

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



TESIS:

**“EVALUACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA DE RECUPERACIÓN DE
PUENTES DE VETAS EN LA UNIDAD MINERA RAQUEL – EMPRESA
FERCAR S.A.C.”**

PRESENTADO POR:

Bach. BAUTISTA DE LA CRUZ, FRANK ELÍAS

ASESOR: FLORES MORENO, VÍCTOR FÉLIX

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO DE MINAS**

AYACUCHO – 2022

DEDICATORIA

A Dios por su inmensa bendición en el que hacer minero, en memoria a mi padre y en nombre de mi madre, por su inmenso amor y apoyo incondicional, por el apoyo y comprensión que siempre me brinda, a todos mis hermanos por estar a mi lado en todo momento.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a todas las personas que me apoyaron en esta tesis con sus exigencias, ideas y comentarios, Agradezco el apoyo de la UNIDAD MINERA RAQUEL. Representado por su GERENTE GENERAL y su RESIDENTE ING. HUMBERTO GALVAN LUJAN, quienes me brindaron la oportunidad y las facilidades para realizar esta Tesis.

También hago extensivo mi agradecimiento a todo personal de la Empresa Minera FERCAR S.A.C quienes de alguna u otra me apoyaron con sus respuestas a mis dudas y con sus tolerancias, observaciones y recomendaciones que me valieron para el desarrollo de la tesis.

Especial agradecimiento a todos los docentes de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería de Minas de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA, por su destacada labor en formar futuros profesionales que serán los que dirijan una nueva sociedad.

Gracias a todos.

INTRODUCCIÓN

En la explotación subterránea de un yacimiento metálico, se debe considerar el rendimiento del método aplicado, expresado en toneladas de mineral, recuperación selectividad y costos. Por otro lado, se debe ver si el método es posible de mecanizar en forma parcial y/o completa, por ser el equipo dinamiza el minado y el rendimiento a lograrse.

En la Unidad minera FERCAR S.A.C. se cuenta con dos vetas de gran importancia, la Veta Raquel y Carmen, que a la fecha la explotación se realiza mediante el método de explotación de corte y relleno ascendente convencional, que fue seleccionada previo una evaluación técnico económico del yacimiento y donde las fases de minado están convencionalmente empleando equipos de perforación y limpieza adecuados para la explotación de vetas angostas que requiere toda una metodología especial a fin de evitar la dilución y lograr la producción programada, para así poder realizar mayor número de cortes el tajeo, reducir costos y lograr una mayor utilidad para la empresa.

Este problema se agudizó debido al planeamiento enfocado en la recuperación de pilares que sin duda necesita mayor estudio en cada ciclo de minado, conlleva a realizar protocolos de trabajo, planes de trabajo y una supervisión permanente, y que son duda lleva a plantearnos la pregunta ¿De qué manera se realizar La Evaluación técnica, económico en la Recuperación de Puentes de Mineral de Vetangostas en la Unidad Minera Raquel – Empresa Minera FERCAR S.A.C.?, para lo cual se desarrolló una investigación descriptiva de tipo aplicativo.

Para el presente trabajo de investigación se desarrolló en los siguientes capítulos:

El capítulo I.- Planeamiento del Problema. Contiene acápite referidos a Antecedentes del Estudio – Problemas, Planeamiento del Proyecto, Justificación, Objetivos, Hipótesis, Variables e indicadores, Alcances y Limitaciones, etc.

El capítulo II.- Aspectos Generales. Contiene acápite referidos Antecedentes de la Empresa, ubicación accesibilidad de la mina, clima, fisiografía, antecedentes, organización, etc.

El capítulo III.- Geología, describe la geología regional, estructural, local y económica, donde estudia las características geológicas del yacimiento y muestra la cantidad de reservas minerales.

El capítulo IV.- Método de recuperación de los puentes de mineral de las Vetas Raquel y Carmen, describe el sistema convencional del método de recuperación de los puentes de mineral, señalando los ciclos, personal, equipos y costo de explotación.

El capítulo V.- Resultados y Discusiones: El aporte de la presente tesis es para la Evaluación Técnica y económica del proyecto de recuperación de puentes de veta de mineral.

RESUMEN

En la actividad minera demanda estudios técnicos y económicos de gran confiabilidad, y que estos proyectos permitan una explotación de los recursos minerales a mínimo costo, este problema se agudiza pues en la etapa de recuperación de puentes se tiene que involucrar distintas variantes a los diversos ciclos de minado en la Unidad Minera Raquel, razón por la cual se presenta el presente trabajo con el objetivo de determinar la influencia significativa de la evaluación técnica económica en la recuperación de los pilares , utilizando un evaluación cuantitativa, en la cual se analizó los diversos indicadores de las variables, como el tipo de rocas, la tecnología equipos de perforación.

Se pudo observar que en la etapa de perforación los costos son elevados, razón por la cual se realizó un análisis en un tajo de producción, llegando a la conclusión respecto a los costos de perforación en un tajo de 352 taladros, donde el costo con mini jumbo es de 568.3 dólares, sin embargo, con stopes es de 826.73 dólares con stoper, determinando así el uso del mini jumbo en la etapa de perforación

Con lo indicado en el presente estudio se determinó en el ciclo de perforación; que el costo promedio es de 1.44 \$/ton con perforadora stoper, el cual no asegura el costo óptimo de minado, así mismo al realizar el análisis con el uso del mini jumbo se optimizó el índice de perforación con 0.99 \$/ton.

INDICE

1. CAPITULO I	14
1.1. Planteamiento del problema	14
1.2. Justificación e importancia del problema	15
1.2.1. Justificación del problema	15
1.2.2. Importancia del problema	15
1.2.3. Problema general	16
1.2.4. Problemas específicos	16
1.3. Objetivos.....	16
1.3.1. Objetivo general.....	16
1.3.2. Objetivos específicos	16
1.4. Planteamiento de hipótesis	17
1.4.1. Hipótesis general.....	17
1.4.2. Hipótesis específicas.....	17
1.5. Variables e indicadores.....	17
1.5.1. Variable independiente	17
1.5.2. Indicador independiente.....	17
1.5.3. Variable dependiente	17
1.5.4. Indicador dependiente.....	18
1.6. Alcances y limitaciones	18
1.6.1. Alcances	18

1.6.2.	Limitaciones.....	18
1.7.	Metodología de investigación.....	18
2.	CAPITULO II.....	20
2.1.	Ubicación y accesibilidad.....	20
2.2.	Clima y vegetación	21
2.3.	Fisiografía.....	22
3.	CAPITULO III.....	23
3.1.	Aspectos geológicos	23
3.2.	Descripción del yacimiento – geología.....	23
3.3.	Geología regional.....	23
3.4.	Geología local.....	27
3.5.	Geología estructural.....	28
3.6.	Geología económica	30
3.7.	Estimación de reservas	30
3.8.	Minería.....	36
3.8.1.	Ciclo de minado	36
3.8.1.1.	Perforación	36
3.8.1.2.	Voladura	39
3.8.1.3.	Limpieza y acarreo	41
4.	CAPITULO IV.....	47
4.1.	Evaluación técnica de la recuperación de puente	47

4.1.1.	Descripción de recuperación de los puentes de veta.....	47
4.2.	Cálculo de tonelaje de recuperación de mineral	48
4.2.1.	Cubicación de puente de mineral de las vetas Carmen y Raquel	48
4.2.2.	Reservas probadas de los puentes de vetas	48
4.2.3.	Valoración económica	48
4.3.	Plan de minado	49
4.3.1.	Procedimiento de recuperación de las vetas	49
4.4.	Costos de perforación	50
4.4.1.	Cálculo de costos horarios equipos de mina	50
4.5.	Perforación y estudio de tiempos de los equipos.....	55
4.5.1.	Perforación con la perforadora stoper	55
4.6.	Determinación del costo de perforación	56
4.7.	Cálculo de índice de minado (KPIS)	65
4.6.1.	Análisis comparativo de rendimientos de los equipos de perforación y costos de aceros	65
5.	CAPITULO V	69
5.1.	Evaluación económica y financiera	69
5.2.	Consideraciones	69
5.3.	Resultados.....	70
	CONSLUSIONES	71
	RECOMENDACIONES.....	72

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS..... 73

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Accesibilidad	21
Tabla 2: Columna de clasificación de roca intrusivas	24
Tabla 3: Columna estratigráfica compuesta.....	25
Tabla 4: Mineral a Recuperar Block 01	32
Tabla 5: Mineral a Recuperar Veta Raquel Block 02	32
Tabla 6: Mineral a Recuperar Veta Raquel Block 03	32
Tabla 7: Mineral a recuperar Block 01	34
Tabla 8: Mineral a recuperar Block 02	34
Tabla 9: Mineral a recuperar Block 03	34
Tabla 10: Cuadro mineral a recuperar Block 04.....	34
Tabla 11: Resumen mineral a recuperar veta Carmen.....	35
Tabla 12: Resumen mineral a recuperar veta Raquel	35
Tabla 13: Resumen mineral a recuperar	35
Tabla 14: Rmr de bieniaswki de 1989	44
Tabla 15: Cuadro de resumen mineral a recuperar	48
Tabla 16: Estimación de reservas de recuperación de puentes de mineral	48
Tabla 17: Eficiencia de perforación con la perforadora Stoper	55
Tabla 18: Eficiencia de perforación del mini Jumbo Muki	56
Tabla 19: Cálculo de costo horario con Stoper	56
Tabla 20: Cálculo de costo implementación de seguridad	57
Tabla 21: Cálculo de costo de herramienta y materiales	58
Tabla 22: Costo de acero de perforación	58

Tabla 23: Cálculo de costo por tonelada de producción con stoper	59
Tabla 24: Cálculo de costo horario mini Jumbo Muki	61
Tabla 25: Costo de acero de perforación con mini Jumbo Muki	62
Tabla 26: Cálculo de costos por tonelada de producción	63
Tabla 27: Comparación de equipos por rendimiento y costo de aceros	65
Tabla 28: Costo por tonelada de producción	66
Tabla 29: Pies perforados por guardia de cada equipo	67
Tabla 30: Análisis del costo total de recuperación de los puentes de veta	68

INDICE DE GRAFICOS Y FIGURA

Figura 1: Ubicación unidad minera Raquel.....	21
Figura 2: Mapa Geológico del Cuadrángulo de Guadalupe	26
Figura 4: Plano de recuperación de puentes	33
Figura 5: Localización de veta Raquel	36
Figura 6: Marcado de la malla de perforación.....	37
Figura 7: Perforación en Upper con Equipo mini jumbo Muki.....	38
Figura 8: Carguío de Voladura	40
Figura 9: Fragmentación de Mineral	40
Figura 10: Equipo Scoop de 2.5 yardas rellenoando área disparada	41
Figura 11: Imagen de explotación corto y relleno ascendente	43
Figura 12: Gráfico de barras del costo por tonelada de producción	66
Figura 13: Gráfico de análisis pies perforado por guardia.....	67
Figura 14: Gráfico de diferencia de costo recuperación de los puentes de veta.....	68
Figura 15: Grafico de resumen de producción de los equipos	70

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

La Unidad Minera Raquel – Empresa Minera FERCAR S.A., cuyo método de explotación es corte y relleno ascendente en vetas angostas, con sistema de explotación convencional en la perforación con equipo neumático stoper, generando insatisfacción en el incremento de producción y competitividad, estas dificultades permiten buscar otras opciones para la mejora en la producción, la tecnología aplicada a las maquinarias y equipamientos, presenta una oportunidad de mejores resultados. La mecanización en la fase de recuperación de los puentes de la veta mineral, tiende a optimizar los tiempos de trabajo y mayor eficiencia.

El equipo mini jumbo MUKI es diseñado para vetas angostas, cual nos propone mejores resultados frente a las perforadoras neumáticas como stoper. Por lo que surge la necesidad de elaborar un proyecto en reemplazo de equipo de perforación de stoper con mini jumbo Muki, cual nos permite alcanzar futuras producciones trazadas, por ello se ha determinado investigar el tema “EVALUACION TÉCNICA, ECONÓMICA DE RECUPERACION DE PUENTES DE VETAS EN

LA UNIDAD MINERA RAQUEL – EMPRESA FERCAR S.A.C.”, Para ello se considera las características propias de la operación minera.

1.2. Justificación e importancia del problema

1.2.1. Justificación del problema

La Empresa Minera FERCAR S.A.C. es pequeña empresa minera dedicada, explotación de yacimientos polimetálicos con contenidos Cobre y Oro.

Con reservas probadas y probables en las Vetas Raquel y Carmen hacen que la Unidad Minera Raquel continúe con los trabajos de exploración y explotación de reservas minerales, debido a ello es necesario, recuperar los puentes de vetas que quedaron por la explotación convencional. Es por ello que se realiza el presente estudio de evaluación técnica, económica de recuperación de los Puentes del mineral con máquina perforadora neumática stoper y mini jumbo Muki, para lograr el crecimiento de la organización e incrementar la productividad y calidad; de esta manera vamos cambiando el panorama de la mina con ingeniería y seguridad.

La comparación del rendimiento entre perforadora stoper y mini jumbo Muki es importante, cual nos permitirá conocer su ritmo de producción, control de costos por tonelada y programación de producción.

El trabajo de investigación se justifica mediante un cuadro comparativo de costo por tonelada de producción, entre máquina perforadora stoper y mini jumbo Muki, cual garantizara la producción eficiente de la planificación.

1.2.2. Importancia del problema

Perforación en vetas angostas con equipo mini jumbo muki, esta es una opción ya que generalmente se usan para vetas angosta, considerándose la importancia de este proyecto se realiza el análisis de costo por tonelada de producción. La recuperación de los puentes de veta, los puentes fueron dejados por método de explotación corte

y relleno ascendente semi-mecanizado en una mina subterránea, el proceso de recuperación de los puentes de vetas, es por el contenido de valor económico, por lo que es muy suma importancia para la empresa minera.

1.2.3. Problema general

¿De qué manera la evaluación técnica, económico influye significativamente en la recuperación de Puentes de Mineral en la Unidad Minera Raquel – Empresa Minera FERCAR S.A.C.?

1.2.4. Problemas específicos

- a. ¿Es viable técnicamente la perforación con mini jumbo en la recuperación de puentes de vetas angostas, en la Unidad Minera Raquel – Empresa Minera FERCAR S.A.C.?
- b. ¿En viable económicamente la producción de mineral en recuperación de puentes mediante el equipo mini jumbo MUKI con respecto al equipo stoper en la Unidad Minera Raquel – Empresa Minera FERCAR S.A.C.?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia significativa de la evaluación técnica, económico en la Recuperación de Puentes de Mineral de Vetas de la Unidad Minera Raquel – Empresa Minera FERCAR S.A.C.

1.3.2. Objetivos específicos

- a. Evaluar técnicamente la perforación con mini jumbo en la recuperación de puentes de vetas angostas, en la Unidad Minera Raquel – Empresa Minera FERCAR S.A.C.
- b. Evaluar económicamente la producción de mineral en recuperación de puentes mediante el equipo mini jumbo MUKI con respecto al equipo stoper en la Unidad Minera Raquel – Empresa Minera FERCAR S.A.C.

1.4. Planteamiento de hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La evaluación técnica, económico influye significativamente en la recuperación de puentes de mineral de la Unidad Minera Raquel – Empresa Minera FERCAR S.A.C.

Determinando la mejor alternativa de equipo de perforación, aumentara la producción en la recuperación de puentes de vetas y la seguridad del personal de la Unidad Minera Raquel – Empresa Minera FERCAR S.A.C.

1.4.2. Hipótesis específicas

- a. Es viable técnicamente la perforación con mini jumbo en la recuperación de puentes de vetas angostas, en la Unidad Minera Raquel – Empresa Minera FERCAR S.A.C.
- b. ¿Es viable económicamente la producción de mineral en recuperación de puentes mediante el equipo mini jumbo MUKI con respecto al equipo stoper en la Unidad Minera Raquel – Empresa Minera FERCAR S.A.C.?

1.5. Variables e indicadores

1.5.1. Variable independiente

Evaluación Técnica y Económica de perforadora stoper y mini jumbo Muki.

1.5.2. Indicador independiente

- a. Reservas.
- b. Precio.
- c. Tipo de Roca
- d. Capacidad de producción.

1.5.3. Variable dependiente

Recuperación de Puentes de Mineral de Vetas

1.5.4. Indicador dependiente

- a. Operación.
- b. Reservas.
- c. Tecnología disponible.
- d. Costos (Margen de Ganancia)

1.6. Alcances y limitaciones

1.6.1. Alcances

- Se tiene información y estudios a realizarse por la Empresa Minera FERCAR S.A.C.
- Se tiene los planos de Explotación y avance de las dos vetas Raquel y Carmen de la Unidad Minera Raquel.
- Se dispone de información de los antecedentes de la Unidad Minera Raquel.
- Se dispone de la Información de los Precios Unitarios y otros costos de la Empresa Minera FERCAR S.A.C
- La información geológica y distribución de leyes y reservas se encuentran disponibles.

1.6.2. Limitaciones

Las limitaciones para nuestra investigación han sido la carencia de investigaciones científicas realizadas en el campo de la minería; además siendo las empresas mineras muy celosas con las informaciones y resultados de operaciones, este estudio tuvo ciertas restricciones en cuanto a recopilación de información, en caso de existir ciertas limitaciones, ellas fueron superadas con nuestras experiencias y conocimientos o los asesoramientos de excelentes profesionales de la rama minera.

1.7. Metodología de investigación

1.7.1. Tipo de investigación

El trabajo de investigación es Aplicativo

1.7.2. Nivel de investigación

El trabajo de investigación es Descriptivo

1.7.2. Diseño de investigación

El trabajo de investigación tiene diseño de tipo Descriptivo- Correlacional y Analítico.

CAPITULO II

ASPECTOS GENERALES

2.1. Ubicación y accesibilidad

La Unidad Minera Raquel geográficamente se ubica en el flanco este de la cordillera occidental de los andes centrales a una altura de 500 a 1,500 m.s.n.m, políticamente pertenece al distrito de Yauca, provincia y departamento de Ica (Ver Anexo Plano N°1), entre las coordenadas geográficas siguientes:

Longitud: 74° 53' 43" Oeste

Latitud: 13° 03' 52" Sur

Sus coordenadas U.T.M.:

ESTE : 435218.30

NORTE : 8452226.40

ALTITUD : 1,218.00

El acceso a la mina desde la ciudad de Lima por vía terrestre es por la panamericano sur hasta Ica – paracona – Mina, por medio de tres rutas:

Tabla 1: *Accesibilidad*

RUTA	DISTANCIA (Km.)	TIEMPO (Horas)	TIPO DE VIA
LIMA - ICA	450.00	4.00	Asfaltada y Afirmada
ICA – PARCONA	5.00	0.30	Afirmada
PARCONA – MINA	20.00	1.20	Afirmada

Fuente: Elaboración Propia



Figura 1: *Ubicación unidad minera Raquel*

Fuente: Área Planeamiento Empresa FERCAR SAC

2.2. Clima y vegetación

El clima de la zona de Yauca del Rosario está determinado por su ubicación geográfica y por su proximidad al océano pacifico. La temperatura corresponde a

clima semi-calido, donde enero – marzo las temperaturas son elevadas, con promedio media mensual de 28.9°C y la media mensual de 14°C. En la zona de interés la temperatura promedio anual es 19.2°C, con variación promedio mensual de 16.3°C entre diciembre – abril y 10°C entre mayo- noviembre.

La vegetación es casi nula por sus características desérticas, donde solo se aprecia cactus en la zona de interés.

2.3. Fisiografía

La Unidad Minera Raquel, se encuentra en la parte este de la Cordillera de la Costa, en el lado Oeste de la cordillera occidental de los andes; externamente este sistema es angosto con terminales Paracas al Norte y Lomas al Sur, interrumpidos por el cerro Tunga; hacia el Oeste se presentan terrazas marinas que descienden al mar.

El área de los depósitos mineralizados forma una franja arqueada de 20Km de largo por 7Km de ancho, que se dispone hacia el Noroeste, dentro de la cual los depósitos se orientan en bandas paralelas de Este a Oeste.

CAPITULO III

MARCO TEORICO

3.1. Aspectos geológicos

3.2. Descripción del yacimiento – geología

El área en estudio se localiza al Nor-Este de la ciudad de, capital de la provincia de ICA en el departamento de ICA y comprende entre las siguientes coordenadas UTM:

ESTE	:	435218.30
NORTE	:	8452226.40
ALTITUD	:	1,218.00

La zona de estudio presenta riesgos de movimientos telúricos, ya que generalmente la región resulta afectada por los denominados sismos profundos, cuya ocurrencia se inicia a grandes profundidades y su efecto en la superficie es en moderada escala. Sin embargo, la Placa Tectónica de Nazca se encuentra próximo al área en estudio; en consecuencia, con respecto a los riesgos de sismicidad se debe tener mucha consideración.

3.3. Geología regional

ROCAS INTRUSIVAS

Las rocas intrusivas del área estudiada corresponden aproximadamente al 80% de afloramiento, coincidente con una franja diagonal intermedia SE conocida geomorfológicamente como Peneplanicie Subandina; las mayores exposiciones de rocas Plutónicas se encuentran en los cuadrángulos de 28-L.

Las rocas intrusivas han sido diferenciadas teniendo en cuenta en primer término la cronología y en segundo el nivel de emplazamiento. Según el primer criterio, se reconocen intrusivos paleozoicos (por lo menos Pre-Carboníferos) e intrusivos andinos (Mesozoico-Cenozoicos); según el segundo criterio, los últimos comprenden rocas plutónicas.

Tabla 2: Columna de clasificación de roca intrusivas

ROCAS INTRUSIVAS	
PLUTONICAS	HIPABISALES
BATOLITO DE LA COSTA	
Super unidades	Unidades
K-mg-ch	Monzogranito characacas
TIABAYA	K-gd-t Granodiorita tonalita
INCAHUASI	K-gd-m Granodiorita
PAMPAHUASI	K-di-p Diorita
LINGA	K-m-r Monzonita rinconada
	K-mgr-a Monzogranito Auquish
	K-m-a Monzonita Auculish
	K-m-h Monzogranito Humay
	K-mdi-h Monzodiorita Humay
	K-mgd-h Monzogabro-Humay
	K-gb Gabros
	Ks-bu Volcanico intrusivo Bella Union

Fuente: Ingement 2019

ESTRATIGRAFÍA

Las unidades lito-estratigráficas del área comprenden un rango cronológico amplio y las edades van desde el Mesozoico Superior Cretácico hasta el Mesozoico Jurásico Inferior cuyos afloramientos no han sido reconocidos. Complejo Basal de la Costa.

Tabla 3: Columna estratigráfica compuesta

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	
CENOZOICO	CUATERNARIO		Dep. aluviales, aluviales y eólicos	Qa al el e
	TERCIARIO	SUPERIOR	Fm. Pocoto	Ts-p
MESOZOICO	CRETACEO	SUPERIOR	Fm. Jurnasha	Ka-j
			Gpo. Quilmaná	Kis-g
		INFERIOR	Gpo. Imperial Fm. Copara Fm. Paríahuanca-Chulec	KI I CO Phch
			Gpo. Yura	KI-yu
	JURASICO	SUPERIOR	Fm. Guaneros	Js-g
		INFERIOR	Fm. Chocolate	Jl-ch

Fuente: Ingement 2019

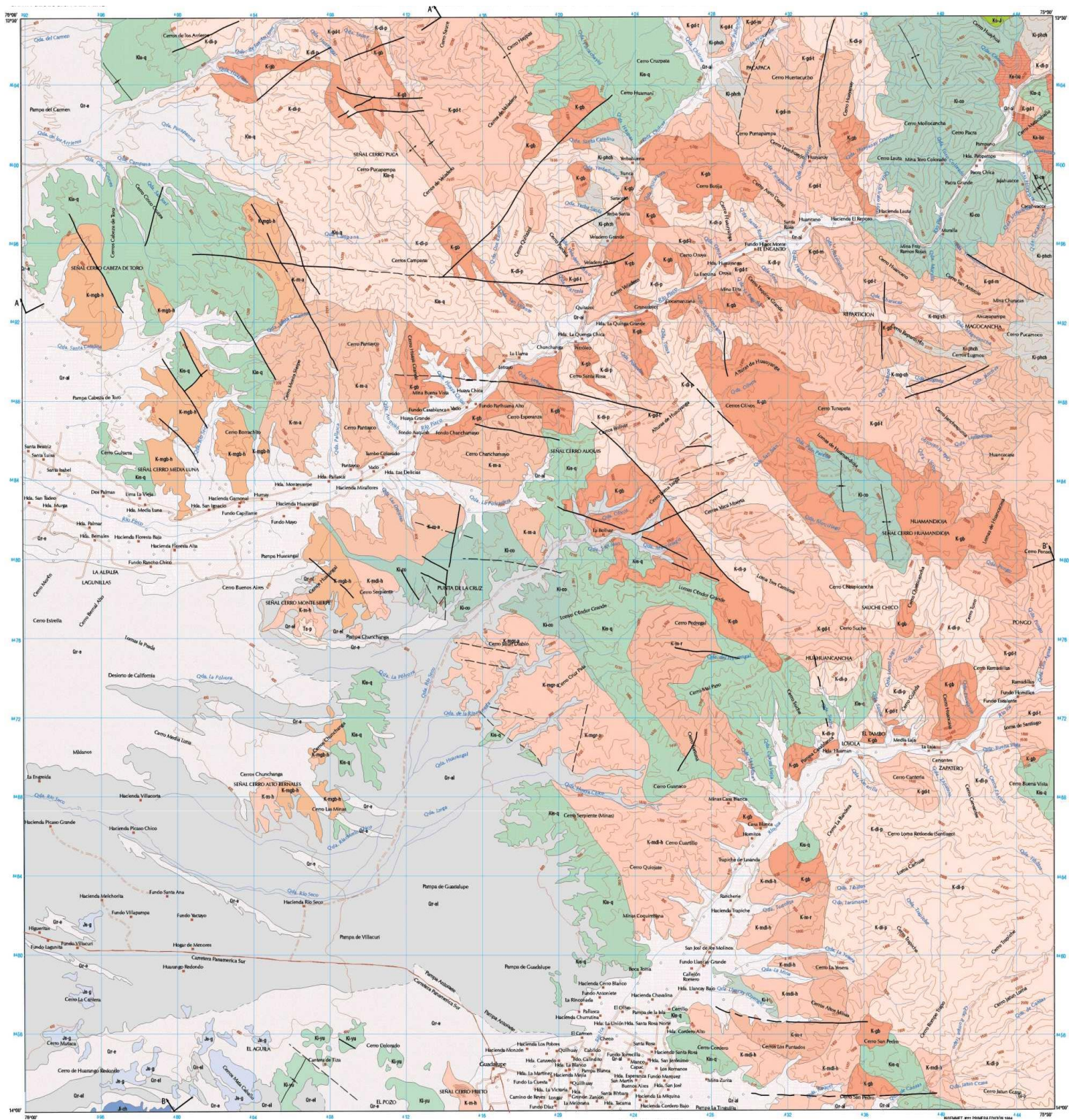


Figura 2: Mapa Geológico del Cuadrángulo de Guadalupe

Fuente: Ingement 2019

3.4. Geología local

En general, la concesión Minera Raquel área en estudio comprende la Monzodiorita Humay (K-mdl-h), Gabos (K-gb) Depositos Aluviales (Qr-al), todos pertenecientes al Batolito de la Costa.

Monzodiorita Humay (K-mdl-h)

Con este nombre se le conoce a una secuencia de rocas plutónicas intrusivas las cuales están en su gran mayoría de las labores de la Concesión Minera Raquel que está ubicado en el C° San Pedro. Esta Familia monzodiorita es una roca plutónica, es decir se cristalizó en la profundidad, protegida por las rocas de caja. Principalmente contiene Plagioclasa, en menores cantidades feldespatos alcalinos. Algunas veces se puede encontrar trozos de rocas extraños a dentro de una roca plutónica (vienen de la caja; se cayeron en el magma). Forma de afloramiento de una roca intrusiva. La monzodiorita tiene una composición principalmente de Plagioclasa y Feldespatos alcalinos.

Gabros (K-m-h)

Este Tipo de Familia está ubicado al norte de Concesion Minera Raquel los cuales muestra en el mapa Geologico del cuadrángulo Guadalupe

En su sentido estricto el gabro es una roca ígnea plutónica compuesta principalmente de plagioclasa cálcica y piroxeno en proporciones de volumen similares. En un sentido más amplio gabro puede referir a las rocas gabroicas del diagrama QAPF es decir aquellas en el campo anortosita-gabro-diorita que tienen más de 10% de minerales oscuros y plagioclasa cálcica (An50-An100). El gabro sensu stricto es el equivalente plutónico del basalto, pero a diferencia de este la mineralogía del gabro es mucho más variable. El gabro sensu strico y lato se puede hallar en variados ambientes tectónicos como en: dorsales meso-oceánicas, zonas de subducción, rifts continentales e islas oceánicas.

Depósitos Aluviales (M-di)

En la parte Sur este y Oeste Se ubican los Depósitos aluviales los cuales están contorneando a la Concesión Minera Raquel, donde por efectos de la erosión de C° San Pedro se viene depositando los materiales sedimentarios.

3.5. Geología estructural

Las estructuras geológicas de carácter regional están relacionadas principalmente con los movimientos tectónicos del ciclo andino. Las evidencias estructurales de las orogenias más antiguas están indicadas, en primer lugar, por el metamorfismo regional que afecta a las rocas del Complejo Basal de la Costa y por las discordancias angulares que ponen de manifiesto el ciclo hercínico, reconociéndose las fases eo y tardi-hercínicas. Las principales zonas estructurales de la región se han diferenciado según la magnitud y el estilo de deformación que han sufrido las rocas debido en parte a su diferente naturaleza y a la variada intensidad de los esfuerzos que han actuado, materializados ellos por pliegues, fallas y diaclasas que se observan en todas estas zonas.

Según lo expuesto, el autor ha dividido el área regional de Oeste a Este en varias zonas con características estructurales propias. Así tenemos: Zona de Fallamiento en Bloques, Zona de Emplazamiento del Batolito, Zona Plegada y Zona Poco Deformada.

ZONA DE FALLAMIENTO EN BLOQUES

Está ubicada en el lado occidental del área regional de estudio y afecta principalmente a las formaciones paleozoicas y mesozoicas, separadas por una discordancia angular, y también al Complejo Basal de la Costa, con respecto a las unidades suprayacentes. Dichas formaciones no se hallan plegadas y adoptan una estructura homoclinal inclinada orientada hacia el NO. Esta inclinación, se debe

más que nada, al efecto del fallamiento en bloques, que caracteriza a toda esta franja de los Andes.

ZONA DE EMPLAZAMIENTO DEL BATOLITO DE LA COSTA

Contemporáneamente y posterior a la formación de los Pliegues afecta a la secuencia mesozoica-infra-terciaria, se produjo el emplazamiento del Batolito de la Costa que siguió una faja de debilidad cortical consistente en una fractura miento profundo y de dirección NO. Este proceso tuvo lugar entre el Cretáceo superior y el Terciario inferior.

El Batolito de la Costa está localizado entre la zona plegada y la zona de fallamiento en bloques, ocupando una ancha raja longitudinal que cruza los cuadrángulos estudiados, está constituido por una serie de cuerpos platónicos de diferente composición, los mismos que han producido un metamorfismo de contacto en las rocas encajonantes.

ZONA PLEGADA

La zona plegada corresponde a la faja de mayor deformación compresiva. Comprendida entre el Batolito y la zona poco deformada del Este. Estructuralmente conforma lo que se denomina Sinclinorio de Parinacochas, compuesto por pliegues menores muy comprimidos que afectan principalmente a las formaciones mesozoicas, al mismo tiempo este gran cinturón comprimido corresponde al sector sudoccidental de la Deflexión de Abancay que estructuralmente también ha controlado en el Cuaternario, el desarrollo de una zona deprimida ocupada actualmente por la Laguna de Parinacochas.

ZONA POCO DEFORMADA

Esta zona corresponde en su mayor parte a las rocas volcánicas cenozoicas especialmente a la cubierta del Grupo Barroso, que exhibe una posición horizontal

a sub-horizontal pero que muchas veces alcanza inclinaciones de 15°, debido solamente a la posición inicial del paleorelieve cubiertos por estos volcánicos.

En esta zona también afloran formaciones volcánicas del Terciario inferior y medio, donde se pone de manifiesto un Leve plegamiento durante la "Fase Incaica", mientras que la 'Fase Quichuana' sólo ha producido efectos de combamiento producidos por fallamiento.

3.6. Geología económica

En los actuales momentos, la actividad minera en el país está atravesando los mejores momentos casi en todos los polimetálicos, en especial el oro, existiendo buenas perspectivas en el área de estudio en los yacimientos de cobre y oro.

YACIMIENTOS DE ORO

Batolito de la Costa, se caracteriza por tener mineralizaciones de cuarzo, pirita, con contenidos menores de calcopirita, galena, calcita, tetraedrita boulangerita y bournonita (de Montreuil, 1979,1987). Se tratan de vetas auríferas. Cabe menciona presentan altos contenidos de cobre asociados a oro, lo que hace que algunas de estas estructuras puedan ser tratadas como vetas de Cu-Au mesotermal, como es el caso propio de la Unidad Minera Raquel.

3.7. Estimación de reservas

Reserva Mineral Probada

Es la parte económicamente explotable de un recurso mineral medido, incluye dilución del material y tolerancia por pérdidas que pueda generarse en etapa de explotación del mineral.



Figura 3: Plano de Estimación de Reservas

Fuente: propia del investigador

Tabla 4: Mineral a Recuperar Block 01

NRO	VETA	LABOR	MINERAL	AREA (m2)	Potencia Veta (m)	Metros Cubicos (m3)	Densidad Mineral	TMS
1.00	Raquel	Sub Nivel 18	Proyecto	92.70	2.00	185.40	3.00	556.19
2.00	Raquel	Sub Nivel 19	Proyecto	190.28	2.00	380.56	3.00	1,141.68
3.00	Raquel	Sub Nivel 20	Proyecto	95.78	2.00	191.57	3.00	574.71
4.00	Raquel	Sub Nivel 21	Proyecto	137.76	2.00	275.53	3.00	826.58
5.00	Raquel	Sub Nivel 22	Proyecto	127.73	2.00	255.46	3.00	766.39
6.00	Raquel	Sub Nivel 23	Proyecto	131.34	2.00	262.68	3.00	788.04
TOTAL				775.60	2.00	1,551.20	3.00	4,653.59

Tabla 5: Mineral a Recuperar Veta Raquel Block 02

NRO	VETA	LABOR	MINERAL	AREA (m2)	Potencia Veta (m)	Metros Cubicos (m3)	Densidad Mineral	TMS
1.00	Raquel	Sub Nivel 12	Proyecto	45.19	2.00	90.38	3.00	271.13
2.00	Raquel	Sub Nivel 13	Proyecto	43.38	2.00	86.76	3.00	260.27
3.00	Raquel	Sub Nivel 14	Proyecto	44.94	2.00	89.88	3.00	269.63
4.00	Raquel	Sub Nivel 15	Proyecto	46.30	2.00	92.61	3.00	277.83
5.00	Raquel	Sub Nivel 16	Proyecto	112.57	2.00	225.15	3.00	675.44
6.00	Raquel	Sub Nivel 17	Proyecto	132.38	2.00	264.77	3.00	794.30
7.00	Raquel	Sub Nivel 18	Proyecto	168.06	2.00	336.13	3.00	1,008.39
8.00	Raquel	Sub Nivel 19	Proyecto	37.61	2.00	75.21	3.00	225.63
9.00	Raquel	Sub Nivel 20	Proyecto	46.61	2.00	93.21	3.00	279.64
10.00	Raquel	Sub Nivel 21	Proyecto	212.35	2.00	424.70	3.00	1,274.09
11.00	Raquel	Sub Nivel 22	Proyecto	213.35	2.00	426.70	3.00	1,280.09
12.00	Raquel	Sub Nivel 23	Proyecto	67.61	2.00	135.21	3.00	405.63
11.00	Raquel	Sub Nivel 22	Proyecto	121.97	2.00	243.95	3.00	731.85
TOTAL				1,292.32	2.00	2,584.64	3.00	7,753.92

Tabla 6: Mineral a Recuperar Veta Raquel Block 03

NRO	VETA	LABOR	MINERAL	AREA (m2)	Potencia Veta (m)	Metros Cubicos (m3)	Densidad Mineral	TMS
1.00	Raquel	Sub Nivel 12	Proyecto	101.99	2.00	203.99	3.00	611.96
2.00	Raquel	Sub Nivel 13	Proyecto	13.83	2.00	27.67	3.00	83.01
3.00	Raquel	Sub Nivel 14	Proyecto	74.73	2.00	149.47	3.00	448.40
4.00	Raquel	Sub Nivel 15	Proyecto	51.99	2.00	103.98	3.00	311.94
TOTAL				242.55	2.00	485.10	3.00	1,455.31

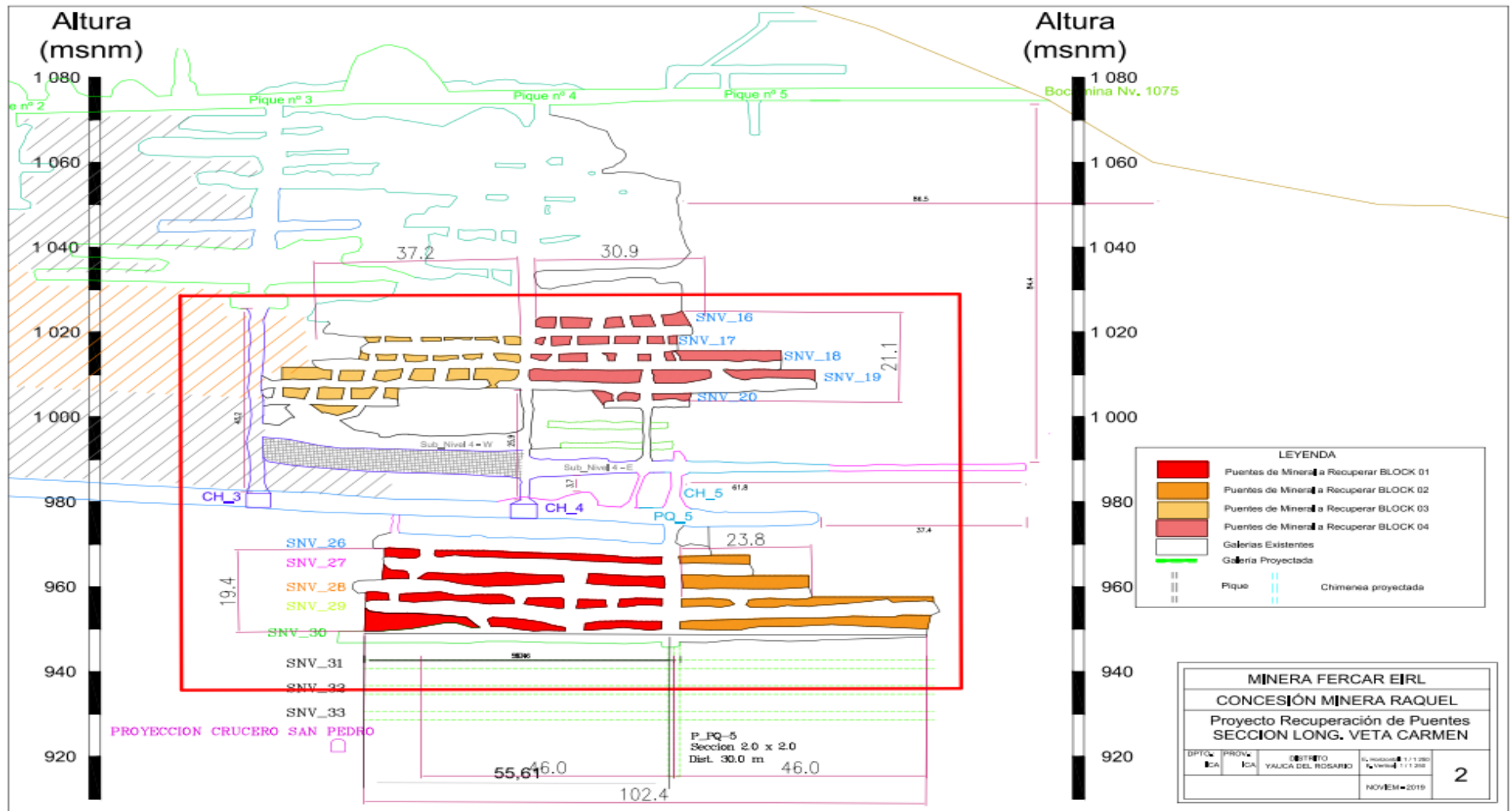


Figura 3: Plano de recuperación de puentes
Fuente: Propia del Investigador

Tabla 7: Mineral a recuperar Block 01

NRO	VETA	LABOR	MINERAL	AREA (m2)	Potencia Veta (m)	Metros Cubicos (m3)	Densidad Mineral	TMS
1.00	Carmen	Sub Nivel 29	Proyecto	71.33	2.00	142.66	3.00	427.99
2.00	Carmen	Sub Nivel 28	Proyecto	102.13	2.00	204.26	3.00	612.78
3.00	Carmen	Sub Nivel 29	Proyecto	81.65	2.00	163.30	3.00	489.90
4.00	Carmen	Sub Nivel 30	Proyecto	113.05	2.00	226.09	3.00	678.27
TOTAL				368.16	2.00	736.31	3.00	2,208.94

Tabla 8: Mineral a recuperar Block 02

NRO	VETA	LABOR	MINERAL	AREA (m2)	Potencia Veta (m)	Metros Cubicos (m3)	Densidad Mineral	TMS
1.00	Carmen	Sub Nivel 29	Proyecto	23.83	2.00	47.65	3.00	142.95
2.00	Carmen	Sub Nivel 28	Proyecto	70.29	2.00	140.58	3.00	421.74
3.00	Carmen	Sub Nivel 29	Proyecto	64.79	2.00	129.57	3.00	388.71
4.00	Carmen	Sub Nivel 30	Proyecto	99.58	2.00	199.17	3.00	597.50
TOTAL				258.48	2.00	516.97	3.00	1,550.90

Tabla 9: Mineral a recuperar Block 03

NRO	VETA	LABOR	MINERAL	AREA (m2)	Potencia Veta (m)	Metros Cubicos (m3)	Densidad Mineral	TMS
1.00	Carmen	Sub Nivel 16	Proyecto	50.95	2.00	101.91	3.00	305.73
2.00	Carmen	Sub Nivel 17	Proyecto	35.19	2.00	70.39	3.00	211.16
3.00	Carmen	Sub Nivel 18	Proyecto	68.81	2.00	137.63	3.00	412.89
4.00	Carmen	Sub Nivel 19	Proyecto	116.56	2.00	233.11	3.00	699.34
5.00	Carmen	Sub Nivel 20	Proyecto	22.98	2.00	45.95	3.00	137.85
TOTAL				294.49	2.00	588.99	3.00	1,766.97

Tabla 10: Cuadro mineral a recuperar Block 04

NRO	VETA	LABOR	MINERAL	AREA (m2)	Potencia Veta (m)	Metros Cubicos (m3)	Densidad Mineral	TMS
1.00	Carmen	Sub Nivel 17	Proyecto	21.58	2.00	43.16	3.00	129.48
2.00	Carmen	Sub Nivel 18	Proyecto	28.01	2.00	56.01	3.00	168.04
3.00	Carmen	Sub Nivel 19	Proyecto	90.77	2.00	181.55	3.00	544.64
4.00	Carmen	Sub Nivel 20	Proyecto	37.90	2.00	75.80	3.00	227.40
5.00	Carmen	Sub Nivel 21	Proyecto	12.13	2.00	24.27	3.00	72.81
TOTAL				190.39	2.00	380.79	3.00	1,142.37

Tabla 11: Resumen mineral a recuperar veta Carmen

NRO	VETA	LABOR	MINERAL	AREA (m2)	Potencia Veta (m)	Metros Cubicos (m3)	Densidad Mineral	TMS
1.00	Carmen	BLOCK 01	Proyecto	368.16	2.00	736.31	3.00	2,208.94
2.00	Carmen	BLOCK 02	Proyecto	258.48	2.00	516.97	3.00	1,550.90
3.00	Carmen	BLOCK 03	Proyecto	294.49	2.00	588.99	3.00	1,766.97
4.00	Carmen	BLOCK 04	Proyecto	190.39	2.00	380.79	3.00	1,142.37
TOTAL				1,111.53	2.00	2,223.06	3.00	6,669.18

Tabla 12: Resumen mineral a recuperar veta Raquel

NRO	VETA	LABOR	MINERAL	AREA (m2)	Potencia Veta (m)	Metros Cubicos (m3)	Densidad Mineral	TMS
1.00	Raquel	BLOCK 01	Proyecto	775.60	2.00	1,551.20	3.00	4,653.59
2.00	Raquel	BLOCK 02	Proyecto	1,292.32	2.00	2,584.64	3.00	7,753.92
3.00	Raquel	BLOCK 03	Proyecto	242.55	2.00	485.10	3.00	1,455.31
TOTAL				2,310.47	2.00	4,620.94	3.00	13,862.81

Tabla 13: Resumen mineral a recuperar

NRO	VETA	LABOR	Potencia Veta (m)	Metros Cubicos (m3)	Densidad Mineral	TMS
1.00	Raquel	BLOCK 01,02 y 03	2.00	4,620.94	3.00	13,862.81
2.00	Carmen	BLOCK 01,02,03 y 04	2.00	2,223.06	3.00	6,669.18
TOTAL			2.00	6,844.00	3.00	20,531.99

Fuente: Geología

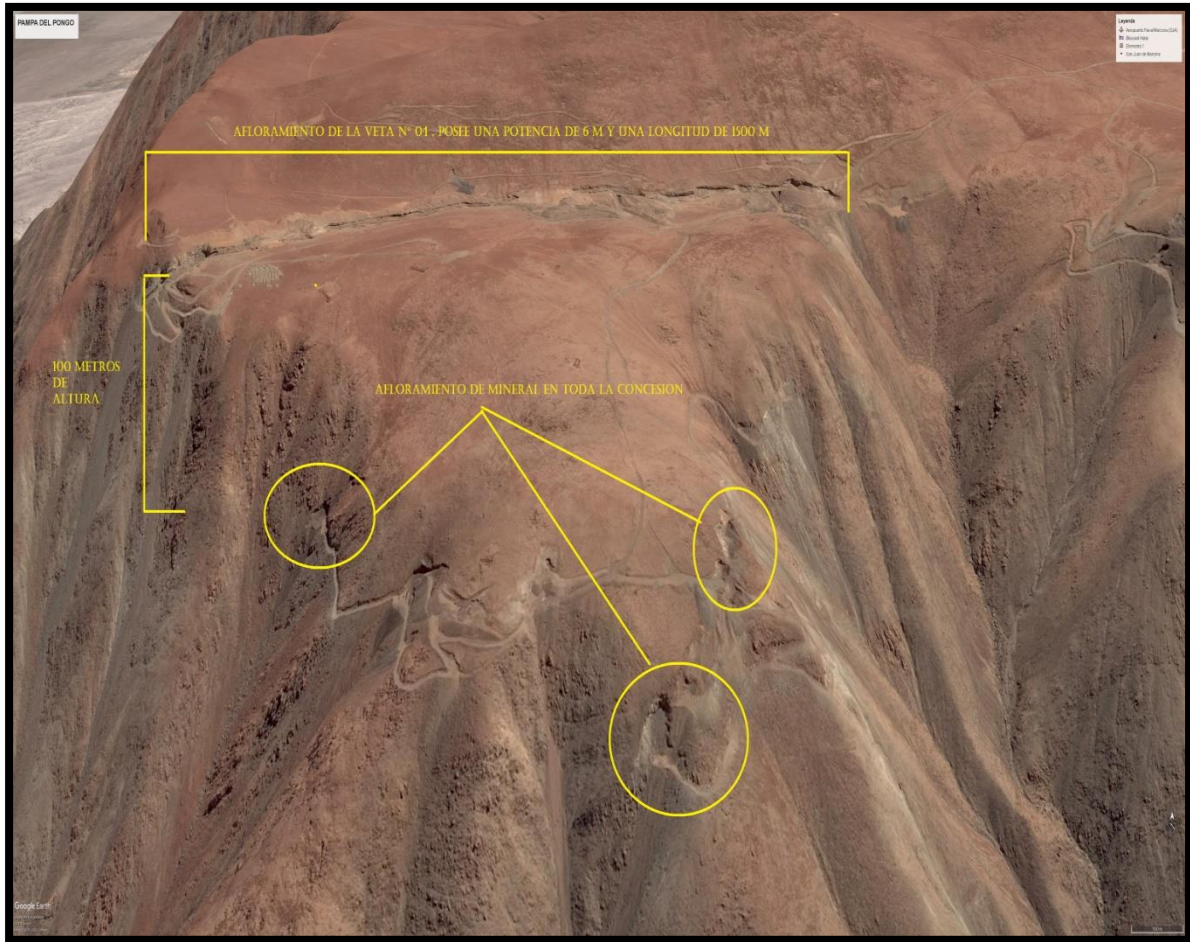


Figura 4: Localización de veta Raquel

Fuente: Propio del tesista

3.8. Minería

3.8.1. Ciclo de minado

3.8.1.1. Perforación

Es la operación unitaria fundamental del ciclo de minado. Después de realizar un buen desatado, se procede al marcado de la línea centro (eje), línea de gradiente y finalmente el pintado de la malla, a continuación se realiza la conexión agua, energía eléctrica que lo realiza el operador y ayudante del Equipo Mini Jumbo Muki, luego se inicia con la perforación que consiste en penetrar la roca creando aberturas cilíndricas o llamados taladros, estos deben mantener un buen paralelismo entre taladros y deben quedar

limpios (barrido), el objetivo de la perforación es hacer taladros cilíndricos para cargar mezclas explosivas y detonarlas para fragmentar la roca (J. Calvin, 1998).

En el caso de los Tajeos, una vez rellenado el tajeo se procederá al ingreso del equipo Mini jumbo “MUKI” para realizar la perforación del ala, este proceso se realizará en retirada desde la progresiva 60 a la progresiva 0, por medidas estrictamente de seguridad (No se expone al personal de perforación en la línea de fuego).

El primer paso es el pintado cuadrangular de la malla de perforación con un Burden y espaciamiento de 0,80 m. x 0,80 m. (de acuerdo a evaluación geomecánica), el siguiente paso es el posicionamiento de la máquina para la conexión de agua y electricidad, se desplazan las gatas para mejorar sus estabilidad y se procede con la perforación en el tajeo, el ritmo promedio de perforación por taladro de 8' es aproximadamente 0:54 segundos, (Plan minado de la Compañía Minera).



Figura 5: *Marcado de la malla de perforación*

Fuente: Elaboración propia del investigador

En la fotografía se muestra a nuestros colaboradores realizando el marcado de la malla de perforación que consiste en burden de 0.80 m y espaciamiento de 0.80 m esto de acuerdo al diseño de voladura que se realizó para la recuperación del puente de mineral.



Figura 6: *Perforación en Uper con Equipo mini jumbo Muki*

Fuente: *Elaboración propia del investigador*

En la imagen podemos observar la perforación en Uper (perforación con un ángulo de inclinación de 75° esto depende del buzamiento de la veta) y realiza el equipo Mini Jumbo Muki de acuerdo al diseño de la malla de perforación tal como se muestra en la fotografía.

3.8.1.2. Voladura

La cantidad de taladros será determinada de acuerdo a la potencia de la veta, efectuándose de dos maneras:

En ambos casos conservando el paralelismo y profundidad de los taladros para dar una mayor uniformidad al techo y cajas del tajeo, para así evitar en lo posible diluir el mineral. Como explosivo se utilizará la dinamita, emulsiones, ANFO y como accesorios: carmex (mecha ensamblada: fulminante, mecha lenta y conector), faneles, fulminantes eléctricos, cordón detonante, así como mecha rápida.

Para un buen control de la voladura, se necesita cuantificar y controlar las variables, permitiendo esto obtener una buena fragmentación.

Variables no controlables:

- Características geomecánica del macizo rocoso.
- Geología Local, Regional y estructural.
- Hidrología y condiciones climatológicas.

Variables controlables:

- Geométricas, (Burden, Espaciamiento, diámetro, longitud de taladros).
- Físico-Químicas (Densidad, velocidad de detonación, volumen de la Mezcla explosiva).

La voladura que se realiza es por tramos perforados cada 10 m, con agente de voladura Anfo seco y en algunos casos se realiza con pura emulsión esto dependerá mucho del tipo de terreno con el que se trabaja y el cebo es preparado con Emulsión más fanel.

Las cantidades por disparo se van afinando de acuerdo a condiciones de la roca encajonante y el mineral, así mismo el rendimiento por guardia que se quiera alcanzar.

Este trabajo se lleva a cabo con personal especializado y el carguío de voladura debe ser de acuerdo a la secuencia de salida diseñado por el área de perforación y voladura de la Compañía Minera.



Figura 7: *Carguío de Voladura*

Fuente: Elaboración propia del investigador

Nota: En la figura 8, se muestra el frente de disparo con la carga explosiva por taladro en la cual se utiliza agente de explosivo Anfo, emulsión, fanel periodo corto de 3 metros, pentacord, carmex y mecha rápida.



Figura 8: *Fragmentación de Mineral*

Fuente: Elaboración propia del investigador

Nota: En la figura 9, se muestra la fragmentación después de la voladura.

3.8.1.3. Limpieza y acarreo

La limpieza y acarreo de mineral se lleva a cabo con scooptram de 2,5 yd³ de operación telemando, hacia los echaderos de mineral situadas en la rampa basculante. En el nivel 4230 m.s.n.m. que se encuentra la tolva electrohidráulica que sirve para el carguío de mineral y luego trasladar mediante volquetes Volvo de 25 TM, hasta la cancha de mineral ubicados en la superficie.

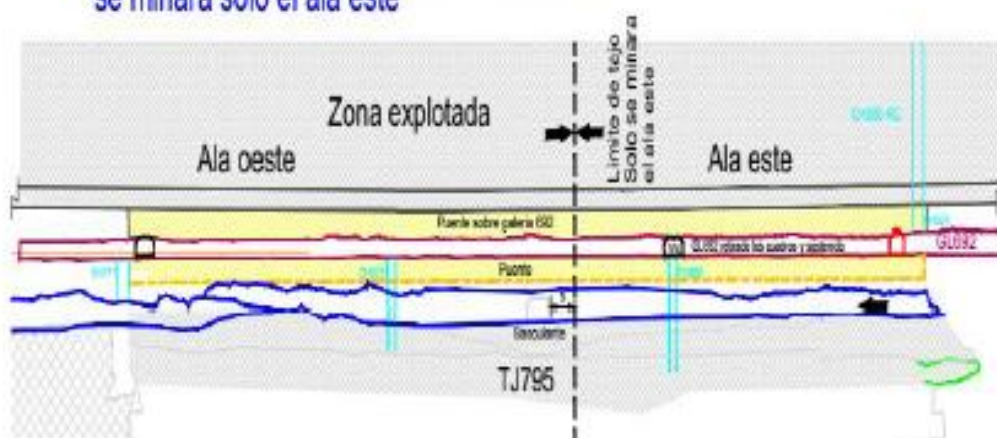


Figura 9: Equipo Scoop de 2.5 yardas relleno de área disparada

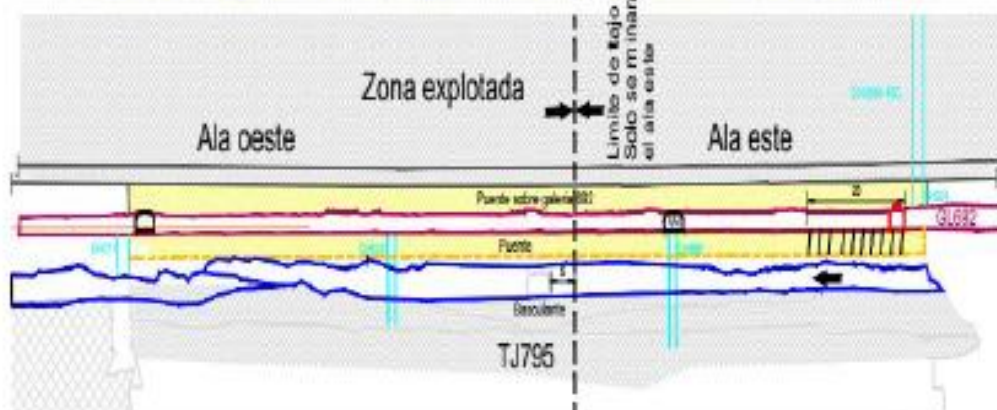
Fuente: Propia del Investigador

El relleno detrítico es por el cruce 938 y se realiza una vez concluido la limpieza de mineral todo el tramo disparado esto también nos servirá para estabilizar la caja techo y piso del tajeo dicho trabajo se realiza con equipo scooptram de operación telemando tal como se muestra en la fotografía.

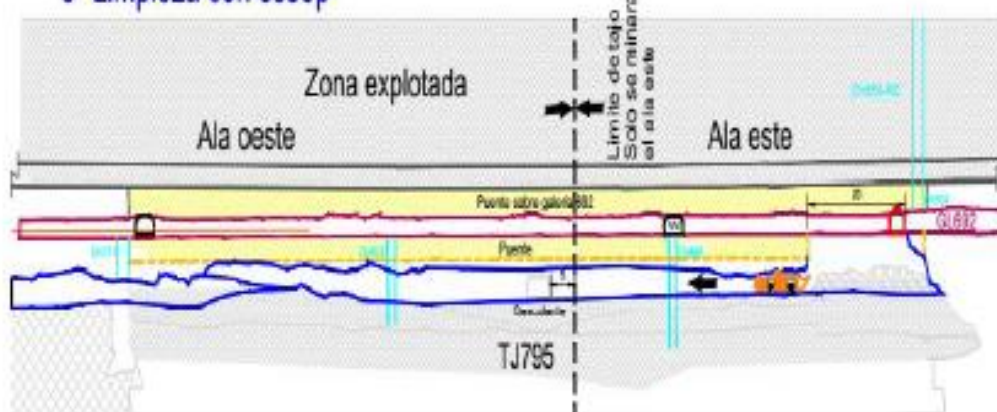
1- Habilitar GL692 sostener y desarrollar el CX938 se minara solo el ala este



2- Perforacion y voladura en Upper desde el TJ-795 en retirada con Muki



3- Limpieza con scoop



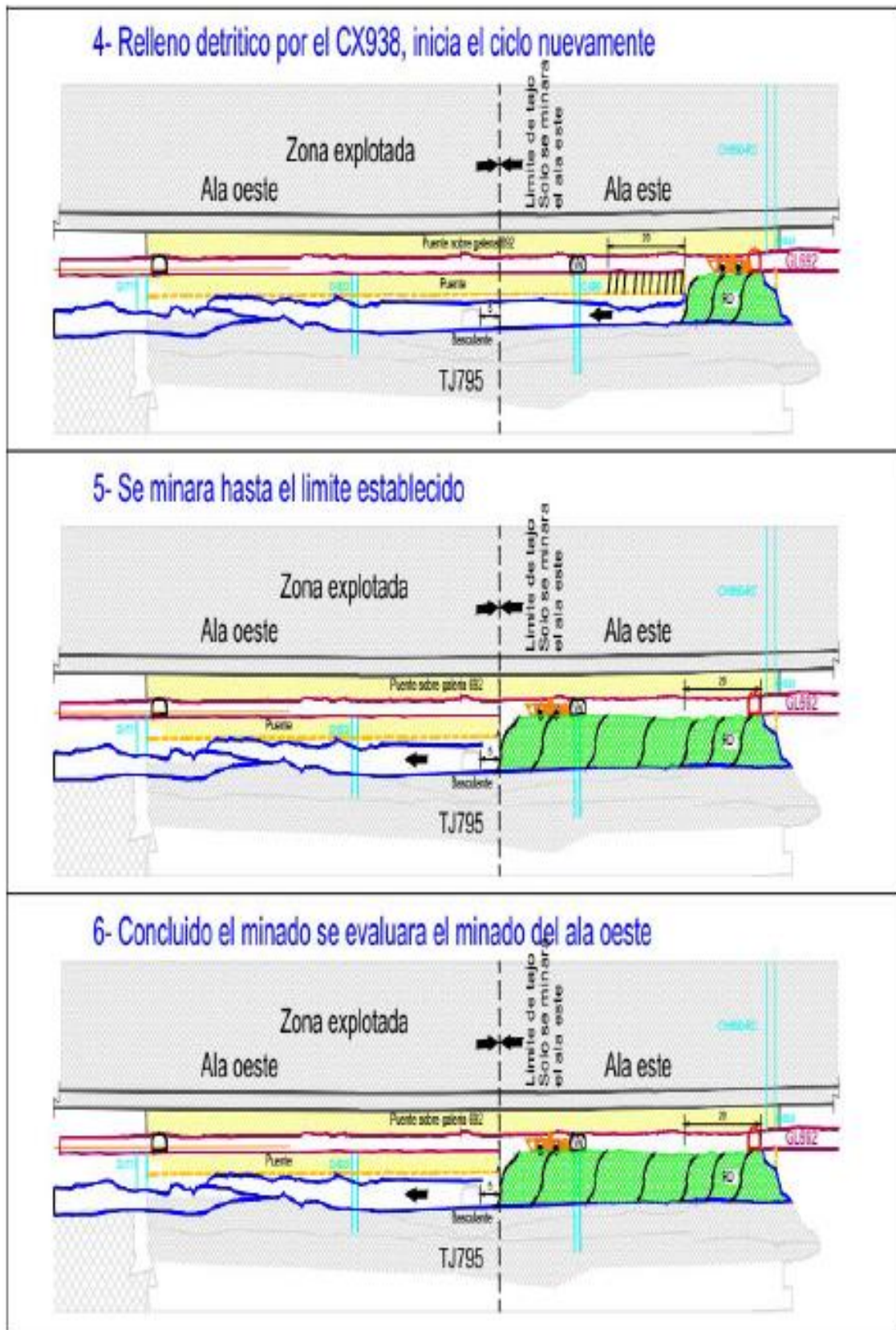


Figura 10: Imagen de explotación corto y relleno ascendente

3.9. Características geomecánicas

Resistencia a la compresión. - La identificación se determinó mediante el martillo de geólogo de manera empírica, donde la roca se rompe con varios golpes.

Resistencia Compresión: 250 MPa.

Valorización: 12

Índice de la calidad de roca RQD. - En una longitud de 100 m lineales se identificaron 1100 discontinuidades.

$$\lambda = 1100 / 100 = 11 \text{ disc/m}$$

$$\text{RQD (\%)} = 100 \times e^{-0.1 \cdot 11} \times (0.1 \cdot 11 + 1) = 69.9\%$$

Tabla 14: Rmr de bieniaswki de 1989

A. PARAMETROS DE CLASIFICACION Y SUS VALORES									
PARAMETRO			RANGO DE VALORES						
1	Resistencia del material de la roca intacta	Índice de resistencia bajo carga puntual	>10 Mpa	4-10 Mpa	2-4MPa	1-2 Mpa	Para este bajo rango es preferible un ensayo de compresion simple		
		Resistencia a la compresion simple	>250 Mpa	100-250 MPa	50-100 MPa	25-50 MPa	5-25 MPa	1-5 MPa	<1 Mpa
	Puntuación		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD(%)		90-100	75-90	50-75	25-50	<25		
	Puntuación		20	17	13	8	3		
3	Espacio entre discontinuidades		>2 m	0.5-2 m	200-600 mm	60-200 mm	<60 mm		
	Puntuación		20	15	10	8	5		
4	Agua subterránea	Flujo por 10 m de longitud del tunel (L/m)	Ninguna	>2 m	Oct-25	25-125	>125		
		(Presion de agua en las juntas)/ (principal mayor)	0	<0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
	Condiciones generales		Completamente seco	Húmedo	Mojado	Goteando	Fluyendo		
	Puntuación		15	10	7	4	0		

B. LINEAMIENTOS PARA CLASIFICACION DE LAS CONDICIONES DE DISCONTINUIDAD					
Longitud de discontinuidad (Persistencia)	<1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	>20 m
Puntuación	6	4	2	1	0
Separacion (apertura)	Ninguna	<0.1 mm	0.1-1.0 mm	1-5 mm	>5 mm
Puntuación	6	5	4	1	0
Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente Rugosa	Lisa	Pulida
Puntuación	6	5	3	1	0
Relleno (relleno de falla)	Ninguna	Relleno duro< 5mm	Relleno duro> 5mm	Relleno blando< 5mm	Relleno blando>5mm
Puntuación	6	4	2	2	0
Meteorización	No meteorizada	Ligeramente meteorizada	Moderadamente meteorizada	Altamente meteorizada	Descompuesta
Puntuación	6	5	3	1	0

Fuente: Bieniaswki 1985

El RMR sin corrección por la orientación de las discontinuidades:

$$\text{RMR} = 73$$

Dirección de excavación es a favor de orientación de las discontinuidades con ángulo promedio de 45°. El cual nos indica restar 2, donde RMR corregido es:

$$\text{RMR} = 73 - 2 = 71$$

3.9.1. Diseño de la Malla de Perforación

La distribución de los taladros está en función de Burden, Espaciamiento y la profundidad de los taladros.

El diseño de la malla de perforación empleada en el Tj 1590 es cuadrada, cuyo burden se determinó con modelo matemático de Pearse.

$$B = K_v * 10^{-3} * D * \left(\frac{P_d}{G_t}\right)^{0.5} \quad (\text{Ecuación})$$

Donde:

B: Burden (m)

D: Diámetro del taladro en (mm)

Pd: Presión de detonación del explosivo en (Kg/cm²)

Kv: Constante, que depende de las características de la roca (0.7 a 1.0)

Gt: Resistencia a la tracción de la roca en Kg/cm².

Datos:

D: 38 mm

Kv: 0.8

Pd anfo: 55 Kbar

Gt: 80 kg/cm²

Reemplazando en la ecuación

$$B = 0.8 * 10^{-3} \times 38 \times \left(\frac{56084}{80}\right)^{0.5}$$

$$B = 0.80 \text{ m}$$

Espaciamiento:

$$E = 1 * B$$

$$E = 1 * 0.80 = 0.80 \text{ m}$$

CAPITULO IV

EVALUACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA DE RECUPERACION DE PUENTES DE VETAS EN LA UNIDAD MINERA RAQUEL

4.1. Evaluación técnica de la recuperación de puente

4.1.1. Descripción de recuperación de los puentes de veta

La mina cuenta con una estructura mineralizada principal llamada Veta Raquel y Veta Carmen tiene contenidos de Au y Cu, la longitud del tajeo es de 400 m, altura de puente 3.0 m. se tiene la Chimenea de Echadero de Mineral y al otro lado la Chimenea de echadero de desmonte, las cuales estarán conectadas desde galería inferior principales hasta galería principal superior.

La dimensión de galería de 2.40 m. x 2.40 m. las Chimeneas de OP y FP serán. La Chimenea Ore Pass será de 1,5 m. x 1,5 m. y serán levantadas conforme avanza el minado. La chimenea Fil pass serán de 2,4 m. x 1,20 m. y una longitud de 90 m.

La recuperación de los puentes de veta, se realizará con equipo perforadora Mini Jumbo Muki, la limpieza se realizará con scoop de 2.5 yd³.

4.2. Cálculo de tonelaje de recuperación de mineral

4.2.1. Cubicación de puente de mineral de las vetas Carmen y Raquel

Los resultados fueron analizados en La Unidad Minera FERCAR S.A.C.;

El cálculo de tonelaje se realiza empleando la siguiente formula

Longitud de tajeo (Lt)

Potencia de veta (Pv)

Altura de Corte (H)

Densidad mineral (Dm)

Tonelaje roto = Lt x Pv x H x Dm (TM)

Tabla 15: Cuadro de resumen mineral a recuperar

NRO	VETA	LABOR	Potencia Veta (m)	Metros Cubicos (m3)	Densidad Mineral	TMS
1.00	Raquel	BLOCK 01,02 y 03	2.00	4,620.94	3.00	13,862.81
2.00	Carmen	BLOCK 01,02,03 y 04	2.00	2,223.06	3.00	6,669.18
TOTAL			2.00	6,844.00	3.00	20,531.99

4.2.2. Reservas probadas de los puentes de vetas

Tabla 16: Estimación de reservas de recuperación de puentes de mineral

VETAS	LABOR	CANTIDAD (Tm)	POTENCIA (m)	LEYES	
				Au (Onz/tn)	Cu (%)
RAQUEL	Tj: 01,02 y 03	13,862.81	2.0	1.1	4.0
CARMEN	Tj: 01,02,03 y 04	6,669.18	2.0	1.0	5.0
TOTAL DE RESERVA		20,531.99	2.0	1.05	4.5

Fuente: Elaboración Propia

4.2.3. Valoración económica

Cálculo de ley equivalente (Le) Cu – Au.

$$P.Cu = 2.7 \text{ US\$/lb} * 2204 \text{ lb/1ton} = 5,953.5 \text{ US\$/Ton}$$

P.Au = 1400 US\$/Oz * 1Oz/31.1g * 10⁶g/1ton = 450,16077.17 US\$/Ton.

Ley Eq. = 1.05 Onz/ton Au + 4.5(5953.5*0.90)/45016077.17

Ley Eq. = 1.051 Onz Au.

Cálculo de cantidad de Oro: 20,531.99 TM * 1.051 = 21,579.12 Onz Au

Recuperación de planta (90%): 21,579.12*0.9 = 19421.20 Onz Au

Recuperación Refinería (95%): 19,421.20*0.95 = 18,450.15 Onz Au

Valor económico bruto de Au: 18,450.15 Onz * 1400 \$/Onz = **25, 830,208.42 \$**

4.3. Plan de minado

4.3.1. Procedimiento de recuperación de las vetas

1. El minado se realiza en retirada. Desde el tope del ala este la progresiva 0.
2. Chimenea de tope del ala este está conectada hasta la galería superior, cual nos servirá de cara libre.
3. Como medida de control por seguridad la perforación se realiza en forma vertical con ángulo de inclinación de acuerdo al buzamiento de la veta, y se realiza con equipo mini jumbo Muki para no exponer en peligro al personal en el área de trabajo.
4. El carguío se realiza por personal altamente capacitado y entrenado, y la voladura es por tramos de hasta de 10 metros y por ningún motivo se realiza toda el ala del tajeo
5. El operador de equipo Scooptram 2,5 yd³ de operación telemando podrá realizar la limpieza de mineral desde el refugio ubicado en el ala este del tajeo.
6. El sostenimiento será previa evaluación de Geomecánica en campo según cómo se presente el terreno.
7. El relleno detrítico se echará por el nuevo acceso Cx 938 que se ejecutará para este fin de esta manera el relleno actuará como soporte para estabilizar la labor.

4.4. Costos de perforación

López J. (1994), el costo de perforación se suele expresar por metro perforado utilizando la formula.

$$CT = \frac{CA+CI+CM+CO+CE+CL}{VM} + CB$$

Donde:

Costes Indirectos

CA: Amortización (US\$/h)

CI: Intereses y seguros (US\$/h)

Costes directos

CM: Mantenimiento y reparación (US\$/h)

CO: Mano de obra (US\$/h)

CE: Combustible o energía (US\$/h)

CL: Aceites, grasas y filtros (US\$/h)

CB: Varrillas, bocas y adaptadores (US\$/h)

VM: Velocidad media de perforación (m/h)

4.4.1. Cálculo de costos horarios equipos de mina

(CLEMENTE Y. et all), “la importancia de cálculo de los costos horarios de operación de los equipos, con la finalidad de optimizar el rendimiento en los trabajos, por ello se determina costos horarios de perforadora Stoper y Mini Jumbo.

4.4.1.1. Costo de posesión

Ser propietario de un equipo o maquinaria, representa un costo permanente, independiente al trabajo que puede ejecutar el equipo.

Depreciación (D)

La máquina al trabajar se desgasta por lo tanto se devalúa, tanto así que aún no trabaje la maquinaria se devalúa; para cubrir esta devaluación progresiva, está la depreciación (anual, mensual, diaria u horario).

$$D = \frac{Va - Vr}{VEU}$$

Dónde:

D: Depreciación hora de trabajo (US\$/h)

Va: Valor de adquisición (US\$)

Vr: Valor residual o valor de recuperación (US\$).

VEU: Vida económica útil expresada en horas (h).

Valor de adquisición (Va)

Es el precio actual en el mercado, la cotización está incluido el precio de la unidad puesta en el puerto de embarque (FOB) más los gastos de embarque, fletes y desembarque en el puerto de callao (CIF – CALLAO) pagos de derechos Ad – Valoren, derechos portuarios de almacenaje y transporte hasta el depósito del propietario (Maccha V., 2018).

Valor de rescate (Vr):

Valor de reventa que tendrá la maquinaria al final de su vida económica. Generalmente fluctúa entre 10 a 20% del valor de adquisición.

Vida económica útil (Ve):

Periodo donde la maquina trabaja con un rendimiento económicamente justificable. A medida que pasan los años del uso de la máquina, la productividad tiende a disminuir y por ende los costos de operación van en aumento, como consecuencia aumentos los gastos de mantenimiento y reparación.

Interés del capital invertido (I): El empresario paga su equipo al contado, debe incluir los intereses de esa inversión, por lo que cualquier capital invertido en otro negocio producen dividendos, la tasa de interés anual es 9.7%.

$$I = \frac{i * I.M.A}{H.O.A}$$

Dónde:

i: Tasa vigente anual de interés (%)

I.M.A.: Inversión media anual (US\$/h)

$$I.M.A. = (N+1) / 2N \times Va$$

N: Vida económica útil (años)

Va: Valor de adquisición (US\$)

Seguros y almacenaje

Seguros: varían al tipo de maquinaria y los riesgos que deben cubrir durante su vida económica. Este cargo existe tanto en el caso de la maquinaria se asegure con una compañía de seguros.

Almacenaje: este costo es ocasionado por la permanencia del equipo en talleres centrales y custodia, cual se estima el 1.5%.

$$S - A = \frac{(S+alm) * I.M.A}{H.O.A}$$

S: Prima anual por seguro 3.5%

Alm.: porcentaje por almacenaje 1.5%

H.O.A: horas operadas por año (h)

Entonces.

$$S - A = \frac{(0.05) * I.M.A}{H.O.A}$$

Dónde:

I.M. A: Inversión media anual (US\$/h)

H.O. A: Horas operativas por año (h)

COSTO DE OPERACIÓN

4.4.1.2. Costo de operación

Mantenimiento y reparación

$$MR = \%MR \frac{Va - Vn}{Ve}$$

Dónde:

MR = Costo de mantenimiento y reparación (US\$)

% MR = Porcentaje de Mant. y Rep. (%)

Va = Valor de adquisición (US\$)

Vn = Valor de los neumáticos (US\$)

Ve = Vida económica en horas (h)

Neumáticos (N): es complejo determinar la vida útil de los neumáticos puestos que la misma se ve influenciada por múltiples condiciones operativas, tales como la velocidad, pendiente, superficie, curvas etc.

$$N = \frac{Vn}{Vu}$$

Dónde:

Vn: Costo de los neumáticos (US\$)

Vu: Vida útil de los neumáticos en horas (h)

Reparación de neumáticos (RN)

Es el margen de seguridad al costo de reposición de los neumáticos.

$$RN = \%RN * N$$

RN: Costo de reparación de los neumáticos (US\$)

% RN: Factor de reparación de los neumáticos (%)

N: Costo de reposición de los neumáticos (US\$)

Combustible (CC):

Se basan en los precios locales y en el nivel de consumo de combustible motor. Todo depende de la potencia y ciclo tarea del motor. El nivel de consumo de un tipo de vehículo

se halla multiplicando la potencia bruta del motor por el consumo nominal de combustible (0.06 Gal. /HP Hora) y por el porcentaje del ciclo de trabajo (Maccha V.; 2018)

$$CC = CH * \text{Costo/gal}$$

$$CH = \text{Potencia (HP)} \frac{0.06 \text{ Gal}}{\text{HP*Hora}} * \%CT$$

Donde:

CH: consumo horario

%CT: % ciclo de trabajo

Lubricantes:

es el costo total de consumo de los diferentes aceites:

Aceite de motor, aceite para controles hidráulicos de transmisión grasas, el consumo está en relación a la capacidad de la máquina y mantenimiento periódico que se aplica.

$$CL = \text{Costo de lubricante} + \text{costo de grasa}$$

Para hallar el costo horario de lubricantes se considera la tabla, de los principales productores de lubricantes (Maccha V. 2018).

Filtros:

es el costo que genera el cambio de los filtros, tales como: filtro de petróleo, aceite, aire y líquidos hidráulicos, según requerimiento de la máquina. Se estima el 20% de combustible y lubricantes.

$$F = 0.2 (CC + CL)$$

Operador:

El costo de operador se considera el índice salarial local donde la maquina operara. Al costo del operador debe considerar las leyes sociales y beneficios sociales.

Gastos generales y utilidades:

Según resolución ministerial del ministerio de transportes y comunicaciones se adicionara al costo de alquiler por los siguientes conceptos y porcentajes.

Gastos generales 5%

Utilidades 5%

Se considera los gastos correspondientes a la administración, instalación, equipamiento de talleres, personal de vigilancia y control, vehículos para el transporte y servicio del equipo, sueldos de los supervisores, personal de oficina y encargado de obtención de repuestos.

Estos gastos y utilidades son aplicables solo para equipos en alquiler a fin de percibir una utilidad razonable, algunos estiman en un 20% del costo directo (Maccha V. 2018)

4.5. Perforación y estudio de tiempos de los equipos

4.5.1. Perforación con la perforadora stoper

La perforación de taladros en realce con Stoper, cálculo de estudio del tiempo.

Tabla 17: Eficiencia de perforación con la perforadora Stoper

DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTOS
Tiempo promedio de perforación por taladro	min	00: 04:56
Velocidad promedio de perforación	m/min	0.39
Rendimiento	N° Tal.	12
Longitud efectiva de perforación	m	2.06
Eficiencia de perforación	%	85.83%

Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Perforación con mini jumbo muki

La perforación de los taladros de realce, con el Mini Jumbo Muki con cálculo del estudio de tiempos.

Tabla 18: Eficiencia de perforación del mini Jumbo Muki

DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTOS
Tiempo promedio de perforación por taladro	min	00: 01:38
Velocidad promedio de perforación	Pies/min	5.08
Rendimiento	Nº Tal.	38
Longitud efectiva de perforación	m	2.28
Eficiencia de perforación	%	94.81%

Fuente: elaboración propia

4.6. Determinación del costo de perforación

4.6.1 Determinación del costo de stoper

Tabla 19: Cálculo de costo horario con Stoper

		Unidad Minera Raquel – Empresa FERCAR S.A.C.		
		PROYECTO RECUPERACION DE PUENTES		
		ELABORADO POR:	F.E.B.	ELABORADO: NOVIEMBRE 2020
Vt	Valor adquisición (US\$):	5,200		
Ve	Vida económica (Pies):	100,000		
				<u>US\$ / Pp.</u>
	DEPRECIACION DE LA MAQUINA PERFORADORA:	Vt. / Ve.		0.05
	MANTENIMIENTO Y REPUESTOS:	85 % Vt / Ve		0.04
	COSTO DE LUBRICANTES:			0.01
	<i>Consumo de aceite</i>	0.24		
	<i>Cantidad de taladros</i>	58		
	<i>Longitud de taladro</i>	8 Pies		
	<i>Eficiencia</i>	85%		
	<i>Consumo aceite gl/pie</i>	0.0006		
	<i>Costo aceite \$/gl</i>	13.20		
COSTO MAQUINA PERFORADORA PP				0.10

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20: Cálculo de costo del uso de implementos de seguridad

ITEM	Costo de Implemento de Seguridad	Precio Unitario Dolar	Vida Util (tarea)	Cantidad Por H - Gdia.	Costo por H/Gdia. U\$\$/.
1	Casco tipo sombrero c/porta lamp.	11.75	240.00	1.00	0.05
2	Casco tipo jockey c/porta lamp.	11.75	240.00	1.00	0.05
3	Tafilete de protección	4.91	90.00	1.00	0.05
4	Barbiquejo	0.36	40.00	1.00	0.01
5	Tapón de oídos	1.30	40.00	1.00	0.03
6	Lentes de seguridad	2.52	20.00	1.00	0.13
7	Respirador Silicona 3M	20.64	40.00	1.00	0.52
8	Filtro para respirador 3M	5.43	10.00	2.00	1.09
9	Guantes de Cuero Volteado	3.02	10.00	1.00	0.30
10	Mameluco de trabajo	26.00	180.00	1.00	0.14
11	Guantes de Neopreno	5.87	10.00	1.00	0.59
12	Saco de jebe	11.10	60.00	1.00	0.19
13	Pantalón de jebe	9.86	60.00	1.00	0.16
14	Correa de seguridad	2.12	180.00	1.00	0.01
15	Botas de jebe	21.05	180.00	1.00	0.12
16	Chaleco Reflectivo	15.00	180.00	1.00	0.08

Costo de EPPs.en Perforación y Voladura	3.38
Costo de EPPs.en Sostenimiento	2.45
Costo de EPPs de Operador de los equipos	2.45

Tabla 21: Cálculo de costo de herramienta y materiales

Descripcion	Unidad	Precio Unitario Dólar	Vida Útil (tarea)	Cantidad Requerida	Costo Por Disparo U\$\$/.
PERFORACION					
Llave Stilson de 14"	Und	18.00	360.00	1.00	0.05
BARRETILLAS DE ALUMINIO 4"	Und	19.13	60.00	2.00	0.64
BARRETILLAS DE ALUMINIO 6'	Und	20.57	60.00	2.00	0.69
BARRETILLAS DE ALUMINIO 8'	Und	25.30	60.00	2.00	0.84
BARRETILLAS DE ALUMINIO 10'	Und	29.70	60.00	2.00	0.99
BARRETILLAS DE ALUMINIO 12'	Und	34.32	60.00	2.00	1.14
Llave francesa 14"	Und	31.00	360.00	1.00	0.09
Pico de punta y pala	Und	7.00	90.00	2.00	0.16
Lampa	Und	7.00	60.00	2.00	0.23
Comba 6 Lbs	Und	12.00	90.00	1.00	0.13
Flexometro	Und	3.99	60.00	3.00	0.20
Pintura Spray	Und	4.00	4.00	1.00	1.00
Atacador	Und	3.00	15.00	4.00	0.80
CINTA BANDIT 1/2	M	1.00	1.00	1.00	1.00
CINTA BANDIT 3/8	M	0.97	1.00	1.00	0.97
GUIADOR DE MADERA 7/8 X 1.50 MTS	Und	2.28	30.00	3.00	0.23

Tabla 22: Cálculo de costo de acero de perforación

Descripción	Unidad	Precio Unitario \$	Vida Útil (Pies)	Precio por Disparo
<u>ACEROS DE PERFORACION CON STOPER</u>	Unidad	Precio\$.	Vida Útil	Precio UnitarioU\$\$/.
BARRA CONICA 7/8" X 4 PIES	Und	\$98.48	457.20	0.22
BARRA CONICA 7/8" X 6 PIES	Und	\$79.75	457.20	0.17
BARRA CONICA 7/8" X 8 PIES	Und	\$86.52	457.20	0.19
BROCA BUTTON 7/8" x 38 MM	Und	80.00	213.36	0.37
CONEXIONES DE 1" Y 1/2"	Par	2.11	30.48	0.07
MANGUERA DE JEBE DE 1/2"	Pie	1.13	7,620.00	0.0001
VALVULAS DE 1" Y 1/2"	Par	7.42	30.48	0.24
MANGUERA DE JEBE DE 1"	Pie	2.55	7,620.00	0.01
TOTAL				1.27

Tabla 23: Cálculo de costos por tonelada de producción con stoper

		UNIDAD MINERA RAQUEL - EMPRESA FERCAR S.A.C					
		PROYECTO: RECUPERACION DE LOS PUENTES DE VETA					
		ELABORADO POR :		F.E.B.	ELABORADO: NOVIEMBRE 2020		
Tipo De Roca	Semidura				Explosivos	Dinamita	
Horas por guardia :	8.00	Hr/guardia			PE desmonte Insitu	2.60	t/m³
Long- Barra	8.00	pies	2.4384		Nro Total de Taladros	166	tal / disparo
Longitud Efect. de Perforación	2.07	m	m.		Nro de Tal Alivio 38 mm (Arranque)	0.00	
Ancho de Labor	2.00	m			Nro de Tal Alivio 38 mm (Corona)	0.00	
Longitud de Labor	200.00	m			Nro de Taladros cargado	166	
Burden y Espaciamiento	0.80	x	0.8		Peso Específico Mineral	3.30	kg/m³
Eficiencia de Perforación	0.85	%			Perfor. servicio alcayatas	0.00	Pp
Eficiencia voladura:	0.94	%			Total Pp perforados	1,128.80	Pp
Altura de corte	1.95	m			Cartuchos x Taladro	7.00	Cartuchos
m3 por Disparo	701.38	m3			Explosivos	94.32	Kg/Disp.
Toneladas por disparo	2,314.56	tn			Factor de Potencia	0.04	Kg/t
SEMEXSA 65 7/8 x 7"	0.081	Kg/Cartucho			Factor de carga	48.41	Kg/m
					Rendimiento Scoop 2.2 YD3	0.00	t/h
					Distancia Acarreo	100.00	Mts
ITEM	Descripción	Incidencia	Unidad	P.U.(US\$)	Parcial	SubTotal(US\$/TM)	TOTAL(US\$)
1.00	MANO DE OBRA H/G						
	Perforista	1.29	Tarea	48.20	62.18	0.03	
	Ayudante de perforista	1.29	Tarea	45.80	59.08	0.03	
	Bodeguero	0.33	Tarea	42.01	14.00	0.01	
	Capataz	0.33	Tarea	51.30	17.10	0.01	
							0.07
2.00	ACEROS DE PERFORACION						

	Accesorios de perforación	1128.80	PP.	1.27	1433.58	0.62	0.62
3.00	EPP						
	EPP Perforista	1.29	Tarea	3.38	4.36	0.002	
	Ayudante de Operador	1.29	Tarea	3.38	4.36	0.002	
	Bodeguero	0.33	Tarea	3.38	1.13	0.0005	
	Capataz	0.33	Tarea	3.38	1.13	0.0005	0.005
4.00	HERRAMIENTAS Y MATERIALES						
	HERRAMIENTAS Y MATERIALES	1.00	Tarea	9.16	9.16	0.004	0.004
5.00	EQUIPOS						
	LAMPARA MINERA CON CARGADOR	3.25	Tarea	0.55	1.79	0.001	
	MAQUINA PERFORADORA STOPER	1128.80	Pp	0.13	146.74	0.063	
	VENTILADOR DE 30,000 CFM	1.50	H/m	4.59	6.88	0.003	
	GRUPO ELECTROGENO ENERGIA DE 60KW	3.80	H/m	60.00	228.00	0.10	
	LOCOMOTORA + CARROS MINEROS U-35	4.00	H/m	107.90	431.60	0.19	
	SCOOP DE 2.2 YD3	4.00	H/m	124.73	498.92	0.22	0.57
6.00	EXPLOSIVOS						
	SEMEXSA 65 7/8 x 7"	1162.00	Unid.	0.23	267.26	0.12	
	Det. Ensamblados 7' Carmex	166.00	Unid.	0.65	107.90	0.05	
	Mecha Rápida	57.90	M	0.56	32.42	0.01	
	COSTO DE EXPLOSIVOS						0.18
	COSTO DIRECTO						1.44
TOTAL US\$/Ton							1.44

Tabla 24: Cálculo de costo horario mini Jumbo Muki

		Unidad Minera Raquel – Empresa FERCAR S.A.C.		
		PROYECTO RECUPERACION DE PUENTES		
		ELABORADO POR:	F.E.B.	ELABORADO: NOVIEMBRE 2020
		-		
Vt	Valor adquisición (US\$):	280,000	I =	$\frac{(N+1)}{2N} * N * Vt * i$
Ve	Vida económica (Hrs)	12,000		Ve
N	Vida económica (años)	5.0		
Vr	Valor rescate	12%	K =	$\frac{(N+1)}{2N} * N$
i	Tasa interés anual	16.0%		Ve
s	Tasa seguro anual	2.0%		
K	Factor (interés)	0.00025		
M	Mantenimiento y Rep.	80% Vt.		
F	Filtros	20% Comb. + Lubr.		
				US\$ / Hr.
DEPRECIACION EQUIPO :		$(Vt. - Vr.) / Ve.$		20.53
INTERESES EQUIPO :		$I = K * Vt * i$		11.20
SEGUROS EQUIPO:		$K * Vt * s$		1.40
MANTENIMIENTO Y REPUESTOS:		80 % Vt / Ve		18.67
TOTAL COSTO HORARIO DE POSICION				51.80
CALCULO DEL COSTO DE OPERACIÓN :				
COMBUSTIBLES				
	Consumo de petróleo por hora	0.25 gl/hr		
	Costo Combustible	4.2 \$/gl	1.05	US\$/hr
LUBRICANTES				
	Consumo Lubricantes / Hora	0.25 gl/hr		
	Costo Lubricantes	6.72 \$/gl.	1.68	US\$/hr
FILTROS				
	Costo Combustible + Lubricante	2.73 \$/gl		
	Costo Filtros :	0.2	0.55	US\$/hr

LLANTAS				
	Costo Juego de llantas	1580	\$	
	Vida útil aprox.	4500	hrs	0.35 US\$/hr
TOTAL COSTO HORARIO DE OPERACIÓN				3.63
COSTO HORARIO DE MINI JUMBO MUKI				55.43 US\$/hr

Tabla 25: Costo de acero de perforación con mini Jumbo Muki

ITEM	Descripción	Unidad	Precio Unitario \$	Vida Útil Pp	Precio por Disparo
	<u>ACEROS DE PERFORACION JUMBO</u>	Unidad	Precio\$.	Vida Útil	Precio UnitarioU\$\$/.
1	BARRA R32 H28 R28 X 8	pza	\$240.60	7,000.00	0.03
2	BROCA BUTTON 7/8"X 38MM	pza	80.00	700.00	0.11
3	Adaptador Pilot R32	pza	190.25	3,000.00	0.06
4	ACOPLAMIENTO P/ BARRA 73143555 T38 R32	pza	74.60	3,500.00	0.02
5	SHANK ADAPTER 7490519185 T38 COP1838	pza	260.00	8,000.00	0.03
TOTAL					0.27

Tabla 26: Cálculo de costos por tonelada de producción

CALCULO DE COSTOS POR TONELADA DE PRODUCCION								
UNIDAD MINERA RAQUEL - EMPRESA FERCAR S.A.C								
PROYECTO : RECUPERACION DE PUENTES								
ELABORADO POR :		F.E.B.	ELABORADO: NOVIEMBRE 2020					
Tipo De Roca	Semidura				Explosivos	Dinamita		
Horas por guardia :	8.00	Hr/guardia			PE desmonte Insitu	2.60	t/m³	
Long- Barra	8.00	pies	2.4384			Nro Total de Taladros	166 tal / disparo	
Longitud Efect. de Perforacion	2.32	m			Nro de Tal Alivio 38 mm (Arranque)	0.00		
Ancho de Labor	2.00	m			Nro de Tal Alivio 38 mm (Corona)	0.00		
Longitud de Labor	180.00	m			Nro de Taladros cargado	166		
Burden y Espaciamiento	0.80	x	0.8			Peso Especifico Mineral	3.20 kg/m³	
Eficiencia de Perforación	0.95	%			Perfor. servicio alcayatas	0.00	Pp	
Eficiencia voladura:	0.90	%			Total Pp perforados	1,261.60	Pp	
Altura de corte	2.08	m			Cartuchos x Taladro	7.00	Cartuchos	
m3 por Disparo	750.54	m3			Explosivos	94.32	kg/Disp.	
Toneladas por disparo	2,401.73	tn			Factor de Potencia	0.04	Kg/t	
SEMEXSA 65 7/8 x 7"	0.081	Kg/Cartucho			Factor de carga	45.24	Kg/m	
					Rendimiento Scoop 2.5 YD3	0.00	t/h	
					Distancia Acarreo	100.00	Mts	
ITEM	Descripción		Incidencia	Unidad	P.U.(US\$)	Parcial	SubTotal(US\$/TM)	TOTAL(US\$)
1.00	MANO DE OBRA H/G							
	Operador de Jumbo		1.29	Tarea	52.18	67.31	0.03	
	Ayudante de Operador		1.29	Tarea	45.39	58.55	0.02	
	Bodeguero		0.33	Tarea	42.01	14.00	0.01	

	Capataz	0.33	Tarea	51.30	17.10	0.01	0.07
2.00	ACEROS DE PERFORACION						
	BARRA CONICA R32 H28 R28 X 8	1261.60	Pp	0.03	37.85	0.02	
	BROCA BUTTON 7/8" x 38 MM	1261.60	Pp	0.11	138.78	0.06	
	ADAPTADOR PILOT R32	1261.60	Pp	0.06	75.70	0.03	
	ACOPLAMIENTO P/ BARRA 73143555 T38 R32	1261.60	Pp	0.02	25.23	0.01	
	SHANK ADAPTER 7490519185 T38 COP1838	1261.60	Pp	0.11	138.78	0.06	0.17
3.00	EPP						
	EPP PERFORACION	3.25	Tarea	3.47	11.26	0.005	0.005
4.00	HERRAMIENTAS Y MATERIALES						
	HERRAMIENTAS Y MATERIALES DE USO DEL OPERADOR	1.00	Tarea	9.16	9.16	0.004	0.004
5.00	EQUIPOS						
	LAMPARA MINERA CON CARGADOR	3.25	Tarea	0.54	1.76	0.001	
	MINI JUMBO MUKI	2.70	H/m	55.43	149.66	0.06	
	VENTILADOR DE 30,000 CFM	1.50	H/m	4.59	6.88	0.003	
	GRUPO ELECTROGENO ENERGIA DE 60KW	3.80	H/m	60.00	228.00	0.09	
	LOCOMOTORA + CARROS MINEROS U-35	4.00	H/m	107.90	431.60	0.18	
	SCOOP DE 2.5 YD3	5.00	H/m	113.94	569.70	0.24	0.58
6.00	EXPLOSIVOS						
	SEMEXSA 65 7/8 x 7"	1162.00	Unid.	0.23	267.26	0.11	
	Det. Ensamblados 7' Carmex	166.00	Unid.	0.65	107.90	0.04	
	Mecha Rápida	57.90	M	0.56	32.42	0.01	
	COSTO DE EXPLOSIVOS						0.17
	COSTO DIRECTO						0.99
TOTAL US\$/TON							0.99

4.7. Cálculo de índice de minado (KPIS)

4.6.1. Análisis comparativo de rendimientos de los equipos de perforación y costos de aceros

El análisis de comparación se realizó en el Tj 950 de longitud 180 m, potencia de veta 2 m, acumulando 352 taladros con equipo Mini Jumbo Muki y el Stoper, cual está en función de rendimientos, consumo de aceros de perforación y el tiempo de demora.

Rendimiento de perforación por hora de los equipos:

Tabla 27: Comparación de equipos por rendimiento y costo de aceros

Descripción	Mini Jumbo	Costo (US\$)	Stoper	Costo (US\$)
N° Taladros	352	-	352	-
N° Taladros/hora	37	-	12	-
Brocas 38mm	9	216	12	288
Barreno de 4 pies	-	-	3	295.32
Barreno de 6 pies	-	-	2	156.9
Barreno de 8 pies	2	240.0	1	86.51
Shank	1	112.3	-	-
COSTO TOTAL		568.3		826.73

Fuente: Elaboración Propia

Se puede concluir el tiempo de perforación con Mini Jumbo Muki es 2 guardias, con 5 horas de tiempo efectivo de perforación.

Con Stoper el tiempo de perforación es 6 guardias con 5 horas de tiempo efectivo. Con una diferencia de 4 guardias para la misma cantidad de taladros.

4.6.2. Análisis comparativo del costo por tonelada

Tabla 28: Costo por tonelada de producción

EQUIPO	COSTO (US\$/TON)
MINI JUMBO	0.99
STOPER	1.44

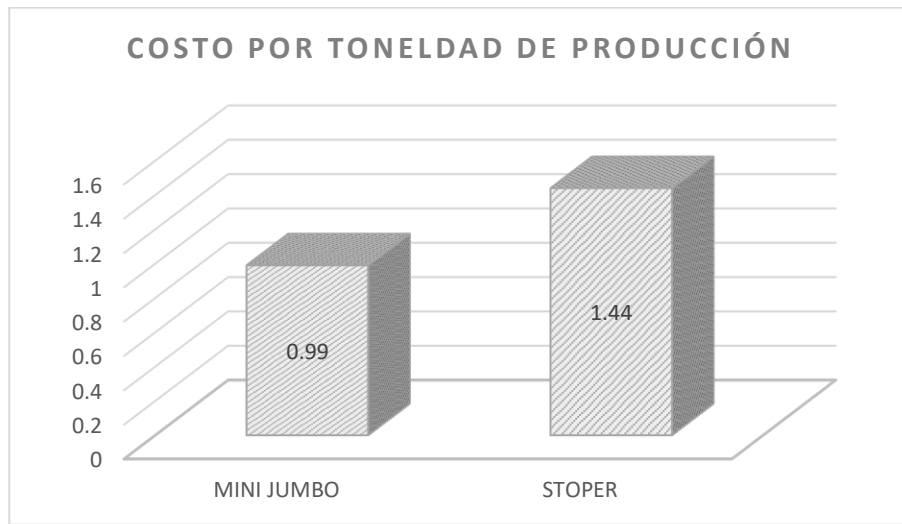


Figura 11: Gráfico de barras del costo por tonelada de producción

Fuente: Elaboración Propia

Se puede determinar que la diferencia de ambos es 0.45 dólares, cual resulta optimo trabajar con mini jumbo, por lo que el costo de producción por tonelada es menor.

4.6.3. Análisis de pies perforados por guardia para su respectiva taladros

Tabla 29: Pies perforados por guardia de cada equipo

INDICADOR	MINI JUMBO	STOPER
GUARDIA (Hr.)	5.0	5.0
N° TALADROS POR GUARDIA	185	60
PIES PERFORADOS	1480	480

Fuente: Elaboración Propia



Figura 12: Gráfico de análisis pies perforado por guardia

4.9. Análisis del costo de recuperación de los puentes de vetas con equipo mini jumbo vs stoper

Tabla 30: Análisis del costo total de recuperación de los puentes de vetas

MINI JUMBO		
RESERVA TOTAL	P.U (S\$ / ton)	P. TOTAL (U\$\$/TON)
20,531.99	0.99	20326.6701
STOPER		
20,531.99	1.44	29566.0656

Fuente: Elaboración propia

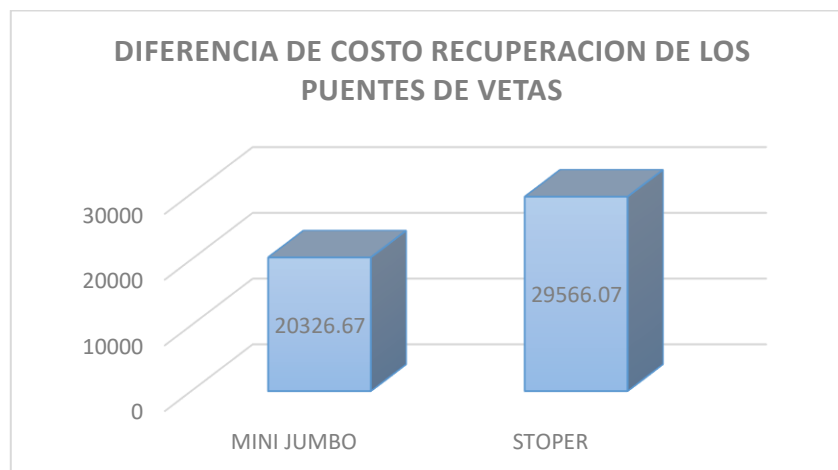


Figura 13: Gráfico de diferencia de costo recuperación de los puentes de vetas

Nota: la tabla 30 y figura 14, muestran los resultados donde se puede determinar la diferencia con 31.25%, cual indica que trabajar con mini jumbo resulta económico.

CAPITULO V

DISCUSIONES Y RESULTADOS

5.1. Evaluación económica y financiera

La evaluación del presente proyecto se realizará bajo los equipos de perforación Mini Jumbo Muki y Stoper: cual está en función rendimiento del tiempo de perforación y el costo por tonelada, siendo esta los de mayor uso y aceptación general.

5.2. Consideraciones

- Se evaluará bajo dos escenarios, el primero sobre un escenario base con equipo stoper y el segundo sobre un escenario alternativo que es Mini Jumbo Muki.
- La sensibilización se realizará tomando en cuenta como variables: el rendimiento de perforación, precio de venta (US\$/TM) y el costo de producción por tonelada.
- Se va a realizar el cálculo de costo por tonelada, usando por precios unitarios del ciclo minado.
- Para ambos equipos para los respectivos cálculos se considera los precios unitarios, con un horizonte total de veinte tajos en recuperación puentes de vetas.

5.3. Resultados

Los resultados obtenidos son los siguiente: Cálculo de escenarios.

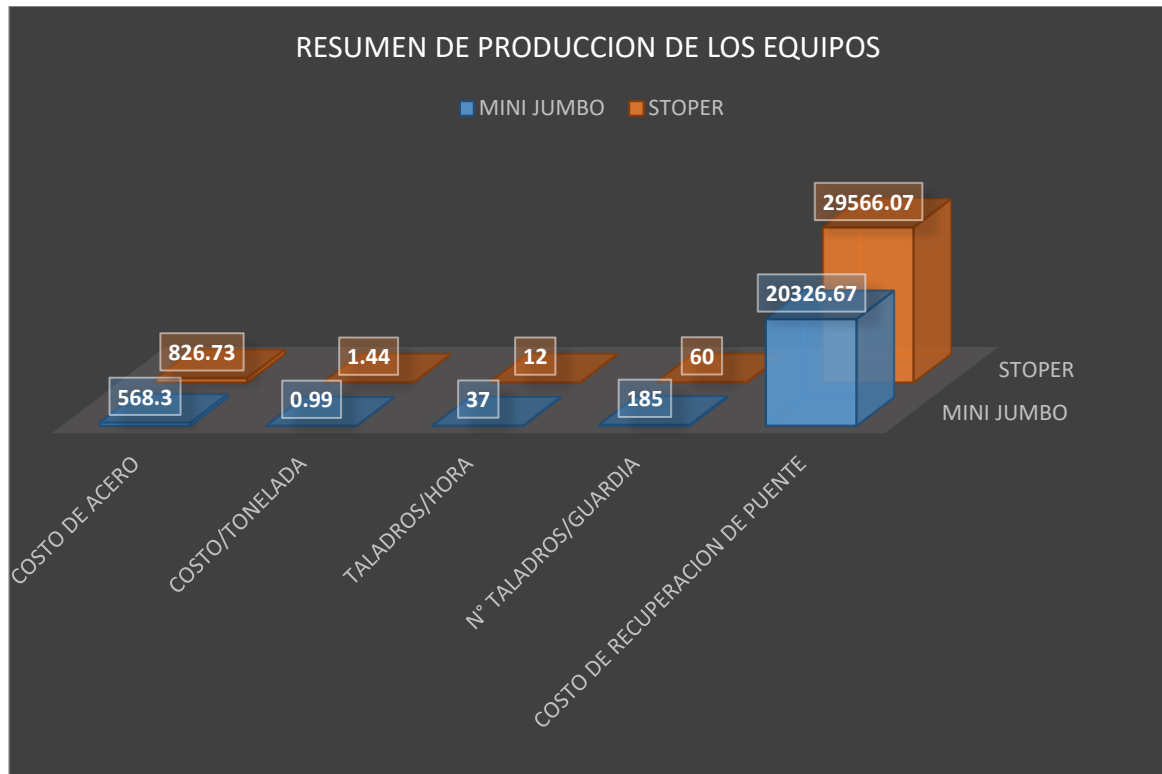


Figura 14: Grafico de resumen de producción de los equipos

Fuente: Elaboración Propia

- Manteniendo el número de horas efectivas de perforación, se obtiene un resultado viable para el equipo Mini Jumbo Muki frente a perforadora stoper, con una diferencia de 67.56 % de numero de taladros.
- Se tiene costo por tonelada de producción, el equipo mini jumbo muki con 0.99 y stoper 1.44, siendo una diferencia de 31.25%. El económico tiene una producción mayor a tiempo menor.
- El periodo de recuperación de los puentes de veta, está dentro del cronograma e y se acepta su viabilidad.

CONSLUSIONES

1. Con el trabajo de investigación desarrollado, se puede controlar el costo por tonelada de producción y maximizar la producción en menor tiempo, es decir se identificó los costos de cada actividad que incurre en recuperación de los puentes de veta.
2. Para determinar los costos de cada actividad que incurren en recuperación de puentes se tuvo que implementar un control de las actividades.
3. Al respecto de los indicadores y costos para un tajo de 352 taladros, se tiene 568.3 dólares con mini jumbo y 826.73 dólares con stoper. Se puede determinar que trabajar con mini jumbo es viable para el proyecto.
4. Se identificó las deficiencias de perforadora stoper, costos de operación. Con el presente trabajo se pudo mejorar con el equipo mini jumbo para obtener la mejor rentabilidad y la mejora continua.
5. Para determinar el costo – beneficio (C/B) de la explotación de recuperación de los puentes de veta, se evalúa las leyes de la estructura mineralizada, para determinar la rentabilidad óptima.
6. El costo total promedio es de 1.44 \$/ton con perforadora stoper cual no asegura el costo óptimo de minado, pero utilizando el mini jumbo en actividad de perforación se buscó enfatizar un óptimo índice de perforación con 0.99 \$/ton.

RECOMENDACIONES

- 1.** Para disminuir los costos de minado, se recomienda implementar control de estricto de aceros, explosivos, materiales y herramientas.
- 2.** Se recomienda utilizar el equipo mini jumbo para perforación del tajo, cual resulta con rendimiento óptimo y menor costo por tonelada.
- 3.** Se para optimizar el tiempo de perforación en recuperación de los puentes de veta, capacitación constante a los operadores del equipo mini jumbo.
- 4.** Se recomienda implementar afilador de brocas, para optimizar los costos de los aceros de perforación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Maccha V., Julio Cesar. (2018). Selección y rendimiento de equipo pesado en la mina subterránea de compañía minera Atacocha S.A.A. Cerro de Pasco: Universidad Nacional de Daniel Alcides Carrión.
2. López Jimeno, Carlos, López Jimeno, Emilio y García Bermúdez, Pilar. (2003). Manual de Perforación y Voladura de Rocas. Madrid: Edición Arias Montano, 9788496140035.
3. G. LOPEZ JIMENO (1991): "Manual De Evaluación Y Diseño De Explotaciones Mineras", Edit. Graficas Arias Montano- Madrid 1997.
4. RESEMIN S.A. (2014). Manual de Operación - Muki. Lima: s.n.
5. UNI. (1992). Metodología de Costos de Operaciones en Minería. Lima: s.n.
6. PUBLICACION DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO Y EL INSTITUTO DE INGENIEROS DE MINAS DEL PERU: "Explotación Subterránea Métodos y casos prácticos", Edit. Perú Offset Editores- Lima 1999.
7. PUBLICACION DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA: "Selección de Equipo y Maquinaria en la Industria Minera", Edit. UNI- Lima 1996.
8. ING. TOMAS CLEMENTE YGNACIO: " Análisis de costos de operación en minería subterránea y evaluación de proyectos", Edit. Edición Grafica Industrial E.I.R.L- Huancayo 2009.



UNSCH

FACULTAD DE
INGENIERÍA
DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 027-2022-FIMGC

En la ciudad de Ayacucho, en cumplimiento a la **Resolución Decanal N° 055-2022-FIMGC-D**, siendo los dos días del mes de mayo del 2022, a horas 11:00 a.m.; se reunieron los jurados del acto de sustentación, en el Auditorium virtual google meet del Campus Universitario de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Siendo el Jurado de la sustentación de tesis compuesto por el presidente el **Dr. Ing. Efraín Elías PORRAS FLORES**, Jurado el **Ing. Kelvis BERROCAL ARGUMEDO**, Jurado el **Mg. Ing. Roberto Juan GUTIÉRREZ PALOMINO**, Jurado - Asesor el **Dr. Ing. Víctor Félix FLORES MORENO** y secretario del proceso el **Mg. Ing. Christian LEZAMA CUELLAR**, con el objetivo de recepcionar la sustentación de la tesis denominada “**EVALUACION TÉCNICA, ECONÓMICA DE RECUPERACION DE PUENTES DE VETAS EN LA UNIDAD MINERA RAQUEL – EMPRESA FERCAR S.A.C**”, sustentado por el Señor **Frank Elías BAUTISTA DE LA CRUZ**, Bachiller en **Ciencias de la Ingeniería Minas**.

El Jurado luego de haber recepcionado la sustentación de la tesis y realizado las preguntas, el sustentante al haber dado respuesta a las preguntas, y el Jurado haber deliberado; califica con la nota aprobatoria de **16 (dieciséis)**.

En fe de lo cual, se firma la presente acta, por los miembros integrantes del proceso de sustentación.

Dr. Ing. Efraín Elías PORRAS FLORES
Presidente

Ing. Kelvis BERROCAL ARGUMEDO
Jurado



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Escuela Profesional de Ingeniería de Minas

Dr. Ing. Víctor F. Flores Moreno

Dr. Ing. Víctor Félix FLORES MORENO
Jurado Asesor

Mg. Ing. Roberto Juan GUTIÉRREZ PALOMINO
Jurado

Mg. Ing. Christian LEZAMA CUELLAR
Secretario del Proceso

c.c.:
Bach. Frank Elías BAUTISTA DE LA CRUZ
Jurados (4)
Archivo

FACULTAD DE INGENIERÍA
DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
Av. Independencia S/N
Ciudad Universitaria
Central Tel 066 312510
Anexo 151



UNSCH

FACULTAD DE
INGENIERÍA
DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA N° 021-2022-FIMGC

El que suscribe; responsable verificador de originalidad de trabajos de tesis de pregrado en segunda instancia para las **Escuelas Profesionales** de la **Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil**; en cumplimiento a la Resolución de Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU, Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH y Resolución Decanal N° 158-2021-FIMGC-UNSCH-D, deja constancia que Sr./Srta.

Apellidos y Nombres : BAUTISTA DE LA CRUZ, Frank Elias
Escuela Profesional : INGENIERÍA DE MINAS
Título de la Tesis : “EVALUACION TÉCNICA, ECONÓMICA DE RECUPERACION DE PUENTES DE VETAS EN LA UNIDAD MINERA RAQUEL – EMPRESA FERCAR S.A.C.”
Evaluación de la Originalidad : 23 % Índice de Similitud
Identificador de la entrega : 1805000287

Por tanto, según los Artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, es **PROCEDENTE** otorgar la **Constancia de Originalidad** para los fines que crea conveniente.

Ayacucho, 08 de abril del 2022

Firmado
digitalmente por
LEZAMA CUELLAR
CHRISTIAN

Mg. Ing. Christian LEZAMA CUELLAR
Verificador de Originalidad de Trabajos de Tesis de Pregrado
de la FIMGC

Con depósito para Sustentación y Tramite de Titulo

“EVALUACION TÉCNICA,
ECONÓMICA DE
RECUPERACION DE PUENTES
DE VETAS EN LA UNIDAD
MINERA RAQUEL – EMPRESA
FERCAR S.A.C.”

por Frank Elias Bautista De La Cruz

Fecha de entrega: 08-abr-2022 12:14a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1805000287

Nombre del archivo: Tesis_BAUTISTA_DE_LA_CRUZ,_FRANK_ELIAS_EPIM.pdf (5.92M)

Total de palabras: 23938

Total de caracteres: 131274

"EVALUACION TÉCNICA, ECONÓMICA DE RECUPERACION DE PUENTES DE VETAS EN LA UNIDAD MINERA RAQUEL – EMPRESA FERCAR S.A.C."

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	7%
2	vsip.info Fuente de Internet	6%
3	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	2%
4	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	docplayer.es Fuente de Internet	1%
6	es.wikipedia.org Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	www.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1%

9	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
10	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
14	repositorio.une.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	1library.co Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Universidad Nacional de Trujillo Trabajo del estudiante	<1 %
18	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	dokumen.tips Fuente de Internet	<1 %

<1 %

21

www.regionhuancavelica.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

22

docslide.us

Fuente de Internet

<1 %

23

Submitted to Universidad Continental

Trabajo del estudiante

<1 %

24

Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

Trabajo del estudiante

<1 %

25

idoc.pub

Fuente de Internet

<1 %

26

repositorio.undac.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo