Fase	UM	2018												Total
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Tajos	Tn.	63,533	63,115	71,435	61,011	67,286	63,042	69,749	64,767	65,627	73,100	70,882	73,027	806,573
	%Sn.	1.64	1.76	1.53	1.76	1.83	1.68	1.85	1.58	1.56	1.79	1.91	1.96	1.74
Avances	Tn.	22,111	21,882	19,189	18,181	21,848	19,784	24,356	28,406	26,348	18,350	17,618	18,423	256,496
	%Sn.	1.39	1.58	1.29	0.84	1.14	0.99	1.10	0.84	1.27	0.95	1.00	0.89	1.11
Recuperación	Tn.	1,311	976	2,406	577	2,071	392	1,719	4,000					13,452
	%Sn.	0.77	0.51	1.27	0.48	0.99	-	0.87	0.81	1.54	-	-	-	1.10
Total Tn.		86,955	85,972	93,029	79,768	91,205	82,826	94,497	94,892	95,975	91,450	88,500	91,450	1,076,520
Total %Sn.		1.56	1.70	1.48	1.54	1.65	1.52	1.65	1.34	1.48	1.62	1.73	1.74	1.58

Fuente: Unidad Minera San Rafael.

La Ley de corte con la cual se realiza el perfil de alimentación a planta, está establecida por los programas de mediano y largo plazo que rigen al negocio minero, estas leyes de corte son específicas para cada yacimiento en explotación y expansión a desarrollar.

3.2.4 Modelo de bloques corto plazo.

Para la generación del plan, se debe tener un modelo de bloques que satisfaga lo más real posible la predicción del material a ser extraído y producido, durante el periodo a programar, por lo cual el modelo que entrega geología de producción debe ser actualizado y acotado constantemente, utilizando la información entregada por los sondeos (información utilizada al estimar el modelo de largo plazo), por la información recopilada a través de los pozos de producción y además de la interpretación geológica de cada pozo de producción, con la cual se ajustan los contactos litológicos y mineralógicos del yacimiento en cuestión. Para que geología estime este modelo, planificación debe entregar las poligonales que se desarrollaran y explotaran en el periodo establecido (mensual) con anterioridad para que geología desarrolle los trabajos necesarios para estimar dicho modelo, el cual a su vez devolverá a planificación, con el debido tiempo para programar y desarrollar el plan de producción mina. (Programa de corto plazo). La figura 3.2. Muestra una planta que contiene la línea de fase o límite del polígono a programar y el modelo de bloques corto plazo, entregado por geología.

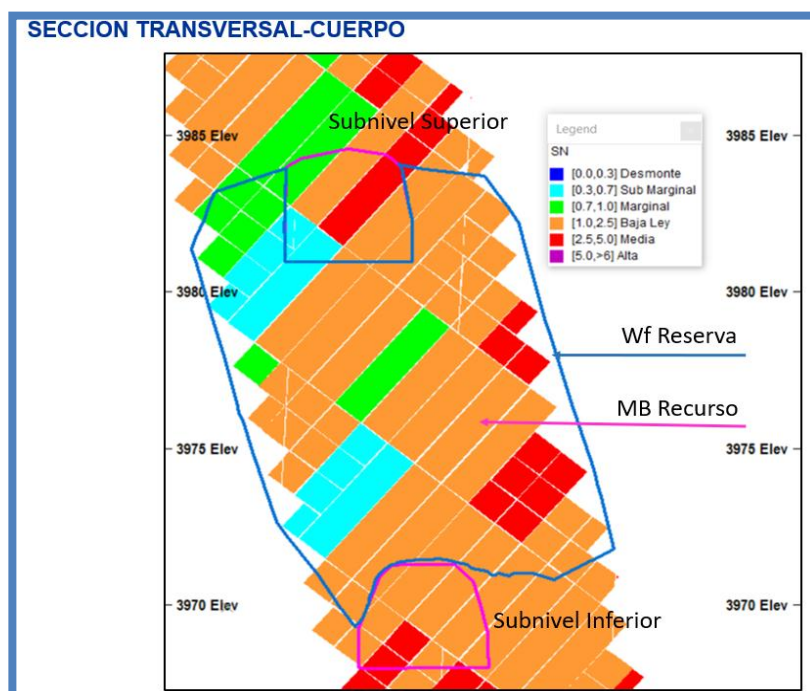


Figura 3. 2. Modelo de bloques
Fuente: Unidad Minera San Rafael.

3.3 Elaboración de planes de Minado corto plazo (Mensual).

Teniendo a disposición los datos iniciales para el programa, se puede dar inicio a la confección del programa, en primera instancia se realiza un análisis global del cual será el desarrollo de la mina en el periodo a programar, es decir, determinaren valor grueso los tonelajes a remover por Fase, frentes operativas, tonelaje para alimentar planta, mantenciones y otros movimientos.

Este lineamiento rápido, se realiza comparando el requerimiento establecido en el largo plazo.

3.3.1 Plan de producción Mensual de tajos

El Programa de Producción del se basa en las Reservas dentro de ello en la unidad minera san Rafael se considera los siguientes aspectos:

Determinación de secuencia de minado, evaluado en el área de geomecánica como se puede mostrar en el ANEXO C.

Determinación del radio hidráulico del panel a explotar evaluado en el área de geomecánica como se puede mostrar también en el ANEXO C.

Se tiene un flujograma de elaboración de planes de minado el cual se puede mostrar en los ANEXO E

Se tiene un Procedimiento de Planeamiento de Minado con Studio 5D Planner cual se puede mostrar en los ANEXO F

La secuencia de actividades para cada tajo programado se puede mostrar en el ANEXO G.

Un aspecto muy importante es la dilución, para ello se establecer los controles diarios que se reportan semanalmente.

Tabla 3.3 Programa de Producción octubre 2018

	BUDGET OCTUBRE	FORE CAST ZQ	PROG	VAR BUDGET	VAR FORE CAST
TAOS	65,319	73,225	73,100	7,780	-125
	2.06%	1.83%	1.79%	-0.27%	-0.03%
AVANCES	21,981	18,225	18,350	-3,631	125
	1.10%	1.15%	0.95%	-0.15%	-0.20%
STOCK					
				0.00%	0.00%
EXTRACCION MINA	87,300	91,450	91,450	4,150	0
	1.82%	1.69%	1.62%	-0.20%	-0.07%



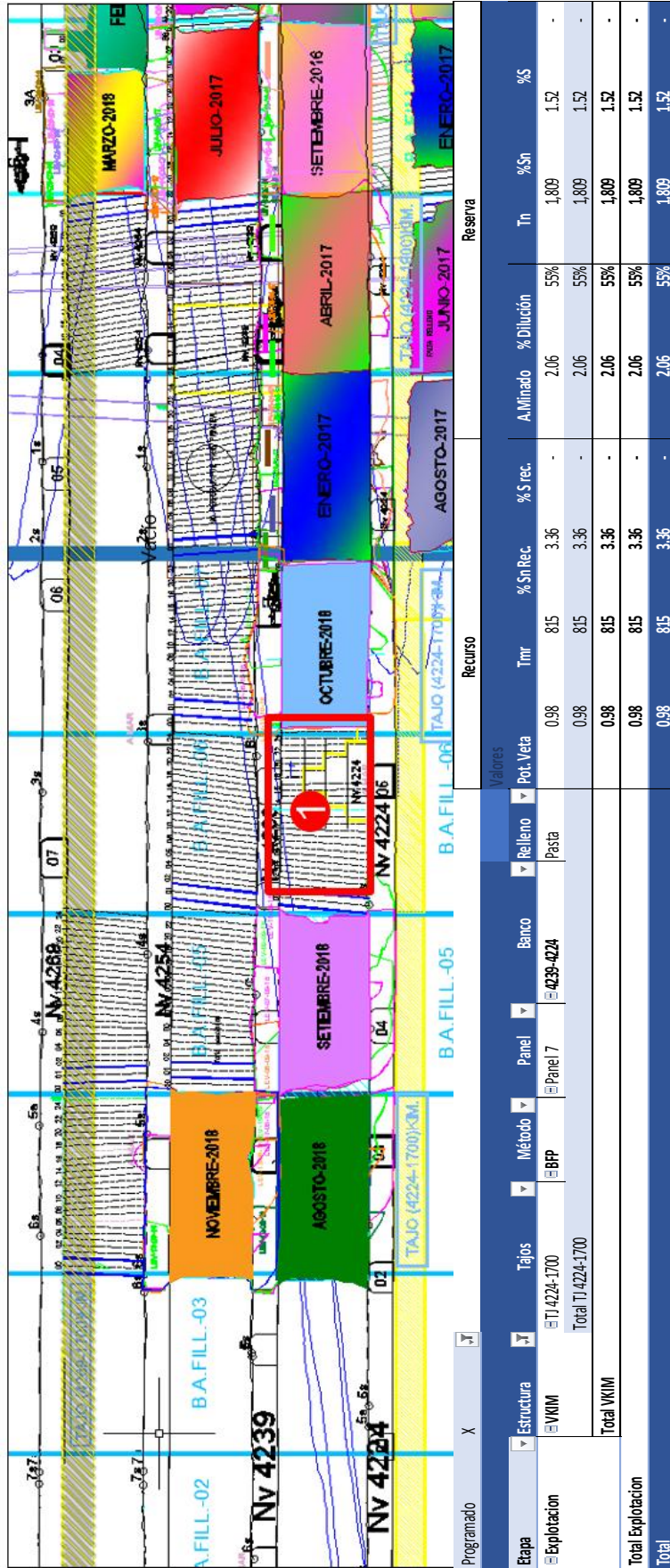
Tipo Plan	tms	%Sn	tpd	tmf
Budget	87,300	1.82	2,816	1,432
Operative	91,450	1.62	2,950	1,337
	4,150	(0.20)		(95)

Tipo Plan	tms	%Sn	tpd	tmf
ForeCast	91,450	1.69	2,950	1,393
Operative	91,450	1.62	2,950	1,337
	(0)	(0.07)		(56)

Programado X	Etapla	Estructura	Tajos	Método	Panel	Banco	Relleno	Recurso				Reserva				
								Pot. Veta	Tmr	% Sn Rec.	% S rec.	A.Minado	% Dilución	Tn	%Sn	%S
		VCAR	TJ 4285-1500	BFP	Panel 2	4340-4328	Pasta	3.09	1.829	3.86	0.58	3.44	2%	1.870	3.78	0.57
			Total TJ 4285-1500					3.09	1.829	3.86	0.58	3.44	2%	1.870	3.78	0.57
			TJ 4200-1500	BFP	Panel 2	4278-4260	Pasta	8.98	7,814	2.22	1.95	9.33	4%	8.138	2.14	1.88
			Total TJ 4200-1500					8.98	7,814	2.22	1.95	9.33	4%	8.138	2.14	1.88
		MA	TJ 4269-1900	BFP	Panel 7	4278-4260	Pasta	5.78	9,108	2.54	4.84	6.10	20%	11,432	2.02	3.85
			Total TJ 4200-1500					7.26	16,922	2.39	3.51	7.44	14%	19,570	2.07	3.03
		VKIM	TJ 4269-1900	BFP	Panel 4	4298-4283	Pasta	0.74	713	3.20	0.05	1.91	51%	1,441	1.59	0.02
			Total TJ 4269-1900					0.74	713	3.20	0.05	1.91	51%	1,441	1.59	0.02
			TJ 4224-1700	BFP	Panel 7	4239-4224	Pasta	0.98	815	3.36	-	2.06	55%	1,809	1.52	-
			Total TJ 4224-1700					0.98	815	3.36	-	2.06	55%	1,809	1.52	-
		SR_34	TJ 4100-35	SILST	Panel 7	4120-4100	Pasta	15.22	2,104	1.43	-	15.57	3%	2,166	1.39	-
			Total TJ 4100-35					15.22	2,104	1.43	-	15.57	3%	2,166	1.39	-
		SR_07	TJ 4150-1400	SILST	Panel 7	4125-4120	Pasta	16.70	4,508	1.43	0.18	17.04	8%	4,907	1.31	0.16
			Total TJ 4150-1400					16.70	4,508	1.43	0.18	17.04	8%	4,907	1.31	0.16
		ELI	TJ 3950-1800	SILST	Panel 2	4195-4175	Pasta	10.85	2,981	0.54	0.05	11.06	6%	2,891	0.53	0.05
			Total TJ 3950-1800					10.85	2,981	0.54	0.05	11.06	6%	2,891	0.53	0.05
		JOR	TJ 3950-1800	SILST	Panel 7	3966-3950	Pasta	29.68	3,719	1.73	0.50	30.00	0%	3,734	1.73	0.50
			Total TJ 3950-1800					29.68	3,719	1.73	0.50	30.00	0%	3,734	1.73	0.50
		DI_SR	TJ 3925-1850	SILST	Panel 8	3983-3966	Pasta	10.81	1,276	1.60	0.17	11.58	47%	2,424	0.63	0.09
			Total TJ 3925-1850					10.81	1,276	1.60	0.17	11.58	47%	2,424	0.63	0.09
		VELI	TJ 3950-2000	SILST	Panel 3	4050-4017	Pasta	13.82	9,728	1.59	0.08	14.27	1%	9,845	1.57	0.08
			Total TJ 3950-2000					13.82	9,728	1.59	0.08	14.27	1%	9,845	1.57	0.08
		VS2SR	TJ 4050-1800	BFP	Panel 10	3950-3937	Pasta	1.37	537	4.40	-	2.15	39%	903	2.62	-
			Total TJ 4050-1800					1.37	537	4.40	-	2.15	39%	903	2.62	-
		VVI_CP	TJ 3950-2000	BFP	Panel 3	3966-3950	Pasta	5.99	6,522	2.04	0.04	6.30	3%	6,722	1.98	0.04
			Total TJ 3950-2000					5.99	6,522	2.04	0.04	6.30	3%	6,722	1.98	0.04
		MMAE	TJ 3950-2000	BFP	Panel 7	4000-3966	Pasta	4.65	965	2.21	0.03	6.13	46%	1,777	1.20	0.02
			Total TJ 3950-2000					4.65	965	2.21	0.03	6.13	46%	1,777	1.20	0.02
			TJ 4050-1800	BFP	Panel 3	4080-4070	Pasta	5.81	7,487	2.06	0.04	6.26	12%	8,498	1.82	0.04
			Total TJ 4050-1800					5.81	7,487	2.06	0.04	6.26	12%	8,498	1.82	0.04
			TJ 4145-1900	BFP	Panel 7	4070-4050	Pasta	1.29	595	1.73	-	1.91	32%	872	1.18	-
			Total TJ 4050-1800					1.29	595	1.73	-	1.91	32%	872	1.18	-
			TJ 4145-1900	BFP	Panel 3	4175-4162	Pasta	1.68	1,818	2.17	0.35	2.27	21%	2,299	1.71	-
			Total TJ 4145-1900					1.68	1,818	2.17	0.35	2.27	21%	2,299	1.71	-
			TJ 3750-2050	SILST	Panel 6	3766-3750	Pasta	1.09	1,031	3.69	0.35	1.90	46%	1,908	1.99	0.19
			Total TJ 3750-2050					1.09	1,031	3.69	0.35	1.90	46%	1,908	1.99	0.19
			TJ 3950-1800	BFP	Panel 3	3980-3967	Pasta	24.58	7,054	2.42	0.13	25.20	9%	7,755	2.20	0.12
			Total TJ 3950-1800					24.58	7,054	2.42	0.13	25.20	9%	7,755	2.20	0.12
			Total TJ 3950-1800					0.64	355	4.13	0.24	1.90	67%	1,081	1.36	0.17
			Total TJ 3950-1800					0.64	355	4.13	0.24	1.90	67%	1,081	1.36	0.17
			Total Explotacion					11.93	62,876	2.09	1.05	11.63	14%	73,100	1.79	0.90
		Avances	#DIV/0!					11.93	62,876	2.09	1.05	11.63	14%	73,100	1.79	0.90
		Total						11.93	62,876	2.09	1.05	11.63	14%	73,100	1.79	0.90

Fuente: Unidad Minera San Rafael.

Secuencia de Minado por tajo



Requisitos:
 Contorneo de la estructura
Riesgo:
 Complicación de la perforación por la presencia de cuadros en el nivel de perforación

Área de Producción – oct
 Secuencia Minado –Nov
 Área de Producción – Dic
 Relleno
 Vacío

Figura 3. 3 .Secuencia de Minado TJ 4224-1700 – veta Kimberly

3.3.2 Plan Mensual de Avances

El plan de avance lineal tiene el objetivo de generar nuevas zonas de producción, el plan está definido en las siguientes fases:

Fase de Preparación: Requerido para el minado inmediato de los tajos de producción

Fase de Desarrollo: generación de la infraestructura necesaria para el minado de los tajos de producción,

Fase de Exploración: requerido para la incorporación de nuevos recursos, que luego pasaran a ser reservas minales.

Destino	FASE	BLOCK	NIVEL	NOMBRE	REFERENCIA	Secc_2	TM	Ley Sn	
C-1	Preparación	JOR	4173	SubNivel 4173-228 SE	Subnivel 4173 Sur	3.2 x 3.3	1,614	1.00	
		MA	4224	SubNivel 4224-911 SE	Veta Ramal Mariano Sur	3.2 x 3.3	494	0.83	
				SubNivel 4224-705 NW	Veta Ramal Mariano Norte	3.2 x 3.3	1,483	0.83	
		CYN_P	4000	SubNivel 4000-357 SE	Subnivel Sur	3.2 x 3.3	494	1.50	
				SubNivel 4000-354 NW	Subnivel Norte	3.2 x 3.3	494	1.50	
		CYN_T	4000	SubNivel 4000-328 SE	Subnivel Sur	3.2 x 3.3	297	1.30	
				SubNivel 4000-326 NW	Subnivel Norte	3.2 x 3.3	297	1.30	
				3967	SubNivel 3967-340 SE	Subnivel Sur	3.2 x 3.3	1,186	1.00
				3950	Galería 3950-385 SE	Galería 3950 Sur	3.2 x 3.3	692	1.00
					Galería 3950-383 NW	Galería 3950 Norte	3.2 x 3.3	181	1.00
		SR_34	4498	Estocada 4498-506 NE	Estocada # 04 4498 SR-34	3.2 x 3.3	593	1.00	
		ROS	4190	SubNivel 4190-223 NW	Subnivel Norte	3.2 x 3.3	1,977	1.00	
					SubNivel 4190-224 SE	Subnivel Sur	3.2 x 3.3	1,977	0.90
		ELI	3937	Estocada 3937-994 SE	Slot panel 6 Explotación	3.2 x 3.3	297	1.00	
		DI_SR	3966	SubNivel 3966-850 NW	Subnivel Norte VD_SR	3.2 x 3.3	791	1.00	
					SubNivel 3966-823 SE	Subnivel Sur_2	3.2 x 3.3	923	1.00
		Exploración	CYN_P	3980	Galería 3980-456 SW	Galería evaluación geologica	3.2 x 3.3	1,516	1.20
Total C-1							15,304	1.03	
C-35	Preparación	MA	4239	SubNivel 4239-689 SE	Subnivel 4239 Sur Ramal Maria	3.2 x 3.3	395	0.73	
				SubNivel 4239-691 NW	Subnivel 4239 Norte Ramal Ma	3.2 x 3.3	1,087	0.73	
		SR_07	4175	Estocada 4175-026 SE	Estocada 2 Slot Panel 3	3.2 x 3.3	306	0.80	
	ELI	3937	Estocada 3937-996 NW	Acceso a Panel 6	3.2 x 3.3	692	0.80		
	Exploración	VVI_CP	3716	Estocada 3716-874 SW	Exploración Secc. 2300	3.2 x 3.3	988	0.60	
	VMAL	4017	SubNivel 4017-932 SE	Sub nivel Sur Exploraciones	3.2 x 3.3	198	0.80		
Total C-35							3,667	0.72	
Total general							18,971	0.97	

Fuente: Unidad Minera San Rafael

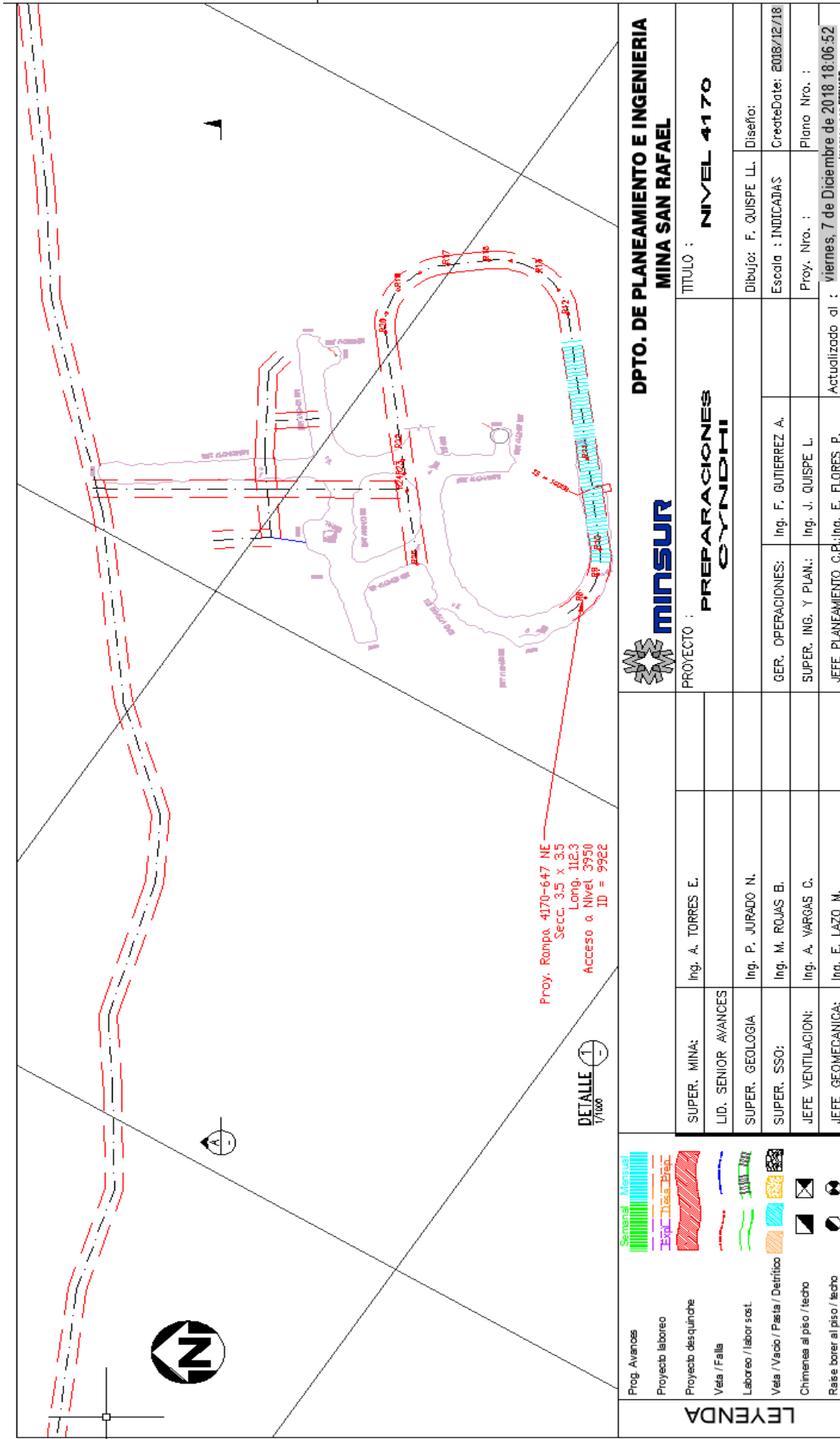


Figura 3. 4. Plano de avances del mes de octubre 2018
Fuente: Unidad Minera San Rafael

3.3.3 Plan Mensual de Relleno

Cada vacío generado por la explotación debe ser inmediatamente rellenado, para ello se estable una secuencia de relleno sujeto a la capacidad de planta de relleno en pasta.

Se debe priorizar el relleno en zonas inestables, y tajos que dan secuencia inmediata de explotación.

3.3.4 Plan Mensual de Perforación

El plan de perforación tiene el objetivo de dar una secuencia de perforación de una determinada zona de Explotación, cada equipo de perforación debe tener una secuencia de perforación donde le permita tener una mayor performance,

Se debe tener las características del equipo para asignar a una determinado zona ya que cada labor presenta una característica especial, pueden estar zonas de cuerpo, vetas presencia de geodas, presenciad de fallas y otros.

3.3.5 Plan Mensual de Servicios

Se establece un plan de ejecución de trabajos de servicios que son necesario para generar infraestructura de los tajos.

Dentro de ello se considera perforaciones de chimeneas de servicios (transferencia), ventilación, sondajes para verificar vacíos, entre otros

Para estas actividades se debe considerar un equipo de perforación adicional, de acuerdo al metraje a realizar

Tabla 3. 6 Programa mensual de perforación de tajos octubre 2018

N°	TIPO	Estructura	Tajo	V. Metodo	Panel	Banco	Datos	Sem 45	Sem 46	Sem 47	Sem 48	Sem 49	Total Noviembre	Observaciones
1	VETA	VMA	TJ 4269-1900	BAF	PANEL 03	4310-4298	TM	-	-	2,385	846	-	3,230	
							Sn	-	-	0.72	0.53	-	0.67	
							M. Perf.	640	1,120	160	-	-	1,920.00	
							Equipo	-	-	-	-	-	-	
2	VETA	VMA	TJ 4185-1500	BAF	PANEL 06	4194-4185	TM	-	566	938	-	-	1,505	
							Sn	-	0.93	0.95	-	-	0.94	
							M. Perf.	640	-	-	-	-	1,280.00	
							Equipo	-	-	-	-	-	-	
3	VETA	V KIM	TJ 4224-1700	BAF	PANEL 04	4254-4239	TM	-	777	767	-	-	1,544	
							Sn	-	4.50	4.59	-	-	4.54	
							M. Perf.	320	720	-	-	-	1,040.00	
							Equipo	-	-	-	-	-	-	
4	VETA	V JOR	TJ 3950-1850	BAF	PANEL 07	3966-3950	TM	-	-	-	-	-	-	
							Sn	-	-	-	-	-	-	
							M. Perf.	880	160	-	-	-	1,040.00	
							Equipo	-	-	-	-	-	-	
5	VETA	V ELI	TJ 4050-1800	BAF	PANEL 07	4080-4070	TM	-	1,364	-	-	-	1,364	
							Sn	-	0.88	-	-	-	0.88	
							M. Perf.	400	-	-	-	-	400.00	
							Equipo	-	-	-	-	-	-	
6	VETA	VS2SR	TJ 4145-1900	BAF	PANEL 04	4195-4175	TM	1,237	-	-	-	-	1,237	
							Sn	3.24	-	-	-	-	3.24	
							M. Perf.	-	-	-	-	-	-	
							Equipo	-	-	-	-	-	-	
7	VETA	MAE	TJ 3950-1800	BAF	PANEL 04	3967-3950	TM	-	-	-	-	-	-	
							Sn	-	-	-	-	-	-	
							M. Perf.	-	400	800	-	-	1,200.00	
							Equipo	-	-	-	-	-	-	
8	VETA	V ELI	TJ 4050-1800	BAF	PANEL 03	4080-4070	TM	-	-	-	-	-	-	
							Sn	-	-	-	-	-	-	
							M. Perf.	-	640	800	-	-	1,440.00	
							Equipo	-	-	-	-	-	-	
9							TM	-	-	-	-	-	-	
							Sn	-	-	-	-	-	-	
							M. Perf.	-	-	-	-	-	-	
							Equipo	-	-	-	-	-	-	
TOTAL VETAS							TM	1,237	2,707	4,090	846	-	8,880	
							Ley	-	1.93	1.50	0.53	-	1.78	
							M. Perf.	2,880	3,680	1,760	-	-	8,320.00	
1	CUERPO	VCAR	TJ 4285-1500	BAF	PANEL 03	4340-4328-4314	TM	-	-	-	3,143	970	-	
							Sn	-	-	-	3.32	1.86	-	
							M. Perf.	560	-	880	-	-	1,440.00	
							Equipo	-	-	-	-	-	-	
2	CUERPO	VCAR	TJ 4285-1500	BAF	PANEL 09	4302-4285	TM	-	1,277	1,855	-	-	3,132	
							Sn	-	0.87	1.08	-	-	-	
							M. Perf.	320	960	-	-	-	1,280.00	
							Equipo	-	-	-	-	-	-	
3	CUERPO	VCAR	TJ 4200-1500	BAF	PANEL 02	4278-4260	TM	5,213	1,960	-	-	-	7,174	
							Sn	2.30	2.04	-	-	-	-	
							M. Perf.	-	-	-	-	-	-	
							Equipo	-	-	-	-	-	-	
4	CUERPO	SR34	TJ 4100-35	SLSt	PANEL 07	4125-4120	TM	3,409	-	-	-	-	3,409	
							Sn	1.55	-	-	-	-	-	
							M. Perf.	-	-	600	400	-	1,000.00	
							Equipo	-	-	-	-	-	-	
5	CUERPO	SR34	TJ 4510-2050	SLSt	PANEL 01	4510-4498	TM	-	-	-	-	-	-	
							Sn	-	-	-	-	-	-	
							M. Perf.	-	1,120	1,120	160	-	2,400.00	
							Equipo	-	-	-	-	-	-	
7	CUERPO	ELI	TJ 3950-1800	SLSt	PANEL 07	4000-3983-3966	TM	-	-	5,349	5,727	-	11,077	
							Sn	-	-	0.59	1.58	-	-	
							M. Perf.	960	-	-	-	-	960.00	
							Equipo	-	-	-	-	-	-	
8	CUERPO	ELI	TJ 3925-1800	SLSt	PANEL 06	3937-3925	TM	3,140	3,098	-	2,605	-	8,843	
							Sn	1.12	0.99	-	1.27	-	-	
							M. Perf.	-	-	-	-	-	-	
							Equipo	-	-	-	-	-	-	
10	CUERPO	DI_SR	TJ 3950-2000	BAF	PANEL 10	4000-3983-3966	TM	5,321	4,414	5,003	743	-	-	
							Sn	1.08	1.66	1.73	1.63	-	-	
							M. Perf.	-	-	-	-	-	-	
							Equipo	-	-	-	-	-	-	
11	CUERPO	CYN_T	TJ 3950-1900	BAF	PANEL 04	3967-3950	TM	-	-	-	-	-	-	
							Sn	-	-	-	-	-	-	
							M. Perf.	-	960	800	-	-	1,760.00	
							Equipo	-	-	-	-	-	-	
13	CUERPO	VVCP	TJ 3750-2050	SST	PANEL 06	3783-3766	TM	467	-	-	-	-	467	
							Sn	0.46	-	-	-	-	-	
							M. Perf.	-	-	-	-	-	-	
							Equipo	-	-	-	-	-	-	
14	CUERPO	C_ELI	TJ 4000-1900	SST	PANEL 07	4017-4000	TM	-	-	-	-	-	-	
							Sn	-	-	-	-	-	-	
							M. Perf.	-	-	-	1,120	160	1,280.00	
							Equipo	-	-	-	-	-	-	
15							TM	-	-	-	-	-	-	
							Sn	-	-	-	-	-	-	
							M. Perf.	-	-	-	-	-	-	
							Equipo	-	-	-	-	-	-	
TOTAL CUEPOS							TM	17,550	10,750	12,208	12,218	970	3,132	
							Ley	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	
							M. Perf.	1,840	3,040	3,400	1,680	160	10,120	
TOTAL VETAS Y CUERPOS							Ton	18,787	13,457	16,298	13,064	970	51,862	
							Ley	0.21	0.39	0.38	0.03	0.00	0.30	
							M. Perf.	7,600	10,400	6,920	1,680	160	26,760	
OTROS TRABAJOS					CABLE BOLTING NV 4125		M. Perf.							
							Equipo							
EQUIPO		COLOR												
1	T1D1	[Color]												
2	S7-D1	[Color]												
3	S7-D2	[Color]												
4	S7-D3	[Color]												
5	RPT	[Color]												
6	T1D2	[Color]												

Fuente: Unidad Minera San Rafael.

Tabla 3. 7 Programa mensual VCRs, TL y Cable Bolting octubre 2018.

Programa (Todas)				Semana				
Proyecto	Etapa	Cabeza	Pie	6	7	8	9	Total general
Cable Bolting	Preparación	NV_3766	---		250.0		250.0	500.0
		NV_3783	---	162.0			250.0	412.0
		NV_4120	---			250.0		250.0
	Total Preparación			162.0	250.0	250.0	500.0	1,162.0
Total Cable Bolting			162.0	250.0	250.0	500.0	1,162.0	
Drenaje	Preparación	NV_4370	NV_4350				22.1	22.1
	Total Preparación						22.1	22.1
Total Drenaje							22.1	22.1
Relleno Pasta	Relleno	NV_3783	NV_3766		56.7			56.7
		NV_4050	NV_4030				36.0	36.0
		NV_4080	NV_4070		14.1			14.1
		NV_4150	NV_4125				57.9	57.9
		NV_4510	Vacio	63.8				63.8
Total Relleno			63.8	70.8	57.9	36.0	228.5	
Total Relleno Pasta			63.8	70.8	57.9	36.0	228.5	
Transferencia	Preparación	NV_3967	NV_3950		150.0			150.0
		NV_3980	NV_3967				150.0	150.0
		NV_4030	NV_4017		105.0			105.0
	Total Preparación			255.0	150.0		405.0	
Total Transferencia				255.0	150.0		405.0	
Ventilación	Preparación	NV_4358	NV_4344			150.0		150.0
		NV_4370	NV_4358				150.0	150.0
		NV_4515	NV_4510	189.0				189.0
		NV_4621	NV_4606		150.0			150.0
Total Preparación			189.0	150.0	150.0	150.0	639.0	
Total Ventilación			189.0	150.0	150.0	150.0	639.0	
Wince	Preparación	NV_4175	OP 4195-4071	222.6				222.6
		NV_4510	OP 4599-4450			200.0		200.0
		NV_4254	OP 4310-4185				200.0	200.0
	Total Preparación			222.6		200.0	200.0	622.6
Total Wince			222.6		200.0	200.0	622.6	
Total general			637.4	725.8	807.9	908.1	3,079.2	

Fuente: Unidad Minera San Rafael.

3.4 Control de operación mina y análisis de resultado.

Todo plan de producción presentado debe ser controlado tanto en el cumplimiento de lo establecido, como que operaciones mina cumpla lo que se programó, ya que esta puede desviar sus movimientos a otros puntos no programados, cumpliendo con el tonelaje programado, pero en su detalle no logre las metas programadas. Por tal motivo se debe confeccionar un método con el cual se controlara a la operación para tener éxito en el plan de producción, esto último se refiere al análisis posterior de los resultados logrados.

El capítulo presente pretende entregar o mostrar algunas formas como se realiza el control de la operación y el cumplimiento de lo programado, además de sus posteriores análisis. Por lo cual se han creado algunas planillas electrónicas, que nos servirán de herramientas de control.

Las tablas que continuación se presentaran no son las únicas que se cuentan para el control, ya que cada planificador debe crear sus propias formas de control, y en la cantidad que el considere necesarias para lograr los objetivos y metas establecidas.

3.5 Controles.

3.5.1 Adherencia Producción

Es el factor de cumplimiento de los Programas de producción y que reflejan cuan eficiente es la planificación de tal forma que la ejecución del programa tenga un nivel menor de desviación respecto al plan programado. Para medir la adherencia usamos el cumplimiento del tonelaje, El cumplimiento de la Ley de Sn, El cumplimiento de las Toneladas Métricas Finas y la secuencia de minado.

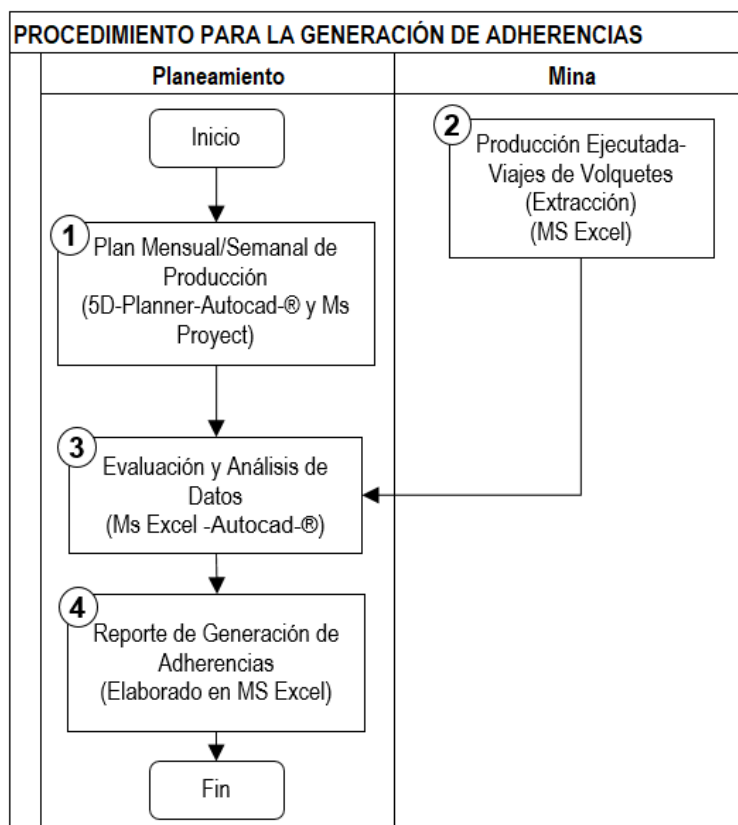


Figura 3. 5. Procedimiento de generación de adherencia
Fuente: Unidad Minera Sal Rafael

Cálculo de Totales de Adherencia: El cálculo de totales de Adherencia de acuerdo al tipo de Adherencia debe ser ponderado con los Finos Programados de acuerdo a la siguiente fórmula:

Para el caso de Los Tonelajes:

$$Total\ Adherencia\ Ton = \% \sum_{n}^{i=1} \frac{Adherencia\ Ton_i \times TMF\ Programadas_i}{TMF\ Programadas\ Totales}$$

Para el caso del % Sn:

$$Total\ Adherencia\ Ton = \% \sum_{n}^{i=1} \frac{Adherencia\ Sn_i \times TMF\ Programadas_i}{TMF\ Programadas\ Totales}$$

Para el caso de las TMF:

$$Total\ Adherencia\ TMF = \% \sum_{n}^{i=1} \frac{Adherencia\ TMF_i \times TMF\ Programadas_i}{TMF\ Programadas\ Totales}$$

Tabla 3. 8 Reporte de adherencia semanal/mensual Octubre 2,018

ESTRUCTURA	BLOCK	TAJOS	Programa - Semanal			Ejecutado			% de Adherencia del Plan		
			Tn	% Sn	TMF	Tn	% Sn	TMF	Tonelaje	Ley	TMF
SR VJOR/VCAR	SR34	TJ 4100-35	317	2.04	6	1,219	0.46	6	100%	22%	86%
		TJ 4200-1500	3,723	1.47	55	5,079	0.85	43	100%	58%	79%
	VCAR	TJ 4560-1600	2,504	0.65	16	2,108	0.29	6	84%	44%	37%
CELIVELI/VDSR/VVJ/VJOR	DL_SR	TJ 3950-2000	981	3.02	30	791	6.32	50	81%	100%	100%
	CELI2	TJ 4000-2050	982	3.20	31	182	3.49	6	19%	100%	20%
	CELI	TJ 3925-1800	3,457	1.47	51	3,214	1.60	52	93%	100%	100%
WL_T	WL_T	TJ 3800-12	1,024	0.77	8	1,045	0.86	9	100%	100%	100%
V_VCP	V_VCP	TJ 3750-2050	3,447	2.25	78	2,900	2.06	60	84%	91%	77%
			16,435	1.67	275	16,682	1.40	233	82%	84%	76%

Total, de Adherencias

3.5.2 Adherencia Avances

Es el factor de cumplimiento de los Programas de los avances lineales en sus distintas fases, determinado por la sección programada y ejecutada.

Tabla 3.9 Control diario de avances mes octubre 2018

Días Mes	30
Días operación	14
Días faltantes	16

RESUMEN ADHERENCIA POR FASE - MES									
Etiquetas de fila	Programa Mensual			Ejecutado a la Fecha			Adherencia al Plan		
	Prog. Mensual	Secc_Equi	Volumen Generado	Ejecutado a la Fecha	Secc_Equi	Volumen Generado	Metros (m)	Sec_Eq (m2)	Vol Gen (m3)
Desarrollo	402.7	14	5,411	164.2	6	2,162	41%	100%	40%
Exploración	297.6	11	3,006	136.2	5	1,359	46%	100%	45%
Preparación	800.6	11	8,497	406.5	5	4,205	51%	100%	49%
Total general	1500.9	12	16,914	706.9	5	7,726	47%	100%	46%

Fuente: Unidad Minera San Rafael.

3.5.3 Reporte de Dilución.

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

Tabla 3.11 Cuadro de reporte de Dilución

REPORTE DE DILUCION MES OCTUBRE - 2018

Mes	(Varios elementos)
Semana	44
Tipo	Dilución

Cuerpo	Veta	Tajos	Banco	Pan	Pot.Veta A.	Minad.	Tn. Rec.	Sn Rec.	Tn. Plan.	Sn Plan	Dilución Planeada		Dilución Operativa		Dilución Total			
											Pl. Tn.	Pl. Sn	Pl. Tn.	Pl. Sn	Op. Tn.	Op. Sn	Re. Tn.	Re. Sn
C	CARMEN	4200-1500	4278-4260	P02	8.7	8.80	471	1.61	483	1.57	2.5%	2.5%	739	1.47	53.1%	6.5%	57.0%	8.9%
	DIAGONAL S.R.	3950-2000	3983-3966-3966	P10	10.8	10.97	769	2.21	1,210	1.41	57.4%	36.5%	977	1.23	-19.2%	12.9%	27.1%	44.7%
	VICENTE	3750-2050	3766-3750	P06B	8.5	8.61	2,922	1.78	3,811	1.37	30.4%	23.3%	3,623	1.33	-4.9%	3.1%	24.0%	25.7%
	SAN RAFAEL 34	4100-35	4125-4120	P07	7.9	7.92	2,859	1.67	3,215	1.48	12.4%	11.1%	3,170	1.50	-1.4%	-0.8%	10.9%	10.4%
Total Cuerpo					9.3	9.40	9,068	1.71	10,866	1.42	19.8%	16.5%	10,652	1.39	-2.0%	2.2%	17.5%	18.4%
Total general					9.3	9.40	9,068	1.71	10,866	1.42	19.8%	16.5%	10,652	1.39	-2.0%	2.2%	17.5%	18.36%

Fuente: Unidad Minera San Rafael.

1) TJ 3950-2000 Diagonal Banco 3983-3966-4000 Panel 10 2) TJ 3750-2050 Vicente centro piso Banco 3766-3750 Panel 06

Dilución Planeada: 36.5%, presencia de caballos entre las dos Dilución Planeada: 23.3%, presencia de caballos en la base de la estructuras que se explotan.

Dilución Operativa: 12.9%, Descaje al techo.

Dilución Operativa: 3.1%, dentro de los esperado.

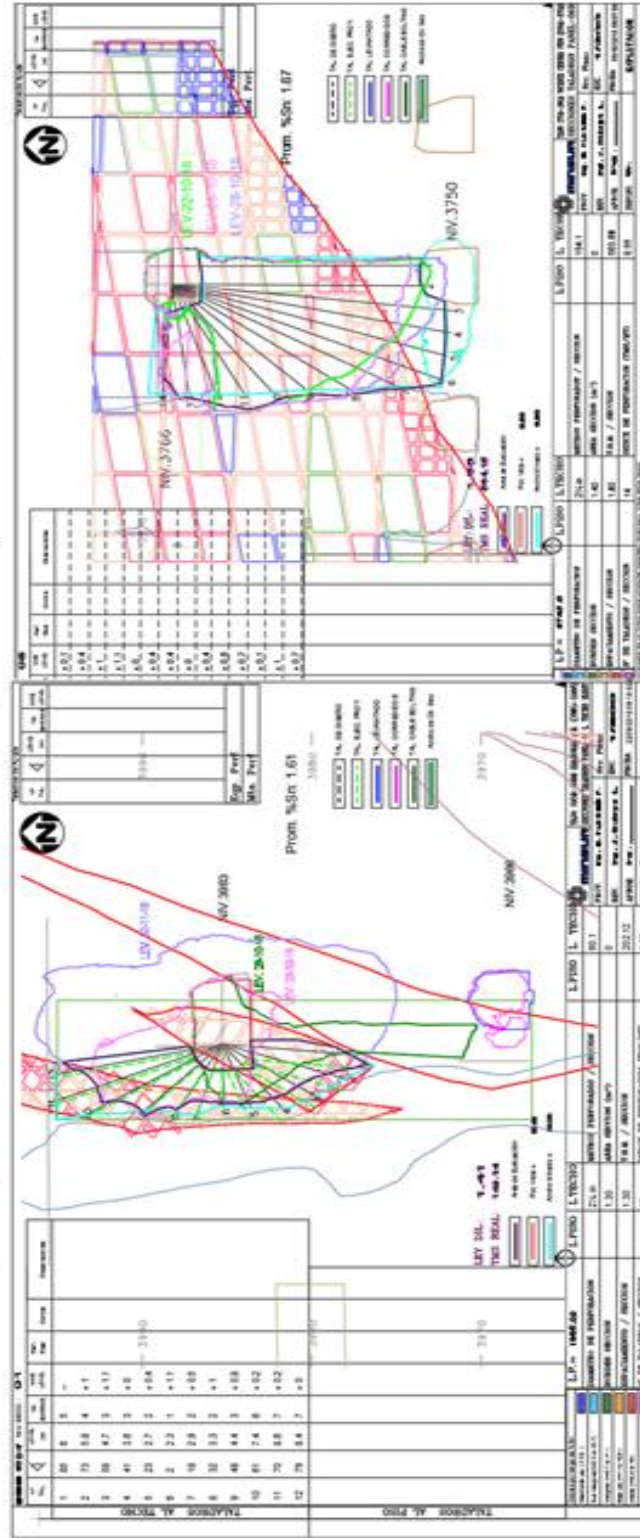


Figura 3.6. Presentación de las explicaciones de desviaciones en la dilución Fuente: Unidad Minera San Rafael

3.5.4 Reporte de Reconciliación.

Tabla 3. 12 Resultados de la reconciliación acumulados

	2017												2018												TOTAL																					
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO		SEP	OCT																			
Reservas	tms	55,619	65,895	42,983	61,961	54,053	64,022	62,854	63,607	56,219	61,152	48,456	69,581	62,633	769,036	%Sn	1.74	1.96	1.74	1.70	1.91	1.52	2.12	1.73	1.69	2.05	1.83	1.86	1.63	1.81	tmf	967	1,291	748	1,051	1,031	976	1,335	1,102	952	1,256	884	1,295	1,023	13,911	
Extracción Mina	tms	56,877	60,443	59,064	63,533	63,115	71,435	61,011	67,286	63,042	69,749	64,767	65,627	73,042	838,990	%Sn	1.85	1.70	1.58	1.64	1.76	1.53	1.76	1.83	1.68	1.85	1.58	1.58	1.56	1.66	1.69	tmf	1,054	1,027	933	1,042	1,108	1,095	1,073	1,233	1,059	1,288	1,022	1,023	1,215	14,172
Comparativo	tms	1.02	0.92	1.37	1.03	1.17	1.12	0.97	1.06	1.12	1.14	1.34	0.94	1.17	1.10	%Sn	1.07	0.87	0.91	0.97	0.92	1.01	0.83	1.06	0.99	0.90	0.86	0.84	0.94	0.94	tmf	1.09	0.79	1.25	0.99	1.07	1.12	0.80	1.12	1.11	1.03	1.16	0.79	1.19	1.02	

Fuente: Unidad Minera San Rafael

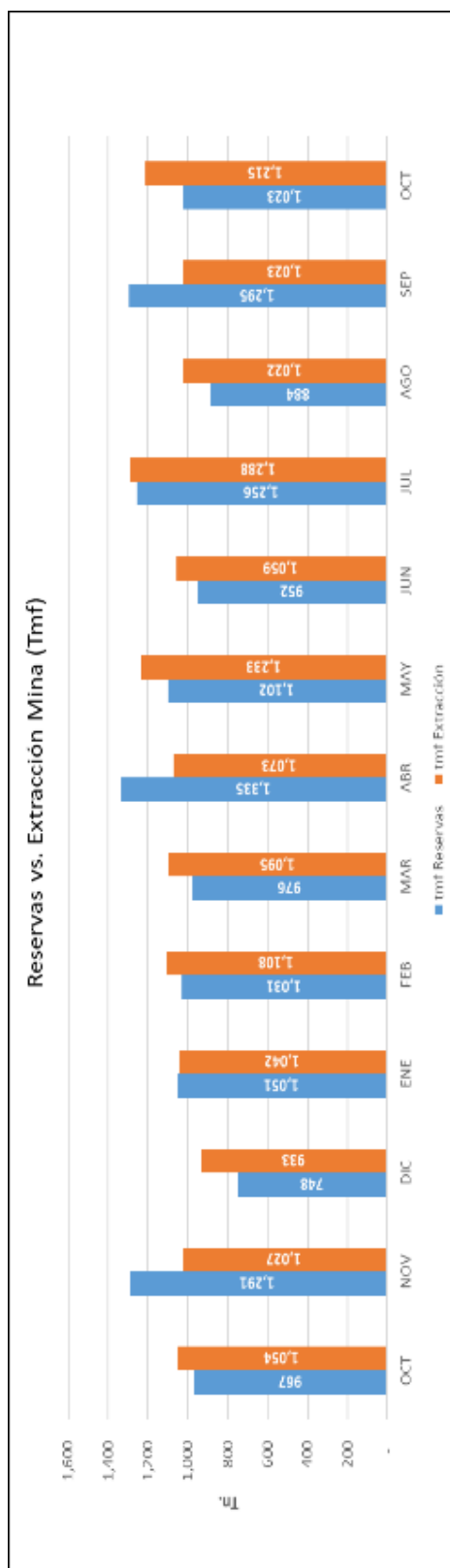


Figura 3. 7. Gráfico Reservas Vs Extracción Mina (Tmf)

Fuente: Unidad Minera San Rafael

Establecer procedimiento para realizar el proceso de Reconciliación de leyes, tonelajes, diluciones y finos del planificado con el real ejecutado, en base a un Modelo recursos geológicos, levantamiento mina, extracción y planta concentradora, para realizar reportes de reconciliación. Información que sirva para mejora continua en la planificación, explotación y estimación de reservas de la mina subterránea.

Asimismo, se tiene el proceso de movimiento de canchas que se puede mostrar en el ANEXO E.

CONCLUSIONES

1. Al analizar los resultados del trabajo presentado, podemos destacar el conocimiento que se debe adquirir a través de la experiencia profesional, para realizar una programación, planeamiento de las tareas o movimientos a efectuar en la explotación de un yacimiento minero es velando por la seguridad de la operación, economía del negocio y proyección de la vida empresarial.
2. El planificador debe conocer el yacimiento, sus características geológicas, es decir, mineralización, calidad de la mena a explotar, características geoestructurales del macizo, dominio del modelamiento o estimación de las reservas, para identificar como se presenta el mineral ofrecido por estimación, versus la realidad que se encuentra día a día, y así adelantar posibles condiciones inesperadas.
3. Es relevante poder identificar el comportamiento de nuestro diseño minero o expansiones, ante las características geológicas del depósito, visualizando la presencia de fallamiento de algún sector. Además, un conocimiento del comportamiento de la mena ingresada a proceso.
4. Como destacamos, la planificación de corto plazo tiene características de planificación operativa, por lo tanto se debe tener claro el tema de rendimientos y capacidades de los equipos que se disponen en la explotación minera. Por lo cual, al realizar el programa de producción, debemos conocer tiempos de perforación, para estimar el momento que se dispondrá del material roto (voladura), para luego ser cargado y transportado a sus diferentes destinos, dependiendo de las características que posee (lastre o mineral).
5. La combinación de estas operaciones unitarias asociadas a sus tiempos apoya al secuenciamiento operativo que se le da al plan la consistencia necesaria y con ello cumplir las metas fijadas con eficacia en la alimentación de mineral a proceso de la producción y productividad de la empresa minera.

6. A medida que avanzamos en nuestro trabajo, descubrimos algunos de los datos que se deben disponer para confeccionar el plan de producción corto plazo, generalmente en un mes. Debemos destacar que para realizar la planificación mensual, ya se disponen de determinados equipos (perforadoras, cargadores, camiones, etc.) con sus características específicas y sistemas de proceso de mineral ya definidos. Entonces, nuestro plan tiene como base la utilización óptima de las herramientas que se disponen, las cuales deben ser bien conjugadas, para que la programación sea realista y ejecutable.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda valorar la utilidad que nos entrega la tecnología informática actual, con las herramientas computacionales que apoyan a la actividad minera, destacar con esto la diversa cantidad de software minero, que gracias a sus diferentes módulos, facilitan y agilizan el cálculo necesario en nuestra programación.
2. Además destacar la utilidad de aquellas herramientas de uso cotidiano en mina, las cuales se usa en los trabajos de gabinete (ej. planillas electrónicas y otras). En lo anterior no destaco ninguna herramienta de la variedad que existen en el mercado que es de uso exclusivo o predominantes todas ellas tienen aptitudes similares, con esto más bien indico que cada planificador debe ser capaz de dominar a lo menos alguna de ellas eficientemente.
3. En los trabajos de planificación de corto plazo se debe tener en cuenta que los recursos de tecnología integrada deben ser constantemente evaluados para de este modo tener el uso eficiente de los mismos a fin de cumplir con creces las metas y más aun superar esta exigencia se debe poner desafío en los programas de planificación sujeta a distintos niveles de performance.
4. En la unidad minera se debe establecer una data ha cerca de los niveles de cumplimiento de los planes semanales, mensuales y anuales y principalmente de las razones, sucesos y condiciones de mejora o desmejora para de este modo crear la antecedencia que justifique a la toma de decisiones en planes próximo para ser ejecutados acertadamente.
5. Las experiencias en los planes de corto plazo tendrán necesariamente la misión y visión de que los planes de mediano y largo plazo sean retroalimentadas en función de una planificación estratégica para la empresa minera.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, E. (1986), *“Planificación de Corto Plazo en Minería”*, 37ª convención del Instituto de Ingenieros de Chile, Copiapó.
- Alfaro, G. (1996) *“Planificación Largo Plazo en Minería Escondida”*, X Simposium de Ingeniería en Minas, Universidad de Santiago de Chile, Santiago.
- Beniscelli, J. (2003) *“Planificación Minera en Codelco-Chile”*, revista Minerales IIMCH. Vol. 48 N° 203, páginas. 13 al 20.
- Bustillo M. y López, C., (1997) *“Manual de Evaluación y Diseño de Explotaciones Mineras”*, Cap. N° 8 “Diseño Manual de Explotaciones a Cielo Abierto”.
- Calder P., (1999) *“Tópicos de Ingeniería en Mina a Rajo Abierto”*, Escuela de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Camus, J., (2016) *“Aspectos Conceptuales en la Planificación de minas a Estudio Hidrogeológico y Geoquímico de la UM San Rafael”*
- Gemcom Software International Inc. Versión 4.0, (1999). *“Apuntes del Software Minero Gemcom”*.
- Lopez, C. (1994) *“Manual de Perforación y Voladura de Rocas”*, Instituto Geológico y Minero España.

WEB GRAFIA

- AMEC (s.f). “Estudio Recuperación de Pilares-AMEC”. Recuperado el 18 de 12 del 2018 del <https://amecorg.com/>.
- AMEC (s.f). “Informe Trade off Metodos Minado”. Recuperado el 18 de 12 del 2018 de <https://amecorg.com/>.
- Gonzales, J. (2004). “*Planeamiento a corto plazo en minera Yanacocha*”. Universidad Nacional de Ingeniería. Tesis de grado. Recuperado el 18 de 12 del 2018 de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/11597>
- Informe San Rafael Plan Anual de Minado San Rafael (2019). “Opportunity Analysis - Final Draft Rev B_Cap8_final” recuperado del <https://es.scribd.com/doc/313332262/4-0-Plan-de-Minado-San-Rafael>
- Jessen, M. (2003). “*Planeamiento de minado a largo plazo en la Compañía Minera Yanacocha S.R.L.*”. Universidad Nacional de Ingeniería. Tesis de grado. Recuperado el 18 de 12 del 2018 de http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/11569/1/jessen_hm.pdf
- PresentacionTrade off de Capacidades de Planta de Pre-Concentración pdf
- Recalde, E. (2007). “*Metodología de Planificación Minera a CortoPlazo y DiseoMinero aMedianoPlazo en la Cantera Pifo*”. Tesis de grado. Guayaquil – Ecuador. Recuperado el 18 de 12 del 2018 de <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/5898>
- Vargas, M. (2011). “*Modelo de planificación minera de corto y mediano plazo incorporando restricciones operacionales y de mezcla*”. Universidad de Chile. Tesis de grado. Recuperado el 18 de 12 del 2018 de http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2011/cf-vargas_mv/pdfAmont/cf-vargas_mv.pdf

ANEXOS

ANEXO A: Reporte de Medición de Avances Semanal / Mensual

AVANCES EN PREPARACION SAN RAFAEL MES OCTUBRE 2018										
Año	2018									
Block	(Varios elementos)									
Und	(Varios elementos)									
Mes	OCTUBRE									
Suma de Long_Avance		Nro_Sem		Fecha						
		40	41	42	43	44	Total general			
Empresa	Fase_P	Sección	04/10/2018	12/10/2018	18/10/2018	25/10/2018	28/10/2018			
AESA	Desarrollo	1.5 x 2.0	1.5	1.5	1.5	1.5			6	
		3.2 x 3.3				7.3			7.3	
		3.5 x 3.5	5.9	10.3			17.8	3.4	37.4	
		4.0 x 4.0	26.5	31.5	37.1	8	3.7	106.8		
	Total Desarrollo			33.9	43.3	45.9	27.3	7.1	157.5	
	Exploración	1.5 x 2.0			4.5		1.5		6	
		3.2 x 3.3	93.4	85.6	50.7	29.4	8.8	267.9		
	Total Exploración			93.4	90.1	50.7	30.9	8.8	273.9	
	Preparación	1.5 x 2.0		4.5	12	12	12	8	48.5	
		3.2 x 3.3	196.2	168.3	179.3	149.6	73.8	767.2		
		3.5 x 3.5	48.6	68.3	51.4	89	50.4	307.7		
	Total Preparación			249.3	248.6	242.7	250.6	132.2	1123.4	
Total AESA			376.6	382	339.3	308.8	148.1	1554.8		
Total general			376.6	382	339.3	308.8	148.1	1554.8		
DESQUINCHE EN PREPARACION SAN RAFAEL MES OCTUBRE 2018										
Año	2018									
Block	(Varios elementos)									
Mes	OCTUBRE									
Suma de Desq_Total		Nro_Sem								
		40	41	42	43	44	Total general			
Empresa	Fase_P	Sección	04/10/2018	12/10/2018	18/10/2018	25/10/2018	28/10/2018			
AESA	Desarrollo	3.5 x 3.5		38.4	55	40.6		134		
AESA		4.0 x 4.0				114.8		114.8		
AESA	Desarrollo	3.2 x 3.3			29.7			29.7		
AESA	Desarrollo	-----	70	66	76.5			212.5		
Total Desarrollo			70	104.4	161.2	155.4		491		
AESA	Exploración	3.2 x 3.3	3		16.4	37.2		56.6		
AESA	Exploración	-----	25	93				118		
Total Exploración			28	93	16.4	37.2		174.6		
AESA	Preparación	3.5 x 3.5	53.2	66.6	61	67.4	94	342.2		
AESA		4.0 x 4.0			32.6	49.1	19.6	101.3		
AESA		3.2 x 3.3	31	66.6	79.6	112.4	95.5	385.1		
Total Preparación			84.2	133.2	173.2	228.9	209.1	828.6		
Total AESA			182.2	330.6	350.8	421.5	209.1	1494.2		
Total general			182.2	330.6	350.8	421.5	209.1	1494.2		
AVANCES EN EXPLORACION PROYECTO SAN GERMAN MES OCTUBRE 2018										
Año	2018									
Block	VSG									
Und	(Varios elementos)									
Mes	OCTUBRE									
Suma de Long_Avance		Nro_Sem		Fecha						
		40	41	42	43	44	Total general			
Empresa	Fase_P	Sección	04/10/2018	12/10/2018	18/10/2018	25/10/2018	28/10/2018			
AESA	Exploración	4.5 x 4.0	6	4.1	2.1	2.7	4.2	19.1		
Total Exploración			6	4.1	2.1	2.7	4.2	19.1		
Total AESA			6	4.1	2.1	2.7	4.2	19.1		
Total general			6	4.1	2.1	2.7	4.2	19.1		

ANEXO B: Reporte de Medición de Canchas Semanal / Mensual



STOCK DE CANCHAS Y TOLVAS

Cubicación de Canchas de Mineral y Tolvas

Mes : 31 AGOSTO 2018

CANCHA N° 01	M3	DA	TMH	%H2O	TMS
Mineral Alta Ley	109.48	1.88	205.82	2.57	200.53
Mineral Media Ley	514.75	1.88	967.73	2.57	942.86
Mineral Baja Ley	4,628.08	1.88	8,700.79	2.57	8,477.18
Acceso (baja Ley)	2,125.82	1.88	3,996.54	2.57	3,893.83
Mineral Baja Ley C 35 (Mineral Ley Baja de mina)	755.63	1.88	1,420.58	2.57	1,384.08
Mineral Baja Ley C 2.6 (< a 7mm)	20,820.27	1.88	39,142.11	2.57	38,136.16
Mineral Baja Ley C Deposito Larancota < a 7mm)	18,825.09	1.88	35,391.17	2.57	34,481.62
Sub Total	47,779.12		89,824.75		87,516.25
CANCHA N° 2.5	M3	DA	TMH	%H2O	TMS
Mineral Baja Ley	14,699.19	1.88	27,634.48	2.57	26,924.27
Mineral Baja Ley (Cynghi)	0.00	1.88	0.00	2.57	0.00
Sub Total	14,699.19		27,634.48		26,924.27
CANCHA N° 35	M3	DA	TMH	%H2O	TMS
Mineral Baja Ley	147,071.21	1.88	276,493.87	2.57	269,387.98
Sub Total	147,071.21		276,493.87		269,387.98
CANCHA DEPOSITO LARANCOTA	M3	DA	TMH	%H2O	TMS
Mineral Baja Ley Cancha deposito Larancota	375,721.93	1.88	706,357.23	2.57	688,203.85
Sub Total	375,721.93		706,357.23		688,203.85
Sub Total	585,271.45		1,100,310.33		1,072,032.35

TOLVAS	M3	DA	TMH	%H2O	TMS
Tolva Grueso	36.00	1.88	67.68		67.68
Tolva Intermedia	877.40	1.75	1,535.45		1,535.45
Tolva Finos	1,814.90	1.70	3,085.33		3,085.33
Sub Total	2,728.30		4,688.46		4,688.46

	M3
CANCHAS	585,271.45
TOLVAS	2,728.30
GRAN TOTAL	587,999.75

TMH
1,100,310.33
4,688.46
1,104,998.79

TMS
1,072,032.35
4,688.46
1,076,720.81

Nota:

Los datos ingresados de la cubicacion de las canchas, es cubicado en civil

ANEXO C: Determinación de Radios Hidráulico para tajos de producción.

Asunto : Informe Geomecánico de Dimensionamiento de Tajeo 4224-1900 Mariano BAF Panel – 4-5

Estimado John, mediante el presente documento se expone el análisis del Dimensionamiento del Tajeo 4224-1900, veta Mariano desde los niveles 4269-4254

GENERALIDADES: El Tajeo 4224-1900 Veta Mariano se va a minar desde los niveles 4254 al 4269 originando al finalizar el minado una abertura de 19m de altura inclinada. El objetivo del análisis es que mediante el Método Gráfico de Estabilidad de POTVIN, se logre dimensionar la longitud de tajeo óptima para evitar desprendimientos de cajas.

SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES DEL TJ 4224-1900 Mariano:

Tipo de Estructura		Buzamiento (°)	Dirección de Buzamiento (°)	Rumbo (°)
Caja Piso	SF1	72	75	N72W
Caja Techo	SF1	52	10	N72W
Veta	SF1	63	65	N16W

MÉTODO GRÁFICO DE ESTABILIDAD:

Consiste en la determinación del Número de Estabilidad Modificado " N' ", para que por medio de ábacos especialmente desarrollados, se pueda hallar los radios hidráulicos (S) óptimos, y por ende la longitud estable del tajo.

$$N' = Q' \times A \times B \times C$$

DETERMINACION DE Q'

UBICACIÓN	RQD	Jn	Jr	Ja	Q'
CAJA TECHO	35	6	1.0	5.0	1.17
VETA	40	7	1.0	6.0	0.95
CAJA PISO	40	6	1.0	5.0	1.33

- RQD: Rock Quality Designation
- Jn: Índice de Diaclasado
- Jr: Índice de Rugosidad
- Ja: Índice de Alteración de las Juntas

APLICACION DEL METODO GRAFICO DE ESTABILIDAD

Numero de estabilidad "N"

UBICACIÓN	Q'	A	B	C	N'
CAJA TECHO	1.17	0.53	0.30	5.95	1.10
VETA	0.95	0.53	0.30	5.46	0.83
CAJA PISO	1.33	0.60	0.30	4.50	1.08

- Q' Es el Índice de Calidad Tunelera Q modificado
- A Es el factor de esfuerzo en la roca
- B Es el factor de ajuste por orientación de las juntas
- C Es el factor de ajuste gravitacional

DIMENSIONAMIENTO PARA ENTRAR A LA ZONA QUE GARANTIZA LA ESTABILIDAD DE LAS CAJAS

UBICACIÓN	N'	RADIO HIDRAULICO (S)	
		ZONA ESTABLE	ZONA DE TRANSICION SIN SOSTENIMIENTO
CAJA TECHO	1.10	2.61	4.67
VETA	0.83	2.38	4.42
CAJA PISO	1.08	2.59	4.65

DIMENSIONANDO LA ALTURA DEL TAJEO:

UBICACIÓN	LONGITUD (m)	ALTURA (m)	ZONA ESTABLE (m)	ZONA DE TRANSICION SIN SOSTENIMIENTO (m)
VETA	11	-	8	45
CT	-	12	9	42
CP	-	12	9	41

RADIO HIDRÁULICO PARA LAS DIMENSIONES ESPECIFICADAS:

TECHO DEL TAJEO (VETA)

LONGITUD (m)	8
ANCHO VETA (m)	1.2

CAJA TECHO DEL TAJEO

LONGITUD (m)	9
ALTURA (m)	12

CAJA PISO DEL TAJEO

LONGITUD (m)	9
ALTURA (m)	12

8	0.626
---	-------

8	2.608
---	-------

8	2.687
---	-------

CONCLUSIONES:

1. De acuerdo al análisis de estabilidad la veta presenta el menor índice Q' (Q de Barton modificado), $Q' = 0.55$ (Tipo de roca mala Q de 1 a 4). Pero para el análisis de taladros largos se considera más importante la estabilidad de las cajas, y el que es de menor estabilidad es la caja techo, $Q' = 1.17$ (Tipo de roca Mala Q de 1 a 4).
2. De los resultados del método gráfico se define que la abertura máxima a dejar y su posterior relleno son de 9m, para una altura de 16m, es decir entre los niveles 4254-4269.
3. Si el relleno es en pasta, este debe de superar el tiempo de curado, según diseño establecido en la secuencia de minado.
4. En caso de requerir dejar pilar se recomienda que esta sea entre 4 a 9m de longitud por 16 metros de altura como mínimo.
5. Los tajos con aberturas mayores a estas dimensiones generaran inestabilidad en el tiempo inmediato.
6. En este Tajo de debe respetar el ciclo de minado para no generar inestabilidad y dilución, y que esto a su vez complique los niveles superiores.
7. El sostenimiento es con pernos más malla electrosoldada, se encuentra zonas de pernos con doble malla, esto por presencia de tramos de fallamiento y terreno muy fracturado, cuando se presenten mallas dañadas por efectos de voladura, estas son reparadas inmediatamente y dejar la labor en condiciones estables.
8. El tiempo de abertura o autosoporte de la labor después de concluir con la extracción del mineral, encuentra en horas, por lo que el relleno tiene que ser de inmediato.
9. En caso se tenga deterioro del sostenimiento por efectos de la voladura, esta se corregirá de inmediato.

ANEXO D: Determinación de la secuencia de minado para los tajos de Producción.

GENERALIDADES: El análisis que se realizó está enfocado principalmente a realizar aberturas de 23 y 11.5m de altura de banco y sus condiciones geomecánicas en la apertura de ellas, con la finalidad de incrementar los bancos y maximizar la optimización de las preparaciones, siempre y cuando las condiciones geomecánicas lo permita.

Bajo esta premisa se procedió a realizar los modelamientos diseñando diferentes alturas y secuencia miento de dos estructuras como máximo según secciones proporcionado por Ingeniería, modelándose alturas de 23 y 11.5m respectivamente.

Los trabajos realizados se ejecutaron con el programa geomecánico PHASE2.

OBJETIVOS

1. Optimizar las preparaciones, generando bancos de mayor altura, traduciéndose en disminución de costos.
2. Buscar alternativas de altura de minado que garanticen la estabilidad de la excavación y evitar algún tipo de colapso de las cajas y por ende contaminación de mineral.
 - A. Secuencia de minado veta Cyndhi y altura de banco de 23m.
 - B. Secuencia de minado veta Cyndhi y Maria Elena en paralelo escalonado con altura de banco de 23m.
 - C. Secuencia de minado veta Cyndhi y altura de banco de 11.5m.
 - D. Secuencia de minado veta Cyndhi y Maria Elena en paralelo escalonado con altura de banco de 11.5m.

MODELAMIENTO EN PHASES 2

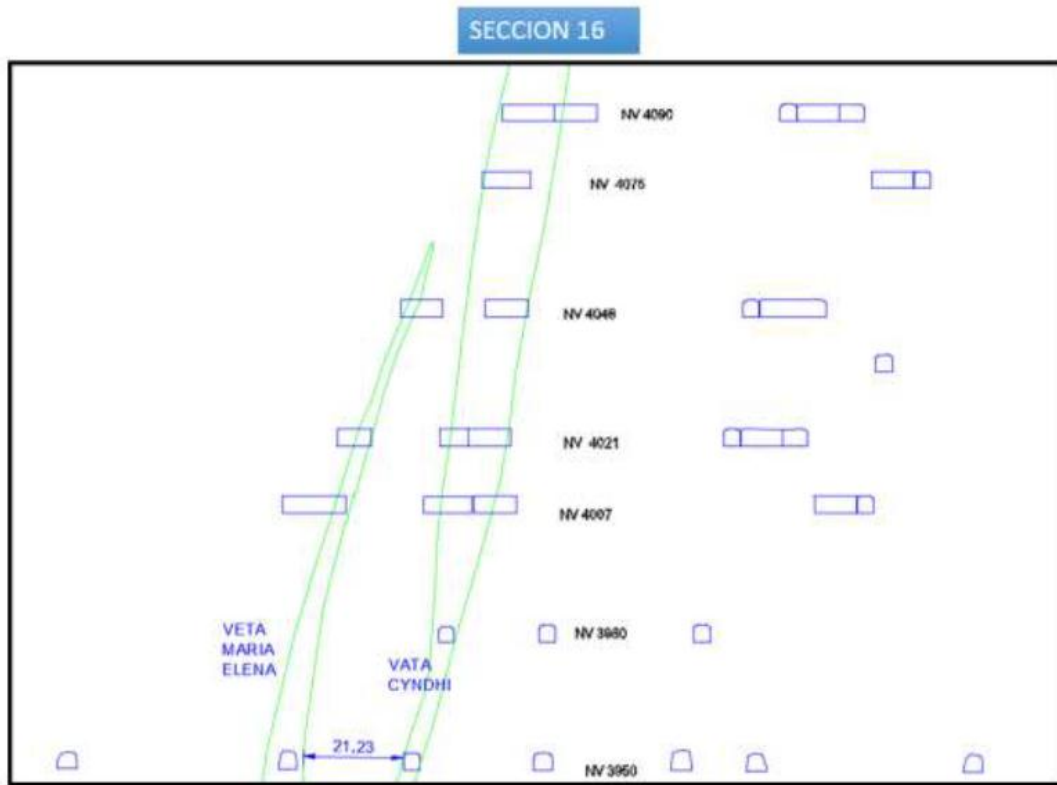
Para la ejecución del trabajo planeamiento proporciono secciones cada 10m, donde se obtuvieron 20 secciones, después de realizar un análisis de las secciones se trabajos con la secciones de peor condición con respecto a la estructura de Cyndhi y veta Maria Elena, estas fueron la sección 16 y la sección 14 las que fueron digitalizadas al programa Phase2.

Una vez importada la sección se procedió a analizar los diferentes escenarios de alturas de bancos, partiendo de la premisa de 23m como altura máxima y la altura mínima de 11.5m.

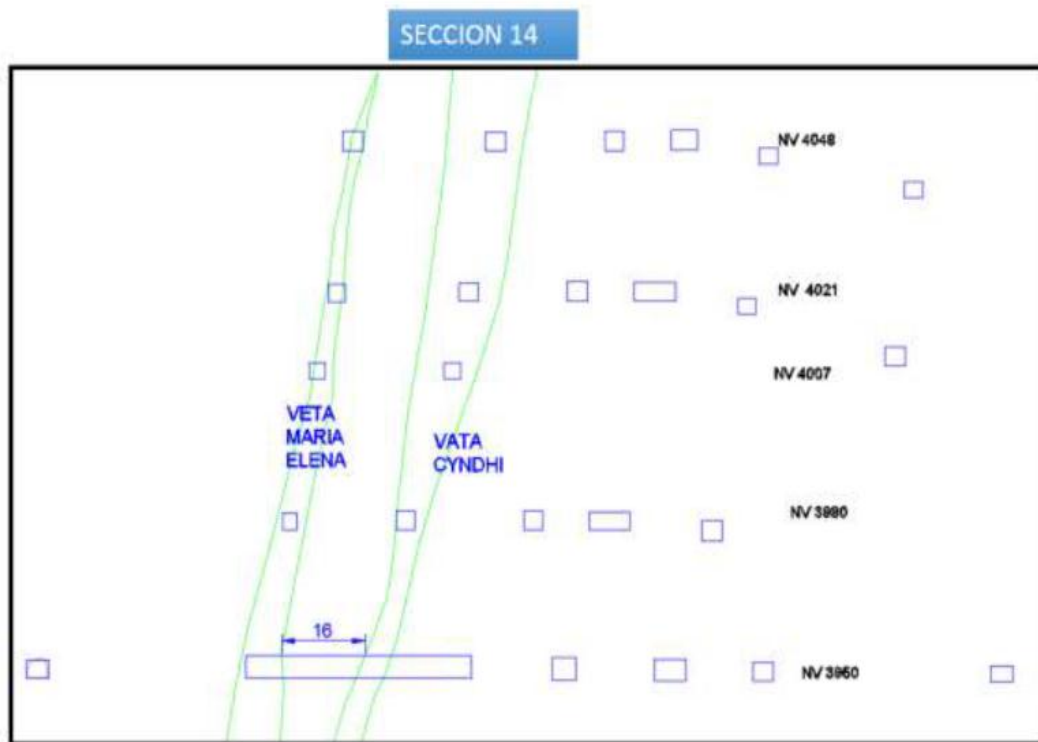
Determinándose así la mejor alternativa que permite la calidad de la masa rocosa y los factores influyentes presentes.

En el plano 01 se observa el proyecto de las secciones para Cyndhi y Maria Elena en el nivel 3950.

En el plano 02 se aprecia la sección número 16, donde se observa la veta MARIA Elena y Cyndhi.



Plano 02

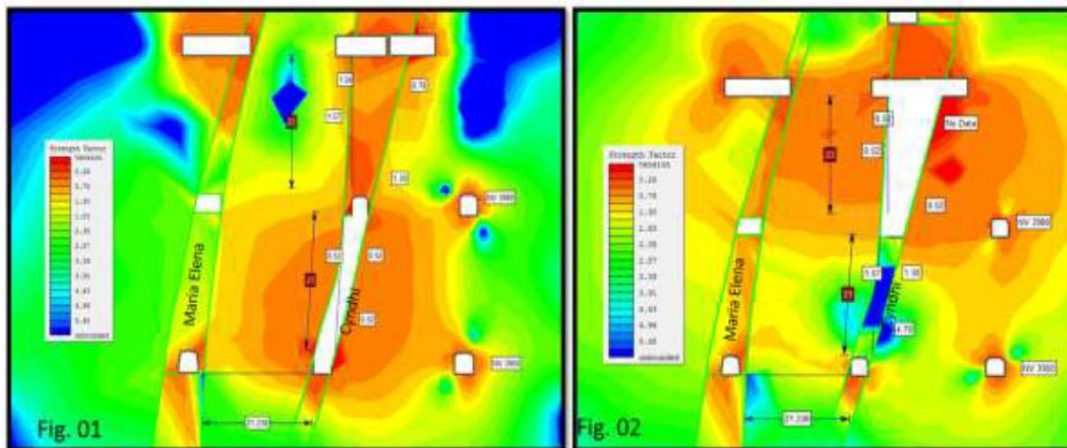


Plano 03

A. Secuencia de minado veta Cyndhi y altura de banco de 23m.

En esta secuencia se determina solo explotar la veta Cyndhi y altura de banco de 23m, con esta altura de banco las condiciones de estabilidad de la cavidad son inestables, conformándose así la zona plástica a más de 12m en la caja techo como se observa en la figura 1 y 2, los niveles simulados están entre el 3950, 3980 y 4007 respectivamente.

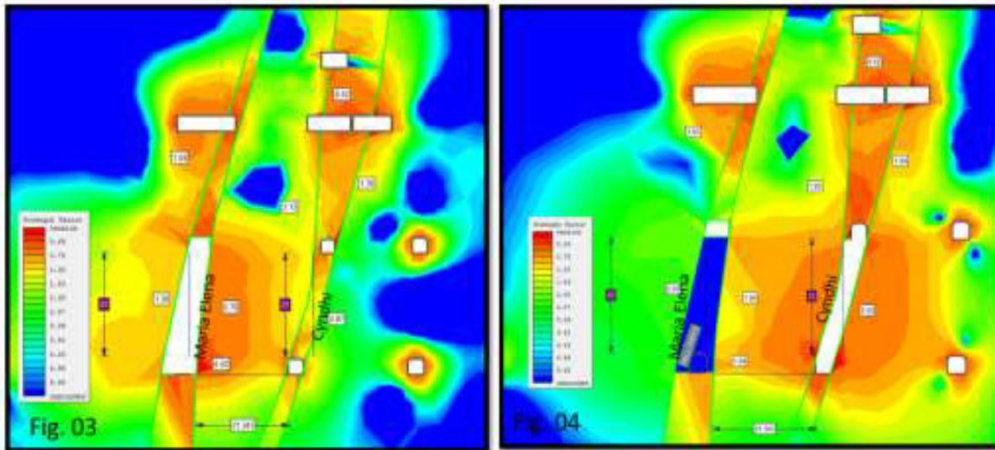
SECUENCIA DE MINADO SOLO CON VETA CINDHY Y ALTURA DE BANCO DE 23M



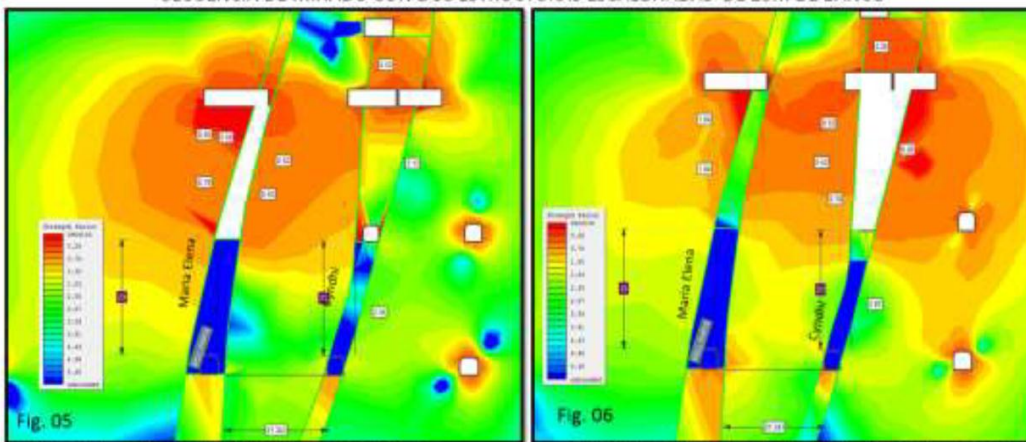
B. Secuencia de minado veta Cyndhi y Maria Elena en paralelo escalonado con altura de banco de 23m.

La secuencia de minado en paralelo pero escalonado con altura de banco de 23m, iniciando por la veta de Maria Elena, en la figura 03 se puede apreciar la zona de influencia de deformación en la caja piso, en la figura 04 una vez rellanado el primer banco de Maria Elena entre los niveles del 3950 y 3980 y con abertura del banco en Cyndhi la zona deformada es bastante considerable, teniendo FS de 0.53, y una longitud que abarca aproximadamente de 12m en las cajas piso y techo.

SECUENCIA DE MINADO CON DOS ESTRUCTURAS ESCALONADAS DE 23M DE BANCO



SECUENCIA DE MINADO CON DOS ESTRUCTURAS ESCALONADAS DE 23M DE BANCO

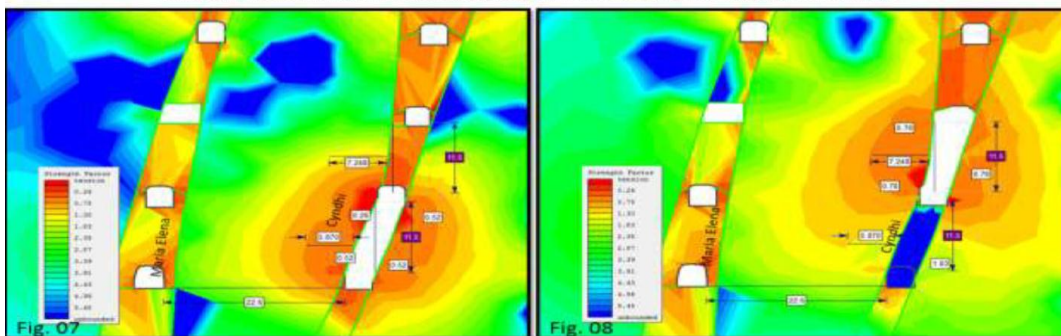


C. Secuencia de minado veta Cyndhi y altura de banco de 11.5m.

Al disminuir la altura de banco, disminuye la zona de deformación de la masa rocosa tanto al piso como al techo, siendo esto más controlado para la dilución o inestabilidad de la misma, esto se aprecia en las figuras 07 y 08.

En la figura 08 se aprecia siguiendo la secuencia de minado con relleno en pasta en el primer banco entre los niveles de 3950 y 3980, y abierto el segundo banco entre los niveles 3980 y 4007, teniendo el mismo comportamiento del primer banco.

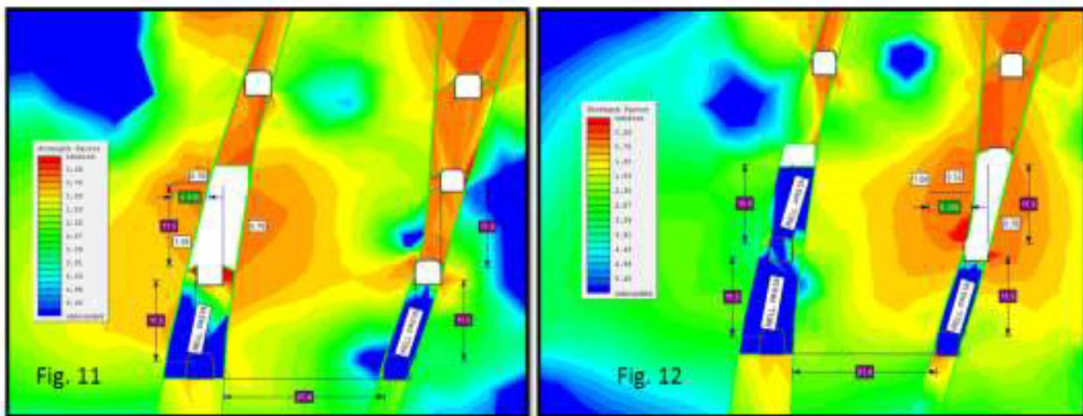
SECUENCIA DE MINADO CON UNA SOLA ESTRUCTURA DE 11.5M DE BANCO



D. Secuencia de minado veta Cyndhi y Maria Elena en paralelo escalonado con altura de banco de 11.5m.

Al realizar la combinación de minado de dos estructuras en paralelo y escalonado con alturas de banco de 11.5m se aprecia un control favorable con respecto a las dos estructuras Maria Elena y Cyndhi, con altura de banco de 11.5m, el espaciamiento recomendado para mantener la estabilidad ambas estructura en el proceso de minado es de 22m, más de esto se tendrá debilitamiento de la masa rocosa entre las dos estructuras.

SECUENCIA DE MINADO CON DOS ESTRUCTURAS DE 11.5M DE BANCO ESCALONADO

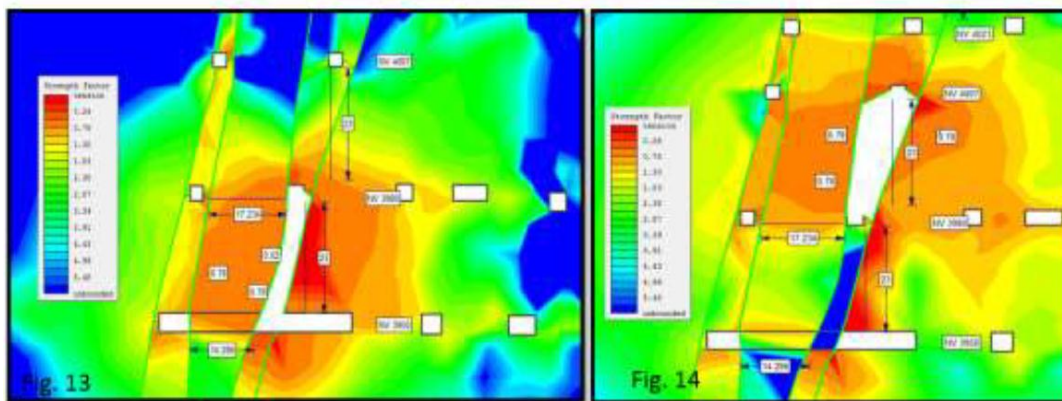


➤ **Modelamiento de la sección 14**

Al realizar el modelamiento de la sección 14 se tiene un debilitamiento de la masa rocosa entre las vetas de Maria Elena y Cyndhi, la separación de estas dos estructuras en esta sección se encuentra entre 14 y 16m.

Bajo estas condiciones se puede deducir que realizar una explotación con separación de 16 para abajo entre Cyndhi y Maria Elena no es recomendable ya que la condición de la masa rocosa es inestable.

SIMULACION DE LA SECCION 14, SEPARACION ENTRE CYNDHI Y MARIA ELENA DE 14 A 16M.



CONCLUSIONES

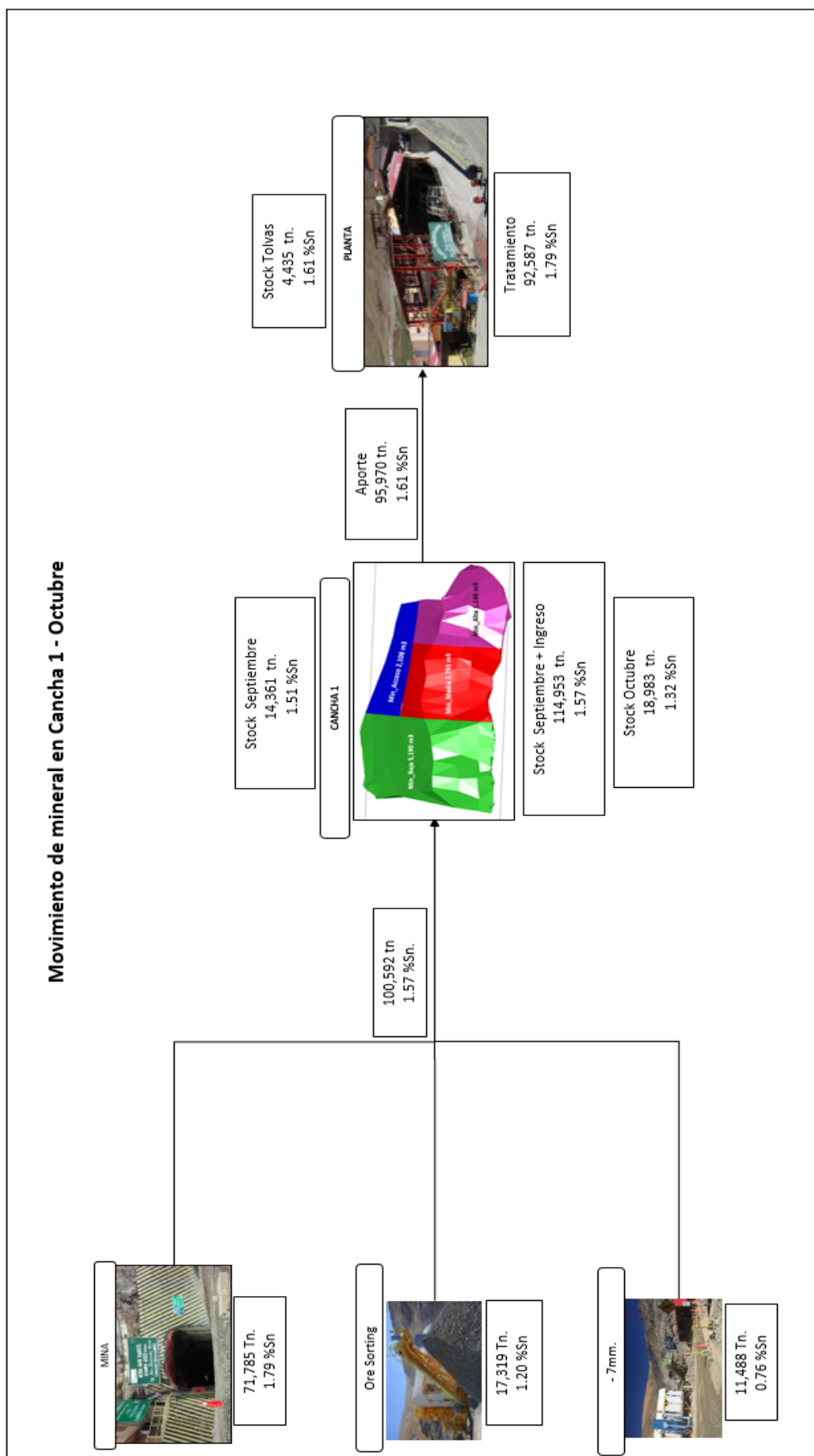
1. Del análisis realizado se evidencia que pretender realizar la explotación de bancos de 23m de altura la condición de la masa rocosa es muy inestable (ver figura 01 y 02), y la zona plástica o deformación es de más de 12m, tanto al piso como al techo, los FS están en el orden de 0.5 al 0.7 esto evidencia que se presentaría una mayor dilución en el proceso de explotación.
2. Cuando la explotación se realiza de manera escalonada entre las vetas Cyndhi y Maria Elena, con altura de banco de 23m, esta es muy inestable Ver Figura 03 y 04, los FS están en 0.5 a 0.7 esto debido a la cercanía de dichas estructuras.
3. Se concluye que cuando en la explotación se reduce la altura a 11.5m de banco la zona plástica o deformación de la masa rocosa es solo de 6m, ver figura 07 y 08.
4. Se determina que cuando la explotación se realiza con bancos de 11.5m y en simultaneo con Cyndhi y Maria Elena, escalonadamente, es decir se mina primero Maria Elena dejando un nivel por debajo a Cyndhi, las condiciones de la masa rocosa en el pilar intermedio desmejoran, pero controlable para su explotación, ver figura 09,10,11 y 12.
5. Se concluye que cuando la separación de las vetas de Cyndhi y Maria Elena están en 16m a menos, las condiciones de la masa rocosa en el pilar de ambas son muy inestable.
6. Se concluye que el techo de la excavación en el proceso de minado es muy inestable, por lo que el sostenimiento tiene que ser reforzado con cable bolting, cuando estas estructuras sobrepasan los 3.5m de ancho.
7. El factor principal para determinar la altura máxima a minar en vetas paralelas depende principalmente de los factores de cercanía entre las estructuras, ancho de las estructuras, características geomecánicas de las rocas caja techo y caja piso respectivamente.

RECOMENDACIONES.

1. Se concluye que realizar la explotación con alturas de bancos de 23m, no es recomendable.
2. Se recomienda que la altura de banco sea de 11.5m como máximo debido a la cercanía de las estructuras.
3. Se recomienda que el minado cuando se realice con las dos estructura en paralelo y escalonado (Cyndhi y Maria Elena) esta estén separados mínimo 22 m para arriba y altura de banco de 11.5m, además de tener los controles de perforación, voladura y relleno oportuno.
4. Para controlar los FS en la corona de las excavaciones una vez abierto el tajo, requiere reforzar con cable bolting, de 4 o 6m, dependiendo del ancho de la labor, esto se tiene que hacer en el proceso de preparación.

5. El sostenimiento es con pernos más malla simple o doble en roca tipo II, ya que en estos niveles se tiene deformaciones producto de los esfuerzos, cuando las condiciones de la masa rocosa sean inferiores el elemento de sostenimiento será cuadros de madera en las preparaciones.
6. De acuerdo al estudio de SRK (Análisis para el cambio de pernos de 7 a 6 pies en mina San Rafael, para secciones de 3.2x3.3m), se deduce esta estructura se encuentra en una zona dinámica, por lo que se tendrá que instalar como elementos de sostenimiento pernos dinámicos, según informe antes mencionados.
7. Para disipar la concentración de esfuerzos y mejorar la estabilidad, el minado debería realizarse desde la zona central hacia los laterales de la estructura.
8. La explotación de dichas vetas deberá ser en el menor tiempo posible realizando una voladura controlada para evitar dañar las cajas (techo y piso).
9. El relleno de los paneles explotados debe ser inmediato para evitar relajamiento de las cajas y la corona del tajo, el relleno tendrá que tener una resistencia superior a los 300Kpa.

ANEXO E: Movimiento de Canchas en el proceso de Reconciliación



ANEXO F: Flujoograma de Procedimiento de Planeamiento de Minado

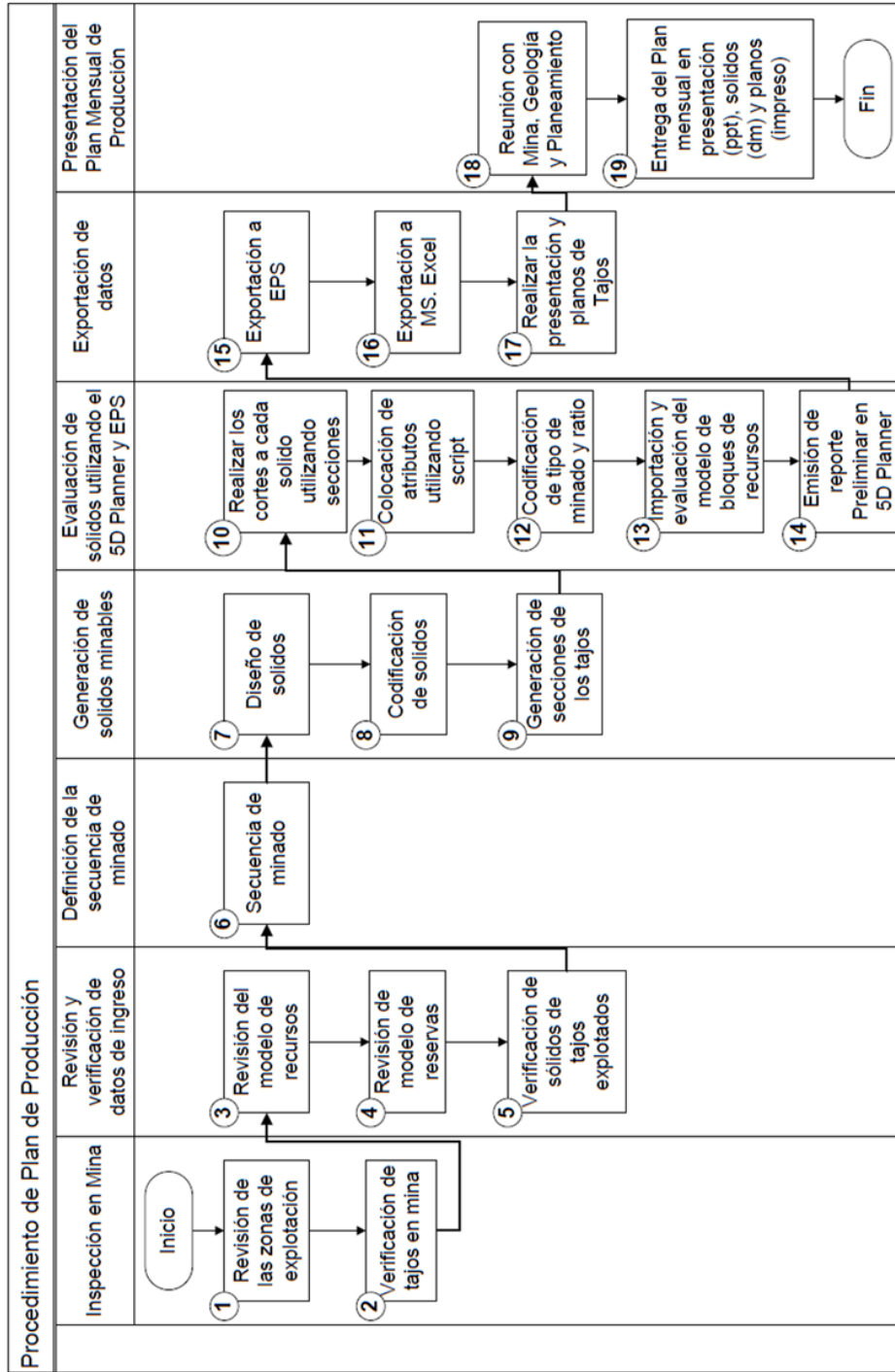
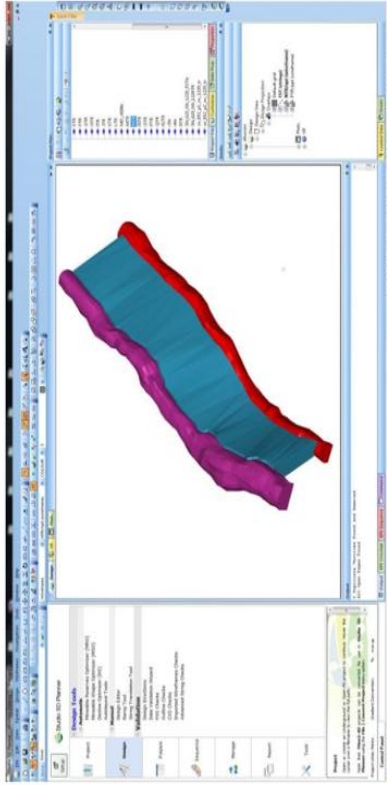


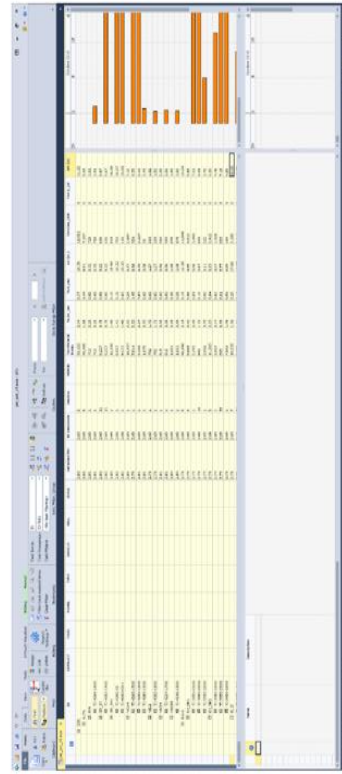
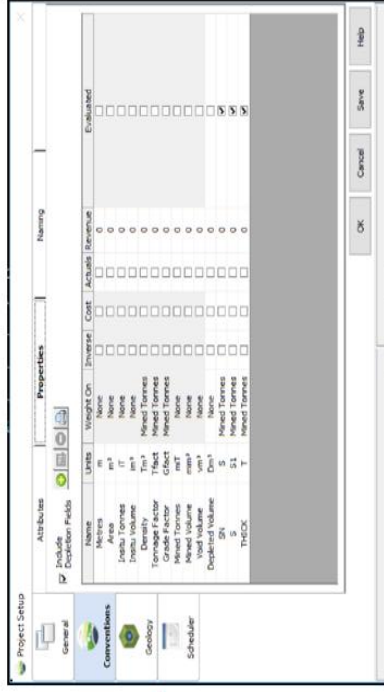
Ilustración 1.- Diagrama de Flujo del Procedimiento del Plan Mensual de Producción.

ANEXO G: Procedimiento de Planeamiento de Minado con Studio 5D Planner

Se generan de modelos Mimable de Corto plazo



Configuración de atributos, requeridos para el plan



Secuencia miento del Plan en EPS

Generación de Reporte 5D Planner

