

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



**“RECUPERACIÓN DE PUENTES DE MINERAL PARA INCREMENTO DE LA
PRODUCCIÓN Y LEY DE CABEZA EN COMPAÑÍA MINERA KOLPA S.A”**

TESIS

**PRESENTADA POR:
ALAN CHUCUYA GOMEZ**

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

PROMOCIÓN: 2014 - I

PUNO – PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



TESIS

**“RECUPERACIÓN DE PUENTES DE MINERAL PARA INCREMENTO DE LA
PRODUCCIÓN Y LEY DE CABEZA EN COMPAÑIA MINERA KOLPA S.A”**

PRESENTADA POR:

ALAN CHUCUYA GOMEZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 12 - 09 -2018

APROBADA POR LOS JURADOS:

Presidente

:

M.Sc. Ing. Eugenio Araucano Domínguez

Primer Miembro

:

Ing. David Velásquez Medina

Segundo Miembro

:

D.Sc. Ing. Jorge Gabriel Durant Broden

Director/Asesor de Tesis

:

M.Sc. Ing. Esteban Marin Paucara

ÁREA : Ingeniería de Minas.

TEMA: Métodos de extracción de yacimientos minerales metálicos y no metálicos

DEDICATORIA

Me complace dedicar esta tesis a mi familia, para mis padres, que con su identidad maternal me dieron su sacrificio inalcanzable para con sus hijos, a mis hermanos cuyas personalidad son completamente ejemplares. Me han enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello con una gran dosis de amor y sin pedir nunca nada a cambio.

Alan Chucuya Gomez.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por concederme salud, bendición, protección, sabiduría y fortaleza para poder cumplir con esta meta de ser Ingeniero de Minas.

A la Facultad de Ingeniería de Minas, Universidad Nacional del Altiplano Puno, a todos mis docentes quienes me brindaron sus valiosos conocimientos, experiencias durante mi formación profesional.

Al Director de tesis, M.Sc. Ing. Esteban Marín Paucara y a todos los miembros del jurado de la presente tesis; por las oportunas correcciones y recomendaciones que contribuyeron a mejorar el contenido de la tesis.

Al Ing. Artemio Orrego Untiveros, Administrador de la Empresa Especializada “Contratistas mineros civiles del Perú” y al Ing. Victor Soto Davila Residente de la Empresa Especializada “Contratistas mineros civiles del Perú” quien presta servicios a la unidad Minera KOLPA S.A.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
ACRÓNIMOS	viii
RESUMEN	9
ABSTRACT.....	10

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción del problema.....	11
1.2. Formulación del problema.....	12
1.3. Justificación del problema.....	13
1.4. Objetivos de la investigación.....	14
1.4.1. Objetivo general	14
1.4.2. Objetivos específicos	14

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación.....	15
2.1.1. Antecedentes técnicos.....	15
2.2. Marco teórico.....	17
2.2.1. Ciclo de minado.....	17
2.2.2. Limpieza de la labor	18
2.2.3. Relleno de la labor	18
2.2.4. Perforación en el tajeo	19
2.2.5. Carguío en el tajeo	20
2.2.6. Voladura en Minería Subterránea.....	21
2.2.7. Recuperación de pilares.....	24
2.2.8. Incremento de producción	24
2.2.9. Ley de corte	24

2.3.	Marco conceptual	25
2.3.1.	Labor minera.....	25
2.3.2.	Labores de desarrollo, exploración y explotación.....	26
2.4.	Hipótesis	27
2.4.1.	Hipótesis general	27
2.4.2.	Hipótesis específicas.....	28
2.5.	Operacionalización de variables	28
2.5.1.	Variable independiente (Vi)	28
2.5.2.	Variable dependiente (Vd).....	28

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	Tipo y diseño de investigación	29
3.1.1	Diseño de la investigación.....	29
3.1.2	Tipo de la investigación.....	30
3.1.3	Nivel de investigación	31
3.2.	Población y muestra de investigación	31
3.2.1.	Población	31
3.2.2.	Muestra	31
3.3.	Materiales, equipos y reactivos experimentales	32
3.3.1	Materiales	32
3.3.2	Equipos	32
3.3.3	Reactivos	32
3.3.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	33
3.4.	Ubicación y delimitación del Área de Estudio	33
3.4.1.	Ubicación política.....	33
3.4.2.	Ubicación geográfica.....	33
3.4.3.	Accesibilidad	34
3.5.	Componentes de la U.E.A Huachocolpa uno	34
3.6.	Geología del yacimiento.....	35
3.6.1.	Geología Regional	35
3.6.2.	Geologia Local	36

3.6.3.	Geología Estructural	37
3.6.4.	Geología Económica.....	38
3.6.5.	Geología Geomecánica.....	39
3.7.	Metodología para la determinación del plan de extracción	39
3.8.	Metodología para la determinación de los controles geomecánicos	40

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4	Operaciones unitarias en la unidad Minera Kolpa	41
4.1.	Perforación.....	41
4.2.	Voladura.....	41
4.3.	Sostenimiento.....	42
4.4.	Limpieza.	42
4.5.	Relleno Detrítico.....	42
4.6.	Descripción del método de explotación en el tajeo 795 E	43
4.7.	Características geológicas y geomecánica de los tajeos (veta Bienaventurada).....	44
4.8.	Diseño del tajeo 795 (veta Bienaventurada)	44
4.9.	Plan de Minado:	45
4.9.1	Labores de desarrollo.....	45
4.9.2.	Labores de preparación	46
4.10.	Plan de minado en el tajeo 795 E	49
4.11.	Acuerdos para plan de minado del tajeo 795.....	50
4.12.	Ubicación de punto de recuperación de mineral del tajeo 795.....	51
4.13.	Muestreo por progresivas en el tajeo.....	51
4.15.	Valor económico de mineral recuperado en el tajeo 795	52
4.16.	Cuadro estadístico de incremento de tonelaje de Mineral	53
4.17.	Cuadro estadístico de incremento de ley de Mineral.....	54
4.18.	Discusión del resultado.....	55
	CONCLUSIONES	57
	RECOMENDACIONES.....	61
	BIBLIOGRAFIA	62
	ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Eficiencia de Explosivos	24
Tabla 2: Coordenadas UTM Compañía Minera Kolpa.....	34
Tabla 3: Vías de acceso	34
Tabla 4: Comportamiento Geo mecánico por estructuras	44
Tabla 5: Coordenadas UTM del punto de ubicación del tajeo 795	51
Tabla 6: Muestreo por progresivas en el tajeo 795	51
Tabla 7: Incremento de ley cabeza de cabeza de mineral.....	53
Tabla 8: Incremento de ley de cabeza de mineral.....	54
Tabla 9: Promedio de toneladas rotas mensuales en recuperación de puentes de mineral	55
Tabla 10: Contrastación y verificación de hipótesis	56

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Foto satelital de ubicación la Mina Kolpa S.A.	62
Anexo 2: Plano de ubicación mina Kolpa S.A.	63
Anexo 3: Plano geológico del tajeo 795	64
Anexo 4: Plano método de extracción del puente de mineral del tajeo 795	65
Anexo 5: Plano método de extracción del puente de mineral del tajeo 795	68
Anexo 6: Metodo de explotacion corte relleno ascendente	69
Anexo 7: Equipo jumbo muky realizando perforación cara libre.....	70
Anexo 8: Marcado de la malla de perforación.....	71
Anexo 9: Perforacion en upper con equipo mini jumbo muky.....	72
Anexo 10: Secuencia de voladura y distribución de carga por taladro.....	73
Anexo 11: Carguío de voladura	72
Anexo 12: Fragmentación de mineral.....	72
Anexo 13: Ore Pass 795 echadero de mineral	73
Anexo 14: Tolva hidráulica pocket 795.....	73
Anexo 15: Equipo Scoop de 2.2 yardas relleno area disparada	74
Anexo 16: Diseño estructural del tajeo.....	75
Anexo 17: Plano sección longitudinal del tajeo 795.....	76
Anexo 18: Plano vista en planta del tajeo 795.....	77
Anexo 19: Plano geológico de la mina.	78
Anexo 20: Producción y ley de tonelaje de mineral octubre 2016	81
Anexo 21: Producción y ley de tonelaje de mineral noviembre 2016	82
Anexo 22: Producción y ley de tonelaje de mineral diciembre 2016	83
Anexo 23: Producción y ley de tonelaje de mineral enero 2017	84
Anexo 24: Producción y ley de tonelaje de mineral febrero 2017.....	85
Anexo 25: Promedio mensual y su ley equivalente.	86
Anexo 26: Matriz de consistencia.....	87

ACRÓNIMOS

U.E.A	: Unidad Económica Administrativa
Cía. Kolpa S.A.	: Compañía Minera Kolpa sociedad anónima
D.S.	: Decreto Supremo
FIM	: Facultad de Ingeniería de Minas
GPS	: Sistema de Posicionamiento Global
IPERC	: Identificación de peligros Evaluación de Riesgos y Control
ATS	: Análisis de Trabajo Seguro.
PETAR	: Permiso Escrito de Trabajo de Alto Riesgo
UNAP	: Universidad Nacional del Altiplano – Puno
WGS84	: Sistema Geodésico Mundial 1984
OPT	: Observación Planeada de Trabajo
TM	: Toneladas métricas

RESUMEN

El presente estudio de investigación titulado "**RECUPERACIÓN DE PUENTES DE MINERAL PARA INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN Y LEY DE CABEZA**" en compañía minera KOLPA S.A. ubicada en el flanco este de la cordillera occidental de los andes centrales, en el distrito minero de Huachocolpa, Provincia y Región de Huancavelica a una altitud de 4480 m.s.n.m. Donde el problema principal es la baja ley de mineral y tonelaje, cuyo objetivo es incrementar la ley de corte y tonelaje de mineral con trabajos de recuperación mediante criterios técnicos y económicos orientados a la selección del método óptimo para la explotación de los puentes de mineral en los tajeos, como una alternativa de solución al problema. El tipo de investigación es descriptivo, y aplicativo de enfoque cuantitativo debido a la recolección de datos de una sola vez. El diseño de investigación es experimental, debido a que se tiene las variables independientes, empleando la malla de perforación y diseños de voladura en las distintas guardias, las pruebas que se realizó con perforación mediante el método UPER (perforación vertical con un Angulo de inclinación 75°) en la recuperación de puente donde los resultados dependerán mucho del comportamiento del terreno y estructura de la veta y el resultado final para la empresa Minera Kolpa, se logró el incremento de ley de cabeza de 133 US\$/TM a 165 US\$/TM y producción de 28 300 TM a 29 854 TM en periodo de dos meses, tiempo que permitió ejecutar los trabajos de desarrollo y preparación para los tajos remplazos en profundización que cuentan con reservas probadas y leyes de Cu 0,41 %, Pb 3,95 %, Zn 4,03 % y Ag 2,65 Oz, a un ritmo de producción diaria de 1200 TM/día.

Palabras Claves: Puente de Mineral, Voladura, ley de corte, rentabilidad y Recuperación.

ABSTRACT

The present study entitled "Recovery of bridges for increase of grade and tonnage" in the mining company KOLPA S.A. located on the east flank of the western mountain range in the central Andes, in the mining district Huachocolpa, in the Province and Region of Huancavelica at an altitude of 4480 meters above sea level. The main problem is the low grade of ore and tonnage, their objective is to increase the grade of ore cutting and tonnage by performing recovery work with technical and economic criteria oriented to the selection of the optimal method for the exploitation of mineral bridges in tajeos, or slashes, as an alternative solution to the problem. The research is descriptive, and is an application of a quantitative approach, because it collects much data at one time. The research design is experimental, because it has independent variables that can be moved, using the perforation mesh and blasting designs in the different guards. The tests were done using the UPPER method in bridge recovery. The results depended a lot on the behavior of the terrain and structure of the vein. The result for the mining company Kolpa was an increase in law and tonnage within a period of two months. This allowed time to execute the development and preparation works for the pit replacements in deepening the count with proven reserves and laws of Cu 0.41 %, Pb 3.95 %, Zn 4.03 % and Ag 2.65 Oz, at a daily production rate of 1200 TM / day.

Keywords: Mineral Bridge, Blasting, court law, cost effectiveness, Recovery

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción del problema

La Empresa Minera KOLPA S.A, existe una tendencia ascendente en los volúmenes de producción de 1200 TM/día a partir del año 2017, esto motivado para mejorar la productividad de las operaciones en la unidad, incrementar los tajeos en operación, bajar el costo operativo. En la cual para lograr todos estos objetivos el problema principal que afronta esta mina son los retrasos que se tiene en el desarrollo de nuevos tajeos en profundización nivel 4180 es por ello que se tiene la necesidad de la recuperación de los puentes de mineral dejado en los tajeos de las vetas, cuando anteriormente lo explotaba la Empresa Minera Caudalosa, El problema fundamental en la unidad minera kolpa es el incumplimiento con la ley de cabeza e incumplimiento con las toneladas métricas programas mensualmente y como respuesta se realiza un plan para recuperar los puentes de mineral que se encuentran en los tajeos ya explotadas, el otro problema sería la exposición del personal a estos tajeos vacíos que se dejaron algunos sin relleno. La unidad de producción de kolpa, tampoco es ajeno al problema de producción y productividad, por eso ha tomado la decisión para incrementar su rentabilidad, buscando mejorar la productividad de sus trabajos, reducir el costo de sus operaciones y trabajar con estándares aceptables de seguridad.

Con la mecanización actual en Compañía Minera kolpa tiene la necesidad de aumentar su producción en la cual nos permite desarrollar una serie de técnicas, las cuales tienen una alta incidencia en la productividad y eficiencia dentro de las operaciones

mineras. Mediante el presente trabajo transmitimos las experiencias logradas en el uso de taladros en upper en voladura de tajeos para la recuperación de puentes de mineral. La tecnología de perforación y voladura ha logrado avances muy importantes al implementar equipos de alto rendimiento. Estos dos elementos interrelacionados con las Características Geomecánicas de la roca van a determinar el éxito de una buena fragmentación de roca. Este método se aplica con el propósito de arrancar los cuerpos mineralizados que quedaron en los tajeos, razones por las cuales se explota con un plan estratégico para tener mayor seguridad al personal y equipos de perforación y limpieza.

1.2. Formulación del problema

Recuperación de puentes de Mineral para incrementar la producción y la ley de cabeza.

- **Pregunta general**

¿De qué forma se realiza la recuperación del puente de mineral para incrementar la ley de corte y tonelaje en Cía. Minera KOLPA S.A.?

- **Preguntas específicas**

- a) ¿Cómo realiza el adecuado plan de minado para la recuperación del puente de mineral para incrementar la ley de corte en la compañía minera KOLPA S.A.?
- b) ¿De qué forma se determina los controles necesarios para la explotación de recuperación del puente de mineral para incrementar la ley de corte en la compañía minera KOLPA S.A.?

1.3. Justificación del problema

Compañía Minera KOLPA S.A. es una empresa dedicada a la exploración, explotación y tratamiento de minerales polimetálicos con contenidos de plomo, zinc, cobre y plata.

Las reservas probadas (1 575 108 T.M.) y probables (303 947 T.M.) en la Veta Bienaventurada hacen que Compañía Minera KOLPA S.A continúe con los trabajos de exploración y explotación de reservas minerales, los que serán transportados para su tratamiento a la Planta de Beneficio de la unidad económica administrativa (U.E.A.) Huachocolpa Uno, de propiedad de la referida empresa, la que opera a una capacidad instalada de 1200 TM

La explotación polimetálica se realiza de acuerdo al plan de minado, el método de explotación es por Corte y Relleno Ascendente Mecanizado con Rampas basculantes. El Relleno es una combinación del desmonte de los avances y preparación junto con el relleno mecánico (relleno clasificado) proveniente de la Planta de Beneficio.

Para esta etapa de explotación se ha realizado el Plan de Minado sustentado en las reservas cubicadas de 1 879,115 toneladas, con leyes de Cu 0,41 %, Pb 3,95 %, Zn 4,03 % y Ag 2,65 Oz. El Plan de Minado se ha programado para una producción diaria de 1200 TMS. El avance total 2017 programado es de 12,000 m, de los cuales 2330 m son exploración, 6031 m de desarrollo, 2628 m de preparación y 1011 m de inversión.

Debido a los retrasos que se tuvo en avances y desarrollo en los tajeos de profundización por problemas de inundación de agua y no contar con bombas sumergibles en stand by se

tiene problemas con el cumplimiento de la ley de corte y tonelaje mensual de la producción de mineral.

El tajeo del puente de mineral tiene una longitud de tajeo 200 metros, potencia de veta 1 metro, altura de corte 2 metros y densidad de mineral 3,1 estimando un total de 1 544 toneladas métricas secas con una ley de cabeza de 195 dólares por tonelada

En consecuencia el trabajo de investigación se alcanzó incrementar la ley de mineral y tonelaje de mineral realizando un plan de trabajo para el minado de recuperación del tajeo 795 se realizó acuerdos en cuanto a seguridad para poder prevenir la ocurrencia de incidentes, accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales de nuestros colaboradores.

El tiempo de minado de recuperación del tajeo 795 nos permitió desarrollar los tajeos en Profundización nivel 4180 y de esta manera Compañía minera kolpa Incrementa su producción a un ritmo de 1200TM/día.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Recuperar el puente de mineral del tajeo 795 para incrementar la producción y la ley de cabeza en compañía Minera KOLPA S.A.

1.4.2. Objetivos específicos

- Realizar el adecuado plan de extracción para la recuperación del puente de mineral para incrementar la ley de cabeza en la compañía minera KOLPA S.A.
- Determinar los controles geomecánicos para la extracción de recuperación del puente de mineral para incrementar la ley de cabeza en la compañía minera KOLPA S.A.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes técnicos

Huaman, O. & Salvatierra, M. (2013), en su tesis *Recuperación de diseminados por el método de explotación sub Level Stopping en Cía. minera los Quenuales S.A.-Unidad yauliyacu*, presentado a la coordinación de investigación de la Facultad de Ingeniería Minas), Universidad Nacional de Huancavelica – (UNH). Concluye los siguientes: “El presente trabajo de investigación denominado "Recuperación de diseminados por el método Sub Level Stopping", tiene la finalidad de mejorar la producción de rotura de mineral y reducir los precios unitarios, en el consumo de explosivos, accesorios de voladura y mano de obra; generando mayor ingreso que los egresos, con mayor ganancia a menor costo”. También concluye “El método de Sub Level Stopping en la recuperación de diseminados, es un método más seguro que los métodos convencionales como el corte y relleno en realce y el shirinkage, por tener menor tiempo de exposición del personal en las labores mineras, al trabajar con equipos mecanizados se reemplaza al personal que trabaja en los tajeos convencionales, los equipos de limpieza con telemando permiten la extracción del mineral sin exponer a los tajeos vacíos al operador.”

García, J. (2011), en su tesis “*Planeamiento minero de corporación minera castrovireyna*”, presentado a la coordinación de investigación de la Facultad de Ingeniería Minas de la Pontificia Universidad Católica del Perú. – (PUCP). Concluye lo siguiente: “La presencia en la operación de un método de minado masivo, como fue el implementar taladros largos, fue una gran decisión, la cual se refleja en la evaluación económica para los siguientes años de operación.”

Jorquera, M. (2015), en su tesis *Método de explotación bench & fill y su aplicación en minera Michilla*, presentado a la coordinación de investigación de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, departamento de Ingeniería de Minas. Concluye lo siguiente: “Los resultados obtenidos eran los esperados al inicio del estudio, no toma más que observar las principales características que rigen a ambos métodos. El B&F se basa en la extracción de cámaras, en donde el mayor dimensionamiento permite una alta productividad y a su vez reducción de los costos (todo esto en desmedro de la selectividad), además es necesario observar las necesidades del CFPRP, en donde se requiere de mayores esfuerzos por medio de trabajos de fortificación para asegurar la estabilidad de las labores.” También concluye lo siguiente “Otra arista que sería interesante analizar es la posible recuperación de las losas presentes. De acuerdo a estudios previos realizados por la empresa EMT, dependiendo de la losa que se esté trabajando y su ubicación espacial, sería posible alcanzar una recuperación de hasta el 90 % del material presente en esta. Al efectuar estos trabajos podría ser posible prolongar la vida útil de la mina en al menos un trimestre”.

Carrasco, B. (2012), en su tesis *Metodología de diseño para post-pillar cut & fill*, presentado a la coordinación de investigación de la Facultad de Ciencias físico matemáticas departamento de ingeniería de minas de Chile. Concluye los siguientes: “El presente trabajo propone una nueva metodología mediante la cual es posible estimar las dimensiones necesarias para algunos de los elementos críticos del diseño minero del Post-Pillar. Utilizando como base herramientas tradicionales como metodologías analíticas y empíricas, el modelamiento numérico en FLAC3D permite integrar parte de esta metodología tradicional logrando un estudio con mayor nivel de detalle. Con esto es posible obtener resultados más precisos, mejorando las estimaciones.”

2.2. Marco teórico

2.2.1. Ciclo de minado

La optimización de los recursos humanos y el mejor aprovechamiento del uso de los equipos se obtienen si no hay interrupciones significativas en cada una de las etapas del minado desde la perforación, voladura, ventilación, limpieza- extracción y relleno.

Para lograr este objetivo es importante implementar los controles operativos de la explotación por Corte y Relleno Ascendente, obteniendo de la data procesada y analizada en servidores tipo Microsoft, las oportunidades de mejora. Los principales controles son: desviación, dilución, fragmentación, recuperación, factor de potencia y voladura secundaria.(López, 2014)

Asimismo, en la secuencia de minado se detallan paso a paso las actividades a realizar en la etapa de explotación, con la finalidad de definir los procedimientos de trabajo para cada una de las actividades, donde se establece el desarrollo de los trabajos con la identificación

de sus respectivos peligros y riegos, la cantidad de recursos materiales, equipos y herramientas necesarias, personal calificado que ejecutara los trabajos, asociado a un determinado tiempo para realizar cada actividad. (Plan minado Kolpa 2016)

2.2.2. Limpieza de la labor

Una vez disparado el tajeo en la guardia anterior se procede con la evaluación in-situ del personal de labor, donde se verifica la eficiencia de la voladura, la cantidad de material disparado, prosiguiendo con realizar el sostenimiento con Split set 5', perno helicoidal o malla electro soldada de acuerdo a la recomendación geo mecánica.

Una vez sostenida el área disparada se ingresa con un equipo Scoop 2,2 yd³ para poder realizar la limpieza de mineral disparado y cumplir con la programación diaria. (Plan minado de CM Kolpa 2016).

2.2.3. Relleno de la labor

Mientras en un ala de labor se realiza la limpieza, a primera hora en el ala opuesta se realiza el relleno del tajeo, con la finalidad de dar una altura adecuada para el ingreso del equipo Jumbo de perforación, "Muki", dando una altura mínima de 3,5 m; la primera capa de relleno se realiza a una altura de 1,0 m.

Una vez realizado el relleno general se procederá con la perforación y posteriormente se volverá a realizar una segunda capa de relleno detrítico a una altura de 1,5 m. Para posteriormente tener una altura adecuada para el carguío de taladros perforados. (Plan minado de CM Kolpa 2016).

2.2.4. Perforación en el tajeo

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 de Jumbo, 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), ver Anexo N° 08

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 200 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 1,00 m. x 1,00 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 CM Kolpa 2016) ver Anexo N° 08

2.2.5. Carguío en el tajeo

Concluida la perforación de taladros y el segundo relleno en el ala, se realizará de forma manual el carguío en el tajeo a una altura máxima de 2 m. en esta oportunidad se consideran parámetros de voladura como son: (Plan minado de CM Kolpa 2016)

Factor de potencia: Es el cálculo de factor de voladura donde se considera la cantidad de kg de explosivos entra el número de toneladas de mineral roto lo cual se calcula por la fórmula de. El promedio estándar se encuentra en 0,28 kg/TM.

$$\text{Factor de potencia} = \frac{\text{N}^\circ \text{ kg explosivo (kg ANFO + kg Emulsión)}}{\text{TM Rotas (long. x ancho x long. de perforación x densidad)}}$$

Factor de carga: Cálculo de voladura donde se considera la cantidad de explosivo que se suministra por taladro a la hora del disparo. (Camac, 2012).

$$\text{Factor de carga} = \frac{\text{N}^\circ \text{ kg explosivo (kg ANFO + kg Emulsión)}}{\text{N}^\circ \text{ de taladros}}$$

Luego de realizar el cálculo adecuado de los factores de potencia y de carga se procederá con el despacho de explosivos (Emulsión, ANFO) y accesorios (Faneles de periodo corto de 2,5 m. mechas rápidas, mechas de seguridad, cordón detonante), se realiza el carguío manual con personal de la labor, apoyados con sopletes neumáticos y tacos de arcilla, los faneles

Se colocan una serie de números en cada fila en el caso de terminar la serie completa se procede a realizar un puente para continuar nuevamente con la numeración de faneles. Al termino del carguío se procederá con el chispeo de la labor y la detonación generará nuevamente el inicio del ciclo de minado.

Es un accesorio complementario de la mecha rápida, compuesto de un casquillo de aluminio, ranurado cerca de la base, y en su interior lleva una masa pirotécnica especial e impermeable al agua. La mecha rápida es colocada en la ranura, se presiona la base para asegurar el contacto y al encender la mecha rápida el conector recibe la chispa, transmitiéndola a su vez a la mecha lenta o de seguridad.

2.2.6. Voladura en minería subterránea

Técnica con la cual se emplea explosivos para la fragmentación y rotura del macizo rocoso. Esta etapa determina el ciclo de minado, pues de este dependerá todo el proceso de la operación y por ende los resultados.

Los explosivos son productos químicos que encierran un enorme potencial de energía. Reaccionan instantáneamente con gran violencia bajo la acción de fulminante u otro estímulo externo, se fabrican con diferentes características como potencia, resistencia al agua y simpatía; asimismo de diferentes dimensiones según requerimiento de la mina.(Aguliar,2011)

Dentro de los explosivos utilizados en los tajeos se encuentran:

Emulsión: Son explosivos tipo agua en aceite, cuya fase dispersa está constituida por nitrato de amonio soluble y su fase continua por aceites, ceras y parafinas especiales, las que se mantienen unidas por un emulsificante y sensibilizadas por micro esferas de vidrio, estos explosivos vienen reemplazando a las dinamitas.

Anfo: Este producto es una mezcla explosiva adecuadamente balanceada en oxígeno. Está formulado con 93,5 % a 94,5 % de nitrato de amonio en esferas y 6,5 % a 5,5 % de

combustible líquido, pudiendo éste ser: petróleo residual o la combinación de petróleo residual más aceite quemado. (Camac, 2012).

2.2.6.1. Potencias de los explosivos.-

La potencia es la medida de la cantidad de energía de un explosivo, se expresa como potencia absoluta por peso (AWS) y potencia absoluta por volumen (ABS). También se puede expresar como una comparación de la energía de un explosivo respecto al del ANFO, el cual es tomado como el 100 %, obteniéndose la potencia relativa por peso o la potencia relativa por volumen.

Potencia absoluta por peso (AWS)

Esta es la medida de la cantidad de energía disponible (en calorías), en cada gramo de explosivo. Ejemplo: la AWS del ANFO es 900 cal/g.

Potencia absoluta por volumen (ABS).

Esta es le medida de la cantidad de energía disponible (en calorías) en cada centímetro cúbico de explosivo. Esto se obtiene multiplicando la AWS por la densidad del explosivo.

$$ABS = AWS \times \delta \text{ explosivo}$$

Potencia relativa por peso (RWS).- Angulo que el depósito forma con la horizontal.

Esta es la medida de la energía disponible de explosivo comparado a un peso igual de ANFO. Esta se calcula dividiendo la AWS del explosivo por la AWS del ANFO y multiplicado por 100.

$$RWS = \frac{AWS \text{ explosivo} \times 100}{AWS \text{ ANFO}}$$

Potencia relativa por volumen (RBS)

Esta es la energía disponible por volumen de explosivo comparado a igual volumen de ANFO, con una densidad de 0,85 g/cc. Esto se calcula dividiendo la ABS de un explosivo por la ABS del ANFO y multiplicado por 100.

$$\text{RBS} = \frac{\text{ABS explosivo} \times 100}{\text{ABS ANFO}}$$

2.2.6.2. Eficiencia de explosivos

Este factor es un índice del grado de aprovechamiento práctico de la energía liberada por una mezcla explosiva, en relación a los parámetros termodinámicos calculados en forma teórica, ver Tabla 1.

La eficiencia total es una función de muchas variables, algunas de las cuales son internas e inherentes dentro del explosivo por la virtud de su formulación química y algunas de las cuales son externas y parte del diseño de la voladura o condiciones encontradas en el lugar. Las variables externas que pueden afectar la eficiencia total de un explosivo incluyen, a la eficiencia de la iniciación, condiciones de agua, diámetro de carga, longitud de carga, grado de confinamiento, temperatura, efectos de la detonación de cargas explosivas adyacentes etc.

Las mediciones de las eficiencias de los explosivos han sido desarrolladas para evaluar la potencia práctica del explosivo y sugieren sus propiedades en el campo. La eficiencia es posible determinar empíricamente mediante la técnica de la "energía de burbuja" en las voladuras bajo el agua, y se mide como el porcentaje de energía aprovechable. Mediciones efectuadas en los Estados Unidos permiten obtener los siguientes rangos de factores de eficiencia para las distintas familias de explosivos. (camac,2012)

TABLA N° 1

Tabla 1: Eficiencia de Explosivos

MEZCLA EXPLOSIVA	EFICIENCIA
Explosivos moleculares	95-100
Emulsiones	90-95
Anfos pesados bombeados	75-90
Anfos pesados comunes	65-85
Acuageles	55-70
AN/FO	60-80
SANFO	50-70

Fuente: Exsa Explosivos

2.2.7. Recuperación de pilares

En términos generales, los pilares de roca pueden ser definidos como porciones del macizo rocoso, que queda entre dos o más excavaciones subterráneas. En minería, es mucho más práctico definir un pilar como la porción de roca que es dejada de forma intencional para reducir deformaciones y mantener la estabilidad de la mina. Desde que existe la constante demanda de mantener los pilares de roca a un mínimo tamaño o, incluso en muchos casos realizar su recuperación o extracción, es importante realizar el diseño de estos pilares para garantizar un proceso seguro cómo también rentable.

2.2.8. Incremento de producción

El incremento de la producción se define como el aumento o disminución de los rendimientos en la variación de cualquiera de los factores que intervienen en la producción.

2.2.9. Ley de corte

(cut-off grade): Es la ley más baja, definida arbitrariamente (en términos económicos), con la cual puede explotarse un yacimiento mineral y generalmente define el

límite del mismo. Por ejemplo, si la ley promedio de un pórfido cuprífero es de 1,2 Cu %, la ley de corte puede ser 0,4 Cu %, de modo que para los efectos mineros toda roca bajo 0,4 % será considerada estéril e irá a botadero. (Elorrieta, 2018)

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Labor minera

Una labor minera es cualquier excavación para explotar y/o explorar un yacimiento. Una mina es el conjunto de todas esas labores, especialmente cuando es subterránea. La técnica de aprovechar un yacimiento mediante minería se conoce como Laboreo de Minas. La zona de la labor en que se trabaja para su excavación se denomina frente, corte o testero. Las labores que sólo tienen una entrada (por ejemplo una galería que se está avanzando) se denominan labores en fondo de saco. Al no tener salida es necesario forzar la ventilación mediante una tubería hasta el frente de la labor. (<https://es.wikipedia.org/wiki/Labor/minera>)

Se llama levantamiento topográfico, al conjunto de operaciones ejecutadas sobre el terreno, con los instrumentos adecuados, el levantamiento topográfico necesita una serie de mediciones y triangulaciones, que luego nos permitirá la elaboración del Plano. La actividad minera, comprende varios procesos desde la búsqueda del mineral hasta la obtención del metal en su forma industrial.

Uno de estos procesos es la extracción del mineral, desde el interior de la mina hasta superficie, para cumplir con este objetivo, se realizan una serie de trabajos que se pueden resumir en las siguientes fases:

Fase 1: Exploración; Cuyo objetivo es la búsqueda del mineral con labores de avance como cortadas, galerías y chimeneas.

Fase 2: Desarrollo; Una vez encontrado el mineral, se reconoce en sus tres dimensiones y se realiza trabajos previos para llegar al mineral.

Fase 3: Preparación; Geometría elegida para una mena o cubicación económica. Antes de iniciar la explotación se realizan labores adicionales según diseño del método de explotación.

Fase 4: Operación Mina; Fase que comprende el desarrollo de labores que servirán como infraestructura para uno o más niveles de una sección o también para varias secciones. Esta es la última fase que comprende también la extracción del mineral cubicado en bocks. (Herrera, 2008)

2.3.2. Labores de desarrollo, exploración y explotación

Todas estas labores se realizan por medio de labores de avance lineal (m), también se les llama labores lineales, en 3 dimensiones. Se caracteriza por avanzar en forma lineal, por la geometría y dimensión (sección) que se realiza este trabajo, se han diferenciado en las siguientes labores: Frentes, chimeneas verticales, chimeneas inclinadas, chimeneas pilotos, subniveles y estocadas.

Labores horizontales: Dentro de este grupo podemos tener diferenciado varias labores, básicamente el trabajo es el mismo pero se diferencian por el objetivo que cumplen cada labor:

Cortada: Labor que empieza desde superficie y/o a partir de un punto en interior mina hasta interceptar una estructura mineralizada como también sirve como labores de posicionamiento para la cámara de DDH.

Estocadas Cámara: Labor que cumple la función de avanzar hasta interceptar algún objetivo como: estructura mineralizada, comunicar a otra labor o para refugio.

Galería: Es la labor más común en una mina subterránea. Es una excavación horizontal y/o inclinada esto dependerá de la forma, ubicación del cuerpo mineralizado, la dimensión de la galería depende del comportamiento de la estructura mineralizada puede ser desde metros a kilómetros. La parte superior de una galería se denomina corona, y las paredes hastiales. [https://es.wikipedia.org/wiki/Labor_\(minera\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Labor_(minera))

Sub nivel: Son excavaciones horizontales sobre estructura mineralizada dejando un puente de 5,0 m. con respecto a la galería, estas labores se realizan para preparar e iniciar con la explotación.

By Pass: Labor que comunica dos labores, específicamente labores lineales, generalmente para dar más eficiencia al servicio.

Altura de Banco: Distancia vertical entre el punto más alto de un banco de explotación y el pie del mismo

Chimenea: Excavación vertical o inclinada que desemboca directamente en la superficie y está destinada a la extracción del mineral, al descenso y al ascenso del mineral y los materiales. En la chimenea van canalizados los cables eléctricos, las tuberías de conducción de agua y aire comprimido; a través de la chimenea se efectúa la ventilación de todas las labores subterráneas

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Se logró recuperar el Puente de mineral en el tajeo 795 para incrementar la producción y la ley de cabeza en Cia. Minera Kolpa S.A.

2.4.2. Hipótesis específicas

- Se realizó el adecuado plan de minado para la recuperación del puente de mineral del tajeo 795.
- Se realizó los controles geomecánico necesarios para la explotación de recuperación del puente de mineral en el tajeo 795.

2.5. Operacionalización de variables

2.5.1. Variable independiente (Vi)

Método de recuperación

Concentración ley de mineral en los puentes

2.5.2. Variable dependiente (Vd)

Recuperación del puente de mineral

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Diseño de la investigación

El diseño de investigación según (*Reverón, 2013*) constituye un plan general para obtener respuestas a interrogantes o comprobar la hipótesis de investigación y desglosar las estrategias básicas que el investigador adopta para generar información exacta e interpretable.

De acuerdo a los parámetros que se toman en cuenta para catalogar el diseño de una investigación, el presente trabajo especial de grado se caracteriza por ser del tipo experimental descriptiva y documental.

El diseño de la investigación según Hernández, Fernández y Baptista (2014) es experimental, ya que se manipulan las variables en el plan e minado, sometiéndose a simulaciones y de otra parte es Aplicativo debido a que se trabaja en el campo como experimento verdadero

Por otra parte tenemos que la investigación documental se define como parte fundamental donde el tesista observa y reflexiona sistemáticamente sobre bases teóricas, usando para ello diferentes tipos de documentos.

Según (Fidias, 2006) "La investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas".

Con lo antes mencionado, se puede entender que esta investigación es documental ya que se utilizaron fuentes teóricas de terceros, buscando y analizando cada uno de los detalles mostrados en documentos digitales e impresos, relacionados con el desarrollo en minería subterránea.

3.1.2 Tipo de la investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista, (2003) Hay estudios exploratorios, descriptivos, correlacionales, y explicativos

El presente trabajo de investigación es analítico y descriptivo de enfoque cuantitativo pues se recolecta datos de campo que posteriormente serán analizados considerando que la investigación descriptiva busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice (Hernández, Fernández y Baptista, 2003)

Según la naturaleza de los objetivos en cuanto al nivel de conocimiento que se desea alcanzar:

- La investigación exploratoria: es considerada como el primer acercamiento científico a un problema. Se utiliza cuando éste aún no ha sido abordado o no ha sido suficientemente estudiado y las condiciones existentes no son aún determinantes.

- La Investigación descriptiva: se efectúa cuando se desea describir, en todos sus componentes principales, una realidad.
- Investigación analítica: es aquella que tiene la noción de analizar minuciosamente los datos para poder tomar la aplicación respectiva en el campo del proyecto.

3.1.3 Nivel de investigación

En los niveles de investigación pueden ser consideradas los siguientes:

Descriptivo. Describe las características del macizo rocoso en una circunstancia temporal y geográfica determinada, su finalidad es describir y/o estimar parámetros, se describen frecuencias y/o promedios, y procedimientos de tendencia central, se estiman parámetros con intervalos de confianza.

Analítico. En el post proceso de recojo de datos se hace el proceso de cálculo y análisis de datos para posteriormente realizar los diseños correspondientes

3.2. Población y muestra de investigación

3.2.1. Población

En el presente trabajo de investigación la población está considerada por todas las labores de Explotación (tajeos) de la Unidad Minera KOLPA S.A.

3.2.2. Muestra

En el ámbito de las muestras, siendo una porción de análisis de forma teórica se toma muestras para investigación que es considerado por el puente de mineral en el tajeo 795 E de la Unidad Minera KOLPA S.A. debido como un punto de alta ley económico y favorable para su recuperación.

3.3. Materiales, equipos y reactivos experimentales

3.3.1 Materiales

- Planos topográficos
- Flexómetro
- Pintura spray
- Cordel
- Mallas de sostenimiento
- Split set
- Perno Helicoidal
- Barretillas 4 pies, 6 pies, 8pies y 10pies
- Sierras para cortar maderas
- Mangueras de agua y aire

3.3.2 Equipos

- Equipo Scoop 2,2 yd³
- Equipo Mini Jumbo Muki.
- Maquina Jack leg

3.3.3 Reactivos

- Anfo
- Emulsiones
- Cordón detonante
- Mecha rápida
- Carmex
- Pentacord

3.3.4. Herramientas de Gestión

- IPERC
- PETAR
- OPT
- ATS
- Orden de Trabajo
- Chek-List

3.3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos se ha elaborado un sistema de cartillas y/o formatos impresos para cada actividad. La elaboración de cartillas y/o formatos es fácil y sencilla de anotar los datos. También utilizado una libreta de campo, un cronómetro, flexómetro, cámara fotográfica.

3.4. Ubicación y delimitación del Área de Estudio

3.4.1. Ubicación política

La Unidad de Producción Huachocolpa Uno de la Cía. Minera Kolpa S.A geográficamente se ubica en el flanco este de la Cordillera Occidental de los Andes Centrales, en el Distrito minero de Huachocolpa, Provincia y Región de Huancavelica a una altitud de 4480 m.s.n.m.

3.4.2. Ubicación geográfica

El proyecto se ubicado geográficamente en las coordenadas UTM (Sistema WGS 84, 19 *south*) como se muestra en Tabla N° 02 (ver Anexo 02 y 03).

Tabla 2: Coordenadas UTM Compañía Minera Kolpa

Coordenadas UTM	
Este	502 230,550
Norte	8` 555 752,86
Altitud	4 480 m.s.n.m.

Fuente: Compañía minera Kolpa

3.4.3. Accesibilidad

Desde Lima se llega a la zona de proyecto de investigación por medio de vía terrestre o vía aérea (Anexo 01) excepto de Lima a Huachocolpa, ver la Tabla N° 03

Tabla 3: Vías de acceso

Ruta	Distancia (km)	Tiempo	Tipo de vía
Lima- pisco - huaytara-rumichaca- chonta-mina kolpa	445	09 h	Asfaltada
Lima- pisco- castrovireyna- chonta-mina kolpa	462	10 h	Asfaltada
Lima- Huancayo- Huancavelica – chonta – mina kolpa	565	10 h	Asfaltada

Fuente: Unidad Minera Kolpa S.A

3.5. Componentes de la U.E.A huachocolpa uno

Los principales componentes de la Unidad Minera Kolpa:

Plano general de ubicación de todas las instalaciones superficiales del proyecto, incluidas campamento kolpa, campamento comihuasa, bocamina rampa 01, bocamina rampa 02, taller de maestranza planta, taller de maestranza mina, generador eléctrico kolpa, relavera C, poza de sedimentación, polvorín, casa compresora, centro médico, planta concentradora, grifo, relavera A, oficinas de compañía, oficinas de las empresas especializadas.

3.6. Geología del yacimiento

3.6.1. Geología regional

Según el plan minado de Kolpa 2016. La zona de estudio se ubica en el cuadrángulo de Huachocolpa, que abarca parte de los departamentos de Huancavelica y Ayacucho, y se emplaza en la parte oriental de la Cordillera Occidental, en altitudes que varían desde los 4000 hasta los 5200 m.s.n.m.

En los alrededores del proyecto se constituye una secuencia de rocas sedimentarias y volcánicas que abarcan edades desde el Paleozoico hasta el Cuaternario.

El área de estudio se emplaza en rocas volcánicas del Neógeno, correspondientes a la “Formación Domos de Lava” (Noble, 1973), son primordialmente andesitas de color gris-marrón-amarillento, debido principalmente a la débil alteración argilítica supérgena, su rumbo promedio es N 52° - 65° E y buzamiento 55° - 75° SE su potencia de esta veta es variable: 1 - 4 m. El relleno mineral es de origen hidrotermal epitermal, emplazado por procesos de relleno de fisura con brecha. (Plan minado de CM Kolpa 2016).

Como principales minerales constituyentes se tienen: esfalerita, galena, cuarzo y pirita; en menor proporción tetraedrita, calcopirita, estibina, baritina, yeso y rejalgar.

Estos minerales se presentan con una textura brechoide a orbicular, siendo el cuarzo el relleno principal a manera de matriz, englobando fragmentos de galena-esfalerita (Valdivia, 1994).

3.6.2. Geología local

En el Sector de Bienaventurada son predominantes las andesitas de color gris-marrón amarillentas con alteración argílica supérgena débil a moderada. Se puede distinguir dos posibles unidades litológicas, una al noroeste de la veta Bienaventurada, donde los volcánicos andesíticos se presentan con bandeamientos de flujo, de rumbo promedio N 65° W y buzamiento 66°- 70° NE y hacia el área de la Veta Sur con rumbo N 50°-60° E y 50°NW de buzamiento. Las andesitas presentan alteración supérgena con una coloración pardo-amarillenta.

En interior mina las andesitas son porfiríticas de color gris y gris blanquecinas cuando están fuertemente alteradas. Una segunda unidad litológica corresponde a derrames sub - horizontales de andesitas marrón amarillentas, las mismas que se emplazan al este y noreste de la veta Bienaventurada; al este, las lavas andesíticas están argilizadas supergénicamente y tienen 1,00 m. a 15,00 m. de potencia, con rumbos de N 60° E y buzamientos 15° - 25° SE. Las andesitas en algunos casos son porfiríticos con horizontes de aglomerados volcánicos de la misma composición, también hay horizontes de derrames lávicos intercalados con aglomerados en las partes altas. Algunas capas presenta débil diseminación de pirita fina y otras en su matriz tienen fenos de cuarzo. Hacia el NE en la posible continuidad de la veta Bienaventurada, existen intercalaciones de bancos potentes de lavas andesíticas con aglomerados volcánicos grises y en las partes altas al NE, derrames

lávicos andesíticos grises de rumbo N 70° E y 10° SE de buzamiento. (Plan minado de CM Kolpa 2016)

3.6.3. Geología estructural

Las secuencias volcánicas que se emplazan en la Unidad de Producción Huachocolpa-Uno, corresponden a una parte de una estructura dómica dentro de la formación (Domos de Lava). Estas capas en el área de la mina se encuentran suavemente plegadas con rumbo N 30° - 40° W y 10° SW - 15° NE de buzamiento, cortadas por fallas transversales en su mayoría mineralizados.

Como consecuencia de los esfuerzos de compresión a nivel regional se han originado una serie de fracturas de cizalla y tensión de rumbo N 60° E a N 60° W que es característica tectónica general del distrito y sirvieron para el emplazamiento de los fluidos mineralizantes. Las estructuras principales de la Unidad de Producción Huachocolpa Uno están formadas por dos sistemas principales. (Plan minado de CM. Kolpa 2016)

- a. *Fracturas de tensión y cizalla de rumbo N 45° - 85° E*; que son los que tienen mayor longitud, con buzamientos entre 42°-85° SE, con inflexiones, cimoides, ramales en diferentes tramos en toda su extensión. A este sistema pertenece las vetas Caudalosa1, Caudalosa2, Viviana, Silvia Ramal 1, Lucia, Gladis, Bienaventurada, Bienaventurada Sur-1, Bienaventurada Sur 2, Jessica, Elizabeth, Rublo, Peseta, Galena, Katerine, Fortuna.

Es de resaltar que las vetas Caudalosa 2, Rublo, Bienaventurada, Jessica, Elizabeth a diferencia de las demás vetas están asociadas a fallas y presenta clastos sub

redondeados de volcánicos, lo que nos indica que se produjo fallas de reactivación de movimientos dextrales, con numerosas vetas de cizalla.

- b. *Fracturas del sistema Este-Oeste*; algunas de gran longitud interceptada en muchos casos por fracturamiento del sistema anterior, el mayor ejemplo de este sistema lo constituye la veta falla Silvia con rumbo E- W y buzamiento promedio 75° S.

Estructuras secundarias de poca longitud de rumbo N 20° a 30° E, posiblemente correspondan a una última etapa de fracturamiento pre-mineral.

El área comprendida entre la falla Silvia y la falla Caudalosa parece corresponder a un graben de poca profundidad.

3.6.4. Geología económica

La Unidad de Producción Huachocolpa Uno; son depósitos de tipo filón, rellenos de fracturas por soluciones hidrotermales; las fracturas han servido de canal y receptáculo para el emplazamiento de menas y gangas.

Las vetas sub paralelas se presentan en forma casi continua por longitudes mayores a 1 000 m. La mineralización económica en la mayoría de las vetas está en clavos irregulares en longitud, profundidad y potencia, separados entre sí por zonas de adelgazamiento y/o empobrecimiento, es excepcional la veta Bienaventurada que al lado este en profundidad la longitud del clavo mineralizado pasa los 1 500 m., con tendencia de ampliarse en los niveles inferiores, con pequeños anti clavos en la parte central y sur oeste; este mismo comportamiento no ocurre con la Veta Jessica y Elizabeth que son estructuras más falladas, irregulares e inestables que en la actualidad se explora, desarrolla y explota en forma muy limitada. La mayoría de las vetas se presentan en forma de típico (Yacimiento

en Rosario) que es característico de la mayoría de los depósitos filonianos en volcánicos Terciarios del Perú. (Plan minado de CM Kolpa 2016).

Por su temperatura de formación el yacimiento es clasificado como mesotermal a epitermal de plomo-zinc con contenido de plata, y cobre.

3.6.5. Geología geomecánica

El objetivo del estudio geomecánico es el de obtener las características geomecánicas del fragmento rocoso, macizo rocoso y del yacimiento, buscando mantener la estabilidad de toda excavación subterránea a desarrollarse, estableciendo el diseño y métodos de sostenimiento en relación con el requerimiento de la unidad minera.

Los estudios se enmarcan en una visión estratégica e integral de todos los aspectos geológico ingenieriles, a fin de cumplir con los objetivos de seguridad y producción de la mina, para el plan de minado de recuperación se realizara el sostenimiento con Split set de 7 pies y malla electro soldada por ser una labor temporal con tipo de roca III-B esto basado en la clasificación de GSI (Plan minado de CM Kolpa 2016).

3.7. Metodología para la determinación del plan de extracción

Según Restituto, S. (2002} "las investigaciones explicativas buscan especificar las propiedades importantes de los hechos y fenómenos que son sometidos a una experimentación de laboratorio de campo

El plan de extracción que se realizó para la recuperación del puente de mineral del tajeo 795 se realizó con los principios de los diferentes métodos de explotación en minería subterránea, que consiste en realizar una seria de trabajos como el tipo de sostenimiento,

relleno detrítico diseño de malla de perforación, diseño de voladura y ventilación este plan establece un único nivel base para la determinación del plan de extracción.

3.8. Metodología para la determinación de los controles geomecánicos

Para la determinación de los controles geomecánicos hizo la evaluación constante de los esfuerzos, antes y durante la explotación del yacimiento minero, resulta de fundamental importancia, debido a que los esfuerzos inducidos pueden dar origen a las concentraciones de esfuerzos que causan la inestabilidad local y global del macizo rocoso. Para ello es necesario delimitar, en un modelo geomecánico, las zonas con potencial influencia de esfuerzos inducidos, ya sea por el efecto de la profundidad o la influencia de esfuerzos de pre minado elevados; asimismo, se debe verificar la capacidad de acumulación y liberación de energía del macizo rocoso.

El sostenimiento que se aplicara en la etapa sostenimiento aplicado en forma sistemática con pernos helicoidales de 7 pies, mallas electro soldada intermediados con Split set de 5 pies estos elementos de sostenimiento son instalados cumpliendo el procedimiento.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4 Operaciones unitarias en la unidad Minera Kolpa.

4.1. Perforación.

La perforación es la primera unidad y base del ciclo de minado ya que con una inadecuada perforación el resto del ciclo de minado será también defectuoso.

En la unidad minera kolpa para estudio de investigación la perforación se realizara con equipo Mini Jumbo Muky en uper (realce) y de acuerdo a la malla 80 cm x 80 cm elaborado por el area de perforacion y voladura Ver Anexo N° 06

4.2. Voladura.

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 KOLPA. Ver Anexo N° 09.

4.3. Sostenimiento.

El sostenimiento como parte del ciclo de minado, se ha convertido en una herramienta muy importante para el control de accidentes por desprendimiento de rocas y se hace indispensable en todas sus variantes.

Según recomendación Geomecánica antes de ejecutar la recuperación del puente de mineral, se rehabilita la galería superior 692. NV 4430 y luego se recupera los cuadros de madera de la Galería y se reemplaza con sostenimiento por perno helicoidal de 7 pies, con malla electro soldada y Split set de 5 pies intermediados, por ser una labor temporal con presencia en tipo de roca III-B.

4.4. Limpieza.

La limpieza y acarreo de mineral se lleva a cabo con scooptram de 2,2 yd³ de operación telemando, hacia los de echaderos de mineral situadas en la rampa basculante. En el nivel 4230 m.s.n.m. que se encuentra la tolva electrohidráulico que sirve para el carguío de mineral y luego trasladar mediante volquetes Volvo de 25 TM, hasta la Planta de Beneficio de la Unidad Económica Administrativa (U.E.A.) Kolpa.

4.5. Relleno detrítico.

Cuando se acaba el ciclo de limpieza de mineral del tramo disparado, se realiza el relleno detrítico con ayuda de equipos de bajo perfil como es (Scooptram 2,2 yd³) en todo el área

que se ha limpiado el mineral, El proceso de relleno consiste en disponer la combinación del desmonte proveniente de las labores de avance y se rellena toda el área explotada, de manera que el piso del tajeo quede nivelado para un nuevo corte.

También después de la limpieza de mineral la altura del tajeo alcanzará un promedio los 4,4 m, en la cual será necesario rellenar relleno detrítico por el crucero 938 hasta que quede una altura de aproximadamente 2,0 m, que permitirá devolver la estabilidad a las cajas techo y piso.

4.6.Descripción del método de explotación en el tajeo 795 E

La optimización de los recursos humanos y el mejor aprovechamiento del uso de los equipos se obtienen si no hay interrupciones significativas en cada una de las etapas del minado desde la perforación, voladura, limpieza-acarreo y transporte de mineral y Relleno. Para lograr este propósito es importante implementar los controles operativos de la explotación del método de Corte y Relleno ascendente, obteniéndose de la data que se ha procesado y analizado, las oportunidades de mejora. Los principales controles en la perforación son: desviación, dilución, fragmentación, recuperación, factor de potencia y voladura secundaria.

Asimismo, en la secuencia de minado se detallan paso a paso las actividades a realizar en la etapa de explotación, con la finalidad de definir los procedimientos de trabajo para cada una de las actividades donde se establece el desarrollo de los trabajos con la identificación de sus respectivos peligros y riesgos, la cantidad de recursos materiales, equipos y herramientas necesarias, personal calificado que ejecutara los trabajos, asociado a un determinado tiempo para realizar cada actividad.

4.7. Características geológicas y geomecánica de los tajeos (veta Bienaventurada)

La Veta Bienaventurada, es la estructura más importante de la mina, tiene una longitud reconocida de 3,5 km. con potencias promedio de 1,50 m, teniendo zonas puntuales que llegan hasta 6 m. Presenta un buzamiento variable, entre 58° a 72°.

La mineralización predominante es esfalerita, marmatita, galena argentífera y pirita, casi como trazos de calcopirita, todos envueltos en una matriz de andesita volcánica.

El comportamiento geomecánico de la Veta Bienaventurada se encuentra dentro de un índice GSI F/P-MP en la misma estructura y en las cajas es F/R, ver Tabla 4.

Tabla 4: Comportamiento Geo mecánico por estructuras

Estructura	GSI	RMR	Q	Aberturas	Tiempo de Auto soporte	Tipo de Soporte
Caja Piso	F/R	40-50	0,7-2,5	4,50m.	10 h	81-D
Caja Techo	F/R	40-50	0,7-2,5	4,50m.	10 h	81-D
Veta	F/P-MP	35-45	0,4-1,0	4,00m.	8 h	81-D-E

Fuente: Área de Geomecanica Kolpa

4.8. Diseño del tajeo 795 (veta Bienaventurada)

La mina cuenta con una estructura mineralizada principal llamada Veta Bienaventurada y tiene presencia de splits al Este, separándose hasta en 3 vetas como ocurre en el Nivel 4518.

La longitud del tajeo es de 400 m, altura de 2,5 m. La pendiente de la rampa de acceso y rampas basculantes es de 15 %. A los lados de las rampas basculantes se tiene la Chimenea de Echadero de Mineral y al otro lado la Chimenea de echadero de desmonte, las cuales estarán conectadas desde la Rampa basculante mediante ventanas.

Las dimensiones serán: Rampas de acceso y basculantes de 3,00 m. x 3,00 m. las ventanas base de las Chimeneas de OP y FP serán de 3,00 m. x 3,00 m. x 6,00 m. 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.

Las Chimeneas de servicio, de ventilación y acceso se encuentran espaciadas cada 100 m y comunicadas al tajeo mediante ventanas de 2,40 m. x 2,40 m. x 6,00 m. Estas chimeneas tendrán la siguiente sección 2,40 m. x 1,20 m. x 100 m. Siendo todas las chimeneas de preparación en desmonte, de tal forma que se recupere el 100 % de mineral.

La distribución de los servicios de aire y agua tendrán líneas troncales por chimeneas. El relleno para los tajeos provendrá de labores de avance y preparación en desmonte, así como el relleno mecánico (relave clasificado) proveniente de la Planta Concentradora.

Se continuaran ejecutando Chimeneas Climber (Alimak) para ventilar todos los niveles y sobre todo el último Nivel 4230 m.s.n.m. esta comunicada hasta superficie en más de 450 m. de profundidad.

4.9. Plan de minado:

4.9.1 Labores de desarrollo

Esta operación se realizará para hacer posible la explotación de mineral contenido en el yacimiento, que consiste en los trabajos previos para establecer los accesos a las reservas minerales para llegar al mineral desde la superficie.

Al confirmar los recursos minerales por tamaño de la mineralización y sus respectivas leyes, se desarrolla la mina mediante una rampa negativa (-12%) de 4,00 m x 4,00 m de sección. A partir de la rampa y con la finalidad de interceptar la veta según se alcance las

cotas de los niveles principales, se realiza una labor tipo crucero de 4,0 m x 4,0 m. con una gradiente de (+) 1% y una longitud promedio de 40 m., de los cuales se desprenden los By pass de 4,0 m. x 4,0 m. de sección y con una gradiente favorable hacia la Poza de Bombeo principal y paralelos al rumbo de la veta, distanciados a una distancia no menor a 20 m. según la recomendación geomecánica.

Todas las labores verticales de ventilación son ejecutadas en desmonte y con Equipo Alimak de longitudes cortas (100 m)

4.9.2. Labores de preparación

Los trabajos de preparación consisten en diseñar en el terreno la forma de cómo extraer el mineral mediante un método de minado (Corte y relleno ascendente mecanizado), para esto se preparan rampas de acceso (operativas) de (+) 15% desde el By Pass respectivo.

En la cota calculada se ingresan con Rampas basculantes que serán rebatidas máximo en 12 m, equivalentes a 6 cortes con maquina Jack leg y equipo Mini jumbo Muky (2 m/corte). La rampa de acceso continua subiendo con 15 % hasta la siguiente cota calculada para iniciar la rampa basculante que entrara en negativo 15 % para comunicar al último corte dado con la rampa basculante anterior ya rebatida.

Las ventanas base del fill pass y ore pass serán rebatidas también, y la chimenea de ore pass levantadas a medida que avanza el minado.

4.9.3. Selección de equipo para explotación de tajeos (veta Bienaventurada)

El esquema de minado corte y relleno ascendente con rampas basculantes, es propio de un sistema Trackless con operaciones unitarias totalmente mecanizadas, que resulta en una

mayor productividad al optimizar la cantidad de tareas usadas por tonelada explotada o preparada.

En la perforación se utilizan equipos de perforación manuales Stopper en esta investigación se realizará la implementación de un equipo Jumbo en tajeos de explotación

El carguío de taladros es manual, sin embargo se podría obtener mejores ciclos si se usara equipos de carguío de taladros de ANFO.

En la limpieza y carguío de mineral, se utilizan Scooptrams de 1 a 2,2 yd³ y en tajeos más anchos utiliza equipos de 3,5 yd³.

El sostenimiento de las labores de la mina con pernos Split set de 5 pies, 7 pies, perno helicoidal de 7 pies e hydrabolt de 7 pies en combinación con malla electro soldada.

Para el mantenimiento de las vías principales de acceso a la mina (superficie), se utilizarán por campañas una motoniveladora o tractor, según el tipo de trabajo a realizar y para el mantenimiento de vías subterráneas se utilizaran equipos mini cargadores Bobcat.

El mineral roto de los tajeos será almacenado en los Ore Pass, éste mineral es descargado directamente a los volquetes VOLVO de 4 ejes (25 TM. de capacidad) para su transporte respectivo hasta la planta. El movimiento interno de desmonte para el relleno de los tajeos se realiza por volquetes volvo de 25 TM.

4.9.4. Características del equipo de perforación para explotación de tajeos (veta Bienaventurada)

El equipo Jumbo, ver Figura 6, con el que se trabajará en la unidad minera cumple las siguientes características

Tipo de Equipo : FRONTONERO

Modelo Equipo : TROIDON 22 “MUKI”

SERIE : JMC 247

4.9.4.1. Características de la perforadora

Modelo / Marca : HC- 50 E/ Montabert

Precarga de Acumuladores de Alta (HP) : 35 bar

Precarga de Acumuladores de Baja (LP) : 4 bar

Presiones máximas

Percusión : 130 bar

Rotación : 150 bar

Aceros

Shank (Perforación) : Hembra

Aceite de lubricación del shank : 0,8 cm³/min

Presión de aire de lubricación del shank : 2-3 bar

4.9.4.2. Características de la viga de perforación

Modelo : RE FB20 08

Tipo de Viga : AVANCE C/CADENA

Aplicación : BARRA DE 08

Extensión de viga de perforación : 600 mm

4.9.4.3. Características de la unidad de rotación

Marca y Modelo : Helac 30-65 (360°)

Sistema de control Perforación

Modelo : DSC12/HC 50

Power pack

Motor Eléctrico : 75 HP/55KW Tensión/Frecuencia : 440VAC/60Hz.

RPM/Frecuencia : 1780/60 Hz.

Bombas

Pistones axiales : Percusión/Avance/Posicionamiento.

Marca y modelo : Rexroth A10V O 71 DFR/31R

Engranajes : Rotación

Marca y modelo : Parker P315A19

4.10. Plan de minado en el tajeo 795 E

1. Para proceder a recuperar el puente de mineral, el tajeo tiene que estar nivelado con relleno detrítico a una altura mínima de 3,50 m.
2. El minado se realiza en retirada. Desde el tope del ala este la progresiva 0 del brazo basculante.
3. Se conectará con una chimenea desde el tope del ala este hasta la galería superior. Esto para delimitar exactamente el puente de mineral y nos sirva de cara libre.
4. Como medida de control por seguridad la perforación se realiza en forma vertical con ángulo de inclinación de acuerdo al buzamiento de la veta (Upper), y se realiza con equipo mini jumbo Muki para no exponer en peligro al personal en el área de trabajo,

5. 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 todo el ala del tajeo
6. El operador de equipo Scooptram 2,2 yd³ de operación telemando podrá realizar la limpieza de mineral desde el refugio ubicado en el ala este del tajeo.
7. El sostenimiento será previa evaluación de Geomecánica en campo según cómo se presente el terreno.
8. El relleno detrítico se echará por el nuevo acceso Cx 938 que se ejecutará para este fin de esta manera el relleno actuara como soporte para estabilizar la labor.

4.11. Acuerdos para plan de minado del tajeo 795

1. según recomendación de Geomecánica antes de ejecutar la recuperación del puente de mineral, se tiene que recuperar los cuadros de madera de la Galería superior y reemplazar con sostenimiento de Split set de 7 pies y malla electro intermediados con Split set de 5 pies por ser una labor temporal con un tipo de roca III-B.
2. La recuperación de puente de mineral se realizará en dos etapas. La primera etapa será el ala este y la segunda etapa el ala oeste. Este plan de minado sólo será para la primera etapa, para la segunda etapa se convocará a otra reunión de planeamiento con las diferentes áreas.
3. Planeamiento delimitará los puentes con respecto a la Galería superior y llevará un constante control de la topografía del terreno.
4. Mina realizará la rehabilitación de la Galería superior (GL692). NV 4430
5. Se ejecutará desquinche en el BP692 un tramo de 63 m de longitud para pase del Scoop que rellenará el tajeo.

6. Se ejecutará un crucero (CX938) de 27 m con sección de 3,0 m. x 3,0 m. desde el BP692 hasta la GL692. Esta labor nos servirá para rellenar el tajeo.
7. El minado se realizará en retirada, con disparo en (realce) por tramos de hasta 10m.

4.12. Ubicación de punto de recuperación de mineral del tajeo 795

El punto de recuperación debe ser accesible y seguro para poder realizar la evaluación de peligros, ver la Tabla N°05

Tabla 5: Coordenadas UTM del punto de ubicación del tajeo 795

Pto.	Este	Norte	Altitud
Pto. – 01	0446302	8375528	4480

Fuente: Área Planeamiento Cía. Kolpa S.A.

4.13. Muestreo por progresivas en el tajeo

El área de control de calidad realiza muestreos en diferentes progresivas de toda la longitud del tajeo obteniendo los siguientes valores que. A continuación se muestra las fechas y los puntos de muestreo, ver la Tabla N° 06.

Tabla 6: Muestreo por progresivas en el tajeo 795

Puntos de muestreo (Pto.)	
Progresiva	Valores \$/TM
0 - 50	\$160
50 - 70	\$200
70 - 120	\$210
120 - 200	\$220

Fuente: Geología Control de Calidad

4.14. Cubicación de puente de mineral del tajeo 795

Los resultados fueron analizados en el área mina de compañía minera kolpa; el cual se muestra en el anexo N° 03.

El cálculo de tonelaje se realiza empleando la siguiente formula

$$\text{Longitud de tajeo (Lt)} = 200 \text{ m.}$$

$$\text{Potencia de veta (Pv)} = 1 \text{ m.}$$

$$\text{Altura de Corte (H)} = 2 \text{ m.}$$

$$\text{Densidad mineral (Dm)} = 3.17$$

$$\text{Tonelaje roto} = \text{Lt} \times \text{Pv} \times \text{H} \times \text{Dm}$$

$$\text{Tonelaje roto} = 200 \times 1 \times 2 \times 3,17 = 1544 \text{ TM}$$

4.15. Valor económico de mineral recuperado en el tajeo 795

El valor económico de mineral es la cotización en el mercado expresado \$/TM, \$/lb, \$/onza troy

Valor de Mineral	
Ancho minado	1,0
Ton.	1.544
Dilución	0,1
Valor equivalente.(US\$/TM.)	195
Recuperación (%)	85%
Valor(\$/TM)	165,8

$$\text{Valor económico} = \text{Precio} \times \text{Contenido Metálico}$$

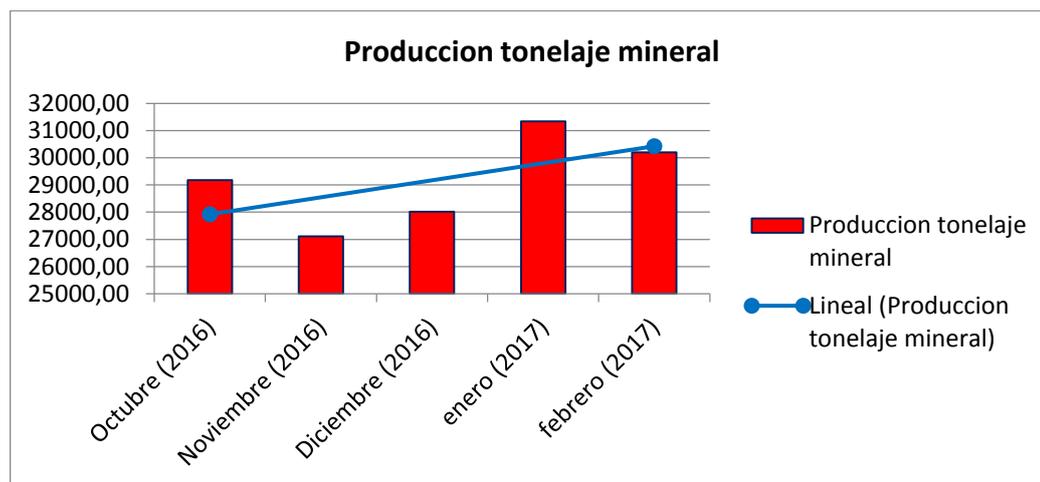
$$\text{Valor económico} = 195 \text{ \$/TM} \times 85 \% = 165 \text{ \$/TM}$$

4.16. Cuadro estadístico de incremento de tonelaje de mineral

En base a lo que el histograma nos muestra gráficamente que podemos observar que existe dos piezas bajas en los meses noviembre y diciembre del dos mil dieciséis en cuanto a su producción por parte de la empresa minera KOLPA S.A. y por lo tanto es algo que no es conveniente tanto para el cliente como para la empresa, en la empresa no es bueno porque tendría un alto porcentaje de materia prima utilizada sin tener que hacerlo en pocas palabras tendría mucha materia prima desperdiciada. Referente al cliente no estaríamos cumpliendo con las expectativas exigidas.

Este histograma nos muestra 2 piezas con rangos de producción baja pero se mejora estando dentro de los límites, en este histograma también se observa que hay más crecimiento de producción en los meses enero y febrero del dos mil diecisiete entonces nos muestra que hay la posibilidad de seguir aumentando la producción en los meses posteriores. Ver tabla N° 07

Tabla 7: Incremento de ley cabeza de cabeza de mineral.



Fuente: Propia

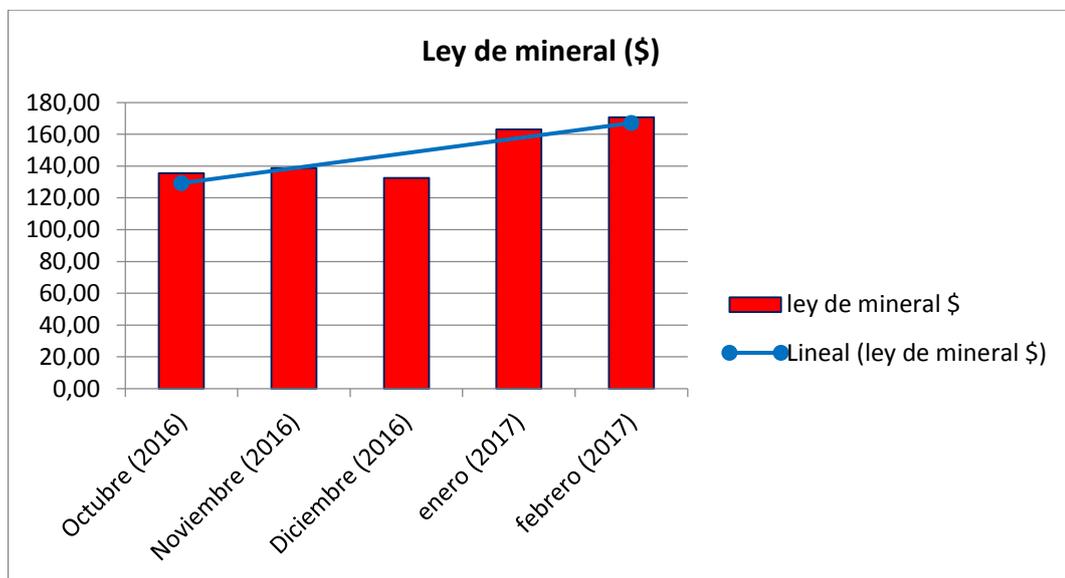
4.17. Cuadro estadístico de incremento de ley de mineral

Gráficamente observamos en el histograma que en si no hay una buena distribución en la ley de corte que debería estar por encima de 140 US\$/TM. Miramos que existe una cierta variación en el proceso por lo tanto se está dejando 3 piezas fuera de los límites y se muestra que solo en los 2 piezas de los últimos meses está creciendo económicamente.

Este histograma nos muestra 3 piezas bajas con rangos que no alcanza la ley de cabeza (140 US\$/TM), en este histograma también se observa que hay más incremento de la ley de cabeza de mineral en los meses enero y febrero del dos mil diecisiete debido al trabajo que se realizó a la recuperación de puentes de mineral en el tajeo 795 entonces podemos observar que la ley de cut off incremento de 133 US\$ a 165 US\$ en promedios mensuales.

Ver tabla N° 08

Tabla 8: Incremento de ley de cabeza de mineral.



Fuente: Propia

4.18. Discusión del resultado

Según Huaman, O. & Salvatierra, M, En su tesis *Recuperación de diseminados por el método de explotación sub Level Stoping en Cía. minera los Quenuales S.A.-Unidad Yauliyacu*, en una parte de su conclusión menciona El método de Sub Level Stoping en la recuperación de diseminados, incremento la producción y es un método más seguro que los métodos convencionales como el corte y relleno en realce y el shirinkage, por tener menor tiempo de exposición del personal en las labores mineras, al trabajar con equipos mecanizados se reemplaza al personal que trabaja en los tajeos convencionales, los equipos de limpieza con telemando permiten la extracción del mineral sin exponer a los tajeos vacíos al operador.

Con el incremento de producción de tonelaje de mineral y la ley de cabeza se alcanzó cumplir con las metas establecidas durante los meses enero y febrero y de esta manera se tuvo tiempo suficiente para el desarrollo de los nuevos tajeos en profundización. Ver Tabla N°09

Tabla 9: Promedio de toneladas rotas mensuales en recuperación de puentes de mineral

Mes	Recuperación de diseminados sub Level stoping Minera Quenuales	Recuperación de puentes de mineral en Cía. Minera Kolpa
Enero	1100	1544
Febrero	990	1000
Marzo	1400	1400
Total	3490	3900

Fuente: Propia

Tabla 10: Contrastación y verificación de hipótesis

Objetivos específicos	Conclusiones parciales
Realizar el adecuado plan de extracción para la recuperación del puente de mineral para incrementar la ley de cabeza en la compañía minera KOLPA S.A	En compañía Minera Kolpa en coordinación con las diferentes áreas como Operación Mina, Servicios, planeamiento, geomecánica, geología, control de calidad, ventilación etc. se logra realizar un adecuado plan de minado y recuperar la extracción del puente de mineral del tajeo 795.
Determinar los controles geomecánicos para la extracción de recuperación del puente de mineral para incrementar la ley de cabeza en la compañía minera KOLPA S.A.	Según recomendación Geomecánica antes de ejecutar la recuperación del puente, se recuperó los cuadros de madera de la Galería superior y se reemplazó con sostenimiento de Split set de 7 pies más malla electro soldada intermediados con Split set de 5 pies por ser una labor temporal con un tipo de roca III-B.

Fuente: Propia

En la tabla N°10 contrastación y verificación de la Hipótesis queda demostrado que un adecuado plan de minado y aplicando los controles geomecánicos es posible recuperar puentes de mineral y trabajando con equipos mecanizados, como por ejemplo el equipo Mini Jumbo Muki y el equipo Scooptram 2,2 yd³ de operación telemando. Nos permite realizar trabajos sin exponer mucho al personal cuidando la seguridad física y la integridad de nuestros colaboradores.

CONCLUSIONES

Conclusión general

En compañía Minera Kolpa se logró recuperar la extracción del puente de mineral del tajeo 795 e incremento la producción de 28 300 TM a 29 854 TM promedio mensual y con un valor económico de 133 US\$/TM a 165 US\$/TM promedio mensual.

Conclusiones parciales

- a) En compañía Minera Kolpa en coordinación con las diferentes áreas como Operación Mina, Servicios, planeamiento, geomecánica, geología, control de calidad, ventilación etc. se logra realizar un adecuado plan de minado y se recuperó el puente de mineral en el tajeo 795.
- b) Como medida de control se cumplió con la recomendación geomecánica antes de ejecutar los trabajos de recuperación del puente de mineral, se recuperó los cuadros de madera de la Galería superior y se reemplazó con sostenimiento de Split set de 7 pies más malla electro soldada intermedios con Split set de 5 pies por ser una labor temporal con un tipo de roca III-B.

RECOMENDACIONES

Recomendación general.

1. Para recuperación de puentes de mineral en Compañía Minera Kolpa S.A. y otras unidades Mineras se recomienda realizar los mantenimientos preventivos en su debido momento a los equipos con los que se trabajara y no esperar hasta un mantenimiento correctivo, con la finalidad de tener equipos con disponibilidades mecánicas mayores al 90 % y de esta manera evitar paradas durante la operación que nos generen pérdidas durante la guardia.

Recomendaciones parciales

- a) Para la recuperación de puentes el área de servicios mina, debe garantizar suficiente caudal de agua para la perforación ya que la presión de agua es importante en los tajeos para la continua perforación de taladros.
- b) El área geomecánica deberá realizar seguimiento constante y permanente en labores de alto riesgo para poder prevenir accidentes e incidentes peligrosos con temas relacionados por desprendimiento de rocas.

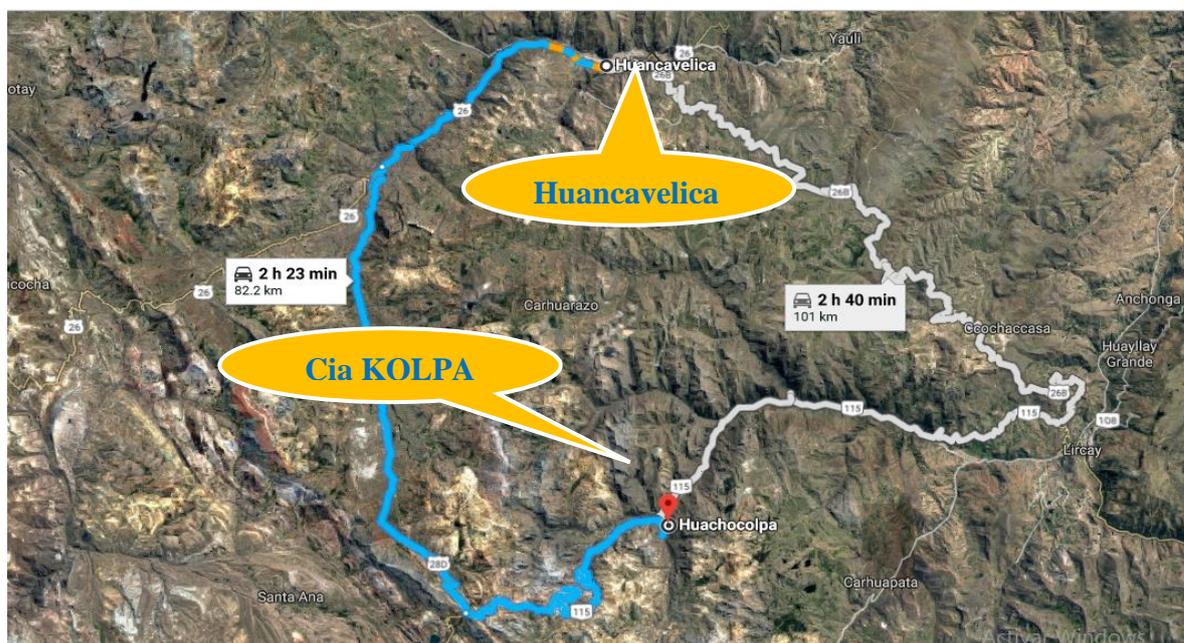
BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, Abel. Arroyo. (2011). *Explotacion de Minas Metodos para la extraccion de Minerales*. Instituto de Ingenieros de Minas del Peru- Lima.
- Ariaga, J. (2015). *Guia sobre control Geotecnico en Mineria Subterranea* . Universidad Politecnica de Madrid Laboratorio Oficial Ministerio de industria, Enerdi y Turismo Gobierno de España.
- Alonso, Jose Bernaola., & Castilla Gomez, J. (2013). *Perforacion y Voladura de Rocas en Mineria* . Escuela Tecnico Superior de Ingenieros de Minas de Madrid .
- Alvares, David Fredy. (2014). *Aplicacion del Metodo de Explotacion sub level Stopping En Manto Cobriza (tesis Pregrado)*. Facultad de Ingenieria Geologica, Minería y Metalurgia Universidad Nacional de Ingenieria - Lima.
- Cordova, Nestor David. (2008). *Geomecanica en el Minado Subterraneo caso Mina Condestable (tesis de pre grado)*. Facultad de Ingenieria de Minas Universidad Nacional de Ingenieria Lima - Peru.
- Camcac, T. (2012). *Tecnologia de Explosivos*. Universidad Nacional del Altiplano Puno.
- Carrasco, B. (2012): *metodología de diseño para post-pillar cut & fill de explotación bench and fill* Facultad de Ingenieria ciencias fisico matematicas - Universidad de chile
- Elorrieta, (2018): *Diseño de Recuperación de pilares puente*. Universidad pacifico católica de Rio de Janeiro.
- Garcia, J. (2011). *Planificacion Minera de Corporacion Minero Castrovireyna (tesis de pre grado)*. Facultad de ingenieria de Minas Pontifica Catolica del Peru - Lima.
- Gonzales Vergara, M., & Velasquez Taipe Jose. (2012). *Explotacion de un cuerpo mineralizado por subnivel con taladros largos en la unidad de Produccion Uchuchacua (tesis pre grado)*. Facultad de Ingenieria de Minas Universidad Nacional de Huancavelica .
- Huaman. O. & Salvatierra, M. (2013). *Recuperacion de diseminados por el metodo de explotacion sub level stopping en Cia Minera los Quenuales S.A. - Unidad Minera Yauliyacu (tesis de pre grado)*. Facultad de Ingenieria de Minas - Universidad Nacional de Huancavelica - Huancavelica.
- Hernández, y Baptista (1998): *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill. Edit. 5.
- Julian ortis. O. (s.f.). *Explotacion de Minas* . Facultad de Ciencias de Fisicas Departamento de Ingenieria de Minas - chile.

- J, Calvin, & Albarran, E. (1998). *Diseño de Voladura*. Mexico: Gral, Gomez Pedraza.
- Jimeno, Lopez. *Diseño de Explotaciones e Infraestructuras Mineras Subterranas*.
Universidad Politecnica de Madrid Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de
Minas.
- Jimeno, Lopez. (s.f.). *Manual de Perforacion y Voladura de Rocas* . Instituto Tecnologico
GeoMinero de España.
- Jorquera, M. (2015): *método de explotación bench and fill* y su aplicación en minera
michilla
- Lopez, Victor Manuel. (2014). *Manual para la seleccion de metodos de Explotacion de
Minas* . Facultad de Ingenieria de Minas Universidad Nacional Autonoma de
Mexico.
- Massa, Javier Vallejos. (2012). *Metodologia de diseño para post-pillar cut and fill*.
Facultad de ciencias fisico matematicas departamento de Ingenieria de Minas -
Santiago de Chile.
- Mestas, Wilfredo Ojeda. *Diseño de Mallas de Perforacion y Voladura Subterranea
Aplicando un Modelo de Areas de Influencia*. Lima - peru.
- Valverde, Daniel. A. (Ayacucho 2008). *Perforacion Voladura y Ventilacion* . *Mineria
Subterranea*.

ANEXOS

Anexo 1: Foto satelital de ubicación la Mina Kolpa S.A.



Fuente: Google maps

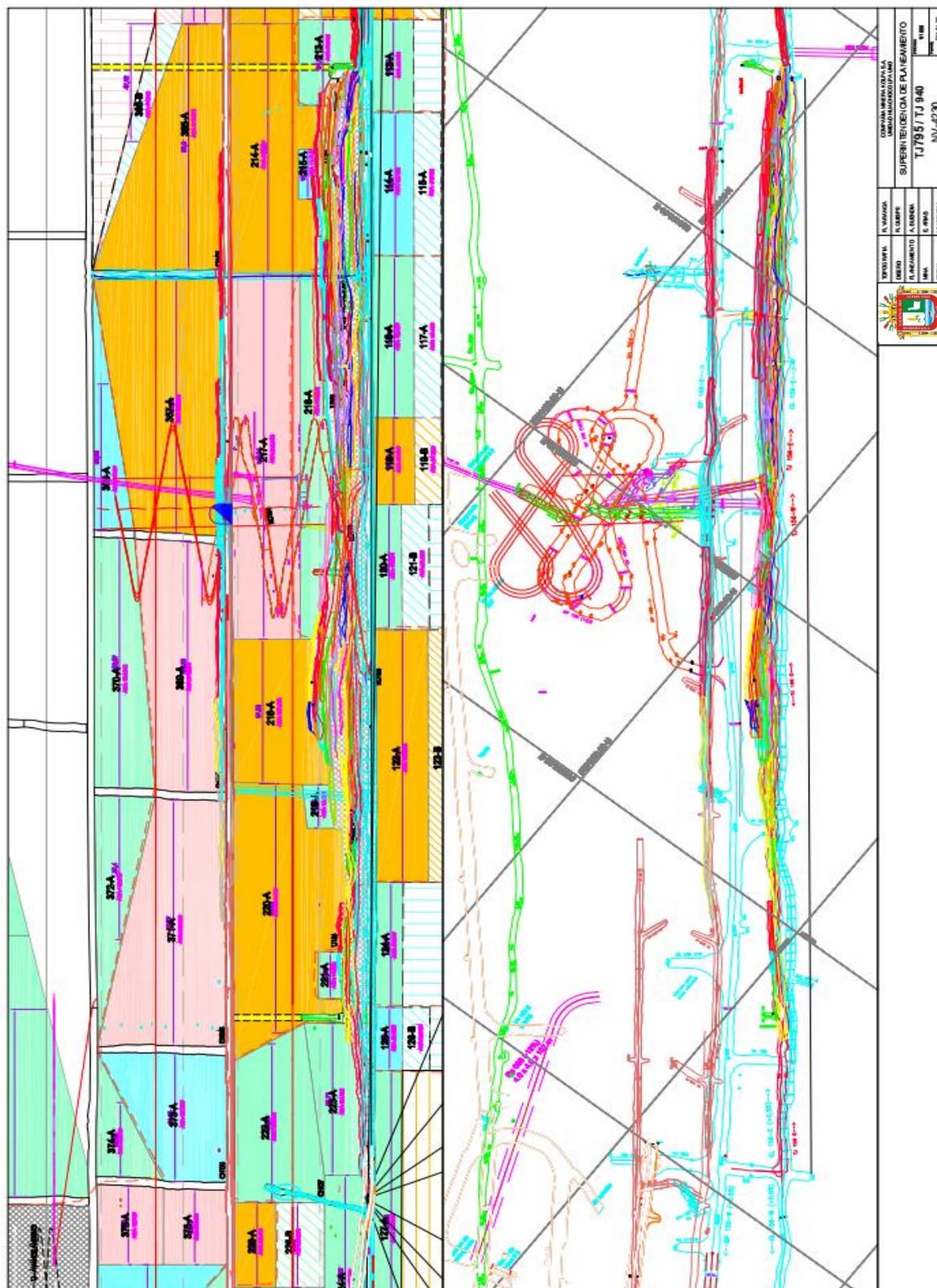
En el anexo N° 01 podemos ver la fotografía satelital en donde se observa la ubicación de la unidad de producción de compañía minera Kolpa

Anexo 2: Plano de Ubicación Mina Kolpa S.A.



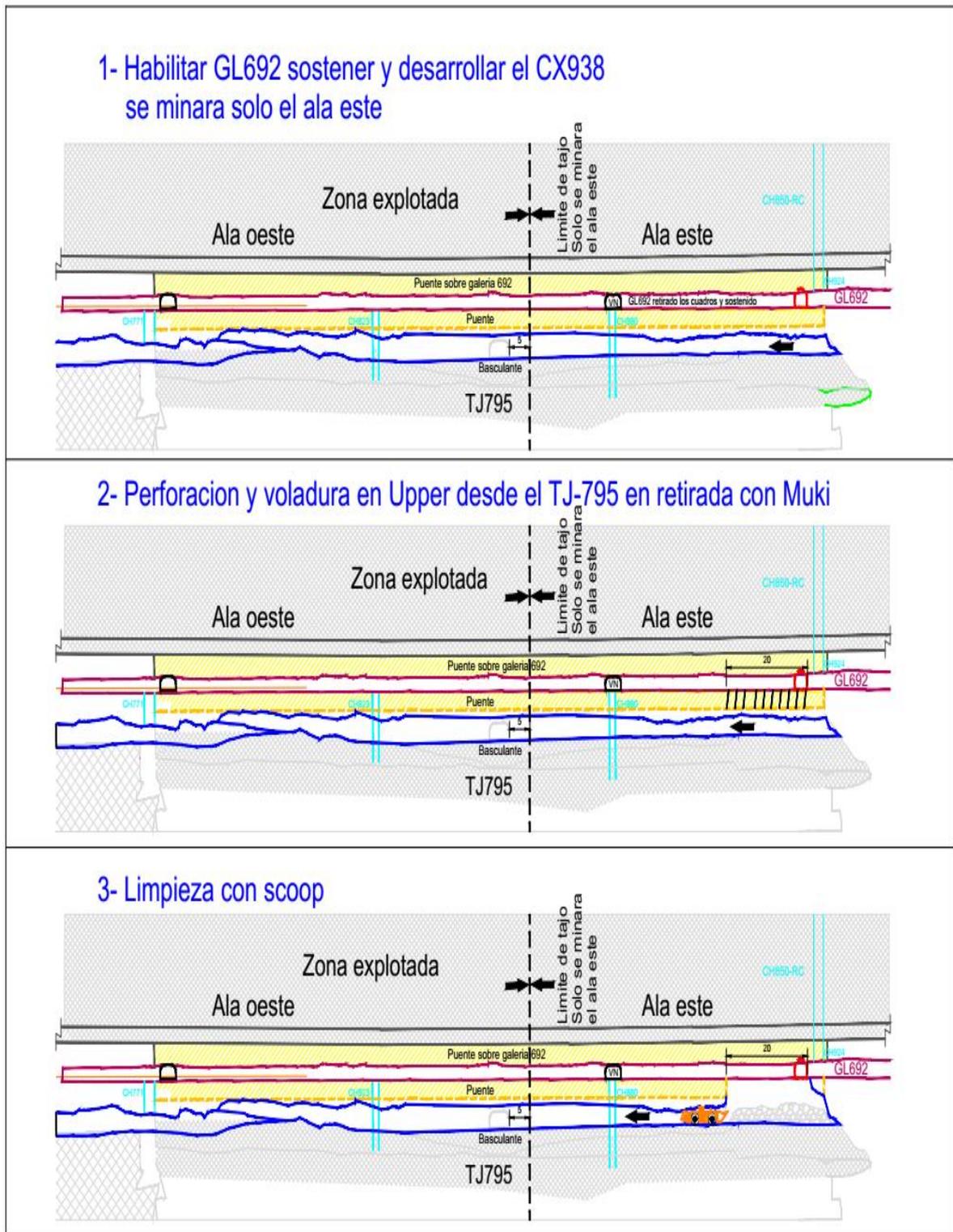
Fuente: Plan de Minado Kolpa

Anexo 3: Plano geológico del tajeo 795



Fuente: Elaboración propia del investigador

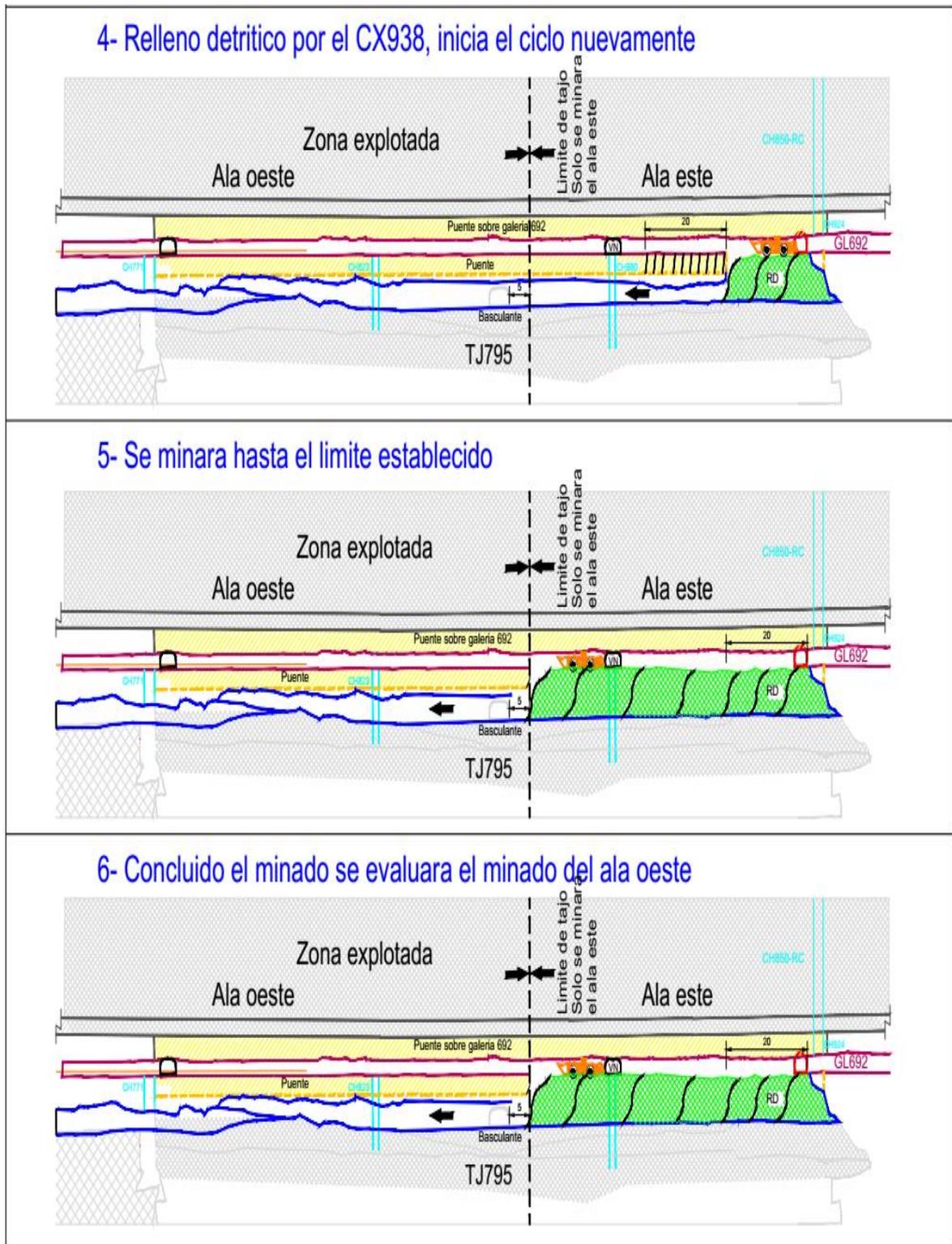
Anexo 4: Plano método de extracción del puente de mineral del tajeo 795



Fuente: Elaboración propia del investigador.

En el plan estratégico para la recuperación del puente de mineral del tajeo 795 se muestra que se deberá sostener la galería superior 692, desarrollar el crucero 938, la perforación se realiza en upper y con equipo mini jumbo muky seguidamente la limpieza de mineral se realiza con scooptram de operación telemando.

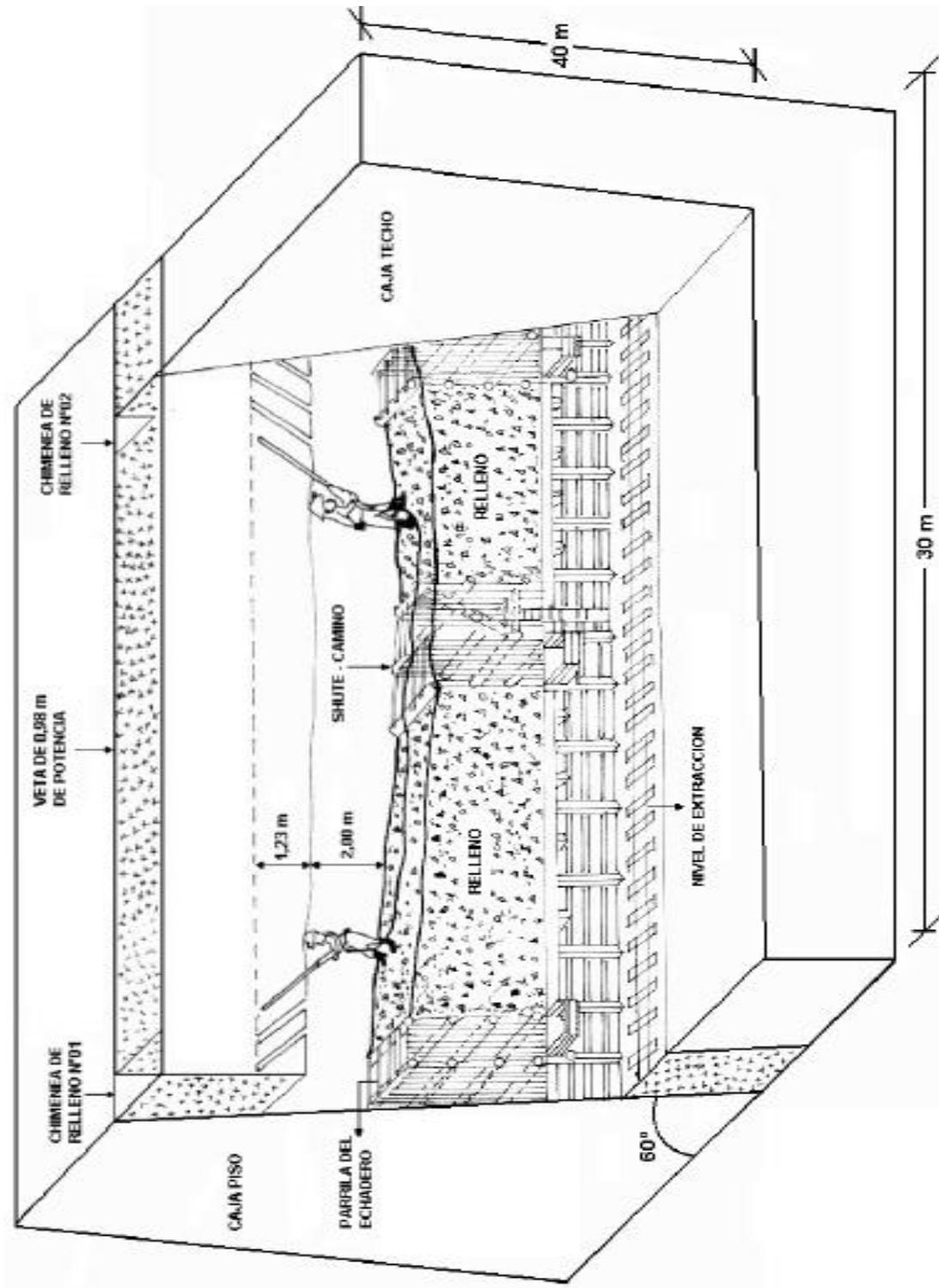
Anexo 5: Plano método de extracción del puente de mineral del tajeo 795



Fuente: Elaboración propia del investigador

En el plan estratégico para la recuperación del puente de mineral del tajeo 795 el relleno detrítico es por el crucero 938 con desmonte proveniente de los avances, este ciclo de minado se realiza hasta el límite establecido.

Anexo6: Método de explotación corte relleno ascendente



Fuente: planeamiento Kolpa

Anexo7: Equipo jumbo muki realizando perforación cara libre

Fuente: Elaboración propia del investigador

El equipo de perforación mini jumbo muky realiza la perforación de una chimenea que conectara desde el tajeo hasta el nivel superior de galería 692 que nos servirá para delimitar el puente de mineral y generar cara libre para la voladura en el ciclo de minado

Anexo 8: Marcado de la malla de perforación



Fuente: Elaboración propia del investigador

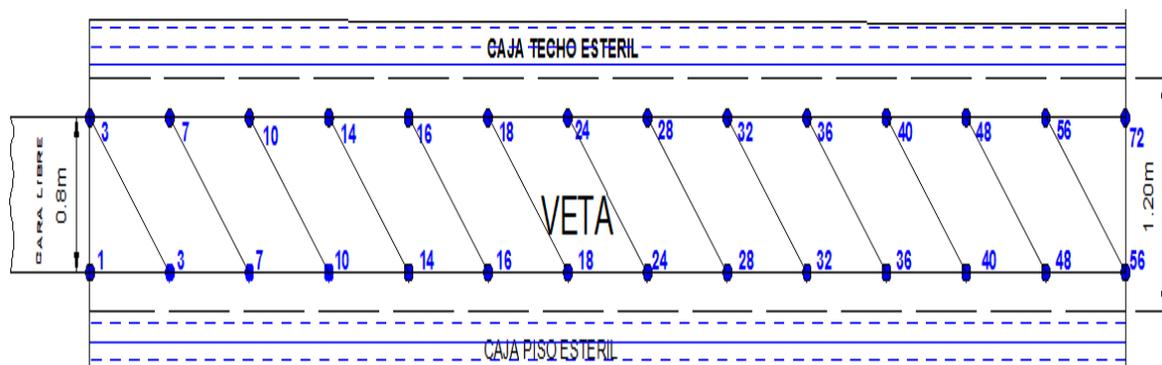
En la fotografía se muestra a nuestros colaboradores realizando el marcado de la malla de perforación que consiste en buerdas de 0.80 cm y espaciamiento de 0.80 cm esto de acuerdo al diseño de voladura que se realizó para la recuperación del puente de mineral.

Anexo 9: Perforación en Upper con Equipo mini jumbo Muky

Fuente: Elaboración propia del investigador

En la imagen podemos observar la perforación en upper (perforación con un ángulo de inclinación de 75° esto depende del buzamiento de la veta) y realiza el equipo mini jumbo muky de acuerdo al diseño de la malla de perforación tal como se muestra en la fotografía

Anexo 10: Secuencia de voladura y distribución de carga por taladro



DISTRIBUCION DE CARGA POR TALADRO							
SECUENCIA	NUMEROS DE TALADROS	CARTUCHOS POR TALADROS 8 Pies	DIMENSION DEL CARTUCHO	TOTAL CARTUCHO EMULEX 65%	KILOS DE EMULEX 65	TOTAL ANFO Kg	TOTAL DE KG EXPLOSIVO
PRIMERA SALIDA	1	1	1" X 8"	1	0.11	1.00	1.11
SEGUNDA SALIDA	2	1	1" X 8"	2	0.22	1.90	2.12
TERCERA SALIDA	2	1	1" X 8"	2	0.22	1.90	2.12
CUARTA SALIDA	2	1	1" X 8"	2	0.22	1.90	2.12
QUINTA SALIDA	2	1	1" X 8"	2	0.22	1.90	2.12
SEXTA SALIDA	2	1	1" X 8"	2	0.22	1.90	2.12
SEPTIMA SALIDA	2	1	1" X 8"	2	0.22	1.90	2.12
OCTAVA SALIDA	2	1	1" X 8"	2	0.22	1.90	2.12
NOVENA SALIDA	2	1	1" X 8"	2	0.22	1.90	2.12
DECIMA SALIDA	2	1	1" X 8"	2	0.22	1.90	2.12
DECIMO PRIMERA SALIDA	2	1	1" X 8"	2	0.22	1.90	2.12
DECIMO SEGUNDA SALIDA	2	1	1" X 8"	2	0.22	1.90	2.12
DECIMO TERCERA SALIDA	2	1	1" X 8"	2	0.22	1.90	2.12
DECIMO CUARTA SALIDA	2	1	1" X 8"	2	0.22	1.90	2.12
DECIMO QUINTA SALIDA	1	1	1" X 8"	1	0.11	1.00	1.11
TOTAL CARGADOS	28			28 UND.	3.08	26.70	29.78

DATOS	UNIDADES
CORTE EFECTIVO	2m
LONGITUD DE TALADRO	8 pies
ANCHO PROMEDIO	1.2m
LONGITUD A DISPARAR	11.20m
TONELADA TOTAL	80.64 Tn.
FACTOR POTENCIA	0.36 Kg/Ton.

Fuente: Área de Voladura Unidad Minera Kolpa S.A.

Anexo 11: Carguío de Voladura



Fuente: Elaboración propia del investigador

En el anexo N° 10 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.

Anexo 12: Fragmentación de Mineral



Fuente: Elaboración propia del investigador

En el anexo N° 11 se muestra la fragmentación después de la voladura

Anexo 13: Ore Pass 795 echadero de Mineral

Fuente: Elaboración propia del investigador.

En la fotografía del Anexo N° 12 se muestra el ore pass 795 en la cual el mineral será trasladado desde el tajeo hasta este echadero de mineral

Anexo 14: Tolva Hidráulica Pocket 795

Fuente: Elaboración propia del investigador

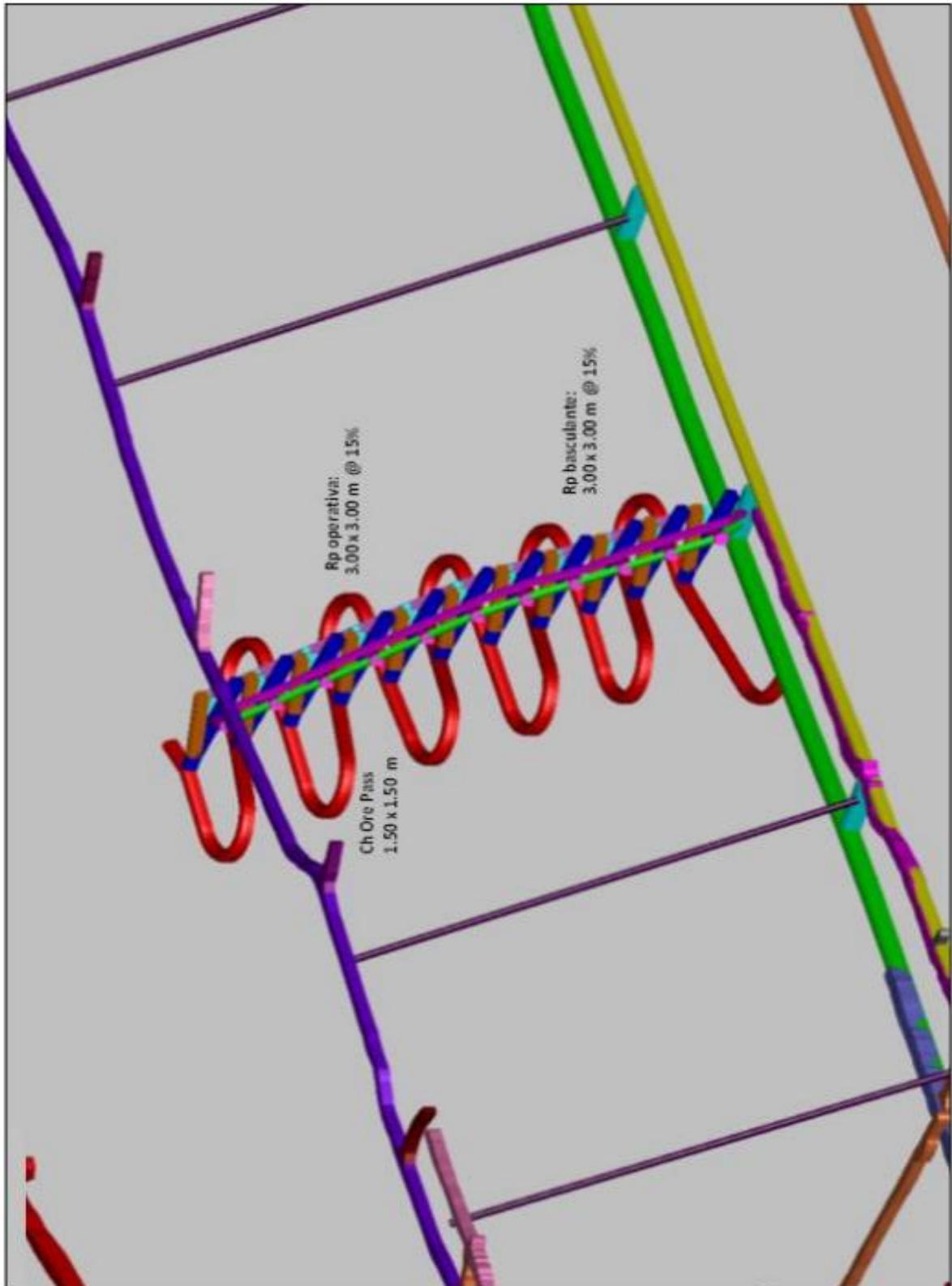
En el anexo N° 13 se tomó la fotografía de la tolva hidráulica que servirá para tolvear el mineral a los volquetes FMX marca volvo y será trasladado hasta la planta concentradora de kolpa

Anexo 15: Equipo Scoop de 2.2 yardas rellenando area disparada

Fuente: propia del investigador

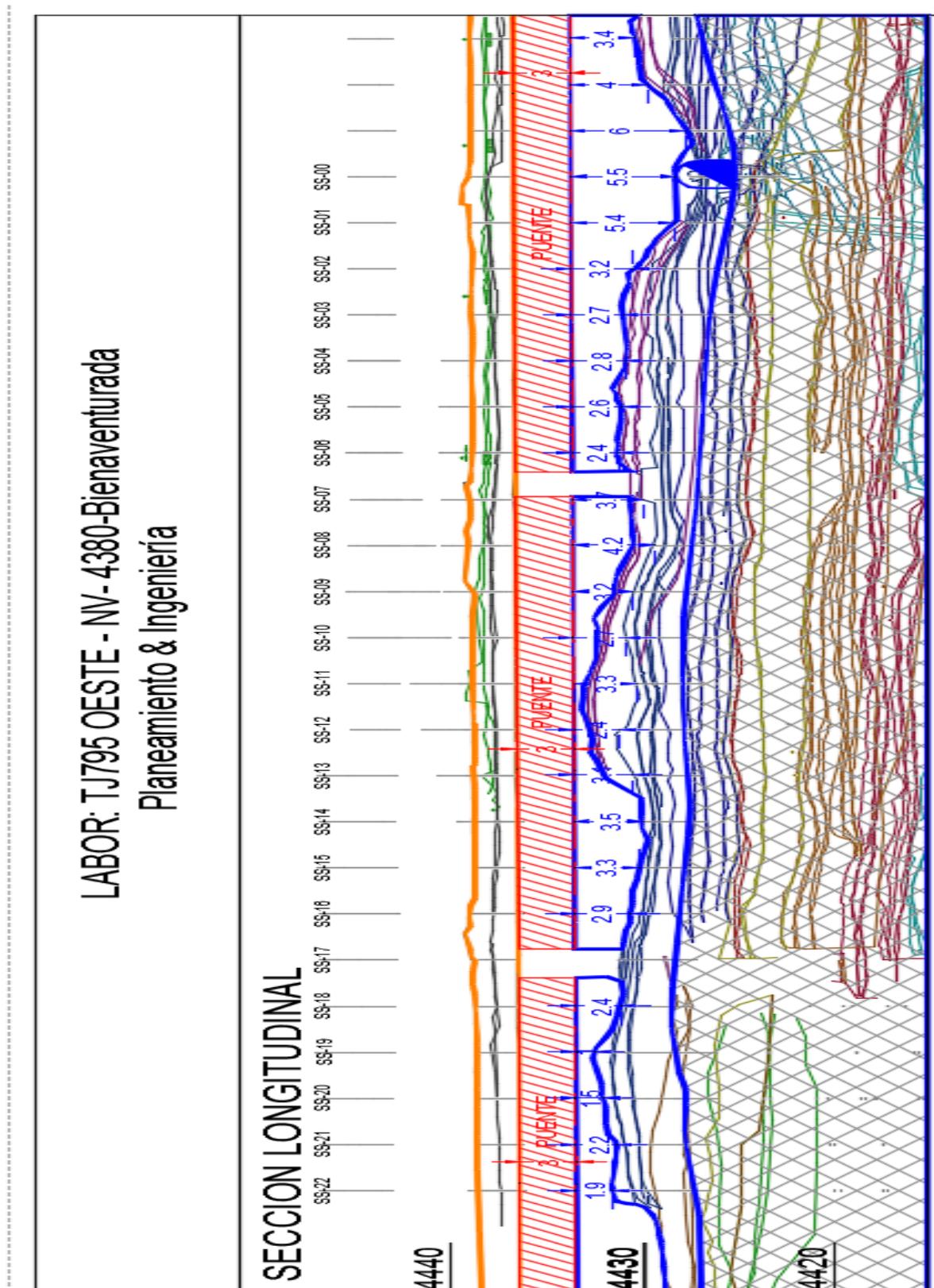
El relleno detrítico es por el cruce 938 y se realiza una vez concluido la limpieza de mineral todo el tramo disparado esto también nos servirá para estabilizar la caja techo y piso del tajeo dicho trabajo se realiza con equipo scooptram de operación telemando tal como se muestra en la fotografía.

Anexo 16: Diseño estructural del tajeo



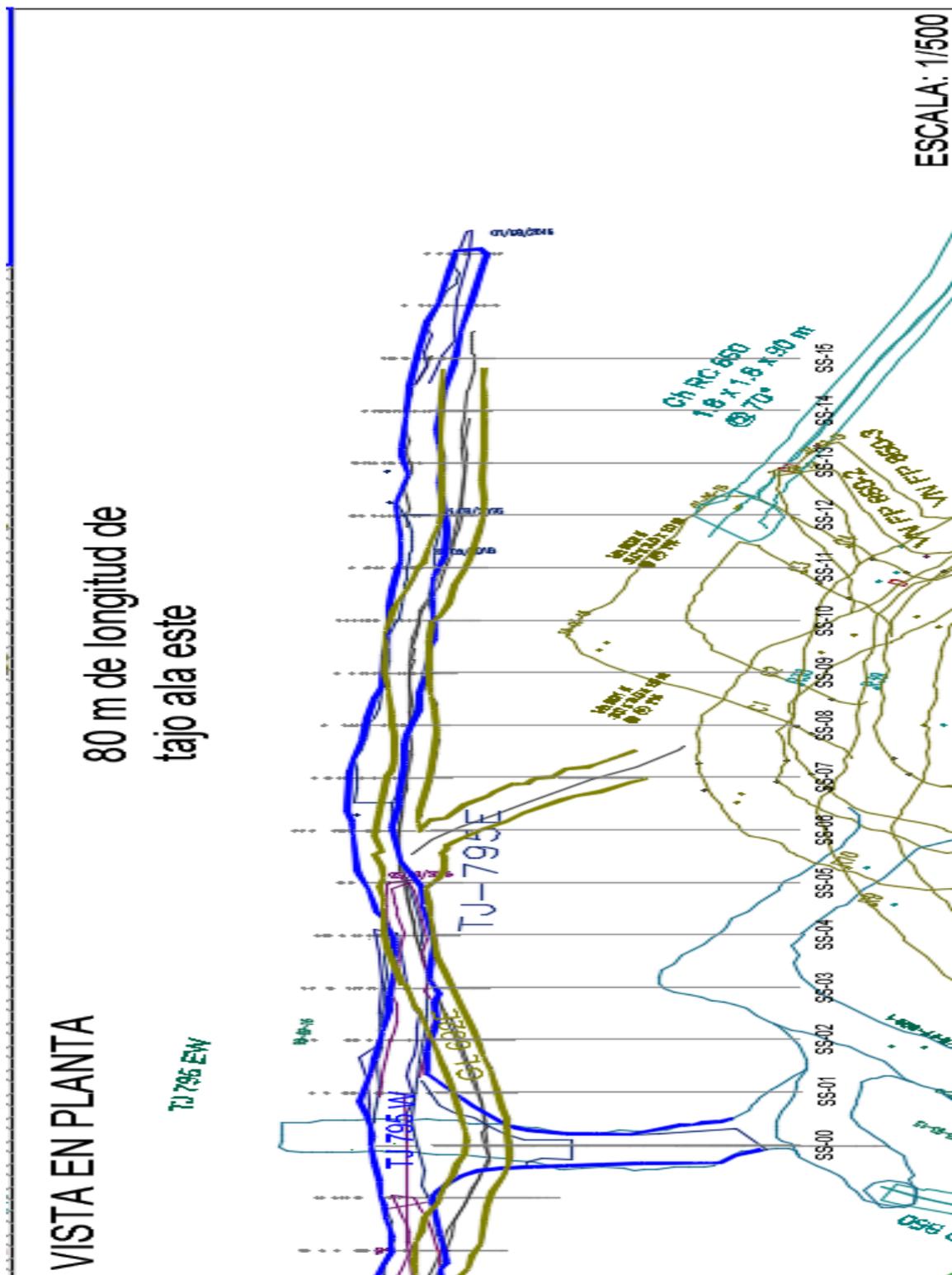
Fuente: Área de planeamiento Kolpa

Anexo 17: Plano sección longitudinal del tajeo 795.



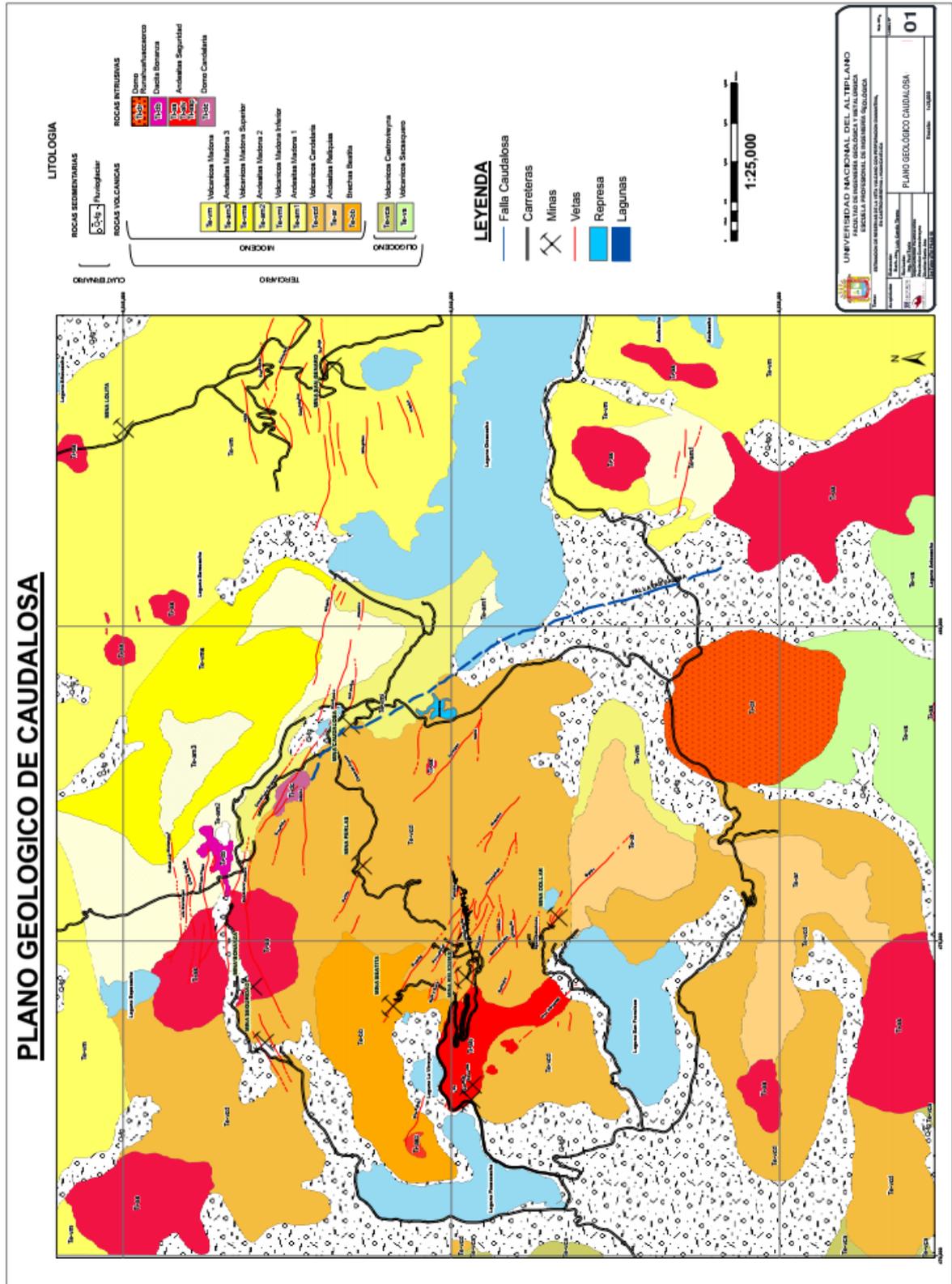
Fuente: Área planeamiento Kolpa

Anexo 18: Plano vista en planta del tajeo 795.



Fuente: Área planeamiento Kolpa

Anexo 19: Plano geológico de la mina.



Fuente: Área planeamiento Kolpa

Anexo 20: Producción y ley de tonelaje de mineral octubre 2016.

Departamento: Geología/control de calidad						
CUMPLIMIENTO DE PRODUCCIÓN - COMPAÑÍA MINERA KOLPA OCTUBRE 2016						
PROGRAMA DE PRODUCCION				30000	Ton.	
N° Dia	Fecha	Programa		Ejecutado		\$/Ton
		día	Acumulado	día	Acumulado	
1	01/10/2016	1000,00	800,00	1100,00	1100,00	139,00
2	02/10/2016	1000,00	1800,00	800,00	1900,00	137,00
3	03/10/2016	1000,00	2800,00	790,00	2690,00	136,00
4	04/10/2016	1000,00	3800,00	784,66	3474,66	152,00
5	05/10/2016	1000,00	4800,00	792,30	4266,96	100,00
6	06/10/2016	1000,00	5800,00	860,93	5127,89	184,00
7	07/10/2016	1000,00	6800,00	925,00	6052,89	125,00
8	08/10/2016	1000,00	7800,00	922,82	6975,71	124,00
9	09/10/2016	1000,00	8800,00	804,29	7780,00	114,00
10	10/10/2016	1000,00	9800,00	647,86	8427,86	136,00
11	11/10/2016	1000,00	10800,00	804,93	9232,79	99,00
12	12/10/2016	1000,00	11800,00	856,41	10089,20	114,00
13	13/10/2016	1000,00	12800,00	875,75	10964,95	126,00
14	14/10/2016	1000,00	13800,00	810,22	11775,17	124,00
15	15/10/2016	1000,00	14800,00	869,28	12644,45	115,00
16	16/10/2016	1000,00	15800,00	950,00	13594,45	149,00
17	17/10/2016	1000,00	16800,00	938,74	14533,19	129,00
18	18/10/2016	1000,00	17800,00	683,59	15216,78	146,00
19	19/10/2016	1000,00	18800,00	853,46	16070,24	147,00
20	20/10/2016	1000,00	19800,00	860,0	16930,24	178,00
21	21/10/2016	1000,00	20800,00	820,0	17750,24	100,00
22	22/10/2016	1000,00	21800,00	935,8	18686,06	154,00
23	23/10/2016	1000,00	22800,00	980,00	19666,06	115,00
24	24/10/2016	1000,00	23800,00	1000,00	20666,06	128,00
25	25/10/2016	1000,00	24800,00	1100,00	21766,06	139,00
26	26/10/2016	1000,00	25800,00	1150,00	22916,06	184,00
27	27/10/2016	1000,00	26800,00	1200,00	24116,06	147,00
28	28/10/2016	1000,00	27800,00	1290,00	25406,06	128,00
29	29/10/2016	1000,00	28800,00	1190,00	26596,06	156,00
30	30/10/2016	1000,00	29800,00	1330,00	27926,06	129,00
31	31/10/2016	1000,00	30800,00	1250,00	29176,06	149,00
TOTAL				29176,06	29176,06	135,58

Fuente: Geología/control de calidad

Anexo 21: Producción y ley de tonelaje de mineral noviembre 2016.

Departamento: Geología/control de calidad						
CUMPLIMIENTO DE PRODUCCIÓN - COMPAÑÍA MINERA KOLPA NOVIEMBRE 2016						
PROGRAMA DE PRODUCCION				30000		
N° Dia	Fecha	<u>Programa</u>		<u>Ejecutado</u>		Ley/\$Ton
		Dia	Acumulado	Dia	Acumulado	
1	01/11/2016	1000,00	800,00	920	920	110,00
2	02/11/2016	1000,00	1800,00	912,21	1832,21	125,00
3	03/11/2016	1000,00	2800,00	850,62	2682,83	138,00
4	04/11/2016	1000,00	3800,00	756,16	3438,99	122,00
5	05/11/2016	1000,00	4800,00	876,66	4315,65	118,00
6	06/11/2016	1000,00	5800,00	870,89	5186,54	134,00
7	07/11/2016	1000,00	6800,00	935,69	6122,23	140,00
8	08/11/2016	1000,00	7800,00	975,00	7097,23	156,00
9	09/11/2016	1000,00	8800,00	980,05	8077,28	140,00
10	10/11/2016	1000,00	9800,00	681,74	8759,02	180,00
11	11/11/2016	1000,00	10800,00	543,57	9302,59	100,00
12	12/11/2016	1000,00	11800,00	836,88	10139,47	95,00
13	13/11/2016	1000,00	12800,00	844,76	10984,23	135,00
14	14/11/2016	1000,00	13800,00	980,00	11964,23	160,00
15	15/11/2016	1000,00	14800,00	647,33	12611,56	158,00
16	16/11/2016	1000,00	15800,00	887,18	13498,74	124,00
17	17/11/2016	1000,00	16800,00	960,21	14458,95	145,00
18	18/11/2016	1000,00	17800,00	1015,12	15474,07	111,00
19	19/11/2016	1000,00	18800,00	950,69	16424,76	124,00
20	20/11/2016	1000,00	19800,00	848,30	17273,06	131,00
21	21/11/2016	1000,00	20800,00	950,00	18223,06	161,00
22	22/11/2016	1000,00	21800,00	839,85	19062,91	141,00
23	23/11/2016	1000,00	22800,00	980,00	20042,91	190,00
24	24/11/2016	1000,00	23800,00	950,00	20992,91	201,00
25	25/11/2016	1000,00	24800,00	100,00	21092,91	125,00
26	26/11/2016	1000,00	25800,00	1115,23	22208,14	148,00
27	27/11/2016	1000,00	26800,00	1232,10	23440,24	129,00
28	28/11/2016	1000,00	27800,00	1125,00	24565,24	159,00
29	29/11/2016	1000,00	28800,00	1300,00	25865,24	136,00
30	30/11/2016	1000,00	29800,00	1250,00	27115,24	127,00
TOTAL				27115,24	27115,24	138,77

Fuente: Geología/control de calidad

Anexo 22: Producción y ley de tonelaje de mineral diciembre 2016.

Departamento: Geología/control de calidad						
CUMPLIMIENTO DE PRODUCCIÓN - COMPAÑÍA MINERA KOLPA DICIEMBRE 2016						
<u>PROGRAMA DE PRODUCCION</u>				<u>30000</u>		
N° Dia	Fecha	<u>Programa</u>		<u>Ejecutado</u>		Ley/\$Ton
		Dia	Acumulado	Dia	Acumulado	
1	01/12/2016	1000,00	1000,00	797,70	797,7	115,00
2	02/12/2016	1000,00	2000,00	685,30	1483	121,00
3	03/12/2016	1000,00	3000,00	900,00	2383	137,00
4	04/12/2016	1000,00	4000,00	777,80	3160,8	119,00
5	05/12/2016	1000,00	5000,00	800,10	3960,9	120,00
6	06/12/2016	1000,00	6000,00	701,20	4662,1	131,00
7	07/12/2016	1000,00	7000,00	821,00	5483,1	139,00
8	08/12/2016	1000,00	8000,00	900,00	6383,1	157,00
9	09/12/2016	1000,00	9000,00	1110,00	7493,1	100,00
10	10/12/2016	1000,00	10000,00	976,50	8469,6	95,00
11	11/12/2016	1000,00	11000,00	860,05	9329,65	124,00
12	12/12/2016	1000,00	12000,00	863,40	10193,05	115,00
13	13/12/2016	1000,00	13000,00	679,12	10872,17	137,00
14	14/12/2016	1000,00	14000,00	790,40	11662,57	99,78
15	15/12/2016	1000,00	15000,00	804,45	12467,02	147,00
16	16/12/2016	1000,00	16000,00	817,20	13284,22	132,00
17	17/12/2016	1000,00	17000,00	840,60	14124,82	162,00
18	18/12/2016	1000,00	18000,00	825,03	14949,85	124,00
19	19/12/2016	1000,00	19000,00	813,02	15762,87	126,00
20	20/12/2016	1000,00	20000,00	1245,00	17007,87	135,00
21	21/12/2016	1000,00	21000,00	900,00	17907,87	135,00
22	22/12/2016	1000,00	22000,00	835,06	18742,93	154,00
23	23/12/2016	1000,00	23000,00	863,99	19606,92	182,00
24	24/12/2016	1000,00	24000,00	618,46	20225,38	149,00
25	25/12/2016	1000,00	25000,00	850,00	21075,38	129,00
26	26/12/2016	1000,00	26000,00	940,00	22015,38	168,00
27	27/12/2016	1000,00	27000,00	1185,00	23200,38	157,00
28	28/12/2016	1000,00	28000,00	1269,00	24469,38	149,00
29	29/12/2016	1000,00	29000,00	1300,00	25769,38	124,00
30	30/12/2016	1000,00	30000,00	1000,00	26769,38	100,00
31	31/12/2016	1000,00	31000,00	1253,00	28022,38	124,00
TOTAL				28022,38	28022,38	132,48

Fuente: Geología /control de calidad

Anexo 23: Producción y ley de tonelaje de mineral enero 2017.

Departamento: Geología/control de calidad						
CUMPLIMIENTO DE PRODUCCIÓN - COMPAÑÍA MINERA KOLPA ENERO 2017						
<u>PROGRAMA DE PRODUCCION</u>				<u>30000</u>		
N° Dia	Fecha	<u>Programa</u>		<u>Ejecutado</u>		Ley/\$Ton
		Dia	Acumulado	Dia	Acumulado	
1	01/01/2017	1000,00	1000,00	925	925	126,00
2	02/01/2017	1000,00	2000,00	943	1868	135,00
3	03/01/2017	1000,00	3000,00	600	2468	146,00
4	04/01/2017	1000,00	4000,00	891	3359	189,00
5	05/01/2017	1000,00	5000,00	951	4310	129,00
6	06/01/2017	1000,00	6000,00	879	5189	135,00
7	07/01/2017	1000,00	7000,00	945	6134	146,00
8	08/01/2017	1000,00	8000,00	962,3	7096,3	162,00
9	09/01/2017	1000,00	9000,00	1253	8349,3	147,00
10	10/01/2017	1000,00	10000,00	976,5	9325,8	175,00
11	11/01/2017	1000,00	11000,00	1120	10445,8	12,00
12	12/01/2017	1000,00	12000,00	1203	11648,8	143,00
13	13/01/2017	1000,00	13000,00	924,60	12573,4	131,00
14	14/01/2017	1000,00	14000,00	896,63	13470,03	111,00
15	15/01/2017	1000,00	15000,00	916,00	14386,03	203,00
16	16/01/2017	1000,00	16000,00	945,00	15331,03	195,00
17	17/01/2017	1000,00	17000,00	891,00	16222,03	226,00
18	18/01/2017	1000,00	18000,00	926,34	17148,37	185,00
19	19/01/2017	1000,00	19000,00	982,00	18130,37	196,00
20	20/01/2017	1000,00	20000,00	854,00	18984,37	169,00
21	21/01/2017	1000,00	21000,00	900,00	19884,37	177,00
22	22/01/2017	1000,00	22000,00	926,00	20810,37	188,00
23	23/01/2017	1000,00	23000,00	987,00	21797,37	191,00
24	24/01/2017	1000,00	24000,00	1151,00	22948,37	179,00
25	25/01/2017	1000,00	25000,00	1256,00	24204,37	197,00
26	26/01/2017	1000,00	26000,00	1121,00	25325,37	182,00
27	27/01/2017	1000,00	27000,00	1185,00	26510,37	175,00
28	28/01/2017	1000,00	28000,00	1269,00	27779,37	183,00
29	29/01/2017	1000,00	29000,00	1300,00	29079,37	194,00
30	30/01/2017	1000,00	30000,00	1000,00	30079,37	146,00
31	31/01/2017	1000,00	31000,00	1253,00	31332,37	181,00
TOTAL				31332,4	31332,37	163,03

Fuente: Geología/control de calidad

Anexo 24: Producción y ley de tonelaje de mineral febrero 2017.

Departamento: Geología/control de calidad						
CUMPLIMIENTO DE PRODUCCIÓN - COMPAÑÍA MINERA KOLPA FEBRERO 2017						
<u>PROGRAMA DE PRODUCCION</u>				<u>30000</u>		
N° Dia	Fecha	<u>Programa</u>		<u>Ejecutado</u>		Ley/\$Ton
		Dia	Acumulado	Dia	Acumulado	
1	01/02/2017	1000,00	1000,00	1000	1000	171,00
2	02/02/2017	1000,00	2000,00	951,23	1951,23	162,00
3	03/02/2017	1000,00	3000,00	895,23	2846,46	158,00
4	04/02/2017	1000,00	4000,00	961,12	3807,58	146,00
5	05/02/2017	1000,00	5000,00	854,75	4662,33	179,00
6	06/02/2017	1000,00	6000,00	975,81	5638,14	162,00
7	07/02/2017	1000,00	7000,00	891,64	6529,78	176,00
8	08/02/2017	1000,00	8000,00	879,41	7409,19	162,00
9	09/02/2017	1000,00	9000,00	961,14	8370,33	147,00
10	10/02/2017	1000,00	10000,00	976,81	9347,14	175,00
11	11/02/2017	1000,00	11000,00	985,23	10332,37	168,00
12	12/02/2017	1000,00	12000,00	961,31	11293,68	153,00
13	13/02/2017	1000,00	13000,00	924,60	12218,28	182,00
14	14/02/2017	1000,00	14000,00	896,63	13114,91	161,00
15	15/02/2017	1000,00	15000,00	978,36	14093,27	172,00
16	16/02/2017	1000,00	16000,00	1173,00	15266,27	178,00
17	17/02/2017	1000,00	17000,00	1193,38	16459,65	168,00
18	18/02/2017	1000,00	18000,00	1125,34	17584,99	186,00
19	19/02/2017	1000,00	19000,00	1235,69	18820,68	196,00
20	20/02/2017	1000,00	20000,00	1123,36	19944,04	169,00
21	21/02/2017	1000,00	21000,00	1234,56	21178,6	183,00
22	22/02/2017	1000,00	22000,00	1200,34	22378,94	176,00
23	23/02/2017	1000,00	23000,00	1245,12	23624,06	182,00
24	24/02/2017	1000,00	24000,00	1236,42	24860,48	168,00
25	25/02/2017	1000,00	25000,00	1256,00	26116,48	159,00
26	26/02/2017	1000,00	26000,00	1325,12	27441,6	173,00
27	27/02/2017	1000,00	27000,00	1356,23	28797,83	187,00
28	28/02/2017	1000,00	28000,00	1398,23	30196,06	183,00
TOTAL				30196,1	30196,06	170,79

Fuente: Geología/control de calidad

Anexo 25: Promedio mensual y su ley equivalente.**PROMEDIO MENSUAL DE PRODUCCION**

Mes	Año	TM/Mes	\$/Ton	Equi-\$
Octubre	2016	29000	135	3915000
Noviembre	2016	28000	138	3864000
Diciembre	2016	27900	132	3682800
Enero	2017	31000	163	5053000
Febrero	2017	30000	170	5100000

LEY EQUIVALENTE

Mes	Año	Ag-Oz/Tm	% Pb	% Zn	% Cu
Octubre	2016	5,02	4,69	4,63	0,48
Noviembre	2016	5,77	4,57	4,81	0,58
Diciembre	2016	4,97	3,90	4,05	0,38
Enero	2017	4,01	3,32	3,50	0,36
Febrero	2017	4,61	3,72	4,27	0,44

PROMEDIO	4,87	4,04	4,25	0,45
----------	------	------	------	------

Fuente: Geología/control de calidad

Anexo 26: Matriz de consistencia

1.- Problema	2.- Objetivos	3.- Hipótesis	4.- Variables	5.- Metodología
<p>Descripción del problema. Definición de la realidad del problema El problema principal que afronta esta mina es el incumplimiento con la ley de cabeza e incumplimiento con las toneladas métricas secas programas mensualmente debido a los retrasos que se tiene en el desarrollo de nuevos tajos en profundización nivel 4180 y como respuesta se realiza un adecuado plan para recuperar los puentes de mineral con una ley de 195\$/ton que se encuentran en los tajos ya explotadas.</p> <p>Formulación de problema ¿De qué forma se realiza la recuperación del puente de mineral para incrementar la ley de corte y tonelaje en Cía. Minera KOLPA S.A.?</p>	<p>Objetivo general Realizar un plan de recuperación de puente de mineral en el tajo 795 para Incrementar la producción la ley de cabeza en compañía minera KOLPA S.A</p> <p>Objetivos específicos • Realizar el adecuado plan de extracción para la recuperación del puente de mineral para incrementar la ley de cabeza en la compañía minera KOLPA S.A • Determinar los controles geomecánico para la extracción de recuperación del puente de mineral en la compañía minera KOLPA S.A</p>	<p>Hipótesis general La logro recuperar el puente de mineral en el tajo 795 para Incrementar la producción la ley de cabeza en compañía minera KOLPA S.A.</p> <p>Hipótesis específico • Se realizó el adecuado plan de minado para la recuperación del puente de mineral del tajo 795. • Se realizó los controles geomecánicos para la explotación de recuperación del puente de mineral del tajo 795</p>	<p>Variable independiente Plan de recuperación. Concentración ley de mineral en el puente del tajo 795</p> <p>Variables dependientes Recuperación del puente de mineral</p>	<p>Tipo de Investigación Aplicada</p> <p>Nivel de Investigación Explicativo</p> <p>Método de Investigación Experimental</p>