



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO”**  
**FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS**  
**GEOLOGÍA Y METALURGIA**



**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS**

**TESIS**

**DISEÑO Y PLANEAMIENTO DE MINADO SUBTERRÁNEO PARA  
INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN EN LA UNIDAD MINERA  
HUALANYOG - EMPRESA MINERA NUESTRA SEÑORA  
VIRGEN DEL ROSARIO - 2020**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO DE MINAS**

**PRESENTADO POR:**

**Bach.: TREJO MALLQUI ALDO WILFREDO**

**ASESOR:**

**Dr. ISIDRO GIRALDO JACINTO CORNELIO**

**HUARAZ – PERÚ**

**2022**





UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"

"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS,  
GEOLOGÍA Y METALURGIA

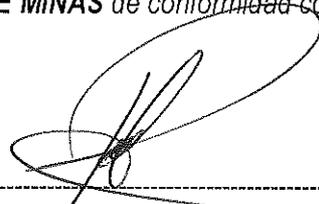


**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PRESENCIAL**

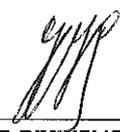
En la ciudad de Huaraz, siendo las dieciseis horas con cero minutos de la tarde (16:00 p.m.) del día veintiocho de Diciembre del dos mil Veintidos (28/12/22), se reunieron los miembros del jurado Evaluador nominados según Resolución Nro. 128-2022-FIMGM/D, de fecha 27 de Julio del 2022, integrado por los siguientes Docentes: **Dr. JAVIER ENRIQUE SOTELO MONTES**, como **Presidente**; **Dr. RICARDO CAYO CASTILLEJO MELGAREJO**, como **Secretario** y el **M.Sc. Ing. JUAN PELE VILLARREAL SALOME**, como **Vocal**; para la sustentación de la tesis Titulada: **"DISEÑO Y PLANEAMIENTO DE MINADO SUBTERRANEO PARA INCREMENTAR LA PRODUCCION EN LA UNIDAD MINERA HUAYANYOG – EMPRESA MINERA NUESTRA SEÑORA VIRGEN DEL ROSARIO - 2020"** presentado por el Bachiller **ALDO WILFREDO TREJO MALLQUI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas, en concordancia con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo", se procedió con el acto de sustentación bajo las siguientes consideraciones, el Presidente del Jurado calificador, invitó a los docentes, alumnos y público en general a participar en este acto; luego invitó al Secretario del Jurado calificador a dar lectura de la Resolución N°128-2022-FIMGM/D de fecha 27 de Julio del 2022. Acto seguido se invitó al sustentante a la defensa de su tesis por un lapso de veinte minutos (20), concluida con la misma, se procedió con el rol de preguntas de parte de los miembros del Jurado Calificador, finalmente se invitó al público en general a hacer abandono del Auditorium de la FIMGM por un lapso de diez (10) minutos con el propósito de deliberar la nota del sustentante, **ACORDANDO: APROBAR CON EL CALIFICATIVO (\*)de: DIECISIETE (17). Aprobado con Distinción. Siendo las diecisiete horas y cero minutos (17:00) del mismo día, se dio por concluida el acto de sustentación.**

En consecuencia, queda en condición de ser calificado **APTO** por el Consejo de Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Metalurgia y por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" y recibir el Título de **INGENIERO DE MINAS** de conformidad con la Ley Universitaria y el Estatuto de la UNASAM.

  
-----  
**Dr. JAVIER ENRIQUE SOTELO MONTES**  
Presidente

  
-----  
**Dr. RICARDO CAYO CASTILLEJO MELGAREJO**  
Secretario

  
-----  
**M.Sc. Ing. JUAN PELE VILLARREAL SALOME**  
Vocal

  
-----  
**Dr. JACINTO CORNELIO ISIDRO GIRALDO**  
Asesor

(\*) De acuerdo con el Artículo 84º Reglamento de Grados y Títulos de la UNASAM, están deben ser calificadas con términos de: **APROBADO CON EXCELENCIA (19-20)**, **APROBADO CON DISTINCIÓN (17-18)**, **APROBADO (14-16)**, **DESAPROBADO (00-13)**.



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"**

*"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"*  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS,  
GEOLOGÍA Y METALURGIA**



**ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS**

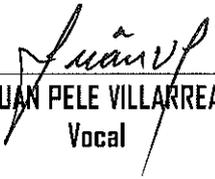
Los Miembros del Jurado, luego de evaluar la tesis titulada: **"DISEÑO Y PLANEAMIENTO DE MINADO SUBTERRANEO PARA INCREMENTAR LA PRODUCCION EN LA UNIDAD MINERA HUAYANYOG - EMPRESA MINERA NUESTRA SEÑORA VIRGEN DEL ROSARIO - 2020"** presentado por el Bachiller **ALDO WILFREDO TREJO MALLQUI**, y sustentada el día 28 de Diciembre del 2022, por Resolución Decanatural N° 128-2022-FIMGM/D, la declaramos **CONFORME**.

En consecuencia queda en condiciones de ser publicada.

Huaraz, 28 de Diciembre del 2022

  
-----  
**Dr. JAVIER ENRIQUE SOTELO MONTES**  
Presidente

  
-----  
**Dr. RICARDO CAYO CASTILLEJO MELGAREJO**  
Secretario

  
-----  
**M.Sc. Ing. JUAN PELE VILLARREAL SALOME**  
Vocal

  
-----  
**Dr. JACINTO CORNELIO ISIDRO GIRALDO**  
Asesor

**DICATORIA**

*A mis padres José Trejo y Angélica*

*Mallquí*

*A mi querida Esposa Mercedes y a*

*mis adorados hijos*

## AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios, sobre todas las cosas, a mis padres, a mi esposa e hijos, a mis hermanos y a los todos los docentes de Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Metalurgia de Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo que fueron mis profesores por enseñarme y orientarme en el camino de la ingeniería de minas.

**Aldo Wilfredo**



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Diseño y planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción en la Unidad Minera Hualanyog - Empresa Minera Nuestra Señora Virgen del Rosario – 2020”. El diseño y planeamiento de minado subterráneo ha determinado que es factible económicamente desarrollar el proyecto minero Hualanyog. El objetivo general fue Desarrollar el diseño y planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción en la unidad minera Hualanyog - empresa minera Nuestra Señora Virgen del Rosario – 2020. La hipótesis planteada fue El diseño y planeamiento de minado subterráneo incrementara significativamente la producción en la unidad minera Hualanyog - empresa minera Nuestra Señora Virgen del Rosario el año 2020. En la presente investigación; Se utilizará el Método Científico y el tipo de investigación es Aplicada. Se justifica porque ante la necesidad de mostrar cómo lograr un planeamiento a corto, mediano y largo plazo de manera óptima con aprovechamiento de la tecnología moderna como es la aplicación de un software minero para lograr obtener resultados de manera inmediata y así poder ajustar parámetros para lograr óptimos resultados. Los resultados determinaron que el método a utilizarse va a ser el Corte Reducción Dinámica y Estática Con Relleno Ascendente. La perforación y voladura de rocas será manual. La conclusión más importante fue que se desarrolló y diseño con apoyo del planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción en la unidad minera Hualanyog - empresa minera Nuestra Señora Virgen del Rosario – 2020, concluyéndose que tiene tres etapas de producción diaria establecidos de la siguiente manera: (1er Año 200 tm/día, 2do Año 250 tm/día y 3er ).

**Palabras claves:** Diseño y planeamiento de minado subterráneo, incrementar la producción, unidad minera Hualanyog, Empresa Minera Nuestra Señora Virgen del Rosario, 2020.

## ABSTRACT

This research work entitled "Design and planning of underground mining to increase production in the Hualanyog Mining Unit - Nuestra Señora Virgen del Rosario Mining Company - 2020". The underground mining design and planning has determined that it is economically feasible to develop the Hualanyog mining project. The general objective was to develop the design and planning of underground mining to increase production in the Hualanyog mining unit - Nuestra Señora Virgen del Rosario mining company - 2020. The hypothesis was The design and planning of underground mining will significantly increase production in the unit Hualanyog mining company - Nuestra Señora Virgen del Rosario mining company in 2020. In the present investigation; The Scientific Method will be used and the type of research is Applied. It is justified because in view of the need to show how to achieve planning in the short, medium and long term optimally with the use of modern technology such as the application of mining software to achieve immediate results and thus be able to adjust parameters to achieve optimal results. The results determined that the method to be used will be the Dynamic and Static Reduction Cut With Ascending Fill. Rock drilling and blasting will be manual. The most important conclusion was that it was developed and designed with the support of the underground mining planning to increase production in the Hualanyog mining unit - Nuestra Señora Virgen del Rosario mining company - 2020, concluding that it has three stages of daily production established as follows : (1st Year 200 mt / day, 2nd Year 250 mt / day and 3rd).

**Keywords:** Design and planning of underground mining, increase production, Hualanyog mining unit, Empresa Minera Nuestra Señora Virgen del Rosario, 2020.

## ÍNDICE GENERAL

DICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
RESUMEN .....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
INTRODUCCIÓN .....	xii
CAPITULO I .....	1
GENERALIDADES .....	1
1.1 Entorno Físico .....	1
1.1.1. Ubicación y acceso .....	1
1.1.1. Topografía .....	1
1.1.2. Clima .....	2
1.2 Entorno Geológico .....	3
1.2.1. Geología regional .....	3
1.2.2. Geología local .....	6
1.2.3. Geología estructural .....	8
1.2.4. Geología económica .....	9
CAPITULO II .....	11
FUNDAMENTACIÓN .....	11
2.1. Marco Teórico .....	11
2.1.1. Antecedentes de la investigación .....	11

2.1.2. Fundamentación teórica.....	22
2.1.2.1. Delineamientos Conceptuales de la Planificación de Minas.....	22
2.1.2.2. Planificación.....	24
2.1.2.3. Planificación Minera.....	24
2.1.2.4. Planeamiento de producción en minería.....	26
2.1.2.5. Planeamiento de minado.....	27
2.1.2.6. Desarrollo de los tipos de planeamiento del proyecto.....	27
2.1.2.7. Planeamiento de minado Subterráneo.....	29
2.1.2.8. Naturaleza jerárquica y elementos del planeamiento.....	39
2.1.2.9. Cantidad y Calidad.....	40
2.1.2.10. Tiempo.....	41
2.1.2.11. Lugar.....	41
2.1.2.12. Recursos.....	41
2.1.2.13. Costos.....	42
2.1.2.14. Las formulaciones que deben tenerse en cuenta en el diseño son....	42
2.1.2.15. Parámetros y variables.....	43
2.1.2.16. Beneficios y limitaciones.....	44
2.1.3. Definición de Términos.....	46
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>51</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>51</b>
3.1. El Problema.....	51
3.1.1. Formulación del Problema.....	52
3.1.2. Objetivos de la investigación.....	52
3.1.2.1. Objetivo General.....	52
3.1.2.2. Objetivos Específicos.....	52

3.1.3. Justificación e importancia .....	53
3.1.4. Alcances.....	53
3.1.5. Limitaciones.....	53
3.2. Hipótesis .....	54
3.3. Variables .....	54
3.3.1. Operacionalización de variables .....	55
3.4. Diseño de la investigación .....	55
3.4.1. Tipo de investigación.....	55
CAPITULO IV .....	62
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	62
4.1 Descripción de la realidad y procesamiento de datos .....	62
4.2 Diseño y planeamiento de minado subterráneo de la unidad minera Hualanyog - Empresa Minera Nuestra Señora Virgen del Rosario – 2020.....	62
4.3 <i>Discusión de resultados</i> .....	82
4.4 <i>Aporte del tesista</i> .....	82
CONCLUSIONES.....	83
RECOMENDACIONES .....	85
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	86
ANEXOS .....	88
ANEXO N° 1: MATRIZ DE CONSISTENCIAS.....	89
ANEXO N° 2: ÍNDICE DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS.....	91

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Ubicación de mina Hualanyog .....	2
Figura N° 2: Mapa Geológico-Estructural Regional. ....	6
Figura N° 3: Mapa Geológico-Estructural Regional .....	9
Figura N° 4: Importancia de los Datos en el Negocio Minero. ....	30
Figura N° 5: Administración de Información Geológica en una Base de Datos Centralizada. ....	30
Figura N° 6: Generación del Modelo Geológico en 3D. ....	31
Figura N° 7: Generación del Modelo de Bloques, Fundamentado en SMU (Unidad Selectiva de Minado). ....	31
Figura N° 8: Generación de Sub Celdas acorde a la geometría del yacimiento. ....	32
Figura N° 9: Modelo de Bloques Vacío / Inicio del Análisis. Geoestadístico (Recursos Minerales). ....	32
Figura N° 10: Modelo para el cálculo de leyes. ....	33
Figura N° 11: Categorización del Modelo de Bloques. ....	33
Figura N° 12: Relación General entre Resultados de Exploración, Recursos y Reservas Minerales – Código de JORC. ....	34
Figura N° 13: Relación General entre Resultados de Exploración, Recursos y Reservas Minerales – Código de JORC. ....	34
Figura N° 14: Factores de Minería. ....	36
Figura N° 15: Plan de Producción (Tonelajes y Leyes). ....	38
Figura N° 16: Plan de Avances Horizontales y Verticales. ....	39
Figura N° 17: Plano de labores subterráneas. ....	65
Figura N° 18: Estándar de malla de perforación con Jumbo. ....	69
Figura N° 19: Plano de labores mineras. ....	73

Figura N° 20: Plano de ubicación del polvorín. ....	75
Figura N° 21: Vista del sistema de ventilación. ....	76
Figura N° 22: Diseño en planta y sección del botadero de desmonte proyectado... ..	78
Figura N° 23: Diseño en planta del botadero de desmonte proyectado.....	80
Figura N° 24: Diseño de perfil del botadero de desmonte proyectado.....	81



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Acceso a la unidad minera “Hualanyog” .....	1
Tabla N° 2: Valoración de los métodos de explotación subterránea .....	38
Tabla N° 3: Operacionalización de variables .....	55
Tabla N° 4: Calculo de reservas del proyecto de explotación “Hualanyog” .....	63
Tabla N° 5: Producción proyectada .....	64
Tabla N° 6: Producción proyectada .....	64
Tabla N° 7: Producción proyectada .....	64
Tabla N° 8: Planeamiento de avances y labores 2020. ....	71
Tabla N° 9: Programa de Producción Mensual 2020. ....	71
Tabla N° 10: Programa de Avances y Desarrollo 2020.....	72

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la presente tesis está enfocado en la explotación racional de la mina Hualanyog de la Empresa Minera Nuestra Señora Virgen del Rosario para el año 2020, que es un yacimiento polimetálico (zinc y oro) ubicado en el Distrito de Buena vista, Provincia de Casma, Región de Ancash. El estudio es muy importante porque es rentable y será un polo de desarrollo en esta zona que no tiene antecedentes de minería.

Este proyecto se plantea por la necesidad de tener una explotación exitosa de la mina que sea rentable, económica, optima y segura para ello es indispensable contar con el planeamiento de minado subterráneo, que permitirá en base a un programa explotar el mineral de la mina.

Es importante destacar que se prevé el incremento de reservas en base a la profundización de la mina, encontrándose reservas probadas en mayor cantidad y calidad.

Se debe de profundizar el estudio geológico y geotécnico para tener los parámetros de explotación establecidos y en base a ello realizar el diseño óptimo de la explotación.

Se plantea este proyecto de investigación para determinar el mejor diseño de la extracción del recurso mineral metálico y el planeamiento de minado que ayudara a posibilitar y llegar a la factibilidad de explotación. Para llevar a cabo este proyecto, se tomará en cuenta los estudios de geología del yacimiento, de geomecánica, así como un análisis económico. La presente tesis consta de:

La dedicatoria; el agradecimiento, el resumen, el índice general, índice de tablas, índice de figuras y la introducción.

**CAPÍTULO I: GENERALIDADES,** Trata sobre en el entorno físico con a la ubicación, la topografía y el clima además el entorno geológico con la geología regional, geología local, geología estructural y la geología económica.

**CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN,** Con el marco Teórico que trata sobre los antecedentes de la investigación, la fundamentación teórica y la definición de términos.

**CAPÍTULO III: METODOLOGÍA,** Trata sobre el problema con la formulación del problema, los objetivos de la investigación, la justificación e importancia, los alcances y limitaciones las hipótesis, las variables y el diseño de la investigación.

**CAPÍTULO IV: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN,** Con la descripción de la realidad y procesamiento de datos, el Diseño y planeamiento de minado subterráneo de la unidad minera Hualanyog - Empresa Minera Nuestra Señora Virgen del Rosario – 2020, L Discusión de los resultados y el aporte del tesista, La Discusión de resultados y el aporte del tesista.

Para finalizar las conclusiones, las recomendaciones, las referencias bibliográficas y los anexos

## CAPITULO I

### GENERALIDADES

#### 1.1 Entorno Físico

##### 1.1.1. Ubicación y acceso

La unidad minera “Hualanyog” se encuentra localizada en el Distrito de Buena vista, Provincia de Casma, Región de Ancash, desde la ciudad de Lima y recorriendo la panamericana Norte hasta la ciudad de Casma, de ahí a 30 Km se encuentra la unidad minera “Hualanyog”.

Las coordenadas geográficas son:

Este 813,120

Norte 8 972,000935. (Ver página siguiente mapa de ubicación)

Tabla N° 1: Acceso a la unidad minera “Hualanyog”

TRAMO	TIPO DE VIA	DISTANCIA KM.
Lima – Pativilca	Asfaltado	200.00
Pativilca - Casma	Asfaltado	174.70
Casma – Buena Vista – Unidad minera “Hualanyog”	Asfaltado y trocha carrozable	30
		404.70

Fuente: Departamento de Geología, 2017.

##### 1.1.1. Topografía.

La topografía es predominantemente accidentada y conformada por laderas de fuerte gradiente, siendo escasas las áreas relativamente planas u onduladas, Los suelos son generalmente delgados o someros (Litosoles), Fluviosoles (de morfología estratificada y textura variable) y andosoles vitricos (de naturaleza volcánica). (Departamento de Geología, 2017).

Figura N° 1: Ubicación de mina Hualanyog



Fuente: Departamento de Geología, 2017.

### 1.1.2. Clima.

La zona del proyecto presenta un clima que corresponde a la zona templada fría, debido a la influencia de la altura en la que se encuentra, con presencia de lluvias durante los meses Enero a Marzo, presenta días abrigados y con bajas temperaturas en la noche, el cual se evidencia en las

zonas cercanas a las Cordilleras. La distribución climática, está comprendida en la zona de tundra seca de alta montaña (Eth).

## 1.2 Entorno Geológico

### 1.2.1. Geología regional

**La fisiografía:** del área de estudio comprende formaciones montañosas, de la región bajo andina y región costa, ubicado básicamente en el flanco occidental de la Cordillera Central, presentando un relieve accidentado.

La zona es fisiográficamente muy accidentada y desértica, la zona se caracteriza por presentar suelos cuya topografía se puede explicar en base a dos aspectos principales, los cuales son el grado de pendiente y el carácter de su superficie.

**Cretáceo inferior - Grupo Casma (Ki-c).**- Secuencia mixta volcánico-sedimentaria constituida principalmente por derrames volcánicos de andesita masiva de grano fino, bien estratificados en la parte superior con una serie intercalada de grauvacas, lutitas arenosas y ocasionales bancos calcáreos en la parte inferior, hacia el Norte aflora la parte superior de la secuencia, conformado por meta volcánicos oscuros de naturaleza andesítica – dacítica y al sur aflora la parte inferior de la secuencia que está constituido por volcánicos bien estratificados, mayormente derrames delgados de andesita masiva, de grano fino intercalados con sedimentos volcánicos, en capas delgadas, limoarcillitas, areniscas cuarzosas sacaroideas blancas a rojizas interestratificadas con lodolitas y limoarcillitas rojas. El Grupo Casma se subdivide en las siguientes formaciones:

- a. **Cretáceo inferior - Formación Junco (Ki-j).**- Esta unidad litológica aflora en la cima y alrededores del cerro Del Nicho ubicada en la margen izquierda de la quebrada del río Seco y en la cima del cerro Los Médanos, por donde cruzará la Línea de Transmisión proyectada.

Está constituido por una secuencia de flujos lávicos, lavas brechadas, en algunos casos de horizontes de tobas, lavas almohadilladas verticales intercaladas con aglomerados, en mayor proporción está constituido por gabrodiorita, se encuentra meteorizado, ligeramente oxidado, rugoso, moderadamente fracturada, relleno de cuarzo, muy diaclasada, masiva, de color gris oscuro a negro verdoso, de aspecto macizo, relieve moderado a abrupto.

Su estratificación no es muy evidente aunque es más nítida en el casos de secuencias esquistosas y cuando se encuentran como almohadillas.

- b. **Cretáceo inferior - Formación La Zorra (Ki-z).**- Esta Formación fue descrita por J. Meyers (1980) su afloramiento en el área directa de la Línea de Transmisión proyectada se prolonga de noroeste a sureste, sobreyace concordantemente a la Formación Junco.

Está compuesto principalmente por flujos de piroclásticos, en capas delgadas, bien estratificadas, en su estructura se notan claramente las estructuras de deformación tipo pliegues.

Esta unidad litológica aflora en la cima y alrededores de los cerros, por donde cruzará la línea de transmisión proyectada. Está constituido por flujos de andesita, la roca se encuentra meteorizado, ligeramente oxidado, rugoso, moderadamente fracturadas, relleno de cuarzo, y óxidos, muy diaclasada, masivas, de color gris oscuro a negro.

Específicamente en el Callejón de Huaylas la Formación adelgaza, además de tener una forma lenticular marcada, ya sea vista de la dirección NE-SO ó NO-SE.

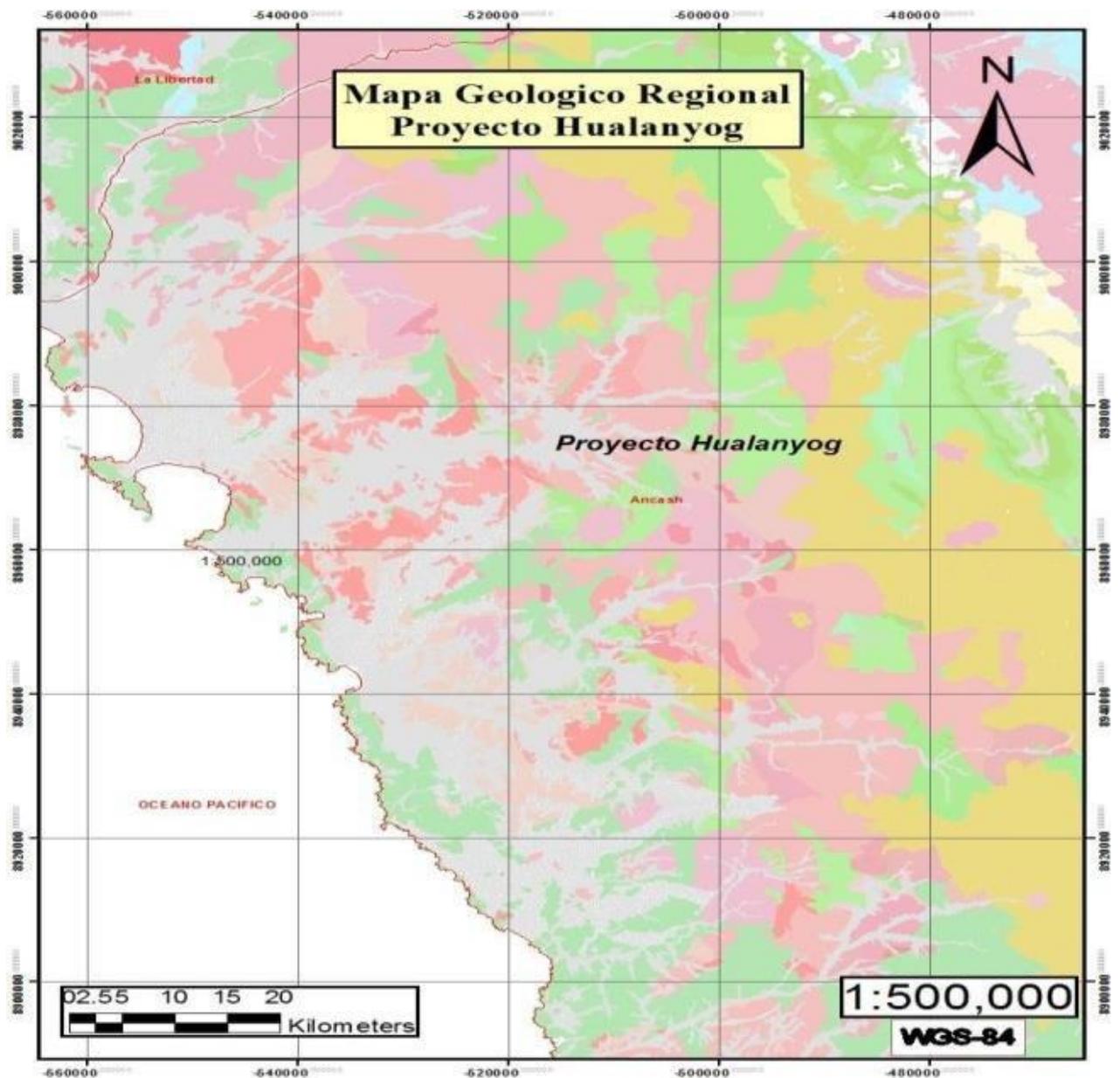
- c. **Cuaternario – Depósitos Eólicos (Q-e2).**- Están constituidos por acumulaciones de arenas y limos, en la actualidad se hallan estabilizados en lomadas y cerros de arena, se encuentran cubriendo pequeñas depresiones, superficies planas y laderas de los cerros.

Son estables debido a la acción de la humedad y en sectores presenta ligeras coberturas orgánicas.

- d. **Cuaternario - Depósitos Eólicos (Q-e1).**- Son arenas de grano fino, móviles, ampliamente propagadas en zona cercana al mar, éstas arenas proceden de las diversas playas del litoral, en su movimiento adaptan diversas formas como mantos, dunas y barjanas.

Estos depósitos generalmente cubren las laderas occidentales de los cerros, algunas llanuras aluviales, alcanzando mayores espesores en las depresiones o desniveles topográficos.

Figura N° 2: Mapa Geológico-Estructural Regional.



Fuente: Departamento de Geología, 2017.

### 1.2.2. Geología local

En el área de estudio se han identificado afloramientos ígneos de composición diorítica tanto intra-mineral principal (Dio-1) como posteriores estadios dioríticos tardi mineral (Dio-2) los cuales son protos de mineralización y donde posteriores pulsos estériles granodioríticos de la súper unidad Rancap del batolito de la costa se encuentran aflorando hacia

la base del cerro Hualanyog con expresiones distales a manera de diques aplíticos calco-sódicos de tonos leucocráticos (blancos).

Las zonas de líneas de cumbre y zonas mineralizadas del Cerro Hualanyog están constituidas por las facies sedimentarias lodolíticas del Fm. Carhuaz, bajo yaciendo se encuentran las facies carbonatadas del Fm. Santa, con algunas relictas facies continentales areniscas del Fm. Farrat, todas ellas formando parte del grupo Goyllarisquizga del cretáceo inferior-medio. Esta secuencia compuesta por una transición carbonatada a lodolíticas a efecto de procesos de transgresiones marinas. Dichas secuencias han sido afectadas por diversos eventos tectónicos de stress compresivos en diferentes direcciones, dando como resultado una serie de pliegues y repliegues ortogonales en las facies sedimentarias.

Las facies sedimentarias en conjunto con su disposición geométrica, han actuado como favorables trampas geoquímicas y lito-estratigráficas que han reaccionado con fluidos hidrotermales formando sistemas metasomáticos mineralizados de tipo skarn al contacto con las intrusiones dioríticas. Las facies carbonatadas han reaccionado generando un exoskarn con una asociación de granates- piroxenos-actinolita- escapolita-epidota-calcita y especies de sulfuros Esf-AsPy-Po-Py-Cpy-Au-Bi- Electrum, ellos dispuestos de manera diseminada entre los intersticios de las facies calco-silicatos, los que constituyen entre el 10 a 30 % del volumen del skarn, llegando en zonas hasta un 50 % del volumen del skarn con valores de Au que varían desde 1gr/Tn hasta 12 gr/Tn, mientras que las facies lodolíticas con componentes calcáreos han generado mantos de esfalerita casi masiva (mayor al 60 % en sulfuros) con gangas de granates-escapolitas-calcita,

englobados dentro de paquetes de hornfels de piroxenos+/-granates+/-escapolita con valores de Au que han llegado hasta 30 gr/Tn. (Departamento de Geología, 2017).

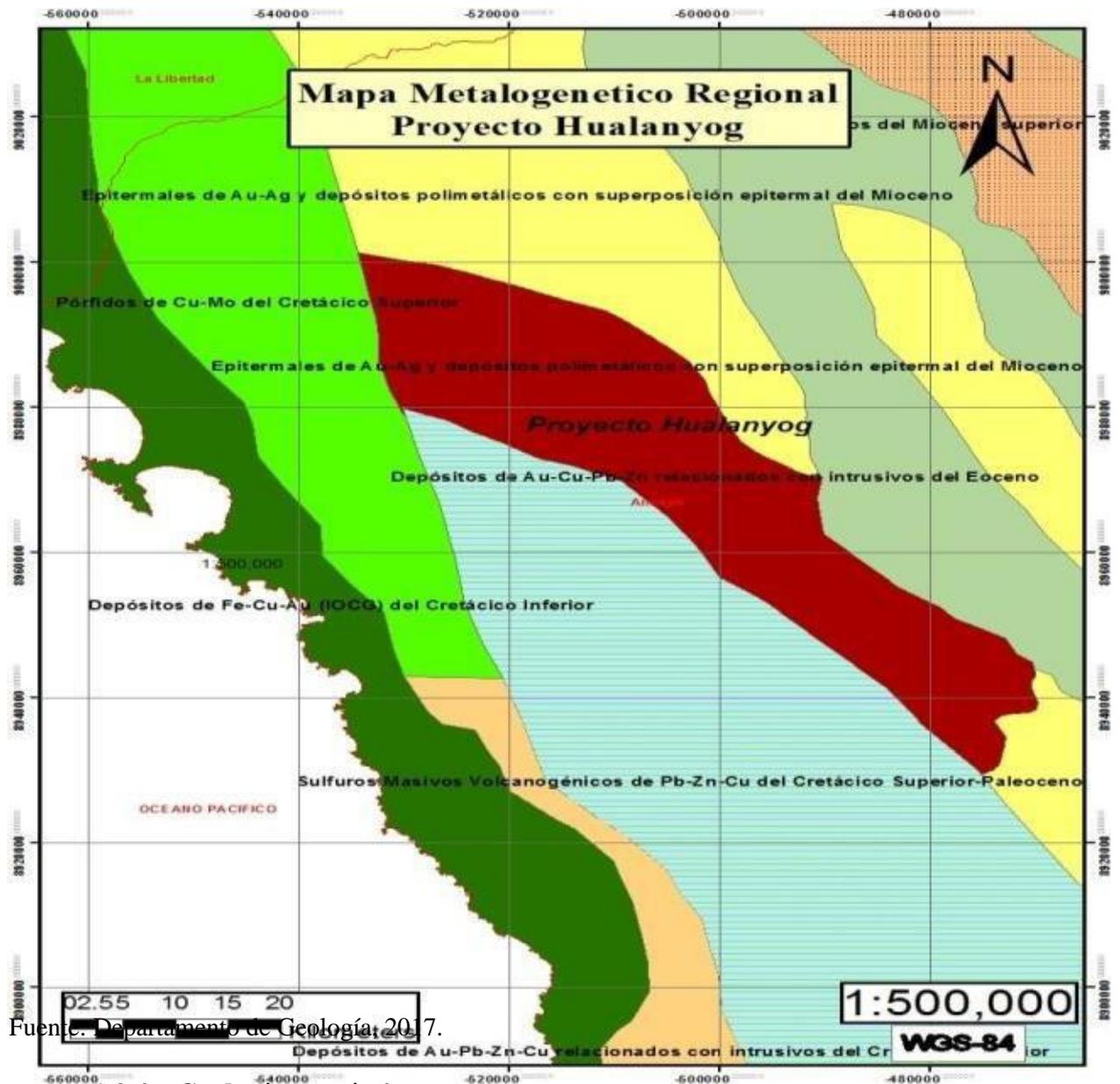
### 1.2.3. Geología estructural

Los controles lito-estratigráficos y estructurales locales observados en el sistema skarn - Hualanyog tuvieron un rol importante en la generación de los diferentes tipos de alteraciones y mineralizaciones, actuando como eficientes trampas geoquímicas, así como en la disposición geométrica de la mineralización y en los altos gradientes de mineralización de Au-Zn.

Una serie de plegamientos anticlinales y sinclinales con morfologías Anticlinorium en las crestas, muestran características muy agudas colocando de manera sub - vertical los estratos, todo el conjunto muestra una dirección andina en la región estudiada y que posteriormente replegado por fuerzas compresionales ortogonales a las fuerzas tectónicas iniciales. Dichos eventos tectónicos han generado estructuras sedimentarias las cuales rigen la geometría de la actual mineralización y alteración. Estas estructuras sedimentarias posteriormente fueron replegadas por fuerzas generadas a efecto del emplazamiento de los sistemas plutónicos regionales-distritales de la súper unidad Rancap del Batolito de la Costa. (Procesos de basculamiento). Por lo que podemos entender cronológicamente, la mineralización es posterior a la generación de las facies sedimentarias del Grupo Goyllarisquizga de edad cretácico inferior a medio, pero a la vez es anterior al emplazamiento del Batolito de la Costa (unidad Rancap) del cretácico medio a superior, por lo que podríamos inferir que la

mineralización es de edad cretácico medio (Aptiano-Albiano).  
(Departamento de Geología, 2017).

Figura N° 3: Mapa Geológico-Estructural Regional



Fuente: Departamento de Geología, 2017.

#### 1.2.4. Geología económica.

La mineralización observada en el área del proyecto Hualanyog se circunscribe a un visible Zn a manera de mantos de marmatita (esfalerita rica en Fe) +/-escapolitas en paragénesis con arsenopirita- pirrotita-pirita-bismutinita+/-calcopirita y con valores de Au que llegan hasta 28 gr/Tn Au

y 10 a 20% Wt de Zn, dichos mantos llegan a tener potencias desde 1 mt hasta 10 mts de potencia con una continuidad lateral y en profundidad aún desconocida y por determinar con el programado plan de tunelería de exploración y el programa de perforación diamantina, de igual manera la roca hospedante de los mantos está conformada por ensambles del tipo exoskarn con valores entre 0.5 a 5 gr/tm Au y con valores entre 2 a 10 % Wt Zn, lo que nos genera un sistema tipo exoskarn de Au- Zn con un gran valor económico aún por determinar, tanto en los mantos como en la roca caja de exoskarn de granates-piroxenos y hornfels de piroxenos, ambos mineralizados.

El oro se encuentra de manera libre, como compuesto junto al Bi y como Electrum, entre la ganga de los calcosilicatos presentes, así como inclusiones dentro de todos los sulfuros presentes. Los mantos mencionados están acompañados de facies gangas de escapolita-granates-piroxenos-calcita- actinolitas y los ensambles exoskarn están caracterizados por granates-piroxenos-escapolita- calcita, todos estos minerales forman parte de los procesos metasomáticos tipo skarn hospedados en facies sedimentarias de las Fms. Santa-Carhuaz del Grupo Goyllarisquizga de Ki→Km. (Departamento de Geología, 2017).

## CAPITULO II

### FUNDAMENTACIÓN

#### 2.1. Marco Teórico

##### 2.1.1. Antecedentes de la investigación.

En la tesis **“Implementación de un planeamiento de minado a cielo abierto con uso del software Minesight para alcanzar la producción óptima mediante la evaluación de las características geotécnicas en la unidad minera María 2 - Moquegua”**; Sustentado el año 2019 por Simeón Condori Quispe, para optar el título profesional de ingeniero de minas en la Universidad Nacional de Moquegua. Escuela Profesional de Ingeniería de Minas. Moquegua, Perú. La tesis tiene como el objetivo general el de Implementar un Planeamiento de Minado a Cielo Abierto con uso del Software Minesight para Alcanzar la Producción Óptima Mediante la Evaluación de las Características Geotécnicas en la Unidad Minera María 2 - Moquegua. El desarrollo, trabajo de campo y análisis se han realizado con la ayuda de empresa ABG BUILDING S.R.L quien presta servicio de laboratorio. El presente trabajo de tesis se enfocó en implementar planeamiento de minado que permita a la mina alcanzar su programación de planificación de producción óptima que es de 168.3tn/día, maximizando el valor presente neto (VAN) a en explotación continua o al momento de abastecimiento de material de agregado al mercado. Además, esta implementación del planeamiento de minado no solo beneficiará a la unidad minera María 2, sino también a otras empresas que se dedican a la explotación no metálicos de la región Moquegua y del Perú que están

también en problemas de abastecer una alta y calidad producción óptima de calidad y un costo bajo que les beneficiará. Se implementó los nuevos programas de producción a partir del mes de diciembre el cual tendrá una comparación con las producciones del mes de noviembre con el objetivo de saber, si con la implementación de planeamiento ha mejorado las producciones planificadas por la unidad minera. La hipótesis formulada fue Con la implementación de un planeamiento de minado a cielo abierto con uso del software minesight mediante la evaluación de las características geotécnicas se logrará alcanzar la producción óptima diaria en la unidad Minera María 2 - Moquegua. La metodología empleada sigue la del método científico y el tipo de investigación del presente proyecto de tesis realizada tiene una finalidad aplicativa orientada a lograr nuevos conocimientos para dar solución a problemas prácticos. Las conclusiones fueron:

- Con la implementación de Planeamiento de minado a cielo abierto para alcanzar una producción optima diaria de la unidad minera María 11 cuyo resultado: se logró alcanzar la producción óptima diaria de 98.58 m<sup>3</sup>/día que representa el 99.58% de producción diaria y así logrando una producción mensual en diciembre 3069 m<sup>3</sup>/mes, donde finalmente alcanza la mina una producción más alta con 23000 m<sup>3</sup>/año que representa el 94% de cumplimiento de plan anual de producción mina.
- El estudio de evaluación de características geotécnicas ha sido muy importante para poder determinar qué zonas son de interés económico de mayor producción en explotación y a menor costo posible maximizando el VAN de 544,877 soles con un TIR de 20%.

- El uso de herramienta del Software Minesight ha sido muy útil para el procesamiento de los datos de información necesario una vez teniendo los resultados de evaluación de características geotécnicas para su posterior implementación de planeamiento de minado a Cielo Abierto y este permite alcanzar las producciones óptimas diarias o de acuerdo al requerimiento del mercado. (Condori, 2019).

En la tesis **“Optimización del ciclo de minado para incrementar la productividad en la mina Socorro – U.P. Uchucchacua de la Compañía Minera Buenaventura S.A.A.”**; Sustentado el año 2019 por Johan Albert Deudor Yalico, para optar el título profesional de ingeniero de minas en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion. Facultad de Ingeniería de Minas. Escuela de Formación Profesional de Ingeniería de Minas. Cerro de Pasco, Perú. La tesis tiene como el objetivo general el de Optimizar el ciclo de minado para incrementar la productividad en la Mina Socorro – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A. El tipo de estudio de la presente Investigación es APLICADA porque persigue fines de aplicación directos e inmediatos. Busca la aplicación. El resultado mas importante indica que el método de tajeo por subniveles es un muy seguro método de minado por la virtud del diseño. Típicamente los trabajadores mineros trabajan sólo bajo la roca acondicionada que ha sido asegurada mediante pernos de roca, cable y pernos, y soporte artificial. Los mineros no requieren que se trabaje encima del mineral roto. Además, el método es tal que el minado es programado para retirarse de áreas no sostenidas o antes minadas. El resultado mas importante indica que si se elige y se aplica en el Ciclo de Minado el

método de explotación minera tajeo por subniveles taladros largos y se mejora la producción de mineral, con las mismas condiciones geológicas y geomecánicas del yacimiento en la Mina Socorro, ya que posee características geométricas y geomecánicas favorables. (Deudor, 2019).

En la tesis **“Propuesta de minado subterráneo para incrementar la producción en la mina Revolución Tres de Octubre N° 2 de Huánuco, periodo 2019”**; Sustentado el año 2018 por Gilmar Jesús Padilla Huari y Yoni Saucedo Jambo, para optar el título profesional de ingeniero de minas en la Universidad Privada del Norte. Facultad de Ingeniería. Carrera de Ingeniería de Minas. Cajamarca, Perú. La tesis se desarrolla en la mina Revolución Tres de Octubre N° 2, ubicada en la Provincia de Ambo, distrito San Rafael Región Huánuco a 4360 msnm, se encuentran las operaciones en las vetas Eusebio, Bertha y Alexandra, donde se explota un yacimiento polimetálico cuya ocurrencia se presentan como lentes de ensanchamientos y adelgazamientos tipo rosario, ramales, lazos sigmoides 0.5 a 2.0 m. de potencia, existen zonas con ensanchamiento que pueden llegar a más de 2.0 m, las longitudes de las vetas afloran en superficie a más 1500 m aproximadamente con proyección a NE y SW. La mineralogía de las vetas consiste en galena, calcopirita, plomo, zinc, cobre, esfalerita, pirita y bornita, con posible presencia de oro libre asociado al cuarzo, estas características típicas son similares a las vetas auríferas de la provincia de Pataz - Parcoy y otros. La investigación tiene como objetivos específicos determinar las reservas probadas y las características de roca caja y mineral, para seleccionar el método de minado e incrementar la producción de mineral en la Mina Revolución y diseñar las labores mineras para

incrementar la producción de mineral, en la Mina Revolución; por último determinar el costo en preparación y la evaluación económica de los métodos de explotación del minado propuesto, en la Mina Revolución. Para el año 2019 la inversión asciende a US\$ 4'228,535 para un avance de 5,011m, con un costo del método de Corte y Relleno de US\$ 237,215 por año; Shrinkage Dinámico de US\$ 415,150 por año y Sub Level Stopping de US\$ 562,408 por año. El cronograma de inversiones es para un periodo de 4 años. La evaluación económica realizada de manera específica con un Costo de Oportunidad de Capital del 12%, para este proyecto nos indica que es viable y rentable: VAN Corte y Relleno: 3'881,005; TIR Corte y Relleno: 45 %; B/C 1.92. El periodo de retorno de la inversión inicial con el método de Corte y Relleno es de 2 años. VAN Shrinkage Dinámico: 5'952,496; TIR Shrinkage Dinámico: 84%; B/C 2.41. El periodo de retorno de la inversión inicial con el método de Shrinkage Dinámico es de 1 año. VAN Sub Level Stopping: 9'095,572; TIR Sub Level Stopping: 159%; B/C: 3-15. El periodo de retorno de la inversión inicial con el método de Sub Level Stopping es de 6 meses. (Padilla y Saucedo, 2018).

En la tesis **“Diseño y Planeamiento de Minado Subterráneo para Incrementar la Producción en el Yacimiento Hullifero Alto Chicama - La Banda - Otuzco - La Libertad-2017”**; Sustentado el año 2018 por Gilmer Iván Saravia Contreras y Gricelda Chircca Mañuico, para optar el título profesional de ingeniero de minas en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Facultad de Ingeniería. Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas. La tesis tiene como el objetivo general: Desarrollar un diseño y planeamiento de minado subterráneo para

incrementar la producción en el yacimiento Hullífero de Alto Chicama- La Banda – Otuzco- Libertad- 2017. y como Objetivos específicos:

- Desarrollar la evaluación de reservas en función a las toneladas y variables en el yacimiento.
- Identificar en el planeamiento de minado las variables económicas.
- Determinar la producción de carbón en la inversión cementera del yacimiento.

En Síntesis, la situación problemática planteada es que, a partir de la baja producción, el proyecto no cuenta con un diseño y planeamiento de minado para la extracción del recurso no metálico que en este caso es el Carbón antracita en el yacimiento hullífero Alto Chicama - La Banda en los distritos de Usquil - Huanchulla en la provincia de Otuzco, Región la Libertad. La empresa no cuenta con un diseño y planeamiento del proyecto lo cual le permite incrementar las reservas, la productividad y la parte operativa de producción mina. Por tanto, en un proyecto nuevo como la mina de carbón Alto Chicama se debe contar con un estudio geológico detallado y también completo planeamiento de negocio, por el cual se seleccione a través de una sistemática consideración, alternativas, políticas, programas y procedimientos, para el logro de las metas y objetivos de la empresa.

Metodología utilizada para el presente trabajo de investigación es de tipo descriptivo - correlacional, no experimental orientándose al Diseño y Planeamiento de Minado Subterráneo para incrementar la Producción Diaria en el Proyecto de Mina de carbón Alto Chicama – Cementos Pacasmayo SAA (CPSAA). La revisión, recopilación y elaboración de información

preliminar, Se realizó una planificación según las metodologías a aplicar para ejecutar el proyecto de investigación, se recopiló y revisó información bibliográfica relacionada al tema de investigación.

Se hizo una revisión bibliográfica para tener una visión del estado de conocimiento en relación al diseño y planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción diaria a mediano plazo.

El resultado más importante fue: Que de acuerdo a la tabla 18 en líneas generales en aporte de las alternativas de explotación y sus costos remarcamos los costos de la empresa COMICIV, que dan un costo de 120.23 soles por TM en la alternativa A del método de explotación la empresa EXTRAMIN se tiene un costo de 108.69 soles por TM, mientras que en las alternativas B-GL con cuadros, B-GL con cimbras, B-GL con cimbras + PH nos da un costo de 51.35 soles/TM, 59.89 soles/TM, 47.86 soles/TM respectivamente, siendo los costos en la empresa contratista COMICIV siendo esta menores a los costos planteados por la empresa EXTRAMIN ver Tabla 7, en la alternativa C del método de explotación la empresa COMICIV da un costo de 66.73 soles/TM siendo también menos el costo, dado los costos de las dos empresas propuestas para poder realizar la explotación que nos permitirán obtener el producto carbonífero COMICIV propone aminorar costos en la explotación del yacimiento.

La conclusión mas importante fue del ítem 1: Se determinó el diseño de planeamiento de minado subterránea , con el método de Nicholas donde según las características que presenta el yacimiento del proyecto hullífero de alto Chicama la Banda, se concluyó con implementar el método de explotación de hundimiento por sub niveles, para un incremento de

producción de 550TM/ día a 800 TM/día, optimizando el costo de minado en un comparativo de alternativas de minado donde se optó por el de menor costo y mayor producción(800TM/día y 14.68\$/TM ) de la empresa COMICIV.

En la tesis **“Diseño y planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción diaria de la Unidad Operativa Pallancata – Proyecto Pablo – Compañía Minera Ares S.A.C.”**; Sustentado el año 2017 por Julio Saraeen Bautista Condori, para el título profesional de ingeniero de minas en la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería de Minas, Escuela Profesional de Ingeniería de Minas. La tesis tiene como el objetivo general, Desarrollar un diseño y planeamiento de minado del Proyecto Pablo a mediano plazo, para incrementar la producción diaria de la Unidad Operativa Pallancata y como objetivos específicos tiene:

- Desarrollar las etapas que comprenderá el diseño y planeamiento de minado que son: geología, geomecánica, método de minado para incrementar la producción diaria a 887 TM/día en promedio.
- Identificar las variables económicas presentes en un planeamiento de minado y el efecto de cada una de ellas.

En Síntesis, la Unidad Operativa Pallancata de la Compañía Minera Ares, existe un nivel bajo de producción de mineral, debido a la producción en menor volumen que se produce de los tajos convencionales en mina, donde las vetas son angostas con potencias que varían entre 0.30 a 2.10 m, por los altos valores de dilución y la inestabilidad de las cajas de las rocas. Son algunos de los aspectos que restringen el nivel de producción hasta 593

TM/día en promedio y debido que las reservas en vetas se redujeron significativamente en tajos convencionales y la necesidad de profundizar para incrementar las reservas de minerales, para obtener mayor producción y rentabilidad en el yacimiento minero con bajos costos de operación.

No obstante, la empresa con el fin de incrementar las reservas, la productividad y la parte operativa de producción mina, se tiene este nuevo diseño y planeamiento del Proyecto Pablo como nueva alternativa de minado en taladros largos en bancos con el propósito de revertir, controlar las cajas y mantener el nivel de producción diario en 887 TM/día en un periodo a corto plazo y paulatinamente incrementar el nivel de producción a 1800 TM/día en un periodo a largo plazo cuando el Proyecto Pablo este en su máxima explotación.

La metodología de investigación utilizada para el presente trabajo de investigación es de tipo descriptivo, no experimental orientándose al Diseño y Planeamiento de Minado Subterráneo para incrementar la Producción Diaria en la Unidad Operativa Pallancata – Proyecto Pablo – Compañía Minera Ares. S.A.C. donde se detallan las características técnicas, para estructurar un diseño y planeamiento de minado a mediano plazo para incrementar la producción diaria de la mina Pallancata. El diseño es descriptivo correlacional, donde se describen relaciones entre las variables planeamiento de minado y la explotación de un yacimiento mineral.

La Investigación Descriptiva, comprende la descripción de registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual de los datos. Utilizando el método de análisis, se logra caracterizar un objeto de estudio o una situación concreta, señalar sus características y propiedades. Combinada con ciertos

criterios de clasificación sirve para ordenar, agrupar o sistematizar los objetos involucrados en el trabajo indagatorio.

El resultado determino que, para las aperturas máximas y tiempos de auto soporte, han sido estimados en base a la aplicación de los criterios de clasificación geomecánica de Bieniawski (1989) y de Barton (Q – 1974) para propósitos de obras de ingeniería, en este caso para el planeamiento y diseño de la mina. Aquí no se consideran las condiciones especiales que pudieran estar presentes en la zona de evaluación, por lo que su aplicación no solo debe ceñirse a los resultados obtenidos, sino que es necesario usar el juicio ingenieril, tomando en cuenta otros aspectos como velocidad de explotación, el ritmo de producción, el equipo y el personal disponible. Hay aspectos importantes a tomarse en cuenta, en relación a la aplicación de las aberturas máximas y tiempos de auto sostenimiento, para el establecimiento de las dimensiones de las excavaciones, particularmente de los tajeos, y los procedimientos operativos. Estos aspectos son:

En la caja piso se presentarán rocas de diversos tipos, en orden de importancia de mayor a menor presencia: Regular B (IIIB RMR 41-50) y Regular A (II-III A RMR 51-80). Considerando que en la caja piso estarán ubicadas labores mineras permanentes como la rampa de acceso por ejemplo y labores temporales como by pass y cruceros con una sección aproximada de 4.0 x 4.0 m<sup>2</sup>, los tiempos de auto - sostenimiento promedio para estos tipos de rocas para un abierto de 4 m serán: se muestran en la 78 Tabla 4.9.

Tabla 4.9 Cuadro de auto soporte.

Tipo de roca	Tiempo auto soporte
Regular A	3 meses a 10 años
Regular B	12 días

Fuente: Área de geomecánica.

En la zona mineralizada predomina la roca Regular B (IIIB RMR 41 - 50) y en menor proporción está la roca Mala A (IVA RMR 31-40). Las aberturas máximas de los tajeos y sus tiempos de auto - sostenimiento promedio en estas rocas son: ver Tabla 4.10.

Tabla 4.10 Cuadro de auto soporte por abertura.

Tipo de roca	Abertura máxima	Tiempo de auto soporte
Regular B	10	5 días
Mala A	6	1 día

Fuente: Área de geomecánica.

La conclusión más importante fue que:

Con la explotación del Proyecto Pablo se logró incrementar la producción diaria con 320 toneladas a la producción diaria de la mina Pallancata este aporte es netamente del Proyecto Pablo, donde entre tajeos convencionales y avances se logra contribuir a 948 TM/día de un programado de 887 TM/día, con el aporte del Proyecto Pablo se incrementa los niveles de producción diaria como en el acumulado mensual de 19,461 TM/mes a 29,384 TM/mes en promedio. (Bautista, 2017).

En la tesis **“Planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción en la Unidad Minera Mallay Compañía de Minas Buenaventura S.A.”**; Sustentado el año 2018 por Richard David Huerta

Aquino, para el título profesional de ingeniero de minas en la Universidad Nacional Santiago Antúnez De Mayolo. Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Metalurgia. Escuela Académico Profesional De Ingeniería de Minas. Huaraz, Perú. La tesis tiene como el objetivo general, es la de realizar el planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción unidad minera Mallay Compañía de Minas Buenaventura. La presente investigación se justifica porque el planeamiento de minado tiene como objetivo el de incrementar la producción y mantenerla sostenida en el tiempo, prediciendo con anticipación todas las fases operativas para lograr una producción efectiva y eficiente. La profundización de la Unidad minera Mallay para incrementar la producción y las reservas mineras hace necesario el diseño y planeamiento de minado subterráneo para cumplir con el objetivo principal de incrementar la producción. Se concluyó que el planeamiento de minado aplicado para efectos de esta tesis podemos apreciar que se comienza con la explotación minera de 1,100 TM/Día en el primer día del mes de enero del 2018 y llegando al mes de diciembre del mismo con una producción diaria de 2,500 TM/Día, lo que haría que se cumpliría con el planeamiento de minado de corto y mediano plazo. (Huerta, 2018).

## **2.1.2. Fundamentación teórica.**

### **2.1.2.1. Delineamientos Conceptuales de la Planificación de Minas.**

Todo sistema moderno de administración de empresas, se sustenta en base a la relación funcional de diferentes subsistemas identificables al interior de éstas.

Dichos subconjuntos constituyentes del universo Gestión Empresarial, pueden individualizarse a través de los subsistemas: Valores- Misión Empresarial, Decisiones, Planificación, Organización, Dirección y Control.

En el subsistema Planificación de una empresa minera, es donde se precisan los resultados deseados y se programan las actividades a realizar con sus tiempos y recursos asociados, con el propósito de concretar la misión. Particular importancia en el ámbito minero, constituye todo el proceso de generación de planes mineros de producción, en atención a que las definiciones del tonelaje a tratar, como el de sus leyes asociadas, establecen el rendimiento económico del negocio

contexto administrativo, donde se desarrolla el proceso de planificación mediante un enfoque sistémico de la administración, se caracterizan conceptualmente los subsistemas que constituyen el gran sistema administrativo.

Tras esta introducción se caracteriza la Planificación Conceptual Minera, tema central de estos delineamientos, a través de las interrelaciones de sus variables: ritmo de producción, método de explotación, secuencias de producción, leyes de corte y planes mineros.

Finalmente, se desarrollan con más extensión los aspectos de leyes de corte y generación de planes mineros de producción. Adicionalmente se ha introducido un análisis

conceptual, en torno al impacto en el proceso de planificación, que producen diferentes misiones empresariales, que actualmente coexisten en empresas mineras. (Yana, 2014).

#### **2.1.2.2. Planificación.**

Para un mejor entendimiento del término planificación primero nos centraremos en la definición del término administración el cual se puede concebir como un desarrollo racional, mediante el cual los recursos humanos, físicos y financieros son orientados hacia la materialización de un objetivo previamente definido. Dicho de otro modo, es investigar (para generar opciones), elegir (una de ellas) y preparar las tareas pertinentes para materializar aquello que se desea realizar.

Este desarrollo se traduce en un proceso constituido por un conjunto de tareas tales como planificar, organizar, dirigir y controlar, que son encausadas hacia un óptimo rendimiento, conforme a una filosofía ligada a la satisfacción de los diferentes actores involucrados.

Un enfoque sistémico en torno a la administración, se conceptualiza mediante una manera integrada de estructurar las actividades del estamento directivo. (Yana, 2014).

#### **2.1.2.3. Planificación Minera.**

Tal como se señaló anteriormente, es el proceso de planificación, el que permite identificar y pronosticar el que

hacer, el modo de alcanzar los objetivos de la empresa, junto con los presupuestos, los planes de venta, los programas de inversión, las estimaciones de recursos y otros.

Para el caso de una empresa minera, es la planificación la encargada de definir el plan minero de producción, dicho plan identifica el origen, la cantidad y la calidad de material a beneficiar, como también las estrategias, tiempos y recursos requeridos para la materialización de lo programado. Esta planificación minera debe reunir atributos de alta relevancia que es necesario asimilar, aceptar y considerar en cada una de sus tareas constitutivas, tales atributos son:

**Coherencia-sistémico - dinámico.** - El sistema de planificación minero debe ser **COHERENTE**, en el sentido de asegurar una plena y permanente armonía entre la estrategia de producción de corto, mediano, largo plazo y la misión empresarial. Como consecuencia de lo anterior, los planes mineros deben constituir el camino base para acceder al objetivo del negocio, aceptando todas las restricciones técnicas y económicas que imponga el mercado, o que definan los propietarios de la empresa o finalmente las condiciones naturales del yacimiento. El sistema de planificación minero debe ser **SISTEMICO**, en el sentido de aceptar que la obtención del plan minero de producción, es el resultado de variadas iteraciones y continuas retroalimentaciones que deben

verificarse producto de los aportes que hagan los distintos sistemas constituyentes de la empresa.

Es decir, el proceso de planificación debe entenderse como un proceso integrador y no como una actividad técnica específica que responde exclusivamente a la problemática del área mina.

El sistema de planificación minero debe ser además **DINÁMICO**, en el sentido de reconocer que esta tarea está soportada por las mejores estimaciones de las variables relevantes, para el mediano y largo plazo, por lo tanto, resulta natural e imprescindible que la planificación esté sujeta a constantes revisiones en la medida que se disponga de mayor información. Es indudable que cambios en los precios de los productos finales repercuten necesariamente los planes mineros de producción, por ejemplo, si se trata de una empresa que persigue la maximización del rendimiento económico de su operación, la reacción lógica frente a un aumento del precio, será aumentar la producción. Cambios en los costos, en los avances tecnológicos, en las restricciones de mercado, en las restricciones de disponibilidad de recursos, entre otros, implicarán revisión y modificación de los planes mineros de producción. (Yana, 2014).

#### **2.1.2.4. Planeamiento de producción en minería.**

Es la aplicación de los métodos de planificación en la técnica de la minería a cielo abierto o subterránea; a causa de la

naturaleza teórica en algunas empresas, tiene valor de desarrollo por que en cierta manera están apoyados en la intuición de una persona, basado en el complemento de conocimientos prácticos de complejidad adquirida en muchas empresas afines a la minería. (Medina, 2001, Citado por Bautista, 2017).

#### **2.1.2.5. Planeamiento de minado.**

Es la aplicación de los distintos métodos de planificación en la técnica de la minería a cielo abierto y subterránea, siendo su objetivo principal el de planificar, proyectar y determinar mejor el plan de minado, sujeto al mejor conocimiento del yacimiento, ley de mineral, diseño del método de explotación, aplicación de las condiciones geomecánica del yacimiento, mayor extracción de reservas minerales y aplicar criterios económicos dinámicos para optimizar la utilidad por venta de productos minerales. (Patiño, 2002, Bautista, 2017).

#### **2.1.2.6. Desarrollo de los tipos de planeamiento del proyecto.**

- a. Planeamiento a corto plazo.** - Generalmente el planeamiento a corto plazo contempla aspecto de detalle de ingeniería, donde se desarrolla diarios, semanales y mensuales, para las diferentes áreas, tales como: desarrollo primario, exploraciones, preparaciones, minado y diseño generales. El planeamiento corto plazo se elabora en forma mensual y todos los programas de

trabajo están enmarcados dentro del planeamiento a mediano plazo establecido con anterioridad.

Para cumplir con los objetivos y metas trazados en el planeamiento a corto plazo, es necesario darle seguimiento a todos los trabajos programados, tal que los problemas se asistan con una solución óptima y oportuna para dar continuidad al proyecto. (Cuenta Chua, 2002, Bautista, 2017).

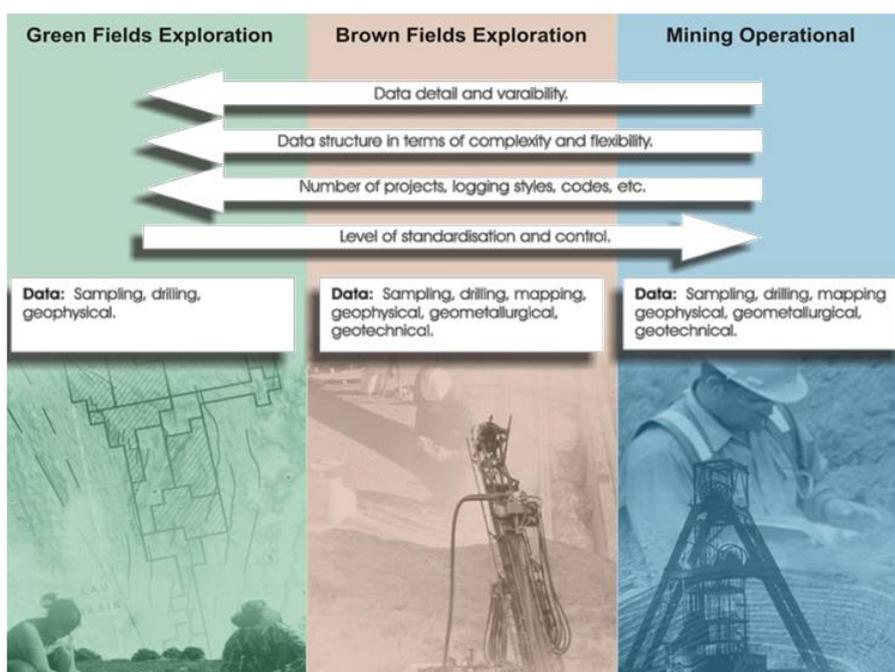
- b. Planeamiento a mediano plazo.** - El planeamiento de mediano plazo es de mayor envergadura, que el de corto plazo, se habla de términos de tiempo mayores, un planeamiento de mediano plazo comprende de 2 a 3 años, donde se prevén los objetivos y metas a alcanzar, siendo los esquemas de trabajo más generalizados que el anterior, pero naturalmente se contempla los aspectos paramétricos del minado, tales como; metrajes de avances de desarrollo, tonelajes, leyes, costo y presupuesto.
- c. Planeamiento a largo plazo.** - El nivel de planeamiento llega a los niveles jerárquicos altos, donde se planean estrategias generales para optimizar sus costos, recursos, inversiones a nivel corporativo. Sin embargo, en el nivel bajo (operativo) se pueden trazar esquemas de trabajo proyectados al futuro no inmediato.

El desarrollo de un plan de explotación de minas a largo plazo, tiene como propósito concentrar las estrategias para el desarrollo global del yacimiento, a través de una secuencia de excavaciones óptima orientada a señalar la dirección lógica para el agotamiento de las reservas y procurando lograr un desarrollo armónico en las operaciones mineras, en el marco de un mejor aprovechamiento, que maximice la recuperación de la mena y minimice la extracción de estéril de acuerdo a las mezclas de mineral necesarias entre los sectores involucrados en el plan de minado. (Turpo Villalba, 2014, Citado por Bautista, 2017).

#### **2.1.2.7. Planeamiento de minado Subterráneo.**

El planeamiento de minado subterráneo busca establecer la importancia de la investigación y desarrollo tecnológico orientado al planeamiento de minado subterráneo; los datos recopilados en las etapas de exploración, así como los estimados de los recursos y reservas de mineral son fundamentales para todas las operaciones mineras independientemente del volumen o materia prima (Annels, 1991; Stone y Duna, 1996; Sinclair y Vallée, 1998; Stephenson y Vann 2001). Los riesgos asociados con la minería son variados y complejos, donde la fuente principal de riesgo es el propio yacimiento mineral (Snowden y otros, 2002, Citado por Smith y legre, 2012).

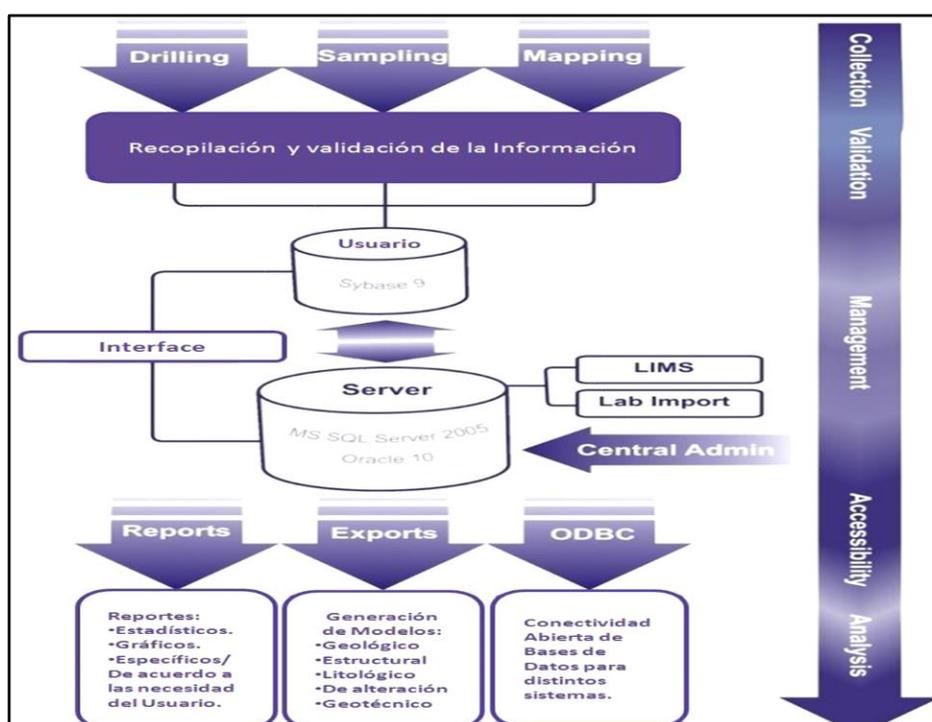
Figura N° 4: Importancia de los Datos en el Negocio Minero.



Fuente: Smith y Alegre, 2012

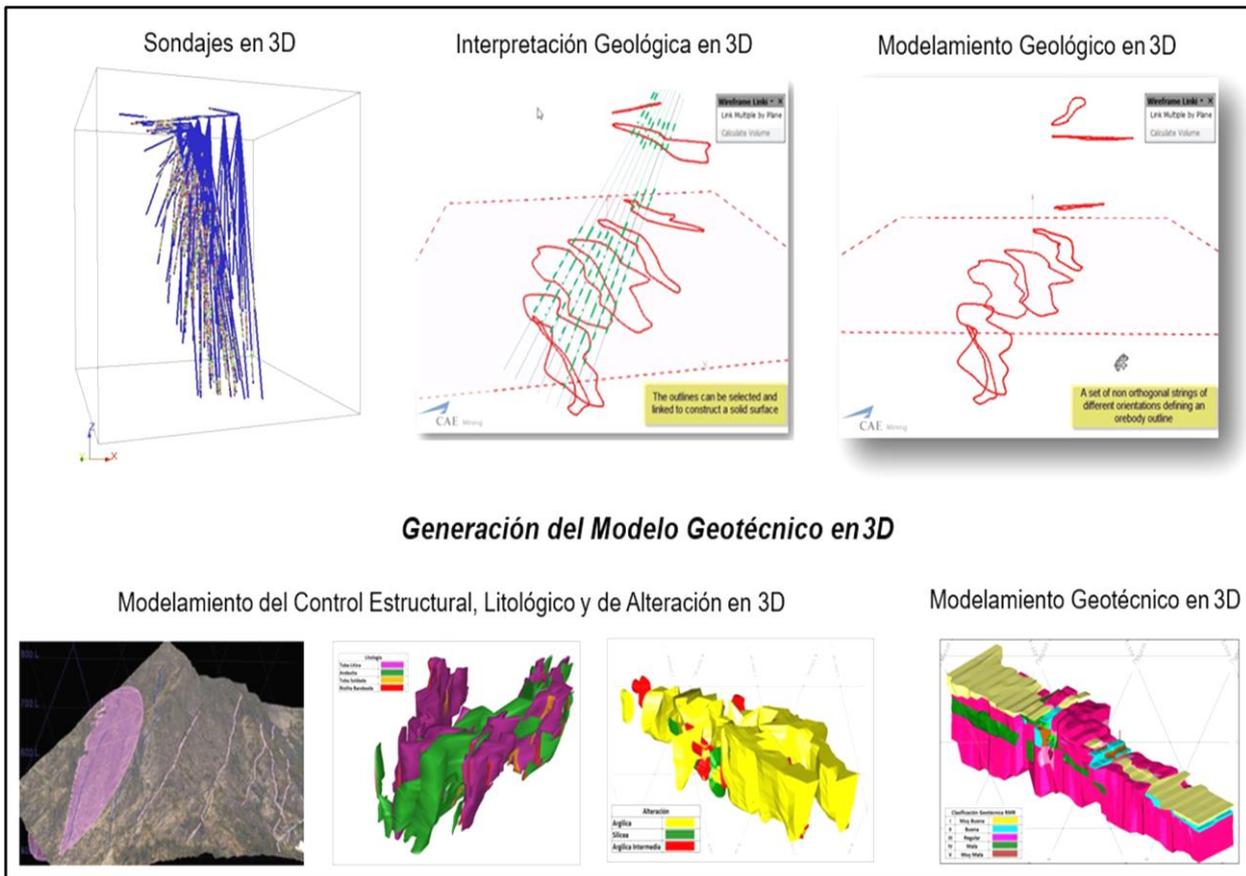
### Administración de Información Geológica en una Base de Datos Centralizada

Figura N° 5: Administración de Información Geológica en una Base de Datos Centralizada.



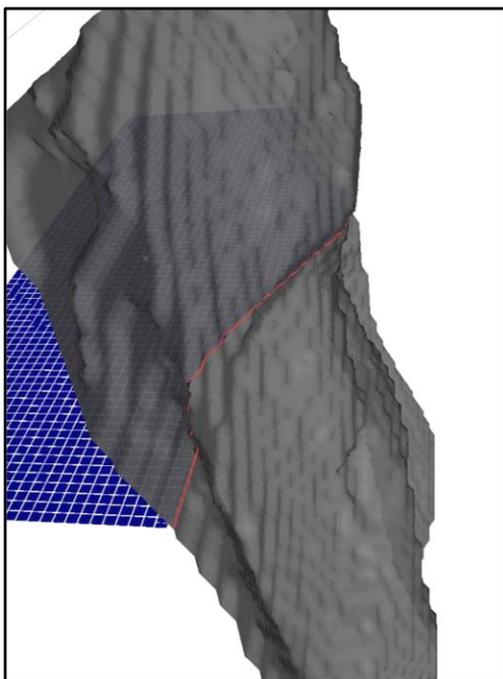
Fuente: Smith y Alegre, 2012.

Figura N° 6: Generación del Modelo Geológico en 3D.



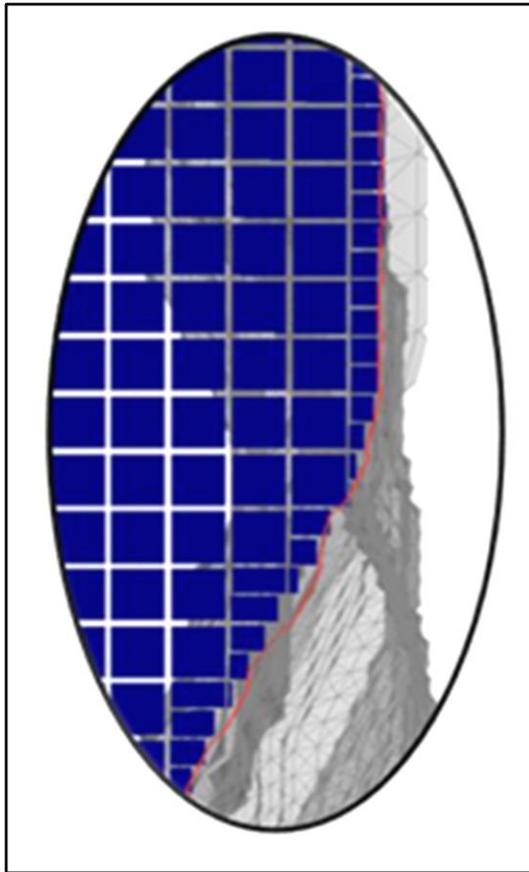
Fuente: Smith y Alegre, 2012

Figura N° 7: Generación del Modelo de Bloques, Fundamentado en SMU (Unidad Selectiva de Minado).



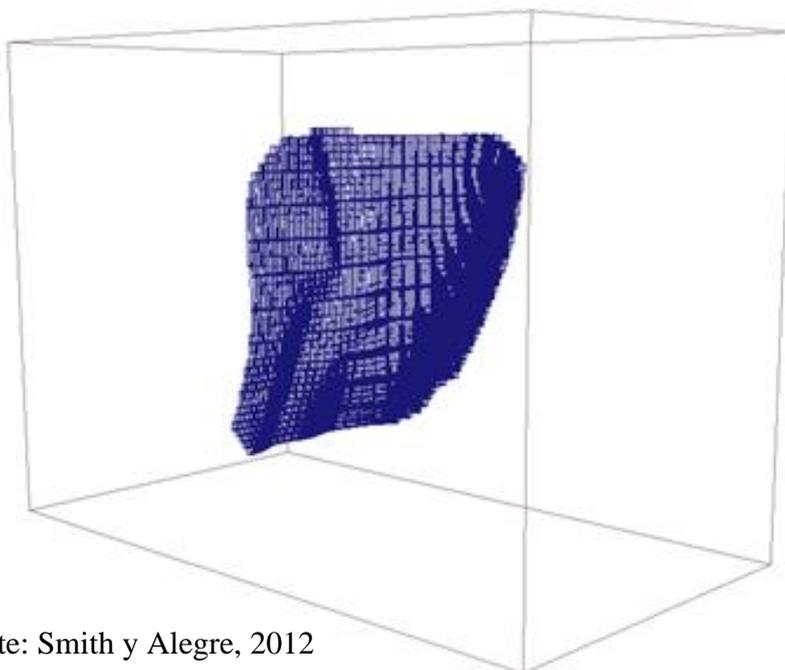
Fuente: Smith y Alegre, 2012

Figura N° 8: Generación de Sub Celdas acorde a la geometría del yacimiento.



Fuente: Smith y Alegre, 2012

Figura N° 9: Modelo de Bloques Vacío / Inicio del Análisis. Geoestadístico (Recursos Minerales).



Fuente: Smith y Alegre, 2012

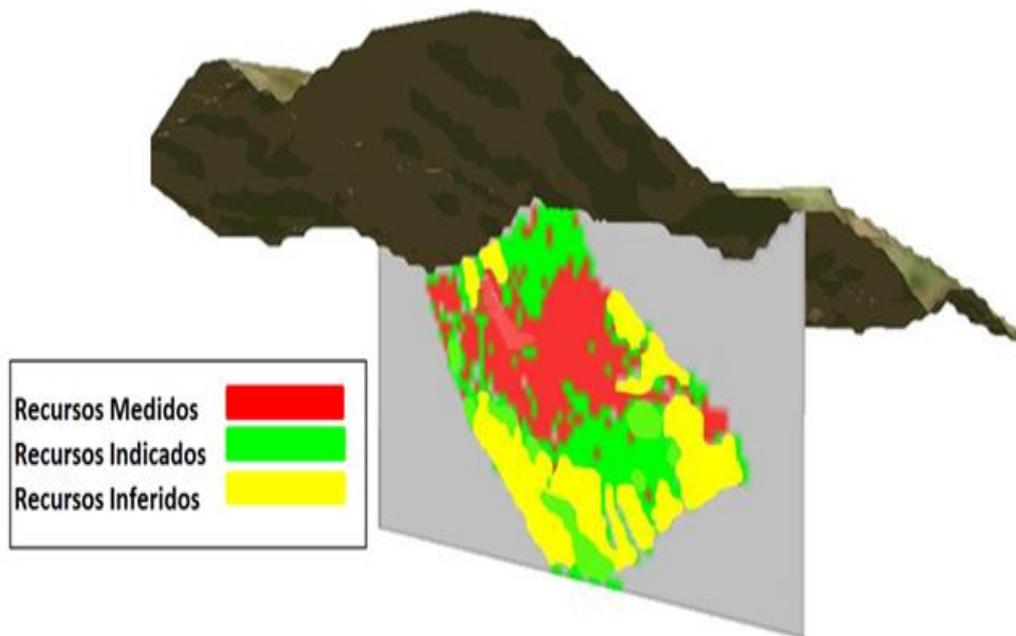
Figura N° 10: Modelo para el cálculo de leyes.



Fuente: Smith y Alegre, 2012

### Categorización del Modelo de Bloques

Figura N° 11: Categorización del Modelo de Bloques.



Fuente: Smith y Alegre, 2012

## Relación General entre Resultados de Exploración, Recursos y Reservas Minerales – Código de JORC.

Figura N° 12: Relación General entre Resultados de Exploración, Recursos y Reservas Minerales – Código de JORC.



Fuente: Smith y Alegre, 2012.

Figura N° 13: Relación General entre Resultados de Exploración, Recursos y Reservas Minerales – Código de JORC.



Fuente: Smith y Alegre, 2012.

**Factores de Minería.** - Factores de Minería: Evaluación Geotécnica del yacimiento, Método de Explotación, Factor de Recuperación por Método de Minado, Dilución, Accesibilidad, etc.

**Factores Metalúrgicos.** - Tecnología orientada a maximizar la recuperación metalúrgica por tipo de mineralización, supuestos o tolerancias efectuados para elementos nocivos o contaminantes, maximizar el ratio de concentración, etc.

**Factores Económicos.** - Derivado de los costos de operación proyectados con relación al capital o los supuestos que se han hecho sobre ellos., los precios de los productos, tasas de cambio, costos de transporte y tratamiento (maquila), penalidades, etc. Los factores económicos pueden ser expresados a través de un Cut Off o NSR.

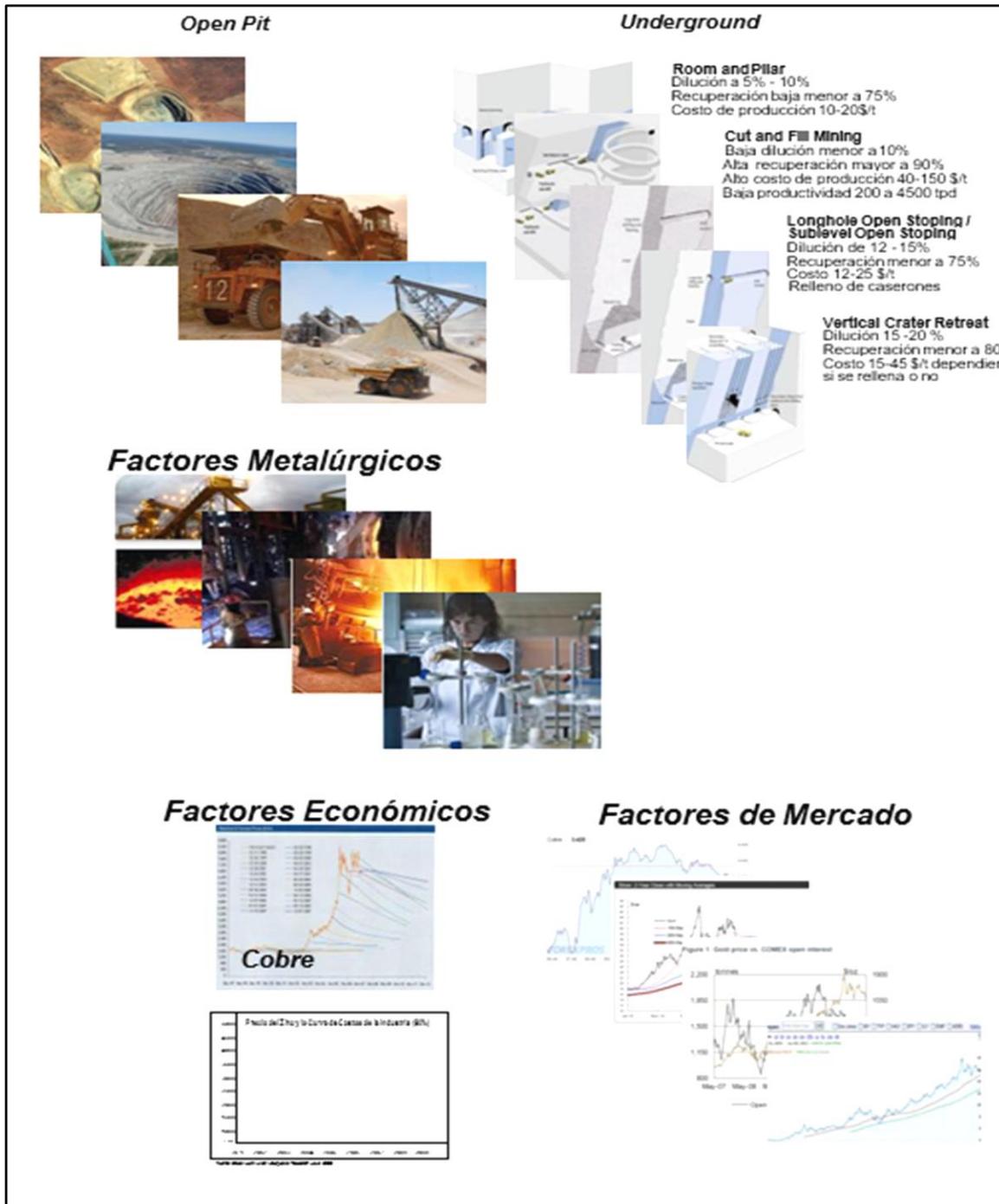
**Factores de Mercado.** -Oferta, demanda, y situación del stock para el producto en particular, tendencias de consumo y factores que podrían afectar la oferta y la demanda en el futuro. Pronósticos de precios y volúmenes así como base para estos pronósticos. En lo que respecta a minerales industriales, especificación del cliente, pruebas y requisitos de aceptación previos al contrato de suministros.

**Factores Legales, Ambientales, Sociales y Gubernamentales.**

-Considera factores de riesgo natural (Sismos, erupción volcánica, etc.), factores de infraestructura, ambientales (EIA,

Permisos, autorizaciones, etc.), legales (Concesiones Mineras y derechos mineros, etc.), factores sociales y gubernamentales en la posible viabilidad de un proyecto y/o en la estimación y clasificación de las Reservas de Mena.

Figura N° 14: Factores de Minería.



Fuente: Smith y Alegre, 2012

**Evaluación para definir el método de minado factible a ser aplicado.-** Para determinar la factibilidad del método de minado a aplicar en un cuerpo mineralizado, es necesario comparar las características del depósito o cuerpo mineralizado, con las propiedades requeridas para la aplicación de dicho método de minado. De esta forma el método o los métodos que mejor se ajusten, serán considerados técnicamente factibles y podrán ser evaluados económicamente. Las técnicas de selección para evaluar el método de minado consideran generalmente dos aspectos fundamentales:

- Las características físicas y geológicas del cuerpo mineralizado.
- Las condiciones geotécnicas del cuerpo mineralizado y de sus rocas encajonantes.

Para la selección del método o métodos de minado se puede aplicar la técnica propuesta por David E. Nicholas (1981) la cual se basa en definir un puntaje a los métodos de explotación considerados. Aquellos métodos que presentan un mayor puntaje, presentarán las condiciones más favorables para su aplicación. La Tabla abajo mostrada es un ejemplo de un ranking elaborado en base a la aplicación de la técnica de Nicholas a un caso específico.

Adicionalmente a este proceso las dimensiones y geometrías de explotación deben ser evaluadas geotécnicamente con el

Método Gráfico de Estabilidad de Laubscher (1990) a fin de establecer los radios hidráulicos que eviten la activación de un potencial derrumbe o inestabilidad del macizo rocoso. (Smith y legre, 2012).

Tabla N° 2: Valoración de los métodos de explotación subterránea

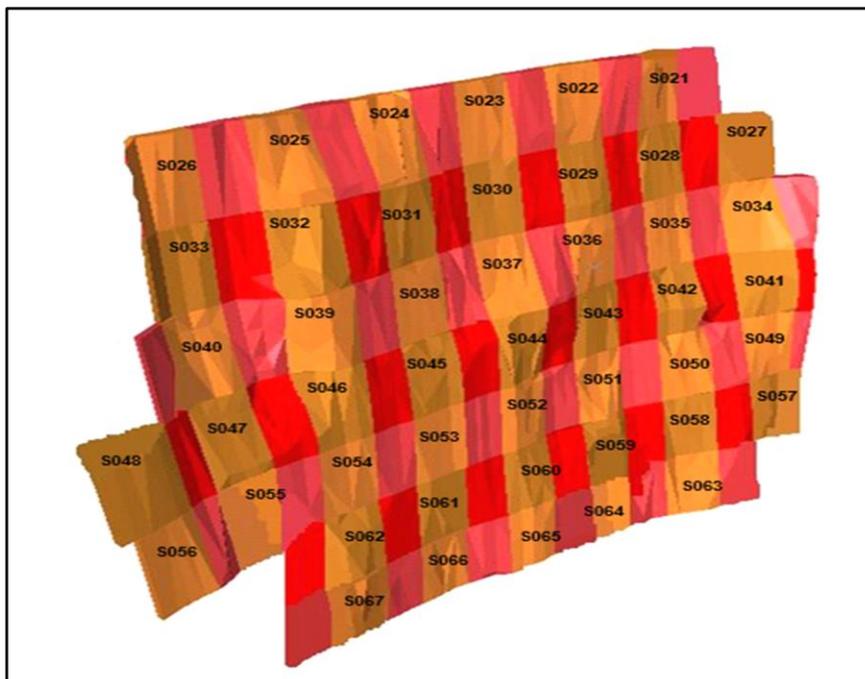
MÉTODO	GEOMETRIA DEL CUERPO Y DISTRIBUCIÓN DE LEYES	CONDICIÓN GEOTÉCNICA	PUNTAJE TOTAL
SUBLEVEL CAVING (SLC)	16	25	41
SHINKAGE STOPING (SKS)	13	25	38
BLOCK CAVING (BC)	12	25	37
CUT & FILL STOPING (C&FS)	11	26	37
ROOM & PILLAR (R&P) <sup>(1)</sup>	-40	15	-25
SUBLEVEL OPEN STOPING (SLOS) <sup>(2)</sup>	13	-40	-27
LONGWALL (LW)	-90	20	-70

Fuente: Smith y Alegre, 2012

La optimización 3D determina si se debe separar caserones o combinar estos con materiales de baja ley a fin de maximizar el valor sin dejar de cumplir las restricciones impuestas

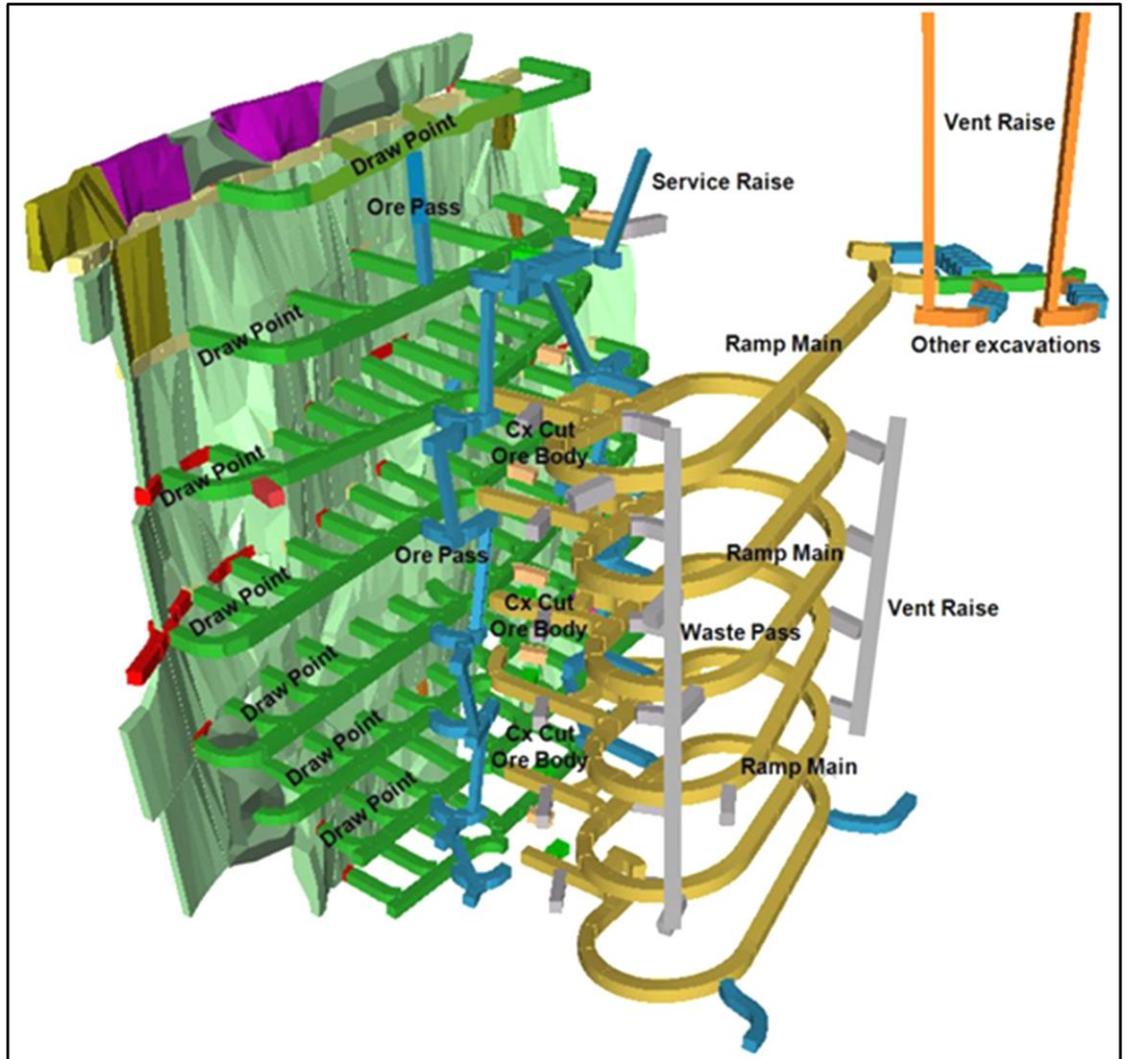
Plan de Producción (Tonelajes y Leyes).

Figura N° 15: Plan de Producción (Tonelajes y Leyes).



Fuente: Smith y Alegre, 2012.

Figura N° 16: Plan de Avances Horizontales y Verticales.



Fuente: Smith y Alegre, 2012

#### 2.1.2.8. Naturaleza jerárquica y elementos del planeamiento.

El planeamiento de la empresa, está destinado a lograr un comportamiento de acuerdo con los objetivos generales de la organización, Pero esos objetivos, solo se hace factibles de lograr después de su factorización en una jerarquía de sub - objetivos.

Esta factorización se logra, mediante el planeamiento de cada uno de los sub - objetivos originándose de este modo un

planeamiento de nivel inferior, que a su vez puede generar sub - objetivos de un nivel más inferior, como un medio de alcanzar sus propios objetivos.

- **Nivel Superior:** Constituido por el Directorio de la Empresa la Gerencia General.
- **Nivel Intermedio:** Conformado por los Gerentes intermedios como los gerentes de: Operación, Finanzas, Comercialización, Administrativo, etc. Incluye hasta los Superintendentes de la Unidad Minera.
- **Nivel Inferior:** Conformado desde el: Asistente de Superintendente hasta el Ingeniero de Minas común corriente. (jefe de guardia).

La naturaleza jerárquica del planeamiento se manifiesta de tres formas principales:

1. Amplitud de planeamiento.
  2. Grado de agregación de las variables del planeamiento.
  - 3.- Secuencia temporal en que ocurre el planeamiento.
- (Domínguez, 2015).

#### **2.1.2.9. Cantidad y Calidad.**

La cantidad en los trabajos mineros, son, por ejemplo: tonelaje de concentrados, volumen de desmonte, volúmenes de relave, volúmenes de relleno metros lineales de frentes de avance, kilómetros de carretera de acceso, numero de cuadros de sostenimiento, metros lineales de vía, metros lineales de

tuberías de conducción, etc. La calidad, significa las leyes del mineral, las secciones y las características técnicas de los frentes de avance la fragmentación en la voladura, estabilidad de los cuadros de sostenimiento, recuperación metalúrgica, etc. (Domínguez, 2015).

#### **2.1.2.10. Tiempo.**

Se fija la fecha de inicio de la realización de las diferentes actividades y se estima las fechas de conclusión por actividades, etapas, o el total del proyecto. Se debe estimar un margen razonable de tolerancia, según la característica de las actividades. (Domínguez, 2015).

#### **2.1.2.11. Lugar.**

Se debe señalar el lugar de las ejecuciones como coordenadas topográficas, cotas, zonas, secciones, unidades de operación, pueblos, países. Se refiere tanto a los lugares de realización de las labores, como donde se adquirirán los insumos necesarios. (Domínguez, 2015)

#### **2.1.2.12. Recursos.**

Considerar las disponibilidades y requerimientos; así como las fuentes de adquisición de todos los recursos que precisara el plan. Ejemplo:

- Recursos Humanos.
- Maquinaria y equipo.
- Infraestructura.

- Recursos económicos, financieros y energéticos en general.

#### **2.1.2.13. Costos.**

Debe estimarse los costos en cada detalle de todos los recursos y de las actividades que precisa el plan. (Domínguez, 2015)

#### **2.1.2.14. Las formulaciones que deben tenerse en cuenta en el diseño son.**

- Límite final de explotación.
- Para identificar el volumen a extraer.
- Selección de fases.
- Subdividir el volumen anterior en unidades explotables e interconectadas.
- Secuencia de extracción.
- Asignar recursos para extraer los volúmenes anteriores en una secuencia.
- Selección de ley de corte.
- Elegir límites para clasificar el material extraído a destinos.
- Alimentación de mineral para proceso.
- Seleccionar el proceso de mayor valor para el bloque de mineral y alimentarlo en mezcla para balancear el uso de la capacidad de proceso instalada. (Domínguez, 2015).

### 2.1.2.15. Parámetros y variables.

No existe una definición específica y exacta de los parámetros y variables. A tal extremo que muchas personas dedicadas a las labores de planeamiento mina prefiere referirse como consideraciones para el planeamiento, factores que afectan el planeamiento, o indistintamente se refieren a los parámetros y variables como si fuese la misma cosa. Lo que definitivamente, si, es que los parámetros y variables no son la misma cosa. A modo de ilustración se puede citar:

#### Variables:

- Ocupación actual de los equipos, como perforadoras, etc.
- Inventario de la fuerza laboral
- Capacidad de producción real. Perturbaciones externas.
- Estado de las instalaciones e infraestructura. Desempeño del personal.
- Ubicación y acceso a las zonas de trabajo.

Así se puede enumerar más variables, la importancia, es que tiene influencia directa para el logro de los objetivos y metas. Cuando un plan, es fruto de un análisis integral de las variables, es probable que las metas trazadas, se logren cumplir en un porcentaje aceptable; de lo contrario, los planes no guardaran relación con la práctica operativa. (Domínguez, 2015).

### Parámetros:

- Estándares de rendimiento de la mano de obra, de los equipos, y de todos los factores de producción.
- Lista de materiales por labores, actividades, zonas, proyectos, etc.
- Estándares de ejecución de diferentes trabajos, ejemplo. Construcción de tolvas, colocación de cuadros de sostenimiento, etc.
- Tiempos estándar de desplazamiento y mantenimiento de equipos.
- Capacidades de los equipos.
- Presupuesto de las operaciones (techo presupuestario)
- Políticas administrativas.
- Calendario de operaciones y prioridades diversas.
- Convenios sindicales; incluye las concesiones a los trabajadores,
- políticas de despido, remuneraciones sobre las horas extras, días festivos, etc.
- Apoyo logístico y de servicios auxiliares.

#### **2.1.2.16. Beneficios y limitaciones.**

Algunos beneficios y limitaciones del planeamiento son los siguientes:

- Percibir y enfrentar desafíos.
- Responder a los planes de la competencia.
- Adaptación a los cambios internos y externos.
- Toma de decisiones racionales sobre productos, mercados, recursos diversos.
- Prepararse para aprovechar las oportunidades.
- Prever y afrontar amenazas.
- Obtener un a apropiada ganancia/beneficio
- Además, el planeamiento nos permite:
  - Tomar decisiones según los propósitos corporativos.
  - Mejorar la coordinación en la ejecución de acciones.
  - Establecer pautas para evaluar alternativas para tomar decisiones.
  - Descubrir asunciones equivocadas.
  - Alentar la unidad de criterio y de compromiso.
  - Delegar la responsabilidad
  - Mejorar la relación entre los administradores
  - Mejorar la concentración de esfuerzos. (Domínguez, 2015)

### **2.1.3. Definición de Términos.**

#### **Apertura**

Distancia perpendicular entre las paredes de una discontinuidad de un macizo rocoso.

#### **Caracterización geológica**

La caracterización geológica es la descripción de macizo rocoso donde se conocen los parámetros básicos de la roca y las discontinuidades, así como la estructura del macizo rocoso. (Hudson & Harrison, 1997, Citado por Bautista, 2017).

#### **Caracterización y geomecánica del macizo rocoso**

Los sistemas de clasificación de los macizos rocosos tienen por objeto evaluar sus características para determinar de forma cuantitativa su calidad. El término “macizo rocoso” se refiere al conjunto de uno o varios tipos de rocas atravesados por planos de discontinuidad en el que se inserta la obra de ingeniería o la mina. Su caracterización requiere el conocimiento de los siguientes parámetros: (Geotécnica, 2003)

#### **Casa de compresora**

Son labores auxiliares que se ubican en superficie.

#### **Chimenea de servicios**

La chimenea de servicios son labores que va permitir ingresar por ella las diferentes líneas de servicios como: aire, agua, energía, etc. y a su vez de salida e ingreso para personal.

#### **Chimeneas de ventilación**

Son labores que se consideran para tener chimeneas de ingreso de aire fresco en la parte central de la mina y dos chimeneas de extracción de aire viciado por los extremos, los cuales nos sirven para la profundización de la mina y la otra para las zonas de trabajo en la parte superior.

### **Consideraciones geomecánicas**

Hay dos aspectos importantes que comentar respecto a la masa rocosa encajonante: su estructura y su calidad. Desde el punto de vista estructural, dos sistemas principales de discontinuidades: uno paralelo al rumbo y buzamiento de las vetas y otro perpendicular al rumbo de las mismas, con buzamiento moderado. Desde el punto de vista de la calidad de la masa rocosa. Para la ejecución de una labor minera es muy importante considerar los aspectos geomecánicas de la masa rocosa, para determinar el grado de seguridad de la estabilidad de las mismas, por el tiempo en que el área excavada permanecerá abierta. (Crawford & Hustrulid, 1979, Bautista, 2017).

### **Discontinuidad**

Es cualquier plano de origen mecánico o sedimentario que independiza o separa los bloques de matriz rocosa en un macizo rocoso.

### **Espaciamiento**

Distancia perpendicular entre dos discontinuidades adyacentes, normalmente se refiere al espaciamiento medio de una familia de discontinuidades. Extensión superficial de una determinada discontinuidad en un plano imaginario que la contenga. (España, 1987, Citado por Bautista, 2017).

### **Factor de seguridad**

El factor de seguridad es una medida determinística de la relación entre las fuerzas (capacidad) y las fuerzas impulsoras (demanda), del sistema en su entorno considerado. El factor de seguridad es el criterio más básico de diseño aceptado en la ingeniería. (Read & Stacey, 2009, Citado por Bautista, 2017).

### **Filtración**

Flujo de agua y humedad libre visible en discontinuidades o en la totalidad de la roca.

### **Información geológica**

En esta parte se define posición, cantidad y calidad del yacimiento en la cual se tiene como datos: perforaciones diamantinas, desarrollos de exploración, registro de ensayos y datos geológicos, levantamiento topográfico con uso de la computadora.

Esta información debe incluir el tamaño, longitud, potencia de las áreas a ser minadas, buzamiento de la veta o cuerpo mineralizado, estrechamiento o ensanchamiento de la mineralización. Contribución de estimaciones (reservas) en el área mineralizada y la presencia de las zonas de mineralización, de la ley mínima de explotación y relación de desmonte. (Patiño, 2002, Citado por Bautista, 2017).

### **Macizo rocoso**

Las masas rocosas se presentan en la naturaleza afectadas por una serie de planos de discontinuidad o debilidad que separan bloques de matriz rocosa formando los macizos rocosos. Para el estudio del comportamiento mecánico del macizo rocoso deben estudiarse las propiedades tanto de la matriz como

de las discontinuidades. (González de Vallejo, 2002)

### **Matriz rocosa**

Es el material rocoso exento de discontinuidades, o los bloques de roca intacta que quedan entre ellas. La matriz rocosa, a pesar de considerarse continua, presenta un comportamiento heterogéneo y anisótropo ligado a su fábrica y a su microestructura mineral. (González de Vallejo, 2002, Citado por Bautista, 2017).

### **Orientación**

Posición de la discontinuidad en el espacio, definida por la dirección del buzamiento y el buzamiento de la línea de máxima pendiente en el plano de la discontinuidad.

### **Relleno**

Material que separa las paredes de una discontinuidad, normalmente más débil que la roca matriz. (España, 1987, Citado por Bautista, 2017).

### **Resistencia a compresión simple**

Es llamada también resistencia uniaxial y se define como el esfuerzo máximo que soporta la roca sometida a compresión uniaxial, la cual se determina a través de una probeta cilíndrica sin confinar en el laboratorio. (Sjöberg, 1996, Citado por Bautista, 2017).

### **Resistencia de la discontinuidad**

Resistencia a la compresión de la superficie de discontinuidad, puede ser más baja que la resistencia de la roca matriz a causa de la meteorización de la misma. (España, 1987, Citado por Bautista, 2017).

### **Roca intacta**

Son cuerpos continuos formados por asociaciones de una o varias especies minerales. Por sus propiedades pueden ser: Homogéneos o Heterogéneos e Isótropos o Anisotrópicos. (Barletta, 2008, Citado por Bautista, 2017).

### **Rugosidad**

Conjunto de irregularidades de diferentes órdenes de magnitud (asperezas, ondulaciones), que componen la superficie de las paredes de una discontinuidad.

### **Subestación eléctrica**

Son labores que contemplan las instalaciones como sub - estaciones eléctricas, los cuales estarán dispuestas en una longitud de 500 m. de distancia cada uno.

### **Talleres interior mina**

Son labores auxiliares que están diseñado en la vía principal. De acuerdo a la necesidad de tener una alta disponibilidad de equipos y reducir las demoras por mantenimiento y correctivos. (Bautista, 2017).

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1. El Problema

En la unidad minera Hualanyog de la empresa minera Nuestra Señora Virgen del Rosario, por ser una mina nueva el nivel de producción todavía no es el óptimo, debido a que todavía no se define el método de explotación a emplear tanto en la explotación de los mantos y del Skarn, que tiene potencias que varían desde 1 metro hasta los 10 metros.

Este aspecto es el principal para determinar el incremento de la producción en la mina Hualanyog a nivel de pequeña minería, además debemos mencionar que la producción es menor porque los tajos convencionales en mina, donde existe dilución y la inestabilidad de las cajas de las rocas.

Son algunos de los aspectos que restringen el nivel de producción la cubicación es lenta porque no existen labores de exploración y desarrollo ya que la principalmente es de lograr una producción a corto plazo 6,000 TM/mes, a mediano plazo 7,500 TM/mes y el de largo plazo será de 10,500 TM/mes, para obtener mayor producción y rentabilidad en el yacimiento minero con bajos costos de operación.

No obstante, la empresa con el fin de incrementar las reservas, la productividad y mejorar la parte operativa de producción mina, se necesita un nuevo diseño y planeamiento para la unidad minera Hualanyog como nueva alternativa de minado en taladros largos en bancos con el propósito de revertir, controlar las cajas y mantener el nivel de producción diario en 200 TM/día en un periodo a corto plazo y

paulatinamente incrementar el nivel de producción a 350 TM/día en un periodo a largo plazo cuando el Proyecto entre en su máxima explotación.

### **3.1.1. Formulación del Problema**

#### **Formulación del problema General:**

¿En qué medida el diseño y planeamiento de minado subterráneo incrementara la producción en la unidad minera Hualanyog - Empresa Minera Nuestra Señora Virgen del Rosario – 2020?

#### **Formulación de problemas específicos:**

1. ¿En qué medida el diseño y planeamiento minado subterráneo de la etapa de geología y del método de explotación incrementaran la producción hasta 350 TM/día?
2. ¿De qué manera influyen en el planeamiento de minado las variables económicas del yacimiento?
3. ¿Cómo influye el uso de un software minero para realizar un óptimo planeamiento de minado?

### **3.1.2. Objetivos de la investigación**

#### **3.1.2.1. Objetivo General**

Desarrollar el diseño y planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción en la unidad minera Hualanyog - empresa minera Nuestra Señora Virgen del Rosario – 2020.

#### **3.1.2.2. Objetivos Específicos**

1. Realizar la evaluación de reservas en función a las toneladas y variables en la unidad minera Hualanyog.

2. Identificar en el planeamiento de minado las variables económicas.
3. Emplear un software minero para realizar un óptimo planeamiento de minado.

### **3.1.3. Justificación e importancia**

El desarrollo del presente proyecto de investigación de tesis se justifica ante la necesidad de mostrar cómo lograr un planeamiento a corto, mediano y largo plazo de manera óptima con aprovechamiento de la tecnología moderna como es la aplicación de un software minero para lograr obtener resultados de manera inmediata y así poder ajustar parámetros para lograr óptimos resultados.

La importancia de poseer resultados en forma inmediata es determinante para la planificación minera ya que poseer la información en tiempo real es determinante para el desarrollo y control del plan de minado.

### **3.1.4. Alcances**

Los alcances de la tesis están orientados a toda la unidad minera Hualanyog.

### **3.1.5. Limitaciones**

Una de las limitaciones fue el poco acceso a la información porque la mina recién está implementándose en la explotación subterránea.

### 3.2. Hipótesis

#### **Hipótesis General.**

El diseño y planeamiento de minado subterráneo incrementara significativamente la producción en la unidad minera Hualanyog - empresa minera Nuestra Señora Virgen del Rosario el año 2020.

#### **Hipótesis Nula.**

Si **No** diseñamos y hacemos el planeamiento de minado subterráneo **No** se incrementará significativamente la producción en la unidad minera Hualanyog - Empresa Minera Nuestra Señora Virgen del Rosario el año 2020.

#### **Hipótesis Específicas.**

- Las faces que determinan el diseño y planeamiento de minado que son: geología, geomecánica, método de minado, que incrementarán la producción.
- Las variables económicas tienen efecto en el planeamiento de minado.
- El incremento de la producción maximizara las ganancias de la empresa.

### 3.3. Variables

#### **Variable Independiente (x):**

Diseño y planeamiento de minado subterráneo.

#### **Variable dependiente (y):**

Incremento de la producción en la unidad minera Hualanyog - Empresa Minera Nuestra Señora Virgen del Rosario - 2020.

### 3.3.1. Operacionalización de variables

Tabla N° 3: Operacionalización de variables

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	INDICADORES	INDICES
Variable Independiente	Diseño y planeamiento de minado subterráneo.	- Geología.	- Estimación de reservas. - Cantidad de reservas. - Cantidad de estéril. - Ley de mineral.
		- Geomecánica.	- RMR y Q
		- Método de minado	- Tajeo por Subniveles (Sublevel stoping)- - Corte Reducción Dinámica. (Bench and fill). - Precio de los metales. - Costos de minado y procesamiento.
Variable dependiente	Incremento de la producción en la unidad minera Hualanyog - Empresa Minera Nuestra Señora Virgen del Rosario - 2020.	- Toneladas de producción por día.	- TM/día. - Tiempo de vida de la mina. - Método de explotación. - Diseño de labores. - Ritmo de producción. - Aplicaciones del software minero y planeamiento de minado.
		- Toneladas de producción por mes.	- TM/mes

Fuente: Adaptación propia.

### 3.4. Diseño de la investigación

#### 3.4.1. Tipo de investigación

El presente proyecto de tesis considera una investigación. **Aplicada**, según Restituto, (1991). (Citado por Mendiola, 2017). El tipo de ensayos que se realizó, será de una estrategia de Causa - Efecto, la causa básica será el diseño y planeamiento de minado subterráneo que genere incrementar la producción en la unidad minera Hualanyog - empresa minera Nuestra Señora Virgen del Rosario el año 2020.

### 3.4.2. Nivel de la investigación

Es el **Explicativo**. Según kristell,, (2010). (Citado por Mendiola, 2017). Las investigaciones explicativas buscan especificar las propiedades importantes de los hechos y fenómenos que son sometidos a una experimentación en el campo.

### 3.4.3. Método

En la presente investigación; Se utilizará el Método Científico. El estudio del método científico es objeto de estudio de la epistemología. Asimismo, el significado de la palabra "método" ha variado. Ahora se le conoce como el conjunto de técnicas y procedimientos que le permiten al investigador realizar sus objetivos. el método científico comprende un conjunto de normas que regulan el proceso de cualquier investigación que merezca ser calificada como científica.

El método científico tiene los siguientes pasos:

PASO 1: Concebir la idea de investigación.

PASO 2: Plantear el problema de investigación.

- ✓ Establecer objetivos de investigación.
- ✓ Desarrollar las preguntas de investigación.
- ✓ Justificar la investigación y su viabilidad

PASO 3: Elaborar el Marco Teórico.

- ✓ Revisión de la literatura (Detección de la literatura, obtención de la literatura, consulta de la literatura, extracción y recopilación de la información de interés).

- ✓ Construcción del marco teórico.

PASO 4: Definir el tipo de investigación.

- ✓ Hay definir si la investigación se inicia como exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa y hasta que nivel llegará.

PASO 5: Establecer la Hipótesis.

- ✓ Detectar las variables.
- ✓ Definir conceptualmente las variables.
- ✓ Definir operacionalmente las variables.

PASO 6: Seleccionar el diseño apropiado de investigación.

- ✓ Experimental.
- ✓ Puro.
- ✓ Pre - experimental.
- ✓ Cuasi - experimental.
- ✓ No experimental.

PASO 7: Determinar la población y la muestra.

- ✓ Determinar el universo.
- ✓ Seleccionar una muestra apropiada para definir los sujetos que van a ser medidos
- ✓ Elegir tipo de muestra (Probabilística: Simple, estratificada, por racimos. No probabilística: Sujetos voluntarios, expertos, sujetos - tipos y por cuotas).

- ✓ Definir el tamaño de la muestra.
- ✓ Aplicar el procedimiento de selección.
- ✓ Obtener la muestra.

PASO 8: Recolección de datos.

- ✓ Elaborar el instrumento de medición y aplicarlo.
- ✓ Calcular validez y confiabilidad del instrumento de medición.
- ✓ Codificar los datos.
- ✓ Archivar los datos y prepararlos para el análisis.

PASO 9: Analizar los datos

- ✓ Seleccionar las pruebas estadísticas.
- ✓ Elaborar el problema de análisis.
- ✓ Realizar los análisis

PASO 10: Presentar los resultados.

- ✓ Elaborar el reporte de investigación.
- ✓ Presentar el reporte de investigación. (Hernández, 2014).

#### 3.4.4. Población y muestra.

**Población:**

La población de esta investigación, está constituida por la Unidad Minera Hualanyog de la Empresa Minera Nuestra Señora Virgen del Rosario en el año 2020.

### **Muestra:**

La muestra para este tipo de investigación es del tipo no probabilístico y estará constituido por toda el área de operaciones mina (Perforación, Voladura, Desatado y Sostenimiento, Transporte y Acarreo).

#### **3.4.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

- **Técnica.** - Para sustentar el presente trabajo se recopilará información técnica relacionada con la tesis, publicados en artículos, libros, tesis de grados, revistas, informes especializados, páginas de Internet relacionadas con la minería subterránea mecanizada.
- **Instrumento.** - Los instrumentos que se han utilizado en el presente estudio fue la hoja de registros de producción, reporte diario de operación, informes semanales y mensuales.
  - a. **Hoja de registros de producción:** Es una plantilla donde se reporta la producción del tipo de mineral.
  - b. **Reporte diario de operación:** Es una plantilla donde se reporta los trabajos diarios de avance en la producción.
  - c. **Informes semanales y mensuales:** Es la recolección de datos de trabajos diarios en la producción.

#### **3.4.6. Procedimientos de recolección de datos.**

Se describió y se desarrolló paso a paso los temas relacionados para hacer el diseño y planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción en la unidad minera Hualanyog - empresa minera Nuestra Señora Virgen del Rosario en el año 2020.

- **Información geológica.** - La información geológica es muy importante para poder identificar el tipo de yacimiento que se tiene.
- **Información geomecánica.** - Para la recolección de datos geomecánicos los métodos que se emplean son los siguientes.
  - ❖ Registro de datos (logueos geomecánicos de taladros diamantinos).
  - ❖ Índice de designación de la calidad de roca (RQD).
  - ❖ Clasificación de la masa rocosa RMR (Bieniawski).
  - ❖ Para la clasificación de la masa rocosa se usó la tabla de GSI según el tipo de roca donde se relacionó cada parámetro a sus equivalencias.
- **En ventilación de labores.** - Se realizó el reconocimiento de todos los ingresos de aire limpio y las salidas de aire viciado con sus respectivas áreas para determinar los caudales de ingreso y salida necesaria para unidad minera Hualanyog, de acuerdo a los equipos que se tienen en operación y al personal en dicha operación.
- **Medición de áreas.** - Son específicamente la base por la altura de la sección de ingreso.

$$\text{Área} = \text{base} \times \text{Altura}$$

Medición del flujo de aire:

$$V = e/t$$

Dónde:

$$V = \text{Velocidad del aire (m/s)}$$

$e =$  Distancia (1 m)

$t =$  Tiempo (s)

- **Materiales.** -Los materiales empleados en el trabajo de investigación son los siguientes:

- ❖ Material de escritorio.
- ❖ Material de Papelería.
- ❖ Material bibliográfico.
- ❖ Equipos de cómputo (Laptop).
- ❖ Software (MINESIGHT, AutoCAD, Excel, Word y Power Point).
- ❖ Asesoría para el desarrollo de la investigación.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 4.1 Descripción de la realidad y procesamiento de datos

Para la ejecución del proyecto de explotación “Hualanyog” se contempla la explotación de Tajeo por Subniveles para la explotación de Skarn, mientras que el otro será Corte Reducción Dinámica y Estática con Relleno Ascendente para los mantos para es necesario el diseño y planeamiento de minado subterráneo. La producción será: A corto plazo 600 TM/mes, a mediano plazo 7500 TM/mes y el de largo plazo será de 10,500 TM/mes. Partiendo de cálculo de recursos, con el cual se puede determinar la cantidad de metal presente en cada punto posible de extracción, para de esta manera encontrar la posibilidad de valorizar cada uno de los volúmenes con recursos estimados. Si se tiene tajeos de vetas en mina subterránea con tonelajes y leyes de metal, estas recibirán un valor de acuerdo al contenido de metal, precio y recuperación metalúrgica. El cálculo de las reservas probadas y probables para el proyecto “Hualanyog” se ha incidido en los datos obtenidos en el campo.

#### 4.2 Diseño y planeamiento de minado subterráneo de la unidad minera Hualanyog - Empresa Minera Nuestra Señora Virgen del Rosario – 2020

##### Calculo de reservas

La zona del Cerro Hualanyog se hospedan dos tipos de mineralizaciones para los cuales se considera un peso específico de mena de 3.2 t/m<sup>3</sup> en promedio; lo cual nos permite cuantificar los recursos minerales para realizar el planeamiento de minado.

### Calculo de reservas del proyecto de explotación “Hualanyog”:

Son aquellas en las que existe riesgo de discontinuidad. Tanto la geometría, como el volumen de mineral y la ley han sido inferidos a partir de información menos completa que en el caso anterior.

Se considera bloques de mineral probable, el cual tiene forma de paralelepípedo, cuyo lado mayor será la longitud de la galería inferior y la altura entre galerías.

RP = Longitud de galería de extracción (m) x Altura de block (m) x Ancho de la veta (m) x Densidad.

$$RP = L \times h \times a \times \text{densidad (TM9M3)}$$

Densidad promedio = 3.2 t/m<sup>3</sup>.

Tabla N° 4: Calculo de reservas del proyecto de explotación “Hualanyog”

Tipo de Reservas	(m <sup>3</sup> )	TM
Probadas (Skarn)	335,937.5	1'075,000
Probadas (Manto)	3,750	12,000
Probables(Skarn)	13,4375	430,000
Probables (Manto)	1,500	4,800
<b>Total</b>	<b>475,562.5</b>	<b>1'521,800</b>

Fuente: Departamento de Geología, 2017.

Como se ha indicado anteriormente los dos primeros años del trabajo de minado se realizarán con producciones de 200 y 250 TM; para finalmente trabajar con una producción diaria de 350 TM.

Entonces para obtener la vida útil de la mina se realizarán los siguientes cálculos:

Tabla N° 5: Producción proyectada

<b>Año</b>	<b>Producción día (TM)</b>	<b>Producción mes (TM)</b>	<b>Producción año (TM)</b>
1er Año	200	6000	72,000
2do Año	250	7500	90,000
3er Año en adelante	350	10500	126,000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 6: Producción proyectada

Reservas Probadas + Reservas Probables	<b>1'521,800</b>
(Reservas Probadas + Reservas Probables) – (1er Año + 2do Año)	<b>1'359,800</b>

Fuente: Elaboración propia.

Vida Útil = (Reservas – Producción año – Producción 2 año)/producción del año tres en adelante + año 1 + año 2 = 12.8 años.

El tiempo de vida de la mina según los cálculos es de 12.8 años, de los cuales 10.8 años se tendrá una producción continua de 350 TM/día.

### **Explotación minera:**

De acuerdo al estudio Geológico y Geomecánico realizado de la estructura Mineralizada y sus respectivas cajas encajonantes se ha podido determinar las siguientes características:

Tabla N° 7: Producción proyectada

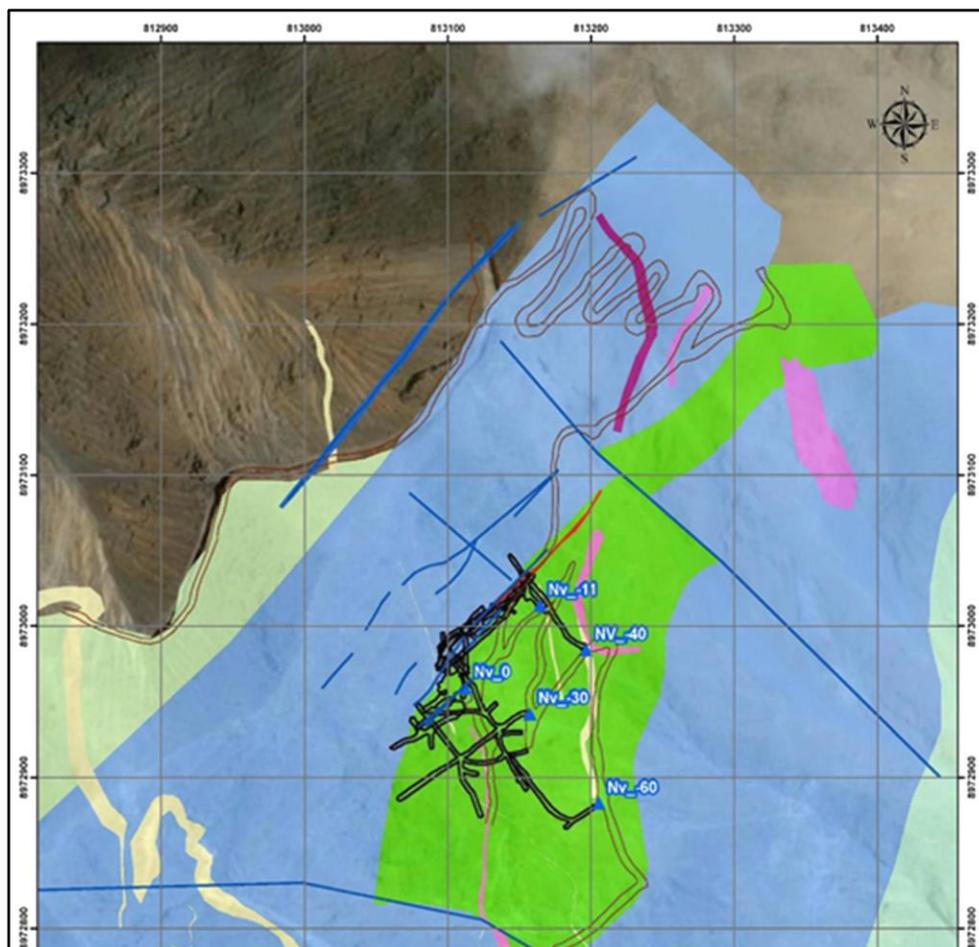
<b>Geometría del Yacimiento</b>	<b>Aceptable</b>
Forma	Cuerpos
Potencia	1.50 a 5.00m
Buzamiento	60° a 80°
Tamaño	+200 m
Regularidad	Regular
<b>Aspectos Geotécnico</b>	<b>Aceptable</b>
Resistencia (Techo)	>70 MPa

Resistencia (mineral)	>60 MPa
Fracturación (Techo)	Media-Alta
Fracturación (mineral)	Media
Campo Tensional In-situ (Profundidad)	< 200 m
Comportamiento Tenso-Deformacional	Elástico
<b>Aspectos Económicos</b>	<b>Aceptable</b>
Valor Unitario del Mineral	Media
Productividad y ritmo de explotación	250 tn/día

Fuente: Elaboración propia.

Con las características mencionadas se ha podido determinar que el método a utilizarse va a ser el **CORTE REDUCCION DINAMICA y ESTATICA CON RELLENO ASCEDENTE**.

Figura N° 17: Plano de labores subterráneas.



Fuente: Departamento de Geología, 2017.

## **Descripción del método de corte reducción dinámica y estática con relleno ascendente.**

Es un método de rotura ascendente (realce). El Mineral es arrancado por franjas horizontales y/o verticales empezando por la parte inferior del tajeo y avanzando verticalmente. Cuando se ha roto la franja completa, se jala 1/3 del volumen de rotura, luego se procede a la preparación de campo a una altura de 7' del piso al techo de tal forma que nos permita realizar otro corte, el exceso de Mineral se extrae con scoop de 2.5 por los subniveles previamente preparado. La explotación de corte reducción dinámica y Estática tiene la siguiente característica:

- Fuerte buzamiento, superior a los 60° de inclinación.
- Características físico-mecánicas del mineral y roca de caja relativamente de mediana a roca competente.
- Potencia moderada.
- Regulares del yacimiento.

### **Características generales del método de explotación:**

Posibilidades de aplicación:

- Este método tiene posibilidades de aplicación bastante amplias, se aconseja especialmente en aquellos yacimientos donde las cajas son satisfactorias.
- Como se trabaja con una altura máxima equivalente a la altura de dos cortes (2.5 o 3 mts.) es posible controlar mediante sostenimiento con Split set de 8 pies.
- Seguridad: Este método ofrece bastante seguridad en todo a lo que refiere al obrero contra desprendimiento de roca ya sea del techo o las paredes.

### Recuperación:

- En general es bastante REGULAR, siempre que se tome la precaución de evitar pérdidas de mineral aprisionado por las cajas. Cabe agregar, que éste método permite seguir cualquier irregularidad de la mineralización.

### Dilución de la ley:

- Existe dilución de la ley en el momento de cargar los últimos restos de mineral arrancado que queda almacenado en el tajeo.
- Rendimientos: Sus rendimientos se pueden considerar satisfactorios.
- En tajeos sin mecanización, se alcanza normalmente rendimientos del orden 2,5 ton/hombre, según el ancho de la veta. En tajeos mecanizados, este rendimiento es duplicado, es decir se alcanza una cifra del orden de 5 ton/hombre.
- Una vez realizado la limpieza de mineral se procede a rellenar con material estéril proveniente de los avances por ello no se saca desmonte a superficie evitando la contaminación.

### Ventajas:

- La recuperación es cercana al 80%.
- Es selectivo, lo que significa que se pueden trabajar secciones de alta ley y dejar aquellas zonas de baja ley sin explotar A MANERA DE PILARES.
- Es un método relativamente seguro.
- Puede alcanzar un alto grado de mecanización.
- Se adecua a yacimientos con propiedades físicas o mecánicas de mediana a competente.

### **Desventajas:**

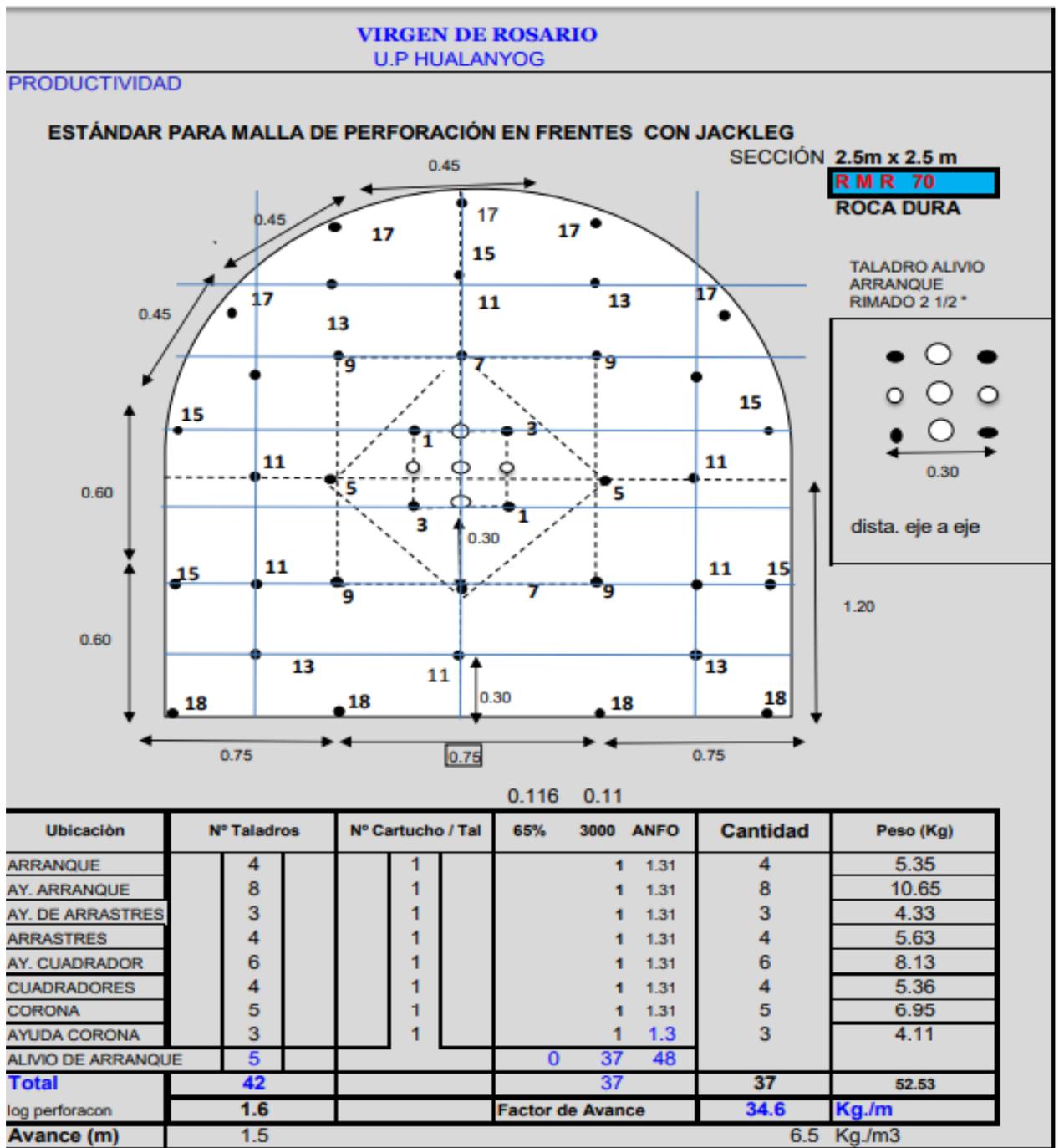
- Bajo rendimiento por la paralización de la producción.

### **Ciclo de producción:**

Es importante que en este método de explotación organizar el trabajo:

- 1. Perforación.** - Se utiliza máquinas perforadoras Jack-leg y stopper, la primera se utilizará en la preparación de Galerías, cruceros.
  - ❖ Las máquinas stopper, se utilizará en la perforación de las chimeneas y explotación propiamente dicha.
  - ❖ Los frentes de preparación son horizontales y verticales. Los frentes verticales son chimeneas de bloqueo con sección de 1.2 x 2.4m y/o 1.2 x 1.2 m.
  - ❖ Las secciones para frentes horizontales son de 2.5 x 2.5 m.
  - ❖ El número de taladros por disparo en frentes horizontales varía de acuerdo al tipo de roca, varia de 40 a 42 taladros. Se adjunta estándar. (ver página siguiente diseño de perforación y voladura de rocas).
- 2. Voladura.** - Se realiza mediante la utilización de explosivos en este caso Emulnor de 5000 y ANFO, como accesorios que se utilizaran son: Carmex de 7' y mecha rápida Z-18.
- 3. Sostenimiento.** - De acuerdo al estudio de Geomecánica del área de trabajo, se utiliza el elemento de sostenimiento como: Split set de 5 pies y de 8 pies y malla electro soldada.

Figura N° 18: Estándar de malla de perforación con Jumbo.



Fuente: El Tesista

4. **Carguío.** - El carguío de mineral y/o desmonte se realiza con un Scoop de 2.5 yd<sup>3</sup> que nos permite acelerar el ciclo de limpieza.
5. **Transporte.** - El transporte de mina hacia cancha de mineral en Dumper de 5.0 yd<sup>3</sup>.

6. **Ventilación.** - Se utilizará los dos tipos de ventilación, la Mecánica y Natural dependiendo las necesidades de acuerdo al desarrollo de las operaciones Mineras. Desde ya se opta por la ventilación natural mediante chimeneas los cuales son conectadas a superficie.
7. **Relleno.** - Se utilizará Relleno detrítico, proveniente de las preparaciones y desarrollos de la mina. Lo cual evitara sacar material estéril a superficie.
8. **Drenaje.** - La unidad se encuentra en zona árida por lo cual no se tiene presencia de agua.

#### **Descripción de equipos utilizados en mina**

- a) **Perforadoras tipo Jackleg/Stopper.** - Debido a su facilidad para perforar en cualquier posición, esta máquina es la más utilizada en las galerías, cruceros y tajos. Además, es liviana, fácil de manejar. Las perforadoras corrientemente empleadas en la construcción de túneles son neumáticas de percusión; requieren una presión de aire de 5 a 8 atmósferas; y el aire comprimido se produce con una compresora, generalmente móviles. La perforación de taladros con máquinas Jackleg para casos de frentes de galería se realiza con la utilización de Barrenos integrales de 2, 4, 6 y 8 pies, en el caso de chimeneas con las máquinas stopper se perforan con barrenos de 2, 4, 6 y 8 pies; la minimización del polvo de perforación se realiza con la utilización de agua durante la perforación.
- b) **Scooptram (LHD).** - Son equipos que se utiliza en el desarrollo de galerías, se utilizará el scoop diésel de 2.5 yd<sup>3</sup>, proveído provisto de catalizadores.
- c) **Compresora.** - Para la generación de aire comprimido se utiliza compresoras de 1000 cfm. cuyo funcionamiento es a petróleo

- d) **Ventilador.** - Se utiliza ventiladoras de 5.000 cfm. Y 10.000 cfm según sea la necesidad de aire de ventilación. Pero preferentemente se da importancia a la ventilación natural, mediante chimeneas.

**Planeamiento de avances y labores (Tajeos, Galerías, Cruceros, Subniveles):**

Tabla N° 8: Planeamiento de avances y labores 2020.

	Reservas de mineral					
	Reservas probadas	Reservas medidas	Recursos medidos	Recursos indicados	Zinc	Oro
	TM	TM	TM	TM	%	gr/tm
Nv_0	0	1,000			9.0	1.0
Nv_-11	1,000	1,000			9.0	1.0
Nv_-30	10,500	20,000	20,000	20,000	9.0	1.0
Nv_-40	500	2,000	2,000	2,000	9.0	1.0
Nv_-70		2,000	2,000	2,000	9.0	1.0
Nv_-90			10,000	10,000	9.0	1.0
Nv_-120			10,000	10,000	9.0	1.0
<b>SUBTOTAL</b>	12,000	26,000	44,000	44,000		
<b>TOTAL</b>		126,000				

Fuente: El Tesista.

Tabla N° 9: Programa de Producción Mensual 2020.

	Rotura	Mineral	Zn	Au
	Tm	Tm	%	gr/tm
Enero	6,000	3,000	9.0	1.0
Febrero	7,000	3,500	9.0	1.0
Marzo	9,000	4,500	9.0	1.0
Abril	10,000	5,000	9.0	1.0
Mayo	10,000	5,000	9.0	1.0
Junio	10,000	5,000	9.0	1.0
Julio	10,000	5,000	9.0	1.0
Agosto	10,000	5,000	9.0	1.0
Setiembre	10,000	5,000	9.0	1.0
Octubre	10,000	5,000	9.0	1.0
Noviembre	10,000	5,000	9.0	1.0
Diciembre	10,000	5,000	9.0	1.0
<b>TOTAL</b>	112,000	56,000		

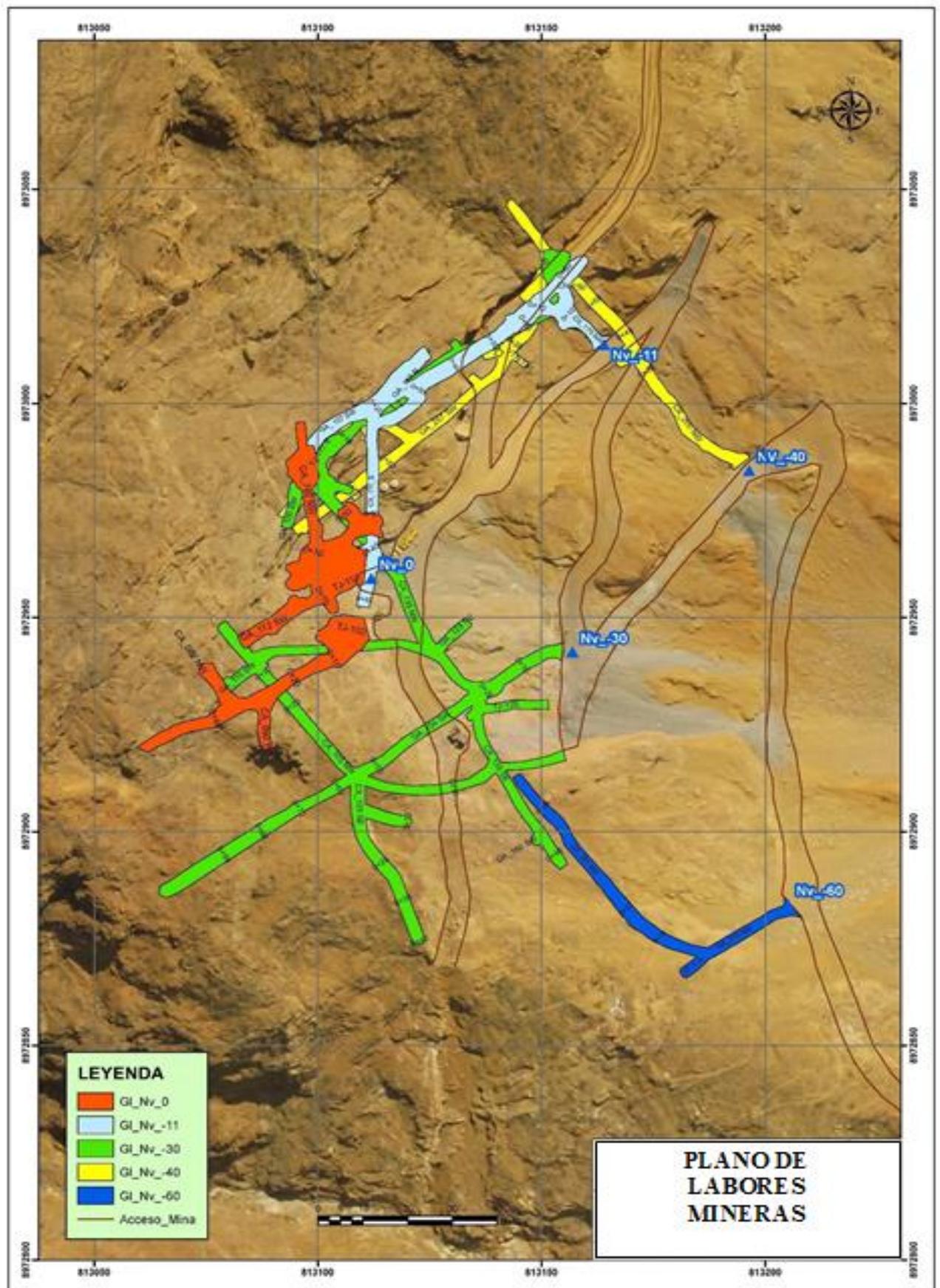
Fuente: El Tesista.

Tabla N° 10: Programa de Avances y Desarrollo 2020.

	Labores	Longitud (m)	1 Año													
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Ju	Ago	Set	Oct	Nov	Dic		
Nv. -011	GL 112 S	70	35	35												
	CH 112	20			20											
	GL 112 N	60	30	30												
	GL 111	40	20	20												
	CH 157	20	20													
	GL 157 S	60			30	30										
	GL 157 N	60			30	30										
	Total	392														
Nv. -030	GL 100 S	80				30	30	20								
	CH 100	40		20	20											
	GL 100 N	80							30	30	20					
	CX 135 N	60							30	30						
	CH 135	30				15	15									
	CX 105 N	80							30	30	20					
	CH 105	30							15	15						
	GA 257 S	100			20	20	20	20	20							
Nv. -040	CX 095 S	150			30	30	30	30	30							
	CH 095	30								15	15					
	CX 181 NW	210	30	30	30	30	30	30	30							
	CH 181	30	15	15												
Nv. -070	GA 210 SW	150								30	30	30	30	30		
	GA 150 N	90										30	30	30		
	CH 150	30											15	15		
	GA 150 S	90										30	30	30		
Nv. -090	GA 166 N	150								30	30	30	30	30		
	CH 166	30											15	15		
Nv. -120	GL 266 N	210							30	30	30	30	30	30		
	CH 266	30												15	15	
TOTAL			150	150	180	185	125	205	215	145	105	150	195	195		

Fuente: El Tesista.

Figura N° 19: Plano de labores mineras.



Fuente: El Tesista

### **Diseño detallado de polvorín:**

Para el uso de explosivos, accesorios y agentes de voladura se contará con el Certificado de Operación Minera vigente y estar inscritos en la SUCAMEC. Artículo 211°; además se cumplirá con los Artículos 214°; 215°, 216°; 217; 218° y 219°.

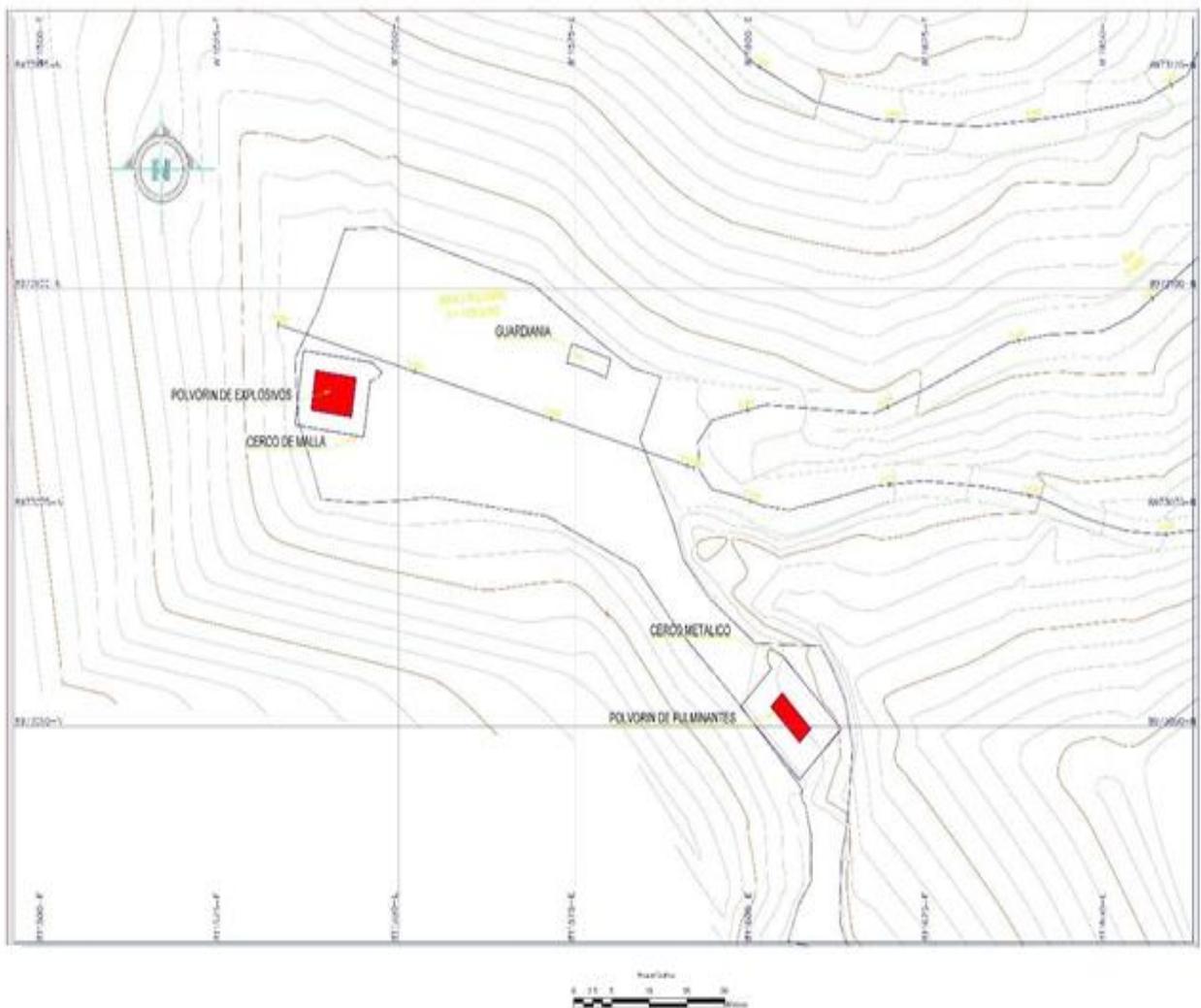
- **Polvorín de accesorios de voladura.** - Se almacenan en depósitos diferentes a las de los explosivos tiene sus respectivos letreros de señalización.
- **Polvorín de explosivo.** - Para el almacenamiento de explosivos se considera lo siguiente:

#### **Advertencia:**

- ❖ Se almacenarán los explosivos solamente en los polvorines.
- ❖ Responsabilidad: se asigna una persona responsable del control físico y de la administración de la existencia de los explosivos.
- ❖ Envases: son almacenados en sus propios envases, después de emplearlos, los envases son destruidos.
- ❖ Altura: un metro ochenta (1.80 m.) es la altura máxima de apilamiento. Cuando el apilamiento se haga desde el suelo, los pisos de los polvorines son entablados empleándose madera con tratamiento ignífugo. En caso que no necesitara ser recubierto, el almacenamiento podrá hacerse en anaqueles de madera con tratamiento ignífugo, espaciados según las dimensiones de las cajas.

- ❖ Disposición: las cajas o envases de EMULNOR se almacena mostrando las etiquetas con la característica de contenido, de tal forma que los cartuchos se encuentren con su eje mayor en posición horizontal.
- ❖ Separación: las cajas o envases almacenados mantienen 0.80 metros de separación con la pared más próxima.
- ❖ Antigüedad: en la atención de salida de explosivos, se da preferencia a los de ingreso más antiguo

Figura N° 20: Plano de ubicación del polvorín.

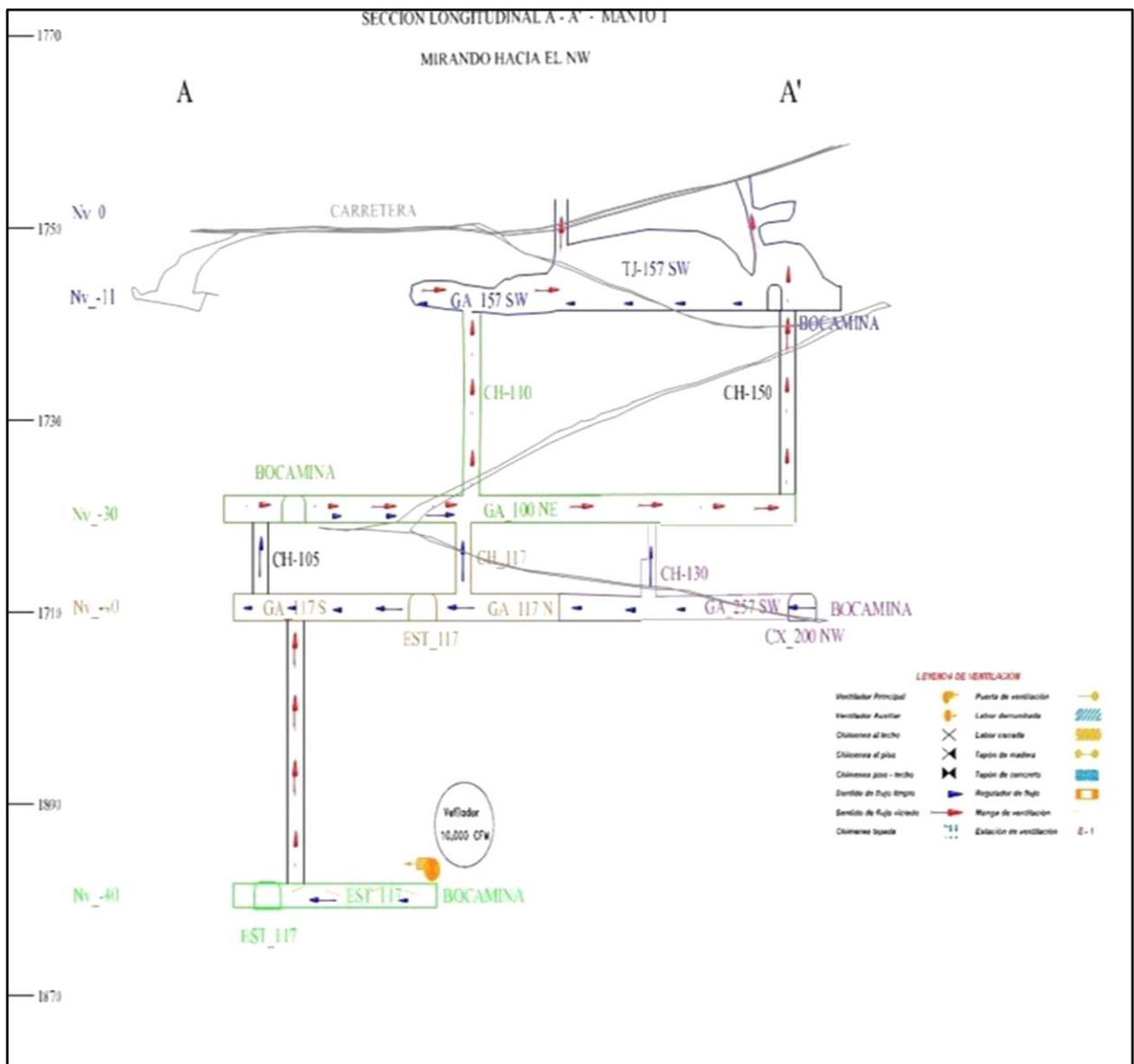


Fuente: El Tesista

## Ventilación:

1. **Ventilación natural.** - Se da uso a la ventilación natural a través de las galerías de acceso y chimeneas de ventilación, el aire fresco ingresa por las galerías hasta los niveles inferiores, siendo estas evacuadas a través de chimeneas a la superficie.
2. **Ventilación mecánica.** - Para dar mayor fluidez a la ventilación en los frentes de desarrollo, se ayuda con ventiladoras de 5,000 cfm.

Figura N° 21: Vista del sistema de ventilación.



Fuente: El Tesista

**Drenaje.** - En la unidad se encuentra en la costa en una zona árida, donde no se tiene presencia de agua, solo se tiene agua de la perforación.

### **Estudio de ingeniería básica del botadero:**

El estudio geotécnico se realizó con la finalidad de evaluar las características y propiedades del suelo y roca, donde en un futuro se realizará la cimentación del botadero de desmonte.

Para tal fin se efectuó un programa de investigaciones de campo y ensayos de composición in situ. Con la finalidad de conocer las propiedades físicas y condiciones naturales (humedad, densidad, permeabilidad y resistencia al corte) del suelo de área del proyecto (área de implementación de componentes), en el cual se realizó 1 calicata, no se pudo tomar mayores calicatas por motivos de accesibilidad.

La excavación de calicata se realizó de forma manual para la zona de emplazamiento y la ubicación que se colocó fue a criterio del especialista.

### **Ensayos de permeabilidad:**

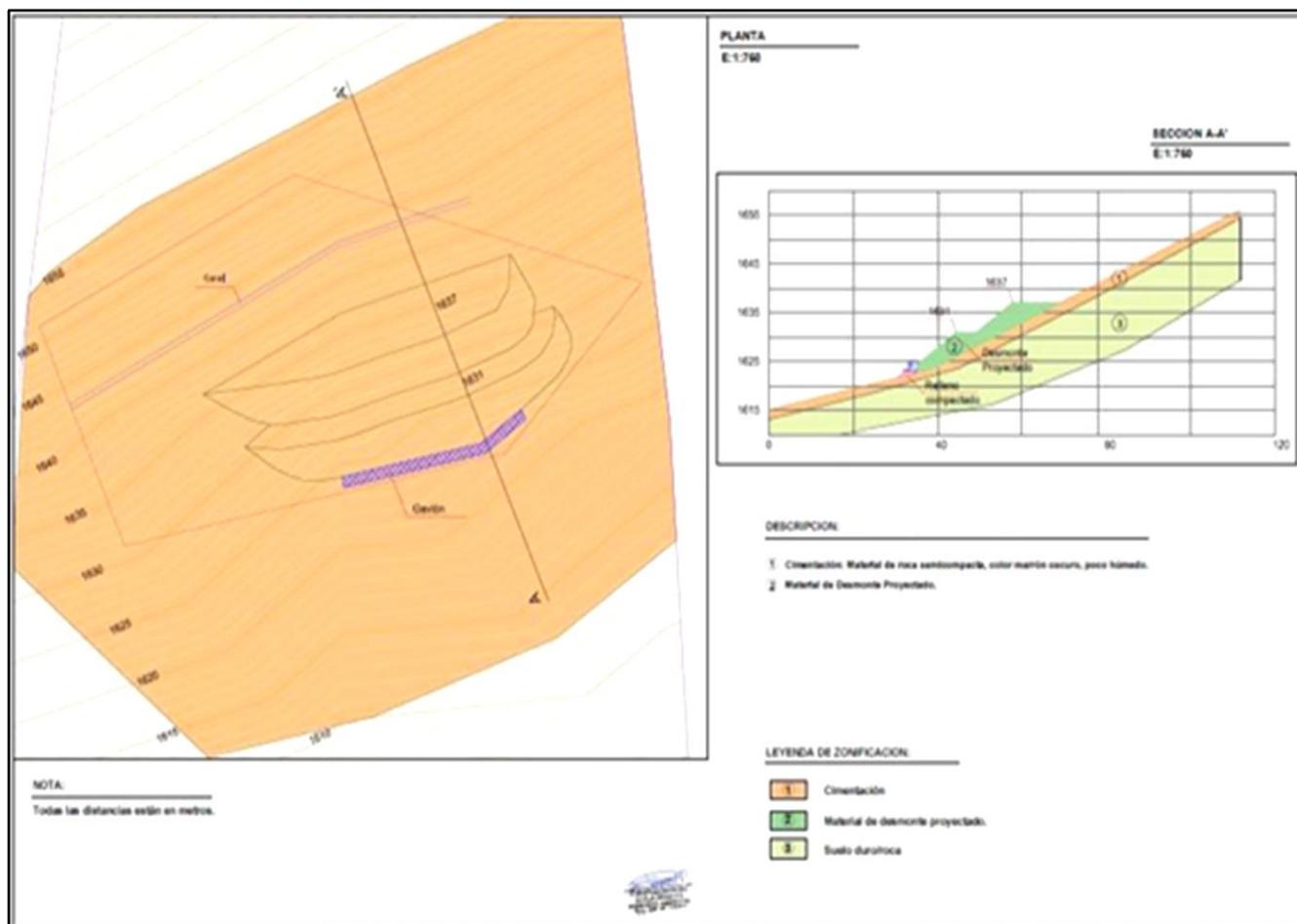
La permeabilidad de los suelos tiene un efecto decisivo sobre el lugar propuesto para la cimentación del componente como son especialmente la construcción del botadero desmonte.

El ensayo se realizó de manera in situ por carga variable en el interior de la calicata mediante llenado de agua hasta una cota determinada para lo cual se utiliza un flexómetro, para lo cual la excavación debe cumplir ciertos parámetros en su forma (diámetro de 16 cm y una profundidad de 15 cm), luego se anota los datos durante el descenso del agua de manera constante para al final trabajarlos en gabinete y hallar el caudal y el coeficiente de permeabilidad.

## Diseño en planta y sección del botadero de desmonte proyectado:

A continuación, se presentan las vistas del Diseño del Botadero de desmonte proyectado.

Figura N° 22: Diseño en planta y sección del botadero de desmonte proyectado.



Fuente: El Tesista

## Medidas de control y monitoreo de estabilidad física.

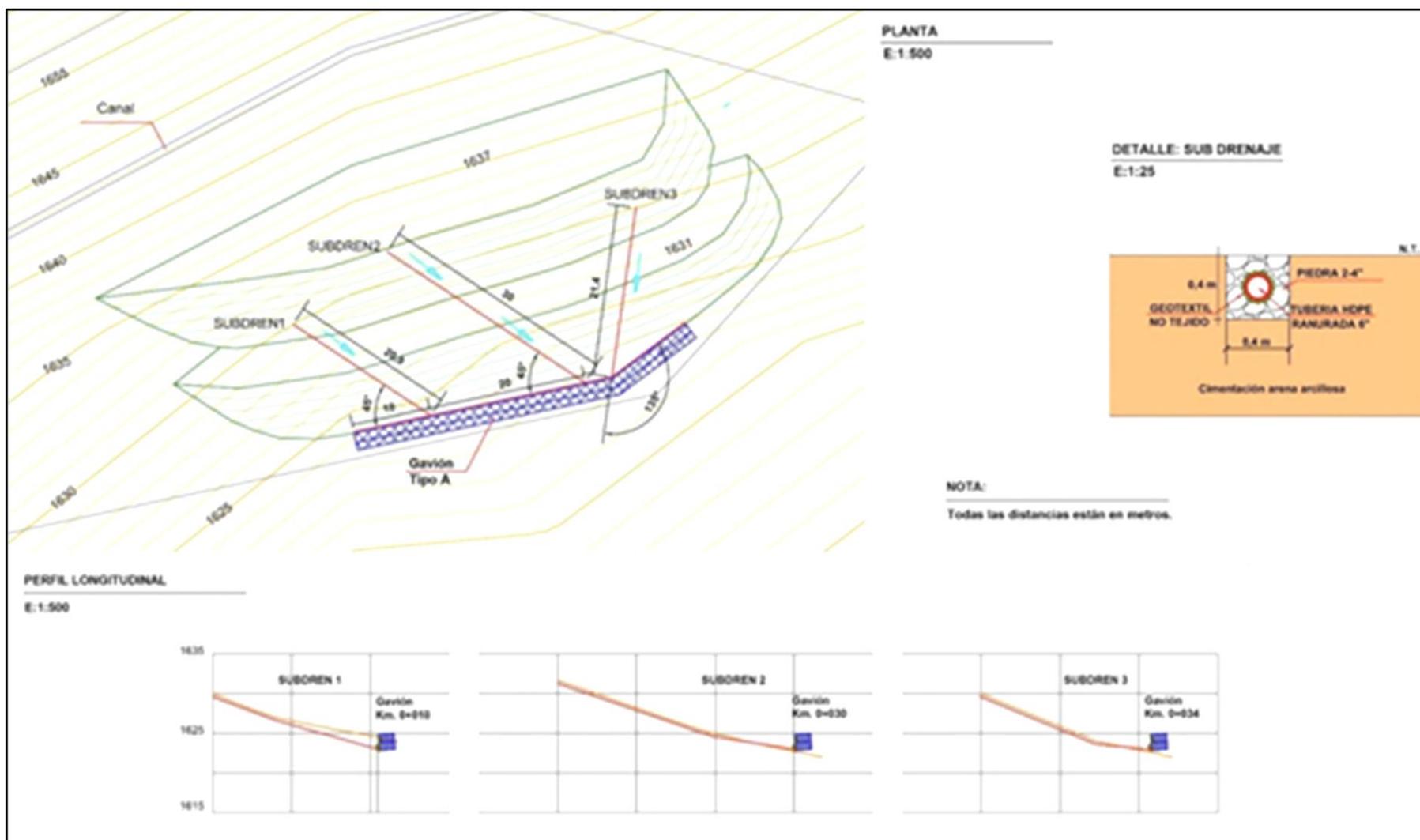
Durante la fase de operación del botadero de desmonte, surge la necesidad de realizar monitoreos geotécnicos de los materiales que interactúan con dicha estructura, sean estos materiales de soporte, como suelos de fundación o materiales que forman parte de su entorno, como el caso de los taludes o las laderas naturales que según su grado de estabilidad pueden representar una amenaza al personal obrero que labora o las estructuras cercanas del proyecto.

La puesta en marcha de medidas de control y monitoreos de estabilidad física en particular, depende del grado de seguridad que se requiera para la inversión realizada y para la empresa usuaria del componente, es importante definir con anterioridad los parámetros de estabilidad física que se desean evaluar, sean estas deformaciones, presión de poros, esfuerzos totales, entre otros.

Los objetivos de un programa de monitoreo de talud de los bancos del botadero de desmonte son:

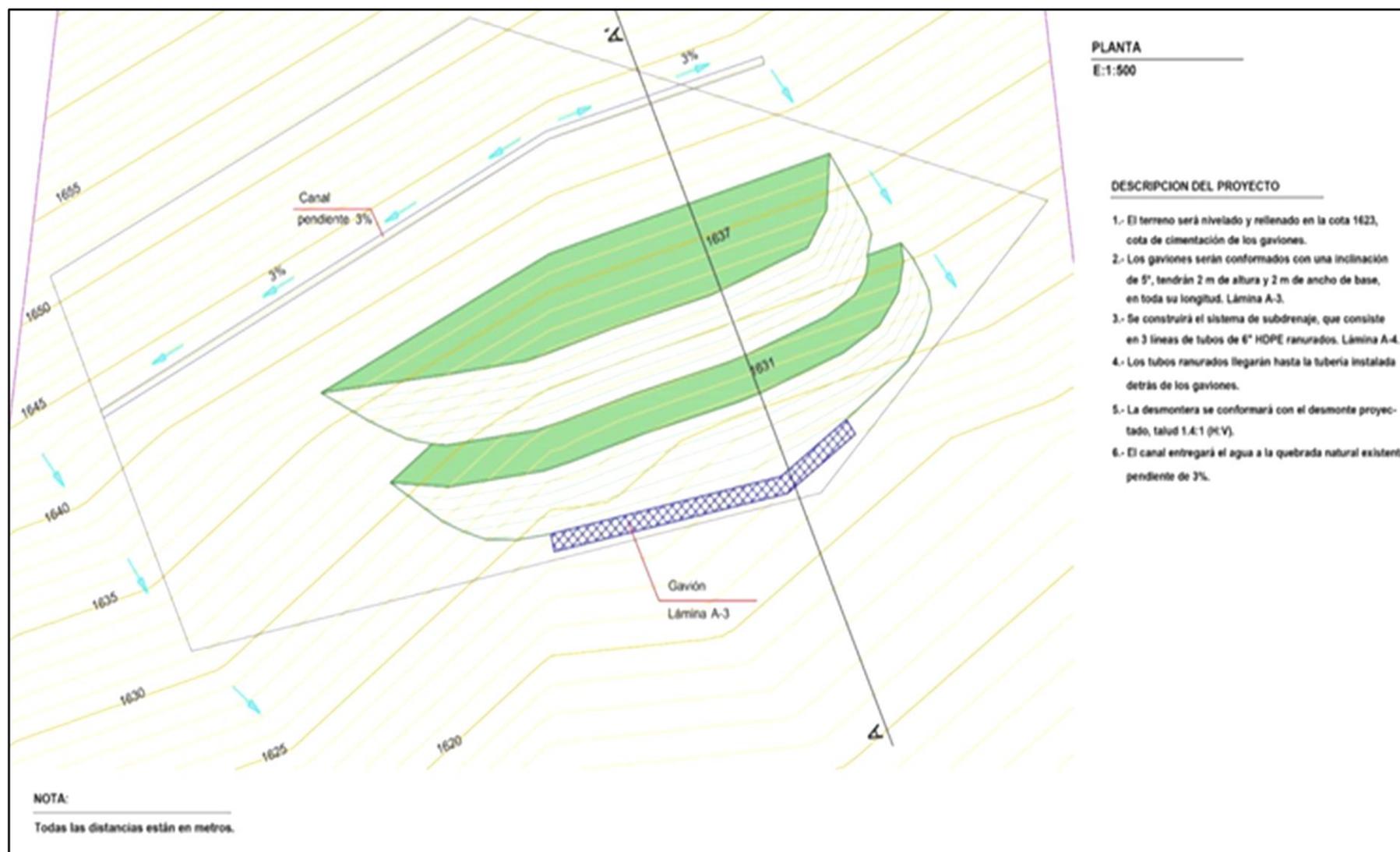
- Proporcionar un aviso preventivo de la inestabilidad, para realizar los planes de contingencia o manejo pertinentes.
- Proporcionar información de estabilidad física para analizar los mecanismos de desplazamiento de la pendiente, para designar medidas correctivas.
- Mantener los procedimientos operacionales de seguridad con el fin de proteger al personal y los equipos.
- Un programa de monitoreo permite establecer medidas de prevención para evitar deslizamientos, colapsos de estructuras frente a potenciales fallas por acción dinámica.
- Durante la construcción del botadero de desmonte se establecerán puntos de monitoreos tales como la instalación de inclinómetros, piezómetros, puntos de control geodésicos y puntos de control topográfico; los puntos estratégicos de control serán establecidos por el personal consultor contratado para dicho fin.

Figura N° 23: Diseño en planta del botadero de desmonte proyectado.



Fuente: El Tesista

Figura N° 24: Diseño de perfil del botadero de desmonte proyectado.



Fuente: El Tesista.

### **4.3 *Discusión de resultados***

Con las características del yacimiento se ha podido determinar que el método a utilizarse va a ser el CORTE REDUCCION DINAMICA y ESTATICA CON RELLENO ASCEDENTE. La perforación y voladura de rocas será manual. De acuerdo al estudio de Geomecánica del área de trabajo, se utiliza el elemento de sostenimiento como: Split set de 5 pies y de 8 pies y malla electro soldada.

La Ventilación será natural y en las zonas que requiera se empleara ventilación mecánica con la ayuda de ventiladoras de 5,000 cfm.

La zona de botaderos presenta condiciones buenas de estabilidad física.

La producción en el primer año es de 200 TM//día, el segundo año es de 250 200 TM//día y a partir del tercer año será de 350 200 TM//día.

### **4.4 *Aporte del tesista***

Se realizó el Diseño y Planeamiento de minado subterráneo y con ello se incrementará la producción en la unidad minera Hualanyog de la empresa minera Nuestra Señora Virgen del Rosario el año – 2020.

## CONCLUSIONES.

1. Se desarrolló y diseño con apoyo del planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción en la unidad minera Hualanyog - empresa minera Nuestra Señora Virgen del Rosario – 2020, concluyéndose que tiene tres etapas de producción diaria establecidos de la siguiente manera:
  - 1er Año  $200 \text{ tm/día} = 6,050 \text{ tm/mes} = 72,000 \text{ tm/año}$ .
  - 2do Año  $250 \text{ tm/día} = 7,500 \text{ tm/mes} = 90,000 \text{ tm/año}$ .
  - 3er Año  $350 \text{ tm/día} = 10,500 \text{ tm/mes} = 126,000 \text{ tm/año}$ .
2. Se realizó la evaluación de reservas en función a las toneladas y variables en la unidad minera Hualanyog, obteniendo ce un total de 1'521,800 (un millón quinientos veintiún mil ochocientos), Toneladas métricas de mineral de Zinc y Oro.
3. Se identificaron con el planeamiento de minado las variables económicas que demuestran que el proyecto es rentable, obteniéndose un VAN de 648,907.27 y un TIR de 21% con la tasa de descuento anula de 16% y el impuesto a la renta de 10%..
4. Se empleó un software minero para realizar un óptimo planeamiento de minado.
5. Morfológicamente, el área de emplazamiento del depósito de desmonte (desmontera), consiste en una zona con pendiente moderada con dirección NO-SE, el tipo de conformación rocosa encontrado en primera línea garantiza la disposición del componente a implementar, pero se recomienda realizar estudios con muestras de cargas puntuales en el área para la ingeniería de detalle de la obra civil a implementar.
6. Es importante indicar que se ha encontrado basamento rocoso desde un nivel superficial a una profundidad máxima de 2 metros. Por otro lado no se ha encontrado material de suelo orgánico o top soil en el área de la calicata realizada.

7. En general, en los cortes de las laderas de fuertes pendientes, se recomienda considerar retirar los materiales no consolidados y realizar la estabilización de los taludes naturales mediante construcción de banquetas donde sea preciso.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la cumplir con lo enmarcado en el planeamiento de minado incidiendo en el programa de exploraciones para incrementar las reservas y la vida útil de la mina.
2. Se recomienda realizar piques exploratorios donde la ley de oro sea expectante para aumenta las reservas de oro.
3. El método de explotación debe de ser bien implantado cuidando la seguridad y salud de los trabajadores con una correcta supervisión.
4. Se debe de controlar diariamente el movimiento del material explosivo.
5. Realizar el control de los costos por área, de acuerdo al programa (flujos económicos).
6. Desde el inicio de la explotación se implantara un programa de mejora continua para optimizar procesos y maximizar ganancias.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bautista Condori, J. S. (2017). *Diseño y planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción diaria de la Unidad Operativa Pallancata – Proyecto Pablo – Compañía Minera Ares S.A.C. Puno - Perú.*
- Charaja Larico H. E. . (2014). *“Planeamiento estratégico y operacional con uso del software Datamine en mina subterránea Condestable”*. Arequipa – Perú.
- Condori, S. (2019). *Implementación de un planeamiento de minado a cielo abierto con uso del software Minesight para alcanzar la producción óptima mediante la evaluación de las características geotécnicas en la unidad minera María 2 - Moquegua.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Moquegua. Escuela Profesional de Ingeniería de Minas. Moquegua, Perú. .
- De La Cruz Carrasco E. (1999). *Planeamiento y control de producción en operaciones mineras RIIGEO, FIGMMG - UNMSM, Vol. 2, N.º 03.* Lima - Perú.
- Departamento de geología. (2017). *Unidad Minera “Hualanyog”* . Casma - Perú.
- Deudor, J. (2019). *Optimización del ciclo de minado para incrementar la productividad en la mina Socorro – U.P. Uchucchacua de la Compañía Minera Buenaventura S.A.A.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion. Facultad de Ingeniería de Minas. Escuela de Formación Profesional de Ingeniería de Minas. Cerro de Pasco, Perú. .
- Dominguez Cajusol, P. M. (2015). *“Plan de minado a mediano plazo para una explotación superficial con aplicación al proyecto Santa Este de la unidad minera Iscaycruz - compañía minera Los Quenuales 2015.* Piura - Perú.
- Hernández Sampieri, R. y otros. (2014). *Metodología de la Investigación. MCGRAW-HILL México.* Montreal – Canadá.

- Huerta, R. (2018). *Planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción en la Unidad Minera Mallay Compañía de Minas Buenaventura S.A.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Santiago Antúnez De Mayolo. Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Metalurgia. Escuela Académico Profesional De Ingeniería de Minas. Huaraz, Perú.
- kristell, Ana. (2010). *slideshare*. [En línea] 30 de marzo de 2010. [Citado el: 26 de julio de 2017.] <https://www.slideshare.net/kriss2505/tipos-de-metodos-de-investigacion>.
- Mendiola Chuquipuma, J. L. . (2017). *Implementación de un planeamiento de operación para incrementar el nivel de productividad en la cantera de aridos en Matahuasi de la empresa Inversiones Vidal Olivares E.I.R.L. Concepción-Junín. . Huancayo – Perú.*
- Padilla, G. Saucedo, Y. . (2018). *Propuesta de minado subterráneo para incrementar la producción en la mina Revolución Tres de Octubre N° 2 de Huánuco, periodo 2019.* (Tesis de pregrado) Universidad Privada del Norte. Facultad de Ingeniería. Carrera de Ingeniería de Minas. Cajamarca, Perú. .
- Restituto Sierra, B. (1991). *Técnicas de investigación social*. Madrid : s.n. Madrid - España.
- Saravia Contreras, G. I. y Chircca Mañuico, G. (2018). “*Diseño y Planeamiento de Minado Subterráneo para Incrementar la Producción en el Yacimiento Hullifero Alto Chicama - La Banda - Otuzco - La Libertad-2017*”. Abancay - Perú.
- Smith Alva, C. E. y Alegre Huamán, C. M. (2012). *Planeamiento de Minas Subterráneas Aplicando Software Minero. CAE Mining*. Lima - Perú.
- Yana Esquivias, R. D. (2014). “*Planeamiento de minado a mediano y largo plazo empresa minera Santa Luisa S.A. proyecto mina Atalaya*”. Arequipa – Perú.

# ANEXOS



## ANEXO N° 1: MATRIZ DE CONSISTENCIAS

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	METODOLOGIA	POBLACION
<p><b>Problema General</b></p> <p>¿En qué medida el diseño y planeamiento de minado subterráneo incrementara la producción en la unidad minera Hualanyog - Empresa Minera Nuestra Señora Virgen del Rosario – 2020?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Desarrollar el diseño y planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción en la unidad minera Hualanyog - empresa minera Nuestra Señora Virgen del Rosario – 2020.</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>El diseño y planeamiento de minado subterráneo incrementara significativamente la producción en la unidad minera Hualanyog - empresa minera Nuestra Señora Virgen del Rosario el año 2020.</p> <p><b>Hipótesis Nula.</b> Si <b>No</b> diseñamos y hacemos el planeamiento de minado subterráneo <b>No</b> se incrementará significativamente la producción en la unidad minera Hualanyog - Empresa Minera Nuestra Señora Virgen del Rosario el año 2020.</p>	<p><b>Tipo</b></p> <p>El presente proyecto de tesis considera una investigación. Aplicada, según Restituto, (1991). (Citado por Mendiola, 2017). El tipo de ensayos que se realizó, será de una estrategia de Causa - Efecto, la causa básica será el diseño y planeamiento de minado subterráneo que genere incrementar la producción en la unidad minera Hualanyog - empresa minera Nuestra Señora Virgen del Rosario el año 2020.</p> <p><b>Método:</b></p> <p>En la presente investigación; Se utilizará el Método Científico. El estudio del método científico es objeto de estudio de la epistemología. Asimismo, el significado de la palabra "método" ha variado. Ahora se le conoce como el conjunto de técnicas y procedimientos que le permiten al investigador realizar sus objetivos. el método científico comprende un conjunto de normas que regulan el proceso de cualquier investigación que merezca ser calificada como científica.</p>	<p><b>Población y Muestra</b></p> <p>La población y la muestra de esta investigación, está constituida por la Unidad Minera Hualanyog de la Empresa Minera Nuestra Señora Virgen del Rosario en el año 2020.</p>
<p><b>Problemas específicos</b></p> <p>¿En qué medida el diseño y planeamiento minado subterráneo de la etapa de geología y del método de explotación incrementaran la producción hasta 350 TM/día?</p>	<p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>Realizar la evaluación de reservas en función a las toneladas y variables en la unidad minera Hualanyog.</p>	<p><b>Hipótesis específicas</b></p> <p>Las facies que determinan el diseño y planeamiento de minado que son: geología, geomecánica, método de minado, que incrementarán la producción.</p>		

¿De qué manera influyen en el planeamiento de minado las variables económicas del yacimiento?	Identificar en el planeamiento de minado las variables económicas.	Las variables económicas tienen efecto en el planeamiento de minado.		
¿Cómo influye el uso de un software minero para realizar un óptimo planeamiento de minado?	Emplear un software minero para realizar un óptimo planeamiento de minado	El incremento de la producción maximizara las ganancias de la empresa.		

Fuente: El tesista.



## ANEXO N° 2: ÍNDICE DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

<b>BF</b>	Bench and Fill
<b>Bp</b>	By – pass
<b>Ch</b>	Chimenea
<b>Cm</b>	Cámara
<b>CRSM</b>	Corte Relleno Semi Mecanizado
<b>Cx</b>	Crucero
<b>E</b>	Este
<b>FS</b>	Factor de seguridad
<b>Ga</b>	Galería
<b>GSI</b>	Índice geológico de resistencia
<b>ISRM</b>	Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas
<b>JCS</b>	Resistencia a compresión simple de la capa superficial de la roca (MPa)
<b>JRC</b>	Coefficiente de rugosidad de las juntas o estructuras
<b>MPa</b>	Mega pascales
<b>NE</b>	Nor este
<b>N</b>	Norte

<b>NW</b>	Nor oeste
<b>PLT</b>	Ensayos de carga puntual
<b>R</b>	Índice de rebote
<b>Rb</b>	Raise boring
<b>Rp</b>	Rampa
<b>RQD</b>	Índice de calidad de roca
<b>SARC</b>	Subnivel Ascendente con relleno Cementado.
<b>S</b>	Sur
<b>SE</b>	Sur Este
<b>Sn</b>	Sub nivel
<b>SW</b>	Sur Oeste
<b>Tj</b>	Tajeo
<b>UCS</b>	Resistencia a la compresión uniaxial
<b>Vn</b>	Ventana
<b>W</b>	Oeste
$\gamma$	Peso específico de la roca (kN/m <sup>3</sup> ). (Bautista, 2017)