"Año de la Promoción de la Industria Responsable y del Compromiso Climático"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

(Creada por ley Nro. 25265)

FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS - CIVIL
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE MINAS

V°B°

TESIS

APLICACIÓN DE TALADROS LARGOS EN VETAS ANGOSTAS, PARA REDUCIR COSTOS DE OPERACION EN LA ZONA ESPERANZA - CIA MINERA CASAPALCA S.A.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS

PRESENTADO POR LOS BACHILLERES:

DE LA CRUZ ESCOBAR, Placido.

MALLCCO IRRAZABAL, Fredy

ASESOR:

Ing. Freddy, PAREJAS RODRÍGUEZ.

HUANCAVELICA - PERÚ

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA SECRETARIA GENERAL

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS DE LOS BACHILLERES: MALLCCO IRRAZABAL Fredy y DE LA CRUZ ESCOBAR Placido

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA SEDE LICAY DOY FE QUE LA PRESENTE ES COPIA FIEL DEL ORIGINAL QUE TENGO A LA VISTA. 19 DIC. 2014 (e) FEDATARIO

En la Ciudad de Lircay, Paraninfo de la FIMC de la Universidad Nacional de Huancavelica a los Dieciocho días del mes de Diciembre del Dos mil catorce, siendo horas 3.30 P.m., reunidos los miembros del Jurado Calificador conformado por: Presidente: MSc. Amadeo Enriquez Donaires, Secretario MSc. Ing° Cesar Salvador Guzmán Ibañez, Vocal; MSc. Jorge W. Rodriguez Deza. El Presidente del Jurado dá lectura de la Resolución de Consejo de Facultad No. 336-2014-FIMC-UNH., para lo cual se le otorga 30 minutos para su exposición de la Tesis Denominado "APLICACION DE TALADROS LARGOS EN VETAS ANGOSTAS PARA REDUCIR COSTOS DE OPERACION EN LA ZONA ESPERANZA-CIA. MINERA CASAPALCA S.A." por los Bachilleres: Mallcco Irrazabal Fredy y De la Cruz Escobar Plácido, una vez concluida la sustentación de Tesis, se pasa a la siguiente fase Ronda de preguntas por parte de los miembros del Jurado las mismas que son respondidas por los sustentantes, seguidamente se le invita al público asistente incluido a los sustentantes salir del auditorio por unos minutos para la deliberación del resultado en privado de los miembros del Jurado, luego se invita al Público retornar al auditorio, el Secretario del Jurado Calificador dá lectura del Acta de sustentación; siendo el resultado final.: APROBADO POR UNANIMIDAD.

De esta manera se dá por concluida la sustentación de la Tesis, siendo las 5:00 PM. firmando los miembros en señal de conformidad.

MSc. Amadeo Enriquez D. PRESIDENTE.

MSc. Cesar Guzmán I. SECRETARIO

MSc. Jorge Rodriguez D. VOCAL.

79

DEDICATORIA

A nuestros queridos padres y hermanos (as), por ser fuente y motivación en nuestros que haceres diarios y por su apoyo incondicional y desinteresado.

AGRADECIMIENTO

A nuestra alma mater y a los docentes de la Universidad Nacional de Huancavelica – Facultad de Ingeniería de Minas y civil – Escuela académico Profesional de Minas, que nos guiaron con éxito nuestra formación académica que hoy se constituye en los fundamentos de nuestra vida profesional.

Nuestro agradecimiento a los ingenieros docentes de la EAPM que contribuyeron con mi formación académica universitaria y mis experiencias adquiridas en diferentes empresas mineras, que siempre los llevamos en mente; a ellos eterno agradecimiento:
Ing. Parejas Rodríguez Freddy, Msc. Huamancaja Espinoza Rodrigo, Dr. Gave Chagua, José Luis, Msc. Guzmán Ibáñez Cesar, Msc. Rodríguez Deza Jorge Washington, Msc. Enríquez Donaires Amadeo.

A nuestros familiares principalmente a nuestros padres por su apoyo en bien de nuestra formación personal y profesional.

A la Cía. Minera Casapalca S.A. por permitir desarrollar el presente trabajo.

RESUMEN

El presente tesis trata sobre la aplicación de taladros largos en vetas angostas, en la zona esperanza, para reducir los costos de minado de 18.32 $/TM a 12.6 $/TM, elevando la producción de 7,000 TM/mes a 12,000 TM/mes.

Para la explotación se ha seleccionado el método de corte y relleno ascendente; sin embargo habiendo sido evaluado geomecánicamente las cajas, como también el mineral, se tiene que aplicar el método de explotación de bajo costo y alto rendimiento, que en este caso resulta los taladros largos el más conveniente, por su facilidad en la preparación, alta recuperación del mineral y alto volumen de tonelaje de mineral explotado.

En la explotación y para la fase de perforación se requiere el uso de equipos que perforen taladros verticales positivos y negativos, habiéndose adquirido la perforadora cop 1237 para este fin., el cual perforará taladros de 11m. De largo con brocas de 64 mm, De esta manera se tiene planificado producir 480 TMD de mineral de cabeza, el cual será tratado en la planta concentradora.

El presente trabajo se desarrolla en base a un proyecto de cambio de método de minado. De tajo convencional, ubicado en el nivel 12 en la Zona de Esperanza, de la Compañía de Mina casapalca S.A.

Se planeó inicialmente extraer el mineral con el método de minado de uso común en la mayoría de tajos que conforman la mina: el método de Corte y Relleno Ascendente vertical. Sin embargo, la producción planeada no estaba siendo cumplida y se pronosticaba que esta situación no mejoraría. Es por ello que se contempló la alternativa de aplicar el método de minado de Taladros largos con el fin de cumplir con la producción programada. Este método posee la ventaja de obtener mayor producción en un menor tiempo y costo. En este proyecto se analizan y comparan diferentes variables técnicas y económicas entre ambos métodos, análisis geomecánicos y comparaciones económicas que se presentan en las fases de preparación y extracción. Se muestran cuadros que, con su respectiva sustentación, ilustrarán adecuadamente los cálculos que este proyecto comprende. Asimismo, se incluyen los planos y gráficos concernientes.

La reservas minerales polimetálicos como: Ag, Pb, Zn y Cu, los cuales deben ser explotados a grandes volúmenes a menor costo.

ABSTRACT

This thesis deals with the application of long holes in narrow veins in the area hoping to reduce mining costs of $ 18.32 / mt to $ 12.6 / MT, increasing the production of 7,000 MT / month to 12,000 MT / month.

For the operation is selected the method of cutting and filling up; However having been geomecánicamente evaluated the boxes, as well as the ore has to apply the method of operation of low cost and high performance, which in this case is the long holes more convenient for its ease of preparation, high recovery high volume ore tonnage mined ore.

In the exploitation phase and drilling equipment using positive and negative vertical drilled holes are required, the 1237 cop punch having acquired for this purpose. Which will drill 20mm holes. Long with 64 mm bits, thus it plans to produce 480 head TMD ore, which will be treated in the concentrator.

The present work is developed based on a proposed change of mining method. Conventionally pit, located on level 12 in the Hope area of Mina Casapalca Company SA

It was initially planned to extract ore mining method commonly used in most pits that make mine: the Cut and Fill method ascending vertically. However, the planned production was not being fulfilled and predicted that this situation would not improve. That is why the alternative of applying the mining method of long drills to meet the production schedule contemplated. This method has the advantage of getting more production in less time and cost. In this project we analyze and compare different technical and economic variables between the two methods, geomechanical analysis and economic comparisons presented in the stages of preparation and extraction. Tables with their respective support adequately illustrate the calculations that this project involves is. Also, drawings and graphics concerning included.

The polymetallic mineral reserves such as Ag, Pb, Zn and Cu, which must be exploited to large volumes at lower cost.

ÍNDICE

Pág.

Dedicatoria. II
Agradecimientos. III
Resumen. IV
Abstract. V
Índice. VI
Introducción. IX

Capítulo I: Problema

1.1. Planteamiento del Problema..... 1
1.2. Formulación del Problema..... 2
1.2.1. Problemas General..... 3
1.2.2. Problemas Específicos..... 3
1.3. Objetivo:
1.3.1. General..... 3
1.3.2. Específicos..... 4
1.4. Justificación..... 4

Capitulo II: Marco Teórico

2.1. Antecedentes..... 6
2.2. Bases Teóricas..... 8
2.3. Definición de Términos..... 33
2.4. Hipótesis
2.4.1. Hipótesis General..... 36
2.4.2. Hipótesis Específicas..... 36
2.5. Identificación de Variables..... 36
2.6. Definición Operativa de Variables e Indicadores 37

Capítulo III: Metodología de la Investigación

3.1. Ámbito de estudio..... 38
3.2. Tipo de Investigación..... 38
3.3. Nivel de Investigación..... 38
3.4. Método de Investigación..... 39
3.5. Diseño de Investigación..... 39
3.6. Población, Muestra, Muestreo..... 40
3.7. Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos..... 40
3.8. Procedimiento de Recolección de Datos..... 41
3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos..... 41

Capítulo IV: Resultados

4.1 Presentación de Resultados....45
4.2 Discusión de resultado....51
Prueba de hipótesis....53
Conclusiones....58
Recomendaciones....59
Referencia Bibliográfica....60
Anexos....62

Índice de Figuras

Fig. 01. Método de Explotación taladros largos....9
Fig. 02. Taladros Exploratorios de la zona esperanza....11
Fig. 03. Cuerpos mineralizado de veta esperanza en Vista 2d....12
Fig. 04. Cuerpo mineralizado de veta Esperanza en Vista 3d....12
Fig. 05. Plano de Desarrollo y Preparación de veta esperanza en Vista 2d....13
Fig. 06. Veta Esperanza, Desarrollo y Preparación Vista 3D....13
Fig. 07. Diseño de Taladros Largos Vista 2d....14
Fig.08. Datos de orientaciones de discontinuidades Gal.225, zona Esperanza....18
Fig. 09. Diagrama estereográfico de dispersión de polos....19
Fig. 10. Diagrama estereográfico de concentración de polos....20
Fig. 11. Diagrama estereográfico de isovalores de densidad de polos....20
Fig. 12 Diagrama intersección de cuñas....20
Fig. 13. Galería en Veta Esperanza....28
Fig. 14. Flujo de Extracción de la zona esperanza....28
Fig. 15. Preparación de Veta Esperanza Gal. 225....30
Fig. 16. Diseño de Explotación del Tj 021....30
Fig. 17. Costos Unitarios del Método Taladros Largos (US$/ton)....45
Fig. 18. Porcentaje de Costos Unitarios en el método taladros largos....46
Fig. 19. Grafico comparativo entre métodos de explotación....49
Fig. 20. Costo de producción comparativo entre métodos de explotación....49
Fig. 21. Distribución normal de método de explotación TL y CR....56
Fig. 22. Ubicación E.U.A. Americana, Mina Casapalca....Anexos
Fig. 23. Columna Estratigráfica Mina Casapalca....Anexos
Fig. 24. Columna Litológica Regional....Anexos
Fig. 25. Tabla De Sostenimiento Según El G.S.I....Anexos

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Reservas Mina Casapalca al 30 de Enero del 2014....15
Cuadro 2. Orientaciones Estructurales de la Veta Esperanza....18
Cuadro 3. Caracterización Geomecanica – Caja Techo Veta Esperanza....23
Cuadro 4. Caracterización Geomecanica –Veta Esperanza....24
Cuadro 5. Caracterización Geomecanica – Caja Piso Veta Esperanza....25
Cuadro 6. Clasificación geomecanica del macizo rocoso Veta Esperanza....26

Cuadro 7. Tipo de Sostenimiento según RMR89 del Terreno.....27
Cuadro 8. Parámetros de Diseño de Método Taladros largos.....29
Cuadro 9. Variables e indicadores.....37
Cuadro 10. Costo unitario de perforación de taladros largos.....42
Cuadro 11. Costo unitario de voladura.....43
Cuadro 12. Costo unitario de Relleno.....43
Cuadro 13. Costos Unitarios de labores de preparación.....43
Cuadro 14. Costo unitario de limpieza y extracción.....44
Cuadro 15. Costo de servicios auxiliares, planilla.....44
Cuadro 16. Costos indirectos y costo total de Mina de Taladros Largos. 44
Cuadro 17. Resumen y Porcentaje de costos unitarios de T. L. US$ /ton.....45
Cuadro 18. Costo directo e indirectos del método corte y relleno.....47
Cuadro19. Resumen de Costos unitarios del método Corte y Relleno Ascendente.....47
Cuadro 20. Indicadores de productividad.....48
Cuadro 21. Costo de producción (US$/tn) entre Taladros largos y corte y relleno.....48
Cuadro 22. Valorización y recuperación del mineral – veta Esperanza.....50
Cuadro 23. Rentabilidad de métodos de explotación.....50
Cuadro 24. Tiempo ciclo de minado.....53
Cuadro 25. Resumen datos estadísticos de métodos explotación C & R y T. L.....54
Cuadro 26. Prueba de normalidad de métodos de explotación C & R y T.L.....55
Cuadro 27. Muestras independientes de tiempos método de T.L. y C & R.....57
Cuadro 28. Geomecanica para la aplicación de explosivos en voladura y sostenimiento según tipo de roca.....Anexos
Cuadro 29. Geomecanica para la aplicación de explosivos en voladura y sostenimiento según tipo de roca.....Anexos
Cuadro 28. Matriz de Consistencia.....Anexos

Índice de Fotos

Foto 1. Equipo de perforación de taladros largos.....Anexos
Foto 2. Túnel Alex, Ingreso a Zona vetas.....Anexos
Foto 3. Scoop Eléctrico 1.5 Yd3.....Anexos
Foto 4. Cargador de Anfo para taladros largos.....Anexos
Foto 5. Jumbo eléctrico de 1 brazo.....Anexos
Foto 6. Equipo de perforación de taladros largos.....Anexos

CAPÍTULO I

PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La Minería es un negocio donde rige la oferta y demanda de los precios de los metales en el mercado internacional por lo tanto es de vital importancia la selección de un Método adecuado de Explotación, para lograr y maximizar las ganancias con una inversión mínima.

La Compañía Minera Casapalca, es una Empresa dedicada a la exploración, explotación y tratamiento de minerales polimetálicos, siendo como cobre, plata, zinc y plomo, La mina está dividida en dos zonas: la zona de cuerpo y la zona de vetas, explotando con el método de Taladros largos y el método de corte y relleno ascendente respectivamente.

Si bien los métodos de explotación siguen siendo los tradicionales, en la minería bajo tierra existe hoy una clara tendencia enfocada en la seguridad, cuidado medio ambiental, eficiencia y productividad.

Estos cuatro condiciones tratamos de cumplir al realizar el cambio de método de explotación con los conocimientos que se tiene con la aplicación de taladros largos en la Zona de Cuerpos, se toma la decisión de aplicar este método en la Zona de Vetas, remplazando al método de corte y relleno ascendente debido a que su costo de producción es alto pero como la ley y la recuperación son altas se tiene un

margen operativo positivo, con la propuesta de taladros largos el costo operativo bajaría, aumentando la rentabilidad de la explotación, obteniéndose un margen operativo mayor.

Las condiciones geológicas permiten el trabajo bajo este método debido a la potencia de la veta (que va de 0.80 m hasta 2.5 m.) y la competencia de las rocas según el estudio geomecánico son buenas. La mina tiene un trabajo semi mecanizado con un scoop eléctrico de 3.5 yd3; se cuenta con un pique para extracción del mineral que garantiza la capacidad de 60,000 toneladas para trasladar el mineral a superficie, tanto que se extrae de la zona de cuerpos con taladros largos y de la zona de veta con el método de corte y relleno ascendente.

En cuanto a seguridad se tendrá que enfocar de acuerdo a este sistema de explotación como se realiza en la zona de cuerpos, debido a que se creará espacios abiertos de grandes alturas, pudiendo provocar inseguridad en la zona por lo que se tomará todas las medidas necesarias.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

En el Método de corte y relleno ascendente aplicado en vetas, el costo de producción es alto, pero como la ley y la recuperación son altas se tiene un margen operativo positivo, pero con la propuesta de taladros largos el costo operativo bajaría consideradamente, aumentando la rentabilidad de la explotación, obteniéndose un margen operativo mayor. Aumentar el nivel de producción y sostener una planta de tratamiento, más aun con los bajos precios del mercado de metales, nos obliga a optimizar nuestra explotación en vetas, por lo tanto mecanizar, para reducir costos y aumentar la productividad en vetas será de buena inversión, como es el caso de la explotación de las vetas angostas con taladros largos.

1.2.1. PROBLEMAS GENERAL

Según Ander E. (1982). Es el primer paso del proceso de investigación, el trabajo de investigación comienza con la formulación del problema y se extiende por una serie de pasos hasta encontrar respuesta.

¿En qué medida se reducirá los costos de operación, con la aplicación de taladros largos en vetas angostas en la zona esperanza – Cía. Minera Casapalca S.A.?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECIFICOS

Según Carrasco S. (2009). Se derivan de los problemas generales, pero esta derivación no se hace al tanteo ni al azar, tiene un procedimiento metodológico que exige el cumplimiento de ciertas reglas y técnicas.

- ¿Con la aplicación de taladros largos en vetas angostas, en cuanto se reducirá costos directos e indirectos de operación en la zona esperanza – Cía. Minera Casapalca S.A.?
- ¿Con la aplicación de taladros largos en vetas angostas, en cuanto se reducirá costos de perforación, en la zona esperanza–Cía. Minera Casapalca S.A.?
- ¿Con la aplicación de taladros largos en vetas angostas, en cuanto se reducirá costos de voladura en la en la zona esperanza - Cía. Minera Casapalca S.A.?

1.3. OBJETIVOS:

1.3.1. GENERAL.

Según Carrasco S. (2009). Son aquellos que expresan los propósitos generales y globales del trabajo de investigación.

Aplicar taladros largos en vetas angostas, para reducir costos de operación en la zona esperanza - Cía. Minera Casapalca S.A.

1.3.2. ESPECÍFICOS.

Según Carrasco S. (2009) Se denominan también objetivos secundarios, subjetivos, derivados. Son los que se derivan o deducen del objetivo general con fines metodológicos y operativos; es decir, para guiar las actividades prácticas.

- Conocer la reducción de costos directos e indirectos de operación aplicando Taladros Largos en vetas angostas en la zona esperanza –Cia. Minera Casapalca S.A.

- Conocer la reducción de costo de perforación aplicando taladros largos en vetas angostas en la zona esperanza – Cia. Minera Casapalca S.A.

- Conocer la reducción de costo de voladura aplicando taladros largos en vetas angostas en la zona esperanza – Cia. Minera Casapalca S.A.

1.4. JUSTIFICACIÓN.

Según Carrasco S. (2009). La justificación significa entonces, explicar la utilidad, los beneficios y la importancia que tendrá el resultado de la investigación, tanto para la sociedad en general, el ámbito sociográfico donde se realiza.

La Empresa Minera Casapalca S.A. Para la explotación de mineral a seleccionado el método de corte y relleno ascendente; sin embargo habiendo sido evaluado geomecánicamente las cajas, como también la estructura de mineral, dan resultado positivo de aplicar método adecuados de explotación de bajo costo y alto rendimiento, que en este caso resulta la aplicación de taladros largos en vetas angostas, que nos permita reemplazar la producción a gran volumen a menor costo. Por su facilidad en la preparación, recuperación mayores de 82% de mineral, y obtener alto rendimiento de volumen de mineral explotado.

La Producción debe de estar dentro del margen de 12000 ton / mes en función al programa mensual, el método a elegirse debe estar en función a los equipos existentes en la unidad.

En la actualidad el método de taladros largos en vetas está siendo utilizado en muchas compañías mineras en el Perú y del mundo como una alternativa para reducir sus costos e incrementar la producción.

El presente trabajo de investigación es importante porque nos permitirá reducir los costos en operación e incrementar la producción beneficiando a la empresa.

Las ventajas del método de explotación de taladros largos sobre el método de corte y relleno ascendente aplicado en la zona Esperanza de la Mina Casapalca son el aumento de la rentabilidad en 2.46 US$/ton (costo beneficio) y la reducción del costo de operación en 31.94 US$/ton.

La empresa Minera Casapalca S.A. se beneficiara considerablemente en los costos del ciclo de minado como son: perforación, voladura, acarreo y sostenimiento. Así beneficiara en lo económico tanto a las personas que laboran empresa y a los propietarios de la mina.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES.

Según Carrasco S. (2009:). Vienen a ser la relación o el conjunto de toda conclusión obtenida por otros investigadores en tiempo pasado respecto o similar al problema que se investiga.

2.1.1. A Nivel Nacional.

Se tiene las siguientes investigaciones. Como antecedentes se tiene dos trabajos bien marcados, en los que se ha realizado el estudio de factibilidad del cambio de método de corte y relleno ascendente por el de sublevel stoping con taladros largos, trabajos que han sido presentados, uno en el III Simposium Nacional de Perforación y Voladura y el otro en el 7mo. Congreso Nacional de Minería. Estos dos estudios se presentan a continuación:

A. Perforación y Voladura de Taladros Largos en la Mina Uchucchacua – Mejorando la Rentabilidad de Minado de la Veta Petra". El Ingeniero F. García C. de la compañía de Minas Buenaventura S.A. en su trabajo técnico presentado en el III Simposium Nacional de Perforación y Voladura de Rocas – SIPEVOR 95: En el marco de una libre economía de mercado, las empresas mineras necesitan tomar decisiones concretas y oportunas para ingresar a la competitividad de dicho mercado, por tanto es muy imperioso realizar una evaluación de oportunidad para decidir dónde invertir y mediante qué sistema

de explotación le sería más rentable. En tal sentido como la actividad minera se encuentra asociada a un gran número de factores de incertidumbre, como son: La ley de mineral explotado, volumen del depósito, su forma, los costos de operación, precios de venta del producto, calidad del producto, etc. Donde estos factores de riesgos juegan en contra de las posibilidades de financiamiento, por tanto evaluar estos riesgos y lograr reducir y manejarlos se torna en un imperativo gerencial, el cual tiene que estar acompañado de un análisis de rentabilidad (beneficio-costo)". Realiza su investigación con el objetivo de mejorar la productividad, reducir los costos de operación y lograr una mayor rentabilidad, se ha realizado un estudio de selección de métodos de explotación para el minado de vetas angostas en función de los parámetros geo-estructurales del depósito y las condiciones técnico-económicas. La rentabilidad del proyecto es analizada y comparada mediante el cálculo de flujos caja. Donde el valor de las ventas se sustrae todos los costos de inversión, producción, financieros, interés, impuestos, etc. Luego el resultado reflejara el flujo neto de los fondos que retornaran al inversionista tomando en cuenta el valor del dinero en el tiempo. Con el método de sublevel stoping se logra un VAN de $586.161, con un índice de rentabilidad de 3.71 y una TIR de 182.72%. La productividad mejora de 14.5 a 34.28 ton/tarea. El factor de potencia con respecto al corte y relleno bajó de 0.612 a 0.285 Kg/ton. El costo de producción se logró bajar de 34.478 a 28.511 US$/ton.

B. "Explotación de Vetas por Subniveles con Taladros Largos en Empresa Explotadora de Vinchos LTDA. S.A. El ingeniero Carlos Enrique Huarcaya Chamana de Empresa Explotadora de Vinchos en su trabajo técnico presentado en el Séptimo Congreso Nacional de Minería: "Declara que el dimensionamiento de las operaciones unitarias así como de los servicios auxiliares a ella, nos dará la idea de las necesidades que debemos satisfacer para cumplir con los estándares operacionales y económicos proyectados. El yacimiento de Vinchos presenta un mineral económico de cabeza con contenido de plata, plomo y zinc con una ley de cabeza promedio de 10 oz Ag; el mineral es tratado en la Planta

Concentradora de San Expedito obteniéndose concentrados de plomo– plata. Para el presente año dentro del plan a mediano plazo se tiene planificado producir 300 000 ton iniciándose en el mes de enero con una producción de 650 ton/día, que se irá incrementando en los meses siguientes hasta llegar a diciembre con una producción de 1200 ton/día; esto gracias al método de explotación empleado el de Subniveles con Taladros Largos y la mecanización de la mina que en su totalidad es trackless. Los resultados de tales pruebas nos sirven para establecer nuevos estándares de operación, mejorando la perforación cuyo objetivo es incrementar la eficiencia y minimizar los costos de operación; la explotación mediante subniveles con taladros largos nos permite incrementar nuestra producción mejorando los rendimientos. Los aportes significativos de la aplicación de este método Sublevel Stoping es un método adecuado para la mecanización y por lo tanto los tajeos son altamente eficientes. El método tiene un ratio de rendimiento de producción de moderado a alto. El método es seguro y en donde la ventilación se mantiene, particularmente donde se hacen voladuras semanalmente. La recuperación de mineral es alta, por encima del 95%, ya que la calidad de la roca encajonante es buena y no se usa pilares.

2.2. BASES TEÓRICAS.

Según Carrasco S. (2009). Algunos lo denominan marco teórico referencial, ya que constituye basamento gnoseológico que posibilita la descripción y explicación de las variables, indicadores y de todos los temas y subtemas relacionados con el problema de investigación.

2.2.1. Métodos De Explotación:

En los distintos tipos de minas subterráneas (grande, mediana o pequeña) existen desafíos de diversa naturaleza, pero uno que es transversal a toda la explotación bajo tierra es la necesidad de aumentar la productividad por medio de sistemas apropiados y, en algunos casos, más vanguardistas. Enrique Rubio, profesor de Ingeniería de Minas y co-director del nuevo Centro de Tecnología para la Minería de la Universidad de Chile, sostiene que en general

la minería subterránea está tendiendo hacia la explotación a gran escala, porque por un lado los yacimientos cada vez poseen menos concentración de metales por tonelada (son de menor ley) y, por otro, están emplazados a mayor profundidad.

2.2.2. Método de Explotación Taladros Largos.

Se cree que se inició en Canadá, por la amplia preparación se necesita una fuerte inversión, pero en compensación es uno de los más bajo costo, mayor garantía y seguridad. Todas estas modernizaciones se han aplicado a las variantes con voladuras, con esquema en abanico y en barrenos paralelos. El método de explotación Sublevel Stoping consiste en dejar cámaras vacías después de la extracción del mineral, se caracteriza por su gran productividad debido a que las labores de preparación se realizan en su mayor parte dentro del mineral. Es el modo de dividir el cuerpo mineralizado en sectores aptos para el laboreo y consiste en arrancar el mineral a partir de subniveles de explotación mediante disparos efectuados en planos verticales, con tiros paralelos y radiales, posteriormente quedando vacío el caserón después de la explotación. La preparación de este método contempla galerías de perforación (GP), galería de base o Under cart y transporte para evacuación del mineral arrancado y chimeneas VCR para generar una cara libre.

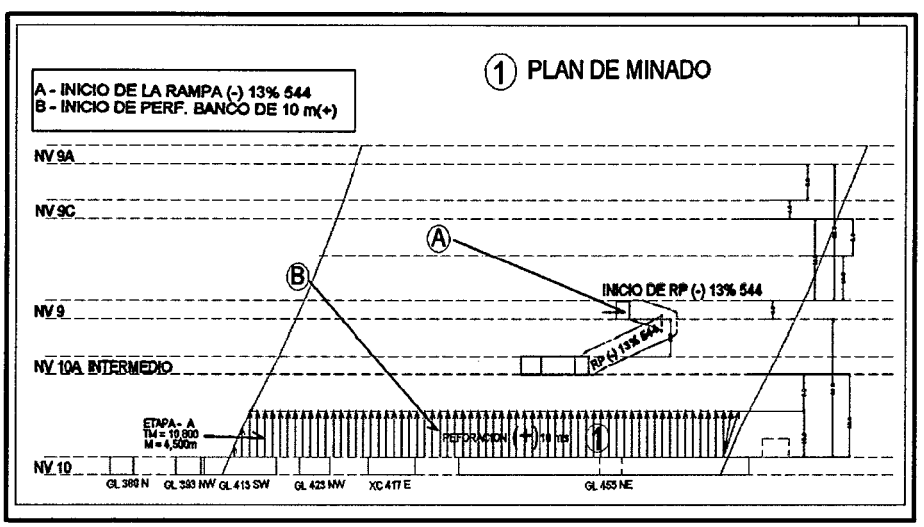


Fig. 01. Método de Explotación taladros largos.

2.2.3. Geomecanica.

El comportamiento geomecánico mas resaltante en la mina, es la presencia de carbonatos (arcillas expansivos e inestables que proceden de un origen primario etapa de formación de la roca) u origen secundario (minerales producto de la alteración hidrotermal), estas arcillas originan un rápido deterioro de la calidad de la roca y del mineral, disminuyendo su grado de resistencia y aumentando las presiones de poros en las paredes, debido a la absorción del agua subterránea existente, la cual está compuesta por aguas de infiltración natural y aguas del relleno hidráulico que es colocado en los tajeos que son explotados mediante el sistema de corte y relleno ascendente, percolándose esta agua a través de los sistemas de fracturas.

De acuerdo a este sistema de minado, las galerías sobre veta deberán inicialmente sostenerse en forma temporal, utilizando el tipo de sostenimiento según el G.S.I. detallado en el presente manual y como soporte definitivo será necesario el uso de cimbras metálicas, colocadas adecuadamente (debido al deterioro del macizo rocoso por la absorción del agua), asimismo, deberá protegerse las futuras galerías, cruceros, rampas, en los tramos excavados donde se encuentren bajo la influencia de agua en sus inmediaciones, sea esta de infiltración o del relleno.

El uso de medidas de control como las mediciones de convergencia con cinta invar en tramos críticos, así como el uso del sistema de relleno en pasta, deberán ser tomados en cuenta para el mejoramiento y optimización de los sistemas de minado que se utilicen en la ampliación de la producción de la mina.

2.2.4. Geología de Casapalca:

Compañía Minera Casapalca posee a nivel geológico cuerpos macizos, diseminados y las características geomecánicas de la roca son buenas, cajas estables y techos firmes.

La calidad del mineral es competente y su ángulo de buzamiento mayor a 68°, generalmente, yacimientos verticales y poseen formas y dimensiones

regulares. En lo que respecta al modelamiento de los cuerpos para su explotación se basa principalmente en:

A. Sondajes Diamantinos:

Proporciona información de áreas mineralizadas (2 dimensiones debido al buzamiento que es horizontal por lo general); información previa para labores de exploración y desarrollo; bosquejo interpolado de cuerpos mineralizados en 3 dimensiones (correlación de áreas) (longitudes varían de 150 m. a 300 m. e inclusive 500 m.)

B. Taladros Exploratorios:

Morfología en el espacio local a diferencia de los sondajes diamantinos, esta información es más local, nos proporciona y nos permite bosquejar cuerpos mineralizados en 3 dimensiones, son taladros positivos de longitud 20m. Por lo general, información previa para la explotación (morfología del cuerpo final), obviamente se realizan cuando se han concluido toda labor de preparación previa. Del yacimiento polimetálico (Ag/Oz, Pb %, cu% y Zn %)

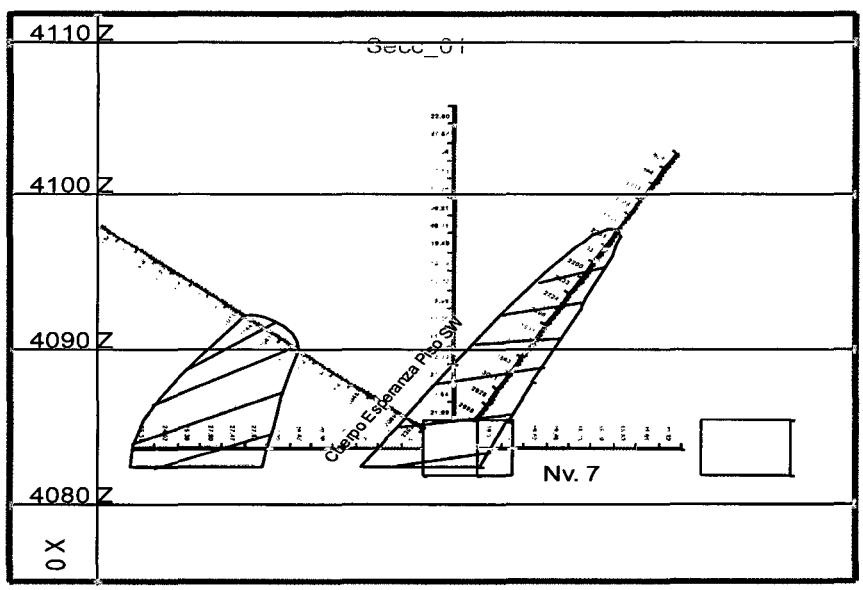


Fig.02. Taladros Exploratorios de la zona esperanza.

2.2.5. Desarrollo

- Se contempla niveles bases (niveles en donde se decepcionará el mineral) y niveles intermedios.
- La sección de estas galerías son de 3x3 m.
- Los cruceros son cada 25 m a lo largo de todo el cuerpo mineralizado.
- La altura del caserón o tajo no tiene limitaciones teóricas, Casapalca se amolda más bien a las condiciones del yacimiento y en la mayoría de los casos abarcamos toda la altura de la mineralización a fin de limitar el número de galerías bases de extracción a una sola en lugar de varias.

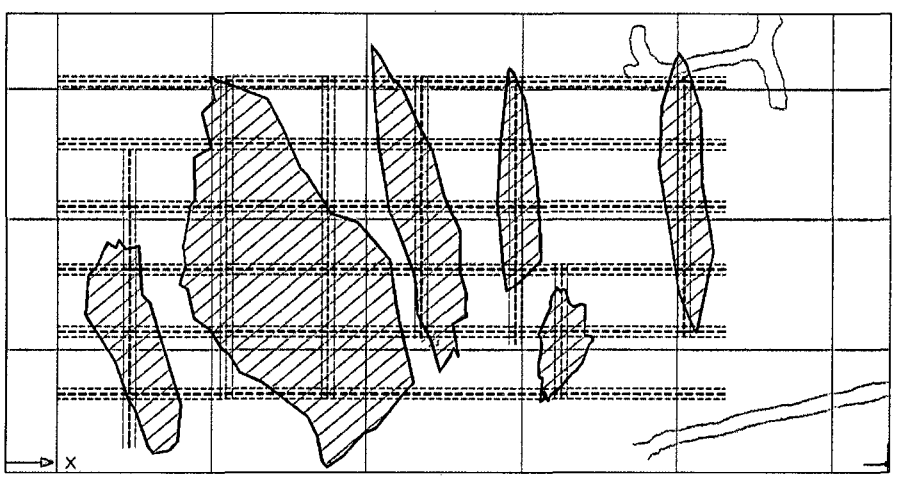


Fig. N° 03 Cuerpos mineralizado de veta esperanza en Vista 2d.

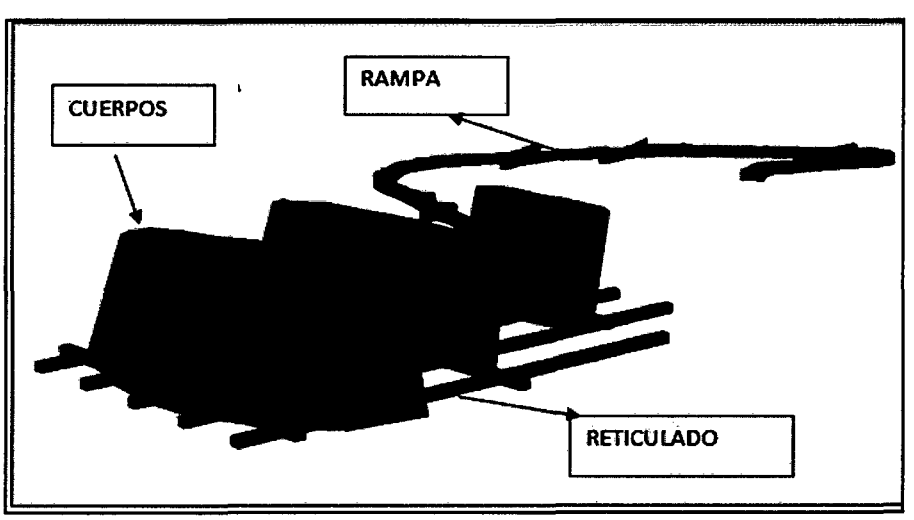


Fig. 04 Cuerpo mineralizado de veta Esperanza en Vista 3d.

2.2.5. Preparación.

- Se contempla by passes con un pilar mínimo de 10 m al tajo y ventanas de extracción separados entre sí 15 m.
- Se realizan las Chimeneas del tipo V.C.R. (Vertical Cráter Retreat) de sección 1,8 m x 1,8 m, son construidas para crear la cara libre de un determinado cuerpo en producción.

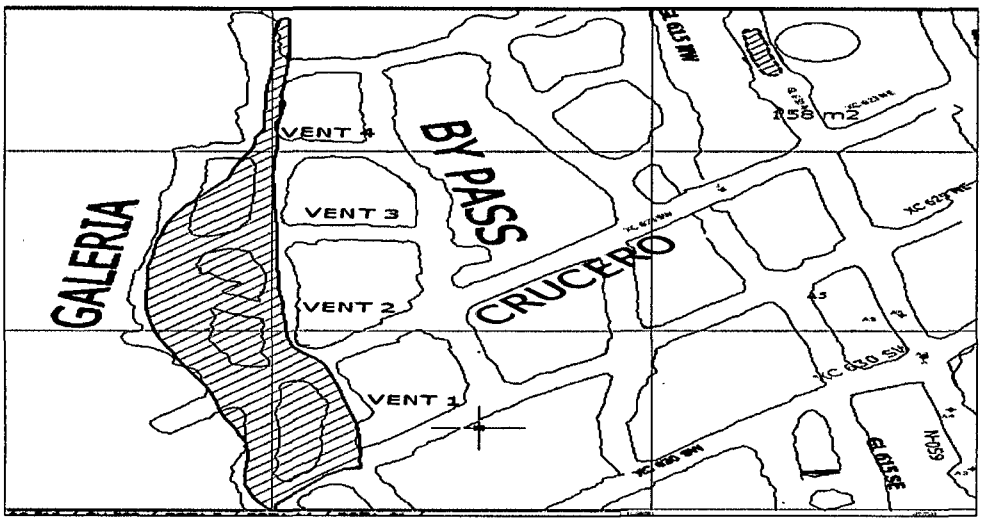


Fig. 05. Plano de Desarrollo y Preparación de veta esperanza en Vista 2d.

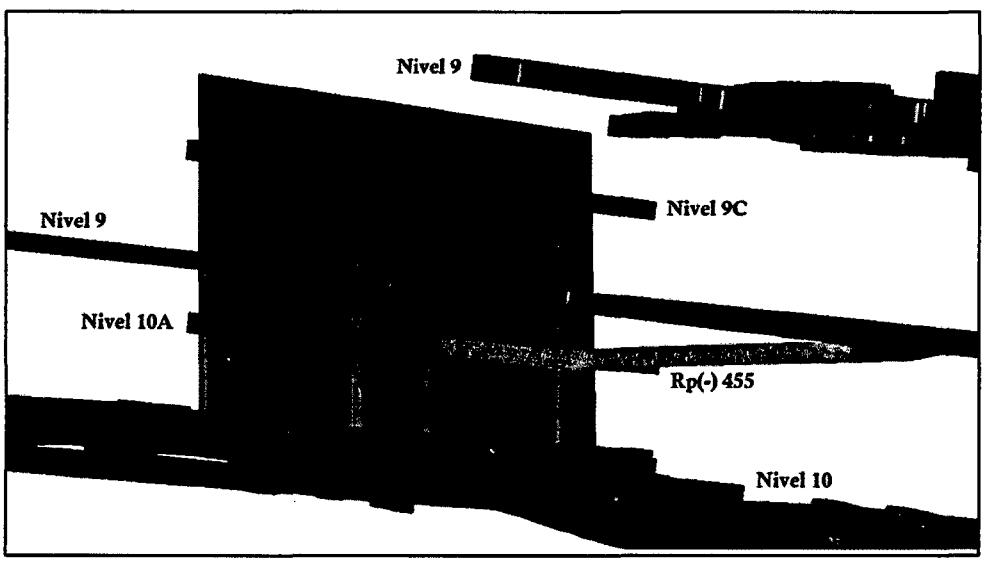


Fig. 06. Veta Esperanza, Desarrollo y Preparación Vista 3D.

2.2.6. Perforación.

- La perforación se realiza con taladros largos paralelos y radiales, alcanzando longitudes que van entre 15 - 20 m. Hacia arriba y abajo.
- Se cuenta con equipos electrohidráulicos con un ratio de 3.75 Ton/m perforado.
- La perforación comienza en el nivel base (taladros positivos) por lo que las perforaciones en los niveles intermedios son negativas comunicación con el tajo inferior y positivo dejando un puente al siguiente nivel base.

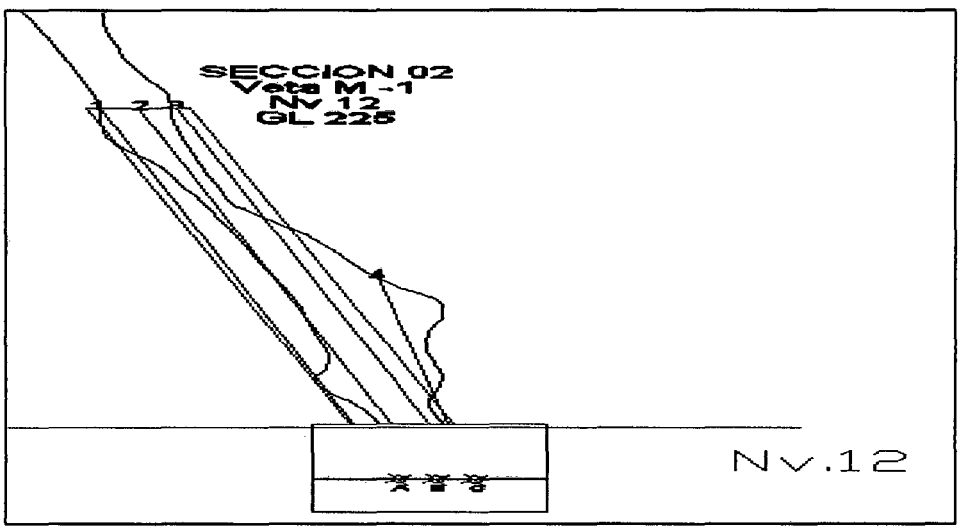


Fig. 07. Diseño de Taladros Largos en Vista 2D.

2.2.7. Método Corte y Relleno Ascendente.

Este método también se denomina como OVER CUT AND FIIL el minado de corte y relleno consiste en extraer el mineral en forma de tajadas horizontales comenzando del fondo del tajeo y avanzando hacia arriba. El mineral roto es completamente extraído cuando toda la franja o tajada ha sido disparada. El volumen extraído es rellenado con material estéril con la finalidad de sostener las cajas, este material puede ser de materiales de preparación o de desarrollo de interior mina o como también de la superficie, este material es distribuido mecánicamente sobre el área de tajeado.

Es un método ascendente (realce). El mineral es arrancado por franjas horizontales y/ o verticales empezando por la parte inferior de un tajeo 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 obreros y al mismo tiempo permite sostener las paredes del tajeo y en algunos casos especiales el techo. La explotación de corte y relleno puede utilizarse en yacimientos que presenten las siguientes características.

- ❖ Fuerte buzamiento, superior a los 68° de inclinación.
- ❖ Características físico- mecánicas del mineral y roca de caja relativamente mala (roca incompetente).
- ❖ Potencia moderada de la veta.
- ❖ En cajas medianamente competentes.
- ❖ Las cajas del yacimiento pueden ser irregulares.

2.2.8. Reservas.

Los resultados obtenidos en la estimación de reservas al 30 de Enero del 2014, son los siguientes: datos. de Geología – Cía. Minera Casapalca, 2014

CERTEZA	T.M.S.	A.V. / C.	A.M. m.	Ag Oz/TC	Pb %	Cu %	Zn %	US $ T.M.S.
VETAS:								
Probado	1'052,390	1.07	1.26	5.97	1.52	0.24	2.05	53.1
Probable	668,880	1.25	1.44	5.69	1.51	0.23	2.13	52.2
SUB TOTAL	1'721,270	1.14	1.33	5.86	1.52	0.23	2.08	52.75
CUERPOS:								
Probado	1'945,131	16.75	16.85	1.33	0.29	0.33	3.5	29.93
Probable	589,634	29.57	29.67	1.46	0.39	0.31	3.28	29.24
SUB TOTAL	2'534,765	19.73	19.83	1.36	0.31	0.32	3.44	29.77
TOTAL:								
Probado	2'997,521	11.25	11.38	2.96	0.72	0.3	2.99	38.06
Probable	1'258,514	14.52	14.67	3.71	0.99	0.27	2.67	41.44
TOTAL:	4'256,035	12.21	12.35	3.18	0.8	0.29	2.89	39.06

Cuadro 01. Reservas Mina Casapalca al 30 de Enero del 2014.

2.2.9. MUESTRA.

Como muestra tenemos las labores que se necesitan desarrollar para poder acondicionar la Galería 225 para aplicar este método con taladros largos. La galería 225, es una labor de avance por la cual se ha ingresado para poder explotar la veta Esperanza y la veta Esperanza Piso. La longitud desarrollada hasta el punto de explotación por este método es 700 m, habiendo realizado la rotura de más de 12 tajos en la veta Esperanza y 8 tajos en la veta Esperanza Piso. Dicha galería cuenta con una sección de 8 x 8 pies, razón por la cual se debe aumentar a una sección de 10 x 10 pies, para poder aplicar el método debido a la dimensión del equipo de taladros largos. La longitud señalada es de 80 m. y una altura de tajo de 55 m de nivel 12 a nivel 13. La potencia de la veta en este punto varía desde 0.8 m. en su parte más angosta, hasta 2.50 m en su parte más potente, razón por la cual se puede aplicar la perforación de taladros largos.

- **Características de la Muestra.**

Esta referido a la zona oeste de la galería 225 de la veta Esperanza en el nivel 12, donde se realizará los trabajos de aplicación del método de taladros largos. Para esto primero se realiza el análisis geomecánico de la muestra para determinar: sistemas o familias de discontinuidades, potencia, rugosidades, relleno, presencia de agua, etc. de las mismas. Con la ayuda de esta información se logrará determinar la calidad del macizo rocoso y proponer los tipos de sostenimientos para su estabilidad del terreno.

2.2.10. Estudio Geomecánico.

Esta sección está encargado el departamento de geomecánica. El personal integrante realiza el estudio geomecánico de la zona y su entorno físico en base a datos litológicos – estructurales tomados en el campo a través de un mapeo geológico – geotécnico, utilizando el método de "Líneas de Detalles"

para cada dominio estructural en la galería 225, estimando parámetros resistentes de la roca. En el trabajo de gabinete se empleó técnicas como la proyección estereográfica, métodos estadísticos para el análisis y representación de la información recopilada en el campo.

- **Geología de la Veta Esperanza.**

La veta Esperanza se emplaza integralmente en el Stock Monzonítico, el grado de alteración es variable, por lo general se observa silicificación y sericitización. Estructuralmente la veta presenta un rumbo y buzamiento promedio de N45°E/ 68°SE, controlada por la "Falla Principal". Esta Veta ha sido reconocida en una longitud de 700 metros., con potencias mineralizadas que varían desde los 0.80 m hasta los 2.50 m. Mineralógicamente presenta un ensamble de Esfalerita, Galena argentífera, Pirita, Cuarzo.

- **Estereografía de la Veta Esperanza.**

Para ver la estereografía de la veta Esperanza y su entorno físico se emplean los datos de orientaciones de discontinuidades estructurales tomadas en el mapeo geológico–geotécnico realizado en cada uno de los dominios estructurales presentes en la galería 225. Para la representación de las discontinuidades estructurales en el estereograma se emplea la técnica de proyección mediante el programa de computo "DIPS" el cual se emplea en este estudio para la representación estereográfica de las discontinuidades.

Se muestran los datos de discontinuidades geológicas tomados en el mapeo geológico – geotécnico en las galerías de la veta Esperanza, estos datos se presentan en el formato "Buzamiento / dirección de Buzamiento" para realizar el tratamiento estadístico respectivo. Estos datos de orientaciones estructurales, se ingresan al programa "DIPS" para obtener la representación estereográfica de las discontinuidades

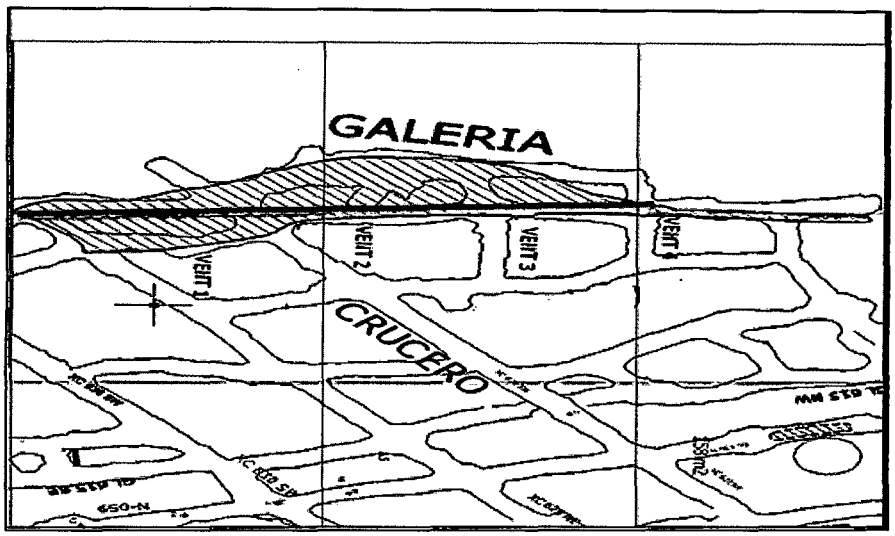


Fig.08. Datos de orientaciones de discontinuidades Gal.225, zona Esperanza.

Nª de Discont.	Buz.	Dirección de Buz.	Cantidad	Nª de Discont.	Buz.	Dirección de Buz.	Cantidad
1	67	90	1	**21**	65	258	1
2	60	99	1	**22**	67	102	1
3	56	98	1	**23**	59	95	1
4	76	137	1	**24**	68	245	1
5	51	96	1	**25**	69	245	1
6	67	92	1	**26**	51	93	1
7	62	258	1	**27**	59	89	1
8	67	254	1	**28**	59	257	1
9	61	99	1	**29**	60	251	1
10	63	93	1	**30**	61	95	1
11	67	92	1	**31**	61	102	1
12	62	258	1	**32**	65	95	1
13	56	96	1	**33**	67	254	1
14	65	96	1	**34**	63	258	1
15	67	91	1	**35**	65	90	1
16	65	97	1	**36**	56	98	1
17	65	95	1	**37**	64	115	1
18	69	94	1	**38**	67	252	1
19	59	98	1	**39**	65	245	1
20	67	93	1	**40**	64	245	1

Cuadro 02. Orientaciones Estructurales de la Veta Esperanza.

Una vez obtenidos los datos geológicos – estructurales como los que se encuentran en la cuadro 02, se procede a ingresarlos en el programa "DIPS", los cuales se plotean como polos, tal como se muestra en el estereograma (ver figura 09). Aquí se puede observar la representación espacial de las discontinuidades geológicas que fueron tomadas en el mapeo geológico – geotectónico de la galería 225 de la veta Esperanza y su entorno. Ahora para obtener un estereograma de concentración de polos (ósea tratar los polos estadísticamente en función a su distribución espacial), en el programa "DIPS", se realiza la agrupación estadística (ver figura 09). Los polos agrupados en la fig.09, se interpolarán para generar contornos isovalóricos de densidad de polos. Esto se muestra en la fig. 10. Los contornos isovalóricos de densidad de polos, es la base para poder determinar las familias de discontinuidades presentes en la veta Esperanza. Con todo esto hasta ahora podemos determinar en el programa "DIPS", los valores promedio en buzamiento y dirección de buzamiento para cada familia de discontinuidades (ver Figura 12). Polo es la representación de la intersección de la recta con la esfera en caso de elementos lineales y la intersección de la normal al plano con la esfera si se trata de elementos planos.

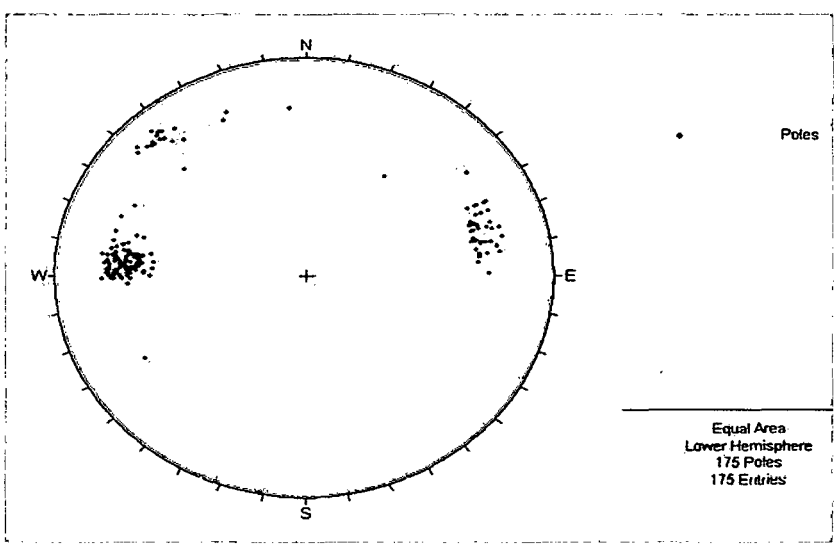


Fig. 09 Diagrama estereográfico de dispersión de polos.

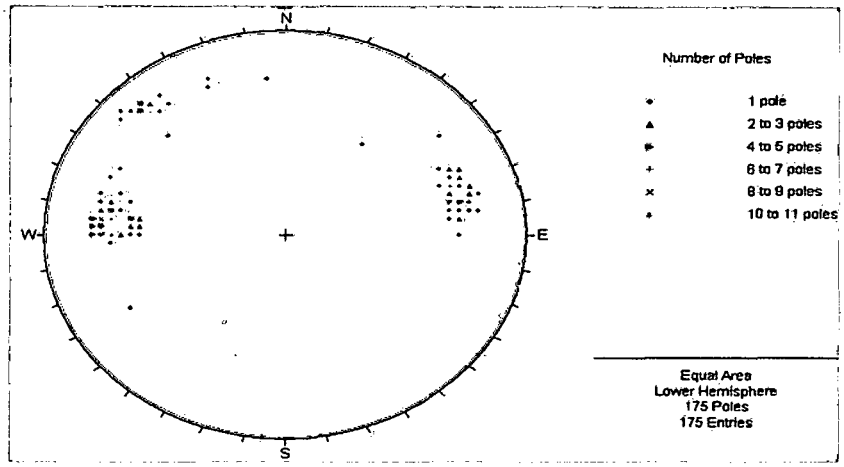


fig. 10 Diagrama estereográfico de concentración de polos.

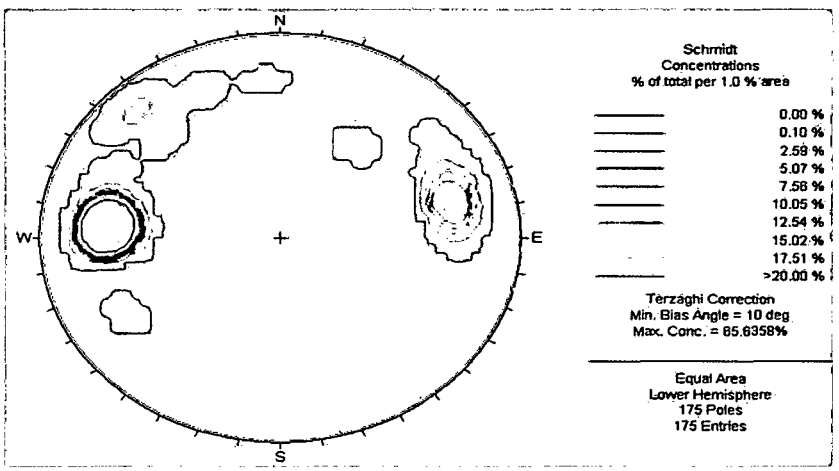


Fig. 11 Diagrama estereográfico de isovalores de densidad de polos.

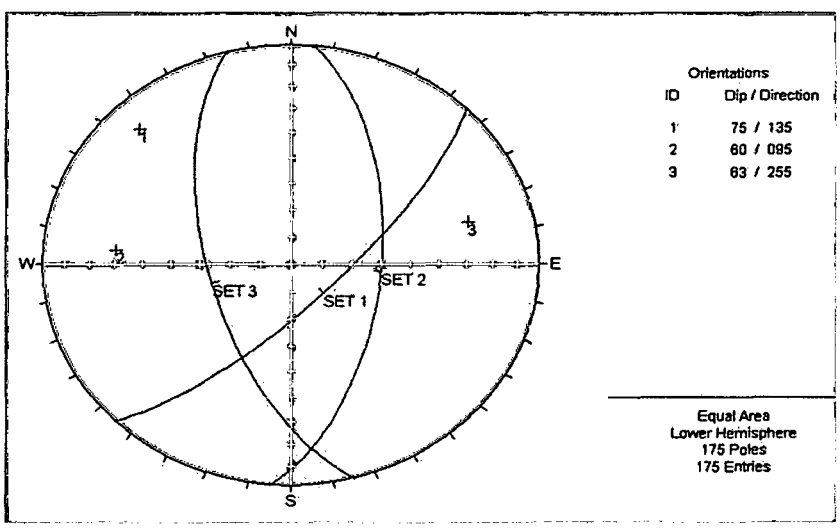


Fig. 12 Diagrama intersección de cuñas.

De la fig.12. Se determina tres sistemas de discontinuidades estructurales principales los cuales son:

- Sistema 1: 75/135.... (N45°E/ 75°SE).

- Sistema 2: 60/095.... (N5°E/ 60°SE).

- Sistema 3: 63/255.... (N15°W/ 63°SW).

Considerando la posición espacial de la veta Esperanza con respecto a la orientación de los principales sistemas de discontinuidades presentes en la zona de estudio (figura Nº 12) se tipifica al "Sistema 1" como "Sistema Dominante" por ser la condición más desfavorable para la estabilidad estructuralmente controlada para los tajeo de la veta Esperanza.

❖ **Estructura del macizo rocoso en la Veta Esperanza.**

Para clasificar la estructura del macizo rocoso en la zona, se ha utilizado el sistema de valoración del macizo rocoso RMR89 de Bieniawski. Para ello se registraron datos litomorfo-estructurales en estaciones (Líneas de Detalle) distribuidas espacialmente en las galería 225, en las cuales se tomó información referida a la orientación de discontinuidades, resistencia a la compresión uníaxial de la roca, grado de fracturamiento, espaciamiento entre discontinuidades, condición de fracturas (persistencia, apertura, rugosidad, relleno e intemperismo) y presencia de agua subterránea. El resumen del análisis de la información mencionada para cada dominio estructural se muestra en los cuadros Nº 03, 04 y 05, en los cuales se caracteriza y tipifica el macizo rocoso según el sistema de valoración RMR89 de Bieniawski.

La cuadro 03 se refiere a la caracterización de la caja techo, esta es de gran importancia porque va a realizar un trabajo mucho mayor que el de la caja piso debido a que tiene que soportar mayor esfuerzos y de esta depende la estabilidad y la viabilidad de la aplicación del método.

La cuadro 04 se refiere a la caracterización de la misma veta Esperanza. Necesaria para poder determinar cómo se va a realizar el diseño de perforación para la malla y el diseño de carguío de voladura, para en primer lugar no utilizar demasiado explosivo, segundo no moler demasiado el mineral y tercero desestabilizar las cajas encajonantes.

La cuadro 05 se refiere a la caracterización de la caja piso, que es importante para determinar en conjunto la aplicación del método. Estas tablas fueron facilitadas por el área de Geomecanica que se encargó de realizar la caracterización geomecanica del área.

RESUMEN DE CARACTERIZACION GEOMECANICA RMR (BIENIAWSKI) - CAJA TECHO VETA ESPERANZA													
INTERVALO DE LONGITUD		TIPO DE ROCA	TIPO DE ALTERACION	RESISTENCIA COMPRE (Mpa)	RQD (%)	PARAMETROS DEL RMR89						DESCRIPCION	
DESDE (m)	HASTA (m)					1	2	3	4	5	TOTAL		
0,0	20	SQM	S	115	75	12	17	15	19	10	73	Buena A	IIA
20	35	SQM	S	115	80	12	17	15	19	10	73	Buena A	IIA
35	45	SQM	S	115	75	12	17	15	17	10	71	Buena A	IIA
45	60	SQM	S	115	74	12	13	10	21	10	66	Buena A	IIB
60	75	SQM	S	115	70	12	13	15	19	10	69	Buena A	IIB
75	90	SQM	S	115	70	12	13	15	22	10	72	Buena A	IIA

ABREVIACION DEL TIPO DE ROCA		VALORACION DEL MACIZO ROCOSO					
CONGQ	Conglomerado Silisificado						
CZM	Caliza Margoza	R. COMPRE. UNIAXIAL	>250 (15)	100 - 250 (12)	50 - 100 (7)	25 - 50 (4)	<25(2) < 5(1) <1(0)	1
MIN	Mineral	R.Q.D. (%)	90 - 100 (20)	75 - 90 (17)	50 - 75 (13)	25 - 50 (8)	< 25 (3)	2
SMS	Sulfuro Semi Masivo	ESPACIAMIENTO (m)	>2 (20)	0.6 - 2 (15)	0.2 - 0.6 (10)	0.06 - 0.2 (8)	<0.06 (5)	3
CSM	Caliza silic. Marmolizada	CONDICION DE JUNTAS PERSISTENCIA	<1m long. (0)	1-3 m long. (1)	3-10m (2)	10-20m (4)	>20m (6)	4A
SQM	Stock Cuarzo Monzonítico	APERTURA	Cerrada (5)	<1mm aper. (5)	0.1-1mm (4)	1-5mm (1)	>5mm (0)	4B
		RUGOSIDAD	Muy Rugos (6)	Rugosa (5)	Lig. Rugosa (3)	Lisa (1)	Espejo de Falla (0)	4C
		RELLENO	Limpia (6)	Duro<5mm (4)	Duro>5mm (2)	suave <5m (1)	suave >5m (0)	4D
		INTEMPE.	Sana (6)	Lig. Intemp. (5)		Muy INTEMP. (2)	Descomp. (0)	4E
		AGUA SUBTERRANEA	Seco (15)	Húmedo (10)	Mojado (7)	Goteo (4)	Flujo (0)	5

P: Piritizacion E: Propilitica	VALOR TOTAL RMR (suma de valoraciones de 1 a 5) =				
C: Cloritica Q: Silicificación	RMR	100 – 81	80 – 61	60 - 41	40 - 21	20 - 0
S: Sericitica	DESCRIPCION	I - Muy Buena	II – Buena	III - Regular	IV - Mala	V - Muy mala

Cuadro. 03. Geomecanica – Caja Techo Veta Esperanza. *Fuente: Dpto. de Geomecanica – Cía. Minera Casapalca, 2014.*

50

RESUMEN DE CARACTERIZACION GEOMECANICA RMR (BIENIAWSKI) - VETA ESPERANZA													
INTERVALO DE LONGITUD		TIPO DE ROCA	TIPO DE ALTERACION	RESISTENCIA COMPRE (Mpa)	RQD (%)	PARAMETROS DEL RMR89						DESCRIPCION	
DESDE (m)	HASTA (m)					1	2	3	4	5	TOTAL		
0,0	20	MIN	S	80	70	7	13	15	19	10	64	Buena B	IIB
20	35	MIN	S	80	75	7	17	15	19	10	68	Buena B	IIB
35	45	MIN	S	80	75	7	17	15	19	10	68	Buena B	IIB
45	60	MIN	S-Q	80	70	7	13	15	19	10	64	Buena B	IIB
60	75	MIN	S-Q	80	75	7	17	10	19	10	63	Buena B	IIB
75	90	MIN	S-Q	80	70	7	13	15	19	15	69	Buena B	IIB

ABREVIACION DEL TIPO DE ROCA		VALORACION DEL MACIZO ROCOSO					
CONGQ	Conglomerado Silisificado						
CZM	Caliza Margoza	R. COMPRE. UNIAXIAL	>250 (15)	100 - 250 (12)	50 - 100 (7)	25 - 50 (4)	<25(2) < 5(1) <1(0)	1
MIN	Mineral	R.Q.D. (%)	90 - 100 (20)	75 - 90 (17)	50 - 75 (13)	25 - 50 (8)	< 25 (3)	2
SMS	Sulfuro Semi Masivo	ESPACIAMIENTO (m)	>2 (20)	0.6 - 2 (15)	0.2 - 0.6 (10)	0.06 - 0.2 (8)	<0.06 (5)	3
CSM	Caliza silic. Marmolizada	CONDICION DE JUNTAS / PERSISTENCIA	<1m long. (0)	1-3 m long. (1)	3-10m (2)	10-20m (4)	>20m (6)	4A
SQM	Stock Cuarzo Monzonitico	CONDICION DE JUNTAS / APERTURA	Cerrada (5)	<1mm aper. (5)	0.1-1mm (4)	1-5mm (1)	>5mm (0)	4B
		CONDICION DE JUNTAS / RUGOSIDAD	Muy Rugos (6)	Rugosa (5)	Lig. Rugosa (3)	Lisa (1)	Espejo de Falla (0)	4C
		CONDICION DE JUNTAS / RELLENO	Limpia (6)	Duro<5mm (4)	Duro>5mm (2)	suave <5m (1)	suave >5m (0)	4D
		CONDICION DE JUNTAS / INTEMPE.	Sana (6)	Lig. intemp. (5)		Muy INTEMP. (2)	Descomp. (0)	4E
		AGUA SUBTERRANEA	Seco (15)	Húmedo (10)	Mojado (7)	Goteo (4)	Flujo (0)	5
P: Piritizacion E: Propilitica		VALOR TOTAL RMR (suma de valoraciones de 1 a 5) =						
C: Clorítica Q: Silicificación		RMR	100 – 81		80 – 61	60 - 41	40 - 21	20 - 0
S: Sericitica		DESCRIPCION	I - Muy Buena		II – Buena	III - Regular	IV - Mala	V - Muy mala

Cuadro 04. Caracterización Geomecanica –Veta Esperanza. *Fuente: Dpto. de Geomecanica – Cía. Minera Casapalca, 2014*

49

RESUMEN DE CARACTERIZACION GEOMECANICA RMR (BIENIAWSKI) - CAJA PISO VETA ESPERANZA													
INTERVALO DE LONGITUD		TIPO DE ROCA	TIPO DE ALTERACION	RESISTENCIA COMPRE (Mpa)	RQD (%)	PARAMETROS DEL RMR89						DESCRIPCION	
DESDE (m)	HASTA (m)					1	2	3	4	5	TOTAL		
0,0	20	SQM	S	115	75	12	17	15	22	10	76	Buena A	IIA
20	35	SQM	S	115	75	12	17	15	222	10	76	Buena A	IIA
35	45	SQM	S	115	75	12	17	15	22	10	76	Buena A	IIA
45	60	SQM	S	115	75	12	17	10	19	15	73	Buena A	IIA
60	75	SQM	S	115	70	12	13	15	19	15	74	Buena A	IIA
75	90	SQM	S	115	70	12	13	15	19	10	69	Buena B	IIB

ABREVIACION DEL TIPO DE ROCA		VALORACION DEL MACIZO ROCOSO					
CONGQ	Conglomerado Silisificado						
CZM	Caliza Margoza	R. COMPRE. UNIAXIAL	>250 (15)	100 - 250 (12)	50 - 100 (7)	25 - 50 (4)	<25(2) < 5(1) <1(0)	1
MIN	Mineral	R.Q.D. (%)	90 - 100 (20)	75 - 90 (17)	50 - 75 (13)	25 - 50 (8)	< 25 (3)	2
SMS	Sulfuro Semi Masivo	ESPACIAMIENTO (m)	>2 (20)	0.6 - 2 (15)	0.2 - 0.6 (10)	0.06 - 0.2 (8)	<0.06 (5)	3
CSM	Caliza silic. Marmolizada	CONDICION DE JUNTAS – PERSISTENCIA	<1m long. (0)	1-3 m long. (1)	3-10m (2)	10-20m (4)	>20m (6)	4A
SQM	Stock Cuarzo Monzonitico	APERTURA	Cerrada (5)	<1mm aper. (5)	0.1-1mm (4)	1-5mm (1)	>5mm (0)	4B
		RUGOSIDAD	Muy Rugos (6)	Rugosa (5)	Lig. Rugosa (3)	Lisa (1)	Espejo de Falla (0)	4C
		RELLENO	Limpia (6)	Duro<5mm (4)	Duro>5mm (2)	suave <5m (1)	suave >5m (0)	4D
		INTEMPE.	Sana (6)	Lig. intemp. (5)		Muy INTEMP. (2)	Descomp. (0)	4E
		AGUA SUBTERRANEA	Seco (15)	Húmedo (10)	Mojado (7)	Goteo (4)	Flujo (0)	5
P: Piritizacion E: Propilitica		VALOR TOTAL RMR (suma de valoraciones de 1 a 5) =						
C: Clorítica Q: Silicificación		RMR	100 – 81		80 – 61		60 - 41	40 - 21	20 - 0
S: Sericitica		DESCRIPCION	I - Muy Buena		II – Buena		III - Regular	IV - Mala	V - Muy mala

Cuadro 05. Caracterización Geomecanica – Caja Piso Veta Esperanza. *Fuente: Dpto. de Geomecanica – Cía. Minera Casapalca, 2014*

❖ **Clasificación Geomecanica del Macizo Rocoso.**

De la caracterización geomecánica del macizo rocoso, según el sistema de valoración RMR89 de Bieniawski, mostrado en las tablas Nº 03, 04 y 05, se clasifica y tipifica el macizo rocoso definiéndolo geomecanicamente según dominios estructurales (Caja techo, Veta, Caja piso) a través del sistema de valoración RMR89 de Bieniawski cuyo resumen se muestra en la tabla Nº 06.

En la tabla Nº 06, se muestra el resumen de la clasificación geomecanica RMR89 del macizo rocoso que involucra la Veta Esperanza y su entorno físico. En función al RMR promedio obtenido en cada dominio estructural (caja techo, veta, caja piso) se tipifica el macizo según los rangos de valoración mostrados en la parte inferior de las tablas Nº 03, 04 y 05.

Del resultado de esta valoración se tiene que el macizo rocoso se clasifica como Buena IIB (Caja techo y la Veta) y Buena IIA (Caja piso). Fuente: Dpto. de Geomecanica – Cía. Minera Casapalca, 2014.

CLASIFICACION GEOMECANICA RMR_{89} DEL MACIZO ROCOSO EN LA VETA ESPERANZA			
DOMINIO ESTRUCTURAL	RMR	DESCRIPCION DEL MACIZO ROCOSO	
		CLASIFICACION	TIPIFICACION
CAJA TECHO	70	BUENA	IIB
VETA	66	BUENA	IIB
CAJA PISO	71	BUENA	IIA

Cuadro 06. Clasificación geomecanica del macizo rocoso Veta Esperanza.

A continuación se muestra una tabla en la que se indica el tiempo máximo de exposición de la galería 225 y el tipo de sostenimiento que se debe utilizar (recomendado) para tener un ambiente seguro de trabajo. Según Alberto

Sandoval, 2009,"labores de desarrollo para la profundización del Nv. 400 al Nv. 460 de la mina Quiruvilca".

RMR	RATING				
Evaluación (RMR)	> 80	80 - 60	60 - 40	40 - 20	< 20
Descripción Macizo Rocoso	Muy Buena	Buena	Regular	Mala	Muy Mala
Veta		X			
Caja Piso de la Veta		X			
Caja Techo de la Veta		X			
Tiempo max. Exposición	10 años	20 mes - 10 años	6 días - 20 meses	3 días - 6 días	24 horas - 3 días
Tipo de Sost. en avances/Rampas	1	2	2 + 3	2 + 4	5

Cuadro 07. Tipo de Sostenimiento según RMR89 del Terreno.

Dónde:

1 = Pernos aislados de 6' (donde se requieran)

2 = Pernos sistemáticos espaciados malla 1.2m x 1.2m de 6'

3 = Concreto lanzado de 2" de espesor

4 = Concreto lanzado más fibra de acero de 2" espesor

5 = Cimbras metálicas

❖ **Veta Esperanza nivel 12.**

La mineralización económica de Pb y Zn está constituida principalmente por esfalerita y galena, teniendo como minerales de ganga la pirita, carbonatos y caliza dolomítica. La roca encajonante es un tipo arenisca silificada con bandas de epidota. Textura bandeada, con bandas masivas de Gn, Sf, intercaladas con bandas masivas de CO3 y Qz.

❖ **Accesibilidad.**

La veta Esperanza pertenece a la zona Esperanza (vetas), localizada en el nivel 12, teniendo como accesos el nivel 4 por donde se baja por el pique Patty hasta el nivel 11 (este sirve tanto para el izaje de mineral-desmonte), de ese punto se traslada por el inclinado 1400 que va desde el nivel 10 al nivel 14.

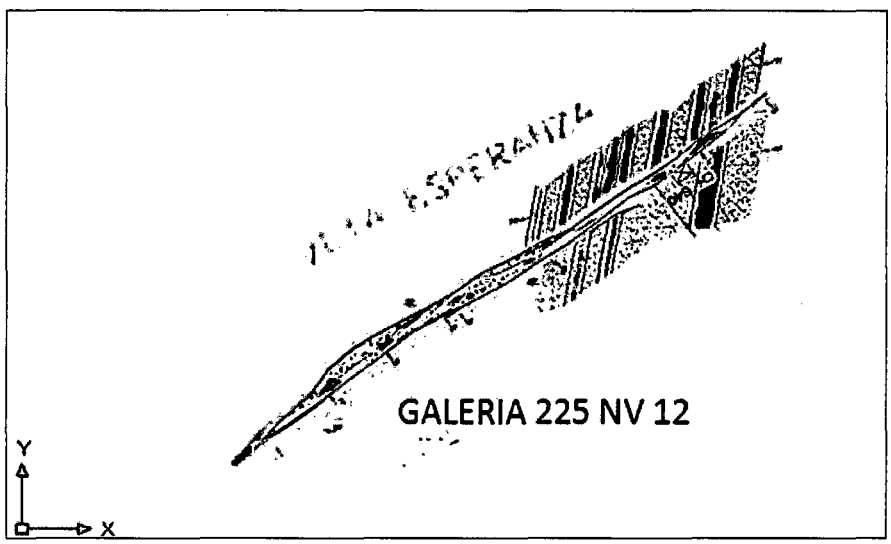


Fig. 13 Galería en Veta Esperanza

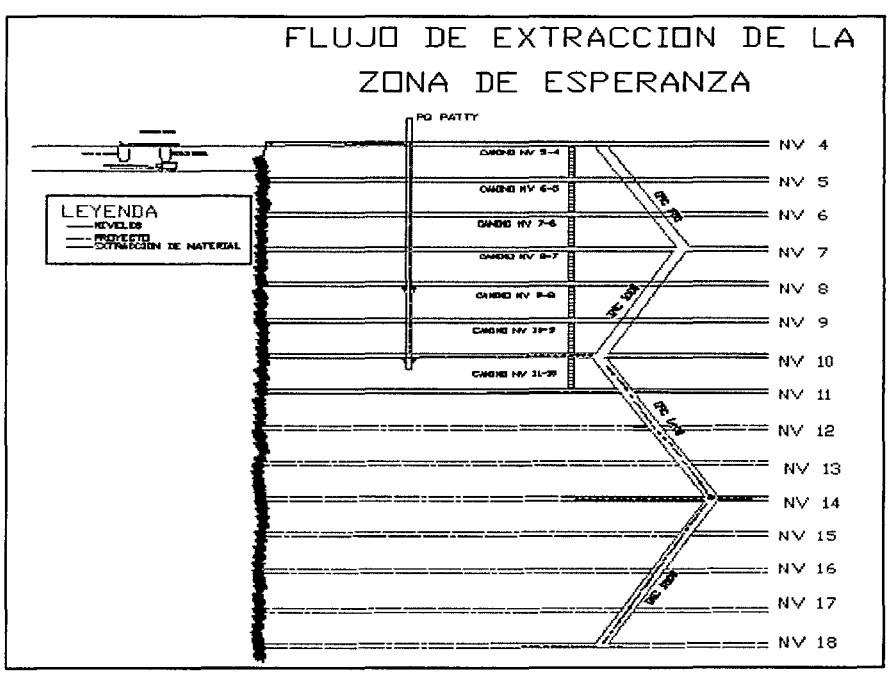


Fig. 14 Flujo de Extracción de la zona esperanza.

❖ **Criterios y parámetros de Diseño de explotación.**

El principal criterio para el diseño del método de explotación para poder cumplir los objetivos que esta debe cumplir son las siguientes:

A. Debe ser un método que comprenda ciclos de minados versátiles, dinámicos y seguro, tanto la explotación de la veta, así como la seguridad para los trabajadores.

B. La rentabilidad de este método se debe plasmar en índices como la productividad (ton/gda.) y el costo de producción ($/ton).

Los parámetros para la aplicación del método se dan en la tabla a continuación:

DESCRIPCION	MEDIDA
ANCHO DE MINADO	2.59 m
LONGITUD DE TAJO	210 m
ALTURA DE TAJO	58m
DENSIDAD DE MINERAL	3.5 ton/m3

Cuadro 08. Parámetros de Diseño de Método Taladros Largos.

Mediante ítems detallaremos los trabajos que deben realizarse para poder acondicionar el área para la aplicación del método Taladros Largos.

1. La galería 225 seguirá su avance para poder explotar la veta mediante el método tradicional de corte y relleno debido a que la potencia no se presta para la aplicación del taladro largo.

2. Debemos realizar un by pass que nos servirá de acceso a los futuros tajos de la veta Esperanza y como ingreso para los draw points para la

limpieza del TJ 021, que es el tajo donde se explotará por el método taladros largos.

3. Una vez realizado esto se realizará la ejecución de cinco ventanas que serán nuestros draw points cuyas dimensiones será de 3 x 3 x 8 m en promedio, y una ventana para refugio del equipo de limpieza (scoop de 3.5 yd^3). Paralelo a este trabajo se irá ensanchando la galería que es de 2.4 x 2.4 m a 3 x 3 m debido a la altura del equipo de perforación Long Hole (taladros largos).

4. Una vez realizado estos se ejecutará dos chimeneas una al inicio que servirá como servicio para ejecutar el subnivel del tajo y el otro como slot que nos servirá para dar cara libre a los taladros largos. Estas van de nivel a nivel (12-11).

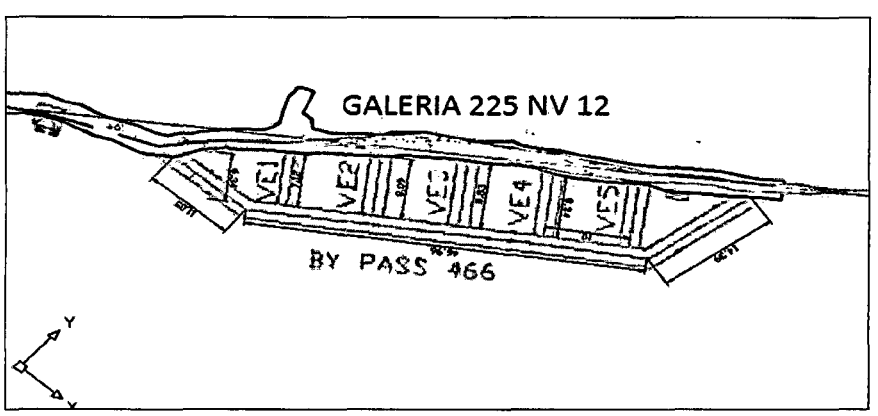


Fig. 15 Preparación de Veta Esperanza seño Gal. 225

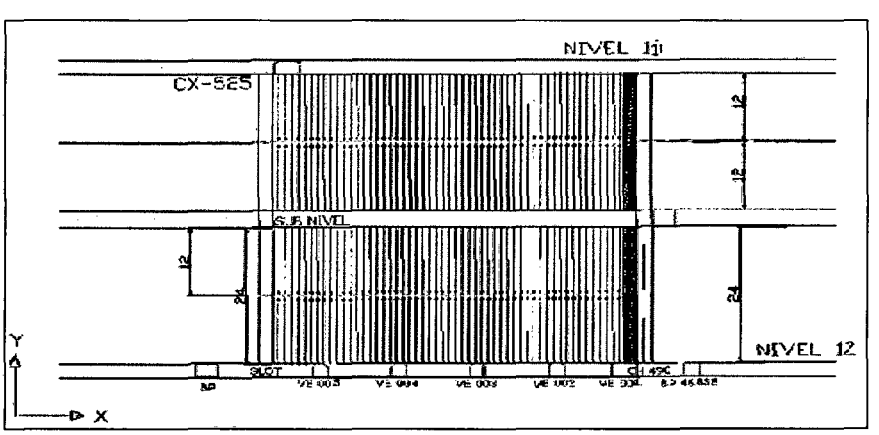
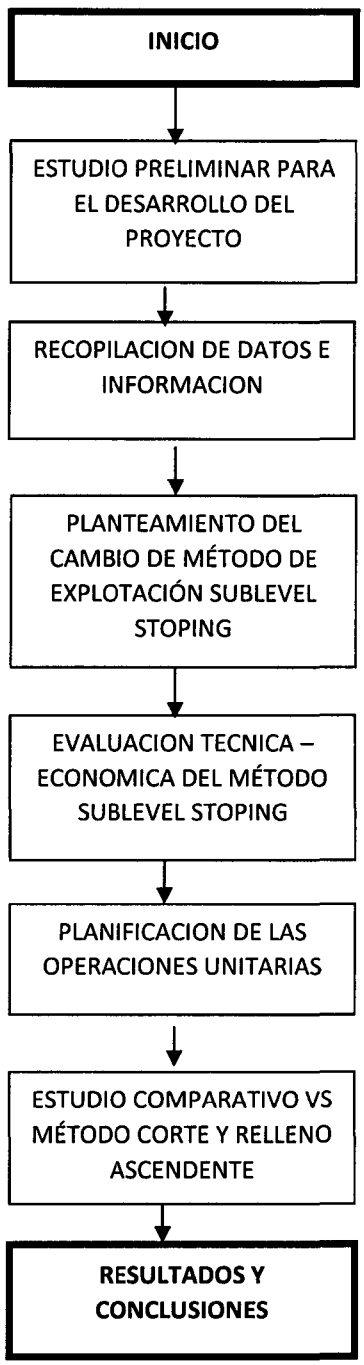


Fig. 16 Diseño de Explotación del Tj 021.

2.2.11. Métodos y Procedimientos.

A. Método.

La metodología para el proceso de desarrollo del proyecto es descrita mediante el flujo grama de procesos que se representa a continuación:



B. Procedimientos.

Los procedimientos tomados en cuenta para la determinación de las ventajas del método de explotación taladros largos sobre el método Corte y relleno ascendente en la mina Casapalca se detalla a continuación:

1. Se recopiló información bibliográfica, separatas, folletos e información virtual estilizando el internet acerca del método taladros largos sus condiciones de diseño, costos y rentabilidad.
2. En la zona Esperanza se realizó el reconocimiento de la galería 225 vetas Esperanza con el objetivo de identificar las operaciones unitarias como son: perforación, voladura, limpieza, sostenimiento. Revisar los servicios auxiliares para poder aplicar el método, no fallando algunas conexiones de agua aire, limpieza, etc.
3. El área de planeamiento proyecta como sería el ciclo de minado en la zona, de esta forma con esta información se trabajó en la galería 225.
4. Para poder obtener un resultado óptimo, se realizó seguimiento a la aplicación desde el inicio de las operaciones unitarias. De esta forma se puede obtener datos más concisos y cercanos a la realidad, sin descuidar detalle alguno.
5. La toma de datos se realizó in situ, de los parámetros que influyen en cada operación unitaria para obtener los costos directos en mano de obra, materiales, equipos, servicios, etc.
6. Una vez obtenidos los datos en el campo (in situ), el paso siguiente es el procesamiento de estos en el gabinete área de planeamiento.
7. Producto de este procesamiento, se obtiene los parámetros para determinar los objetivos como la productividad (ton/día) y el costo de producción.
8. En base a estos indicadores, se analiza la rentabilidad del método y se obtiene las respectivas conclusiones. En base a estas conclusiones se tomará la decisión de proponer el método para su posterior implementación en los niveles como son el Nv. 14 y 18.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.

- **Costos:** Los beneficios sacrificados para adquirir bienes y servicios el valor del sacrificio hecho para adquirir bienes o servicios.
- **Costos operativos o de producción mina:** Los costos de operación se definen como aquellos generados en forma continua durante el funcionamiento de una operación minera y están directamente ligados a la producción, pudiéndose categorizarse en costos directos e indirectos.
- **Costos directos:** Conocidos como costos variables, son los costos primarios en una operación minera en los procesos productivos de perforación, voladura, carguío y acarreo y actividades auxiliares mina, definiéndose esto en los costos de personal de producción, materiales e insumos, equipos.
- **Costos indirectos:** Conocidos como costos fijos, son gastos que se consideran independiente de la producción. Este tipo de costos puede variar en función del nivel de producción proyectado, pero no directamente con la producción obtenida.
- **Chimenea V.C.R.** Las chimeneas del tipo V.C.R. (Vertical Crater Retreat) de sección 2,5 x 2,5 m^2, son construidas para crear la cara libre de un determinado cuerpo en producción.
- **Mecánica de las rocas**: Estudio de las propiedades mecánicas de las rocas, que incluye condiciones de tensión alrededor de las galerías y la capacidad de las rocas, y de las estructuras subterráneas de soportar estas tensiones.
- **Mina.** Explotación, a base de pozos, perforaciones y galerías o a cielo abierto, de un yacimiento mineral.
- **Minería:** Actividad desarrollada por el hombre para la extracción de productos minerales que se encuentran en la corteza terrestre y que tienen algún valor económico.
- **Mineral**: Es todo compuesto químico inorgánico, que tiene propiedades particulares en cuyo origen no han intervenido los seres orgánicos, y se encuentran en lo interior o en la superficie de la tierra, tales como metales, piedras, etc.

- **Método de explotación.-** es la estrategia global que permite la excavación y extracción de un cuerpo mineralizado del modo técnico y económico más eficiente.
- **Pilar**.- es el sostenimiento que se deja la misma roca madre con o sin mineral soporta esfuerzos gestáltico verticales original, dividido por la razón entre el área del pilar y el área original.
- **Veta:** Yacimiento compuesto por un cuerpo mineral de forma alargada, limitado por planos Irregulares de rocas denominadas "encajonantes". Generalmente la veta es vertical. Cuando el cuerpo mineral aparece tendido o echado se le llama "manto". Las vetas Constituyen el tipo de yacimiento más común en nuestro medio.
- **Roca:** Cualquier combinación natural de minerales, las rocas forman parte de la corteza terrestre.
- **Subnivel**: Nivel u horizonte de trabajo situado entre los niveles de trabajo principales.
- **Yacimiento:** Depósito de minerales metálicos y no metálicos sobre o dentro de la corteza terrestre.
- **Estándar:** Es el modelo, patrón o referencia a seguir. En minería se aplica este término a los estándares de gestión de los procesos productivos en las empresas mineras aplicándose por ejemplo en la automatización de los procesos de perforación y voladura, planes mineros y control de flotas de carguío y acarreo.
- **Rendimiento:** En un contexto empresarial, el concepto de rendimiento hace referencia al resultado deseado efectivamente obtenido por cada unidad que realiza la actividad, donde el término unidad puede referirse a un individuo, un equipo, un departamento o una sección de una organización.
- **Perforación en breasting:** Perforación horizontal de producción con la cara libre en la parte inferior de la malla de perforación.
- **Velocidad de detonación:** La velocidad de detonación es la característica más importante de un explosivo, mientras más alta sea su velocidad de

detonación mayor será su potencia. A la detonación se le entiende como la transformación casi instantánea de la materia sólida que lo compone en gases.

- **Análisis de los Factores de Seguridad (Fs)**: Establecimiento de los Factores de Seguridad a aplicarse en los diseños mineros para el control de la Estabilidad de las excavaciones. La determinación de los factores de seguridad estará asociada a los Tiempos de exposición de las labores mineras. Es decir los FS estarán en relación directa al tiempo de exposición de las labores a ejecutarse.
- **Dirección:** Angulo que forma una línea horizontal contenida en el plano de la diaclasa con el eje norte – sur.
- **Buzamiento:** Angulo formado por la diaclasa y un plano horizontal imaginario. Las diaclasas no tienen por qué ser en general planas, ni responder a ninguna geométrica regular, así que los parámetros indicados pueden variar de un punto a otro.
- **Falla:** Una falla es un plano donde una masa de roca se va a deslizar en relación a la otra masa de roca. Para que se produzca un movimiento sísmico, normalmente implica miles de kilómetros cúbicos de material de roca que se desliza con relación a la otra. Eso sucede en el interior de la corteza terrestre.
- **Fallas Activas:** Piezas de la corteza de la Tierra a lo largo de la falla, se mueven con el transcurrir del tiempo. El movimiento de estas rocas puede causar terremotos.
- **Fallas Inactivas:** Pieza de la corteza terrestre que algún momento tuvieron movimiento a lo largo de ellas, pero que ya no se desplazan. El tipo de movimiento a lo largo de una falla depende del tipo de falla.
- **Fallas Normales:** Las fallas normales se producen en áreas donde las rocas se están separando (fuerza tractiva), de manera que la corteza rocosa de un área específica es capaz de ocupar más espacio.

2.4. HIPÓTESIS

Según Sierra B. (1994). La hipótesis se puede definir como soluciones probables, previamente seleccionadas, al problema planteado, que el científico propone para ver, a través de todo el proceso de investigación, si son confirmadas por los hechos. La hipótesis no necesariamente son verdaderas, pueden o no serlo, pueden o no probarse con hechos.

2.4.1. Hipótesis General:

La aplicación de taladros largos reducirá significativamente los costos de operación en vetas angostas, en la zona Esperanza – Cía. Minera Casapalca S.A.

2.4.2. Hipótesis Específicas:

- La aplicación de taladros largos reducirá significativamente los costos directos e indirectos en vetas angostas, en la zona Esperanza – Cia. Minera Casapalca S.A.
- La aplicación de taladros largos reducirá significativamente los costos de perforación en vetas angostas, en la zona Esperanza – Cia. Minera Casapalca S.A.
- La aplicación de taladros largos reducirá significativamente los costos de voladura en vetas angostas, en la zona Esperanza – Cia. Minera Casapalca S.A.

2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Independiente.

Según Carrasco S. (2009). Pertenecen a este grupo las que ejercen influencia o causan efecto o determinan a otras variables llamadas dependientes, y son las que permiten explicar a éstas.

X: Aplicación de taladros largos.

Dependiente.

Según Carrasco S. (2009). Son aquellas que reciben la influencia, el efecto, o son consecuencia de otras variables o situaciones fáticas; es decir son las que se explican en función a otras.

Y: Costos de operación.

2.6. DEFINICION OPERATIVA DE VARIABLES E INDICADORES

Según Carrasco S. (2009).Es un proceso metodológico que consiste en descomponer o descargar deductivamente las variables que compones el problema de investigación, partiendo desde lo más general a lo más específico.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERATIVA	INDICADORES
X: Aplicación de taladros largos.	Son el método de explotación basado en el uso de taladros largos en vetas.	Esta referido al proceso operativo de explotación usando taladros largos en vetas tales como: cobre, plomo, zinc y plata.	Metros cúbicos (M^3) Toneladas métricas (TOn)
Y: Costo de operación	Son los gastos que influyen en preparación y explotación en determinado de método de explotación.	Esta referido a los costos de operación explotación preparación, que demanda con el método de taladros largos.	**Costos Unitarios US$ de:** Perforación, voladura, preparación, limpieza, extracción, relleno, servicios auxiliares, planilla.

Cuadro 09. Variables e indicadores Fuente: Los investigadores.

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO

El ámbito de estudio se realiza en la Cía. Minera Casapalca S.A. que se encuentra ubicada en el departamento de Lima, provincia de Huarochirí y distrito de Chicla.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según Oseda D. (2011). "El tipo de estudio del presente investigación es **Aplicada** porque persigue fines de aplicación directos e inmediatos. Busca la aplicación sobre una realidad circunstancial antes que el desarrollo de teorías. Esta investigación busca conocer para hacer y para actuar".

3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación es **descriptivo - explicativo.** Según Gonzales A, (2011), "Este nivel de investigación Descriptivo, describe los datos y características de la población o fenómeno de estudio". Restituto, S. (2002) "las investigaciones explicativas buscan especificar las propiedades importantes de los hechos y fenómenos que son sometidos a una experimentación de laboratorio o de campo".

3.4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Método General.

En la presente investigación, se utiliza el **Método Científico**. En la actualidad según Cataldo, (1992): "El estudio del método científico es objeto de estudio de la epistemología. Asimismo, el significado de la palabra "método" ha variado. Ahora se le conoce como el conjunto de técnicas y procedimientos que le permiten al investigador realizar sus objetivos".

A decir de Kerlinger, F., y otros (2002) "el método científico comprende un conjunto de normas que regulan el proceso de cualquier investigación que merezca ser calificada como científica".

Método Específico.

Método de investigación es **descriptivo - explicativo**. Según Gonzales A, (2011), "Este nivel de investigación Descriptivo, describe los datos y características de la población o fenómeno de estudio". Restituto, S. (2002) "las investigaciones explicativas buscan especificar las propiedades importantes de los hechos y fenómenos que son sometidos a una experimentación de laboratorio o de campo".

3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Diseño General: Experimental.

Diseño Específico: Pre - experimental cuyo esquema es lo siguiente:

GE: O1 x O2

GC: O3 O4

Dónde:

GE: Grupo Experimental

GC: Grupo de Control

O1 y O3: Pre Test

O2 y O4: Post Test

X: Manipulación o desarrollo de la variable Método de taladros largos.

3.6. POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO

Población:

Según Carrasco S. (2009). Es el conjunto de todos los elementos que pertenecen al ámbito espacial donde se desarrolla el trabajo de investigación.

Costos de explotación de taladros largos en vetas angostas para iniciar la explotación del yacimiento polimetálico de Cia Minera Casapalca S.A. Unidad Americana.

Muestra:

Según Oseda, Dulio (2008:) menciona que "la muestra es una parte pequeña de la población o un subconjunto de esta", que sin embargo posee las principales características de aquella. La muestra es un subgrupo de la población. Digamos que es un sub conjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población.

Costos unitarios de perforacion y voladura de taladros largos en vetas angostas aplicado en la zona esperanza de la galeria 225, es una labor de avance por la cual se ha ingresado para poder explotar la veta Esperanza y la veta Esperanza Piso. De nivel 12 a nivel 13 La potencia de la veta en este punto varia desde 0.8m en su parte mas angosta, hasta 2.50 m en su parte mas potente, razon por la cual se puede aplicar la perforacion de taladros largos

3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.7.1. Técnicas.

Comparación de costos unitarios y datos técnicos, de la empresas cia minera Casapalca S.A.

3.7.2. Instrumentos.

Fichas de costos unitarios de: Perforación, voladura, sostenimiento, relleno y preparación.

3.7.3. Datos.

Datos topográficos (Rumbo y Buzamiento de la veta).

Datos geomecanicos. (Tipo de rocas RMR).

Leyes de minerales muestreo sistemático.

3.8. Procedimiento de recolección de datos.

Estadística.

3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

3.9.1. Técnicas de procesamiento de datos.

Se utilizó programa dips para analizar datos geomecanicos. Microsoft Excel 2010 para los cálculos de los precios unitarios para el costo de explotación. Para contrastar la hipótesis de investigación. Se utilizó el Software SPSS v20 para calcular el estadígrafo de la Estadística Inferencial como la Prueba de la "t" experimental para contrastar la hipótesis de investigación.

3.10. CÁLCULOS DE COSTO DE PRODUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL MÉTODO TALADROS LARGOS.

A. Datos recopilados.

Se tomaron en cuenta los siguientes datos generales: Tipo de metales: Pb – Zn. galena y esfalerita como mineral respectivamente

% Pb = 2.85, % Zn = 3.36, % Cu = 0.25, Oz Ag = 3.59

Longitud de Tajo 210 m, Ancho de Minado 2.59 m.

Altura de Tajo 58 m, P.E. 3.5 Tn / m3

Factor Esponjamiento. 25%.

Volumen = 7887 m3

TN = 27603 Tn.

B. Cálculo del costo de producción.

Para estimar el costo de producción primero se determina el costo de operación mina, seguido a este costo se le suma los costos fijos.

Costo de Producción = Costo de Operación Mina + Costos Fijos.

3.10.1. Costo de Operación Mina (US$/ton).

Para determinar el costo de operación mina se considera el gasto desde la preparación del bloque de mineral para la explotación del tajeo hasta la puesta en planta para su tratamiento.

A continuación se desarrollará el costo de operación mina para el método de taladros largos considerando los costos unitarios referidos a mano de obra, herramientas, accesorios de perforación, materiales e insumos para la voladura, sostenimiento, costo de transporte mina-planta y servicios.

3.10.2. Costo de Perforación de taladros largos.

PERFORACION	Rend	Unid	Tarifa $/.	Sub Total
METROS/HORA	14	m/h		
HORAS/GDIA	2	horas		
GDIA/DIA	2	Unid		
DIAS/MES	25	dias		
MALLA PERFO	1	m2		
No taladros/corte	640	Unid		
Metros perforados/corte	7039	m		
horas de perf	503	hrs	103.6	52,086
Dias de perf	125.69	dias		
Dias de perf		dias		
		US$/ml	7.40	
Costo / tonelada		US$/Tn		1.89
ACCESORIOS DE PERFOFARACION	Rend	Unid	Tarifa $/.	Sub Total
Shank Adapter R32	3100	m	220	0.07
Barra 3 pies	2400	m	180	0.08
Broca 51 mm Retractil	680	m	150	0.22
otros		30%		0.11
Subtotal			US$/ml	0.48
				3354
Costo /tonelada			US$/Tn	0.12
Costo de Perforación			US$/Tn	2.01

Cuadro 10. Costo unitario de perforación de taladros largos.

3.10.3. Costo de Voladura.

VOLADURA	Rend	Cant.	Tarifa $/.	Sub Total
Emulnor de 1 1/2x8		753	0.873	657.20
Anfo Superfam (1.5 Kg/m)	1.5	12421.2	1.18	14657.07
Fanel de 17 mts		2560	2.4	6142.9
Carmex 9 pies		160	0.73	116.8
Pentacord 3P		800	0.24	192.0
Sub-total				21765.9
Costo /tonelada			**US$/Tn**	**0.79**

Cuadro 11. Costo unitario de voladura.

3.10.4. Costo de relleno detrítico.

RELLENO	Rend	Cant.	Tarifa $/.	Sub Total
Ton /HORA	25			
Horas		168	40.07	6713
Mano de Obra		0	35.5	0
Epps		0	3.58	0.00
Costo /tonelada			**US$/Tn**	**0.15**

Cuadro 12. Costo unitario de relleno.

3.10.5. Labores de Preparación.

PREPARACION	Cantidad	Unid	Tarifa $/.	Sub Total
SUBNIVEL 1 S 3.0 m. X 3.0 m.	70	m	250.98	17,569
SUBNIVEL 2 S 3.0 m. X 3.0 m.	70	m	250.98	17,569
DRAW POINT	30	m	220.98	6,629
VENTANAS 3 m. X 3 m.	96	m	330.98	31,774
CHIMENEAS DE SERVICIO (2) 1.5 X 1.5	60	m	186.11	11,167
rampa 3.0 m. X 3.0 m.	180	m	320.11	57,620
SUB TOTAL				142,327
Costo /tonelada	**506**		**US$/Tn**	**5.16**

Cuadro 13. Costos Unitarios de labores de preparación.

3.10.6. Limpieza y extracción.

LIMPIEZA SCOOP 2,5 YD3	Cantidad	Unid	Tarifa $/.	Sub Total
Ton/Hora	37			
Horas/gdia	5			
Gdia/dia	2			
Dia/mes	25			
Horas	141.4875			
Días	14.15			
scoop		$/hora	50.43	7135.21
Operador				
Mano de Obra		0.000	31.4	0.00
Epps		0.000	3.6	0.00
Costo /tonelada			**US$/Tn**	**0.26**
EXTRACCION CON LOCOMOTORA	Cantidad	Unid	Tarifa $/.	Sub Total
Costo /ton de viaje U 35	1	viaje	**0.98**	**0.98**

Cuadro 14. Costo unitario de limpieza y extracción.

3.10.7. Costo servicios auxiliares, planilla.

PLANILLA			**US$/Tn**	0.96
SERVICIOS AUXILIARES			**US$/Tn**	0.85

Cuadro 15. Costo de servicios auxiliares, planilla.

3.10.8. Costo total Directos de mina.

Viene a ser la suma de todos los costos vistos: perforación, voladura, limpieza y transporte, labores de preparación y relleno detrítico, servicios auxiliares, planilla.

COSTO MINA			**US$/Tn**	11.15

3.10.9. Costos Indirectos y Total de mina.

COSTOS INDIRECTOS				
GASTOS GENERALES	3%		**US$/Tn**	**0.33**
UTILIDAD	10%		**US$/Tn**	**1.12**
SUB TOTAL			**US$/Tn**	**1.45**
COSTO TOTAL		**US$/Tn**		**12.60**

Cuadro 16. Costos indirectos y costo total de Mina de Taladros Largos.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

4.1.1. Resumen de Costos unitarios del método Taladros Largos.

COSTOS UNITARIOS		US$/TON	PORCENTAJE DE PARTICIPACION
COSTO DE PERFORACIÓN	15.94	2.01	15.94
COSTO DE VOLADURA	6.26	0.79	6.26
COSTO DE RELLENO	1.21	0.15	1.21
COSTO DE PREPARACIÓN	40.91	5.16	40.91
COSTO DE LIMPIEZA	2.05	0.26	2.05
COSTO DE EXTRACCIÓN	7.78	0.98	7.78
COSTO DE SERVICIOS AUXILIARES	6.74	0.85	6.74
PLANILLA	7.62	0.96	7.62
COSTOS INDIRECTOS	11.50	1.45	11.50
TOTAL		12.60	

Cuadro 17. Resumen y Porcentaje de costos unitarios de T. L. US$ /ton.

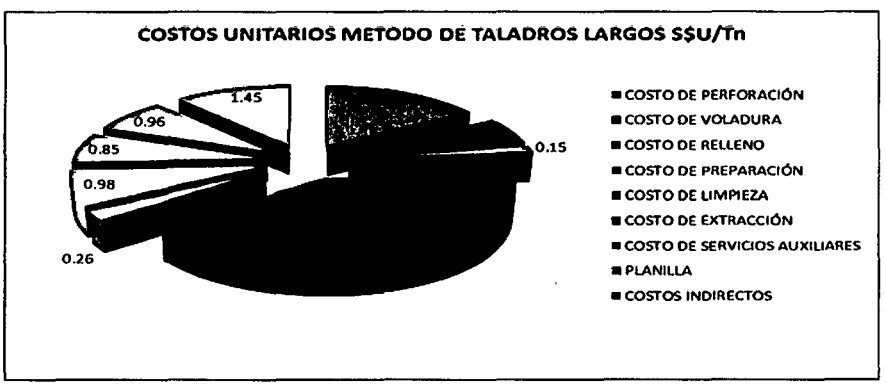


Fig. 17 Costo Unitario de Método Taladros Largos (US$/ton).

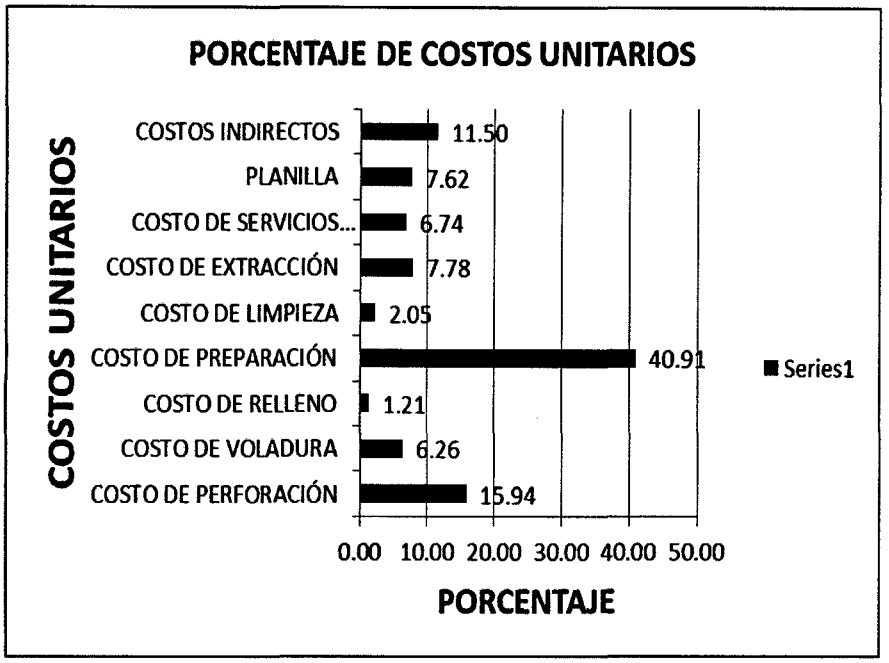


Fig. 18 Porcentaje de Costos Unitarios en el método taladros largos.

4.1.2. Costo de operación Corte y Relleno Ascendente.

De la misma manera que se obtuvo el costo de operación para el método de Taladros largos, se determinó para el método de corte y relleno Ascendente. En la tabla 3.8 se detalla el estudio del método de corte y relleno, cuyo resultado es: Costo total (US$/ton) = 18.32 US$/ton

ITEM	DESCRIPCION	INCID	UNI	CANT	PRECIO UNIT		SUBTOTAL US$	TOTAL US$/Tn
1.-	MANO DE OBRA							
	Maestro Perforista	1	Tarea	1	109.64	US$/Tarea	109.64	
	Ayud. Perforista	1	Tarea	2	99.92	US$/Tarea	199.84	
	Maestro Winchero	0.6	Tarea	1	72.16	US$/Tarea	43.3	
	Ayud. Winchero	0.6	Tarea	1	67.27	US$/Tarea	40.36	
							393.14	2.55
2.-	IMPL. DE SEGURIDAD							
	Personal Operativo Nor	1.2	Tarea	1	2.97	US$/Tarea	3.56	
	Personal Operativo en A	2	Tarea	1	3.26	US$/Tarea	6.53	
							10.09	0.07
3.-	MATERIALES Y HERRAMIENTAS							
	Barreno Integral de 4'	0.74	uni	1	229.8	US$/uni	170.05	
	Barreno Integral de 6'	0.79	uni	1	271.94	US$/uni	214.83	
	Manguera de 1"	0.11	m	30	6.98	US$/mt	23.04	
	Manguera de 1/2"	0.14	m	30	3.08	US$/mt	12.93	
	Conexiones	0.01	uni	4	25.02	US$/uni	0.83	
	Aceite	0.28	gl	1	18.34	US$/gl	5.11	
	Herramientas	1	Tarea	1	0	US$/Tarea	0	
							426.79	2.76

4.- EQUIPOS DE CONTRATA								
	Perforadora Jack Leg	1	pp	155.25	0.34	US$/pp	52.78	
	Repuestos de lámpara	1	Tarea	3.2	0.74	US$/Tarea	2.36	
							55.15	0.36
5.- EXPLOSIVOS								
	Dinamita de 65%	1	uni	140	0.78	US$/uni	109.2	
	Fulminantes	1	uni	28	0.64	US$/uni	17.92	
	Mecha ensamblada car	1	m	61.57	1.72	US$/m	105.9	
	Conectores	1	uni	28	0.58	US$/uni	16.24	
	Igniter cord	1	m	19	1.18	US$/m	22.42	
							271.68	1.76
6.- COSTO UNITARIO LABORES DE PREPARACION								
	sub nivel 4x6	1	50	mts		US$/tn		3.19
	chimenea 4x4	1	50	mts		US$/tn		1.91
	chimenea 4x8	1	50	mts		US$/tn		2.49
								7.59
7.- COSTO UNITARIO SOSTENIMIENTO								
	puntal con planilla	1	unidad			US$/tn		0.4
	puntal con j - pot	1	unidad			US$/tn		0.39
								0.79
8.- COSTO UNITARIO DE RELLENO								
	relleno	1	m3			US$/tn		0.12
								0.12
9.- INSTALACION DE TUBERIAS 4" Y 2"								
Instalacion de Tuberias 4" y 2"		1	mts			US$/tn		0.03
								0.03
10.- EXTRACCION CON LOCOMOTORA								
Costo /ton de viaje U 35		1		viaje		US$/tn		0.98
								0.98
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS							885.16	17
COSTOS INDIRECTOS								
	Gastos Generales		%	8%		US$	44.26	0.458
	Utilidad		%	15%		US$	132.77	0.86
							177.03	1.32
TOTAL COSTO x TONELADA METRICA EN DOLARES (US$/Tn)								18.32

Cuadro 18. Costo directo e indirectos del método corte y relleno.

MANO DE OBRA	2.55
IMPL. DE SEGURIDAD	0.07
MATERIALES Y HERRAMIENTAS	2.76
EQUIPOS DE CONTRATA	0.36
EXPLOSIVOS	1.76
COSTO UNITARIO LABORES DE PREPARACION	7.59
COSTO UNITARIO SOSTENIMIENTO	0.79
COSTO UNITARIO DE RELLENO	0.12
INSTALACION DE TUBERIAS 4" Y 2"	0.03
EXTRACCION CON LOCOMOTORA	0.98
COSTOS INDIRECTOS	1.32
TOTAL COSTO x TONELADA METRICA EN DOLARES (US$/Tn)	18.32

Cuadro19. Resumen de Costos unitarios del método Corte y Relleno Ascendente.

INDICADOR	UNIDAD	T. L.	C & R
Longitud de tajo	m	210	60
Ancho veta	m	2.5	0.8
Altura banco	m	11	11.2
Altura de blokc	m	58	50
Buzamiento		68%	68%
Diametro de taladro	pulgada	2.5	1.61
Metros perf./ gdia	m	140	40.23
Avance / disparo	m	3.5	1.44
Factor potencia	Kg /Ton	0.6	0.8
Taladro perforado	taladros	16	28
Equipos de perforacion		PTL	Jack leg
Equipos de limpieza		scoop	winche
N° tareas	tarea	2	3
Tiempo ciclo minado efectivo		5.44	7.48

Cuadro 20. Indicadores de productividad de T. L. Y C & R..

Una vez determinado los costos de operación de ambos métodos, le agregamos los costos generales para obtener los costos de producción, por método de explotación. Estos se presentan en la tabla siguiente.

CENTRO DE COSTOS	TALADROS LARGOS	CORTE Y RELLENO ASCENDENTE
	Costo US$/tn	Costo US$/tn
GEOLOGIA	3.5	3.5
COSTO OPERACIÓN MINA	12.6	18.32
MANTENIMIENTO	0.97	0.97
PLANTA CONCENTRADORA	8.5	8.5
APORTE DE OPERACIONES	5.87	5.87
REGALIAS	1.4	1.4
DESARROLLO COMUNITARIO	2.6	2.6
COSTO TOTAL DE PRODUCCION (US$/Tn)	**35.44**	**41.16**

Cuadro 21. Costo de producción (US$/tn) entre Taladros largos y corte y relleno.

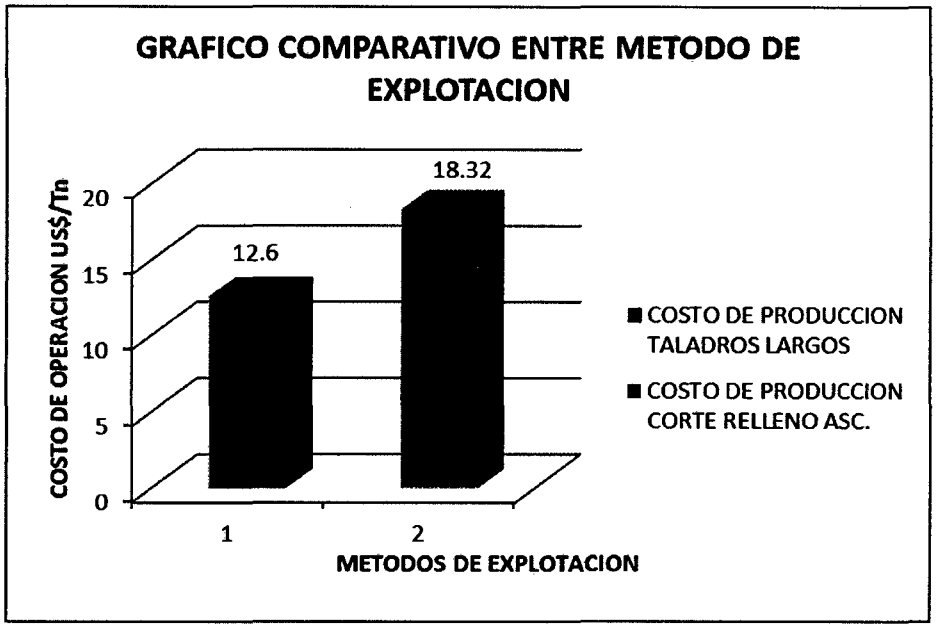


Fig. 19 Grafico comparativo entre métodos de explotación.

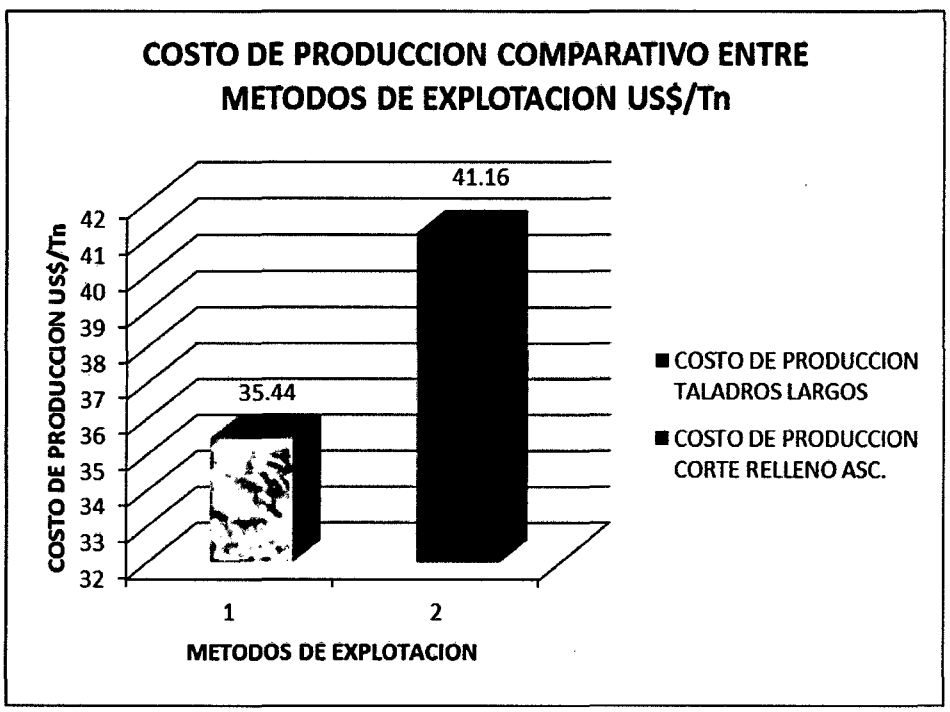


Fig. 20 Costo de producción comparativo entre métodos de explotación.

4.1.3. Análisis de Rentabilidad de los métodos de explotación Taladros largos y corte y relleno ascendente.

Para determinar la rentabilidad se necesita de los siguientes datos de valorización y recuperación del mineral (ver tabla 21), además de contar con el costo de producción de cada método (ver tabla 20).

TONELAJE	ANCHO DE MINADO	Oz Ag	LEYES			VM	Equiv.
			% Pb	% Cu	% Zn		Oz de Ag
46200	2.5	4.78	3.8	0.33	4.48	110.4	13.52

Cuadro 22. Valorización y recuperación del mineral – veta Esperanza.

4.1.4. Calculo de rentabilidad.

B / C = BENEFICIO / COSTO

DESCRIPCION / MÉTODO	TALADROS LARGOS	CORTE Y RELLENO ASCENDENTE
VALOR DE MINERAL	110.4	110.4
COSTO DE PRODUCCION	35.44	41.16
BENEFICIO	74.96	69.24
RENTABILIDAD (B / C)	2.12	1.68

Cuadro 23. Rentabilidad de métodos de explotación.

4.2. Discusión de Resultados.

Índice de Rentabilidad, Los resultados obtenidos al analizar la rentabilidad mediante el índice Beneficio/Costo (B/C) de los métodos de explotación: Taladros Largos y Corte y Relleno Ascendente, dan la razón a la hipótesis propuesta para este proyecto. El índice Beneficio/Costo del método Taladros largos es de 2.12 y el índice para el método Corte y Relleno Ascendente es de 1.68, por lo que se habla de una diferencia del 17%. Esta diferencia se ve afectada directamente por el costo de operación de cada método de explotación, siendo de 12.6 US$/ton para el de Taladros largos y de 18.32 US$/ton para el de Corte y Relleno Ascendente, ya que los costos complementarios como son: Geología, Planta, Mantenimiento, etc. Son fijos para ambos métodos.

Costos de Operación del Método Taladros Largos, El costo de operación del método de Taladros Largos es de 12.60 US$/ton, que representa a los costos unitarios que intervienen en este método como son: Perforación, voladura, limpieza y acarreo, labores de desarrollo y preparación, relleno detrítico, servicios y administrativos.

Costo de minado, A continuación detallaremos los costos de minado del mayor a menor (US$/ton). Al observar en la cuadro 17, podemos observar que el costo unitario de preparación es de mayor porcentaje (5.15 US$/ton y 40.91 % del total), en el grafico debido que se utiliza equipo trackless para la preparacion y desarrollo de labores, Gal. Rampas, S/N, Cx, seguido se encuentra el costo de perforación con 2.01 US$/ton y 15.94%, esto se debe que para la perforación se utiliza equipo electrohidráulico cuyo rendimiento es mayor y su mantenimiento es alto. Extracción se realiza con locomotora a batería 0.98 US$/ton corresponde 7.78%, seguido la planilla 0.96 US$/ton con 7.62%. Costo de servicios auxiliare 0.85 US$/ton y 6.75% comprende aire, agua, energía, ventilación. Costo de voladura 0.79 US$/tn equivalente a 6.26%, Costo inderecto 1.45 US$/ton y 11.5 % que corresponde los gastos generales y utilidad, seguido la limpieza 0.26 US$/ton y 2.05% utiliza scoop de 2.5 yardas marca Sandvic. Costo de relleno comprende 0.15 US$/ton y 1.21%,

este costo es importante porque se necesita para estabilizar el tajo explotado por el mineral extraído.

Costo de Infraestructura, El costo de labores de preparación, es de 2.01 US$/ton respectivamente. Este laboreo es necesario para poder tener acceso al tajo como para la limpieza del mineral explotado. Se tiene labores como By pass, cruceros (draw points), chimeneas (slot y servicio), cámara de refugio, etc. Son costos que poseen una fuerte presencia dentro de los porcentajes de los costos unitarios.

Costos de Servicios y Administrativos, Estos costos se refieren a los servicios auxiliares como: ventilación, aire comprimido, agua y energía. Estos costos son importantes para poder realizar las operaciones unitarias del método de explotación. Tienen una participación del 6.74 % con un costo de 0.85 US$/ton. El costo de planilla por su parte tienen una participación del 7.62%, con un costo de 0.96 US$/ton.

El costo total de producción de método de Taladros Largos es de 35.44 US$/ton, Corte y relleno ascendente 41.16 US$/ton, que representa a los costos que intervienen en operación mina y los costos que intervienen como complemento geología, mantenimiento, planta. Haciendo una diferencia de 5.72 US$/ton.

La ventaja de este método de explotación de taladros largos es bajo costo de operación y alto rendimiento de producción.

4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS.

4.3.1. Análisis de la muestra

N° TIEMPOS	METODOS DE EXPLOTACION	TIEMPO HR
1	1	7
2	1	7
3	1	7,8
4	1	7,5
5	1	7
6	1	8,6
7	1	7,4
8	1	7,5
9	1	7
10	1	8
11	2	5
12	2	5,4
13	2	5,5
14	2	5,3
15	2	5,9
16	2	5,7
17	2	5,6
18	2	5,5
19	2	5,5
20	2	5

Cuadro 24. Tiempos ciclo de minado.

Dónde:

1: Método: Corte y relleno ascendente

2: Método: Taladros largos

4.3.2. Descriptivos:

DESCRIPTIVOS					
	METODO DE EXPLOTACION			Estadístico	Error típ.
TIEMPO	CORTE Y RELLENO	**Media**		**7,4800**	**,16852**
CORTE Y RELLENO		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	7,0988	
			Límite superior	7,8612	
		Media recortada al 5%		7,4444	
		Mediana		7,4500	
		Varianza		,284	
		Desv. típ.		**,53292**	
		Mínimo		7,00	
		Máximo		8,60	
		Rango		1,60	
		Amplitud intercuartil		,85	
		Asimetría		1,042	,687
		Curtosis		,720	1,334
	TALADROS LARGOS	**Media**		**5,4400**	**,08969**
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	5,2371	
			Límite superior	5,6429	
		Media recortada al 5%		5,4389	
		Mediana		5,5000	
		Varianza		,080	
		Desv. típ.		**,28363**	
		Mínimo		5,00	
		Máximo		5,90	
		Rango		,90	
		Amplitud intercuartil		,40	
		Asimetría		-,326	,687
		Curtosis		-,110	1,334

Cuadro 25. Resumen de datos estadísticos de métodos T. L. y C & R.

4.3.3. Prueba de Normalidad.

- **Planteamiento de las Hipótesis estadísticas:**

  H_0: Los datos provienen de una distribución normal

  H_1: Los datos no provienen de una distribución normal.

- **Nivel de significancia**

  $\alpha = 0,05$

- **Estadístico de prueba:**

  El estadígrafo de prueba: **Shapiro-Wilk**

- **Regla de decisión**

  Si el significado hallado es < 0,05 se rechaza H_0.

- **Prueba de normalidad**

PRUEBAS DE NORMALIDAD							
	METODO DE EXPLOTACION	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TIEMPOS	CORTE Y RELLENO	,216	10	,200	,861	10	,079
	TALADROS LARGOS	,184	10	,200	,936	10	,509

Cuadro 26. Prueba de normalidad de métodos de explotación C & R y T.L.

Como:

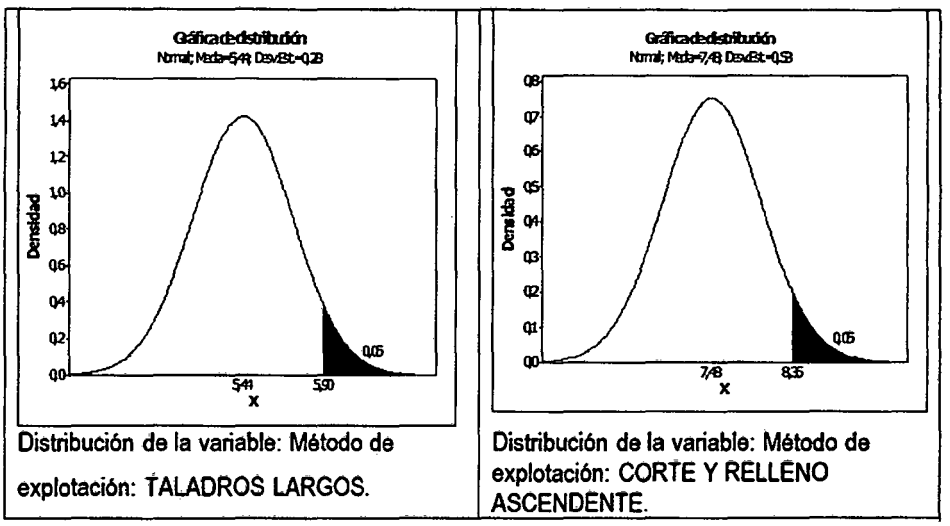
0,079 > 0,05

0,050 > 0,05

Entonces se acepta H0.

Decisión:

Luego: los datos provienen de una distribución normal.



Distribución de la variable: Método de explotación: TALADROS LARGOS.

Distribución de la variable: Método de explotación: CORTE Y RELLENO ASCENDENTE.

Fig. 21. Distribución normal de métodos de explotación T.L. y C & R.

4.3.4. Contrastación de las hipótesis estadísticas.

H_1: Existe diferencia significativa entre la media del método de explotación de corte y relleno y la media del método de explotación de taladros largos.

H_0: No existe diferencia significativa entre la media del método de explotación de corte y relleno y la media del método de explotación de taladros largos.

- Nivel de significancia

  $\alpha = 0,05$

- Estadístico de prueba:

  El estadígrafo de prueba: "t" para muestras independientes.

- Regla de decisión

  Si el sig hallado es < 0,05 se rechaza H0.

PRUEBA DE MUESTRAS INDEPENDIENTES										
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
TIEMPOS	Se han asumido varianzas iguales	2,585	,125	10,686	18	,000	204,000	,19090	163,892	244,108
	No se han asumido varianzas iguales			10,686	13,720	,000	204,000	,19090	162,977	245,023

Cuadro 27. Muestras independientes de tiempos métodos de explotación T.L. y C & R.

Como:

0,00 < 0,05

Entonces se rechaza Ho.

Decisión

Con un 95 % de certeza se afirma que existe diferencia significativa entre la media del método de explotación de corte y relleno y la media del método de explotación de taladros largos.

CONCLUSIÓN

1. Con el método de taladros largos en vetas angostas en la Cia Minera Casapalca S.A. los costos de operación se reducen a 13 % la cual es muy rentable, por ser base para obtener utilidades.

2. Aplicando taladros largos en vetas angostas los costos directos e indirectos reducen a 5.72 US$/Ton. Es más rentable que el método de corte y relleno ascendente.

3. Aplicando taladros largos en vetas angostas los costos de perforación reducen a 0.45 US$/Ton.

4. Aplicando taladros largos en vetas angostas los costos voladura reducen a 1,04 US$/Ton.

RECOMENDACIONES

1. Continuar aplicando taladros largos en vetas angostas en los niveles inferiores en la zona esperanza, de acuerdo a los estudios de la potencia, comportamiento de la veta y del macizo rocoso puesto que la recuperación de mineral por este método son mayores de 82%.

2. Continuar con el control detallado en los procesos de operación mina para obtener mejores resultados de los costos directos e indirectos, para la aplicación en los niveles inferiores.

3. En la perforación Controlar la vida útil de los aceros, tener mayor control en los ángulos de desviación con clinómetro, cumplir con mantenimientos preventivos de los equipos, Las cuales influyen en la desviación de taladros positivos y negativos.

4. Continuar con la buena distribución de cargas explosivas de tal manera que no afecta a las cajas del macizo rocoso y enestabilización de las labores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cordova, J. "Minera Casapalca". www.mch.cl/revista/imprimir_articulo.php (2009/10/02).

2. Huarcaya, C. (2008). 7mo. Congreso de Mineria, "Explotacion de Vetas por Subniveles con Taladros Largos". Huaraz, Perú.

3. Instituto de Ingenieros de Minas del Perú (1999). "Explotacion Subterranea, Metodos y Casos", Lima, Perú.

4. INGEMMET (1989). "Analisis del Estado Tecnologico de los Metodos de Explotacion Subterranea Aplicados en las Minas del Perú". Lima, Perú.

5. Puchoc, D. (2002). "Estudio de Aplicación de Taladros Largos en la Zona Gayco – Compañía Minera Raura", Lima , Perú.

6. Rebata, F. (2006). "Ingeniería Básica y Evaluacion Tecnica–Economica Método de Explotacion Hundimiento por Subniveles Mina Tinyag-U.P. Izcaycruz, Glencore". Lima, Perú.

7. Oyarzun R. "Metodos de explotacion en mineria subterranea". www.ucm.es/info/crismine/geologia_minas/metodo_explotacion_ subte.htm. (2009-10-23).
8. De la Cruz E. "Tecnologia de la explotacion empleadas en las minas subterraneas del Perú". www.scielo.org.pe/scielo.php?pid. (2009-10-24).

9. Abel Gonzales Castro, Dulio Oseda Gago, Felicísimo G. Ramírez rosales, José L. Gave Chagua V. (mayo 2011) ¿Cómo aprender y enseñar investigación científica? Perú – Huancavelica.

10. Juan Manuel Ortega Carhuamaca, V. (Julio 2002) Estudio Geotécnico de Túneles Perú – Lima.}

11. Bieniawski, Z. T., "Engineering Classification of Jointed Rock Masses", Transactions of the South African Institution of Civil Engineering 1976.

12. Bieniawski, Z. T., "Engineering Rock Mass Classifications", A Wiley-Interscience, USA, 1989.

13. Restituto, S. (2002) Tesis doctorales u trabajo de investigación científica. Ed. Paraninfo. México.
14. Carrasco S, metodología de la investigación científica 2° edición Perú 2009.

15. Oseda, D. (2008) Metodología de la Investigación. Perú: Ed. Pirámide.

16. Cataldo, A. (1992): Manuel de Investigación científica. Ed, Eximpress. Lima.
17. Kerlinger, F., y otros (2002), Investigación del comportamiento. Ed. Interamericano. México.
18. Mayer, J. (2005:32): Metodología experimental.
19. Ary, Donald y otros (1993:76): Metodología estadística.

PÁGINAS WEB:

www.tesis.com aplicación de taladros largos en vetas.

"Rincón Del Vago", TESIS-VOLADURA EN MINERIA SUBTERRANEA.

ANEXOS

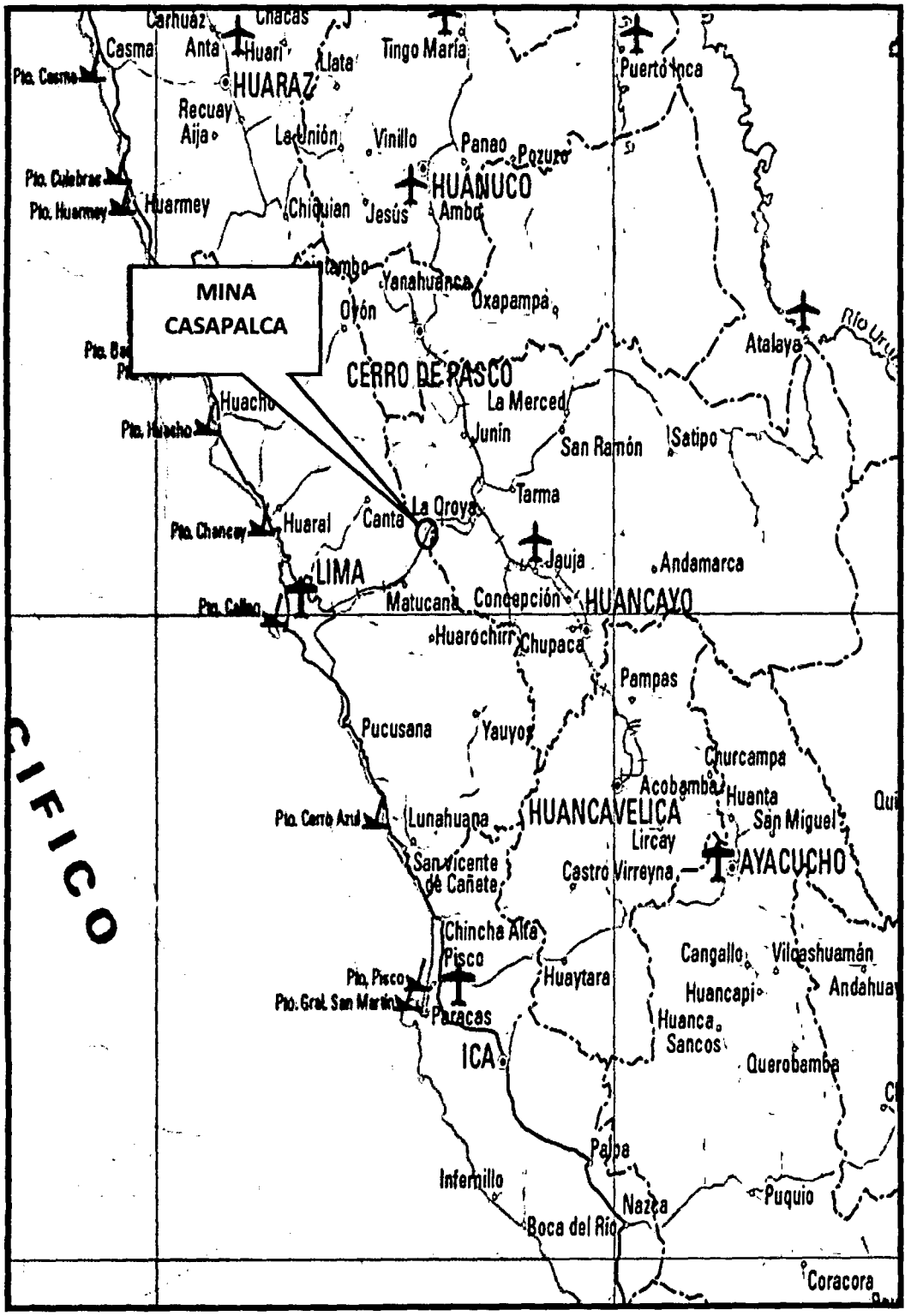


Fig. 22. Ubicación E.U.A. Americana, Mina Casapalca.

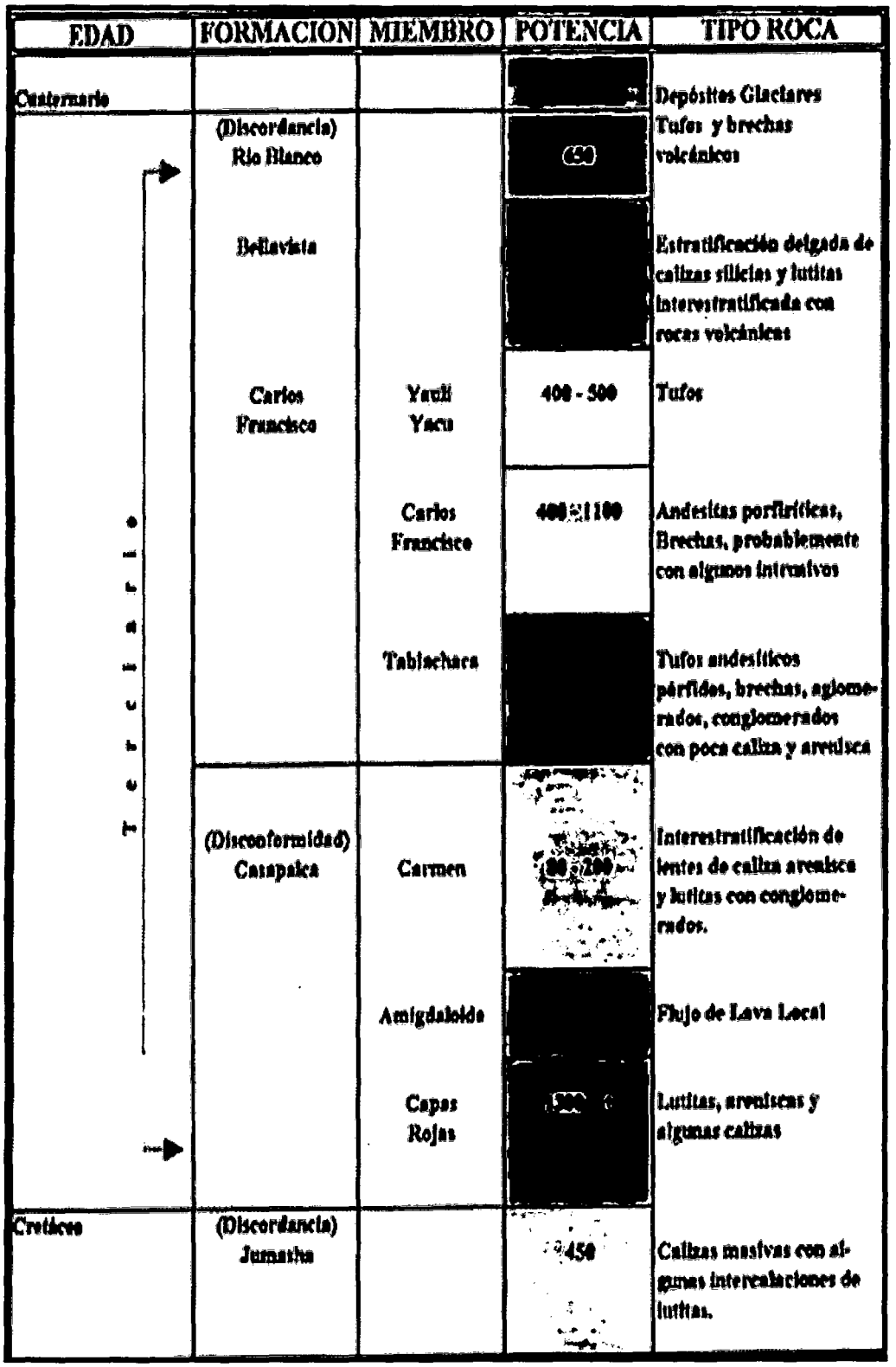


Fig. 23. Columna Estratigráfica Mina Casapalca.

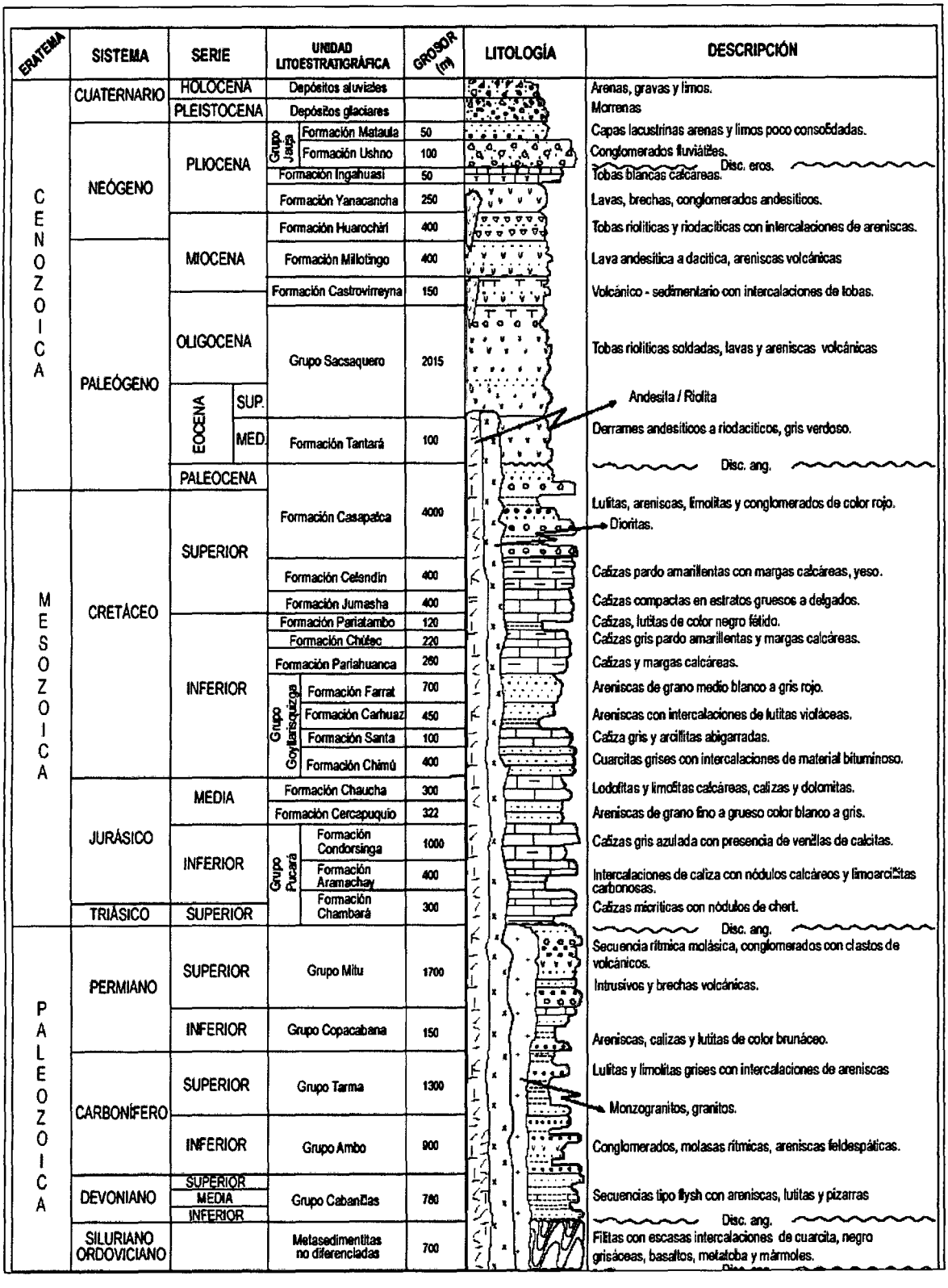


Fig. 24. Columna Litológica Regional

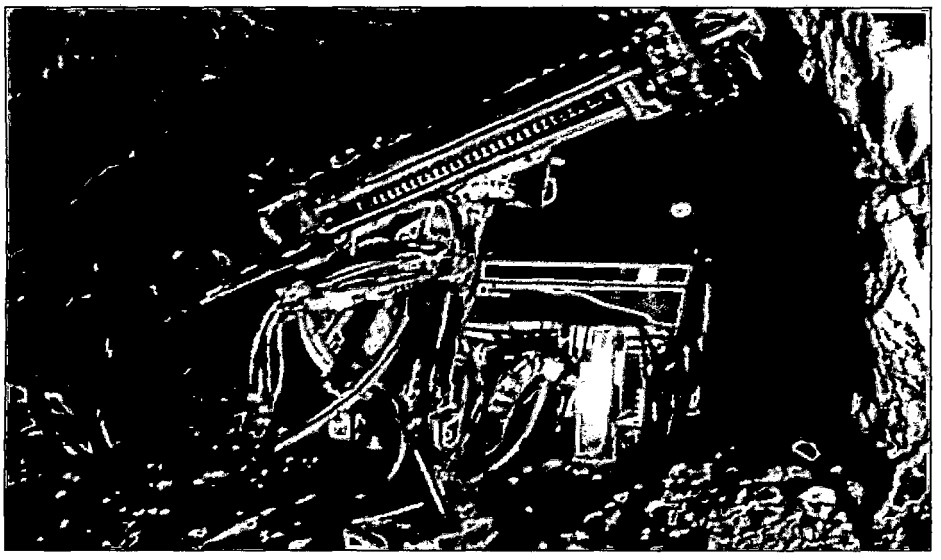


Foto 1. Equipo de perforación de taladros largos

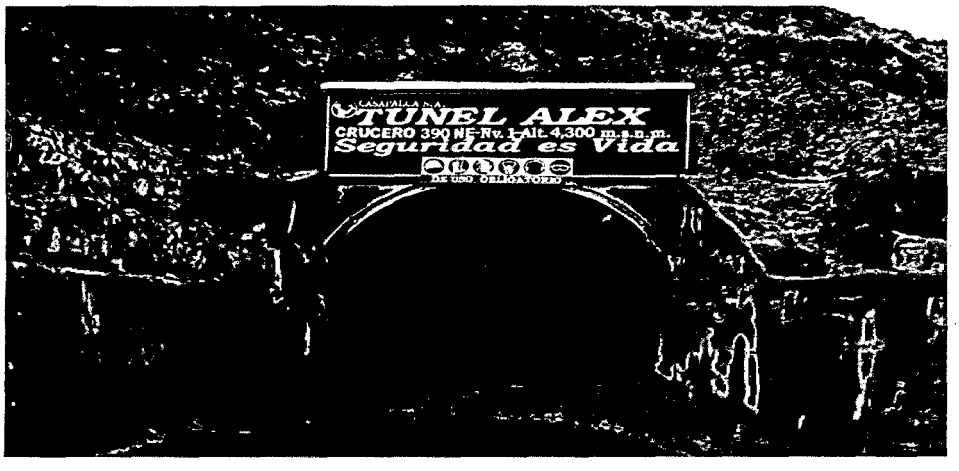


Foto 2. Túnel Alex, Ingreso a Zona vetas.

Foto 3. Scoop Eléctrico 1.5 Yd^3

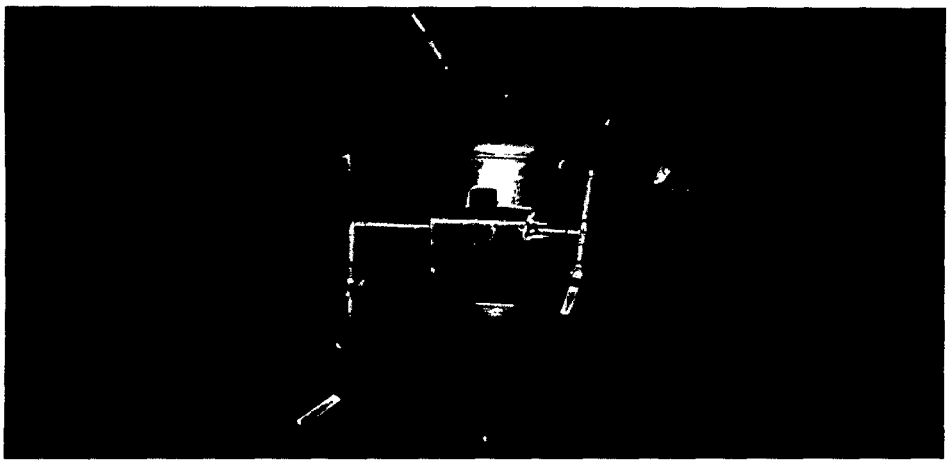


Foto 4. Cargador de Anfo para taladros largos

Foto 5. Jumbo eléctrico de 1 brazo

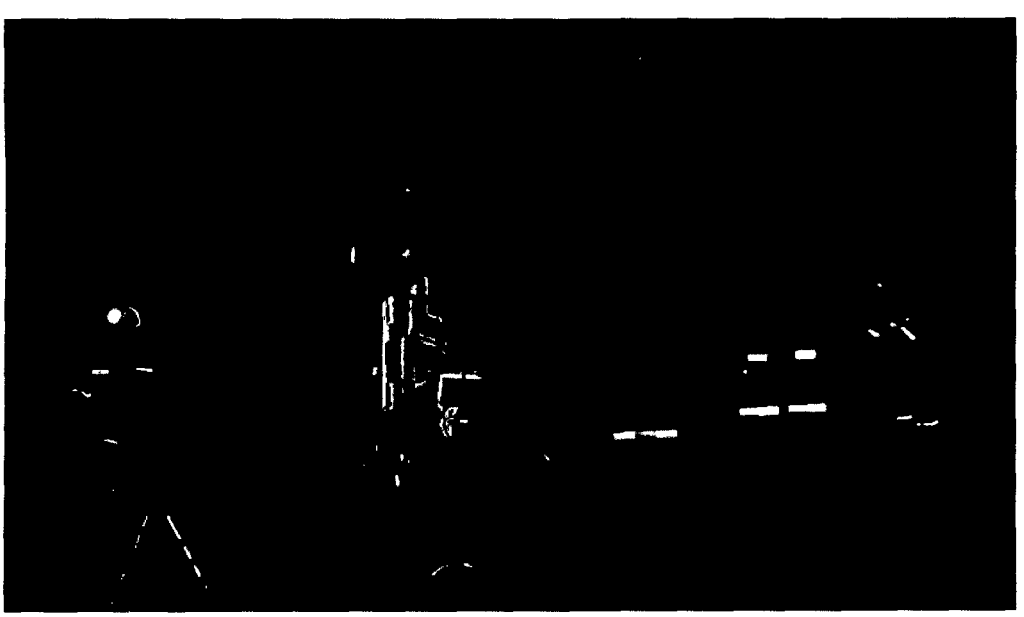


Foto 6. Equipo de perforación de taladros largos

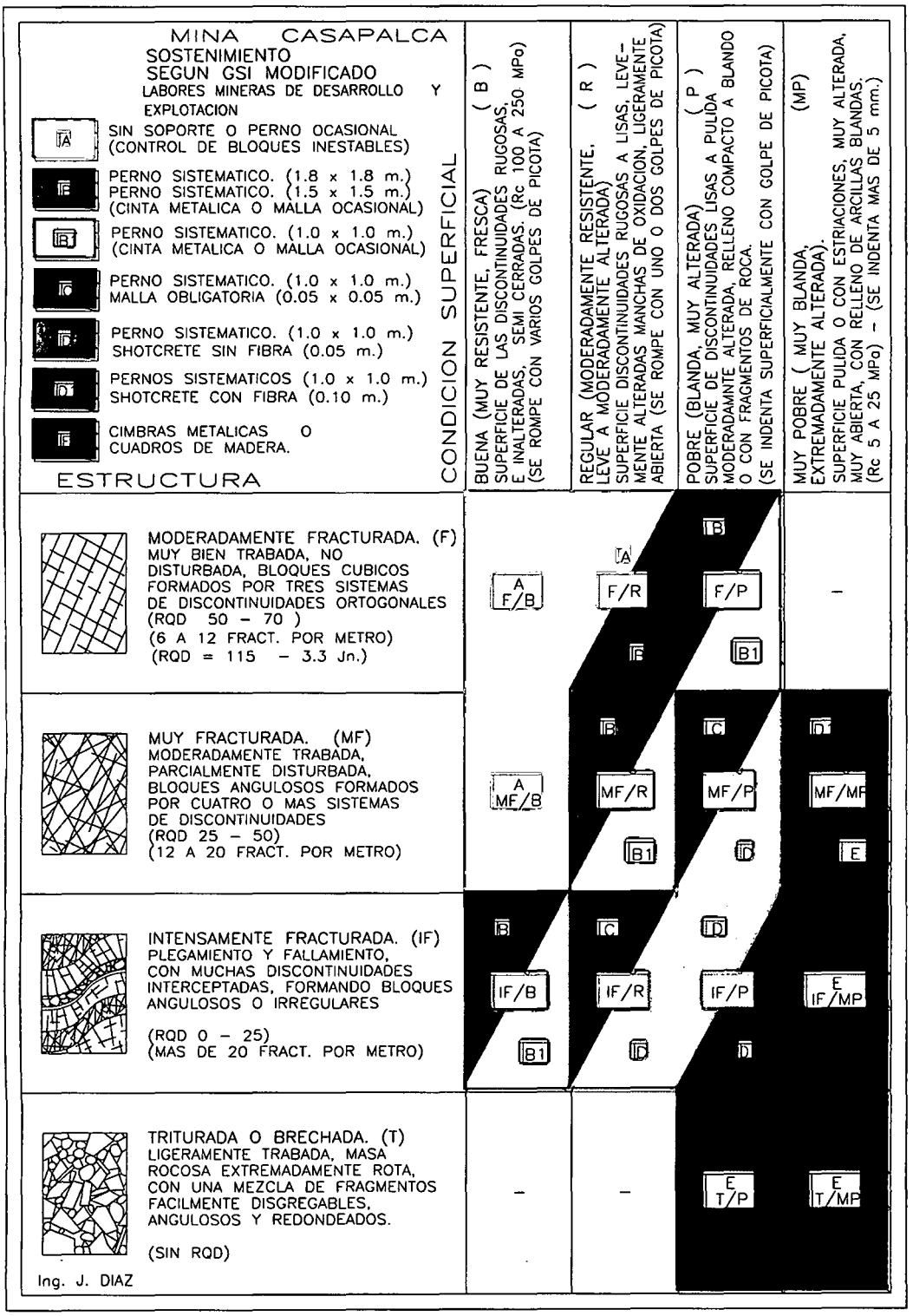


Fig. 25. Tabla geomecanica Según El G.S.I.

GALERIAS

TIPO DE ROCA	INDICE DE CALIDAD DE ROCA RMR	TIPO DE EXPLOSIVO EN LA VOLADURA	SISTEMA DE SOSTENIMIENTO	TIEMPO DE AUTO SOPORTE	COLOR
BUENA	> 50	• ARRANQUE: 65% • ARRASTRES : 65% • AYUDAS : 65% • CUADRADORES: 45% , 05 CARTUCHOS DISTRIBUIDOS A LO LARGO DEL TALADRO MEDIANTE ESPACIADORES	**EMPERNADO PUNTUAL** **CONTROL DE BLOQUES**	7 Días	AMARRILLO VERDE
REGULAR	30 –50	• ARRANQUE: 65% • ARRASTRES : 45% • AYUDAS: 45% • CUADRADORES : 45% , 05 CARTUCHOS DISTRIBUIDOS A LO LARGO DEL TALADRO MEDIANTE ESPACIADORES	**EMPERNADO SISTEMATICO** • TIPO DE PERNO: Helicoidal 19 mm. • LARGO DE PERNO : 6 Pies • ESPACIAMIENTO : 1.2 metros • N° DE CEMBOLT : 05 cartuchos • Se instalará malla electrosoldada en caso de roca intensamente fracturada. IF / R	**24 Horas**	VERDE CELESTE
MALA Y MUY MALLA	< 30	• ARRANQUE: 45% • ARRASTRES : 45% • AYUDAS: 45% • CUADRADORES: EXSADIT 45% , 04 CARTUCHOS DISTRIBUIDOS A LO LARGO DEL TALADRO MEDIANTE	**ENMADERADO O CERCHAS** • ESPACIAMIENTO: 1.0 m.- 1.5 m.	4 Horas	**AZUL**

Cuadro 28. Geomecanica para la aplicación de explosivos en voladura y sostenimiento según tipo de roca.

TAJOS

TIPO DE ROCA	INDICE DE CALIDAD DE ROCA RMR	TIPO DE EXPLOSIVO EN LA VOLADURA	SISTEMA DE SOSTENIMIENTO INMEDIATO	N° DE CORTES	COLOR
BUENA	> 50	• DINAMITA 65 %	REFUERZO PUNTUAL • SPLIT-SET para potencia mayor a 2.0 m. **Para potencia menor a 2.0 metros.** • PUNTALES DE MADERA CON PLANTILLA	02	**AMARILLO VERDE**
REGULAR	30 –50	• DINAMITA 45% • DINAMITA 65 % SÓLO EN FAJAS DE MINERAL ABRASIVO O CARBONATOS COMPETENTES	EMPERNADO SISTEMATICO • TIPO DE PERNO : SPLIT SET MAS PLANTILLA DE MADERA • LARGO DE PERNO : 6 Pies • ESPACIAMIENTO : 1.2 metros **Para potencias menores a 2.0 metros instalar puntales de madera y plantillas.** • Diámetro de puntales : 6 Pulgadas • Espaciamiento : 1.5 metros	RMR=41-50 **02 Cortes** RMR=30-40 **01 Cortes**	VERDE CELESTE
MALA Y MUY MALA	< 30	• DINAMITA 45 %	EMPERNADO SISTEMATICO • TIPO DE PERNO : SPLIT SET MAS PLANTILLA DE MADERA y MALLA • LARGO DE PERNO : 6 Pies • ESPACIAMIENTO : 1.0 metros **Para potencias menores a 2.0 metros instalar puntales de madera y plantillas.** • Diámetro de puntales : 6 Pulgadas • Espaciamiento : 1.2 metros	01	**ROJO** **AZUL**

Cuadro 29. Geomecanica para la aplicación de explosivos en voladura y sostenimiento según tipo de roca.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: APLICACIÓN DE TALADROS LARGOS EN VETAS ANGOSTAS, PARA REDUCIR COSTOS DE OPERACION EN LA ZONA ESPERANZA - CIA MINERA CASAPALCA S.A.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA
GENERAL ¿En qué medida se reducirá los costos de operación, con la aplicación de taladros largos en vetas angostas en la zona esperanza – Cía. Minera Casapalca S.A.?	**GENERAL** Aplicar taladros largos, en vetas angostas, para reducir costos de operación en la zona esperanza - Cía. Minera Casapalca S.A.	**GENERAL** La aplicación de taladros largos reducirá significativamente los costos de operación en vetas angostas, en la zona esperanza – Cía. Minera Casapalca S.A.	**Variable Dependiente** **X:** Aplicación de taladros largos.	**Definición conceptual** Son el método de explotación basado en el uso de taladros largos en vetas. **Dif. Operativa:** Esta referido al proceso operativo de explotación usando taladros largos en vetas tales como: Cu, Pb, Zn y Ag. **INDICADORES:** Metros cúbicos (m3) Toneladas métricas (Ton) Tiempo de operación (Hr).	**ÁMBITO DE ESTUDIO** El ámbito de estudio será realizado en el área de planeamiento y operación de la Cía. Minera Casapalca S.A. que se encuentra ubicada en el departamento de Lima, provincia de Huarochirí y distrito de Chicla.
ESPECÍFICOS ¿Con la aplicación de taladros largos en vetas angostas, en cuanto se reducirá costos directos e indirectos de operación en la zona esperanza - Cía. Minera Casapalca S.A.?	**ESPECÍFICOS** Conocer la reducción de costos directos e indirectos de operación aplicando Taladros Largos en vetas angostas en la zona esperanza -Cía. Minera Casapalca S.A.	**ESPECÍFICOS** La aplicación de taladros largos reducirá significativamente los costos directos e indirectos, en vetas angostas, en la zona esperanza – Cía. Minera Casapalca S.A.	**Variable Independiente** **Y:** Costos de operación.	**Definición conceptual:** Son los gastos que influyen en preparación y explotación en determinado método de explotación. **Dif. Operativa:** Esta referido a los costos de operación, explotación y preparación, que demanda con el método de taladros largos.	**TIPO DE INVESTIGACIÓN** Aplicada **NIVEL DE INVESTIGACIÓN** Descriptivo – explicativo **MÉTODO DE INVESTIGACIÓN** **Método General**: Científico. **Específico**: Descriptivo, explicativo

				INDICADORES: Costos unitarios US$ de: Perforación, Voladura, preparación, limpieza, extracción, relleno, servicios auxiliares y planilla.	
¿Con la aplicación de taladros largos en vetas angostas, en cuanto se reducirá costos de perforación, en la zona esperanza Cía. Minera Casapalca S.A.?	Conocer la reducción de costo de perforación aplicando taladros largos en vetas angostas en la zona esperanza - Cía. Minera Casapalca S.A.	La aplicación de taladros largos reducirá significativamente los costos de perforación en vetas angostas, en la zona esperanza – Cía. Minera Casapalca S.A.			**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN** **Diseño General.** Experimental. **Diseño específico.** Pre - Experimental. GE: O1 x O2 GC: O3 O4
¿Con la aplicación de taladros largos en vetas angostas, en cuanto se reducirá costo de voladura en la en la zona esperanza - Cía. Minera Casapalca S.A.?	Conocer la reducción de costo de voladura aplicando taladros largos en vetas angostas en la zona esperanza - Cía. Minera Casapalca S.A.	La aplicación de taladros largos reducirá significativamente los costos de voladura en vetas angostas, en la zona esperanza – Cía. Minera Casapalca S.A.			Dónde: GE: Grupo Experimental GC: Grupo de Control O1 y O3: medición de Pre Test O2 y O4: medición de Post Test- X: Manipulación o desarrollo de la variable Método de taladros largos.

Cuadro 30. Matriz de consistencia. Fuente: los investigadores.