

UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"



FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS,
GEOLOGÍA Y METALURGIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

TESIS

ELECCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO CORTE Y
RELLENO ASCENDENTE PARA LA EXPLOTACIÓN DEL
PROYECTO MINERO CORY COLLUR AÑO 2019

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE MINAS

PRESENTADO POR:

Bach. NUÑEZ ALVARADO, Javier Franco

ASESOR:

M.Sc. Ing. RUIZ CASTRO, Arnaldo Alejandro

HUARAZ - PERÚ

2019

FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, CONDUCENTES A OPTAR TÍTULOS PROFESIONALES Y GRADOS ACADÉMICOS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres: _____

Código de alumno: _____ Teléfono: _____

Correo electrónico: _____ DNI o Extranjería: _____

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Tipo de trabajo de investigación:

Tesis

Trabajo de Suficiencia Profesional

Trabajo Académico

Trabajo de Investigación

Tesinas (presentadas antes de la publicación de la Nueva Ley Universitaria 30220 – 2014)

3. Título Profesional o Grado obtenido:

4. Título del trabajo de investigación:

5. Facultad de: _____

6. Escuela, Carrera o Programa: _____

7. Asesor:

Apellidos y nombres _____ Correo electrónico: _____

Teléfono: _____ N° de DNI o Extranjería: _____ ORCID: _____

8. Tipo de acceso al Documento

Acceso público* al contenido completo.

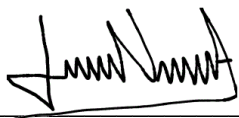
Acceso restringido** al contenido completo

Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundirlo en el Repositorio Institucional, respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso de que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

10. Originalidad del archivo digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.



Firma del autor

11. Otorgamiento de una licencia **CREATIVE COMMONS**

Para las investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.



El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Recolector Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

12. Para ser llenado por la Dirección del Repositorio Institucional

Fecha de recepción del documento por el Repositorio Institucional:

Firma:



Facilio William Escobar
CORRESPONSABLE
- UNASAM -

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.



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 Diez horas y treinta minutos de la mañana (10:30 a.m) del día Diez de Noviembre del dos mil veinte (10/11/2020), se reunieron los miembros del jurado calificador nominados según Resolución Nro. 054-2020-FIMGM/CF, de fecha 24 de Febrero del 2020, integrado por los siguientes Docentes: **Dr. Ing. JACINTO CORNELIO ISIDRO GIRALDO**, como **Presidente**; **Dr. Ing. FLAVIO AUGUSTO RAMOS AQUIÑO**, como **Secretario**; y el **M.Sc. Ing. JESUS GERARDO VIZCARRA ARANA**, como **Vocal**; para la sustentación de la tesis Titulada: **"ELECCION E IMPLEMENTACION DEL METODO CORTE Y RELLENO ASCENDENTE PARA LA EXPLOTACION DEL PROYECTO MINERO CORY COLLUR AÑO 2019"** presentado por el **Bachiller JAVIER FRANCO NUÑEZ ALVARADO**, 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° 054-2020-FIMGM/CF de fecha 24 de Febrero del 2020. Acto seguido 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: DIECISEIS (16)** Siendo las Once horas y cuarenta minutos (11:40 a.m) 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.

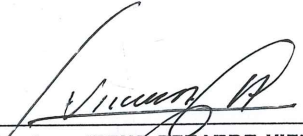
NOTA: El sustentante debe levantar las observaciones del Jurado Calificador



Dr. Ing. JACINTO CORNELIO ISIDRO GIRALDO
Presidente



Dr. Ing. FLAVIO AUGUSTO RAMOS AQUIÑO
Secretario



M.Sc. Ing. JESUS GERARDO VIZCARRA ARANA
Vocal



M.Sc. Ing. ARNALDO ALEJANDRO RUIZ CASTRO
Asesor

(*) De acuerdo con el Artículo 84º Reglamento de Grados y Títulos de la UNASAM, estas 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 INGENIERIA DE MINAS,
GEOLOGIA Y METALURGIA**



ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los Miembros del Jurado, luego de evaluar la tesis titulada: **"ELECCION E IMPLEMENTACION DEL METODO CORTE Y RELLENO ASCENDENTE PARA LA EXPLOTACION DEL PROYECTO MINERO CORY COLLUR AÑO 2019"** presentado por el Bachiller JAVIER FRANCO NUÑEZ ALVARADO, y sustentada el día 10 de Noviembre del 2020, por Resolución de Consejo de Facultad N° 054-2020-FIMGM-/CF, la declaramos CONFORME.

En consecuencia queda en condiciones de ser publicada.

Huaraz, 10 de Noviembre del 2020

Dr. Ing. JACINTO CORNELIO ISIDRO GIRALDO
Presidente

Dr. Ing. FLAVIO AUGUSTO RAMOS AQUIÑO
Secretario

M.Sc. Ing. JESÚS GERARDO VIZCARRA ARANA
Vocal

M.Sc. Ing. ARNALDO ALEJANDRO RUIZ CASTRO
Asesor

DEDICATORIA

*A mi madre la Sra. **PRUDENCIA ALVARADO**
TORRES, por su apoyo incondicional y por sus palabras de
aliento que sirvieron de sostén para mi formación
profesional.*

AGRADECIMIENTO

A Dios por su presencia omnipotente en todo y cada día de mi vida, que me ha dado una luz para llegar a este momento en compañía de las personas que están a mi lado y que más amo. A mi madre la Sra. Prudencia Alvarado Torres por ser el ejemplo, la fuerza, la admiración y sabiduría de la familia, por enseñarme que no hay límites y lo que uno se propone lo logra en base de esfuerzo y dedicación superando las dificultades en el camino, que solo depende de uno mismo, de las decisiones que se toma, por darme no solo su apoyo económico y moral sino todo el amor, ternura que se le da a un hijo, que sin dudarlo siempre confió en mí a pesar de mis tropiezos, me diste todo lo que estuvo a tu alcance y aún más, gracias, espero no defraudarte más adelante por el resto de mi vida.

A mi hija Young Mi por compartir y dedicar gran parte de su vida a mi lado, por darme aliento y haberme apoyado, con una confianza en mí, por estar siempre conmigo en mis triunfos y fracasos, por su amor y su cariño incondicional, es la razón de mi existencia y la fuerza que me brinda a seguir superándome, es lo más importante para mí, TE AMO.

A mi asesor ingeniero Arnaldo Ruiz Castro quien me guio en todo momento en el desarrollo de la presente investigación.

A la Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo” por darme la oportunidad de ser parte de ella, abriéndome sus puertas y permitirme ser uno de las personas con el privilegio de estudiar mi carrera profesional y pasar los mejores momentos de mi vida, estoy orgulloso de ser un MINERO.

A mi querida Facultad de Ingeniería de minas, geología y metalurgia (FIMGM) por todas las ocurrencias que en ella viví: alegrías, espera, amanecidas, tristezas, llanto, trabajos y mucho estudio, etc. Gracias.

RESUMEN

La presente tesis titulada: Elección E Implementación Del Método Corte Y Relleno Ascendente Para La Explotación Del Proyecto Minero Cory Collur Año 2019, se realizó con la finalidad de responder al problema. ¿En qué medida la elección e implementación del método corte y relleno ascendente permitirá la explotación del proyecto minero Cory Collur año 2019?

El objetivo general es la elección e implementación del método corte y relleno ascendente para la explotación del proyecto minero Cory Collur año 2019.

Se justifica porque se tiene la necesidad de explotar el yacimiento minero Cory Collur, optimizando los costos y aumentando la producción.

La conclusión más importante fue que con la elección e implementación del método corte y relleno ascendente se explotará económicamente el yacimiento minero Cory Collur año 2019.

Palabras claves

Elección e implementación del método corte y relleno ascendente, explotación, proyecto minero Cory Collur año 2019.

ABSTRACT

The present thesis entitled: Election and implementation of the cut and fill up method for the exploitation of the mining project Cory Collur year 2019, was carried out in order to respond to the problem. To what extent will the Selection and implementation of the cut-and-fill method allow the exploitation of the Cory Collur mining project in 2019?

The general objective is to election and implementation the cut and fill method for the exploitation of the Cory Collur mining project year 2019.

It is justified because there is a need to exploit the Cory Collur mining deposit, optimizing costs and increasing production.

The most important conclusion was that the selection and implementation of the cut-off method, the Cory Collur mining site will be economically exploited in the 2019.

Keywords

Choice and application of the cut and fill up method, exploitation, Cory Collur mining project year 2019.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiii
CAPÍTULO I: GENERALIDADES.....	1
1.1.1. Ubicación y acceso.	1
1.1.2. Topografía.	2
1.1.3. Recursos naturales.	2
1.1.4. Clima, flora y fauna.	3
1.2. Entorno Geológico.	3
1.2.1. Geología regional.	3
1.2.2. Geología local.	5
1.2.3. Geología estructural.	6
1.2.4. Geología económica.	7
CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN.....	9
2.1. Marco Teórico.	9
2.1.1. Antecedentes de la investigación.	9
2.1.2. Fundamentación teórica.	15
2.1.2.1. Método de explotación de corte y relleno ascendente.	15
2.1.2.2. Método de explotación subterránea.	17

2.1.2.3. Condiciones de diseño	27
2.1.3. Definición de Términos.....	39
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	44
3.1. <i>El Problema</i>	44
3.1.1. Identificación y selección del problema.....	45
3.1.2. Formulación del Problema.	46
3.1.3. Objetivos de la investigación.....	46
3.1.3.1. Objetivo General.....	46
3.1.3.2. Objetivos Específicos.....	46
3.1.4. Justificación e importancia.....	47
3.1.5. Alcances.....	47
3.1.6. Limitaciones.....	47
3.2. <i>Hipótesis</i>	47
3.3. <i>Variables</i>	48
3.3.1. Operacionalización de variables.....	48
3.4. <i>Diseño de la investigación</i>	48
3.4.1. Tipo de investigación.....	48
3.4.2. Nivel de la investigación.....	49
3.4.3. Diseño de la investigación.....	49
3.4.4. Método.....	49
3.4.4. Población y muestra.....	49
3.4.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	50
CAPÍTULO IV: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	51
4.1. <i>Descripción de la realidad y procesamiento de datos</i>	51

4.2.	<i>Elección e implementación del método corte y relleno ascendente.</i>	52
4.2.1.	Geometría del yacimiento.	52
4.2.2.	Geología del yacimiento.	52
4.2.3.	Geomecánica del yacimiento.	53
4.2.4.	Elección del método de minado.	54
4.2.5.	Elección del método considerando 2 opciones	58
4.2.5.1	Descripción de las operaciones del método elegido.	58
4.2.6.	Ventajas y desventajas de las opciones.	63
4.2.7.	Evaluación económica de las opciones.	65
4.3.	Hipótesis general de la investigación.	70
4.4.	<i>Discusión de resultados.</i>	70
CAPÍTULO V: IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO CORTE Y RELLENO		
ASCENDENTE PARA EL PROYECTO MINERO KORY COLLUR AÑO 2019		
		71
5.1	<i>Recursos humanos</i>	71
5.2	<i>Equipos</i>	72
5.3	<i>Herramientas</i>	72
5.4	<i>Explosivos y agentes</i>	73
5.5	<i>Recurso hídricos</i>	73
5.6	<i>Vivienda</i>	73
5.7	<i>Recursos por guardia</i>	74
CONCLUSIONES.		76
RECOMENDACIONES		77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		78

ANEXO.....	80
ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA	81
ANEXO N° 02: UBICACIÓN POLÍTICA DE LA MINA CORY COLLUR.....	82
ANEXO N° 03: PLANO GEOLÓGICO REGIONAL	83
ANEXO N° 03: COLUMNA ESTRATIGRAFICA	84
ANEXO N° 04: PERFORADORA NEUMÁTICA RN-250X	85

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N° 01: COORDENADAS UTM DE LA MINA CORY COLLUR.	1
CUADRO N° 02: ACCESO A LA MINA CORY COLLUR.	2
CUADRO N° 03: RESERVAS Y LEYES DE LA MINA CORY COLLUR.	8
CUADRO N° 04: RESUMEN DEL MÉTODO.	27
CUADRO N° 05: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.	48
CUADRO N° 06: CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS DEL YACIMIENTO.	52
CUADRO N° 07: LEYES DEL MINERAL.	52
CUADRO N° 08: RECUPERACIONES MINERAS SEGÚN J. S. REDPAHT.	53
CUADRO N° 09: CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS DEL YACIMIENTO.	53
CUADRO N° 10: CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN MINERA EN FUNCIÓN DE LA GEOMETRÍA Y DISTRIBUCIÓN DE LEYES DEL YACIMIENTO.	54
CUADRO N° 11: CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS ATENDIENDO A LAS CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS DE LA ZONA MINERAL.	55
CUADRO N° 12: CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS ATENDIENDO A LAS CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS DE LA CAJA TECHO.	55
CUADRO N° 13: CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS ATENDIENDO A LAS CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS DE LA CAJA PISO.	56
CUADRO N° 14: SIGNIFICACIÓN DE LA VALORACIÓN NUMÉRICA PARA LA SELECCIÓN DEL MÉTODO MINERO.	56
CUADRO N° 15: VALORACIÓN DE LOS MÉTODOS SUBTERRÁNEOS DE ACUERDO A LAS CARACTERÍSTICAS DEL YACIMIENTO.	57

CUADRO N° 16: VALORACIÓN GEOMECÁNICAS ACUERDO A LAS CARACTERÍSTICAS DEL YACIMIENTO.....	57
CUADRO N° 17: EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	65
CUADRO N° 18: VARIABLES DE PRODUCCIÓN.....	66
CUADRO N° 19: CICLO OPERACIONES UNITARIAS.....	67
CUADRO N° 20: CICLO DE OPERACIONES UNITARIAS.....	68
CUADRO N° 21: COSTOS MINA PARA AMBAS OPCIONES.....	68
CUADRO N° 22: COMPARACIÓN DE OPCIONES. CRITERIOS DE COMPARACIÓN.....	69
CUADRO N° 23: PERSONAL POR GUARDIA,.....	74
CUADRO N° 24: EQUIPOS Y HERRAMIENTA.....	74
CUADRO N° 25: EXPLOSIVOS Y AGENTES DE VOLADURA.....	75
CUADRO N° 26: EPP.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 01: CORTE Y RELLENO TRADICIONAL.....	25
FIGURA N° 02: DIAGRAMA DE EXPLOTACIÓN SUBTERRANEA.....	29
FIGURA N° 03: METODO DE EXPLOTACIÓN POR CORTE Y RELLENO ASCENDENTE.....	30
FIGURA N° 04: CORTE CONVENCIONAL CON RELLENO DE MATERIAL ESTERIL.....	35

INTRODUCCIÓN

La mina Cory Collur se ubica políticamente en el paraje Cochajircan, distrito de Acas, provincia de Ocros y departamento de Ancash, es una mina metálica que tiene la necesidad de aumentar su producción para ello es necesario elegir e implementar el método de explotación corte y relleno ascendente semimecanizado para aumentar la producción con el costo de explotación es de US\$ 22.72

Este método de explotación tiene el costo óptimo que comprende mano de obra, repuestos, explosivos, otros materiales y su alta selectividad nos permite elegir este método de explotación. La tesis tiene la siguiente estructura.

En el capítulo I trata sobre las generalidades con la Ubicación y acceso, la Topografía, los Recursos naturales y el Clima, flora y fauna; también se trata sobre el Entorno Geológico con la Geología regional, la Geología local, la Geología estructural y la Geología económica.

En el capítulo II del Marco Teórico aquí presentamos los antecedentes del estudio, las bases teóricas y la definición de términos.

El capítulo III trata sobre la Metodología con el Problema, la Hipótesis, las Variables y el Diseño de la investigación

El capítulo IV trata sobre los resultados de la investigación.

Culminamos la tesis, presentando las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y el anexo.

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1. Entorno Físico.

1.1.1. Ubicación y acceso.

El proyecto minero se ubica políticamente en el paraje Cochajircan, distrito de Acas, provincia de Ocos y departamento de Ancash y geográficamente se ubica con las siguientes coordenadas UTM, como se muestra en el cuadro N° 1. Ver anexo 02 plano de ubicación.

CUADRO N° 01: COORDENADAS UTM DE LA MINA CORY COLLUR.

COORDENADAS U.T.M DE LOS VÉRTICES DE LA CONCESIÓN CORY COLLUR		
VÉRTICES	NORTE	ESTE
1	8 841,000.00	241,000.00
2	8 839,000.00	241,000.00
3	8 839,000.00	240,000.00
4	8 841,000.00	240,000.00

Fuente: Resolución de presidencia N° 1805 – 2008 – INGEMMET/PCD/PM

El acceso se realiza a través de la vía más usada y recomendada que es la terrestre como se muestra en el cuadro N° 2.¹

CUADRO N° 02: ACCESO A LA MINA CORY COLLUR.

Vía terrestre			
Tramo	Distancia (Km)	Tiempo (h)	Tipo de vía
Lima - Pativilca	207	3	Asfaltada
Pativilca - Conococha	121	2	Asfaltada
Conococha - Catac	49	0.7	Asfaltada
Catac – Ocros	98	1.4	Afirmada
Ocros – Acas	20	0.3	Afirmada
Acas - Mina (caminata)	15	3	Camino de herradura

Fuente: http://www.go2peru.com/spa/guia_viajes/huaraz/como_llegar_huaraz.htm.

1.1.2. Topografía.

La topografía que se presenta en esta zona es bastante accidentada con rangos de desniveles hasta 400 metros con pendientes bastante pronunciadas que oscilan de 50° a 75°. Hay presencia de deslizamiento y erosión. (Departamento de geología, 2016).

1.1.3. Recursos naturales.

La zona de influencia que representa la mina se presenta abundante recurso hídrico. La mano de obra se obtiene de la zona de Acas, del caserío de la Merced. La zona es agrícola y presenta abundantes árboles de eucalipto. El caserío más cercano que es la Merced cuenta con energía eléctrica. (Departamento de geología, 2016).

¹ En el anexo N° 02 se muestra el plano de ubicación y acceso a la mina

1.1.4. Clima, flora y fauna.

El clima oscila entre templado cálido y húmedo; es templado debido a su accidentada geografía. Tiene su temporada de lluvias que va desde fines de diciembre hasta fines de abril. Con temperaturas promedio entre 9°C y 16°C, pudiendo eventualmente en la estación de verano variar de los 25-28°C; la humedad relativa varía promedio es de 60%.

Flora y fauna:

La flora: de la zona está conformada por quenuales, quishuar, escorzonera, retamas, aliso, orquídea, sauco, eucalipto, marco, ciprés, molle y entre otros.

Fauna: Conformados por: venado, gavita andina, zorro, gato montés, vizcacha, perdiz, picaflor, tórtola, paloma, culebra, sapo y entre otros propios de la zona. (Departamento de geología, 2016).

1.2. Entorno Geológico.²

1.2.1. Geología regional.

Estratigrafía:

Rama de la geología que trata del estudio e interpretación de las rocas sedimentarias, metamórficas y volcánicas estratificadas, y de la identificación, descripción, secuencia tanto vertical como horizontal, cartografía y correlación de las unidades estratificadas de rocas. En base a la definición de este término (estratigrafía) para el proyecto en estudio se presentan los siguientes tipos de formaciones de rocas existentes en la zona.

² Ver anexo N° 03 plano geológico regional.

Conformación geológica constituida mayormente por sedimentos del Mesozoico bastante plegados encima una cobertura volcánica Cenozoica ondulada a lo largo de la cordillera negra.

Formación Santa: Ocurre en forma concordante a la Formación Chimú y se distribuye en casi todos los lugares donde ésta aflora; su grosor es regular y llega a los 150 m. Su litología está constituida por calizas de color azul grisáceo, sus estratos tienen espesores de 0.10 a 1 m, no es unidad fosilífera. En la zona de estudio es importante porque en ella ocurre parte de la mineralización del proyecto en estudio.

Formación Carhuaz: Esta formación yace concordantemente sobre la formación santa y está constituida litológicamente por limo arcillitas grises a gris verdosas. En algunas zonas presenta calizas y areniscas ferruginosas. El proyecto en estudio tiene parte de sus ocurrencias mineralizadas en esta formación.

Formación Chimú: Se presentan como afloramiento importante en la localidad de Ocos a 3 Km al Este de Acas. La formación Chimú consiste principalmente de estratos comunes de areniscas blancas y macizas en capas de 1 a 3 m de espesor y en total la secuencia completa de la unidad puede variar entre 600 y 100 m (de sur a norte).

Depósitos cuaternarios: Estos tipos de rocas se encuentran localizadas en los depósitos denominados cuaternarios que es la formación por acumulación de sedimentos. Este tipo de rocas se presenta en la cuenca del río que separa al distrito de Acas y al caserío de la Merced. La distancia más corta del río al proyecto es de un kilómetro.

Rocas Ígneas: Se forman cuando el magma (materia mineral fundida) se enfría y se solidifica. Si el enfriamiento se produce lentamente bajo la superficie, se forman rocas con cristales grandes denominadas rocas plutónicas o intrusivas, mientras que, si el enfriamiento se produce rápidamente sobre la superficie, por ejemplo, tras una erupción volcánica, se forman rocas con cristales indistinguibles a simple vista conocidas como rocas volcánicas o efusivas. La mayor parte de los 700 tipos de rocas ígneas que se han descrito se han formado bajo la superficie de la corteza terrestre. Ejemplos de rocas ígneas son: la diorita, la riolita, el pórfido, el gabro, el basalto y el granito. (Departamento de geología, 2016).

1.2.2. Geología local.

Estratigrafía: Rama de la geología que trata del estudio e interpretación de las rocas sedimentarias, metamórficas, volcánicas y de la identificación, descripción, secuencia tanto vertical como horizontal de las rocas. Partiendo de este anuncio por lo que en el proyecto de estudio se encuentran las siguientes rocas y localmente se encuentra la siguiente formación:

Formación Santa: Localmente se observa la presencia de rocas sedimentarias correspondientes a esta formación, conformados por pizarra con presencia de calcita y pirita. (Departamento de geología, 2016). Ver anexo N° 03 columna estratigráfica.

Rocas ígneas

Rocas ígneas volcánicas. – Las rocas volcánicas que representan en la zona de estudio son: Dacita, Andesita y Basalto.

Rocas metamórficas: Las rocas metamórficas que se observan en el área de estudio son: Cuarzita, Granulitas, anfibolita, etc. Estas se producen por la evolución de una roca anterior que fue sometida a un ambiente energéticamente muy distinto de su formación como, por ejemplo, mucho más frío o caliente, o por un cambio de presión significativo. El metamorfismo puede ser progresivo o regresivo. El metamorfismo progresivo ocurre cuando la roca es sometida a una mayor temperatura o una mayor presión, pero sin que se funda. Metamorfismo regresivo se da cuando una roca que evolucionó a gran profundidad (mayor presión y calor) y al acercarse a la superficie se vuelve inestable y evoluciona.

1.2.3. Geología estructural.

Falla: En la zona de estudio se presenta un sistema de fallas con un rumbo de S 28° W, esta falla es la causal de incertidumbre de presencia del mineral en la que la mineralización aparece y desaparece, se podría decir que es una veta en rosario.

Diaclasa: Son fracturas donde no se ha producido desplazamiento apreciable. En la zona de estudio se aprecia una infinidad de diaclasas en la que algunas presentan orientación aleatoria pero la mayoría se producen en grupos aproximadamente paralelos. (Departamento de geología, 2016).

1.2.4. Geología económica.

La mineralización principalmente es el cobre siendo los minerales encontrados: Covellina, Malaquita, Brocantita y Crisocola. Se presume de la continuación de la mineralización de las zonas aledañas a las propiedades anteriores descritas ya que presentan las mismas características litológicas y estructurales.

1.2.4.1 Origen y tipo de yacimiento

El origen del yacimiento es un proceso neumatolítico e hidrotermal, porque dan origen a depósitos de minerales metálicos muy variados y de algunos minerales de interés industrial.

1.2.4.2 La mineralogía

La mineralización se presenta en forma de vetas teniendo como potencia variable que oscilan de 0.40 cm a 1.20 cm, teniendo la mineralogía de:

a. *Minerales de mena.* – como minerales de mena se tiene:

Oro: Au, densidad de 19.3 g/cm³. Su coloración es amarillo intenso.

Calcopirita: CuFeS₂, densidad de 4.49 g/cm³, su coloración es dorado brillante.

Galena argentífera: PbS, densidad de 7.58 g/cm³. Su coloración es gris plomo, es más claro el que contiene plata.

Covellina: CuS. Densidad de 4.60 – 4.76 g/cm³. Su coloración es índigo azul, latón amarillo a rojo oscuro.

Malaquita: $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$. Densidad: 3.80g/cm^3 . Su coloración es verde.

Brocantita: $\text{Cu}_4\text{SO}_4(\text{OH})_6$. Densidad: 3.97 g/cm^3 . Su coloración es verde, verde esmeralda y negro verdoso.

Crisocola: $(\text{Cu}, \text{Al})_4\text{H}_4(\text{OH})_8\text{Si}_4\text{O}_{10}\cdot n\text{H}_2\text{O}$. Densidad: 1.9 a 2.4 g/cm^3 . Su coloración es verde a azul, a veces pardo.

b. Minerales de ganga

Los minerales como ganga presentes en pequeñas cantidades son las siguientes:

Pirita: FeS_2

Molibdenita: MoS_2

1.2.4.3 Estimación de las reservas de mineral

En el proyecto de explotación minera “Cory Collur” se han encontrado 02 vetas con longitudes de afloramiento variables. (Departamento de geología, 2016). Ver cuadro N° 03 reservas y leyes.

CUADRO N° 03: RESERVAS Y LEYES DE LA MINA CORY COLLUR.

Reservas y Leyes mina Cory Collur				
Tipo	TMS	% Cu	Ag gr/TM	Au gr/TM
Probado	5,000	4.360%	6.7	1.10
probable	5,000	3.850%	6.50	1.10
	10,000.00			

Fuente: Departamento de Geología - mina Cory Collur.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN

2.1. Marco Teórico.

2.1.1. Antecedentes de la investigación.

Nacional:

En la tesis “**Minimización de costos del método de explotación de corte y relleno ascendente en los tajeos del nivel 1720 y nivel 1650 de la veta Karola techo - Cía. minera Poderosa S. A. - 2019**”; Sustentado el año 2015 por Juan Genaro Vásquez Rivas, para optar el título profesional de ingeniero de minas en la Universidad Nacional del Centro del Perú Facultad de Ingeniería de Minas. La tesis tiene el como objetivo general el de elegir y aplicar el método tajeo por subniveles con taladros largos en la veta Gina Socorro Tajo 6675 – 2 para mejorar la producción de mineral en la U.E.A. Uchucchacua y como objetivos específicos:

- Aplicar el método tajeo por subniveles con taladros largos, con los mismos factores geológicos y geomecánicos del yacimiento mineral.

- Verificar que la aplicación del método tajeo por subniveles con taladros largos mejora la producción de mineral.

En Síntesis, la situación problemática indica que: ¿Cómo mejorar la producción de mineral de la veta Gina Socorro Tajo 6675 - 2, bajo las mismas condiciones geológicas y geomecánicas, en la U.E.A. Uchucchacua?

Se empleó el método científico. En la actualidad según el estudio, el 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 resultado más importante indica que el método de tajeo por subniveles es netamente un método de alta producción y bajo costo y es frecuentemente seleccionado como un método subterráneo primario cuando el minado superficial de un depósito no es largamente económico (Edberg, 1981).

Local:

En la tesis **“Como mejorar el proceso de minado para controlar la dilución y las leyes del mineral en la mina el extraño.”**; Sustentado el año 2019 por Máximo Bedon Cerda, para optar 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. La tesis tiene el como objetivo general el de minimizar los costos del proceso de minado controlando la dilución y leyes in situ. Y como objetivos específicos:

- a. Evaluar el rendimiento y la eficiencia de los colaboradores para maximizar la producción.
- b. Dar un mejor uso de los materiales e insumos, para minimizar los costos.
- c. Presentar ante los jurados el trabajo de tesis para optar el título profesional de ingeniero de minas.

En Síntesis, la situación problemática indica que: ¿Las metas trazadas en el último año no satisfacen las expectativas de la empresa, por ende, los costos de minado necesitan ser minimizados y mejorados?

Se empleó el método deductivo donde el proceso de los conocimientos se inicia por la observación de fenómenos de carácter general con el propósito de llegar a conclusiones particulares contenidos explícitamente en la situación general.

El resultado fue que con la correcta carga de explosivos se comprobó que el antes de la optimización el costo por tonelada es de US\$ 8.71 / tonelada rota y después es de US\$ 8.48 / tonelada rota produciéndose un ahorro de es de US\$ 0.23 / tonelada rota es de ahorro lo que significa un ahorro anual de US\$ 3,760.50, siempre cuando se tengas las siguientes consideraciones:

1. Topografía realice el marcado de la malla en el tajo.
2. Se cuide el paralelismo de los taladros.
3. Se perfore 6 pies.
4. Se cargue solo 6 cartuchos por taladro.

5. Se continúe con las charlas de mejora continua a los perforistas y sus ayudantes.

Internacional:

En la tesis **“Selección de métodos extractivos y su impacto en la productividad minera – estudio de caso en la minería de carbón”**; Sustentado el año 2012 por Jorge Iván Romero Gálvez, para optar el grado académico de Magister en Ingeniería Industrial en la Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial Bogotá, Colombia. La tesis tiene como el objetivo general el de desarrollar una metodología a partir de herramientas de toma de decisión que permita seleccionar un método extractivo en un proyecto minero, considerando variables económicas y técnicas; estudiar el nivel de incidencia que tiene el método extractivo con la productividad industrial minera y como objetivos específicos los siguientes:

- a. Recopilar los antecedentes de las herramientas de toma de decisión existentes y cuales se han aplicado a la minería.
- b. Recopilar los antecedentes de métodos de medición de la productividad existentes y cuales se han aplicado a la minería.
- c. Determinar que herramientas de toma de decisión son aplicadas para decidir el tipo de extracción se debe desarrollar en la planeación de un proyecto minero.

- d. Determinar que métodos de medición de la productividad pueden ser aplicados para evaluar la productividad de una empresa minera de carbón subterránea.
- e. En una mina de carbón subterránea activa medir la productividad industrial de la misma y basado en el planteamiento del proyecto minero inicial aplicar una herramienta de toma de decisión pertinente para el yacimiento antes de ser explotado y determinar que método extractivo es el más apto para este yacimiento.
- f. Desarrollar una metodología basada en selección de método extractivo por toma de decisiones y aplicarla en la mina de carbón evaluada.
- g. Mostrar las diferencias en productividad del proyecto minero en curso frente a un proyecto propuesto, generadas a partir de la aplicación de la metodología propuesta.

En Síntesis se trata de mostrar la relevancia que tiene la selección del método extractivo y el alcance que toma dentro de la realidad nacional.

Metodología utilizada para el desarrollo del trabajo se toma como método de solución para el problema de decisión presente en la selección del método extractivo, la forma de solución general de MCDA según Belton y Stewart (2002) que inicia con la etapa de identificación del problema a solucionar, donde se establece la meta o el objetivo que se persigue con el modelo a realizar, la segunda etapa consiste en la estructuración del problema, la tercera que consiste en la presentación de la información y finalmente el plan de acción.

El resultado más importante es que:

- a. Se recopilaron y presentaron los antecedentes de las herramientas de toma de decisión más utilizadas en DMD y MCDA determinando cuales se han aplicado a la actividad minera.
- b. Se recopilaron y presentaron antecedentes en métodos de medición de la productividad y se clasificaron de acuerdo a sus necesidades de información y a sus resultados. También se expone cuales se han aplicado a la minería.
- c. Se recopilaron y presentaron los antecedentes en selección del método extractivo y en métodos de toma de decisión aplicados a la industria minera, determinando cuales métodos son los más adecuados para prestar apoyo a la selección del método extractivo en la etapa de diseño minero dentro de un proyecto minero.
- d. Se determinaron y presentaron los métodos de medición de la productividad y sus antecedentes en actividades mineras.
- e. Se compararon los cambios en la productividad del trabajo en el proyecto minero en curso y en el proyecto en etapa de diseño minero.
- f. Se propone y aplica un modelo de toma de decisiones para seleccionar el método extractivo para un yacimiento de carbón en Norte de Santander y se compara con los resultados del Plan de trabajos y obras realizado por una firma extranjera. (Romero, 2012).

2.1.2. Fundamentación teórica.

2.1.2.1. Método de explotación de corte y relleno ascendente.

El modelo conceptual empleado en la siguiente investigación se conforma de tres parámetros que son investigaciones y/o antecedentes relacionadas al estudio, bases teóricas y la definición de términos básicos.

Descripción del Método de explotación de corte y relleno ascendente

- **Preparación.-** El inicio de explotación de este método, es a partir de una galería principal de acceso, que se utiliza también como transporte ubicada a lo largo de la base de la mineralización. En esta galería se ubican 2 chimeneas espaciadas a 30 m. comunicando a una galería superior, dichas chimeneas tienen una sección de 2.40 m x 1.50 m las cuales se utilizan como acceso y echadero del mineral (chimeneas de doble compartimiento), para completar el block de explotación se construye un subnivel base de una sección 1.20 m x 1.80 m, dejando un puente de 5 m. con respecto a la galería inferior, al frente del subnivel base se realizara una cama de 2.0 m. x 2.0 m. de sección, que servirá para ubicar el winche de rastrillaje y limpiar el mineral.
- **Explotación.-** El minado del tajeo preparado se realizar en Breasting o tajadas horizontales, empezando desde una de las chimeneas avanzando hacia la otra chimenea, perforando con

barrenos de 6 pies y sosteniendo con cuadros de madera espaciados a 1.50 m x 1.50 m de eje a eje, para ello se utilizará maderas de 8'' para los postes y el sombrero y maderas de 5'' a 6'' para el tirante y el encibado, no dejando área sin sostener.

Para empezar la primera franja de explotación se colocan cuadros de madera a medida que se realiza el avance respectivo, el subnivel base servirá como canal de limpieza, la primera franja de explotación comunicará las 2 chimeneas sin dejar ningún pilar.

Se continúa explotando el tajo hasta tener 3 cortes más desde el subnivel base, al terminar los cortes se procede a preparar las franjas explotadas para su relleno detrítico, colocando puntales con Jack pot espaciado a 1.50 m x 1.50 m y enrejando en las comunicaciones con las chimeneas, para el relleno respectivo se realizara con la ayuda de una ranfla desde una de las chimeneas, la cual se utilizara para conducir el material detrítico, procediendo a nivelar, tratando de topear la carga a lo largo del área del tajo ya explotado.

El último corte del área tajeada no se rellenará debido a que este último servirá ya como un nuevo subnivel base, para ello se nivelará el relleno y entablar el piso para evitar la contaminación del mineral. La secuencia para la explotación se repetirá hacia el nivel superior, hasta dejar un puente de 5m con la galería superior.

Cada tajo se evaluará periódicamente por las áreas de geomecánica, seguridad y mina, con la finalidad de resolver situaciones que se pudieran dar. El acarreo del mineral se realizará utilizando locomotoras a batería con carros de 2.5 toneladas.

2.1.2.2. Método de explotación subterránea.

Los métodos de explotación se definen como una forma geométrica usada para explotar un yacimiento determinado. Es el modo de dividir el cuerpo mineralizado en sectores aptos para el laboreo.

La explotación de una mina se define como el conjunto de operaciones que permiten el arranque, carguío y extracción de mineral, que para una operación normal es fundamental que todos los servicios anexos como:

- Ventilación.
- Fortificación.
- Drenaje.
- Suministro de Energía, Aire, Agua.
- Funcionen en óptimo estado.

El objetivo de la explotación de un yacimiento es la extracción de menas y sustancias minerales sistemáticamente, de manera que la comercialización de la sustancia mineral proporcione la utilidad esperada.

La explotación de una mina se compone de tres operaciones mineras básicas:

- Accesos y desarrollos de aperturas mineras.
- Preparación o infraestructura de la mina.
- Arranque o explotación de la mina.

Factores que influyen en la elección del método de explotación. En la elección del método de explotación, intervienen fundamentalmente los siguientes factores:

- Características Geográficas.
- Características Geológicas y Físicas del yacimiento.
- Condiciones Económicas.

Los aspectos más importantes dentro de este factor son:

- Profundidad.
- Cercanía a un lugar poblado.
- Clima.
- Características Geológicas y Físicas del Yacimiento.

Características Geológicas y Físicas del Yacimiento.- Las propiedades más importantes que deben conocerse en un yacimiento para elegir el sistema de explotación adecuado son las siguientes:

- La forma del yacimiento o cuerpo mineralizado.
- Potencia si se trata de una veta o manto.
- Manteo si se trata de una veta o manto.

- Disseminación de las leyes si se trata de un yacimiento masivo.
- Profundidad respecto de la superficie.
- Dimensiones del yacimiento, su cubicación.
- Naturaleza mineralógica de los componentes de la mena.
- Sus leyes o repartición de la mineralización en el interior del cuerpo mineralizado.
- Características mecánicas (resistencia a la tracción y la compresión) de la roca que constituye el cuerpo mineralizado y de la roca encajadora.

Condiciones Económicas.- La explotación de un yacimiento debe realizarse al menor costo posible. Debido a que tanto el costo de acceso, desarrollos y preparación propios del método de explotación son elevados. Intervienen además en las condiciones económicas el sistema de extracción, el tratamiento o procesamiento del mineral, inversiones en equipos, materiales y otros.

Las condiciones presente y futuro del mercado permiten determinar si un yacimiento de ciertas características Geológicas y físicas es explotable o no. También puede ser factor determinante el ritmo de explotación o el grado de selectividad alcanzable.

Hay una tendencia importante que lleva a explorar yacimientos de leyes cada vez más bajas, debido principalmente a dos causas:

- El agotamiento de los yacimientos de leyes altas.
- La necesidad del abastecimiento constante del mercado.

Para solucionar estos problemas se recurre a dos alternativas:

- Seleccionar en el interior del yacimiento las zonas más ricas, lo que nos lleva a los métodos selectivos.
- Explotar grandes masas de baja ley, con costos también bajos debido al gran tonelaje; esto nos lleva a los métodos altamente mecanizados. En este caso se juntan las condiciones geográficas y humanas. En los países de alto nivel industrial donde la mano de obra es cada vez más cara, conviene una alta mecanización, que en el caso de un país subdesarrollado puede ser antieconómica.

Tipos de yacimiento

- Masivos: Cobre Porfídico.
(Teniente, Salvador).
- Manto : Paralelos a la estratificación, Potencia limitada
(Tabulares).
- Veta : Claramente delimitado por roca no mineralizada
(Gran inclinación).
- Lente o Bolsón: Yacimiento aislado.
- Placeres: Oro, Plata.

Elección del método de explotación

Factores de Elección:

- Profundidad, forma y tamaño del cuerpo.
- Ubicación (Recursos).
- Calidad Geomecánica de la roca mineralizada y roca de caja.
- Distribución y Leyes.
- Económico.
- Reglamentación (Medio Ambiente).

Criterios de Elección:

- Rendimiento y Productividad.
- Seguridad al Personal, Equipos e Infraestructura.
- Recuperación.

$$N (\%) = \frac{\text{Reservas Extraídas}}{\text{Reservas In situ}}$$

- Selectividad.
- Dilución.
- Simplicidad.
- Costos:
 - a.- Inversión.
 - b.- Operación.

Clasificación de los métodos de explotación

Según las condiciones de abandono de los tajos:

- Cielo Abierto.
- Subterráneo.

Subterráneo

a.- Tajos Rellenos.

b.- Tajos Vacíos.

c.- Por Hundimiento.

a.- Tajos Rellenos

a.1. – Shrinkage.

a.2. - Cut and Fill.

b. - Tajos Vacíos

b.1. - Room and Pillar.

b.2. - Sub Level Stopping.

c. - Por Hundimiento

c.1. - Sub Level Caving.

c.2. - Block Caving.

CORTE Y RELLENO (CUT AND FILL)

1. **Principios generales:** Es un método ascendente (realce). El mineral es arrancado por franjas horizontales y/o verticales

empezando por la parte inferior de un tajo y avanzando verticalmente. Cuando se ha extraído la franja completa, se rellena el volumen correspondiente con material estéril (relleno), que sirve de piso de trabajo a los obreros y al mismo tiempo permite sostener las paredes del tajo, y en algunos casos especiales el techo. La explotación de corte y relleno puede utilizarse en yacimientos que presenten las siguientes características: ver cuadro N° 04

- Fuerte buzamiento, superior a los 50° de inclinación.
- Características fisicomecánicas del mineral y roca de caja relativamente mala (roca incompetente).
- Potencia moderada.
- Límites regulares del yacimiento.

2.- Alternativas de aplicación:

Se refiere a los siguientes aspectos:

- 2.1) Preparación de la base del tajo.
- 2.2) Perforación.
- 2.3) Carguío del mineral.
- 2.4) Construcción de buitras.
- 2.5) Relleno.
- 2.6) Ciclo de producción.

Características generales del método de explotación por relleno:

- a. Posibilidades de aplicación: Este método tiene posibilidades de aplicación bastante amplias, se aconseja especialmente en aquellos yacimientos donde las cajas no son seguras y las características mecánicas de la roca no son satisfactorias. Como se trabaja con una altura máxima equivalente a la altura de dos tajadas (2.5 – 3 m) es posible controlar mediante apernado o acuñadura cualquier indicio de derrumbe.
- b. 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.
- c. Recuperación: En general es bastante buena, siempre que se tome la precaución de evitar pérdidas de mineral en el relleno. Cabe agregar, que éste método permite seguir cualquier irregularidad de la mineralización.
- d. Dilución de la ley: Puede existir una pequeña dilución de la ley en el momento de cargar los últimos restos de mineral arrancado que quede en contacto con el relleno. Esto se puede evitar estableciendo una separación artificial entre el mineral y el relleno, solución que en casos excepcionales (mineral de gran ley) resulta antieconómico. Entonces se debe aceptar que algo de mineral se mezcle con el relleno.
- e. Rendimientos: Sus rendimientos se pueden considerar satisfactorios.

En tajos sin mecanización, se alcanza normalmente rendimientos del orden 4 - 8 ton/hombre, según el ancho del tajo. En tajos mecanizados, este rendimiento es duplicado, es decir se alcanza una cifra decente del orden de 14 ton/hombre, sin tomar en cuenta el abastecimiento del relleno. Si se trata de relleno hidráulico, con tajos mecanizados, se obtienen rendimientos netamente superiores.

Ventajas y desventajas del método Cut and Fill.

Ventajas:

- ✓ La recuperación es cercana al 100%.
- ✓ Es altamente selectivo, lo que significa que se pueden trabajar secciones de alta ley y dejar aquellas zonas de baja ley sin explotar.
- ✓ Es un método seguro.
- ✓ Puede alcanzar un alto grado de mecanización.
- ✓ Se adecua a yacimientos con propiedades físicos – mecánicas incompetentes.

Desventajas:

- ✓ Costo de explotación elevado.
- ✓ Bajo rendimiento por la paralización de la producción como consecuencia del relleno.
- ✓ Consumo elevado de materiales de fortificación. (Oyarzun, 2011, Citado por Galán 2019).

Ver figura N° 01 corte y relleno tradicional. Ver cuadro N° 04 resumen del método.

FIGURA N° 01: CORTE Y RELLENO TRADICIONAL.



Fuente: R. Oyarzun, Métodos de explotación más comunes en minería subterránea

CUADRO N° 04: RESUMEN DEL MÉTODO

1. Geometría del Yacimiento	Aceptable	Optimo
Forma	Cualquiera	Tabular
Potencia	Cualquiera	>3m
Buzamiento	>30°	>60°
Tamaño	Cualquiera	Cualquiera
Regularidad	Cualquiera	Irregular
2. Aspectos Geotécnico	Aceptable	Optimo
Resistencia (Techo)	>30 MPa	>50 MPa
Resistencia (Mena)	s/profundidad	>50 MPa
Fracturación (Techo)	Alta-media	Media-Baja
Fracturación (Mena)	Media-Baja	Baja
Campo Tensional In-situ (Profundidad)	Cualquiera	<1000 m
Comportamiento Tenso- Deformacional	Elástico	Elástico
3. Aspectos Económicos	Aceptable	Optimo
Valor Unitario de la Mena	Media-Alto	Alto
Productividad y ritmo de explotación	Media-Baja	NA

Fuente: R. Oyarzun, Métodos de explotación más comunes en minería subterránea, (Citado Galán, 2019).

2.1.2.3. Condiciones de diseño

Se puede aplicar en yacimientos:

- a. Con buzamiento pronunciados.
- b. En cualquier depósito y terreno.
- c. Con cajas medianamente competentes.

- d. Las cajas del yacimiento pueden ser irregulares y no competes.
- e. El mineral debe tener buena ley.
- f. Disponibilidad del material de relleno.

Labores de desarrollo

- Se desarrolla una galería de transporte a lo largo del yacimiento en un nivel principal.
- Chimeneas y caminos deben ser construidos a una distancia requerida según el diseño o planeamiento de desarrollo y/o explotación.
- El área del tajo debe estar de 5 a 12 m sobre la galería de transporte.
- Las chimeneas para ventilación y transporte de relleno deben ser construidas del nivel inferior al nivel superior.

Labores de preparación

La preparación se realiza teniendo en cuenta los siguientes objetivos: ver figura N° 02

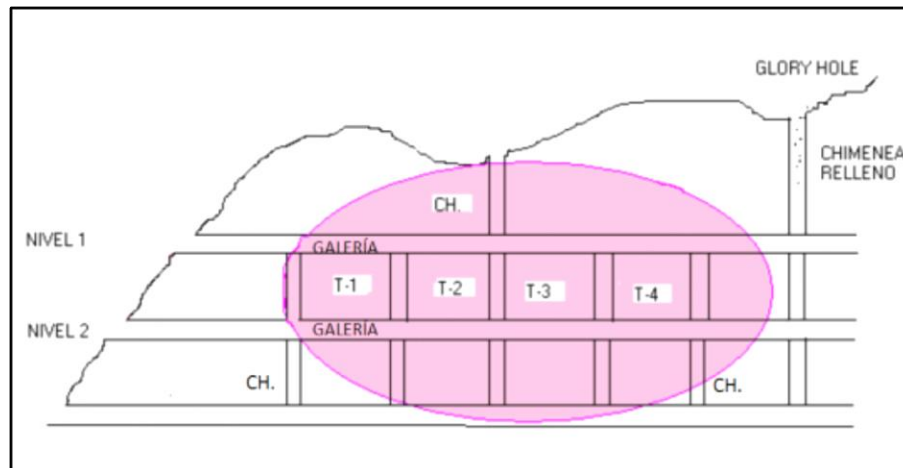
- a. Una buena concepción y una ejecución. Estos trabajos son la condición de éxito del conjunto de la explotación.
- b. Los costos de esta fase de trabajos tienen considerable incidencia en los costos totales.

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

- a. Una sola galería sobre veta.

- b. Una paralela fuera de la veta y sus cortes.
- c. Una paralela y otra auxiliar en el mineral.

FIGURA N° 02: DIAGRAMA DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA



Fuente: Chambi, 2014.

Galerías de base

Las posiciones de la galería base en relación a la veta con numerosas y es bastante difícil definir las. Se puede admitir que para potencias inferiores o iguales a 6 m, la galería de base es única, ella sigue la veta dentro de la zona mineralizada en los niveles intermedios; en otros casos está situada fuera de veta y en la caja piso de los niveles principales de extracción.

Para potencias superiores a 7 m la galería de base es a menudo doble, las dos galerías están conectadas entre ellas por cortes; esta red de base juega un rol importante, tales como:

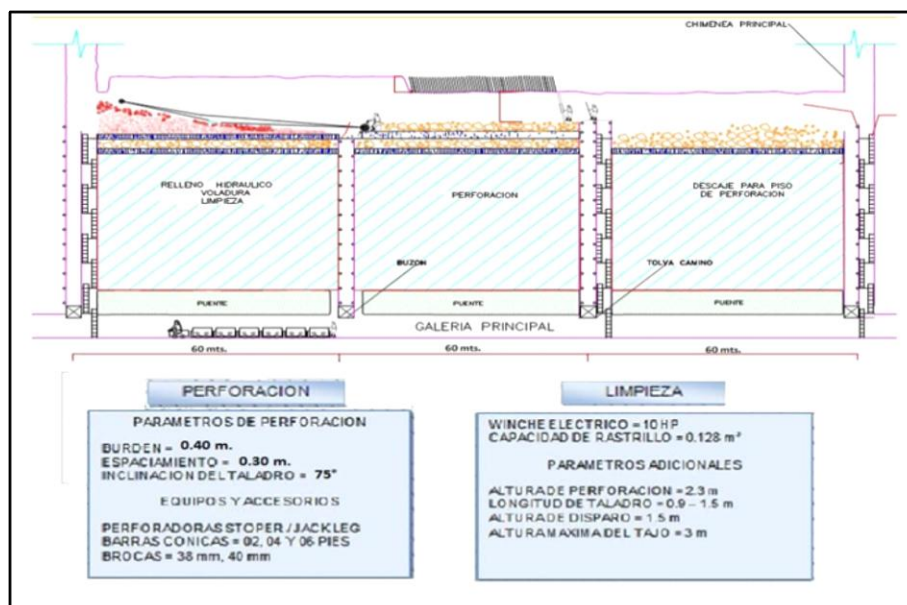
- a. Transporte del mineral.
- b. Nivel superior de los tajeos, nivel de corte de los tajeos del nivel inferior.
- c. Drenaje de las aguas del relleno hidráulico.

- d. Camino para personal, instalación de tuberías de agua y aire comprimido.
- e. Ventilación, etc.

Ore pass o echadero

La técnica de construcción de estas tolvas es variable. Son simples en vetas angostas o cuando el tonelaje a extraer es bajo. Su construcción es compleja en filones con mayor potencia y a mayor tonelaje de producción. En general, el carguío es manual para menor volumen de mineral, y puede ser mediante tolva neumática o hidráulica para grandes tonelajes. Después que el tajeo se haya elevado algunos metros los atascamientos o el mal funcionamiento de las tolvas, retrasan la Extracción. En caso de una reparación detiene el minado en el tajeo. Ver figura N° 03

FIGURA N° 03: MÉTODO DE EXPLOTACIÓN POR CORTE Y RELLENO ASCENDENTE.



Fuente: Chambi, 2014.

Labores de explotación

Perforación y disparo

Se pueden perforar tiros horizontales, verticales e inclinados.

En el caso de tiros horizontales, no se tiene que vencer un empotramiento y el rendimiento por metro barrenado y uso de explosivo será mucho mejor.

El inconveniente de la perforación horizontal reside en el hecho de que en tajeos estrechos, el perforista no puede disponer de suficientes lugares de trabajo.

En los tiros verticales se tendrá siempre que vencer un empotramiento, por lo cual será necesario una perforación con pasadura (sub drilling), lo que disminuye el rendimiento por metro barrenado aumentando consigo el uso de explosivo.

La ventaja que posee es que deja suficiente lugar de trabajo al perforista asegurando una buena utilización del tiempo.

El inconveniente en perforación vertical es que la altura del tajo se va incrementando en promedio 7,5 m cuando el mineral es extraído. La voladura crea un techo escabroso y esto dificulta el control del techo y es potencialmente peligroso para el operador minero, a menos que la superficie escabrosa esté recortada por voladura controlada.

La perforación horizontal ofrece varias ventajas sobre la perforación vertical y estos son:

- Los taladros son horizontales y el techo volado deja una superficie lisa o lisa, además se puede fácilmente controlar el techo.
- La cara frontal permite una perforación selectiva donde los materiales de baja ley pueden ser dejados en el tajeo como relleno.
- Permite ajustar el plan general del tajeo, así para extraer la mineralización existente en las cajas irregulares.

Una solución intermedia consiste en la perforación inclinada ya que es más ventajosa que la perforación vertical, pues el empotramiento que tiene que vencer es más fácil, disminuyendo consigo la pasadura trayendo consigo las ventajas ya vistas anteriormente. El trazo de la malla de perforación influye en la fragmentación del mineral, así como la densidad de carga explosiva, secuencia de iniciación y otros parámetros, que son deducidos en base a experiencias de los supervisores y a algunas teorías existentes en nuestro medio; hoy en día al respecto existen una diversidad de software en el mercado para el cálculo de los parámetros de voladura. Como explosivo se viene usando dinamita, así como accesorios se utilizarán fulminante corriente N° 8, mecha de seguridad, conectores y mecha rápida.

Acarreo y transporte

El transporte en el tajeo de método del corte y relleno es uno de las operaciones unitarias más importantes.

La forma del tajeo condiciona la limpieza que de hecho conforma dos operaciones, acarreo y transporte.

En general las distancias son de acuerdo al radio de rendimiento de cada equipo de acarreo y transporte, el equipo de carguío es al mismo tiempo el que realiza el transporte en muchas minas. Solamente en el caso de vetas angostas (tajeos largos), se puede contemplar 2 equipos distintos.

Carguío del mineral

El mineral arrancado debe ser extraído totalmente y en forma regular del tajeo. Esta evacuación se puede realizar de diferentes maneras:

- a. Con pala a mano: Ya sea tirando directamente el mineral en “ore pass”, y/o echaderos simples de evacuación, o llenando carros que se vacían en dichos echaderos.
- b. Con scraper o rastrillo: Existen varias posibilidades de instalación. Una de ellas consiste en instalar todo el conjunto en el Tajeo mismo, con el riesgo de exponerlo a los disparos y derrumbes del techo, además de la pérdida de tiempo que significa cambiarlo de piso cada vez que se termina de explotar una tajada.

Otra posibilidad sería instalar el winche con su motor en la galería base o en la galería superior. En este caso los cables subirían o bajarían por una chimenea y el winche se manejaría por control remoto. El inconveniente de esta alternativa es que la instalación del winche en

la galería base, por lo tanto, los cables se deben correr por una chimenea suplementaria.

Relleno

Se comporta como un soporte, es una necesidad en los tajeos explotados o vacíos, el uso se ha generalizado en todo el mundo. El objetivo es que no afecte a otras áreas de trabajo, evitando el hundimiento y otros efectos tectónicos y más aún para buscar seguridad en la explotación, a medida que va profundizándose las labores, las presiones son mayores.

Tres tipos de relleno son los más usados en la minería subterránea: Relleno convencional, hidráulico e hidroneumático.

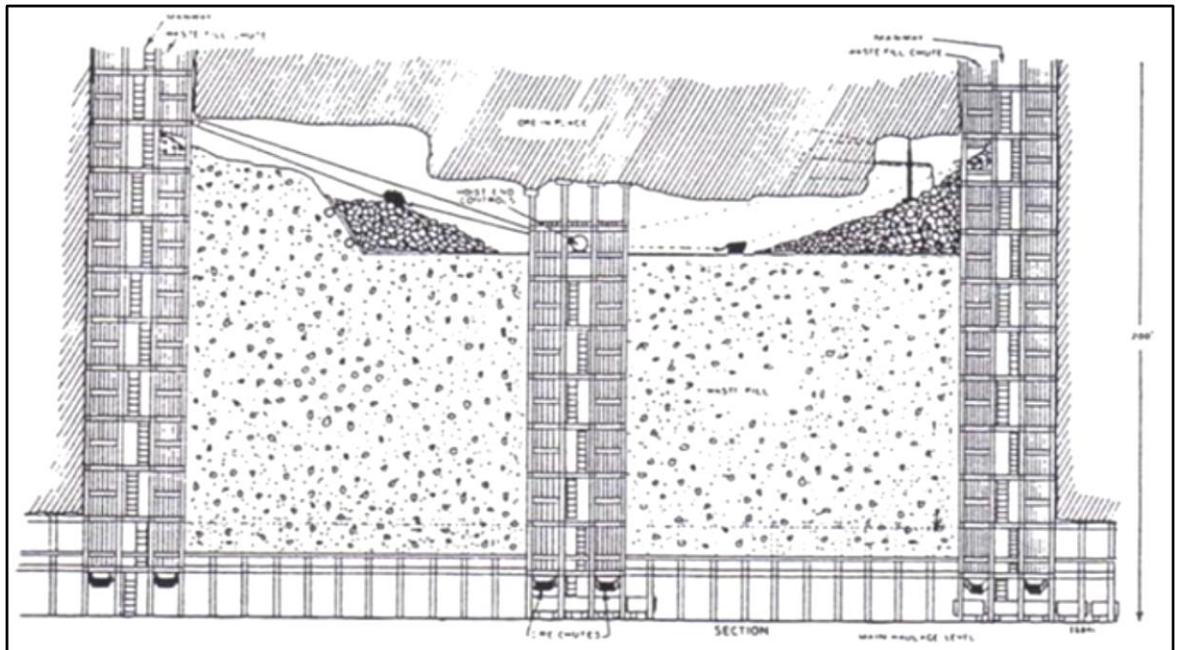
Relleno convencional

Es usando gravas de superficie, pero en minas profundas y con gran extensión es muy costosa, por la incidencia de la mano de obra, maquinaria, energía y construcción de labores. Ver figura N° 04

El relleno para las labores excavadas proviene generalmente de:

- a. Material estéril de labores de desarrollo. Se estima en 40 % aproximadamente.
- b. Depósitos naturales de grava de superficie 60 %

FIGURA N° 04: CORTE CONVENCIONAL CON RELLENO DE MATERIAL ESTÉRIL



Fuente: Chambi, 2014.

Se usan con fines de relleno: los materiales de labores en estéril y labores horizontales en desarrollo, así como de las estocadas en caja techo y/o piso dependiendo de la estructura de los tajeos. La distribución en los tajeos es muy laborioso, llegándose a consumir hasta un 30% del tiempo del personal del tajeo, en muchos casos el piso no es uniforme, como consecuencia existe pérdida de mineral por dilución, en algunos casos se subsana con el entablado del piso, pero es conocida que esta técnica es costosa, rara vez cumple su función, pues es difícil manejar un rastrillo sin mover las tablas de su lugar. Es muy difícil compactar el relleno de grava en todos los rincones del tajeo debido al esponjamiento del material y la incomodidad dentro del tajeo.

Relleno hidráulico

Es una mezcla de relave cicloneado con agua o bien arenas glaciares con agua y la pulpa es transportada mediante tuberías accionadas por bombas o por gravedad a las labores; ofrece muchas ventajas sobre el relleno convencional tales como:

- El relave como material se halla en forma gratuita.
- Es mucho más eficiente, económico y veloz.
- El relleno en el tajeo busca su nivel.
- La adición de cemento en la capa superior reduce la mezcla del mineral con el relleno.
- Flexibilidad en las técnicas mineras permitiendo transformar el método de baja eficiencia a método más eficiente.
- Permite realizar un planeamiento más exacto.
- Facilita el carguío del material disparado por equipos LHD, etc.

Dentro de las limitaciones podemos indicar:

- Alta inversión inicial.
- Mayor volumen de agua es introducido a la mina, requiriéndose la evacuación por bombeo o por gravedad.
- Si el drenaje es deficiente, habrá fuga ocasionando obstrucciones en las galerías inferiores.
- Si la percolación no es adecuada crea el fenómeno del embudo, ocasionando derrumbamiento posterior.

- Problemas de tuberías obstruidas, desgastadas, cambio de válvulas ocasionará paradas de la bomba y/o planta de preparación del relleno.
- Cuando en el relave existe alta cantidad de pirita se eleva la temperatura y produce anhídrido sulfuroso, pudiéndose provocar inclusive incendios.

Relleno hidroneumático

Es similar al relleno hidráulico, usándose para el transporte tuberías de metal. El relleno hidráulico consiste en enviar material chancado, puede mezclarse con cemento y agua, la que es preparada en mezcladores con este fin; la carga pasa por una tubería con diámetro apropiado; la misma que da paso a una bomba neumática para enviar a los con alta presión de aire para rellenar los espacios vacíos.

El abastecimiento del relleno: Considerando la gran cantidad de material a transportar, éste aspecto representa un porcentaje considerable del costo total de explotación. Desde el punto de vista de transporte se distinguen dos tipos de rellenos: rellenos secos y relleno húmedos.

Ventajas y desventajas del método por corte y relleno

Ventajas

- La recuperación es cercana al 100%.
- Es altamente selectivo, lo que significa que se pueden trabajar secciones de alta ley y dejar aquellas zonas de baja ley sin explotar.
- Es un método seguro.
- Puede alcanzar un alto grado de mecanización.
- Se adecua a yacimientos con propiedades físicos – mecánicas incompetentes

Desventajas

- Costo de explotación elevado.
- Bajo rendimiento por la paralización de la producción como consecuencia del relleno.
- Consumo elevado de materiales de fortificación.

Circado de veta angosta

La pequeña minería se caracteriza por ser intensiva en mano de obra y emplear mínima cantidad de equipo, desarrollando filones o vetas de espesor reducido y alta ley.

Las vetas generalmente tienen potencias de 10 cm a 1 m, y leyes que varían de 1 a 80 onz/TM de oro.

El desarrollo de las vetas se debe a que el oro se encuentra en rocas estériles o con contenidos muy bajos de oro.

El minero extrae selectivamente (circado) el filón, obviando la etapa de concentración que normalmente prosigue a la etapa de minado, reduciendo considerablemente el costo de procesamiento.

El método de circado (minado selectivo) consta de perforación, voladura y extracción de la roca que se encuentra debajo de la veta (en caso de las vetas manteadas) y extracción de la roca del lado adyacente (en caso de las vetas verticales).

La perforación, disparo y extracción de la roca caja de encima de la veta (roca techo) se hace para conservar la accesibilidad y continuar el avance.

La disposición del desmonte se hace en el exterior de la labor, cuando es de poca profundidad, o se acumula en el interior cuando es profunda y/o se requiere reforzar el sostenimiento. (Chambi, 2014).

2.1.3. Definición de Términos.

Actividad Minera: Es el ejercicio de las diferentes labores mineras en concordancia con la normatividad vigente.

Buzamiento (DIP): Es el ángulo que forma la línea de máxima pendiente de una superficie de un estrato, filón o falla con su proyección sobre el plano horizontal. Otra definición de buzamiento es el ángulo que forma el plano a medir con respecto a un plano horizontal, y debe ir acompañado por el sentido en el que el plano buza o baja.

Chimenea: Es una labor minera vertical que comunica dos niveles de

trabajo.

Crucero: Es una labor minera horizontal que se realiza sobre roca estéril.

Depósito mineral: Término sin implicancias económicas, ocurrencias de menas en concentración anómala, subeconómicas o no completamente evaluados.

Dilución: Es la disminución de la ley de cubicación por la presencia de rocas estéril.

Discontinuidades: Son de diferente origen y por lo tanto de diferentes características.

Dirección (rumbo): Es el ángulo entre el norte magnético y una línea obtenida mediante la intersección de un estrato inclinado, o falla, con un plano horizontal. Se suele expresar como un valor de un ángulo en relación con el norte. Por ejemplo (N 10° E) significa que la línea de dirección se dirige al este desde el norte.

Estereograma: Grafico de forma circular en la que se representan estructuras de terrenos.

Estéril: Se refiere a la roca que no constituye mena explotable.

Exploración minera: Es el proceso o conjunto de procesos por el cual o cuales extraemos un material natural terrestre del que podemos obtener un beneficio económico: puede ser desde agua, hasta diamantes, por ejemplo. Se lleva a cabo mediante pozos, en minas subterráneas o a cielo abierto, o en canteras.

Estratigrafía: Estudia las rocas sedimentarias estratificadas.

Explotación de una mina: Conjunto de operaciones que permiten el arranque, carguío y extracción de mineral.

Proceso minero: Conjunto de actividades por el cual extraemos un material natural terrestre del que podemos obtener un beneficio económico.

Factor de Concentración: Es el grado de enriquecimiento que tiene que presentar un elemento de con respecto a su concentración normal para que resulte explotable.

Galería: Es una labor minera horizontal que se realiza sobre veta.

Ganga: Son los que acompañan a la mena pero que no presentan interés minero en el momento de la explotación (cuarzo, calcita).

Geomecánica: Es la disciplina que estudia las características mecánicas de los materiales geológicos que conforman las rocas de formación. Esta disciplina está basada en los conceptos y teorías de mecánica de rocas y mecánica de suelos. La geomecánica utiliza resultados experimentales de campo y laboratorio conjuntamente con soluciones analíticas para resolver problemas particulares.

Labores Mineras: Son todos los trabajos que se realizan en una mina.

Lavado o concentración: Proceso o conjunto de procesos por el cual o cuales se separan la mena y la ganga. Pueden ser de carácter físico: por ejemplo, separación de la magnetita por medio de electroimanes; o de carácter físico-químico: por ejemplo, flotación de los sulfuros.

Ley: Grado de concentración de un elemento en el cuerpo mineralizado, ya sea mineral o roca.

Ley de Corte: Denominado también Cut – Off. Es la concentración mínima que debe tener un elemento en un yacimiento para ser explotable, es decir, concentración que paga su: extracción, tratamiento y comercialización.

Ley Media: Es la concentración que presenta el elemento químico de interés minero en el yacimiento. Su unidad es el cien por ciento, gramos por tonelada, onzas por tonelada, partes por millón.

Macizo rocoso: Es el conjunto de elementos resistentes (roca intacta) separado por discontinuidades.

Mena metálica: Compuesto que ocurre en forma natural y que es valorizado por su contenido metálico. Ejemplo: Cu de la calcopirita, Hg del cinabrio, Sn de la casiterita, etc.

Mena no metálica: Minerales que se utilizan por sus propiedades físicas o químicas específicas y propias más que por los elementos que puedan contener. Ejemplo: halita, yeso, asbestos, materiales de construcción, ornamentales, etc.

Método de Explotación: Modo de dividir el cuerpo mineralizado en sectores aptos para la explotación de una mina.

Método de explotación: El método de explotación es la estrategia global que permite la excavación y extracción de un cuerpo mineralizado del modo técnico y económico más eficiente: Define los principios generales según los que se ejecutan las operaciones unitarias. Define criterios con respecto al tratamiento de las cavidades que deja la extracción.

Mineralización: Procesos formadores de minerales de mena o minerales asociados que permiten la sobre concentración de ellos.

Minería: Obtención selectiva de minerales y otros materiales (salvo materiales orgánicos de formación reciente) a partir de la corteza terrestre.

Ocurrencias: Concentraciones anómalas sub-económicas.

Reservas: Cantidad (masa o volumen) de mineral susceptible de ser explotado.

Roca de caja: Es la roca que rodea al depósito mineral. Por ejemplo las rocas en ambos lados de una veta.

Roca intacta: Son cuerpos continuos formados por asociaciones de una o varias especies minerales.

Rumbo (Strike): Es el ángulo que forma la recta de intersección (entre el plano que representa la discontinuidad y un plano horizontal) con la dirección Norte – Sur.

Veta: Una veta es un cuerpo tabular, o en forma de lámina, compuesto por minerales que han sido introducidos en las rocas por una diaclasa o fisura, o por sistemas de diaclasas y fisuras.

Yacimiento: Concentraciones de minerales útiles que después de su explotación y tratamiento, se usan como materias primas para otras industrias. (Shouthern Copper, 2015).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. *El Problema.*

La búsqueda de la verdad es un reto continuo de personas involucradas a la investigación para tal fin es necesario aplicar criterios óptimos para la elaboración de los lineamientos para canalizar las ideas y así solucionar problemas.

La minería subterránea es aquella actividad en donde se extrae mineral de alta ley, pero este enunciado fue cinco décadas atrás, esto se debió a que los precios de los metales (oro, plata) eran bajos, las maquinarias y equipos que usaban eran mediante un sistema de rieles de acuerdo al avance tecnológico de la época. Los mineros de aquellas épocas se ingeniaban de como extraer el mineral a la vez era un trabajo agotador y preocupante por parte de sus familiares ¿Por qué preocupante? Porque permanecían internados en los socavones durante varios meses en su centro de labores que eran las minas.

En la actualidad la minería ha mejorado bastante acorde a la tecnología tanto en: producción, seguridad, impacto ambiental, maquinarias y equipos acorde al siglo 21 que estos hacen que el trabajo del minero sea más saludable, seguro, eficiente y eficaz ya que este panorama es rentable para el titular minero. Esta mención posee la veracidad del caso si se desarrolla de forma correcta, se selecciona de manera adecuada el sistema y el método de explotación, para llevar a cabo este proyecto se tendrá en cuenta diversos factores, así como la geología del yacimiento. Es por esta razón que el proyecto consiste en la Elección e Implementación del Metodo Corte y Relleno Ascendente para la Explotación en el Proyecto Minero Cory Collur año 2019, el trabajo de investigación se desarrolla en base al siguiente contexto: la prospección, el cateo, la ejecución teórico-práctico del diseño del método de explotación para el sistema de extracción que están programadas para el proyecto en base a metas físicas de producción de mineral acorde a una planificación.

En el sistema de explotación se realiza en base al estudio de prospección, en las características y requerimientos de la concesión. En el caso del método de explotación se desarrollara dando inicio del cateo para lo cual se hará varios tipos de muestreo existentes (por puntos, por canales, entre otros). Se elaborara el diseño de los circuitos de transporte de material tanto en el nivel inferior como en el superior que involucran directamente con la extracción.

3.1.1. Identificación y selección del problema.

Hernandez Sampieri, R. “Metodología de la Investigación (2014:46)”.
Plantea

“Una vez que se ha concebido la idea de investigación y el científico, estudiante, o experto ha profundizado en el tema en cuestión y elegido el enfoque cuantitativo, se encuentra en condiciones de plantear el problema de investigación”.

El problema es la elección e implementación del método corte y relleno ascendente para la explotación del proyecto minero Cory Collur año 2019.

3.1.2. Formulación del Problema.

Formulación del problema General:

¿En qué medida la elección e implementación del método corte y relleno ascendente permitirá la explotación del proyecto minero Cory Collur en el año 2019?

Formulación de problemas específicos:

1. ¿Con la capacitación de los trabajadores sobre el método de corte y relleno se explotará correctamente el proyecto minero Cory Collur año 2019?
2. ¿Se puede lograr a través de las operaciones unitarias mayor producción en la explotación del proyecto minero Cory Collur año 2019?

3.1.3. Objetivos de la investigación.

3.1.3.1. Objetivo General.

Elegir e implementar el método corte y relleno ascendente para la explotación del proyecto minero Cory Collur año 2019.

3.1.3.2. Objetivos Específicos.

1. Capacitar a los trabajadores sobre el método de corte y relleno.
2. Lograr a través de las operaciones unitarias la explotación del proyecto minero Cory Collur año 2019.

3.1.4. Justificación e importancia.

Se justifica porque se tiene la necesidad de explotar el yacimiento minero Cory Collur, optimizando los costos y aumentando la producción.

Es importante porque se tiene la necesidad de explotar la mina Cory Collur, cumpliendo el programa de seguridad y salud ocupacional.

3.1.5. Alcances.

Han de ser de nivel nacional, porque sus aportes han de contribuir a que se mejore la productividad en los yacimientos que tiene similares características.

3.1.6. Limitaciones.

En el trabajo de investigación se ha notado una serie de limitaciones, que a continuación se da mención:

- Acceso limitado a la información por parte de la empresa.
- Poca información geomecánica del yacimiento.

3.2. Hipótesis.

Hipótesis General.

La elección e implementación del método corte y relleno ascendente permitirá la explotación del proyecto minero Cory Collur año 2019.

Hipótesis Específicas.

- La Capacitación de los trabajadores sobre el método de corte y relleno permitirá la explotación de la mina Cory Collur.

- Las operaciones unitarias permitirán la explotación del proyecto minero Cory Collur en el año 2019.

3.3. Variables.

Variable Independiente (x):

Elección e implementación del método corte y relleno ascendente

Variable dependiente (y):

Explotación del proyecto minero Cory Collur

3.3.1. Operacionalización de variables.

CUADRO N° 05: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable Independiente	Elección e implementación del método corte y relleno ascendente.	Tipo de yacimiento	▪ Parámetros del método de explotación.
		Producción diaria	▪ Optimización de la producción.
		Dimensión del yacimiento	▪ Planeamiento a largo, mediano y corto plazo
Variable dependiente	Explotación del proyecto minero Cory Collur en el año 2019.	Optimización	▪ Incorporación de nuevos estándares.
		Diferenciación	▪ Control de materiales e insumos.
		Objetividad	▪ Eficiencia de los trabajadores.

Fuente: Adaptación propia.

3.4. Diseño de la investigación.

3.4.1. Tipo de investigación.

El tipo de investigación es APLICADA, porque se buscará las soluciones para la explotación de la mina Cory Collur por el método de explotación corte y relleno ascendente.

3.4.2. Nivel de la investigación.

El nivel será de investigación descriptiva. Porque consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, personas y procesos.

3.4.3 Diseño de la investigación

No experimental - transversal.

3.4.4. Método.

Jhon W. Best “Como Investigar en Educación” indica:

“la investigación aplicada, movida por el espíritu de la investigación fundamental, ha enfocado la atención sobre la solución de problemas más que sobre la formulación de teorías (...) Se refiere a resultados inmediatos y se halla interesada en el perfeccionamiento de los individuos implicados en el proceso de la investigación”.

La metodología aplicada en el presente estudio es descriptiva, exploraría y aplicativa.

3.4.4. Población y muestra.

Población

Representada por todas las labores mineras de explotación del proyecto Minero Cory Collur.

Muestra

Las labores mineras de producción como por ejemplo Tajo KC1500.

3.4.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Las técnicas de recojo de datos serán:

Observación: Que consistirá en un estudio detallado del yacimiento.

Análisis documental: Consistirá en la revisión de los informes de mina.

Técnicas de análisis de datos:

Se empleó la estadística descriptiva probabilística, que es el conjunto de procedimientos diseñados para organizar, resumir y agrupar datos descriptivos, para la prueba de la hipótesis se usa la estadística inferencial con la prueba Z.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. *Descripción de la realidad y procesamiento de datos.*

La explotación de un yacimiento minero subterráneo tiene múltiples variables siendo la más importante el método de explotación que se elegirá de acuerdo a la geometría del yacimiento y a la distribución de leyes del yacimiento, a las características geomecánicas zona mineralizada, a las características geomecánicas - caja techo y a las características geomecánicas - caja piso, también se debe de considerar la ley de corte, la secuencia de extracción, etc.

En el pasado, la elección de un método minero para explotar un yacimiento nuevo se basaba en la revisión de las técnicas aplicadas en otras minas y en las experiencias conseguidas sobre depósitos similares, dentro de un entorno próximo.

En la actualidad para diseñar e implementar un método de explotación subterráneo se requiere un fuerte presupuesto, teniendo en cuenta que los costos de extracción de mineral son elevados e importantes, por lo que es necesario que dicho proceso de

elección responda a un análisis sistemático y global de todos los parámetros específicos del yacimiento: geometría del depósito y distribución de leyes, propiedades geomecánicas del mineral y rocas encajonantes, factores económicos, limitaciones ambientales, condiciones sociales, etc.

Existen técnicas para determinar métodos generales de explotación y uno de ellos es el denominado método numérico para la selección del método de explotación subterránea de un yacimiento.

4.2. *Elección e implementación del método corte y relleno ascendente.*

4.2.1. Geometría del yacimiento.

Ver cuadro N° 06.

CUADRO N° 06: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL YACIMIENTO.

▪ Buzamiento	60° SW
▪ Rumbo	S 28° W
▪ Potencia de veta (m)	1.80
▪ Longitud del yacimiento (m)	300
▪ Altura del yacimiento (m)	290
▪ Profundidad desde la superficie (m)	260

Fuente: Departamento de geología, 2016.

4.2.2. Geología del yacimiento.

Se tiene las leyes de mineral y características de la veta. Ver cuadro N° 7:

CUADRO N° 07: LEYES DE MINERAL

▪ Ley de cobre	4.36 %
▪ Ley de plata	6.7 gr/tm
▪ Ley de oro	1.10 gr/tm

Fuente: Departamento de geología, 2016.

Además, de acuerdo a los estudios realizados por la J. S. Redpath Ltd, las recuperaciones en minas metálicas explotadas subterráneamente para los métodos de Corte y Relleno se muestran en la Cuadro N° 8

CUADRO N° 08: RECUPERACIONES MINERAS SEGÚN J. S. REDPATH. LTD.

Método de Explotación	Recuperación Minera
Corte y Relleno	94,0%

Fuente: Redpath Contratistas Mineros e Ingenieros

4.2.3. Geomecánica del yacimiento.

Ver tabla siguiente N° 09:

CUADRO N° 09: CARACTERÍSTICAS GEOMECAÑICAS DEL YACIMIENTO.

Características geomecánicas del mineral	
▪ Peso específico (t/m ³)	2.70
▪ Porosidad (%)	6 a 8
Resistencia a la compresión simple (kp/cm ²)	
▪ Valores medios	3 000 – 3 500
▪ Rango de valores	2 000 – 9 000
▪ Resistencia a la tracción (kp/cm ²)	120
▪ Rock Mass Rating	22 – 35
Características Geomecánicas De La Caja Techo	
▪ Peso específico (t/m ³)	2,6
▪ Porosidad (%)	6 a 8
Resistencia a la compresión simple (kp/cm ²)	
▪ Valores medios	3 000 – 3 100
▪ Rango de valores	2 000 – 4 000
▪ Resistencia a la tracción (kp/cm ²)	110
▪ Rock Mass Rating	32 – 38
Características Geomecánicas De La Caja Piso	
▪ Peso específico (t/m ³)	2,6
▪ Porosidad (%)	6 a 6
Resistencia a la compresión simple (kp/cm ²)	
▪ Valores medios	2 000 – 3 000
▪ Rango de valores	2 000 – 4 000
▪ Resistencia a la tracción (kp/cm ²)	100
▪ Rock Mass Rating	30 - 34

Fuente: Departamento de geología, 2016.

4.2.4. Elección del método de minado.

Teniendo en consideración los datos geométricos, geomecánicos y geológicos antes descritos se evaluará la factibilidad de aplicar un método minero de explotación subterránea. Para ello, se hace uso de la teoría de elección que consiste en calificar cada parámetro del yacimiento de acuerdo al método que se está evaluando. Ver tabla N° 10, 11, 12, 13 y 14.

CUADRO N° 10: CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN MINERA EN FUNCIÓN DE LA GEOMETRÍA Y DISTRIBUCIÓN DE LEYES DEL YACIMIENTO.

Método de Explotación	Forma del yacimiento			Potencia del mineral				Inclinación			Distribución de leyes		
	M	T	I	E	IT	P	MP	T	IT	IN	U	D	ER
Cielo abierto	3	2	3	2	3	4	4	3	3	4	3	3	3
Hundimiento por bloques	4	2	0	-49	0	2	4	3	2	4	4	2	0
Cámaras por subnivel	2	2	1	1	2	4	3	2	1	4	3	3	1
Tajeo por subniveles	3	4	1	-49	0	4	4	1	1	4	4	2	0
Cámaras y pilares	0	4	2	4	2	-49	-49	4	1	0	3	3	3
Cámaras almacén	2	2	1	1	2	4	3	2	1	4	3	2	1
Corte y relleno	0	4	2	4	4	0	9	3	4	3	3	3	3

M: Masivo T: Tabular I: Irregular E: Estrecho IT: Intermedio P: Potente MP: Muy Potente

Fuente: Métodos numéricos para la elección del método de explotación.

CUADRO N° 11: CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS ATENDIENDO A LAS CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS DE LA ZONA MINERAL.

Método de Explotación	Resistencia de las rocas			Espaciamiento entre fracturas				Resistencia de las discontinuidades		
	P	M	A	MP	P	G	MG	P	M	G
Cielo abierto	3	4	4	2	3	4	4	2	3	4
Hundimiento por bloques	4	1	1	4	4	3	0	4	3	0
Cámaras por subnivel	-49	3	4	0	0	1	4	0	2	4
Tajeo por subniveles	0	3	3	0	2	4	4	0	2	2
Cámaras y pilares	0	3	4	0	1	2	4	0	2	4
Cámaras almacén	1	3	4	0	1	3	4	0	2	4
Corte y relleno	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2
P: Pequeño M: Medio A: Alta MP: Muy pequeña MG: Muy grande										

Fuente: Métodos numéricos para la elección del método de explotación.

CUADRO N°12: CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS ATENDIENDO A LAS CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS DE LA CAJA TECHO.

Método de Explotación	Resistencia de las rocas			Espaciamiento entre fracturas				Resistencia de las discontinuidades		
	P	M	A	MP	P	G	MG	P	M	G
Cielo abierto	3	4	4	2	3	4	4	2	3	4
Hundimiento por bloques	4	2	1	3	4	3	0	4	2	0
Cámaras por subnivel	-49	3	4	-49	0	1	4	0	2	4
Tajeo por subniveles	3	2	1	3	4	3	1	4	2	0
Cámaras y pilares	0	3	4	3	1	2	4	0	2	4
Cámaras almacén	4	2	1	4	4	3	0	4	2	0
Corte y relleno	3	2	2	3	3	2	2	4	3	2
P: Pequeño M: Medio A: Alta MP: Muy pequeña MG: Muy grande										

Fuente: Métodos numéricos para la elección del método de explotación.

CUADRO N° 13: CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS ATENDIENDO A LAS CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS DE LA CAJA PISO.

Método de Explotación	Resistencia de las rocas			Espaciamiento entre fracturas				Resistencia de las discontinuidades		
	P	M	A	MP	P	G	MG	P	M	G
Cielo abierto	3	4	4	2	3	4	4	2	3	4
Hundimiento por bloques	2	3	3	1	3	3	3	1	3	3
Cámaras por subnivel	0	2	4	0	0	2	4	0	1	4
Tajeo por subniveles	0	2	4	0	1	3	4	0	2	4
Cámaras y pilares	0	2	4	0	1	3	3	0	3	3
Cámaras almacén	2	3	3	2	3	3	2	2	2	3
Corte y relleno	4	2	2	4	4	2	2	4	4	2
P: Pequeño M: Medio A: Alta MP: Muy pequeña MG: Muy grande										

Fuente: Métodos numéricos para la elección del método de explotación.

CUADRO N° 14: SIGNIFICACIÓN DE LA VALORACIÓN NUMÉRICA PARA LA SELECCIÓN DEL MÉTODO MINERO.

Clasificación	Valor
Preferido	3 a 4
Probable	1 a 2
Improbable	0
Desechado	49

Fuente: Métodos numéricos para la elección del método de explotación.

Entonces aplicando el método de Nicholas obtenemos lo señalado en los siguientes Cuadros N° 15 y 16.

CUADRO N°15: VALORACIÓN DE LOS MÉTODOS SUBTERRÁNEOS DE ACUERDO A LAS CARACTERÍSTICAS DEL YACIMIENTO.

Geometría y distribución	Características del tajo	Sin sostenimiento (CÁMARAS ALMACEN)	Con sostenimiento (CORTE Y RELLENO)
Forma del yacimiento	Tabular	4	4
Potencia del mineral	Intermedia	3	4
Inclinación	Vertical	4	4
Distribución de leyes	Uniforme	3	3
Profundidad	250 m		
TOTAL		14	15

Fuente: Método de Nicholas.

CUADRO N° 16: VALORACIÓN GEO MECÁNICAS DE ACUERDO A LAS CARACTERÍSTICAS DEL YACIMIENTO.

Geomecánica			
Zona de Mineral			
Resistencia de la roca	Baja	1	3
Espaciamiento entre fracturas	Pequeña	2	3
Resistencia de discontinuidades	Media	1	2
TOTAL		4	8
Zona de la Caja Techo			
Resistencia de la roca	Media	2	2
Espaciamiento entre fracturas	Pequeña	0	2
Resistencia de discontinuidades	Grande	0	2
TOTAL		2	6
Zona de la Caja Piso			
Resistencia de la roca	Mediana	1	2

Espaciamiento entre fracturas	Pequeña	1	2
Resistencia de discontinuidades	Grande	1	2
TOTAL		3	6
TOTAL PUNTUACIÓN		23	35

Fuente: Elaboración propia del autor.

En este análisis, que ha considerado factores geológicos y geomecánicos, los cuales nos revelan que es **preferible aplicar el método Corte y Relleno**.

4.2.5. Elección del método considerando 2 opciones

4.2.5.1 Descripción de las operaciones del método elegido.

Dentro del método de corte y relleno, de conformidad a los factores geológicos y geomecánicos, podríamos optar por dos opciones, los cuales son:

- Corte y relleno ascendente convencional
- Corte y relleno ascendente semi mecanizado

OPCIÓN 1: Corte y relleno ascendente convencional.

Consiste en romper el mineral en rebanadas, a partir de la chimenea principal el cual es evacuado directamente por el echadero, una vez terminado el corte, se pasa a la etapa del relleno para iniciar nuevamente el corte sucesivo.

El acceso al tajo es por la chimenea de acceso, la perforación se realiza con Jackleg de forma horizontal (breasting) y la limpieza del mineral será con winche eléctrico hasta el echadero principal del tajo.

La rotura del mineral es en forma de rebanadas horizontales con perforación en breasting con perforadoras tipo Jacklegs, consistiendo el ciclo de minado en: Perforación, voladura, ventilación, desate, sostenimiento, limpieza y relleno.

El mineral es limpiado mediante un winche eléctrico hasta el echadero, finalmente se extrae el mineral desde el nivel inferior y es trasladado por locomotoras.

El relleno hidráulico es bombeado desde la planta a través de tuberías de polietileno.

OPCIÓN 2: Corte y relleno ascendente semimecanizado.

Consiste en arrancar en franjas horizontales empezando por la parte inferior del tajo y avanzando verticalmente en cada corte, cuando se ha extraído la franja completamente se rellena el espacio libre.

El acceso al tajo fue a través de un brazo pivotante que se ira rebatiendo para cada corte respectivo desde la rampa auxiliar, la perforación se realiza en forma horizontal (breasting) con Jackleg y la limpieza del mineral roto se realiza con scoop de 1.5 Yd³ (se dice semimecanizado por que la limpieza es con scoop) evacuando el mineral a través del brazo basculante hasta el echadero, luego será extraído desde el nivel inferior mediante locomotoras.

Desarrollo: Se deben tomar muy en cuenta los trabajos o condiciones de explotación como son la velocidad de minado, extracción, drenaje, ventilación y seguridad de trabajo. De ésta manera será posible hacer un desarrollo totalmente de la estructura mineralizada, por el estéril, por el mineral o ambas.

La exploración y desarrollo comprende las siguientes labores: Galerías, Cruceros, Chimeneas.

Galerías (opciones 1 y 2).- La ejecución de la galería base servirá para definir la veta en su longitud lo cual permitirá obtener principalmente potencia y ley para cada tramo. Las galerías son de secciones de 3 x 3 metros.

Cruceros (opciones 1 y 2).- Los cruceros son labores, que corta (cruzan) los niveles. Aquí son construidas con una sección de 3 x 3 metros, corta la veta y a partir de éste se iniciará la galería de exploración.

Chimeneas (opción 1).- Las vetas se delimitan por medio de chimeneas simples o de doble compartimiento que a su vez servirán de acceso al personal, traslado de materiales, herramientas, máquinas y también para la ventilación.

Dichas chimeneas se ejecutaron desde el nivel inferior (de transporte) hasta el nivel superior, estas chimeneas fueron de doble compartimiento y el ciclo de minado fue como sigue a continuación: dos guardias consecutivas de disparos de 1.20 m. y una tercera guardia fue el forrado y acondicionamiento de la chimenea.

Labores de preparación. - La planificación del laboreo y actividades a realizarse juegan un papel importante para la preparación del block a explotar.

Opción 1: La preparación consistió en la ejecución de la chimenea principal de explotación de triple compartimiento con sección de 3.60 m x 1.20 m, una chimenea auxiliar de doble compartimiento con sección de 2.40 m x 1.20 m, subnivel intermedio con sección de 1.20 m x 1.80 m, by pass y ventanas con sección de 3.00 m x 3.00 m que sirven para la extracción del mineral roto.

Opción 2: El Tajo será preparado iniciando la ejecución de la rampa auxiliar positiva con una gradiente de +15% con sección de 3 m. x 3 m. a partir del crucero principal. Seguidamente se construye las rampas basculantes desde la rampa hasta la veta con una pendiente de -15% y que se realizan hasta alcanzar una pendiente de +15%, dichas basculantes servirán para iniciar la etapa de explotación del tajo.

Se construyen dos chimeneas de sección 1.50 m x 1.50 m (ore pass - waste pass) desde el nivel inferior que se conectaron al inicio del brazo basculante para darle velocidad a la limpieza y extracción del mineral/desmonte.

PERFORACIÓN:

De acuerdo a las pruebas de perforación y voladura realizadas en terrenos similares se determinó el uso de perforadoras Jackleg con perforación en breasting para los tajos ya que la veta tiene una calidad de roca no favorable para el empleo de Jumbo.

Opción 1: La perforación se realiza con Jackleg y barrenos de 06 pies de longitud en forma horizontal (breasting), con un burden de 0.70 m. y un espaciamiento de 0.70 m.

- Diámetro del taladro: 38 mm.
- Longitud de perforación: 1.70 m.
- Ancho de Corte: 1.50 m (Es por la calidad de la roca).

- Altura de Corte: 2.40 m (Es por la calidad de la roca).

Opción 2:

La perforación se realiza con Jackleg y barrenos de 06 pies de longitud en forma horizontal (breasting), con un burden de 0.70 m. y un espaciamiento de 0.70 m.

- Diámetro del taladro: 38 mm.
- Longitud de perforación: 1.70 m.
- Ancho de Corte: 3.00 m (Es por la calidad de la roca).
- Altura de Corte: 3.00 m (Es por la calidad de la roca).

VOLADURA:

Los principales parámetros que determinaron la voladura son: el trazado de mallas de perforación (burden y espaciamiento), la densidad de la carga explosiva, secuencia de iniciación.

Opción 1: El carguío de los taladros perforados para la voladura es en forma secuencial y ordenada para una sección de 1.50 m x 2.40 m.

Opción 2: El carguío de los taladros perforados para la voladura es en forma secuencial y ordenada, la distribución de la carga varía ya que la sección a romper fue de 3.00 m x 3.00 m.

LIMPIEZA:

Opción 1: La limpieza del mineral se realiza con winche eléctrico de 02 tamboras maniobrado por un trabajador, correctamente instalado y protegido con su malla respectiva para evitar lesiones al operador.

Opción 2. Se emplea un scooptram diesel de 1,5 Yd³. Para la limpieza, dicho equipo traslada el mineral roto desde el tope del tajo hasta el echadero que acumula la carga para luego ser transportado por locomotoras desde el nivel inferior con destino a la planta concentradora.

RELLENO:

El relleno que se comporta como un soporte, es una necesidad en los tajos explotados o vacíos. El objetivo es que no afecte a otras áreas de trabajo, evitando el hundimiento y otros efectos secundarios.

4.2.6. Ventajas y desventajas de las opciones.

Opción 1:

Ventajas:

- Recuperación teórica 90 – 95%.
- Altamente selectivo, lo que significa que se puede trabajar sectores de alta ley y dejar zonas de baja ley como relleno.
- Es un método seguro.
- Se adecua a yacimientos con propiedades físico – mecánicas incompetentes e irregulares.
- Menor dilución en comparación a la opción 2.

Desventajas:

- Bajos niveles de producción.
- El traslado de materiales es más tedioso y la supervisión es menos dinámica que la opción 2.
- Mayor tiempo en el minado del block lo cual influye más en costos fijos.

Opción 2.**Ventajas:**

- Recuperación teórica 90 – 95%.
- Altamente selectivo, lo que significa que se puede trabajar sectores de alta ley y dejar zonas de baja ley como relleno.
- Es un método seguro.
- Alcanza un considerable grado de mecanización.
- Mayor producción en comparación a la opción 1.
- Mayor rentabilidad en comparación a la opción 1.
- Menor tiempo en el minado del block.

Desventajas:

- Elevado costo de preparación en comparación a la opción 1.
- Requiere contar con un equipo con buena disponibilidad mecánica para el logro del ciclo de minado.

4.2.7. Evaluación económica de las opciones.

Ver los siguientes cuadros N° 17, 18, 19, 20, 21 y 22.

CUADRO N° 17: EVALUACIÓN ECONÓMICA

Criterios de evaluación	unidad	corte y relleno convencional	corte y relleno semi mecanizado
VARIABLES DE YACIMIENTO			
Potencia de Veta	m	3.00	3.00
Buzamiento de Veta	°	70.0	70.0
Longitud de Tajo	m	120	120
Altura de Tajo	m	50	50

Fuente: Adaptación propia del autor.

CUADRO N° 18: VARIABLES DE PRODUCCIÓN.

Ancho de corte		m	1.5	3.0
Altura de corte		m	2.4	3.0
Longitud de perforación/tal		m/tal	1.50	1.50
Producción por disparo		ton/disparo	15.12	37.80
Producción x mes		ton/mes	1401	4754
Periodo de explotación		meses	38	11
PERFORACIÓN VOLADURA				
Diámetro taladro		mm	38.00	38.00
Taladros por disparo		und	6.00	16.00
Longitud de perforación		m/disparo	9.00	24.00
Rendimiento Jack leg		ft/min	2.50	2.50
Tiempo neto perforación		min/disparo	11.81	31.50
Tiempo neto perforación		hr/disparo	0.20	0.52
Tiempo en instalaciones		hr/disparo	0.17	0.17
Tiempo carguío y chispeo		hr/disparo	0.50	0.50
Total tiempo		hr/disparo	0.86	1.19
LIMPIEZA				
Equipo de limpieza			Winche	SCOOP
Producción horaria equipo		ton/hr	10.00	34.00
Tiempo limpieza		hr/disparo	1.51	1.11
SOSTENIMIENTO				
Izaje e Instalación de cuadro		hr/und	1.7	1.2
RELLENO				
Volumen a rellenar por corte		m3/corte	432.00	1080.00
Caudal de relleno		m3/hr	30	30
Limpieza finos y cambio piso		gdias/corte	3	6
Preparación de tajeo		gdias/corte	1	1
Tiempo de relleno		hr/corte	14.40	36.00
Total tiempo		gdias/corte	5.8	11.5
Total tiempo relleno		días/corte	2.9	5.8

Fuente: Adaptación propia del autor.

CUADRO N° 19: CICLO OPERACIONES UNITARIAS.

CICLO OPERACIONES UNITARIAS			
Perforación y voladura	hr	0.86	1.19
Ventilación	hr	0.50	0.50
Limpieza	hr	1.51	1.11
Sostenimiento	hr	1.70	1.20
Total ciclo	hr/ciclo	4.58	4.00
Guardias por día	gdia/día	2.00	2.00
Horas de trabajo efectivo	hr/gdia	6.00	6.00
Ciclos por día	ciclos/día	2.60	3.00
PRODUCCION MENSUAL			

Fuente: Adaptación propia del autor.

CUADRO N° 20: CICLO OPERACIONES UNITARIAS

Opciones		Opción 1 Método de explotación corte y relleno ascendente convencional	Opción 2 Método de explotación corte y relleno ascendente semi mecanizado
Frentes de operación		2	2
disparos por día	disparos/día	4.0	6.0
Periodo por corte	días/corte	20	13
Cortes por mes	corte/mes	1.2	1.6
TMS x Método	ton/mes	1,401	4,754
COSTO PREPARACIONES	\$	253,338	406,611
COSTO PREPARACIONES	\$/ton	4.7	7.6
COSTO SOSTENIMIENTO			
producción por corte	ton/corte	1209.6	3024
Espaciamiento de cuadro	m	1.5	1.5
Cuadros por corte	und	80	80
Precio unitario cuadros	\$/und	49.59	128.08
Costo en cuadros	\$/corte	3,967	10,246
Costo izaje madera	\$/ton	0.12	--
Costo sostenimiento	\$/ton	3.40	3.39
COSTO LIMPIEZA			
Costo de equipo	\$/hr	7.12	60
Tiempo de limpieza	hr/mes	181	200
Horas mínimas de utilización	hr/mes	180	300
Factor de utilización	%	1.0	1.0
Costo equipos limpieza	\$/mes	1,282	12,007
Costo limpieza	\$/ton	0.9	2.5
COSTO DE EXPLOTACIÓN			
Perforación/Voladura	\$/ton	9.68	9.93

Sostenimiento	\$/ton	3.40	3.39
Limpieza	\$/ton	0.91	2.53
Acarreo y transporte	\$/ton	3.98	3.98
Relleno	\$/ton	1.7	1.7
CF y GG de EE	\$/ton	7.1	1.2
COSTO DE EXPLOTACIÓN	\$/ton	26.79	22.72

Fuente: Adaptación propia del autor.

CUADRO N° 21: COSTOS MINA PARA AMBAS OPCIONES.

Costo preparación	\$/ton	31.51	30.30
Geología	\$/ton	21.4	21.4
Planta c/Relave	\$/ton	15.3	15.3
Servicios Generales	\$/ton	33.7	33.7
Gastos Generales	\$/ton	16.3	16.3
Total mina	\$/ton	118.23	117.02

Fuente: Adaptación propia del autor.

CUADRO N° 22: COMPARACIÓN DE OPCIONES. CRITERIOS DE COMPARACIÓN.

CRITERIO	UNIDAD	Corte y relleno Convencional (Opción 1)	Corte y relleno Semi mecanizado (Opción 2)
Nivel de riesgo	Alto/Medio/Bajo	Bajo	Bajo a Medio
Producción	Ton/mes	1.401	4.754
Productividad	Ton/Hora-Guardia	6.72	16.80
Costo de explotación	\$ US/Ton	26.79	22.72
Beneficio/costo	\$ US/Ton	3.37	3.41

Fuente: Adaptación propia del autor.

De las tablas anteriores se deduce que la **OPCIÓN 2** es la mejor, por lo tanto: **El método de explotación CORTE Y RELLENO ASCENDENTE SEMIMECANIZADO**, es la elección y se propone su implementación para la explotación del proyecto minero **CORY COLLUR AÑO 2019**.

4.3. Hipótesis general de la investigación

La elección e implementación del método corte y relleno ascendente permitirá la explotación del proyecto minero Cory Collur año 2019.

4.4. *Discusión de resultados.*

De los cálculos efectuados después de haber determinado la selección del método de explotación corte y relleno ascendente semi mecanizado se puede concluir que el método seleccionado y a implementar será el de Corte y relleno ascendente Semi mecanizado el que nos permitirá la explotación económica del yacimiento minero Cory Collur año 2019.

CAPÍTULO V: IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO CORTE Y RELLENO ASCENDENTE PARA EL PROYECTO MINERO KORY COLLUR AÑO 2019

Para la implementación se tiene en cuentas los siguientes recursos:

5.1 Recursos humanos

- a. *Supervisor general de operaciones*: Se tiene 1 persona formada y capacitada.
- b. *Supervisor de seguridad*: Se tiene 2 personas formadas y capacitadas.
- c. *Jefe de guardia*: Se tiene 3 personas formadas y capacitadas.
- d. *Capataz*: Se tiene 3 personas.
- e. *Operador de scoop*: Se tiene 3 personas.
- f. *Operador de locomotora*: se tiene 3 personas.
- g. *Operador de retroexcavadora*: se tiene 2 personas.
- h. *Mecánico*: Se tiene 1 persona.

- i. *Comprensorista*: Se tiene 3 personas.
- j. *Winchero*: Se tiene 2 personas.
- k. *Maestro perforista*: se tiene 9 personas.
- l. *Ayudante de maestro perforista*: Se tiene 9 personas.
- m. *Operador de rastrillo*: Se tiene un personal.
- n. *Almacenero*: Se tiene 2 personas.
- o. *Obreros*: se tiene 24 personas.

5.2 Equipos

- a. *Scoop*: Se tiene 1 de 1.5 yd³.
- b. *Locomotora*: Se tiene 1 de 8 vagones.
- c. *Comprensora*: Se tiene 2 de 400 CFM.
- d. *Winche*:
- e. *Perforadoras Jack Leg modelo RN-250X*: Se tiene 12 unidades³. Cuenta con un peso y potencia ideal para barrenación en todo tipo de terreno y con un consumo de aire de 170 pies cúbicos por minuto. Es capaz de operar eficientemente con baja presión.

5.3 Herramientas

- a. Comba de 16 Lb.
- b. Clavos de 8", 6".
- c. Alambre N° 8.

³ Ver anexo N° 4

- d. Escalera.
- e. Soga.
- f. Madera.

5.4 Explosivos y agentes

- a. Dinamita semexa al 65 % de 7/8" x 7".
- b. Fulminante común N° 8.
- c. Guía de seguridad.
- d. Nitrato de amonio.
- e. Petróleo.

5.5 Recurso hídrico

- a. Agua para consumo humano.
- b. Agua para perforación.

5.6 Vivienda

- a. Campamento.

5.7 Recursos por guardia

Ver los cuadros: N° 23, 24, 25 y 26.

CUADRO N° 23: PERSONAL POR GUARDIA

PERSONAL POR GUARDIA			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1	Supervisor general de operaciones	Und	1
2	Supervisor de seguridad	Und	2
3	Jefe de guardia	Und	3
4	Capataz	Und	3
5	Operador de scoop	Und	1
6	Operador de locomotora	Und	1
7	Operador de Compresora	Und	1
8	Operador de retroexcavadora	Und	1
9	Perforista	Und	3
10	Ayudante de perforista	Und	3
11	Rastrillero	Und	1
12	Almacenero	Und	1
13	Obrero	Und	8

Fuente: adaptación propia

CUADRO N° 24: EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS POR GUARDIA			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1	Scoop	und	1
2	Retroexcavadora	und	1
3	Compresora	und	2
4	Perforadora jack leg modelo RN-250X	und	3
5	Barreno de 6"	und	3
6	Broca 38 mm	und	3
7	Saca barreno	und	3
8	Winche	und	2
9	Generador	und	2
10	Pico	und	11
11	Lampa	und	11
12	Carrito minero Z 20	und	2

Fuente: Adaptación propia

CUADRO N° 25: EXPLOSIVOS Y AGENTES DE VOLADURA

EXPLOSIVOS Y AGENTE POR GUARDIA			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1	Dinamita semexa de 65% 7/8" x 7"	und	180
2	Fulminaste común N° 8	und	180
3	Guía de seguridad	M	450
4	Anfo	m3	0.29

Fuente: adaptación propia

CUADRO N° 26: EPP

RESUMEN EPP POR GUARDIA			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1	Overol drill	und	29
2	Overol térmico	und	29
3	Zapatos	und	29
4	Casco	und	29
5	Botas	und	29
6	Guantes de cuero	und	29
7	Lámpara para casco	und	29
8	Correa	und	29
9	Respirador	und	29
10	Tapones de oído	und	29

Fuente: adaptación propia

CONCLUSIONES.

1. Con la elección e implementación del método corte y relleno ascendente se explotará económicamente el yacimiento minero Cory Collur año 2019.
2. Capacitación a los trabajadores sobre el método de corte y relleno.
3. Se logra a través de las operaciones unitarias la explotación del proyecto minero Cory Collur año 2019.
4. El método de explotación minero corte y relleno ascendente semimecanizado es el método más adecuado a emplearse para incrementar la producción del proyecto minero Cory Collur año 2019.
5. El costo total unitario de explotación de la opción elegida, por tonelada métrica es US\$ 22.72.

RECOMENDACIONES

1. Realizar los estudios geológicos, geomecánicos del yacimiento y en base a ello determinar la cantidad total de reserva para la explotación subterráneo y así tener la mayor producción de mineral.
2. Cuando se realicen adquisiciones de equipos y maquinarias se debe de comprar de las mismas características, de la misma marca y del mismo país de procedencia para que cuando se reparen estos sean rápidas.
3. Se debe de implementar el método de explotación semimecanizados en todas las labores de la mina Cory Collur.
4. Para determinar el método de explotación es muy importante que el equipo técnico sea integrado por todos los especialistas que tienen mucha experiencia en el tema.
5. El Trabajo en equipo es una fortaleza que permite lograr exitosamente los objetivos trazados en la mina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chambi Zegarra, A. . (2014). *Proyecto de explotación de la veta la picada por el método corte y relleno ascendente empresa minera aurífera Estrella - Caraveli - Arequipa*. Arequipa – Peru.
- Dammert Lira, A. (1981). *Economía Minera. Centro de investigación Universidad del Pacífico*. . Lima - Perú.
- Departamento de geología. (2016). *Evaluación geológica de la mina Cory Collur*. Acas - Perú.
- Departamento de Ingeniería. (2018). *Plan de minado de la Corporación Minera Virgen de la Merced S.A.C*. Santiago de Chilcas, Ocos.
- Galan Chichay P. (2019). *Minimización de costos del método de explotación de corte y relleno ascendente en los tajeos del nivel 1720 y nivel 1650 de la veta Karola techo - Cía. minera Poderosa S. A. – 2019*. Huaraz - Perú.
- Hernández Sampieri, R. y Otros. (2014). *Metodología de la Investigación. Cuarta Edición*. Editorial McGraw – Hill Interamericana. México DF.
- Ministerio de Energía y Minas. (2011). *Ley N° 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Lima - Perú.
- Ministerio de Energía y Minas. (2012). *Decreto Supremo N° 005 – 2012 - TR Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Lima - Perú.
- Ministerio de Energía y Minas. (2017). *Decreto Supremo N° 023-EM-2017 Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería*. Lima - Perú.
- Romero Gelvez J. (2012). *Selección de métodos extractivos y su impacto en la productividad minera – estudio de caso en la minería de carbón colombiana*. Universidad Nacional de Colombia. FI. DII. . Bogotá - Colombia.
- Ruiz Castro, A. (2007). *Economía Minera*. Huaraz - Perú.

- Rumaldo Neira, W. (2007). *Maquinaria Minera*. Huaraz Perú.
- Shouthern Copper. (2015). *Glosario de términos*. . México.
- Tafur Portilla, R. (1995). *La Tesis Universitaria*. Editorial American. España.
- Trejo Huerta, M. (2002). *Elección del Método de Explotación Mediante el Método Numérico*. Huaraz - Perú.
- Valderrama Mendoza, S. (2007). *Pasos para Elaborar Proyectos y Tesis de Investigación Científica*. Editorial San Marcos. Lima - Perú.
- Vásquez Rivas, J. (2015). *Elección y aplicación del método tajeo por subniveles con taladros largos para mejorar la producción en la veta Gina Socorro Tajo 6675 - 2 de la U.E.A. Uchucchacua de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.* Vásquez Rivas Elección y aplicación del método tajeo por subniveles con taladros largos para mejorar la producción en la Huancayo – Perú.
- W. Best, J. (2005). *Como Investigar en Educación*. Editorial MS Graphing. España. España.

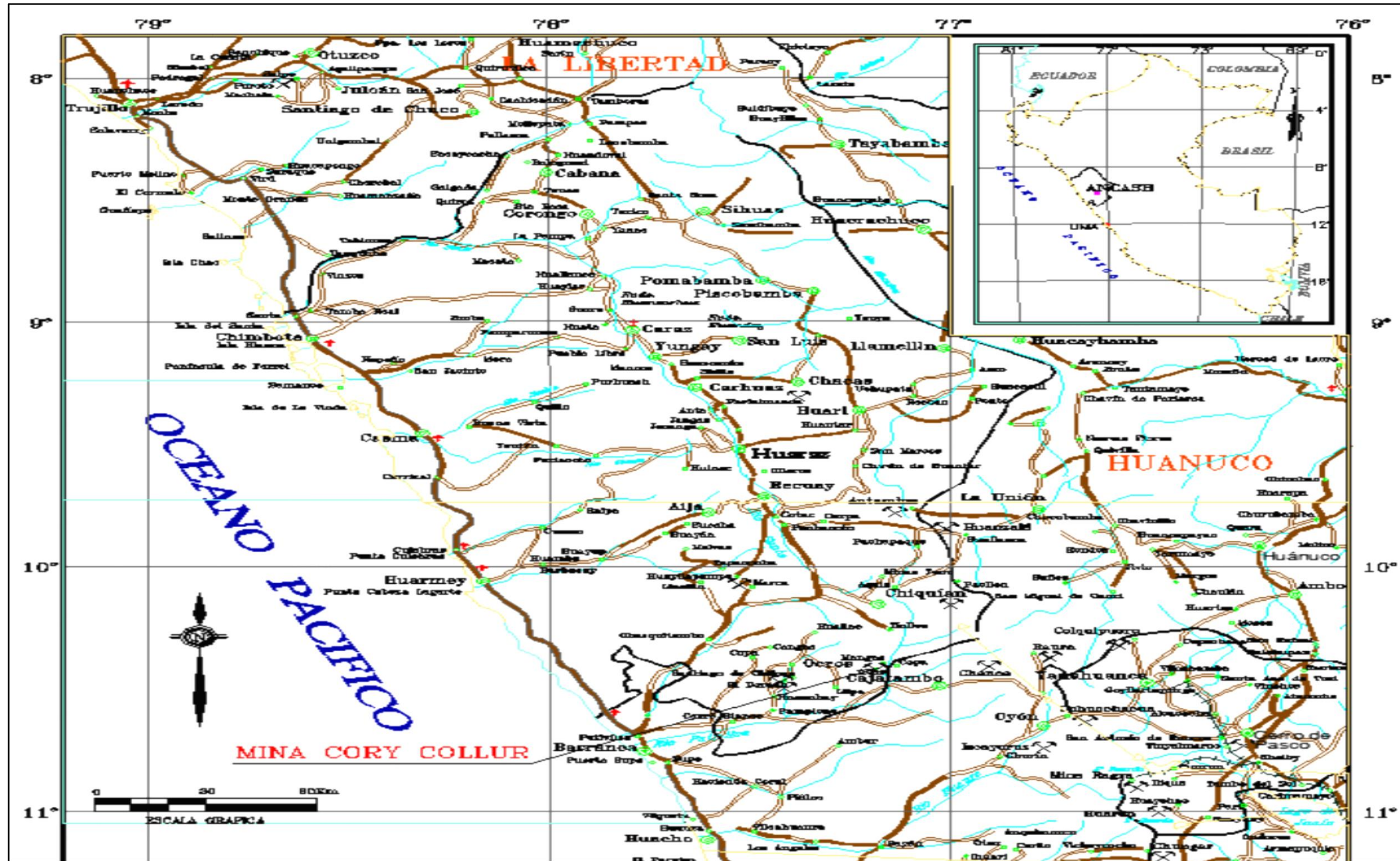
ANEXO

ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
<p align="center">Problema General</p> <p>¿En qué medida la elección e implementación del método corte y relleno ascendente permitirá la explotación del proyecto minero Cory Collur en el año 2019?</p>	<p align="center">Objetivo General</p> <p>Elección e implementación del método corte y relleno ascendente para la explotación del proyecto minero Cory Collur año 2019.</p>	<p align="center">Hipótesis General</p> <p>La elección e implementación del método corte y relleno ascendente permitirá la explotación del proyecto minero Cory Collur año 2019.</p> <p align="center">Hipótesis Nula.</p> <p>La NO elección e implementación del método corte y relleno ascendente NO permitirá la explotación del proyecto minero Cory Collur año 2019.</p>	<p align="center">Tipo</p> <p>El tipo de investigación es APLICADA, porque se buscara las soluciones para la explotación de la mina Cory Collur por el método de explotación corte y relleno ascendente.</p> <p align="center">Método :</p> <p>Jhon W. Best “Como Investigar en Educación” indica: “la investigación aplicada, movida por el espíritu de la investigación fundamental, ha enfocado la atención sobre la solución de problemas más que sobre la formulación de teorías (...) Se refiere a resultados inmediatos y se halla interesada en el perfeccionamiento de los individuos implicados en el proceso de la investigación”.</p> <p>La metodología aplicada en el presente estudio es descriptiva, exploraría y aplicativa.</p>	<p align="center">Población y Muestra</p> <p>Población Representada por el proyecto Minero Cory Collur.</p> <p>Muestra Las labores mineras subterráneas como: Galerías y tajos.</p>
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicos		
<p>¿Con la capacitación de los trabajadores sobre el método de corte y relleno se explotara proyecto minero Cory Collur?</p>	<p>Capacitar a los trabajadores sobre el método de corte y relleno.</p>	<p>Las operaciones unitarias permitirán la explotación del proyecto minero Cory Collur en el año 2019.</p>		
<p>¿Se puede lograr a través de las operaciones unitarias la explotación del proyecto minero Cory Collur en el año 2019?</p>	<p>Lograr a través de las operaciones unitarias la explotación del proyecto minero Cory Collur en el año 2019.</p>	<p>La Capacitación de los trabajadores sobre el método de corte y relleno permitirá la explotación de la mina Cory Collur.</p>		

Fuente: El tesista.

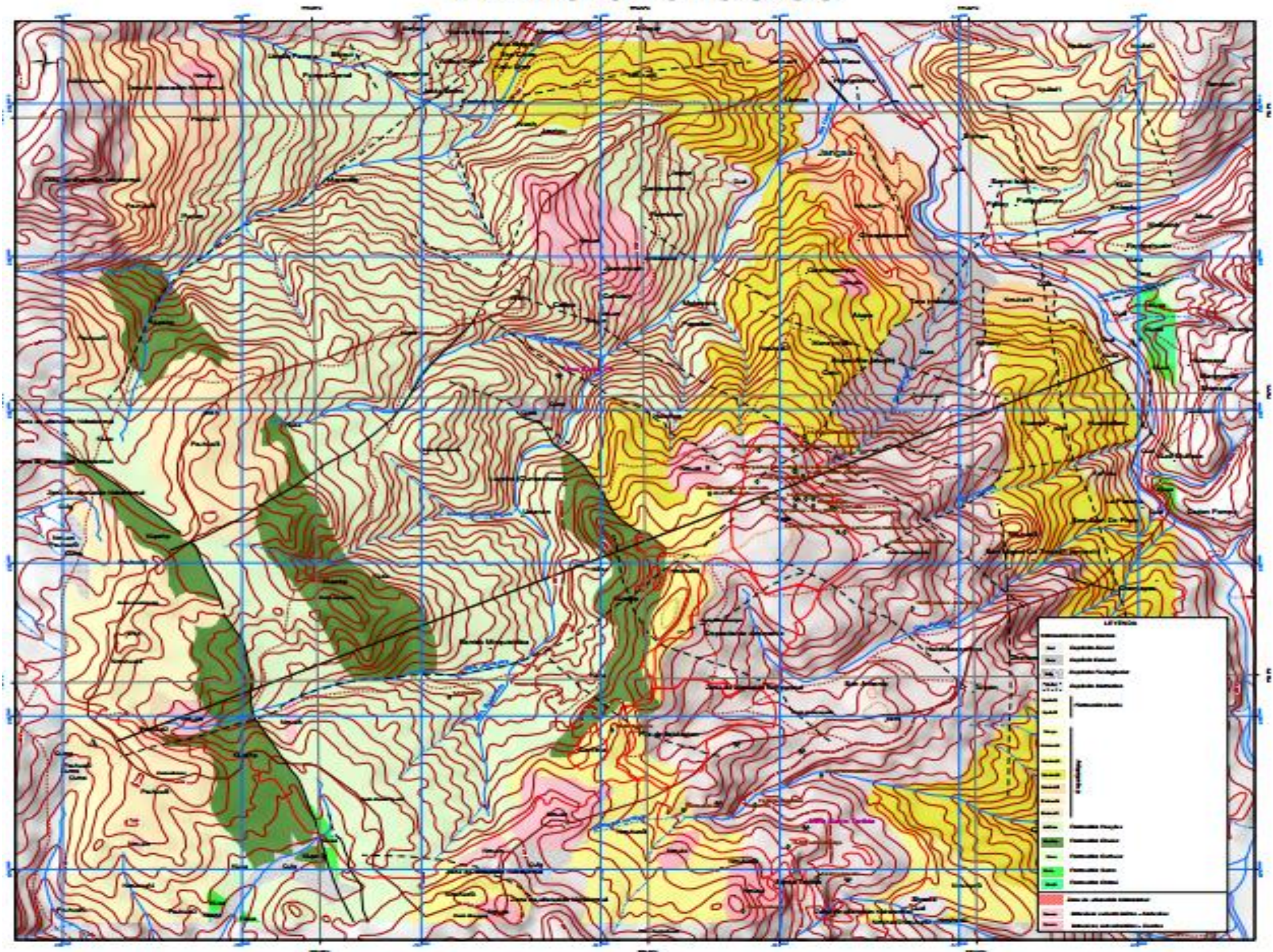
ANEXO N° 02: UBICACIÓN POLÍTICA DE LA MINA CORY COLLUR.



Fuente: Departamento de geología, 2016

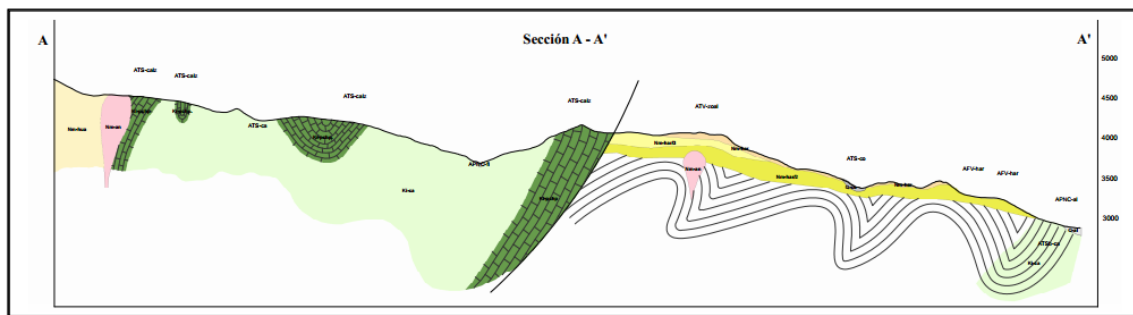
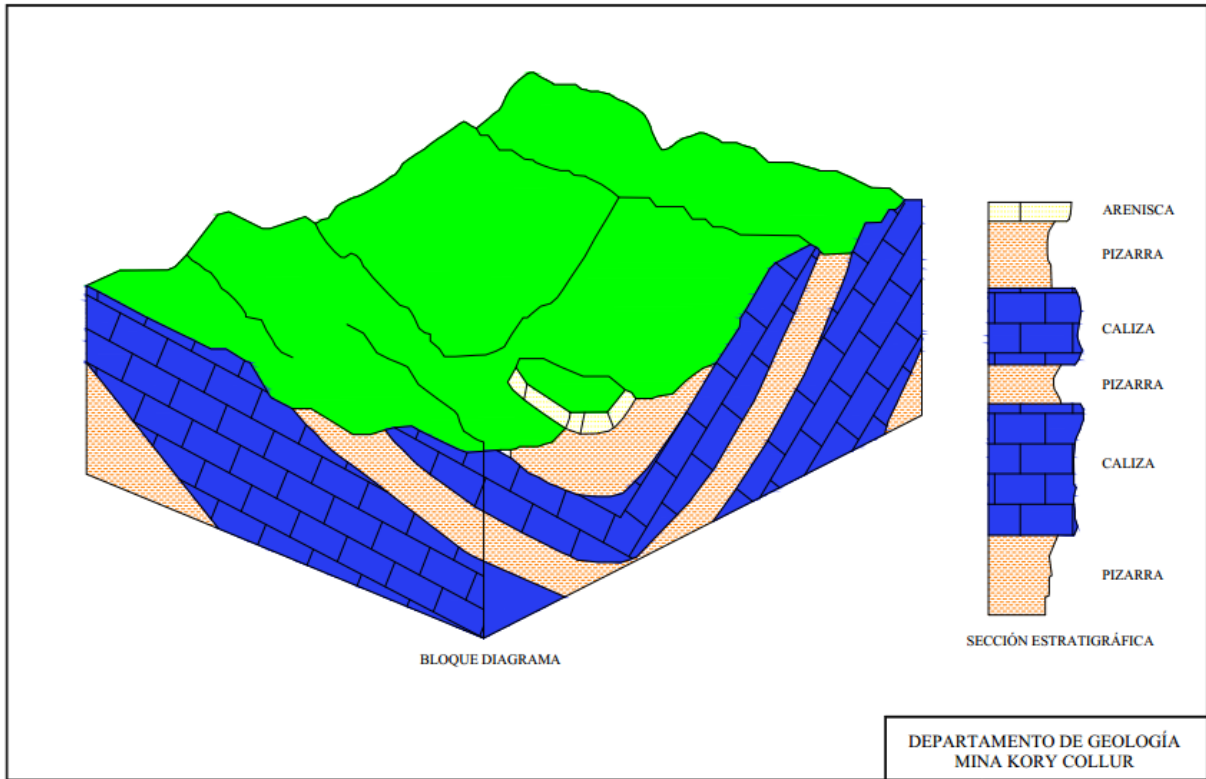
ANEXO N° 03: PLANO GEOLÓGICO REGIONAL

PLANO GEOLÓGICO



Fuente: departamento de geología

ANEXO N° 03: COLUMNA ESTRATIGRÁFICA



Fuente: Ingemmet

SÍMBOLOS			
	Curva principal		Puente, de camino
	Curvas secundaria		Camino carrozable
	Curvas suplementaria		Camino de herradura
	Río permanente		Camino transitable en tiempo bueno o seco
	Río intermitente		Camino transitable todo el año
	Qda. intermitente		Área de trabajo
	Laguna		Mina Pierina
			Mina activa
			Poblado
			Cerro
			Cota
			Daticiones
			Falla normal
			Falla inferida
			Sobrescurrimiento

Sector Energía y Minas
INGEMMET
 Instituto Geológico Minero y Metalúrgico

REGIÓN ANCASH
PROVINCIA DE OCROS
GEOLOGICO

Versión digital: SEPTIEMBRE 2013	Escala 1:25,000	MAPA
Datum: WGS 84, Proyección: UTM Zona 18Sur		

Fuente: departamento de geología

ANEXO N° 04: PERFORADORA NEUMÁTICA RN-250X



Fuente: www.rnpsa.com