

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



TESIS PROFESIONAL

**PROPUESTA DEL PLANEAMIENTO DE MINADO
SUBTERRÁNEO PARA LA REACTIVACIÓN DE LA MINA
PAREDONES, SAN PABLO, CAJAMARCA - 2019.**

Para Optar El Título Profesional de:

INGENIERO DE MINAS

Presentado por:

Bach. Manuel Gallardo Novoa.

Asesor:

M. Cs. Ing. Roberto Severino Gonzales Yana.

Cajamarca - Perú

- 2022-

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por ser mi guía en todo momento, por brindarme la vida, salud, fortaleza, y de esa forma cumplir los objetivos trazados en mi vida

A los docentes de las escuelas académicos profesionales de ingeniería de Minas y Geología, facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, quienes me brindaron los conocimientos y fueron mis guías, formándome como profesional competente, preparado para afrontar los retos del futuro.

Y de la misma manera agradezco a mi asesor al M. Cs. Ing. Roberto Gonzales Yana, por su apoyo incondicional en esta investigación.

DEDICATORIA

Esta investigación dedico a mis Padres y hermanos, por el amor que me brindan cada día, la confianza que tuvieron en mí, el apoyo incondicional en cada decisión que he tomado, por ser mí sustento en todo momento y alcanzar mis metas.

A mi esposa Sandra Sangay Ayac, por estar siempre conmigo, brindarme su ayuda y apoyo incondicional en todo momento.

ÍNDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
LISTA DE TABLAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE PLANOS	xii
LISTA DE ABREVIATURAS	xiii
RESUMEN	xvi
ABSTRACT.....	xvii

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN	1
--------------------	---

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes Teóricos	3
2.1.1	Antecedentes Internacionales.....	3
2.1.2	Antecedentes Nacionales.	3
2.1.3	Antecedentes Locales.....	4
2.2	Bases Teóricas	5
2.2.1	Planeamiento de minado	5
2.2.2	Tipos de planeamiento	5
2.2.2.1	Planeamiento a Corto Plazo	5
2.2.2.2	Planeamiento a Mediano Plazo	5
2.2.2.3	Planeamiento a Largo Plazo.....	5
2.2.3	Objetivos de la planificación.	6
2.2.4	Ciclo de planeamiento de minado.....	6
2.2.4.1	Establecimiento de predicciones:.....	6
2.2.4.2	Informaciones de mercado:.....	7
2.2.4.3	Informaciones económicas:	7
2.2.4.4	Informaciones técnicas:	7
2.2.4.5	Informaciones sociales:.....	7

	Pág.
2.2.4.6	Informaciones políticas:..... 7
2.2.4.7	Informaciones del medio interno 7
2.2.5	Información para planeamiento y control de operaciones 7
2.2.5.1	Sistema de información..... 7
2.2.5.2	Sistema de información para el planeamiento 8
2.2.5.3	Implementación del sistema de información 8
2.2.6	Técnicas del planeamiento 9
2.2.6.1	La programación 9
2.2.7	El Control en el planeamiento de minado 11
2.2.7.1	Sistema de Producción Mina y Control de Operaciones 11
2.2.8	Identificación de los recursos minerales, pautas para el proceso de planeamiento 12
2.2.8.1	Características Generales del Yacimiento. 12
2.2.8.2	Las variables 12
2.2.8.3	Ley Cut – Off 12
2.2.8.4	Reservas Mineras y su Clasificación. 13
2.2.9	Factibilidad financiera 15
2.2.9.1	Beneficios de la factibilidad de Proyectos 15
2.2.9.2	Tasas de descuento (i)..... 15
2.2.9.3	El valor actual neto (VAN) 16
2.2.9.4	Tasa interna de retorno. (TIR). 18
2.2.9.5	Relación beneficio – costo (B/C)..... 19
2.2.9.6	Payback 20
2.3	Definición de Términos básicos..... 21

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	Ubicación de la Investigación 22
3.1.1	Ubicación Geográfica 22
3.1.2	Accesibilidad..... 22
3.1.3	Clima y Vegetación..... 23
3.1.4	Hidrografía..... 23
3.1.5	Reseña Histórica de la Mina 24
3.1.6	Base Legal..... 24

	Pág.
3.1.7 Derechos Mineros	25
3.2 Metodología de la Investigación	25
3.2.1 Tipo, Nivel, Diseño y Método de Investigación	25
3.2.2 Población de estudio.	25
3.2.3 Muestra.	26
3.2.4 Unidad de análisis.	26
3.2.5 Identificación de variables	26
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	26
3.3.1 Técnicas	26
3.3.2 Instrumentos, materiales y equipos	26
3.4 Procedimiento.....	27
3.4.1 Etapa preliminar.....	27
3.4.2 Etapa de recolección de datos	28
3.4.3 Etapa de gabinete	28
3.5 GEOLOGÍA.....	28
3.5.1 Geología Regional	28
3.5.2 Geología Local.....	28
3.5.2.1 Grupo Calipuy.....	29
3.5.2.1.1 Volcánico Tembladera	29
3.5.2.1.2 Volcánico Chilete.....	29
3.5.3 Geología Estructural	30
3.5.4 Geología Económica.....	30
3.5.5 Descripción de las Vetas	31
3.6 GEOMECAÁNICA	31
3.6.1 Geoestructuras.....	32
3.6.2 Sostenimiento Subterráneo	33
3.6.3 Tipo de sostenimiento	33
3.7 PLANEAMINETO MINADO.....	34
3.7.1 Estimación de reservas, niveles de producción y vida de la mina	34
3.7.1.1 Estimación de reservas probadas y probables.....	34
3.7.1.2 Niveles de producción y vida de la mina	35
3.7.2 Proyección del precio de los Metales.....	35
3.7.3 Selección del Método de Explotación.....	37
3.7.3.1 Método de explotación Shrinkage Stopping	38

	Pág.
3.8	Ciclo de Operaciones en Labores 41
3.8.1	Tipos de Labores Mineras..... 41
3.8.2	Ciclo de Minado..... 44
3.8.2.1	Perforación:..... 44
3.8.2.2	El carguío de taladros y voladura: 54
3.8.2.3	Aire comprimido 59
3.8.2.4	Carguío..... 60
3.8.2.5	Acarreo..... 60
3.8.2.6	Servicios mina..... 60
3.9	Plan de Acción para mitigar los impactos ambientales. 66
3.9.1	Objetivo del plan de acción: 66
3.9.2	Plan de Monitoreo para el control de la implementación del Plan de Acción..... 67
3.10	Cronograma de actividades del planeamiento de minado..... 67
3.11	Evaluación de la factibilidad financiera..... 70
3.11.1	Inversión, costos y gastos (CAPEX)..... 70
3.11.2	Costos de Operación (OPEX) 75
3.11.2.1	Costo operación mina 75
3.11.2.2	Costo planta de tratamiento 79
3.11.2.3	Gastos generales y administrativos (G & A) 79
3.11.2.4	Costo de transporte de mineral 80
3.11.2.5	Resumen del costo de operación mina (OPEX)..... 80

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1	Análisis del Planeamiento de Minado de reapertura..... 81
4.1.2	Planeamiento de minado a Largo plazo. 81
4.1.3	Vida De La Mina. 82
4.2	Determinación de la evaluación Económica – Financiera..... 83
4.2.1	Cotización de los metales..... 83
4.2.2	Valor total del mineral. 87
4.2.3	Costo de Operación..... 87
4.2.4	Evaluación Financiera..... 87

	Pág.
4.2.5 Flujo de caja.....	89
4.2.6 Determinación de resultados.....	92
4.3 Análisis de Resultados	93
4.4 Contratación de la hipótesis	93

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.....	94
5.2 Recomendaciones	94
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95

ANEXOS

ANEXO A. DATOS DE COSTOS UNITARIOS	98
ANEXO B. DOCUMENTOS	114
ANEXO C. FOTOS	119
ANEXO D. PLANOS	121

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 3. 1 Coordenadas UTM de la zona de estudio.	22
Tabla 3. 2 Acceso al área de investigación	23
Tabla 3. 3 Operacionalización de variables	26
Tabla 3. 4 Clasificación geomecánica de las estaciones del Nivel 5	32
Tabla 3. 5 Tipo de sostenimiento basado en el índice de calidad de roca Barton.	33
Tabla 3. 6 Reservas Minerales de Chilete 1984.....	34
Tabla 3. 7 Parámetros para la vida útil de la Mina Paredones.	35
Tabla 3. 8 Precio de los metales 2011 - 2019	36
Tabla 3. 9 Precio de los metales Proyectado 2020 - 2026	36
Tabla 3. 10 Criterios para la selección del método de explotación según Nicholas.....	37
Tabla 3. 11 Parámetros de labores para diseñar la malla de perforación.....	46
Tabla 3. 12 Valor del espaciamiento (dt), Coeficiente (C) según el tipo de roca.....	46
Tabla 3. 13 Formulas del burden y espaciamiento en cada cuadrante:.....	47
Tabla 3. 14 Resumen de malla de perforación de la labor de 2.4 m x 2.4 m.....	52
Tabla 3. 15 Valor del espaciamiento (dt), Coeficiente (C) según el tipo de roca.....	52
Tabla 3. 16 Resumen de malla de perforación de la chimenea de 1.44 m x 1.60 m.....	54
Tabla 3. 17 Resumen de los Explosivos usados	55
Tabla 3. 18 Resumen de la cantidad de Explosivos usados	59
Tabla 3. 19 Consumo de las unidades de equipos eléctricos.	61
Tabla 3. 20 Necesidades de Aire de acuerdo a diferentes altitudes.	62
Tabla 3. 21 Costos de operación de la ventilación en la mina por día.....	64
Tabla 3. 22 Costos de operación del bombeo en el interior de la mina por día.....	66
Tabla 3. 23 Programa de avance en infraestructura y labores de avance.	67
Tabla 3. 24 Plan de laboreo en el proyecto Paredones.	69
Tabla 3. 25 Costos de inversión en Maquinas, Equipos, herramientas.....	71
Tabla 3. 26 Costos proyectados de labores por ejecutar.	72
Tabla 3. 27 Inversiones fijas directa en mina.	72
Tabla 3. 28 Inversiones fijas indirecta en mina.	73
Tabla 3. 29 Inversiones totales del proyecto.....	74
Tabla 3. 30 Costos de perforación y voladura	76
Tabla 3. 31 Costo en limpieza y extracción	77
Tabla 3. 32 Gastos generales de la mina.....	77

	Pág.
Tabla 3. 33 Resumen del costo de minado.	78
Tabla 3. 34 Gastos generales y administrativos (G&A).	79
Tabla 3. 35 Costo de operaciones OPEX.....	80
Tabla 4. 1 Resumen de los avances del proyecto Paredones.	81
Tabla 4. 2 Resumen de la producción de mineral por cada año.	82
Tabla 4. 3 Parámetros de producción.....	82
Tabla 4. 4 Parámetros de la evaluación financiera	83
Tabla 4. 5 Cotización promedio de principales metales	83
Tabla 4. 6 Parámetros de las deducciones y penalidades de la Plata y Plomo.	84
Tabla 4. 7 Parámetros de las deducciones y penalidades del Zinc.	86
Tabla 4. 8 Balance Metalúrgico.....	86
Tabla 4. 9 Costos Unitarios en (US\$/Tm)	87
Tabla 4. 10 Ingresos por venta de mineral.....	88
Tabla 4. 11 Inversiones totales iniciales del Proyecto	88
Tabla 4. 12 Flujo de caja.....	89
Tabla 4. 13 Valor actual neto (VAN).....	90
Tabla 4. 14 Demostración de la tasa interna de retorno (TIR).....	91
Tabla 4. 15 Flujo neto actualizado para el cálculo de Pay Back.....	92
Tabla 4. 16 Determinación de resultados.....	92
Tabla 4. 17 Costo de la maquinaria y equipos para el proyecto.	99
Tabla 4. 18 Costo en rehabilitación de labores e infraestructura.	100
Tabla 4. 19 Costos Unitarios de la Galería	100
Tabla 4. 20 Costos Unitarios del crucero.....	102
Tabla 4. 21 Costos Unitarios de Subnivel sobre veta	104
Tabla 4. 22 Costos Unitarios de Chimenea.....	105
Tabla 4. 23 Costos Unitario de la construcción de embudos.....	107
Tabla 4. 24 Costos del transporte del mineral en locomotora sobre rieles	108
Tabla 4. 25 Costos de Izaje del mineral pique central.	109
Tabla 4. 26 Sueldos de empleados mina requeridos para el proyecto.	110
Tabla 4. 27 Lista de implementos de seguridad para el proyecto.....	111
Tabla 4. 28 Análisis de los costos unitarios de perforación y voladura.....	112
Tabla 4. 29 Análisis de los costos unitarios de limpieza y extracción.....	113

	Pág.
Tabla 4. 30 Análisis de los gastos generales mina.....	114

LISTA DE FIGURAS

Figura 2. 1 Flujo grama de información	8
Figura 2. 2 Relación general entre, Recursos y Reservas Minerales.	14
Figura 3. 1 Esquema del método de explotación Shrinkage Stopping.....	40
Figura 3. 2 Sección de labor subterránea vertical (chimenea), dimensión en metros.....	44
Figura 3. 3 Sección de labor subterránea horizontales (Galería), dimensiones en metros.	45
Figura 3. 4 Perforadora Neumática modelo S83F Jackleg Seco S250	45
Figura 3. 5 Malla de perforación para chimenea en metros.....	54
Figura 3. 6 Malla de perforación para las labores Horizontales en (metros).....	58
Figura 3. 7 Dimensiones de salida aire comprimido.....	59

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 3. 1 Representación de los Precios de los metales.	36
Gráfica 3. 2 Representación de los Precios de los metales.	37
Gráfica 3. 3 Método de Nicholas expresado gráficamente.	38
Gráfica 3. 4 Circuito de ventilación natural y artificial.	65
Gráfica 3. 5 Plan de Avances de infraestructura y labores.	68
Gráfica 3. 6 Costos de inversión en Maquinas, Equipos, herramientas.....	71
Gráfica 3. 7 Costos proyectados de labores de avance y preparación.	72
Gráfica 3. 8 Inversiones fijas directa en mina.....	73
Gráfica 3. 9 Gastos de inversiones fijas indirecta.....	74
Gráfica 3. 10 Costos proyectados de labores de avance y preparación.	75
Gráfica 3. 11 Costos de perforación y Voladura.....	76
Gráfica 3. 12 Costos de limpieza y extracción.	77
Gráfica 3. 13 Gastos generales de minado.....	78
Gráfica 3. 14 Resumen del costo total de Minado.	78
Gráfica 3. 15 Gastos generales y administrativos.....	79
Gráfica 3. 16 Resumen de costos de minado OPEX.....	80
Gráfica 4. 1 Grafica del TIR en función del VAN y la tasa de descuento.....	91

LISTA DE FOTOS

	Pág.
Foto 4.1 Reconocimiento de la veta el Murciélagu Nivel N° 01	119
Foto 4.2 Nivel 01 veta el Murciélagu	119
Foto 4.3 Nivel N° 05, Labor que necesita sostenimiento.....	119
Foto 4.4 Pique central, en el nivel N° 05	120
Foto 4.5 Polvorín del nivel N° 05	120

LISTA DE PLANOS

Plano 01 Ubicación de la mina Paredones.....	22
Plano 02 Concesión que abarca mina paredones.....	122
Plano 03 Geológico	123
Plano 04 Geomorfológico.....	124
Plano 05 Sección Geológico.....	125
Plano 06 Distribución de Labores	126
Plano 07 Sección longitudinal de la veta Murciélagu.....	127

LISTA DE ABREVIATURAS

Ag	: Plata
B/C	: Relación Beneficio - Costo
Ch	: Chimenea
CFM	: Cubic feet per minute
Cm	: Cámara
CPM	: Método de camino crítico
Cx	: Crucero
D.S.	: Decreto Supremo
E	: Este
EM	: Energía y Minas
Ga	: Galería
GPS	: Sistema de Posicionamiento Global
g	: Gramos
g/t	: gramos por tonelada
Ha	: Hectáreas
Hp	: horsepower “caballos de fuerza”
m.	: Metros
m ²	: Metro cuadrado
m ³	: Metro cúbico
m.s.n.m.	: Metros sobre el nivel del mar
NE	: Nor este
N	: Norte
NPMC	: North Perú Mining Corporation.
NW	: Nor Oeste
Kg	: Kilogramos
Km/h	: Kilómetros por hora
%	: Porcentaje
Osinergmin	: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería.
PAY BACK	:Tiempo de recuperación de la inversión
PERT	: Técnica de revisión y evaluación de programas.
P.U	: Pecios unitarios
Q	: Índice de Calidad del Túnel, Barton et al (1974)

LISTA DE ABREVIATURAS

Rp	: Rampa
RQD	: Índice de calidad de roca
RMR	: Valoración de la masa rocosa.
R1	: Recursos
R2	: Reservas
S	: Sur
S/	: Nuevos soles
SE:	: Sur Este
Sn:	: Sub nivel
SW:	: Sur Oeste
SENAMHI	: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.
SPS	: Sistema Satelital de Navegación para el despacho de palas y perforadoras.
SQL	: Tablas de base de datos.
T.	: Tiempo
TIR	: Tasa Interna de Retorno
t	: Toneladas
Tm	: Tonelada Métrica
Tm/h	: Toneladas Métricas por hora
Tm/día	: Tonelada Métrica por día
Tm/mes	: Tonelada Métrica por mes
Tm/año	: Tonelada Métrica por año
Tj	: Tajeo
TMAR	: Tasa Mínimo de actualización de Rentabilidad.
US\$: Dólar Americano
UTM	: Universal Transversal de Mercator.
VAN	: Valor Actual Neto
W	: Oeste
WGS-84	: Sistema Geodésico Mundial 1984.
γ	: Peso específico de la roca (kN/m ³)
'	: Pies.
Pc	: Pique Central
''	: Pulgadas.

LISTA DE ABREVIATURAS

CAPEX	: Capital expenditure “inversiones en bienes de capital”
OPEX	: Operating expense “presupuesto de operación”
V	: Volumen
V.U	: Vida útil
Cost.	: Costo
disp.	: Disparo de voladura
BB.SS.	: Beneficios sociales.
Pza.	: Piezas.
Und.	: Unidades de medida.
PP.	: Potencia de perforación
RR.HH	: Recursos Humanos
t/u	: Tonelada por unidad de carro minero.
gal	: Galones
yd ³	: Yarda cúbica
EPP	: Equipo de protección personal
LME	: London Metal Exchange “Bolsa de metales de Londres”
Quarter	: Planificación trimestral un cuarto de un año, corto plazo.
Forecast	: Pronostico “método que permite predecir resultados para desarrollar estrategias a largo plazo”

RESUMEN

La Investigación se realizó en la mina Paredones ubicada en el distrito San Bernardino, provincia de San Pablo y región Cajamarca al SW de la ciudad de Cajamarca. Este yacimiento minero se encuentra paralizada, pero cuenta con reservas probadas de mineral según Banco Minero del Perú (1984), por esta razón surge la necesidad de realizar una propuesta de planeamiento de minado subterráneo para su desarrollo y tener criterio al realizar actividades de reapertura. Tiene como objetivo determinar el planeamiento de minado subterráneo para la reactivación de mina Paredones, En la investigación se usaron datos como leyes, tonelajes, costos, gastos y tasa de descuento; Con estos datos se determinó los siguientes parámetros: ley de corte, reservas, planeamiento, ciclo de minado, método de explotación, labores de avance y preparación, inversión, capex y opex; que finalmente se pueda realizar el cálculo de: flujo de caja, factibilidad económica (VAN, TIR, beneficio/costo y pay back). Esta investigación determinó el planeamiento de minado utilizando las reservas probadas de 223,786.00TM, resultando una producción por año de 45,000 Tm/año, la vida útil de 5 años, con una inversión de \$ 1,575,079.12, se tiene la evaluación económica- financiera a una tasa de descuento del 15% anual (VAN = 3,889,900.98 US\$, TIR = 100.45123%, beneficio/Costo (B/C) = 1.2458), y el tiempo de recuperación esta inversión (PAY BACK) es de 1 año, 1 mes y 15 días. Este planeamiento demuestra que es rentable por los resultados económica financiera y el proyecto debe ser reactivado.

Palabras Claves: Planeamiento de minado Subterráneo, evaluación económica-financiera, reactivación minera.

ABSTRACT

The investigation was carried out in the Paredones mine located in the San Bernardino district, San Pablo province and Cajamarca region to the SW of the city of Cajamarca. This mining deposit is paralyzed, but it has proven ore reserves according to Banco Minero del Perú (1984), for this reason the need arises to make an underground mining planning proposal for its development and to have criteria when carrying out reopening activities. Its objective is to determine the planning of underground mining for the reactivation of the Paredones mine. Data such as grades, tonnages, costs, expenses and discount rate were used in the investigation; With these data, the following parameters were determined: cut-off grade, reserves, planning, mining cycle, exploitation method, advance and preparation work, investment, capex and opex; that finally the calculation of: cash flow, economic feasibility (VAN, IRR, benefit/cost and pay back) can be carried out. This investigation determined the mining planning using the proven reserves of 223,786.00 MT, resulting in a production per year of 45,000 MT/year, a useful life of 5 years, with an investment of \$1,575,079.12, the economic-financial evaluation is obtained at a rate discount of 15% per year (VAN = 3,889,900.98 US\$, IRR = 100.45123%, benefit/Cost (B/C) = 1.2458), and the recovery time for this investment (PAY BACK) is 1 year, 1 month and 15 days. This planning shows that it is profitable for the financial economic results and the project must be reactivated.

Keywords: Underground mining planning, economic and financial evaluation, mining reactivation.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El Perú es un país con abundantes recursos naturales, dentro de ellos tenemos a los minerales metálicos y no metálicos económicamente explotables, de los cuales algunos están en exploración, explotación y otros paralizados por diversos motivos, razones, etc. Para la extracción de estos recursos se debe realizar un planeamiento de minado adecuado, con el fin de ponerlos en marcha.

La región Cajamarca, no es ajena a estos recursos mineros que están paralizados como es el caso de la mina polimetálica Paredones, que se ubica al SW de la ciudad de Cajamarca, en el Distrito de San Bernardino, Provincia de San Pablo, Departamento de Cajamarca. Para su reactivación se propone hacer un planeamiento de minado subterráneo, ya que existe reservas de mineral según Banco Minero del Perú (1984), para extraer de una forma óptima y que beneficie a la empresa. Por tal motivo es necesario realizará una serie de trabajos previos, para ver el estado de estas labores, cantidad de mineral, y otros aspectos.

Para esto es necesario realizar un planeamiento de minado que tenga el diagnóstico de las posibilidades de extraer dichos recursos, mediante un proceso intelectual que consiste en el análisis integral de los factores de producción dentro de la empresa, sus limitaciones internas y externas; y todo lo relacionado a los objetivos, y buenos resultados a lograr.

En este sentido se tiene al problema principal y se plantea la siguiente interrogante. ¿Cuál es el planeamiento de minado subterráneo para la reactivación adecuada de la mina Paredones, San pablo, Cajamarca – 2019, después de su abandono? Asimismo, se tiene a la hipótesis para esta investigación: El planeamiento de minado para la reactivación de la mina Paredones, San pablo, Cajamarca – 2019, después de su abandono es viable por las reservas que existe y la factibilidad económica.

Este proyecto en sí, muestra una explotación de yacimiento polimetálico en la región Cajamarca que está paralizado en la actualidad, por lo que no podemos identificar y cuantificar sus principales riesgos internos, pero si se puede determinar la aplicación un planeamiento para su reactivación y su producción de extracción y tratamiento de estos minerales.

El objetivo general de la investigación es determinar el planeamiento de minado subterráneo para la reactivación de mina Paredones, San pablo, Cajamarca – 2019. Teniendo

como objetivos específicos son determinar el planeamiento de minado subterráneo a partir de las reservas mineras que existen en la mina Paredones; determinar la relación beneficio - costo, considerando una tasa de descuento actualizada que indique la aceptación de dicho planeamiento; analizar el planeamiento de minado subterráneo económico – financiero, teniendo en cuenta los aspectos geológicos para su reactivación adecuada.

Los capítulos están distribuidos según la estructura de la investigación de la siguiente manera: Capítulo II. Marco teórico: Contiene los antecedentes teóricos de la investigación, bases teóricas y definición de términos básicos. Capítulo III. Está constituido por la ubicación geográfica y política donde se ha desarrollado la investigación comprende: accesibilidad, clima; metodología, población de estudios, muestra, unidad de análisis; Identificación de variables y técnicas, instrumentos y descripción de equipos para la recolección de datos y la descripción del procedimiento; Tratamiento y análisis de datos y representación de resultados (estadístico descriptivo) que se utilizó y como se representarán los resultados. Capítulo IV. Análisis y discusión de resultados: Se analiza y discute los resultados siguiendo la secuencia de los objetivos planteados. Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones. Adicionalmente se dan las recomendaciones finales. Y se finaliza con las referencias bibliográficas consultadas, y Anexos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Teóricos

2.1.1 Antecedentes internacionales.

Vargas (2014), aporta con la investigación: “Modelo de planificación minera de corto y mediano plazo incorporando restricciones operacionales y de mezcla”. Teniendo como objetivo desarrollar una herramienta que permita evaluar múltiples escenarios de toma de decisiones para la planificación de corto y mediano plazo, integrando mezclas de mineral con diferentes propiedades geometalúrgicas. La investigación es del tipo descriptivo, analítica las herramientas que utiliza y cuantificativa; con esto maximiza la cantidad de cobre fino. Esto se justifica porque la planificación de largo plazo típicamente se encarga de maximizar el valor del proyecto. Concluye que, al utilizar un horizonte temporal Quarter optimiza la recuperación un 37% extra cobre fino respecto al plan anual con una disminución en el remanejo a un 60%. Por otra parte, el horizonte Forecast registra un incremento del 20% en recuperación de toneladas de finos de cobre. De los dos resultados se obtienen un tamaño de unidades de reservas mineras (MRU) de 40 m y 40 m respectivamente, que unen adecuadamente la suavidad.

2.1.2 Antecedentes Nacionales.

Charaja (2014), en su investigación: “Planeamiento estratégico y operacional con uso del software datamine en mina subterránea condestable”. Teniendo como objetivo Aplicar el software Minero en el planeamiento de minado a corto plazo en minería subterránea logrando la optimización de la producción en Compañía Minera Condestable. Realizando un estudio tipo descriptivo comprende la descripción de registro, análisis e interpretación de los datos y diseño experimental; en conclusión, el aprovechamiento del software Minero como una herramienta moderna mejoro el diseño y planeamiento de minado con un estudio de sondajes en los avances de producción y además aumento la producción diaria a 2500 TM/día; en consecuencia, se tiene un mejor beneficio en el proyecto minero obtenido un VAN final más alto.

Cruz (2016), En su investigación: “Planeamiento de minado a corto plazo con la implementación de herramientas informáticas en Cia. minera Catalina huanca S.A.C. Transfigura Beheer B.V. Mining”. El objetivo de la investigación es implementar el uso de los

softwares (Datamine, AutoCAD) para el planeamiento de minado a corto plazo en las operaciones de la Compañía Minera Catalina Huanca. La investigación tipo descriptiva cuasi experimental porque describe metodológicamente la secuencia del planeamiento de minado utilizando herramientas informáticas, y de diseño inductivo, por partir de aspectos particulares para llegar a conclusiones generales. Se concluye que al utilizar las herramientas informáticas Datamine y AutoCAD, realizó mejor el volumen del modelado geológico en bloques 3D, del Tajo 441, para el caso “Veta Piedad”, el cual tiene volumen total de 23 543,71 m³, y tonelaje total de: 65 922,39 TM.

Bautista (2017), en su investigación: “Diseño y planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción diaria de la unidad operativa Pallancata – proyecto Pablo – compañía minera ares S.A.C.” Su objetivo es desarrollar el diseño y planeamiento de minado subterráneo del Proyecto Pablo a mediano plazo, que requiere atender las tres áreas principales: Ingeniería, Geología y Mina. La investigación es de tipo descriptivo, no experimental y utilizando el método analítico, comprende la descripción de registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual de los datos. Se concluye con el proyecto Pablo logra incrementar 320 TM/día de la Mina Pallancata, entre tajeos convencionales y avances se logra contribuir a 948 TM/día de lo programado que fue 887 TM/día, además con un Valor Actual Neto (VAN) de proyecto es US\$.20’ 660, 664. con inversión de rango de: 1’313, 474 – 1’448, 113 US\$/año. Empleando una tasa de descuento del 10%; esto indica un VAN del proyecto favorable.

2.1.3 Antecedentes locales.

Piérola (2017), en su investigación: “Optimización del plan de minado de cantera de caliza la unión distrito de baños del inca – Cajamarca” 2015, su estudio es evaluar las características geomecánicas del yacimiento, reservas minerales y el ciclo de operaciones unitarias de perforación, voladura, carguío y transporte en la cantera de caliza La Unión distrito Baños del Inca - Cajamarca. La investigación es de tipo aplicada ya que genera nuevos conocimientos destinados a dar soluciones de problemas prácticos, descriptiva porque describe e identifica los componentes esenciales, explicativo ya que explica el comportamiento de una variable en función de otra. Concluye que su producción diaria era de 30 TM/día en dos hornos con una capacidad operativa de 50 % con ganancia de US\$ 10 468.67 mensuales, luego del plan de minado optimo es de 80 TM/día logrando una ganancia de US\$ US\$ 21 028.00 satisfactoriamente.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Planeamiento de minado

Tomando en consideración lo expresado por De la Cruz (1999), Es la manera anticipada cómo debe proyectarse las diferentes fases de una operación minera para lograr los objetivos propuestos en todas las actividades. Esto implica determinar el modo de actuar antes de cualquier operación, y para lograr las metas deseadas, naturalmente el planeamiento debe ser compatible con las normas y políticas establecidas por la Empresa.

“El planeamiento se entiende a la labor de especificar cuáles son las tareas que intervienen en un proyecto, su duración en días, semanas o la unidad de tiempo que convenga y como están interrelacionadas entre sí todas las tareas y su secuencia” (Prado, 1998)

2.2.2 Tipos de planeamiento

Los tipos de planeamiento. Según Prado (1998), lo relaciona en el tiempo, periodo u horizonte del planeamiento, existen tres tipos: Planeamiento a corto, Mediano y Largo Plazo.

2.2.2.1 Planeamiento a Corto Plazo

Por lo general el planeamiento a corto plazo se enfoca al aspecto detallado de ingeniería, donde su desarrollo es diario, semanales y mensuales. En diferentes áreas del proyecto, así como: desarrollo primario, exploraciones, preparación, diseño general y minado. Esta responsabilidad está a cargo de los ingenieros de operaciones, para cumplir con los objetivos y metas trazadas es necesario darles seguimiento a todos los trabajos programados. (Prado, 1998)

2.2.2.2 Planeamiento a Mediano Plazo

El planeamiento a mediano plazo abarca más tiempo que el anterior, y comprende de 2 a 3 años, donde se tienen los objetivos y metas de avance, siendo los trabajos más generalizados, pero normalmente se contempla los aspectos y parámetros del minado, tales como: metraje de avance desarrollado, tonelajes, leyes, costos y presupuestos. (Prado, 1998)

2.2.2.3 Planeamiento a Largo Plazo

Este tipo de planeamiento llega a los niveles jerárquicos más altos, ya que se plantean estrategias generales para optimizar los costos, recursos e inversiones a nivel corporativo. A pesar de esto, en el nivel bajo (operativo) se pueden trazar esquemas de trabajo proyectados al

futuro no inmediato. El desarrollo de un planeamiento de largo plazo de una explotación de minas, tiene como propósito concentrar las estrategias para el desarrollo global del yacimiento, mediante de una secuencia optima de excavaciones y orientada a señalar la dirección adecuada para el agotamiento de las reservas. Se tiene un periodo de cinco a quince años. Para la minería, especialmente las subterráneas, se puede considerar, planeamientos que se realizan para periodos de tres a cinco años. (Prado, 1998)

2.2.3 Objetivos de la planificación.

El Planeamiento de Minado es una actividad orientada al futuro, cuyo propósito fundamental es proyectar la vida de una mina a lo largo del tiempo; no solo en una dirección, si no buscando nuevos caminos y adaptando su existencia a la de los sistemas de los cuales vive. En una Mina, la necesidad del Planeamiento; (León, 2017). se expresa a través de los siguientes objetivos:

El Planeamiento de Minado debe servir de fuerza impulsora de la actividad minera, a todos los niveles, trazando el camino a seguir, en las operaciones en cada uno de los subsistemas de la Mina.

El Planeamiento de Minado y el control debe formar como el regulador que permite adaptar el sistema a su medio, dentro de los márgenes que le son exigidos para mantener su equilibrio correcto.

El Planeamiento de Minado busca maximizar el beneficio de las oportunidades futuras de la Mina, a través de la previsión de medios y presupuestos económicos.

El Planeamiento de Minado debe coordinar la acción de los miembros de la Mina en el cumplimiento de las funciones empresariales de producción, finanzas, comercialización, mantenimiento, personal, comunicaciones. (León, 2017)

2.2.4 Ciclo de planeamiento de minado.

En el ciclo del Planeamiento de Minado se constituye las etapas consecutivas, que determinan y establecen un plan, para llevarlo a la práctica y controlarlo. Dichas etapas son:

2.2.4.1 Establecimiento de predicciones:

Consistirá en la realización de estudios que son documentos preliminares basados en los análisis estadísticos, conducentes a descubrir las variaciones y tendencias registradas en el medio ambiente y en el seno interno de la empresa, en periodos de tiempo que considere el

horizonte del planeamiento. Las predicciones estarán constituidas en base a la proyección en el tiempo, mediante la extrapolación de los datos registrados en los análisis estadísticos. Para este propósito será necesario obtener información del medio. (León, 2017)

2.2.4.2 Informaciones de mercado:

Cuyas fuentes, son de este carácter; tales como nuevos precios, nuevos sustitutos, nuevos mercados, incremento de competencia, nuevos usos y aplicabilidad del producto.

2.2.4.3 Informaciones económicas:

Básicamente relacionadas con las utilidades, pérdidas, intereses, financiación de fondos, agencias financieras, tipos de cambio, políticas de prestaciones.

2.2.4.4 Informaciones técnicas:

Como adelantos técnicos en equipos, maquinarias en operación, nuevos métodos de explotación, nuevos métodos de planeamiento, programación y control.

2.2.4.5 Informaciones sociales:

Relacionados con problemas sociales, laborales, sindicales, bienestar del trabajador, relaciones con la comunidad.

2.2.4.6 Informaciones políticas:

Política internacional, nacional, institucional o interna de la empresa.

2.2.4.7 Informaciones del medio interno: Como:

Evolución de la rotación del personal.

Tendencias de los costos de producción.

Tendencias de los costos generales

Análisis de su capacidad de creación e innovación.

2.2.5 Información para planeamiento y control de operaciones

2.2.5.1 Sistema de información

Grupo de información esencial para la toma de elección, que tiene subsistemas para recolectar, guardar, procesar y discutir los conjuntos de información esencial para hacer el

planeamiento de minado. El sistema de información debe proporcionar información elemental, eficaz, conveniente, adecuada y debería llegar selectivamente a los diferentes niveles como son: directivos de alto, medio y bajo nivel. Los subsistemas que intervienen en la mina son: (Herrera, et al., 2001)

- Oficina mina.
- Oficina geología.
- Oficina ingeniería y planeamiento.
- Planta concentradora.
- Oficina de mantenimiento.
- Laboratorio.
- Oficina de sistemas.

2.2.5.2 Sistema de información para el planeamiento

El sistema de información proporcionara todos los datos requeridos para el planeamiento y control de las operaciones de producción y de servicios. Los datos a ser utilizada en el planeamiento tienen que estar disponible en la fecha solicitada, sean actuales y confiables. (Herrera, et al., 2001)

2.2.5.3 Implementación del sistema de información

“Cada subsistema que interviene en la operación de minado, debe cumplir con preparar los datos requeridos en formatos especiales”. El flujo de esta información se muestra ver en la Figura 2.1. (López, et al., 1991)



Figura 2. 1 Flujo grama de información

Fuente: (López, et al., 1991)

2.2.6 Técnicas del Planeamiento

Hasta la segunda guerra mundial, las técnicas de planeación eran las cédulas de varios tipos, gráficas de cargas de máquina, especificaciones de compras, tablas de recursos humanos, hojas de ruta, etc. En la actualidad se dispone de una serie de técnicas de planeación como herramienta para los ejecutivos encargados de planificar; por tanto, analizar; cuantificar y seleccionar alternativas. Estas técnicas son, por ejemplo: las técnicas matemáticas como el uso de la teoría de probabilidades, las estadísticas, las técnicas de computación, la programación lineal, la investigación de operaciones, las técnicas de simulación, la teoría de colas, la programación dinámica, la programación cuadrática, etc. Así mismo, para programar los planes, organizar los recursos y controlar la ejecución de los mismos existen las técnicas como: el diagrama de Gantt, técnicas CPM, PERT, PERT/COSTO, PERT/LOB, ROY, RAMPS, Rocremática y otros métodos avanzados de Ruta Crítica. Y otros como las técnicas para el control de producción, para el manejo de personal, o el CPM RESOURCES, etc. El tratamiento detallado de estas técnicas, están fuera del alcance del presente trabajo. (Prado, 1998)

2.2.6.1 La programación

Es una función posterior al proceso de planificación y consiste en determinar cuándo se efectuará cada tarea o actividad; permite fijar con precisión la fecha de inicio y estimar la fecha de terminación de las actividades o de todo el proyecto.

La programación, por un lado, muestra la secuencia y duración de las actividades componentes del sistema operacional; del mismo facilita designar responsables por cada área, zona, sección, nivel; también viabiliza que las diferentes secciones relacionadas con las operaciones de producción, se organicen con un criterio más integral, orientado a satisfacer los requerimientos de los departamentos de producción para cumplir con las metas de la unidad minera.

La programación, tiene tres parámetros principales: CANTIDAD, CALIDAD, Y TIEMPO; a la programación, también se le conoce como la cronogramación de las actividades. Una de las técnicas más conocidas y alcance de todos es el Diagrama de Gantt; pero existen otros programas como el CPM, el PERT y otros derivados, que actualmente sobresalen frente al diagrama de Gantt y otras técnicas convencionales. (Prado, 1998)

Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es una herramienta que se emplea para planificar y programar tareas a lo largo de un período determinado de tiempo. Gracias a una fácil y cómoda visualización de las acciones a realizar, permite realizar el seguimiento y control del progreso de cada una de las etapas de un proyecto. Reproduce gráficamente las tareas, su duración y secuencia, además del calendario general del proyecto y la fecha de finalización prevista. (Handl, 2014)

El diagrama de Gantt es una útil herramienta gráfica cuyo objetivo es exponer el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado. Fue Henry Laurence Gantt quien, entre 1910 y 1915, desarrolló y popularizó este tipo de diagrama en Occidente. Desde su introducción los diagramas de Gantt se han convertido en una herramienta básica en la gestión de proyectos de todo tipo, con la finalidad de representar las diferentes fases, tareas y actividades programadas como parte de un proyecto o para mostrar una línea de tiempo en las diferentes actividades haciendo el método más eficiente. (Handl, 2014)

Herramientas informáticas

El uso de herramientas informáticas ha permitido a la fecha agilizar el proceso de planeamiento para minas a cielo abierto y subterráneas, desde el planeamiento a largo plazo, hasta el planeamiento a corto plazo incluyendo el diseño de labores, accesos, botaderos, control de minado, elaboración de presupuestos y calendarios.

Las herramientas computacionales como MINE SIGHT, VULCAN, DATAMINE permiten el manejo fluido de información para cada uno de estos aspectos incluyendo una interpolación y optimización sofisticada.

Las herramientas computacionales más usados en el planeamiento a largo plazo para estimar el modelo de recursos son:

Datamine (Sub - Celdas), Mine Sight, Vulcan (ASCII y BMF), Medsistem (Archivo), Surpac, Micromine, Gemcom, Talpac; SPS (en perforadoras y palas), GPS, Dispatch (Perforación, palas), Tablas SQL, Formato de textos genéticos. (Huamani, 2015)

2.2.7 El Control en el Planeamiento de Minado

Es la esencia del funcionamiento de la empresa minera como un sistema; el Control ha existido siempre en toda Empresa Minera desde el momento en que éstas han nacido para cumplir algún objetivo. Una mina debe preservar dos cosas:

Cuidar que sus planes se cumplan.

Distribuir económicamente la utilización de sus recursos.

El Control, es una función directiva y su concepto nace de la necesidad que tiene la Mina de ser eficaz. A través del control, el gerente debe verificar que los medios de la Mina son utilizados en la cantidad precisada para conseguir el cumplimiento de los objetivos organizacionales. (Prado, 1998)

Los mecanismos de Control, tienen por finalidad asegurar que la Mina actúe conscientemente es decir que conozca las causas de sus fallas y de sus éxitos; corrigiéndose los primeros en la medida que sea posible y explotando sus aspectos positivos. (Prado, 1998)

2.2.7.1 Sistema de Producción Mina y Control de Operaciones

El sistema que se muestra a continuación, resume en forma objetiva, práctica y real: La interactividad del planeamiento, la programación como fase final o resumen del proceso de planeamiento. Teniendo conocimiento de la programación, es posible organizarse y ejecutar las operaciones en estrecha coordinación con todos los departamentos relacionados a la producción. (Prado, 1998)

Finalmente se muestra la importancia del sistema de control, como un medio que garantiza las operaciones, la obtención de los resultados pre establecidos y la calidad de la información de la realimentación que proporciona al sistema de planeamiento de operaciones mina. Referido al planeamiento y control mensual de las operaciones mineras. (Prado, 1998)

En esta parte es oportuno resaltar, que cuando se refiera a los controles (cualquiera que sea su tipo o clase); siempre está relacionado con la programación, como fase final del proceso de planeamiento, con el nivel de organización para la ejecución, la coordinación entre los responsables. ¿Y por qué no? Con el nivel cultural del personal, la disciplina y la motivación. Que también, son factores indispensables. (Prado, 1998)

2.2.8 Identificación de los recursos minerales, pautas para el proceso de planeamiento

Los elementos del planeamiento tratados anteriormente, merece un análisis detallado en base a los recursos. De los cuales el primer orden, es necesario definir con claridad y formalidad del caso, los recursos minerales. Para dichos fines es conveniente precisar los siguientes:

1. Características generales del yacimiento.
2. Las variables como: Ancho mínimo de trabajo, gravedad específica del mineral y de las rocas de caja, factor de dilución, factor de humildad.
3. Ley cut off.
4. Inventario de Reservas y su clasificación.
5. Balance y disponibilidad de reservas.
6. Otros parámetros referenciales.

2.2.8.1 Características Generales del Yacimiento.

Para ilustrar el proceso de planeamiento de minado en el proyecto, se toma en cuenta un depósito que contiene plata, plomo, Zinc como minerales primarios y el Oro, y Cadmio como minerales secundarios, ubicados en el distrito San Bernardino, provincia de San Pablo, en el departamento de Cajamarca. (Virrueta et al. 1997)

2.2.8.2 Las variables

“Entre las variables y parámetros, para realizar los cálculos de cubicación y estimaciones mínimo del trabajo que se ha establecido, la gravedad específica del mineral y de las rocas de caja, factor de dilución, factor de humildad.” (Prado, 1998)

2.2.8.3 Ley Cut – Off

Existen varias formas de expresar el punto de equilibrio económico o Cut – Off. Es la ley mínima para realizar una operación minera, inferior a esta ley no es viable. La fórmula para determinar el Cut – Off se expresa de la siguiente manera. (Prado, 1998)

$$\text{Cot off (\%)} = \frac{C_p \cdot L_m}{V_m} \qquad \text{Ecuación 01}$$

Donde:

Cp.: Costos de Producción.

Lm.: Ley del Mineral.

Vm.: Valor del Mineral.

2.2.8.4 Reservas Mineras y su Clasificación.

Recursos minerales.

Es una concentración u ocurrencia de material de interés económico intrínseco en o sobre la corteza de la Tierra en forma y cantidad en que haya probabilidades razonables de una eventual extracción económica. La ubicación, cantidad, ley, características geológicas y continuidad de un Recurso Mineral son conocidas, estimadas o interpretadas a partir de evidencias y conocimientos geológicos específicos. Los Recursos Minerales se subdividen, en orden ascendente de la confianza geológica, en categorías de Inferidos, Indicados y Medidos. (GEOXNET, 2016)

- **Recurso Mineral Inferido.** Es aquella parte de un Recurso Mineral por la cual se puede estimar el tonelaje, ley y contenido de mineral con un bajo nivel de confianza. Se infiere a partir de evidencia geológica y se asume, pero no se certifica la continuidad geológica ni de la ley. Se basa en información inferida mediante técnicas apropiadas de localizaciones como pueden ser afloramientos, zanjas, rajos, laboreos y sondajes que pueden ser limitados o de calidad y confiabilidad incierta. (GEOXNET, 2016)
- **Recurso Mineral Indicado.** Es aquella parte de un Recurso Mineral para el cual puede estimarse con un nivel razonable de confianza el tonelaje, densidad, forma, características físicas, ley y contenido mineral. Se basa en información sobre exploración, muestreo y pruebas reunidas mediante técnicas apropiadas en ubicaciones como pueden ser: afloramientos, zanjas, rajos, túneles, laboreos y sondajes. Las ubicaciones están demasiado espaciadas o su espaciamiento es inapropiado para confirmar la continuidad geológica y/o de ley, pero está espaciada con suficiente cercanía para que se pueda suponer continuidad. (GEOXNET, 2016)
- **Recurso Mineral Medido.** Es aquella parte de un Recurso Mineral para el cual puede estimarse con un alto nivel de confianza el tonelaje, su densidad, forma, características físicas, ley y contenido de mineral. Se basa en la exploración detallada e información confiable sobre muestreo y pruebas obtenidas mediante técnicas apropiadas de lugares como pueden ser afloramientos, zanjas, rajos, túneles, laboreos y sondajes. Las ubicaciones están espaciadas con suficiente cercanía para confirmar continuidad geológica y/o de la ley. (GEOXNET, 2016)

Reserva Mineral.

Es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Medido o Indicado. Incluye dilución de materiales y tolerancias por pérdidas que se puedan producir cuando se extraiga el

material. Se han realizado las evaluaciones apropiadas, que pueden incluir estudios de factibilidad e incluyen la consideración de modificaciones por factores razonablemente asumidos de extracción, metalúrgicos, económicos, de mercados, legales, ambientales, sociales y gubernamentales. Estas evaluaciones demuestran en la fecha en que se reporta que podría justificarse razonablemente la extracción. Las Reservas de Mena se subdividen en orden creciente de confianza en Reservas Probables Minerales y Reservas Probadas Minerales. (GEOXNET, 2016)

Reserva Mineral Probable. Es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Indicado y en algunas circunstancias Recurso Mineral Medido. Incluye los materiales de dilución y tolerancias por pérdidas que puedan producirse cuando se explota el material. Se realizan evaluaciones apropiadas, que pueden incluir estudios de factibilidad, e incluyen la consideración de factores razonablemente asumidos de minería, metalúrgicos, económicos, de mercadeo, legales, medioambientales, sociales y gubernamentales. (GEOXNET, 2016)

Reserva Mineral Probada. Es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Medido. Incluye los materiales de dilución y tolerancias por pérdidas que se pueden producir cuando se explota el material. Se han realizado evaluaciones apropiadas que pueden incluir estudios de factibilidad, e incluyen la consideración de modificaciones por factores fehacientemente asumidos de minería, metalúrgicos, económicos, de mercados, legales, ambientales, sociales y gubernamentales. Estas evaluaciones demuestran, a la fecha en que se publica el informe, que la extracción podría justificarse razonablemente. (GEOXNET, 2016)

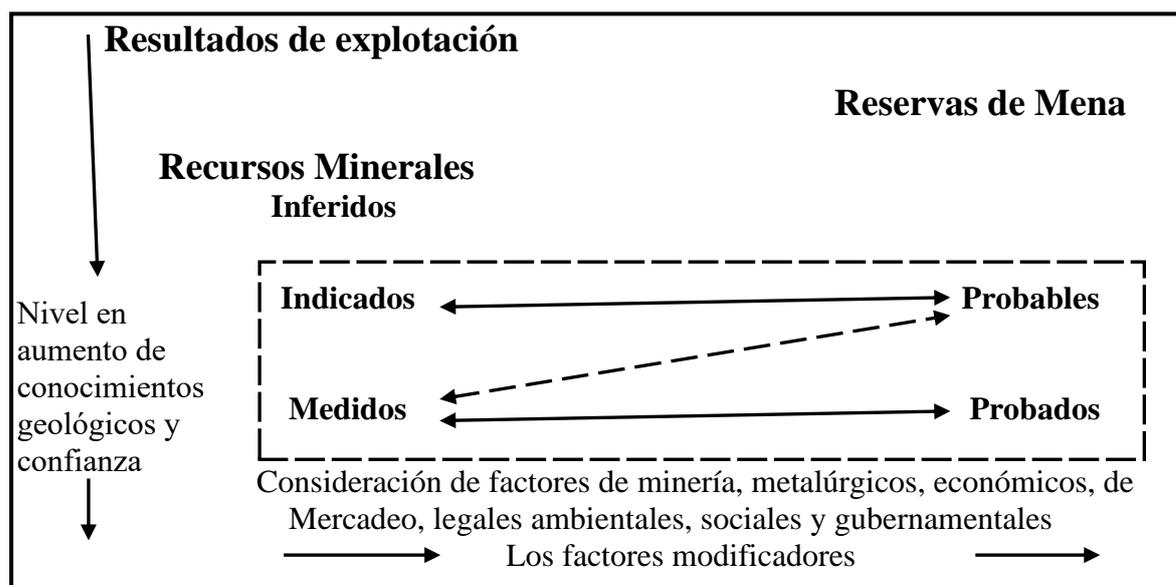


Figura 2. 2 Relación general entre, Recursos y Reservas Minerales.
Fuente: Comité Conjunto de Reservas de mineral (CÓDIGO JORC, 2012)

2.2.9 Factibilidad financiera

La factibilidad financiera sintetiza numéricamente todos los aspectos desarrollados en el plan de negocios. En esta parte se elabora una lista de todos los ingresos y egresos de fondos que se espera que produzca el proyecto y ordenarlos en forma cronológica. El horizonte de planeamiento es el lapso durante el cual el proyecto tendrá vigencia y para el cual se construye el flujo de fondos e indica su comienzo y finalización. Para esto se utilizan algunos importantes indicadores financieros, tales como:

Periodo de recuperación (payback, paycash, payout o payoff): indica el tiempo que la empresa tardará en recuperar la inversión con la ganancia que genera el negocio (meses o años).

La factibilidad financiera se calcula sumando los resultados netos al monto de la inversión inicial hasta llegar a cero, en este caso no se estaría considerando el "valor tiempo del dinero", por esto también es útil calcular el periodo de repago compuesto en el que se incorpora una tasa al flujo de fondos que refleja las diferencias temporales. (Verastegui, 2016)

2.2.9.1 Beneficios de la factibilidad de Proyectos

El estudio de la factibilidad de un proyecto ayuda a determinar:

Los resultados más cercanos para asegurar la factibilidad del proyecto.

Estimación de las inversiones necesarias, cronología, costos de producción y el cálculo de ingresos.

Identificación de las fuentes de financiación y compromisos necesarios para poner en operatividad el proyecto.

La participación de equipos multidisciplinarios que aporten requerimientos y opiniones.

Evaluación de sostenibilidad financiera, económica, social y ambiental, caso contrario, el proyecto sería abandonado. (Verastegui, 2016)

2.2.9.2 Tasas de descuento (i)

Según (López, 2017), "Tasa de descuento es el factor financiero que se utiliza, en general, para determinar el valor del dinero en el tiempo y, en particular, para calcular el valor actual de un capital futuro o para evaluar proyectos de inversión". (p. 25)

Las personas y las empresas se enfrentan continuamente con la decisión de dónde invertir las rentas de que disponen con el objetivo de conseguir el mayor rendimiento posible al menor riesgo. Para determinar qué activos son interesantes para adquirir y cuáles no, los inversores necesitan un punto de referencia que les permita determinar cuándo un proyecto de inversión genera una rentabilidad superior a dicha referencia y cuando no. Ese punto de referencia se denomina tasa de descuento (*i*). Podríamos definir la tasa o tipo de descuento al rendimiento mínimo exigido por un inversor para realizar una inversión determinada

2.2.9.3 El valor actual neto (VAN)

El valor actual neto (VAN), es la diferencia entre la sumatoria de todos los ingresos actualizados menos la sumatoria de todos los costos actualizados. Para actualizar se usa una determinada tasa de descuento o tasa de actualización.

Es el método más conocido, mejor y más aceptado por los evaluadores de proyectos. Mide la rentabilidad deseada después de recuperar toda la inversión. Para ello, calcula el valor actual de todos los flujos futuros de caja, proyectados a partir del primer periodo de operación, y le resta la inversión total expresada en el momento cero. (Yupanqui, 2014)

La representación matemática del VAN es:

$$\text{VAN} = -I_0 + \sum_{t=0}^n \left(\frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} \right) \quad \text{Ecuación 02}$$

Donde:

$-I_0$ = Inversion

i = Tasa de descuento

n = Número de descuento

$B_t - C_t$ = Beneficio neto del proyecto (flujo de caja)

C_t = Costos exigidos durante el período tiempo.

B_t = Ingresos generados durante el período tiempo.

t = tiempo

Para calcular el valor actual neto se tiene que considerar y conocer una serie de conceptos tales como:

Horizonte del proyecto: Es el período expresado generalmente en años, durante el cual se estiman tanto los ingresos como los costos del proyecto con el objeto de evaluarlo.

Tasa de descuento o tasa de actualización: Es una determinada tasa de “interés” que sirve para descontar o actualizar tanto los ingresos futuros y costos futuros (contemplados en el horizonte del proyecto). (Yupanqui, 2014)

Actualización de ingresos futuros y costos futuros de un proyecto: Significa estimar el valor actual o valor presente, teniendo como referencia valores futuros, la actualización generalmente se realiza por años. (Yupanqui, 2014)

Según Padilla (2011), aclara que el valor actual neto (VAN) o valor presente neto (VPN), es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros originados por una inversión. Se lo define como la diferencia entre los ingresos y egresos (incluida como egreso la inversión) a valores actualizados o la diferencia entre los ingresos netos y la inversión inicial.

En otras palabras, el valor presente neto es simplemente la suma actualizada al presente de todos los beneficios, costos e inversiones del proyecto. A efectos prácticos, es la suma actualizada de los flujos netos de cada período.

El valor presente neto es el método más conocido y el más aceptado. Mide la rentabilidad del proyecto en valores monetarios que exceden a la rentabilidad deseada después de recuperar toda la inversión. Para ello, calcula el valor actual de todos los flujos futuros de caja proyectados a partir del primer período de operación y le resta la inversión total expresada en el momento cero. (Yupanqui, 2014)

Para Carbajal & Fernando (1981), expresa que al valor actual neto se lo utiliza casi sin restricciones en la evaluación de proyectos de inversión, además señala que el valor actual neto (VAN), es la suma algebraica de los valores actualizados de los costos y beneficios generados por el proyecto durante su horizonte de evaluación.

Interpretación – decisiones

Si $VAN \geq 0$, el proyecto rinde la tasa mínima deseada, además de ello obtiene una ganancia adicional en términos económicos, por lo tanto, es recomendable realizar la inversión.

Si $VAN = 0$, el proyecto rinde exactamente la tasa mínima requerida por lo que se puede realizar el proyecto o invertir en la mejor alternativa rechazada, teniendo en cuenta el riesgo asociado a cada uno.

Si $VAN \leq 0$, el proyecto no alcanza el rendimiento mínimo requerido, El valor actual neto representa el valor adicional que recibe un inversionista sobre su inversión, una vez descontada la TMAR. (López, 2017)

2.2.9.4 Tasa Interna de Retorno. (TIR).

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto. Medida utilizada en la evaluación de proyectos de inversión que está muy relacionada con el Valor Actualizado Neto (VAN). También se define como el valor de la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero, para un proyecto de inversión dado. (Armas, 2017)

La tasa interna de retorno (TIR) nos da una medida relativa de la rentabilidad, es decir, va a venir expresada en tanto por ciento. (Armas, 2017)

Mide la rentabilidad como porcentaje. La máxima tasa exigible será aquella que haga que el VAN sea cero.

$$0 = -I_0 + \sum_{t=0}^n \left(\frac{B_t - C_t}{(1+TIR)^t} \right) \quad \text{Ecuación 03}$$

I_0 , B_t , t , n , C_t , $B_t - C_t$, significan lo mismo que en la ecuación del VAN.

Según, Yupanqui (2014), indica que la TIR es una tasa de descuento que para encontrarla se tiene que resolver una ecuación polinómica de grado n , donde n es el horizonte del proyecto

Interpretación – decisiones

Para decir que la TIR es aceptable, se tiene que comparar con la tasa de descuento, tasa mínima de actualización de rentabilidad (TMAR), que es el nivel mínimo de referencia para realizar la inversión.

Si $TIR \geq TMAR$, entonces es recomendable realizar la inversión.

Si $TIR = TMAR$, en este caso el proyecto rinde exactamente lo requerido, por lo que se puede realizar el proyecto o invertir en la mejor opción descartada, considerando el nivel de riesgo asociado a la actividad.

Si $TIR \leq TMAR$, la inversión en el proyecto no rinde lo mínimo establecido, por lo que no es recomendable realizarlo. Es muy importante tener en cuenta que la TIR sirve para aceptar o rechazar proyectos y no es recomendable para seleccionar alternativas. (Yupanqui, 2014)

2.2.9.5 Relación Beneficio – Costo (B/C).

La relación beneficio – costo compara el valor actual de los beneficios proyectados con el valor actual de los costos, incluida la inversión. El método lleva a la misma regla de decisión del NPV, ya que cuando este es cero, la relación será mayor que uno, y si el VAN es negativo, será menor que uno. (Jesús, 2018)

$$R_{B/C} = \frac{\sum_{j=0}^n \frac{B_j}{(1+i)^j}}{\sum_{j=0}^n \frac{C_j}{(1+i)^j}} \quad \text{Ecuación 04}$$

Dónde:

B_j = Ingresos actualizados

C_j = Costos actualizados incluyendo la inversión

i = Tasa de Descuento: costo de oportunidad del capital

n = Horizonte de Evaluación

El índice beneficio costo sólo debe utilizarse cuando se requiere determinar si un proyecto se debe realizar o no. Este indicador no es recomendable para comparar proyectos porque su magnitud absoluta puede ser engañosa. (Jesús, 2018)

Interpretación – decisiones

Para realizar el análisis adecuado de la viabilidad del cualquier proyecto, bajo este criterio, se debe tener en cuenta la comparación de la relación B/C hallada en comparación con 1, así tenemos lo siguiente:

B/C > 1: indica que los beneficios superan los costes, por lo tanto, el proyecto debe ser considerado viable. Este índice indica que por cada dólar de costos se obtiene más de un dólar de beneficio. En consecuencia, si el índice es positivo o cero, el proyecto es viable. (Armas, 2017)

B/C=1: En esta relación no hay ganancias, pues los beneficios son iguales a los costes.

B/C < 1, Indica que los costos son mayores que los beneficios, el proyecto no es viable.

2.2.9.6 Payback

Es el Período de Recuperación de la Inversión descontado: Mide el número de años que se tarda en recuperar el importe invertido. Se trata de calcular en qué momento los ingresos percibidos cubren los gastos realizados, y para ello se usó la siguiente fórmula general:

$$\text{Payback} = \frac{F}{(1+i)^n} \quad \text{Ecuación 06}$$

El Payback o Plazo de Recuperación es un criterio para evaluar inversiones que se define como el periodo de tiempo requerido para recuperar el capital inicial de una inversión. Es un método estático para la evaluación de inversiones. (Armas, 2017)

El cálculo del Payback se realiza de dos maneras:

Si los flujos de caja son iguales todos los años la fórmula para calcular el Payback será esta:

$$\text{Payback} = \frac{I_0}{F} \quad \text{Ecuación 07}$$

Donde:

I_0 = Inversión inicial del proyecto

F = Valores de los flujos de caja

Si, por el contrario, los flujos de caja no son iguales todos los periodos, habrá que ir restando a la inversión

$$\text{Payback} = a + \frac{I_0 - b}{F_t} \quad \text{Ecuación 08}$$

Donde:

a = Número del periodo inmediatamente anterior hasta recuperar el desembolso inicial

I_0 = Inversión inicial del proyecto

b = Suma de los flujos hasta el final del periodo "a"

F_t = Valor del flujo de caja del año en que se recupera la inversión

2.3 Definición de Términos Básicos.

Actividad Minera. Es la actividad de las diferentes labores mineras en concordancia con la normatividad vigente. (Virrueta et al. 1997)

Buzamiento: Es el ángulo vertical al cual la veta, estrado o manto esta inclinado con respecto a la horizontal. (Se mide en el plano vertical). (Minaya, 2019)

Labores Mineras: Son todos los trabajos que se realizan en una mina (Virrueta et al. 1997)

Potencia: Es el espesor o ancho de un yacimiento mineralizado perpendicular a las cajas. (Minaya, 2019)

Programación. - Es una función posterior al proceso de planificación y consiste en determinar cuándo se efectuará cada tarea o actividad; permite fijar con precisión la fecha de inicio y estimar la fecha de terminación de las actividades o de todo el proyecto. (Prado, 1998)

Reservas. - Es una cierta cantidad de mineral económicamente explotable con leyes superiores del Cut Off. (GEOXNET, 2016)

Rumbo: Es la dirección de la veta, estrato o manto inclinado con relación al norte magnético (se mide en el plano horizontal) (Minaya, 2019)

Costo de producción. Utilización de determinados recursos físicos, humanos, financieros y de otra índole con el fin de producir un bien y servicio. (Verastegui, 2016)

Veta. - Masa tubular de material mineral, depositada en fisuras, grietas o hendiduras de un cuerpo rocoso, y de composición distinta a la sustancia en que está incrustada. (Minaya, 2019)

Yacimiento. - Toda acumulación de rocas o concentración natural de uno o más minerales. (Minaya, 2019)

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación de la Investigación

3.1.1 Ubicación Geográfica

Geográficamente el área de estudio de la mina Paredones, se encuentra al SW de la ciudad de Cajamarca, de la Región Cajamarca, Provincia de San Pablo y Distrito de San Bernardino, en los andes orientales del Perú. Correspondiente al cuadrángulo de Cajamarca (15 - f), con coordenadas: UTM – DATUM – WGS84 – 17S. En la Tabla 3.1. Se muestra las coordenadas UTM de la mina Paredones.

Tabla 3. 1 Coordenadas UTM de la zona de estudio.

Punto	Norte	Este	Punto	Norte	Este
1	9206000	739500	3	9204000	744000
2	9206000	744000	4	9204000	739500

3.1.2 Accesibilidad

A la Zona de estudios existen dos accesos importantes, los cuales son: el primero se partimos por la ruta de Cajamarca, pasando por el distrito de san Juan, luego Magdalena, Chilete y finalmente a la zona de estudio paredones con un tiempo aproximado de 2:12 h. la Segundo segunda ruta también partiendo desde la ciudad de Cajamarca, luego pasando por la provincia de San Pablo, luego el distrito de San Bernardino, y finalmente a la mina Paredones en un tiempo aproximado de 2:26 h. En la Tabla 3.2, esta detallado el acceso a la mina Paredones, zona de estudio.

Tabla 3. 2 Acceso al área de investigación

Acceso	Tramo De A	Tipo de vía	Transporte	Distancia (Km)	Tiempo (h)
1	Cajamarca – San Juan	Asfaltada	Auto	35.00	00:40
	San Juan – Magdalena	Asfaltada	Auto	24.70	00:35
	Magdalena – Chilete	Asfaltada	Auto	26.00	00:40
	Chilete – Mina Paredones	Asfaltada	Auto	7.00	00:17
2	Cajamarca – San Pablo	Asfaltada	Camioneta	71.00	01:40
	San Pablo – San Bernardino	Asfaltada	Camioneta	21.80	00:26
	San Bernardino – Mina Paredones	Asfaltada	Camioneta	7.00	00:20

3.1.3 Clima y Vegetación

En la zona de estudio su clima es cálido en el día y templado en la noche con temperaturas anuales que oscila entre 18 - 23°C y unos 88% de humedad en invierno, teniendo un promedio anual de precipitación pluvial, entre 250 y 450 milímetros. La relación de evapotranspiración potencial es alta, más de 2,00 mm., esto determina que su fisionomía sea semiárida. Dicha estación meteorológica es convencional, San Pablo – 000319., a una altura de 2338 msnm.

En cuanto a su vegetación es muy escasa por ser un clima semicálido, y se debe a la ausencia de precipitaciones pluviales, esto es influenciado por la basta cubierta rocosa permitiendo que la zona muestre escasos recursos vegetales y de poco aprovechamiento para los organismos residentes, en los meses de diciembre y enero se aprovecha la humedad y algunos hualangos, cactus y árboles de pate, así como brotes de forrajes tienden a verdecer la cubierta superficial de esta zona. (SENAMHI, 2018)

3.1.4 Hidrografía

De acuerdo a ubicación del proyecto Minero “Paredones” tendría una influencia con la cuenca hidrográfica del río San Pablo y pertenece a la vertiente del pacífico, sus nacientes se ubican en la vertiente occidental de los Andes Occidentales. El río San Pablo tiene un caudal regular de aguas durante el año, debido a ello no es problema para trabajos de mina; a medida que se necesite para realizar en trabajos en la parte superior, será bombeado el agua y decepcionado en pozos o tanques. (SENAMHI, 2018)

3.1.5 Reseña Histórica de la Mina

La mina Paredones se inició su explotación durante la época incaica por un tiempo, luego pasa a ser explotada los portugueses descubiertos a mediados del siglo XVII, se realiza una explotación intensa, donde se produjo un derrumbe y murieron numerosos mineros, cuyos parientes atacaron a los portugueses y los pusieron en fuga; es en donde la mina recibe el nombre de “los muertos”.

Años más tarde el señor Agustín Miranda reorganizó los trabajos y erigió un horno de pachamanca para fundir los minerales. El año 1860 el señor José Ignacio Barrantes. Estableció hornos de reverberos que producía plomo que se exportaba a Europa.

En el año 1870 se reorganizó con los señores Babie y Villanueva aprovecharon el horno y agregaron un horno de copelación y se obtenía barras de plata, trabajaban por 5 años, las minas fueron compradas por la casa Branchi que quebró.

Se organizó una sociedad de acciones de 360000 soles, el gerente: Ernesto Malinowki, estableció oficinas de preparación mecánica de minerales el capital se aumentó en 200000 soles. Se emitieron bonos, pero el negocio no próspero y volvió a paralizar.

En 1924 la Northern Perú Mining Corporation & Smelting Co Subsidiaria de la AZARCO toma posesión de la mina y luego de 4 años de explotación compró las minas, en 1951 se iniciaron las obras de ingeniería, en mayo de 1952, comenzó a producir concentrados de plomo argentífero y concentrado de Zinc. (Virrueta, et al., 1997)

Problemas de pseudo nacionalización el 8 de octubre de 1968 con el último gerente Jhon Petti y otros problemas sindicales, la Mina Paredones da por concluido todo tipo de operaciones, paralizando hasta la actualidad, dejando reservas factibles en las operaciones.

3.1.6 Base Legal

El presente Plan de Minado tiene el derecho minero de; S. M. R. L. Occidental, de la Compañía Minera Paredones se debe realizar el cumplimiento de los dispositivos legales vigentes.

- Texto único Ordenado por la Ley General de Minería – Decreto Supremo N° 014-94-EM.
- Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional D.S. N° 024-2016-EM.
- El reglamento Interno de Seguridad y Ocupacional, es el conjunto de disposiciones que elabora el titular minero en base a los alcances del Reglamento de seguridad y Salud

Ocupacional en Minería, adecuándolo a las características particulares de sus actividades mineras (Artículo 7 del D.S. 055-EM-2010). El Reglamento Interno de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente es un conjunto de disposiciones de carácter normativo que nos va a ayudar a disminuir los riesgos de accidentes de trabajo cuidando la salud del trabajador y protegiendo el medio ambiente.

- Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el cumplimiento a la Ley 29783 art. 19, ha conformado comité paritario de seguridad y salud en el trabajo; órgano paritario constituido por representantes del empleador y de los trabajadores, con las facultades y obligaciones previstas por las normas vigentes, nombrados para considerar la participación de los trabajadores y sus organizaciones sindicales es indispensable en el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Autorización para Inicio/Reinicio de Actividades de Explotación en Concesiones Mineras Metálicas/No Metálicas (Incluye Aprobación de Plan de Minado) y Modificaciones Anexo I – D.S. N° 020-12-EM. (RSHM, 2001)

3.1.7 Derechos Mineros

Los derechos mineros de la mina Paredones, está comprendida por el petitorio minero: Luminosa Número 2A, con código N° 01 – 02732 – 04, que abarca una superficie de 200.000 ha, formulado por Hildebrando Terán Vigo, siendo el titular de dicho petitorio.

3.2 Metodología de la Investigación

3.2.1 Tipo, Nivel, Diseño y Método de Investigación

La metodología utilizada en esta investigación es de tipo básica porque genera conocimiento nuevo sobre un hecho u objetivo; de nivel descriptivo porque describen, analizan e interpretan los datos obtenidos, en términos claros y precisos; el diseño de la investigación es no experimental, transversal porque se analiza la realidad sin manipular las variables y el tiempo no es determinante. Usando el método deductivo – inductivo, partiendo de datos particulares se llega a una generalización del área investigada en este caso la propuesta del planeamiento de minado subterráneo para la reactivación de la Mina Paredones.

3.2.2 Población de estudio.

El universo de esta investigación es la Mina subterránea Paredones.

3.2.3 Muestra.

La muestra del estudio de investigación es la veta Murciélago de la mina Paredones.

3.2.4 Unidad de análisis.

Las unidades de análisis están relacionadas con las variables: ley de corte, evaluación de reservas, método de explotación, precio de los metales, costo de producción, inversión, toneladas de producción por día, mes, año, VAN, TIR y B/C.

3.2.5 Identificación de variables

Tabla 3. 3 Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN	INDICADORES	ÍNDICE
Variable Independiente: Planeamiento de minado subterráneo	Es la manera anticipada cómo debe proyectarse las diferentes fases de una operación minera para lograr los objetivos propuestos. (De la Cruz, 1999) Es determinar el modo de actuar antes de operar, para lograr las metas deseadas. (Prado, 1998)	Ley de cut - off	g/t
		Evaluación de reservas	R ₁ , R ₂
		Método de explotación	Shrinkage Stopping
		Precio de los metales	U\$\$/oz
		Costo de producción	U\$\$/m, U\$\$/t
		Inversión	U\$\$
Variable Dependiente: Reactivación de la mina Paredones.	Poner en actividad una operación minera, que está paralizada por un cierto tiempo.	Toneladas de producción por día	Tm/día
		Tonelada de producción por mes, año.	Tm/mes, Tm/año
		Indicadores económicos	VAN, TIR, B/C.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1 Técnicas

Para sustentar el presente trabajo de investigación se recopiló información con la técnica secundaria, relacionada al planeamiento de minado, publicado en artículos del banco minero, libros, tesis de grado, revistas mineras, informes especializados, páginas de internet todo esto relacionado con el planeamiento de minado subterráneo.

3.3.2 Instrumentos, materiales y equipos

Instrumento

Los instrumentos utilizados en esta investigación fue la información que está en el Banco Minero del Perú, informe de ingenieros mineros que trabajaron en minera Paredones.

Materiales y equipos

- Laptop: para el procesamiento y análisis de datos usando los softwar's Civil 3d, Microsoft Word y Excel.
- Brújula Brunton azimutal, para medir orientación y dirección de las labores.
- GPS Garmin (Navegatorio), para ubicar estaciones de control en el área de investigación, teniendo como referencia las coordenadas UTM.
- Lupa, para visualizar de manera microscópica la composición mineralógica de la roca y minerales.
- Cámara fotográfica: Para registrar evidencias de campo.
- Libreta de campo, lapicero: para anotar los datos tomados en campo.
- Flexómetro, para obtener mediciones la sección del túnel, discontinuidades, estructuras, etc.
- Linterna, usado para iluminarse en la excavación subterránea y diferenciar en qué condiciones se encuentra la excavación.

Programas computacionales

Los programas computacionales son importantes para procesar la información, y obtener la información. Se utilizaron los siguientes softwares de procesamiento:

- AutoCad 2019, se utiliza para la realización de secciones geológicas, cortes y diseños de labores que acompañan el resto de programas.
- ArcGis 10.3, conjunto de aplicaciones con extensiones correspondientes al avance y obtención de información. Permitió la realización y elaboración de planos temáticos.
- Excel 2016, un programa comercial de Microsoft más utilizado en cualquier empresa, esto servirá para realizar cálculos de evaluación económicos de proyectos.
- Primavera P6, permitió gestionar el proyecto tienen información general sobre las herramientas de planificación y programación; realizo diagramas de Gantt, gestiona los riesgos de proyectos, gestiona recursos y costos y mejora la toma de decisiones.

3.4 Procedimiento

3.4.1 Etapa preliminar

En esta etapa se realizó la revisión bibliográfica, referente al planeamiento de minado Subterráneo, también investigaciones previas, informes y trabajos anteriores, los que fueron mencionados en los antecedentes e información del marco teórico, para determinar nuestra investigación y recolectar los datos necesarios.

3.4.2 Etapa de recolección de datos

A partir de la información obtenida se realizó la recolección y verificación de los datos de cada variable de estudio obteniendo la cantidad de reservas probables y probadas existentes en dicha unidad minera que está abandonada por varios años y que es necesario hacer una propuesta de planeamiento de minado para su posterior apertura.

3.4.3 Etapa de gabinete

A partir de tener la información obtenida de la cantidad de reservas se procedió al análisis, depuración y procesamiento de dicha información, así como el planeamiento propuesto y el diseño de planos para las instalaciones.

3.5 GEOLOGÍA

3.5.1 Geología Regional

El marco geológico regional muestra rocas areniscas, lutitas, caliza arenosa, margas y calizas del Cretácico Inferior, perteneciente a las Formaciones Carhuaz, Farrat, Inca y Chulec del grupo Goyllarisquizga Subyacente a Pariatambo. Plegados y en discordancia angular con el grueso paquete de derrames y brechas andesíticas, con intercalación de areniscas tobáceas y material piroclástico que forman el grupo Calipuy del Cretáceo Inferior.

Las vetas numerosas, sin restar posibilidades a Huayrapongo, San Antonio, y Perdida.

Los filones son Hidrotermales de relleno de fracturas a una presión y temperatura moderadas con mineralización de blendas y galena; contenidas de Ag, Pb y Zn. En una ganga de cuarzo y pirita emplazado íntegramente en andesitas, de rumbos casi paralelas, Buzamientos fuertes y convergentes en profundidad. Alteración de caja moderada, piritización y cloritización zonamiento y paragénesis definida. Con una cobertura de óxidos de importancia potencial por sus contenidos de Ag. (Reyes, 1980)

3.5.2 Geología Local

La geología local de la zona de estudio, de minera Paredones se encuentra emplazada sobre roca volcánica, pertenecientes al Cenozoico del Paleógeno – Neógeno del Grupo Calipuy (Volcánico Chilete) siendo el producto del vulcanismo post – tectónico de esta región de la cordillerana representando un magmatismo efusivo que siguió al emplazamiento definido del batolito de la costa.

Todos los yacimientos de Chilete son vetas de cuarzo y sulfuros con Zinc, Plomo, y algo de Cobre; el largo de la veta varía de pocos metros a 1700 m. con potencia máxima de 5 m.

Las vetas principales son las siguientes: Murciélago, West Pacasmayo, North, Animas, Pacasmayo, Esperanza, Pilacones y Hualgayoc.

La mineralización es de tipo de relleno de fracturas, con algunas características de reemplazamiento; las cajas presentan alteración Hidrotermal con la presencia de: epidota, cerecita, calcita y caolín. (Reyes, 1980)

3.5.2.1 Grupo Calipuy

Volcánico Calipuy, es la denominación dada a una secuencia volcánica, de tobas riolíticas subhorizontales.

El Grupo Calipuy es el producto de un vulcanismo post – tectónico en la región cordillerana y representa el magmatismo efusivo que siguió al emplazamiento definitivo del batolito costanero. Generalmente, la disposición de esta serie vulcano-clástica ha sido subárea y de gran extensión. El Grupo Calipuy descansa con discordancia angular sobre la secuencia cretácea. Las unidades diferenciadas en orden cronológico son: Volcánico Tembladera, Chilete y San Pablo. (Reyes, 1980)

3.5.2.1.1 Volcánico Tembladera

Se denomina Volcánico Tembladera a una secuencia de rocas volcánicas moderadamente plegadas, bien estratificadas, que afloran en el valle del río Jequetepeque. Litológicamente, la porción inferior se compone de bancos andesíticos, que se intercalan con brechas de la misma naturaleza, con matices gris – verdosos; hacia las partes superiores abundan tobas blanquecinas estratificadas en capas delgadas, alternantes con delgados lechos de areniscas y lutitas tobáceas, verdosas o moradas.

La edad del Volcánico Tembladera se define en base a sus relaciones estratigráficas; así la unidad reposa en discordancia angular sobre las series marinas cretáceas. En algunos lugares, subyace en discordancia angular al Volcánico Chilete. El Volcánico Tembladera debe corresponder a las primeras fases del vulcanismo terciario. (Reyes, 1980)

3.5.2.1.2 Volcánico Chilete

Según (Reyes, 1980), Se denomina así, a una secuencia predominantemente piroclástica que aflora en el pueblo de Chilete. Litológicamente, consiste de intercalaciones tobáceas,

areniscas tobáceas, conglomerados lenticulares, y materiales volcánicos retrabajados, mayormente andesíticos, bien estratificados. La proporción volcánica es mayor y presenta matices que van desde el verde-violáceo hasta el gris claro. Las areniscas son generalmente rojizas y muchas veces incluyen granos casi enteros de feldespatos.

Basándose solamente en sus relaciones estratigráficas con las unidades infra y suprayacentes; la edad del Volcánico Chilete queda asignada a la parte tardía del Terciario temprano. Se le correlaciona en parte con los volcánicos que yacen discordantemente sobre la formación Casapalca en la vertiente oriental de la Cordillera Occidental del Centro del Perú. (Reyes, 1980)

3.5.3 Geología Estructural

Desde la posición de Virrueta et al. (1997) Dentro del área de investigación existe un sistema de fallamiento de alto ángulo con direcciones más o menos andinas, mayormente inversas y oblicuas a los pliegues; a veces semi – paralelos.

Las estructuras mineralizadas principal es la veta Murciélago, con rumbo S52°E, de buzamiento 82°NE. Otros grupos de vetas son: veta Lupita y veta Esperanza, con buzamiento SO, tiene longitud de decenas a cientos de metros. La potencia de las vetas oscila entre 0.60 a 1.80 m.

3.5.4 Geología Económica

La existencia de ocurrencia de depósitos minerales metálicos y no metálicos en los cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba, están distribuidos indistintamente en rocas sedimentarias, volcánicas e intrusivas. Los primeros, están relacionados con mineralización de Pb, Ag, Zn, Cu, Au, Mo y los segundos con mantos de carbón, arcillas y rocas para la industria del cemento y la construcción.

La presencia de yacimientos metálicos dentro del área, en cierto modo representa la prolongación septentrional de fajas o zonas mineralizadas más o menos conocidas al sur del área trabajada; pero también aparece un nuevo tipo de mineralización: cobres porfiríticos, casos de Michiquillay, Sorochuco y otros más al norte. La faja mineralizada de la Cordillera Negra se prolonga hacia el norte y penetra al área estudiada por el sector de Quiruvilca y Salpo, continuándose a Sayapullo y Paredones (Chilete).

Las rocas huéspedes son los volcánicos del Grupo Calipuy en la parte superior y secuencias sedimentarias del Cretácico en la parte inferior, ocurriendo la mineralización en

vetas como relleno de fracturas, con contenido de Pb, Ag, Cu, Zn y en segundo término Au y Sb en ganga de cuarzo. (Virrueta, et al., 1997)

3.5.5 Descripción de las Vetas

Paredones conocida como una mina filoniana polimetálica, por su contenido de Zinc, acompañado de Ag y Pb, es una de las pocas minas ubicada a solo 1000 msnm, constituido por 10 vetas más resaltantes, con características generales y similares; descripción de las vetas más importantes:

Veta Murciélago: Es la más representativa desde la superficie hasta la profundidad debajo del nivel 9. El rumbo promedio es de N52°W y con buzamiento de 82°NE. Aflora en una extensión de 900 m. hasta la quebrada California. Tiene una potencia promedio de 1.50 m., con estructura crustificada, con bandeamiento de blenda, galena, y pirita. La estructura es tipo rosario, en algunos casos a 0.80 m., la roca encajonante es andesita gris – verdosa, poco alterada, silicificada, y argilizada. (Virrueta et al. 1997)

Veta Pacasmayo: Es una estructura mineralizada tiene de blenda – galena – chalcopirita con una potencia de 0.60 m. La roca caja presenta alteración mayormente argílica. Es reconocida en el nivel 5 y 6, y aflora en superficie en la quebrada California. (Virrueta et al. 1997)

Veta Lupita: La estructura mineralizada tiene rumbo S12°E, con buzamiento de 82°SO, y con potencia promedio de 0.90 m. los minerales que lo conforman son blenda marmatítica, galena; y como minerales accesorios, tenemos pirita y cuarzo. La labor tiene una corriente de 60 m. (Virrueta et al. 1997)

Veta Esperanza. - Es una estructura paralela a veta Murciélago, con potencia de 0.90 m. los minerales que lo conforman son blenda, galena, pirita, y otros. el rumbo de la veta es N65°E. Con 70°NW de buzamiento, la zona de oxidada carece de valores. (Virrueta et al. 1997)

Otras estructuras que tienen las mismas características son:

Veta Norte, Veta Hualgayoc, Veta Aminas, Veta H1., se a tomado una muestra en el tope de la veta H1 y de la veta Lupita del mineral sulfurado en el Nivel 4.

3.6 GEOMECAÁNICA

Tomando la información de Aceijas (2019) determino las características geomecánicas de la masa rocosa de la veta el murciélago en el nivel 5 de la mina Paredones, concluye que el

RMR en la lava andesítica es de calidad media con un promedio de 53, en el pórfido andesítico es de calidad regular a buena con un promedio de 69 y en la veta es de calidad buena con un promedio de 62.5. Para este tomo los datos de orientación de las discontinuidades de la masa rocosa, expresada en rumbo y buzamiento, las características estructurales de las discontinuidades, como el RQD (Designación de la Calidad de la Roca), el espaciamiento, la persistencia, la apertura, la rugosidad, el relleno, la alteración o intemperización y el agua subterránea y la calidad de la masa rocosa, expresada en valores RMR o Q o GSI. Las estaciones de estudio del nivel 5 son 9. La siguiente tabla muestra un resumen de los parámetros geotécnicos, los cuales han sido empleados en el análisis de estabilidad.

Tabla 3. 4 Clasificación geomecánica de las estaciones del Nivel 5

Estación Geomecánica	$\sigma_{ci}(x)$	RQD	RMR	GSI	Q	$D_e = \frac{\text{Ancho o altura (m)}}{ESR}$
E – 1	38	36.03	46	41	4.00	2.13
E – 2	75	80.88	63	58	13.48	2.09
E – 3	82	76.15	64	59	7.19	2.13
E – 4	85	76.03	62	57	8.45	2.03
E – 5	96	90.15	59	64	10.18	1.81
E – 6	105	86.18	74	69	12.56	1.81
E – 7	122	83.64	65	60	13.94	2.06
E – 8	115	79.36	77	72	11.76	1.75
E – 9	102	75.41	59	54	12.15	2.13

Fuente: Tomado de (Aceijas, 2019).

Las excavaciones en la Veta Murciélagos tienen factores de seguridad aceptables, pero hay algunas áreas de la excavación subterránea que presentan inestabilidad potencial. También estimó el tipo de sostenimiento en base al Índice Q con calidades de rocas buena, media y mala.

3.6.1 Geoestructuras

Representación geográfica y se representan en proyecciones estereográficas se observa con dirección de buzamiento promedio de 22° y buzamiento promedio de 56°, expresado en rumbo y buzamiento: N68°W y 56°NE, un primer sistema de discontinuidades. Luego con dirección de buzamiento promedio de 159° y buzamiento promedio de 68°, expresado en rumbo y buzamiento: N69°E y 68°SE, un segundo sistema de discontinuidades. Además, está representada gráficamente el estrato con una dirección de buzamiento de 240° y un buzamiento de 70°, expresados en rumbo y buzamiento: N30°W y 70°SW. Estos sistemas de discontinuidades están cortando a la gráfica del ángulo de fricción, por lo que la probabilidad de rotura es media. Generando una rotura del tipo cuña, con posible desprendimiento de bloques. (Aceijas, 2019).

3.6.2 Sostenimiento Subterráneo

Tomando la investigación de Aceijas (2019) el sostenimiento de la mina Paredones, esta adecuado a la estabilización de la excavación subterránea y las condiciones litológicas de la sección a estabilizar, en muchos de los casos no cumplen con las exigencias de estabilización geomecánica. Por ejemplo, en muchos de los tramos presentan cuadros de madera deterioradas, anclajes en el mismo sentido de la junta principal, que no cumplen ninguna función de sostenimiento. Los mapeos geomecánicos de estabilización no están en muchos de los casos relacionados con el análisis tensional de interacción roca excavación subterránea.

3.6.3 Tipo de sostenimiento

Los tipos de sostenimientos según Aceijas (2019), esta relacionando con el análisis geomecánicos y las variables propuestas en su investigación, siendo interpretada en cada estación de estudio reportando valores desde mala a buena calidad de acuerdo con los parámetros geomecánicos.

Tabla 3. 5 Tipo de sostenimiento basado en el índice de calidad de roca Barton.

Tipos de roca	Estaciones Geomecánicas	Valoración Q	Tipos de sostenimiento
B	E – 02	13.48	Generalmente no requiere sostenimiento. De ser requerido colocar pernos aislados de 2 a 3 metros (cementados o con resina) ya sea en las paredes y/o techos y en intersecciones del túnel.
	E – 05	10.18	
	E – 06	12.56	
	E – 07	13.94	
	E – 08	11.76	
C	E – 03	7.19	Colocar en forma sistemática pernos (cementados o con resina) separados de 1.6 - 2 metros, dependiendo del comportamiento del macizo se podría utilizar una malla electrosoldada y alternativamente shotcrete de 2" de espesor.
	E – 04	8.15	
	E – 09	4.15	
D	E – 01	2.00	Colocar en forma sistemática pernos (cementados o con resina) espaciados cada 1 metro con malla metálica y una capa de shotcrete de 3" de espesor. Alternativamente en lugar de la malla se puede reforzar el shotcrete con fibras de acero.

Fuente: tomado de Aceijas (2019)

3.7 PLANEAMIENTO MINADO

El planeamiento de minado establecido para este proyecto obedece primeramente a la necesidad de confirmar la interpretación geológica hecha en base a las reservas existentes en los documentos que se tiene, mediante un programa que desarrolla la explotación de las reservas probadas, delimitando también las formas geométricas de las estructuras mineralizadas económicamente explotables, esto debido a la naturaleza de la mineralización.

3.7.1 Estimación de reservas, niveles de producción y vida de la mina

3.7.1.1 Estimación de reservas probadas y probables

La estimación de reservas de minerales que existen, en Minera Paredones según los informes del Banco Minero del Perú (1984) son las que utiliza para hacer una proyección y la programación de la producción en un tiempo determinado, que deben considerarse las reservas probadas y probables, ya que tienen mayor grado de certeza.

Las Reservas de Minerales deben sustentar, el programa de producción y el tiempo de vida de la mina a un ritmo de producción esperado; para cubrir esta producción proyectada con una Ley de Corte de explotación, que debe ser por lo menos igual a la ley de reservas.

El inventario Reservas de mineral que se muestra están dado según el Banco Minero del Perú (1984) calculado para S.M.R.L. Occidental 5, que se presenta en la Tabla 3.6, como se muestra a continuación:

Tabla 3. 6 Reservas Minerales de Chilete 1984.

MINERAL	Ag oz	% Pb	% Zn	Potencia (m)	Tm
Mineral en tajo	1.3	1.8	10.6	-	49,263.00
Mineral probado	2.0	2.3	12.5	1.98	223,786.00
Mineral Probable	1.8	2.1	10.3	1.42	47,673.00
Mineral Prospectivo	3.2	3.2	9.1	1.24	11,022.00
TOTAL	1.9	2.3	11.9	1.55	331,744.00

Fuente: Banco Minero del Perú (1984)

En los trabajos de explotación realizados por Northern, su centro de producción fue la veta Murciélago, y en mínima proporción las vetas Lupita, Pacasmayo, y Esperanza. De la mina paredones se tiene las reservas probadas de una cubicación de **223,786.00 Tm**, con ley de 2.0 Ag oz, 2.3 %Pb, y 12.5 % Zn de las vetas mineralizadas.

A. Proyección de incremento de reservas

Para seguir con la vida útil de la mina es necesario incrementar las reservas haciendo una proyección de las reservas que se tiene en la unidad, en las zonas de los pilares dejados de los subniveles, en la zona Huayrapongo que cuenta con 500000.00 TM. aproximadamente y es un buen potencial de reservas de minerales.

3.7.1.2 Niveles de producción y vida de la mina

Para llevar a cabo una aproximación de la vida de la mina tomaremos el Tonelaje estimado de las reservas minables en la siguiente tabla se detalla los parámetros.

Tabla 3. 7 Parámetros para la vida útil de la Mina Paredones.

PARÁMETROS PARA EL CÁLCULO DE LA VIDA DE LA MINA PAREDONES		
Reservas Geológicas	223,786.00	TM
Recuperación	95.00	%
Tajeo de mineral recuperado en mina	212,596.700	TM
Días por año	365	Días
Días de parada por mantenimiento y otros	5	Días
Días efectivos de trabajo	360	Días
Tonelaje producido por día	125,00	TM
Tonelaje producido por mes	3,750.00	TM
Tonelaje producido por año	45,000.00	TM
Vida económica de la mina Paredones	4.97 ≈ 5.00	Años

3.7.2 Proyección del precio de los Metales

El precio de los metales individuales, al igual que los precios de cualquier producto básico, están esencialmente determinados por la oferta y la demanda. Sin embargo, asumir que la información sobre el suministro (producción e inventarios) y la demanda (consumo) está fácilmente disponible, es precisa y transparente, sería un gran error, independientemente del tipo de metal.

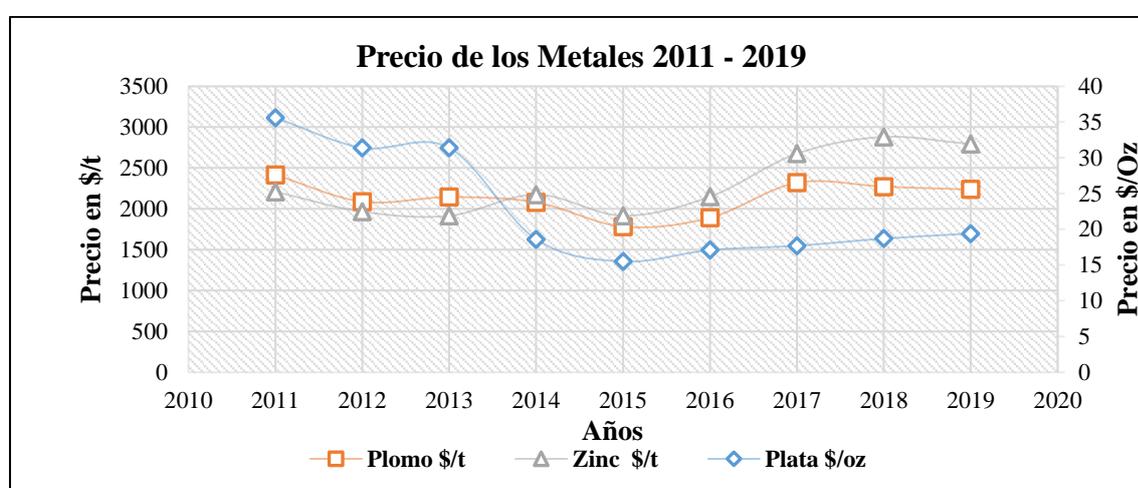
Tabla 3. 8 Precio de los metales 2011 - 2019

Metal	Unidad	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Plata	\$/oz	35.6	31.4	23.4	18.6	15.5	17.1	17.7	18.7	19.4
Plomo	\$/t	2417.0	2088.0	2145.0	2080.0	1783.0	1891.0	2320.0	2272.0	2238.0
Zinc	\$/t	2210.0	1966.0	1915.0	2175.0	1917.0	2149.0	2676.0	2881.0	2793.0

Fuente: (OSINERGMIN, 2017)

Representación gráfica de los precios de los metales de los últimos 9 años.

Gráfica 3. 1 Representación de los Precios de los metales.



Fuente: (OSINERGMIN, 2017)

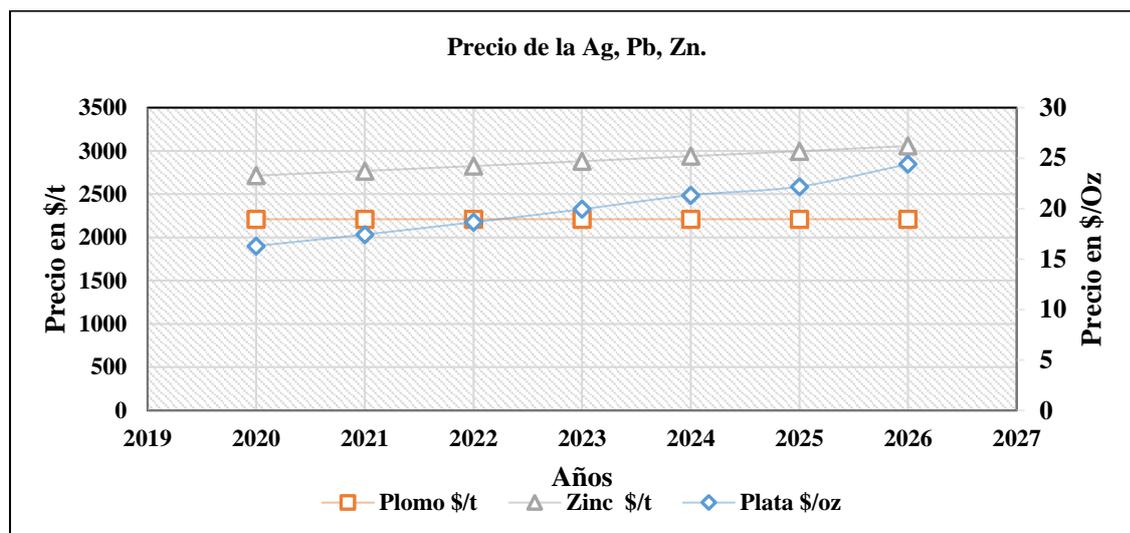
Los precios actuales no solo tienen en cuenta la oferta y la demanda inmediatas, sino también las expectativas de oferta y demanda futuras. En general, cuanto menor sea la información disponible, mayor será la volatilidad de los precios, por lo tanto, para investigación se hace una proyección de 5 años, información obtenida del Banco Mundial.

Tabla 3. 9 Precio de los metales Proyectado 2020 - 2026

Metal	Unidad	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Plata	\$/oz	16.30	17.43	18.65	19.94	21.33	22.18	24.40
Plomo	\$/t	2211.0	2211.0	2211.0	2211.0	2211.0	2211.0	2211.0
Zinc	\$/t	2715.0	2769.0	2825.0	2881.0	2939.0	2997.0	3057.0

Fuente: Banco Mundial, 2019.

Gráfica 3. 2 Representación de los Precios de los metales.



Fuente: Banco Mundial, 2019.

En esta investigación se basa en el precio de los metales, como el Zinc, la Plata y el Plomo. Ya que son los metales que presentan este yacimiento, y se realiza con precios proyectados con la finalidad de que le proyecto se reactive entre estos años mencionado.

3.7.3 Selección del Método de Explotación

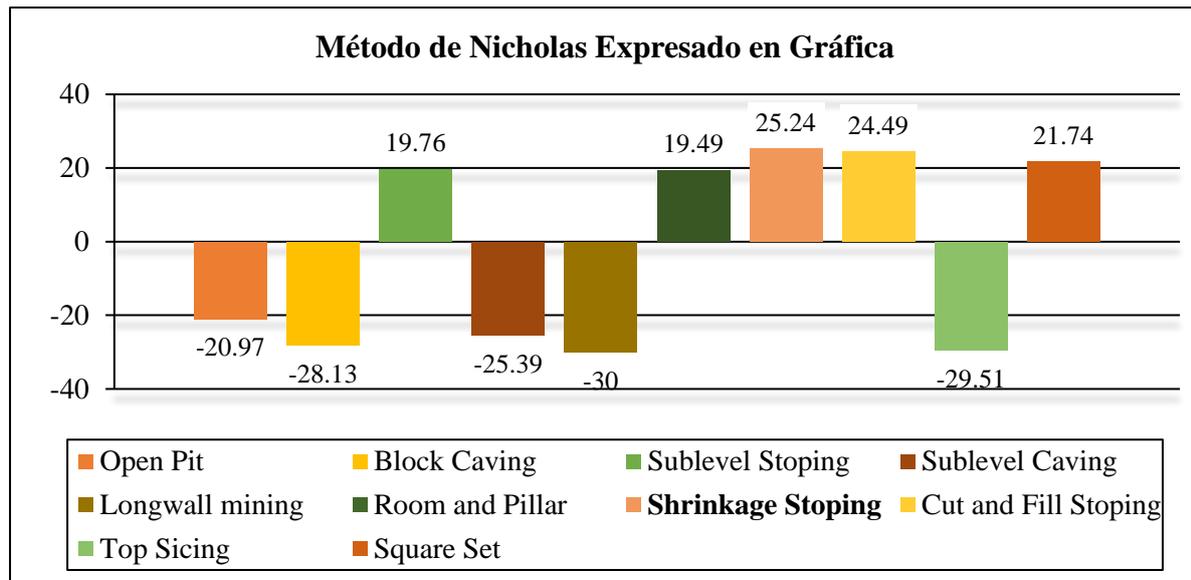
La determinación del método de explotación se realizará aplicando la metodología numéricos de Nicholas, tomando en cuenta la geometría del yacimiento, potencia del mineral, distribución de leyes y la calidad de la roca encajonantes; a continuación, se presenta la evaluación numérica: (Minaya, 2019)

Tabla 3. 10 Criterios para la selección del método de explotación según Nicholas.

Metodo	Yacimiento	Mineral	Caja Techo	Caja Piso	Total	Secuencia
Open Pit	-40	8.25	6.6	4.18	-20.97	
Block Caving	-41	5.25	4.20	3.42	-28.13	
Sublevel Stopping	9	4.50	3.60	2.66	19.76	5
Sublevel Caving	-39	6.75	4.20	2.66	-25.39	
Longwall mining	-41	3.00	4.20	3.80	-30	
Room and Pillar	7	5.25	4.20	3.04	19.49	4
Shrinkage Stopping	12	6.00	4.20	3.04	25.24	1
Cut and Fill Stopping	12	5.25	4.20	3.04	24.49	2
Top Sicing	-42	5.25	4.20	3.04	-29.51	
Square Set	10	4.50	4.20	3.04	21.74	3

En la Tabla 3.10; se muestra los resultados del método de explotación, con valores numéricos y se elige tomando en cuenta los valores más altos que tiene, tales como en primera opción Shrinkage Stopping o almacenamiento provisional y una segunda opción al método Cut and Fill Stopping. Al analizar estas dos alternativas, se elige el método de explotación Shrinkage Stopping o almacenamiento provisional por tener su valor más alto después ver los resultados.

Gráfica 3.3 Metodología de Nicholas expresado gráficamente.



Fuente: (Minaya, 2019)

En el gráfico anterior muestra al método numérico de Nicholas y se da como resultado del método de explotación Shrinkage Stopping que se utiliza en el proyecto Minero Polimetálico Paredones.

3.7.3.1 Método de explotación Shrinkage Stopping

El numérico de Nicholas aplicado en este estudio, ayuda a determinar el método de explotación a explotarse, y el resultado es el Shrinkage Stopping, como método de explotación en este proyecto.

El método Shrinkage stopping también conocido como Almacenamiento Provisional, aplicable a vetas (estructuras verticales), principalmente para explotaciones menores. En su esencia, consiste en utilizar el mineral quebrado como piso de trabajo para seguir explotando de manera ascendente. Este mineral provee además de soporte adicional de las paredes hasta que el caserón se completa y queda listo para el vaciado. Los caserones se explotan ascendentemente en tajadas horizontales, sacando solamente el ~35% que se esponja y dejando hasta el momento del vaciado el resto (~65%).

Se aplica generalmente a vetas angostas de 1.2 m y satisfactoriamente hasta 30 m a cuerpos donde otros métodos son técnica o económicamente inviables. El mineral debe correr libremente y no atascarse en la cámara. El mineral no debe oxidarse rápidamente, como los que contengan sulfuros. (Machco, 2014)

Las condiciones de aplicación son:

- Angulo de alto grado de buzamiento de la veta, 75° - 80°
- Cuerpo mineralizado con razonable regularidad.
- Mineral con estabilidad relativamente bueno.
- Mineral no oxidable. (sulfuros)

Ventajas:

- Costos bajos, y Arranque rápido.
- Rendimiento de extracción elevado.
- Costos de fortificación reducidos.
- Trabajo sencillo y fácil.
- La gravedad favorece el trabajo sin explosivos.
- Ventilación fácil y eficaz.
- La extracción no depende del arranque diario; el mineral puede extraerse regularmente y sin interrupción alguna.
- Buena recuperación (95%). y Baja dilución (10 a 25%). (Banco Minero del Perú, 1984), ver Anexo B.4

Desventajas

- Grandes limitaciones en las posibilidades de aplicación.
- El inconveniente de pasar de este método a otro diferente.
- Dificultades cuando se presentan bifurcaciones en la veta.
- El mineral se contamina debido a desprendimientos de roca de las cajas (dilución).
- Las grandes reservas de mineral almacenado en el interior representan un capital inmovilizado.
- No resulta posible en la explotación una clasificación del mineral ni una separación de la ganga.
- Cuando las cajas se desprenden antes de lo previsto, se pierde el mineral.
- Es dificultoso pasar de este método a otro. (Ames & Yauri, 2015)

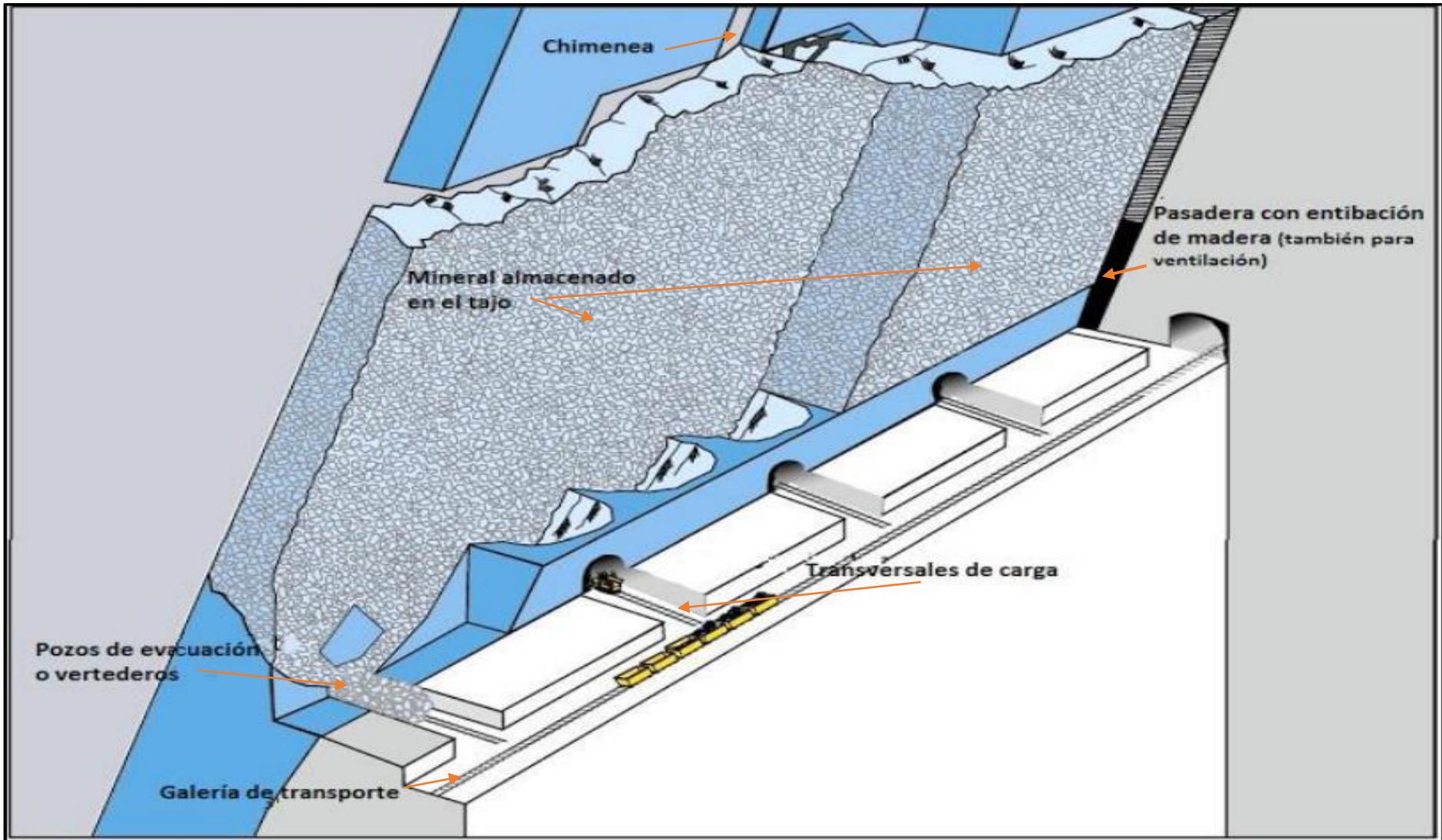


Figura 3. 1 Esquema del método de explotación Shrinkage Stopping. (Ames y Yauri, 2015)

3.8 Ciclo de Operaciones en Labores

Para realizar la explotación subterránea, en minera paredones, se necesita de una red cuidadosamente planificada de labores mineras de acceso, como: chimeneas, galerías, cortadas, rampas y otros. En forma sistemática y con la mayor productividad. Las labores en la Unidad Minera Paredones fueron diseñadas por el método de explotación (Shrinkage Stopping), teniendo en cuenta los parámetros de litología, Geología estructural.

3.8.1 Tipos de Labores Mineras

1. Cortadas y Galerías

Son labores horizontales de 2.10 m x 2.40 m de sección a realizarse principalmente con fines exploratorios, para dar accesos y servicios a las zonas de trabajo. El ciclo de trabajo está compuesto por las siguientes etapas:

- La perforación se realiza con perforadoras Jack leg con barrenos de 05 y 06 pies y su malla de perforación consta de 33 Taladros Perforados y 30 Taladros Cargados dependiendo del tipo de roca.
- La voladura se realiza con el explosivo tipo pulverulenta Dinamita 65%, como accesorios de voladura se utiliza armadas con fulminante N° 6 mm ensamblado con Guía de Seguridad blanca.
- La ventilación será en forma natural, en algunos casos cuando hay acumulación de gas se ventila con aire comprimido. El flujo del gas viciado es dirigido hacia las chimeneas para posteriormente ser desembocados por la bocamina a la superficie.
- La limpieza Se utiliza las palas y los carros mineros tipo U – 35 (1.00 Tm), estos serán jalados por locomotora hacia los echaderos de mineral y desmonte.
- El sostenimiento se realiza de acuerdo a las características geomecánicas de la labor.

2. Chimeneas

Son labores verticales y/o inclinadas de compartimiento simples de 1.5 m x 1.5 m. de sección, estas labores se realizan en forma convencional. El ciclo de trabajo está compuesto por las siguientes etapas.

- La perforación se realiza con perforadoras tipo Jack leg con barrenos de 05, 06, pies y su malla de perforación consta de 18 Taladros perforados y 16 taladros cargados, como también es dependiendo del tipo de roca.

- En la voladura se utiliza explosivo tipo pulverulenta Dinamita 65% y como accesorios de voladura Fulminante N° 6 mm ensamblado con Guía de Seguridad blanca.
- La limpieza del tope de la chimenea se realiza por gravedad, la carga limpiada es almacenada en la tolva que se construye al inicio de la chimenea, para luego ser jalados en carros mineros U-35 (1.00 Tm), conectados a locomotora hasta la superficie.
- El sostenimiento se realiza de acuerdo a las características geomecánicas de la labor, como principal elemento de sostenimiento puntales en línea de 5" - 6" de diámetro.
- La ventilación se realiza con aire comprimido (Tercera línea de Instalación).

3. Subniveles

Estas labores horizontales de 1.50 m x 2.00 m de sección, realizadas durante la etapa de preparación con chimeneas sobre el nivel principal y sirven para delimitar el inicio y el final del tajo, estas labores se trabajan en forma convencional. El ciclo de trabajo está compuesto de las siguientes actividades.

- La perforación se realiza con perforadoras Jack leg con barrenos de 05, y 06 pies y su malla de perforación consta de 26 taladros perforados y 23 Taladros cargados esto dependiendo del tipo de Roca.
- En la voladura el explosivo que se utiliza tipo pulverulenta Semexa 65% y como accesorios de voladura se utiliza fulminante N° 6 mm ensamblado con Guía de Seguridad blanca.
- La limpieza se realiza a pulso con carretillas, llevando la carga del subnivel hacia la tolva de la chimenea, para luego ser jalados en carros mineros U-35 (1.00 Tm, este a su vez jalado por una locomotora hasta la superficie.
- El Sostenimiento de la sección, no se efectúa sostenimiento; en caso requiera, de acuerdo a las características geomecánicas de la labor.
- La ventilación se realizará por medio de las chimeneas ubicado en cada extremo de los tajeos y en algunos casos con aire comprimido.

4. Tolvas Embudos de Extracción

la extracción se realiza mediante la construcción de tolvas embudos, para extraer el material almacenado ya sea con un scoop que va cargando a carros mineros.

Sus parámetros de diseño: 1.0 m x 1.0 m, de sección, con 12 embudos, en 60 metros de longitud de subnivel. El ciclo de trabajo está compuesto de las siguientes actividades.

- La perforación se realiza con perforadoras Jack leg con barrenos de 05, y 06 pies y su malla de perforación consta de 12 taladros perforados y 10 Taladros cargados esto dependiendo del tipo de Roca.
- En la voladura el explosivo que se utiliza tipo pulverulenta Semexa 65% y como accesorios de voladura se utiliza fulminante N° 6 mm ensamblado con Guía de Seguridad blanca.

5. Labores existentes

El proyecto paredones cuenta con 9 niveles principales, en estos están las galerías principales, chimeneas ventilación y acceso, pique central. Esta infraestructura se aprovechará de una manera adecuada, teniendo en cuenta su sistema de seguridad, y fortificando con un sostenimiento antes de realizar cualquier actividad, ya que son labores abandonadas.

- **Pique central**

Estas labores verticales, cuenta con longitud aproximadamente de 150 m desde el nivel 4 hasta el nivel 9, con secciones convencionales de 1.50 m x 1.80 m. este pique cuenta con parte de la estructura ensamblada. Y servirá para el carguío y acarreo de mineral se usará el scoop de 1.5 yd³.

- **Aprovechamiento de labores mineras existentes**

Los niveles N° 7 al N° 9, no tienen su salida directamente a la superficie, se tiene que realizar mediante el nivel N° 5 o en nivel N° 6, para esto se aprovechará el pique central. Por consiguiente, las dimensiones subterráneas de la sección minada en estas labores en promedio son de 3.20 m H x 4.20 m V.

Estas labores serán aprovechadas para el ingreso del personal, equipos de trabajo, servicio de ventilación natural y artificial (instalando manga para el aire), tubería de agua utilizable en la perforación, transporte de mineral. En primer lugar, deben ser rehabilitadas dándoles un sostenimiento con cuadros de madera en las zonas que se necesite de acuerdo al estudio geotécnico, para trabajar seguro sin accidentes.

6. Tajeos Método de explotación Shrinkage Stopping o almacenamiento provisional

Para esta investigación las vetas que fluctúan en promedio entre (1.10 m – 1.40 m) de potencia de la veta Murciélago, como método de explotación se empleará el Shrinkage Stopping o almacenamiento provisional explotación vertical aplicable a vetas (estructuras verticales), generalmente empleado en explotaciones de pequeña y mediana minería.

3.8.2 Ciclo de Minado

El ciclo de minado está determinado por lo siguiente:

3.8.2.1 Perforación:

La perforación se realiza con máquinas convencional utilizando la perforadora neumática modelo S83F Jackleg Seco S250, en los frentes de avance, subniveles y producción; con dimensiones de 5 y brocas de 36, 38 y 41 mm. de diámetro, con burden de 0,25 m a 0,30 m y espaciamiento de 0,30 m. Y las perforadoras Seco S 250 STOPER, utilizados para chimeneas de ventilación y de servicio.

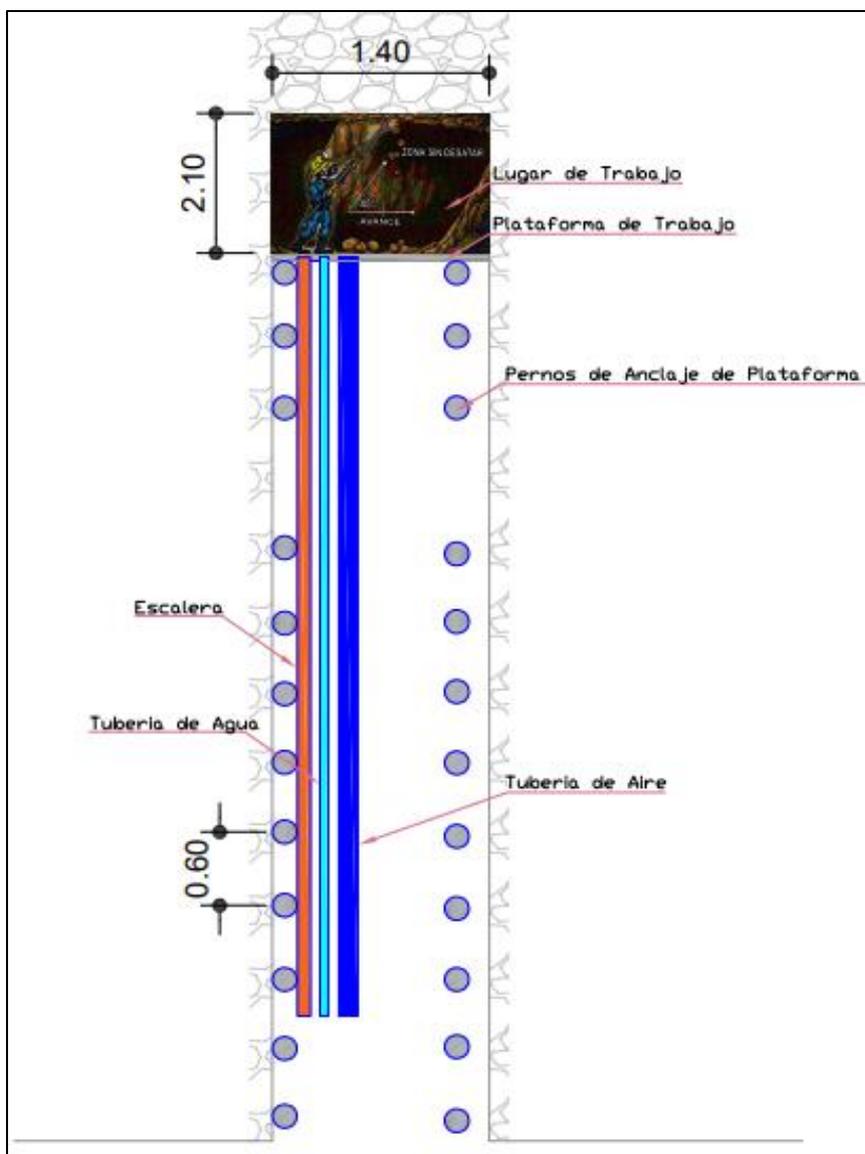


Figura 3. 2 Sección de labor subterránea vertical (chimenea), dimensión en metros.

En las galerías, subniveles y producción se usarán perforadoras Neumáticas modelo S83F Jackleg Seco S250, que brindan un mayor avance por minuto perforado y son más resistentes

y que perforan en roca maciza. Estas perforadoras tienen un bajo consumo de aire comprimido, 110 pies cúbicos por minuto y son alimentadas por una compresoras eléctricas y agua.

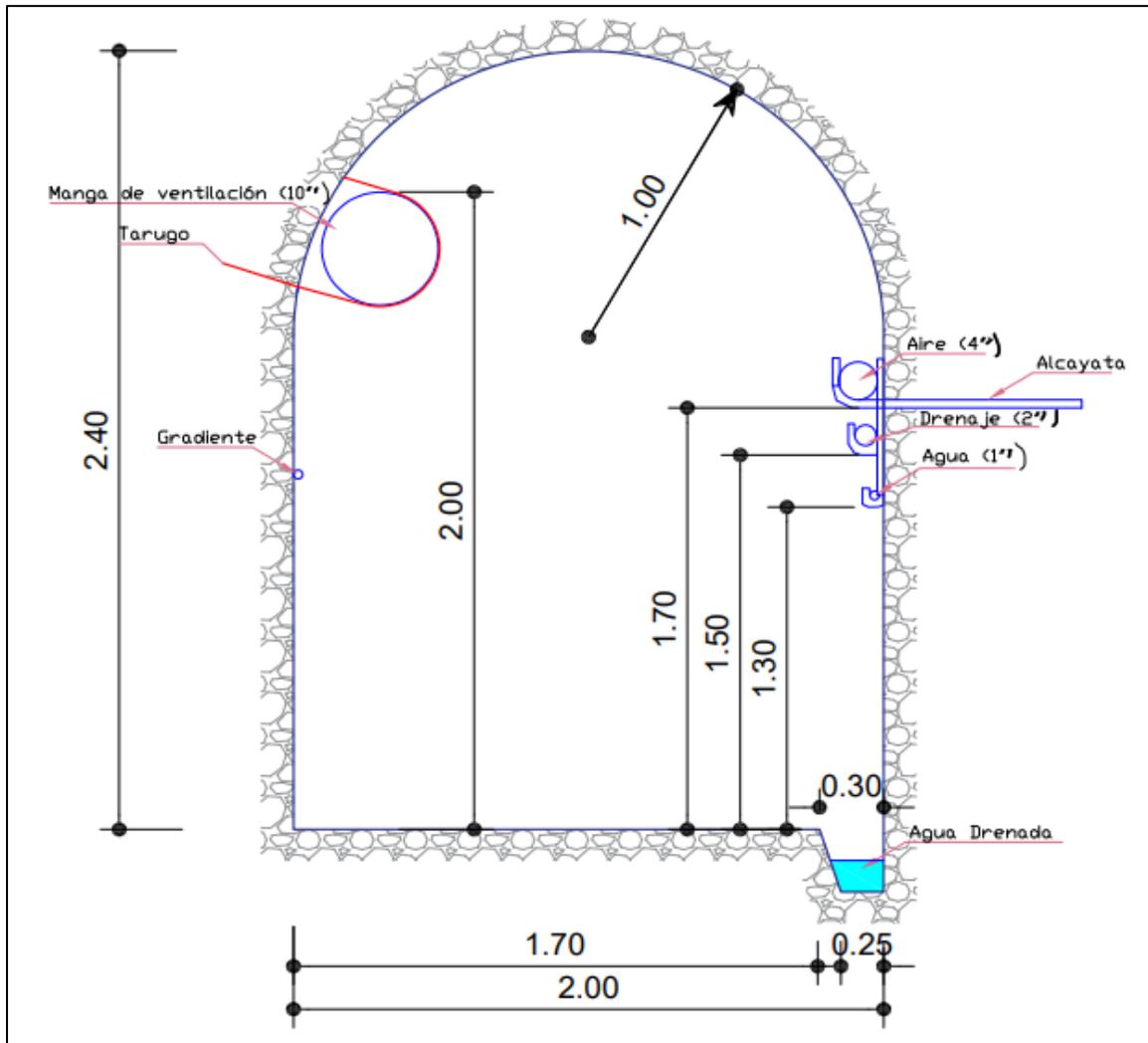


Figura 3. 3 sección de labor subterránea horizontales (Galería), dimensiones en metros.

Se usarán barrenos de 3, 4 y 6 pies de dimensiones de longitud de perforación para las labores de avance en subniveles y producción de 6 pies, las chimeneas y los embudos de 5 pies.



Figura 3. 4 Perforadora Neumática modelo S83F Jackleg Seco S250

A. Condiciones de campo para el diseño de malla de perforación

A.1 Diseño de malla de perforación avance en roca dura

Para diseñar la malla de perforación las labores de avance y malla de producción se tiene los siguientes datos de la tabla 3.10, que se muestra a continuación.

Tabla 3. 11 Parámetros de labores para diseñar la malla de perforación.

Parámetros	Galerías	Chimeneas	Tolvas	Producción
Altura	2.4 m	-	-	2.4 m
Ancho	2.4 m	1.4 m	1.0 m	2.0 m
Largo	-	40.0 m	1.0 m	50 m
Peso específico	2.7 t/m ³	2.7 t/m ³	2.7 t/m ³	5.4 t/m ³
Máquina perforadora	Jackleg	Stoper	Stoper	Jackleg
Longitud de barreno	6 pies	5 pies	5 pies	6 pies
Tipo de arranque	Corte cilindro	Corte cilindro	Corte cilindro	Corte cilindro
Diámetro de broca	38 mm	30 mm	38 mm	30 mm
Eficiencia	90%	90%	90%	90%
Diámetro de rimadora	64 mm	64 mm	64 mm	64mm

Cálculo del avance por disparo según el diámetro de la broca y longitud de barra La profundidad de los taladros la estimaremos con la siguiente ecuación.

a) Calculo teórico del número de taladros (N_t):

$$N_t = \frac{P}{E_t} + (C * S) \quad \text{Ecuación 09}$$

Donde:

P = perímetro de la sección del pique inclinado

$$P = 4 * \sqrt{S}$$

E_t = espaciamiento de los taladros.

C = coeficiente o factor de roca

S = Área de la labor (m²)

Tabla 3. 12 Valor del espaciamiento (d_t), Coeficiente (C) según el tipo de roca.

Tipo de roca	E_t (m)	C
Roca dura	0.50 a 0.55	2.0
Roca intermedia	0.60 a 0.65	1.5
Roca suave	0.70 a 0.75	1.0

El área de la chimenea es: sección 2.40 m x 2.40 m = 5.76 m²

$$P = 4 * \sqrt{5.76 \text{ m}^2} = 9.60 \text{ m}$$

Para nuestro caso: $C = 2$; $d_t = 0.55 \text{ m}$.

$$N_t = \frac{9.60 \text{ m}}{0.55 \text{ m}} + (2 * 5.76) = 28.97 = 29 \text{ taladros}$$

Más 12% taladro contorno = 4 taladros

$$N_t = 29 \text{ taladros} + 4 \text{ alivio} = 33 \text{ taladros}$$

b) Cálculo de las distancias de burdenes y espaciamentos máximos

Para el cálculo de las distancias de los cuadrantes que son el burden y el espaciamiento se utilizaran las fórmulas que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3. 13 Formulas del burden y espaciamiento en cada cuadrante:

Nº Cuadrante	Burden	Espaciamiento	
Primera	$B_1 = 1.5 * \phi_v$	$E_1 = B_1 \sqrt{2}$	Ecuaciones 10 y 11
Segunda	$B_2 = B_1 \sqrt{2}$	$E_2 = 1.5 * B_2 \sqrt{2}$	Ecuaciones 12 y 13
Tercera	$B_3 = 1.5 * B_2 \sqrt{2}$	$E_3 = 1.5 * B_3 \sqrt{2}$	Ecuaciones 14 y 15
Cuarta	$B_4 = 1.5 * B_3 \sqrt{2}$	$E_4 = 1.5 * B_4 \sqrt{2}$	Ecuaciones 16 y 17

c) Fórmula para el cálculo del diámetro equivalente del taladro de alivio

En el caso que no se cuente con una rimadora se calculará el diámetro equivalente en función del talado de producción:

$$\phi_v = \phi * \sqrt{N} \quad \text{Ecuación 18}$$

Donde

ϕ_v : Diámetro equivalente del taladro de alivio (mm)

ϕ : Diámetro de taladro de producción (mm)

N: Número de taladros de alivio.

Remplazando en la fórmula:

$$\phi_v = 38 * \sqrt{4}$$

$$\phi_v = 74 \text{ mm} = 7.4 \text{ cm}$$

d) Cálculo de los cuadrantes de la malla

1. Cálculo del Primer Burden

$$B_1 = 1.5 * \phi_v$$

$$B_1 = 1.5 * (7.4 \text{ cm})$$

$$B_1 = 11.1 \text{ cm} = 11 \text{ cm}$$

2. Cálculo del Primer Espaciamento:

$$E_1 = B_1 * \sqrt{2}$$

$$E_1 = 11 * \sqrt{2} \text{ cm}$$

$$E_1 = 15.56 \text{ cm} = 16 \text{ cm}$$

3. Cálculo del Segundo Burden

$$B_2 = B_1 * \sqrt{2}$$

$$B_2 = 11 * \sqrt{2} \text{ cm}$$

$$B_2 = 15.56 \text{ cm} = 16 \text{ cm}$$

4. Cálculo del segundo Espaciamento:

$$E_2 = 1.5 * B_2 * \sqrt{2}$$

$$E_2 = 1.5 * 16 * \sqrt{2} \text{ cm}$$

$$E_2 = 33.94 \text{ cm} = 34 \text{ cm}$$

5. Cálculo del tercer Burden

$$B_3 = 1.5 * B_2 * \sqrt{2}$$

$$B_3 = 1.5 * 16 * \sqrt{2} \text{ cm}$$

$$B_3 = 33.94 \text{ cm} = 34 \text{ cm}$$

6. Cálculo del Tercer Espaciamento:

$$E_3 = 1.5 * B_3 * \sqrt{2}$$

$$E_3 = 1.5 * 34 * \sqrt{2} \text{ cm}$$

$$E_3 = 72.12 \text{ cm} = 72 \text{ cm}$$

7. Cálculo del Cuarto Burden

$$B_4 = 1.5 * B_3 * \sqrt{2}$$

$$B_4 = 1.5 * 34 * \sqrt{2} \text{ cm}$$

$$B_4 = 72.12 \text{ cm} = 72 \text{ cm}$$

8. Cálculo del Cuarto Espaciamiento:

$$E_4 = 1.5 * B_4 * \sqrt{2}$$

$$E_4 = 1.5 * 72 * \sqrt{2} \text{ cm}$$

$$E_4 = 152.74 \text{ cm} = 153 \text{ cm}$$

e) Cálculo de burden, espaciamento y taco de taladros auxiliares

Se calcula con la finalidad para saber la cantidad de explosivo por taladro se va utilizar en un frente de trabajo.

Fórmula para el burden

$$B = 0.012 * \left(\frac{2 * \rho_e}{\rho_r} + 1.5 \right) * \phi_e \quad \text{Ecuación 19}$$

Fórmula para espaciamento

$$E = 1.1 * B \quad \text{Ecuación 20}$$

Fórmula para el taco

$$T = 0.5 * B \quad \text{Ecuación 21}$$

Donde:

B = burden (m)

ρ_e = densidad explosivo

ρ_r = densidad roca

ϕ_e = diámetro del explosivo (dinamita) (mm)

1. Cálculo de burden de taladros auxiliares

$$B = 0.012 * \left(\frac{2 * \rho_e}{\rho_r} + 1.5 \right) * \phi_e$$

$$B = 0.012 * \left(\frac{2 * 1.12}{2.5} + 1.5 \right) * 22.225$$

$$B = 0.63.9 \text{ m} = 64 \text{ cm}$$

2. Cálculo del espaciamento

$$E = 1.1 * B$$

$$E = 1.1 * 64 \text{ m}$$

$$E = 0.704 \text{ m} = 70 \text{ cm}$$

3. Cálculo del Taco

$$T = 0.5 * 64 \text{ cm}$$

$$T = 0.32 \text{ m} = 32 \text{ cm}$$

f) Cálculo del burden, espaciamiento, taco y número de taladros de arrastre.

1. Cálculo del burden del piso.

Para el cálculo del burden se empleará dinamita Semexa 65%

$$B = 0.012 * \left(\frac{2 * \rho_e}{\rho_r} + 1.5 \right) * \phi_e$$

$$B = 0.012 * \left(\frac{2 * 1.12}{2.5} + 1.5 \right) * 22.225$$

$$B = 0.639 \text{ m} = 64 \text{ cm}$$

2. Cálculo del espaciamiento del piso

$$E = 1.1 * B$$

$$E = 1.1 * 64 \text{ cm}$$

$$E = 0.704 \text{ m} = 70 \text{ cm}$$

3. Cálculo del Taco del piso

$$T = 0.2 * B$$

$$T = 0.2 * 64 \text{ cm}$$

$$T = 0.124 \text{ m} = 12.4 \text{ cm}$$

4. Número de taladros del Piso

$$N^{\circ}_{\text{Tal}} = \frac{\text{Ancho de labor}}{E} + 1$$

Ecuación 22

$$N^{\circ}_{\text{Tal}} = \frac{240 \text{ cm}}{70 \text{ cm}} + 1$$

$$N^{\circ}_{\text{Tal}} = 4 \text{ taladros}$$

g) Cálculo del burden, espaciamiento, taco y número de taladros de la corona

1. Cálculo del burden de la corona

Para el cálculo del burden de la corona se empleará explosivo Semexa 45%

$$B_c = 0.012 * \left(\frac{2 * \rho_e}{\rho_r} + 1.5 \right) * \phi_e$$

$$B_c = 0.012 * \left(\frac{2 * 1.08}{2.5} + 1.5 \right) * 22.225$$

$$B_c = 0.63 \text{ m} = 63 \text{ cm}$$

2. Cálculo del espaciamiento de la corona

$$E = 1.1 * B_c$$

$$E = 1.1 * 63 \text{ cm}$$

$$E = 0.69 \text{ m} = 69 \text{ cm}$$

3. Cálculo del Taco de la corona

$$T = B_c$$

Ecuación 23

$$T = 63 \text{ cm}$$

4. Cálculo de número de taladros en La corona

Para ello primero tenemos que calcular la longitud de arco de la bóveda

$$Long_{arco} = \frac{53 * \pi}{90} * (Radio)$$

Ecuación 24

$$Long_{arco} = \frac{53 * \pi}{90} * (150 \text{ cm})$$

$$Long_{arco} = 278 \text{ cm}$$

Número de taladros del Piso

$$N^{\circ}_{Tal} = \frac{Long_{arco}}{E} + 1$$

Ecuación 25

$$N^{\circ}_{Tal} = \frac{278 \text{ cm}}{69 \text{ cm}} + 1 = 5 \text{ taladros}$$

h) Cálculo del burden, espaciamiento, taco y número de taladros del contorno

1. Cálculo del burden hastiales

Para el cálculo del burden de los hastiales se empleará explosivo Semexa 65%

$$B_h = 0.012 * \left(\frac{2 * \rho_e}{\rho_r} + 1.5 \right) * \phi_e$$

$$B_h = 0.012 * \left(\frac{2 * 1.12}{2.5} + 1.5 \right) * 22.225$$

$$B_h = 0.64 \text{ m} = 64 \text{ cm}$$

2. Cálculo del espaciamiento del hastial

$$E = 1.1 * B_h$$

$$E = 1.1 * 64 \text{ cm}$$

$$E = 0.704 \text{ m} = 70 \text{ cm}$$

3. Cálculo del Taco del hastial

$$T = 0.5 * B_h$$

$$T = 0.5 * 64 \text{ cm}$$

$$T = 0.32 \text{ m} = 32 \text{ cm}$$

4. Cálculo de número de taladros en los hastiales

$$N^{\circ}_{\text{Tal}} = \frac{\text{Altura de Hastiales} - B_h - B_c}{E} + 1 \quad \text{Ecuación 26}$$

$$N^{\circ}_{\text{Tal}} = \frac{180 \text{ cm} - 64 \text{ cm} - 63 \text{ cm}}{67 \text{ cm}} + 1 = 2 \text{ taladros}$$

Tabla 3. 14 Resumen de malla de perforación de la labor de 2.4 m x 2.4 m

Seccion	Burden (B)	Unidades	Espaciamiento (E)	Unidades
Primer cuadrante	11	cm	16	cm
Segundo cuadrante	16	cm	34	cm
Tercero cuadrante	34	cm	72	cm
Cuarto cuadrante	73	cm	153	cm
Auxiliares	64	cm	70	cm
Vobeda	63	cm	69	cm
Hastiales	64	cm	70	cm
Razante	61	cm	70	cm

A.2 Diseño de malla de perforación de labores verticales (chimenea)

a) Cálculo teórico del número de taladros (N_t):

$$N_t = \frac{P}{E_t} + (C * S) \quad \text{Ecuación 27}$$

Donde:

P = perímetro de la sección del pique inclinado

$$P = 4 * \sqrt{S}$$

E_t = espaciamiento de los taladros.

C = coeficiente o factor de roca

S = Área de la labor (m²)

Tabla 3. 15 Valor del espaciamiento (d_t), Coeficiente (C) según el tipo de roca.

Tipo de roca	d_t (m)	C
Roca dura	0.50 a 0.55	2.0
Roca intermedia	0.60 a 0.65	1.5
Roca suave	0.70 a 0.75	1.0

El área de la chimenea es: sección 1.40 m x 2.40 m = 2.88 m²

$$P = 4 * \sqrt{2.88 \text{ m}^2} = 6.788 \text{ m}$$

Para nuestro caso: C = 2; d_t = 0.55 m.

$$N_t = \frac{6.788 \text{ m}}{0.55 \text{ m}} + (2 * 2.88) = 18.1 \text{ taladros}$$

Más 12% taladro contorno = 2 taladros

$$N_t = 18 \text{ taladros} + 2 \text{ alivio} = 20 \text{ taladros}$$

b) Cálculo de las distancias de burdenes y espaciamientos máximos

Para este cálculo se realiza las siguientes operaciones

1° Cálculo del diámetro equivalente del taladro de alivio

Remplazando en la fórmula:

$$\phi_v = \phi * \sqrt{2}$$

$$\phi_v = 38 \text{ mm} * \sqrt{2} = 5.4 \text{ cm}$$

c) Cálculo de los cuadrantes de la malla

2. Cálculo del Primer Burden

$$B_1 = 1.5 * \phi_v$$

$$B_1 = 1.5 * (5.4 \text{ cm}) = 11 \text{ cm}$$

3. Cálculo del Primer Espaciamiento:

$$E_1 = B_1 * \sqrt{2}$$

$$E_1 = 11 * \sqrt{2} \text{ cm} = 16 \text{ cm}$$

4. Cálculo del Segundo Burden

$$B_2 = B_1 * \sqrt{2}$$

$$B_2 = 11 * \sqrt{2} \text{ cm}$$

$$B_2 = 15.56 \text{ cm} = 16 \text{ cm}$$

5. Cálculo del segundo Espaciamiento:

$$E_2 = 1.5 * B_2 * \sqrt{2}$$

$$E_2 = 1.5 * 16 * \sqrt{2} \text{ cm}$$

$$E_2 = 33.94 \text{ cm} = 34 \text{ cm}$$

6. Cálculo del tercer Burden

$$B_3 = 1.5 * B_2 * \sqrt{2}$$

$$B_3 = 1.5 * 16 * \sqrt{2} \text{ cm}$$

$$B_3 = 33.94 \text{ cm} = 34 \text{ cm}$$

7. Cálculo del Tercer Espaciamiento:

$$E_3 = 1.5 * B_3 * \sqrt{2}$$

$$E_3 = 1.5 * 34 * \sqrt{2} \text{ cm}$$

$$E_3 = 72.12 \text{ cm} = 72 \text{ cm}$$

Tabla 3. 16 Resumen de malla de perforación de la chimenea de 1.44 m x 1.60 m

Seccion	Burden (B)	Unidades	Espaciamiento (E)	Unidades
Primer cuadrante	11	cm	16	cm
Segundo cuadrante	16	cm	34	cm
Tercero cuadrante	34	cm	72	cm

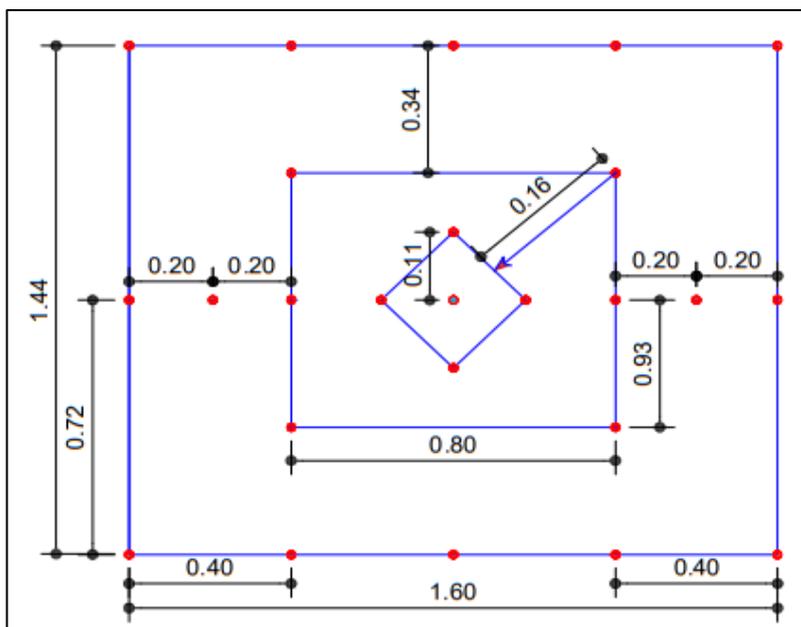


Figura 3. 5 Malla de perforación para chimenea en metros

3.8.2.2 El carguío de taladros y voladura:

El Carguío de taladros será realizado únicamente por personal capacitado, entrenado y autorizado, que tenga su Licencia de Uso y Manipulación de Explosivos otorgado por la SUCAMEC. Los talados se realizará el cargado de forma manual, utilizando dinamita y

emulsión, según el tipo de roca. Dinamita Semexa 45%, 65%, 80%, y con longitud de, 7/8” y 7”, el cual tiene buena resistencia al agua y es sensible al detonador N° 8; y tiene como accesorios a utilizar al fulminante corriente N° 8, mecha de seguridad, conectores y mecha rápida.

Tabla 3. 17 Resumen de los Explosivos usados

Especificaciones técnicas		Semexa 80%	Semexa 65%	Semexa 45%	Exadit 45%
Densidad del explosivo (g/cm ³)		1.18	1.12	1.08	1.08
Velocidad de detonación (m/s)	Confinado	4700	4400	4000	3400
	x confinar	4300	4000	3600	3200
Dimensiones		1' ½ x 7'	1' x 7'	1' x 7'	7/8' x 7'
Presión de detonación		125	94	87	82

Fuente: Tomado de (EXSA, 2019)

A) Cálculo de la cantidad de dinamita por disparo

Factor de carga lineal según la ecuación de Calvin Konya

$$D_C = \frac{(G_{\text{explosivo}})(D_{\text{explosivo}})^2(\pi)}{4000} \quad \text{Ecuación 28}$$

Donde:

D_C : Factor de carga lineal (kg/m)

$G_{\text{explosivo}}$: Densidad del explosivo (g/cm³)

$D_{\text{explosivo}}$: Diámetro del explosivo (mm)

Factor de carga lineal para explosivo

$$D_C = \frac{(1.12)(22 \text{ mm})^2(\pi)}{4000} = 0,42 \text{ kg/m}$$

Como el explosivo con que se cargarán la mayoría de taladros es Semexa, entonces se usa este explosivo para calcula el factor de carga lineal y posteriormente se calculará el factor de carga y factor de potencia.

a) Cálculo del volumen total volado:

Vol. volado = (sección del frente) x (avance) x (eficiencia de la perforación).

Ecuación 29

Vol. vado = (5.76 m²) x (6 pies) (0.90)

$$\text{Volumen volado} = 9.487 \text{ m}^3$$

b) Cálculo del total movimiento de tierra por disparo

$$\text{Ton. total} = (\text{Volumen volado}) \times (\text{Peso específico de la roca}). \text{ Ecuación 30}$$

$$\text{Ton. Total} = (9.487 \text{ m}^3) (2.7 \text{ t/m}^3)$$

$$\text{Tonelaje volado} = 25.615 \text{ t/disparo}$$

El explosivo para cargarán la mayoría de taladros son Semexa, por lo tanto, se usa este explosivo para calcula el factor de carga lineal y posteriormente se calculará el factor de carga y factor de potencia.

Distribución de explosivos por taladro

Se calcula la carga de explosivo por cada taladro

$$Q \text{ prom Ex} = (Dc)(Lc) \quad \text{Ecuación 31}$$

Donde:

Q prom Ex = cantidad de carga explosiva por taladro

Dc = factor de carga línea = 0,42 kg/m

Lc = longitud de carga = (longitud de barreno – taco)

Para este caso se considerará un taco de 1/3 de la longitud del taladro

$$Q \text{ prom Ex} = (0,42 \text{ Kg/m})(1,65 \text{ m} - 0,55 \text{ m})$$

$$Q \text{ prom Ex} = (0,46 \frac{\text{Kg}}{\text{taladro}})$$

B) Cálculo de la cantidad de cartuchos por cada taladro

Datos del cartucho Semexa 65%

- Diámetro del cartucho: 22 mm (1')
- Longitud del cartucho: 180 mm (7')
- Densidad del explosivo: 1,12 g/cm³

a) Área del explosivo Semexa

$$\text{Área} = \pi * r^2 \quad \text{Ecuación 32}$$

Donde:

r = radio del explosivo

$$\text{Área} = \pi * 1.1 \text{ cm}^2 = 3.80 \text{ cm}^2$$

b) Cálculo del volumen del cartucho

$$V = (\text{longitud del cartucho}) (\text{área cartucho}).$$

Ecuación 33

$$V = (18 \text{ cm}) (3,80 \text{ cm}^2)$$

$$V = 68,4 \text{ cm}^3$$

c) Cálculo de la masa del explosivo Semexa 65%

$$\rho = \frac{\text{masa del explosivo}}{\text{volumen del explosivo}}$$

Ecuación 34

$$\text{Masa del explosivo} = (\text{densidad del explosivo}) (\text{volumen explosivo}).$$

Ecuación 35

$$\text{Masa del explosivo} = (1,12 \text{ g/cm}^3) (68,4 \text{ cm}^3) = 77 \text{ g/cartucho}$$

d) Cálculo de los cartuchos por taladro

$$N^{\circ} \text{ Cartuchos} = \frac{Q \text{ prom ex}}{\text{peso del explosivo}} * 1000$$

Ecuación 36

$$N^{\circ} \text{ Cartuchos} = \frac{0.46 \text{ kg/taladro}}{77 \text{ g/cartucho}} * 1000$$

$$N^{\circ} \text{ Cartuchos} = 5.974 \approx 6 \text{ cartuchos/taladro}$$

C) Cálculo y comparación del factor de carga y potencia teórico

a) Cálculo del factor de carga teórico

Se tiene que calcular la cantidad de explosivo por disparo

$$Q_{\text{disparo}} = (q \text{ promedio Ex})(N^{\circ} \text{ taladros})$$

Ecuación 37

$$Q_{\text{disparo}} = (0.46 \frac{\text{kg}}{\text{taladro}})(29 \text{ taladros})$$

$$Q_{\text{disparo}} = 13.34 \text{ Kg} \frac{\text{explosivo}}{\text{disparo}}$$

Ahora se calcula el factor de potencia

$$F_P = \frac{Q_{\text{disparo}}}{\text{Volumen t/disparo}}$$

Ecuación 38

$$F_P = \frac{13.34 \text{ Kg} \frac{\text{explosivo}}{\text{disparo}}}{25.625 \frac{\text{t}}{\text{disparo}}}$$

$$F_P = 0.52 \text{ Kg} \frac{\text{explosivo}}{\text{t}}$$

Calculo de factor de carga

$$F_p = \frac{Q_{\text{disparo}}}{\text{Volumen } m^3 / \text{disparo}}$$

Ecuación 39

$$F_c = \frac{13.34 \text{ Kg} \frac{\text{explosivo}}{\text{disparo}}}{9.487 \frac{m^3}{\text{disparo}}}$$

$$F_c = 1.41 \text{ Kg} \frac{\text{explosivo}}{m^3}$$

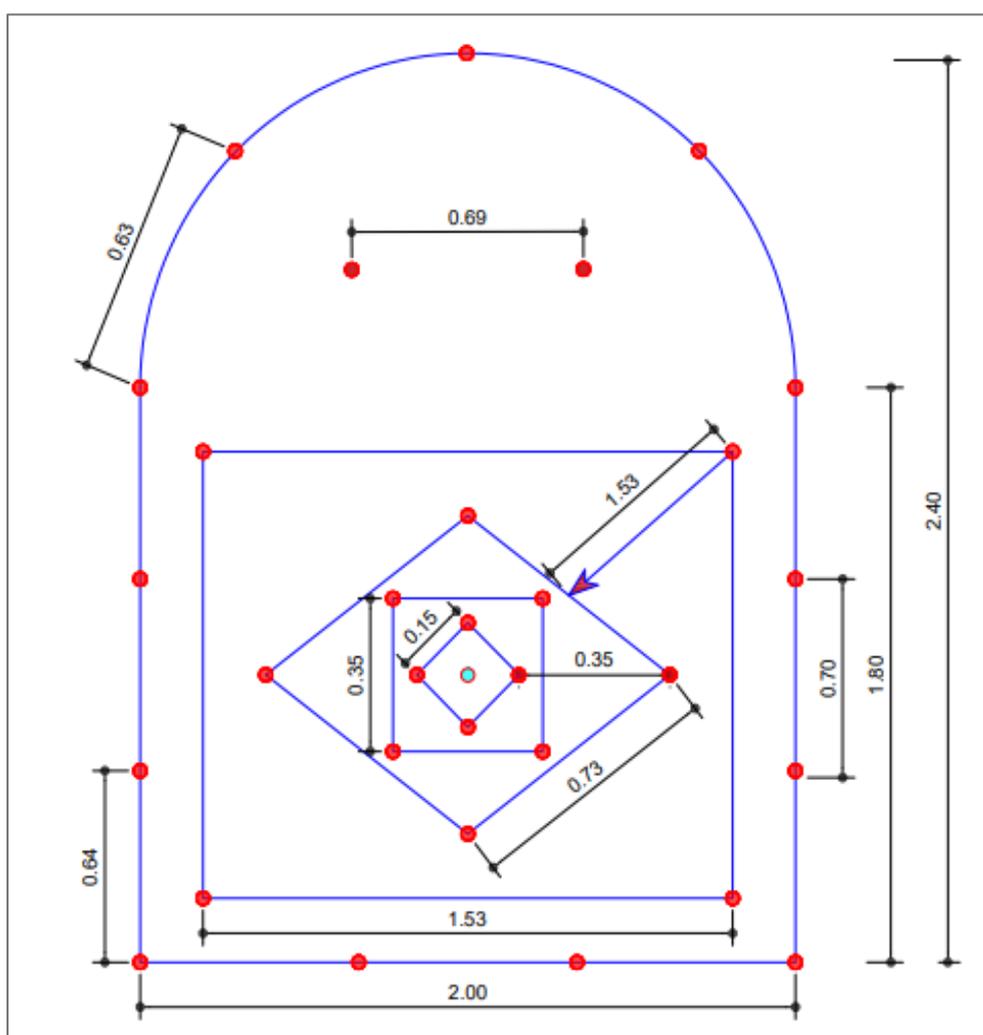


Figura 3. 6 Malla de perforación para las labores Horizontales en (metros)

La carga explosiva se realiza conforme al siguiente cálculo:

Tabla 3. 18 Resumen de la cantidad de Explosivos usados

	Nº taladros	Cartuchos/tal.	Total, cartuchos
Arranque	4	7	28
Ayuda 1	4	7	28
Ayuda 2	4	6	24
Producción	6	6	36
Cuadradores	4	7	28
Arrastre	4	7	28
Corona	5	5	25
Taladro de alivio	1	-	-
Total, taladros	32	-	-
Total, taladros a cargar	31		197

Fuente: Tomado de (EXSA, 2019)

3.8.2.3 Aire comprimido

El sistema del aire comprimido en la ejecución de los trabajos de perforación con máquina perforadora Jackleg es muy importante, para facilitar la expulsión de los detritos del proceso de perforación de taladros. Se necesita una compresora modelo GA315, que puede generar 1300 CFM, esto es suficiente para cubrir la demanda de aire comprimido, de las operaciones del desarrollo del proyecto Paredones. Que no cuenta sin ninguna deficiencia de abastecimiento del aire para las operaciones de labores. Del mismo modo se debe tener en cuenta el transporte y distribución del aire debe cumplir con la estrategia de diámetros de tuberías según lo que muestra el esquema.

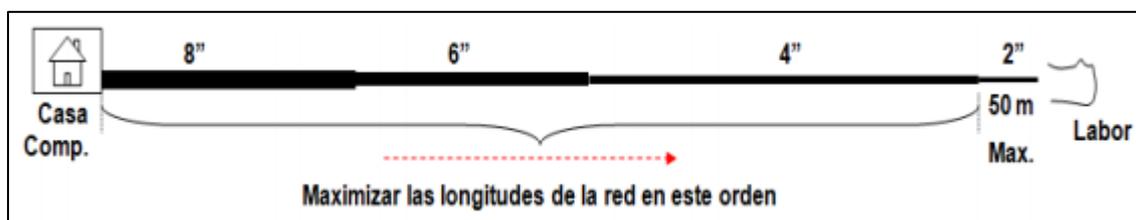


Figura 3. 7 Dimensiones de salida aire comprimido.

Pasos para mantener una labor minera bien ventilada:

- Al momento que se llegue al frente de trabajo se debe verificar la válvula de aire comprimido para constatar que el frente de trabajo se ventile durante el tiempo de boleo.

- La guardia saliente debe proporcionar una ventilación al frente de trabajo, dejando la llave de aire comprimido abierta después del disparo.
- La manguera de aire comprimido debe estar cercano del frente de trabajo y en sentido las labores de avance.
- Una vez que se ha ventilado la labor, se debe mantener la manguera de aire abierta a media llave con el fin de mantener un área ventilada cuando se remueva el material.
- Tener bastante cuidado de no ingresar a las labores abandonadas, porque en su interior se puede encontrar gases tóxicos de distintos orígenes (provenientes de la voladura, de la descomposición de madera y oxidación de minerales, como la pirita, etc.).

3.8.2.4 Carguío

El mineral, también el desmonte arrancado como producto de la perforación y voladura que se encuentra acumulado dentro del tajo es vaciado a los coladeros de mineral o buzones con uso de winches de arrastre y rastrillo.

El mineral acumulado en los buzones, es cargado a carros mineros U-35 sobre rieles mediante las tolvas de madera construidos en cada uno de los mismos.

3.8.2.5 Acarreo

El transporte de mineral, así como el desmonte se harán con locomotoras eléctricas y carros mineros U-35; que se efectuara a través de las galerías principales destinadas para este fin y por el pique jalado por el winche vertical, hasta las canchas de mineral o tolvas. Los carros mineros serán desplazados mediante una locomotora de 1,2 Tn.

3.8.2.6 Servicios mina

Se requiere de diferentes servicios que necesita la operación para ejecutar su avance, así como su producción, sin algún problema y cumplir con la producción programada en el Proyecto, entre ellos estos servicios son:

A. Energía Eléctrica

La energía se puede solicitar a las autoridades competentes la interconexión de la red del Mantaro al distrito San Bernardino.

Se calcula un consumo aproximado de energía de los equipos que se tiene y se le agregado un 25%, para otros usos y como factor de seguridad.

Los equipos eléctricos aproximado es demanda preliminar:

Tabla 3. 19 Consumo de las unidades de equipos eléctricos.

Equipos	Consumo	Unidades
Ventiladores	13.46	Kw/h
Bomba	22.30	Kw/h
Alumbrado	13.50	Kw/h
Locomotora	25.50	Kw/h
Compresora	12.40	Kw/h
Otros	5.20	Kw/h
Total, consumo	92.36	Kw/h

Fuente: Modificado de (RSHM, 2001)

Un consumo de 92.36 Kw-h, más del 25% la energía requerida sería de 115.45 Kw/h. El costo preliminar de operación se ha calculado de 0.187 US\$/Kw-h tomando la base de 125 TM, para las operaciones iniciales el costo de energía sería:

$$C_E = \frac{115.45 \text{ Kw} - h * 0.187 \text{ US\$/Kw} - h}{125 \text{ TM}} = 0.173 \frac{\text{US\$}}{\text{TM}} \quad \text{Ecuación 40}$$

B. Ventilación

La ventilación en las operaciones mineras subterráneas, se realiza para evacuar los gases y el polvo producto del disparo, para que el personal que laboran tenga las condiciones óptimas y adecuadas y los equipos puedan realizar un trabajo seguro y eficiente.

La ventilación es indispensable para mantener buenas condiciones de trabajo en las instalaciones más profundas de la mina y se propone llevar a cabo con 4 contrapozos de ventilación.

- **Aire de mina**

El aire de mina es una mezcla de gases y vapores, por lo general el material contiene partículas creado en cada disparo de las voladuras, en las labores subterráneas, al aire que ingresa a la mina se le dice aire fresco, y al que se encuentre dentro de la mina es el aire viciado.

Su composición del aire fresco debe ser de: Oxígeno con 20.95%, Nitrógeno 78.09%, Anhídrido carbónico 0.03%, Argón Y otros gases 0.93% que hacen un total del 100%.

Por lo tanto, la ventilación es crear un flujo de aire que debe estar referido en calidad y en cantidad que se requiere para ventilar una determinada labor de trabajo en mina.

- **Demanda de Aire comprimido**

De acuerdo con las normas establecidas por el Reglamento de Seguridad e Higiene Minera del Perú (Art. 204) del DS. 046 – 2001 - EM, menciona que: “Todos los titulares de la actividad minera dotarán de aire limpio a las labores de trabajo de acuerdo a las necesidades del personal, las maquinarias y para evacuar los gases, humos y polvo suspendido que pudieran afectar la salud del trabajador”. (RSHM, 2001)

Cuando las minas se encuentren hasta 1,500 metros sobre el nivel del mar, en los lugares de trabajo, la cantidad mínima de aire necesaria por hombre será de tres (3) metros cúbicos por minuto. En otras altitudes la cantidad de aire será de acuerdo con la siguiente escala:

Tabla 3. 20 Necesidades de Aire de acuerdo a diferentes altitudes.

Altitudes de las cotas en (msnm)		Cantidad del aire
00 a 1,500	-	3.00 m ³ /min
1,500 a 3,000	aumentará en 40%	4.00 m ³ /min
3,000 a 4,000	aumentará en 70%	5.00 m ³ /min
4,000	aumentará en 100%	6.00 m ³ /min

Fuente: RSHM (2001)

En el caso de emplearse equipo diésel, la cantidad de aire circulante no será menor de tres (3) metros cúbicos por minuto por cada HP que desarrollen los equipos. En ningún caso la velocidad del aire será menor de veinte (20) metros por minuto ni superior a doscientos cincuenta (250) metros por minuto en las labores de explotación incluido el desarrollo, preparación y en todo lugar donde haya personal trabajando. Cuando se emplee explosivo ANFO u otros agentes de voladura, la velocidad del aire no será menor de veinticinco (25) metros por minuto. (RSHM, 2001)

- **GENERALIDADES**

Nuestras generalidades para nuestro proyecto son las siguientes.

- ✓ Altura 1050 m.s.n.m
- ✓ Longitud de la labor 1,000.0 metros

- ✓ Sección de la labor Horizontal 2.5 x 2.0 metros
- ✓ N°. De frentes 4 labores
- ✓ Turnos a trabajar: 2 turnos.
- ✓ Número de trabajadores: 52 trabajadores
- ✓ N°. De trabajadores por turno: 26 trabajadores.
- ✓ Equipo por turno: 2 Jackleg 60 HP, 2 STOPER 70 HP, 01 Camioneta 78 HP
- ✓ Premisa: 1 m³ Igual a 35.34 P³

• **BALANCE DE AIRE REQUERIDO**

El balance de aire se hace para saber la cantidad de este se requiere, y tener algunas consideraciones necesarias como:

- ✓ Realizar los cálculos de volumen de aire que se requiere.
- ✓ Cantidad de ventiladores necesarios.
- ✓ Ubicación de los ventiladores auxiliares.
- ✓ El monitoreo constante de la calidad de aire.

Caudal requerido para el personal Q_1

$$Q_1 = Aire \left(\frac{m^3}{min} \right) * Premisa (P^3) * N^o \text{ personas} \quad \text{Ecuación 41}$$

$$Q_1 = 4.00 * 35.34 * 24 = 3,392.64 \text{ CFM}$$

Caudal requerido para los equipos en mina Q_2

Equipos:

2 Jackleg	60 HP
2 STOPER	70 HP
01 Camioneta	78 HP
TOTAL	338 HP

$$Q_2 = Aire \left(\frac{m^3}{min} \right) * Premisa (P^3) * Total \text{ de HP} \quad \text{Ecuación 42}$$

$$Q_2 = 3.00 * 35.34 * 338 = 35,834.76 \text{ CFM}$$

Caudal de aire para diluir contaminación de gases producidos por el dispara. Q_3

Velocidad de aire = 20 m/min = 65.60 pies/min

$$\text{Área del túnel (A)} = 4.9 \text{ m}^2 = 52.716 \text{ P}^2$$

$$Q_3 = V * A = 65.60 * 52.716 = 3,458.187 \text{ CFM}$$

Caudal total

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 3,392.64 + 35,834.76 + 3,458.187$$

$$Q_T = 42,685.587 \text{ CFM}$$

NÚMERO DE VENTILADORES

Para en este proyecto se necesita 3 ventiladores centrífugas, cada uno de 120 HP, que producirá unos 65,000 CFM a nivel de mar, en mina deberá tener una eficiencia del 85% de su potencia, generará 55,000CFM, por la caída de presión por la distancia calculamos en 50,000 CFM, en consecuencia, se colocará ventiladores en serie cada 500 metros con sus respectivas cámaras de vacío, con la finalidad de mantener con el aire de adecuado a las normas de seguridad.

MANGAS DE VENTILACIÓN

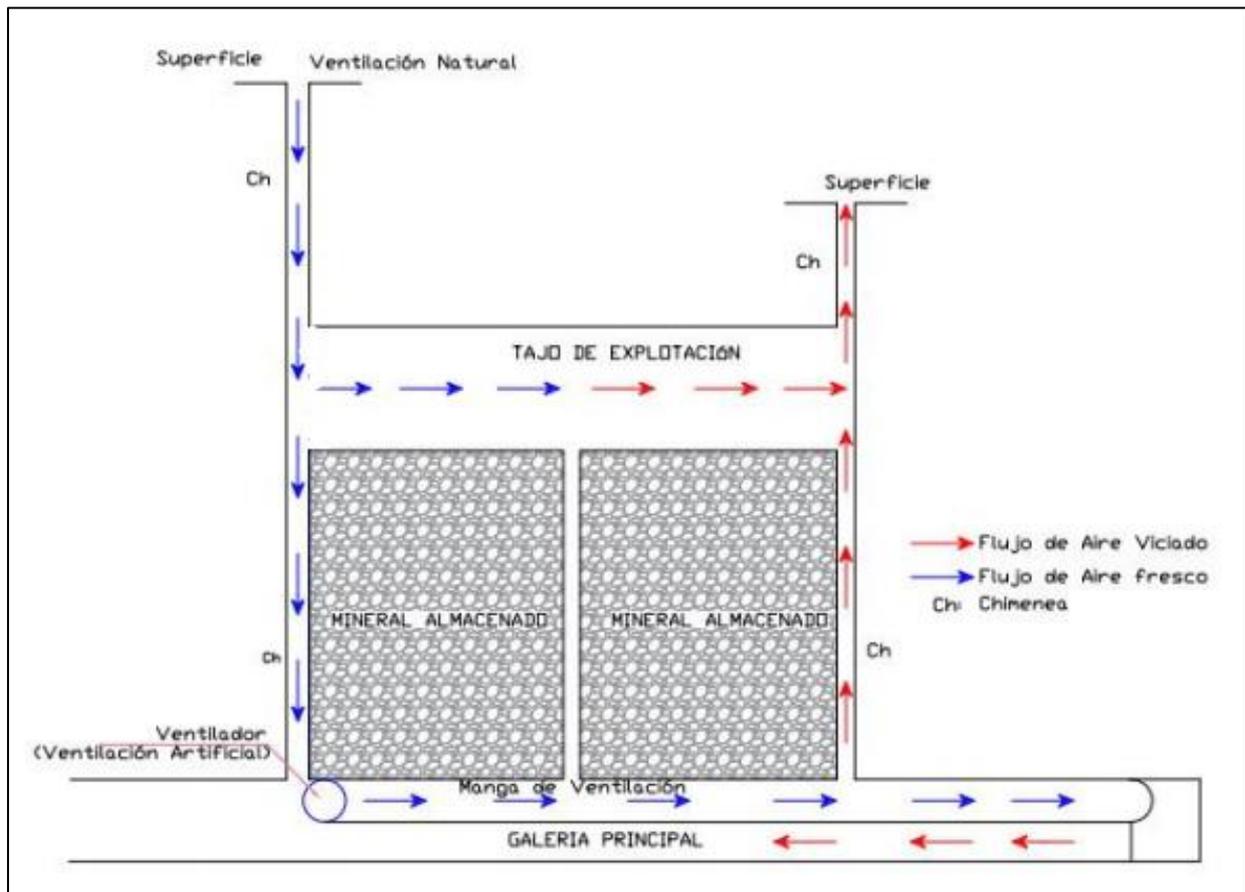
La manga de ventilación será de 10 pulgadas, estará instalada sobre la cuneta de acuerdo al estándar, con su 85 línea mensajera y sus alcayatas correspondientes cada 5 metros.

Tabla 3. 21 Costos de operación de la ventilación en la mina por día.

Costos de Operación – Ventilación				
Proceso	US\$/h	Tiempo h/día	Unidad	Total, US\$/día
Ventiladores	0.65	24 horas	3	46.80
Energía Eléctrica	0.15 KW/h	24 horas	3	10.80
Total	0.10			57.60
Producción				125 TM/día
Costo de Operación				0.4608 US\$/t

A continuación, se muestra el circuito de ventilación y el balance del ingreso y salida del aire donde logramos tener una cobertura de 107%. Ver Gráfica 3.4.

Gráfica 3. 4 Circuito de ventilación natural y artificial.



C. Suministro de Agua

Este servicio muy importante y vital en las operaciones mineras para el personal, asimismo en trabajos de avance. Se tiene en cuenta captar de los manantiales que existen en la superficie. Otra alternativa es el agua bombeada de la mina que puede ser utilizada previo a un análisis, se puede recircular el agua decantada. Caso extremo se tendrá el río Chilete.

Se deberán construir un reservorio de 100 m³ en mina, para no tener inconvenientes con las operaciones respectivas.

Las aguas servidas, deben ser tratadas para evitar la contaminación ambiental.

D. Bombeo de agua subterránea

Las labores para el bombeo y desagüe de la mina serán siempre las mismas día con día, se estima que diariamente se gastarán \$ 16.25 dólares en la operación de todo el sistema de bombeo y desagüe. Este sistema por ser de fácil operación con un mínimo de personal estará operando los 360 días del año, además se evitará la inundación de las obras subterráneas (Tabla 3.22).

Tabla 3. 22 Costos de operación del bombeo en el interior de la mina por día.

Costos de Operación - Bombeo				
Proceso	US\$/h	Tiempo	Unidad	Total, US\$/día
Operación de bombas	54.00	2 horas	2	216.00
Ayudante de Operación	39.75	2 horas	2	159.00
Costo de energía de Operación	0.10	-	-	511.00
Total, producción	93.75	-	-	886.00
Producción				125 TM/día
Costo de Operación				0.13 US\$/t

Fuente: Respecto a las bombas tomado de (SODIMAC,2021)

3.9 Plan de Acción para mitigar los impactos ambientales.

La actividad minera, como cualquier actividad que el hombre realiza para su subsistencia y desarrollo, crea alteraciones en el medio natural, desde las más imperceptibles hasta las que representan claros impactos sobre el medio en que se perciben. Esto permite definir el impacto ambiental de una actividad como la diferencia existente en el medio natural entre el momento en que la actividad comienza, el momento en que la actividad se desarrolla, y, sobre todo, el momento en que cesa.

3.9.1 Objetivo del plan de acción:

El objetivo del Plan de Acción es lograr la recuperación del área degradada, teniendo en cuenta los resultados de campo, en los que el proyecto de explotación, los criterios aportados por la población local y su compatibilidad con las condiciones del entorno. Para cumplir con el objetivo de la recuperación del área afectada, los planes de uso del suelo post – minería considera el ambiente natural y cultural de la región, buscando garantizar la estabilidad del ambiente y el desarrollo económico sustentable, proponiendo resultados a ser obtenidos a mediano y largo plazos.

Las acciones definidas, están condicionadas a los factores siguientes: grado de afectaciones provocadas sobre cada variable, disponibilidad técnica, economía, clima, cantidad de área afectada, etc.; determinado a partir de la caracterización de los procesos del medio físico actuantes en el medio degradado (erosión, deposición de sedimentos, deslizamientos, caída de bloques, colapsos del suelo, cambio de escurrimiento en las aguas superficiales, inundaciones, grado de contaminación de las aguas, suelos y vegetación.).

3.9.2 Plan de Monitoreo para el control de la implementación del Plan de Acción.

Se propone la realización de un monitoreo de la efectividad del Plan de Acción definido para mitigar los impactos ambientales identificados sobre las diferentes variables ambientales que serán analizadas. Con los objetivos fundamentales del plan que son: Controlar el cumplimiento de las medidas realizando un Plan de Acción, detectar la efectividad de las medidas y condicionales, o la ocurrencia de impactos no previstos, de forma tal que se propongan nuevas medidas en caso de ser necesario, mantener el control de las variables físico-químicas de las aguas superficiales, subterráneas, mantener el control de los niveles de contaminantes en la atmósfera mediante un sistema de vigilancia en puntos seleccionados, mantener el control de la calidad del agua y los niveles de gasto sólido, como índice de erosión, en los cuerpos receptores y las corrientes superficiales principales que drenan el área afectada.

3.10 Cronograma de actividades del planeamiento de minado.

El Cronograma de las tareas descritas, se presenta en la Tabla 3.24, en donde se puede apreciar la duración de cada una de estas tareas, así como la ruta crítica de la ejecución de la infraestructura necesaria del proyecto.

La ruta crítica nos indica que el tiempo total requerido para finalizar todas las tareas de infraestructura mina es ciento ochenta días calendario (180). Este cronograma de ejecución del sistema de extracción se presenta a continuación:

Programa de avance

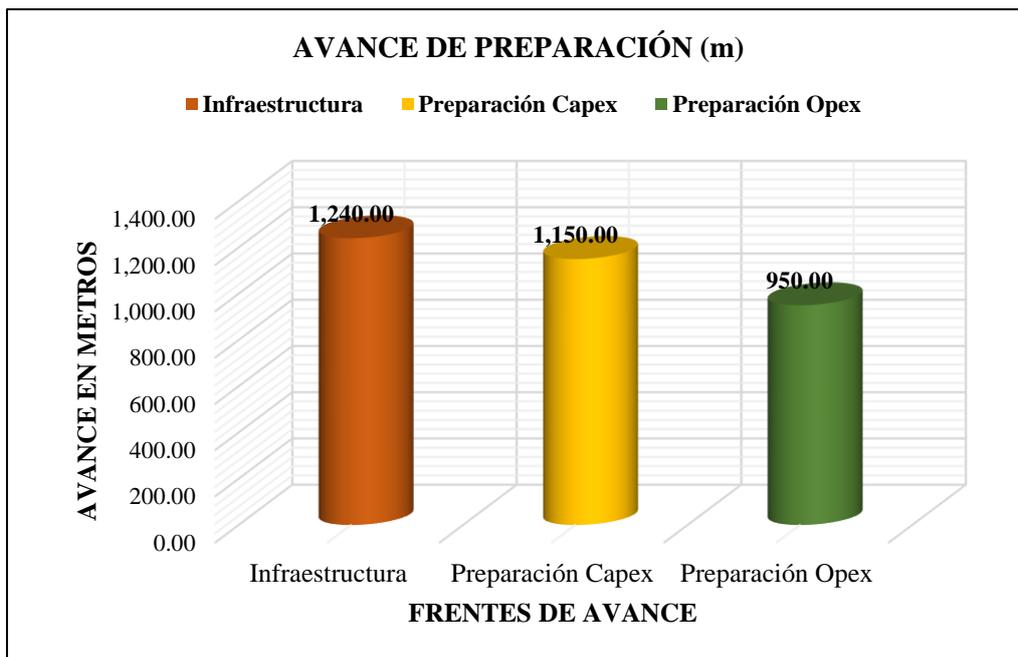
Se estima un programa de avance en realizar para proyecto, y se ha separado por faces que le corresponde; infraestructura de desarrollo, preparación capex y preparación opex.

Tabla 3. 23 Programa de avance en infraestructura y labores de avance.

FRENTE	UNIDAD	CANTIDAD (m)
Infraestructura	m	1,240.00
Preparación Capex	m	1,150.00
Preparación Opex	m	950.00
Total	m	3,645.00

En la tabla 3.23, se tiene un avance de 3.645.00 metros, para su mejor visualización se presenta los avances en el siguiente gráfico 3.5.

Gráfica 3. 5 Plan de Avances de infraestructura y labores.



En la Gráfica anterior muestra los avances que se va realizar de la infraestructura, la preparación de acceso y preparación de explotación. Según la longitud estimada que se realizara. Estos datos se los estiman según lo que se necesita para las actividades, será modificado si en el transcurso del desarrollo del proyecto sea ampliado o haya exploraciones extras.

Tabla 3. 24 Plan de laboreo en el proyecto Paredones.

FASE	TIPO DE LABOR	SECCION	TIPO MATERIAL	Primer año												TOTAL	
				ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
INFRAESTRUCTURA	Pique central	–	Desmonte	20	20	10	20	20	30	20	30	20					200
	Rieles de transporte	–	Desmonte	50	50	50	50	50	40	30	20	15	15	15	15		400
	Rehabilitación labor	–	Desmonte	150	120	120	120	50	30	20	10	12	5	3	5		635
DESARROLLO CAPEX	Galerías	2.1 x 2.4 m	Desmonte	48	48	48	48	48	16								250
	Chimeneas serv.	1.5 x 1.5 m	Desmonte	48	48	48	48	48	48	12							300
	Crucero	2.0 x 2.4 m	Desmonte	97	97	97	97	97	97	18							600
	Rampa	2.1 x2.4 m	Desmonte	48	48	48	48	48	48	12							300
PREPARACIÓN OPEX	Subnivel	1.5 x 2.0 m	Mineral			68	98	48	48	48	48	98	48	48	48		600
	Chimenea de ventil.	1.5 x 1.5 m	Mineral				48	48	48	48	48	48	12				300
	Tolvas americanas	1.0 x 1.0 m	Mineral			12		12			12		12			12	60
TOTAL				461	431	501	577	469	405	208	168	193	92	66	80		3645

En la Tabla 3.24, esta detallado, los avances mensualmente y dado por periodo. También se puede denotar, que en los últimos periodos hay muy pocos o nulos es el avance. Esto explica que toda operación en todo proyecto se tiene que realizar infraestructura de avance, labores de preparación y finalmente explotar terminando el minado.

3.11 Evaluación de la factibilidad financiera

En esta parte se determinará los costos de capital y de operaciones, para realizar una adecuada reactivación del proyecto. Adicionalmente, se presenta los costos totales de capital y operación de la mina, con la finalidad de realizar una evaluación de factibilidad económica o financiera del proyecto de forma integral. Por esta razón, se requiere presentar los costos de capital (CAPEX), el cual está conformado por la inversión en maquinaria, para ejecutar la infraestructura para la reapertura, así como de la inversión en las labores de preparación para el minado y el mismo minado de explotación.

Por otra parte, se presenta los costos de operación del proyecto (OPEX), es decir: mina, energía y transporte. Dentro de los costos de mina, se determina al detalle el costo de extracción y se evalúa el costo total de la mina. Una vez determinados el CAPEX y OPEX totales, se realiza el flujo económico de caja, como producto se obtendrá, el valor presente neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR), el índice de beneficio Costo (B/C), y el periodo de recuperación de la inversión (playback). Esta evaluación está determinada por el valor del mineral menos los costos de producción más la inversión del proyecto.

3.11.1 Inversión, costos y gastos (CAPEX)

Las inversiones fijas en un proyecto se toman de dos formas, una inversión fija directa o tangible que son (bienes físicos, maquinarias, vehículos, terrenos, edificaciones, equipos de oficina, muebles, enseres) y la inversión fija indirecta o intangible (servicios o derechos adquiridos: amortizaciones de capital más intereses, estudios de factibilidad, e impacto ambiental, puesta en marcha)

A) Inversión fija directamente en mina

Inversión en la adquisición maquinaria, equipos, herramientas y otros.

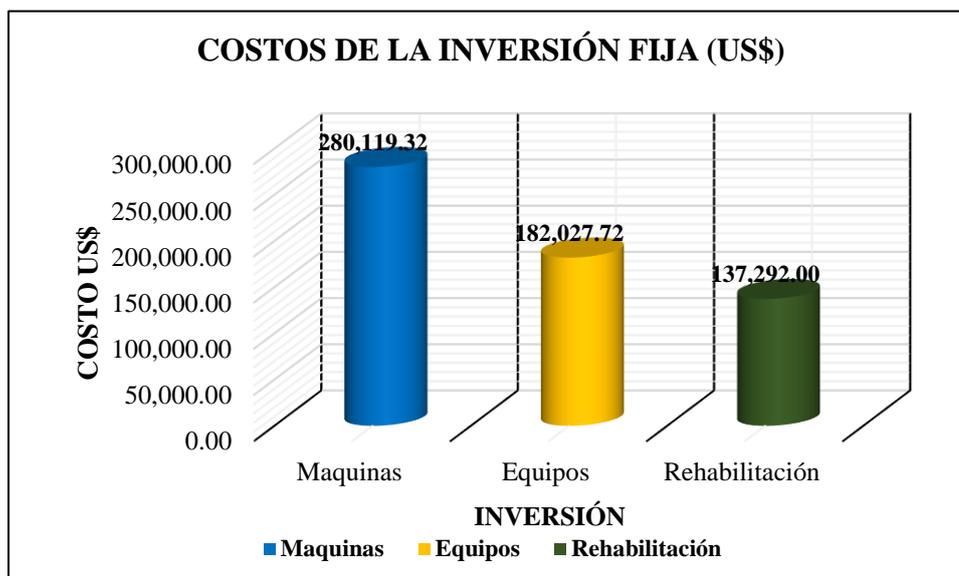
Esta inversión sirve para adquirir los equipos o bienes tangibles además sirve para realizar el desarrollo, preparación de labores, construcción de tolvas e instalaciones incluso la explotación y extracción del mineral, Ver las Tabla 4.17, Tabla 4.18 de los anexos, más detallado.

Tabla 3. 25 Costos de inversión en Maquinas, Equipos, herramientas.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO (US\$)
Maquinas	US\$	280,119.32
Equipos	US\$	182,027.72
Rehabilitación	US\$	137,292.00
TOTAL	US\$	599,439.04

En la tabla anterior el monto que haciende a US\$ 599,439.04 en la inversión fija en la compra de equipos, maquinas, herramientas y rehabilitación de labores. Muchas de estas máquinas y herramientas servirá para trabajos posteriores de este proyecto.

Gráfica 3. 6 Costos de inversión en Maquinas, Equipos, herramientas.



Inversión en el desarrollo y proyección de labores del proyecto mina

La inversión en la infraestructura se determina los precios unitarios (P.U) de las distintas labores necesarias que están descritas en el diseño de infraestructura. Estos (P.U) están expresados costo en dólares por metro lineal (US\$/m) o en algunos casos, en dólares por toneladas métrica (US\$/Tm). Por lo tanto, tener el valor del (P.U) y la cantidad de requerimiento de cada tarea, de esto se calcula la inversión en realizar cada uno de estas labores. Para ver el detalle de estos costos en la Tabla 4.19, Tabla 4.20, Tabla 4.21, Tabla 4.22, Tabla 4.23. de los Anexos: Cálculo de los P.U de las labores de desarrollo de la mina.

Tabla 3. 26 Costos proyectados de labores por ejecutar.

Labores	Unid.	Longitud	Costo Unit. (US\$)	Costo (US\$)
Galerías	m	250	196.875	49,218.75
Crucero	m	600	194.98	116,988.00
Rampas	m	300	194.98	58,494.00
Subnivel	m	600	184.672	110,802.90
Chimenea	m	300	170.206	68,082.400
Tolvas Americanas	m	50	152.925	7,646.25
Total, de preparación		2,100.00	1,094.64	411,232.30

Gráfica 3. 7 Costos proyectados de labores de avance y preparación.



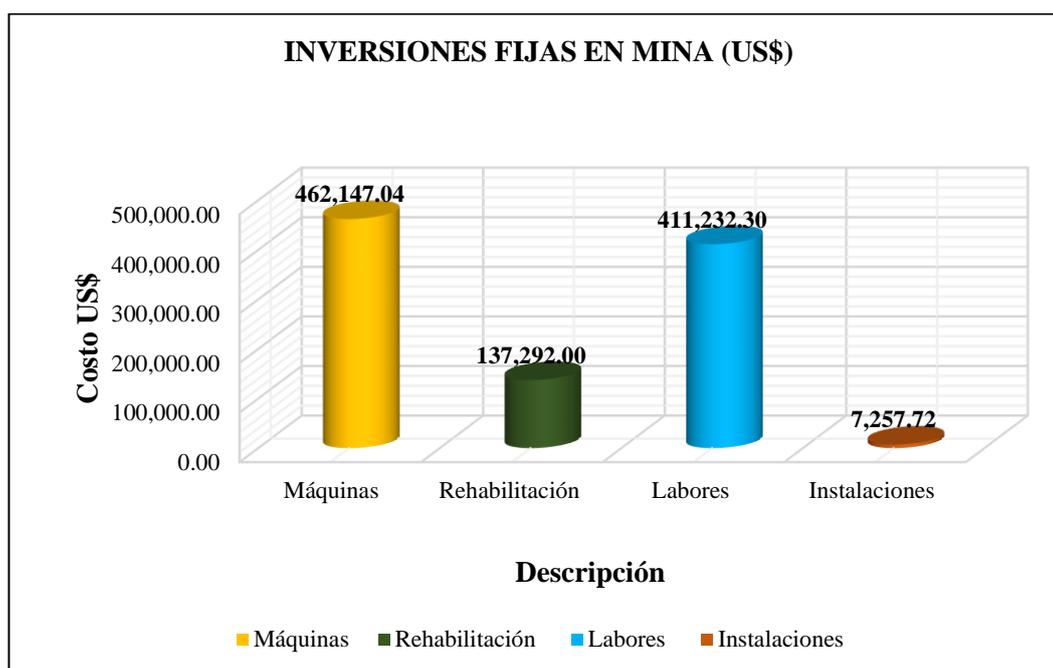
La Gráfica 3.7 muestra las labores que se realizarán y el costo que van a tener para ejecutarse según su longitud y su sección de labor tales como de: galerías, rampas, cruceros, subniveles, chimeneas y tolvas.

Inversiones totales fijas directa en mina

Tabla 3. 27 Inversiones fijas directa en mina.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO (US\$)
Máquinas, equipos, herramientas	Total	462,147.04
Rehabilitación de labores	Total	137,292.00
Labores de preparación	Total	411,232.30
Instalaciones	Total	7,257.72
Total, de instalaciones fijas de la mina		1'017,928.76

Gráfica 3. 8 Inversiones fijas directa en mina.



En la Gráfica 3.8, se muestra las inversiones fijas directa que asciende a un total de 1'017,928.76 \$, que a su vez están distribuidas en máquinas, rehabilitación de labores, labores e instalaciones de sistemas de ventilación, servicio de agua y luz.

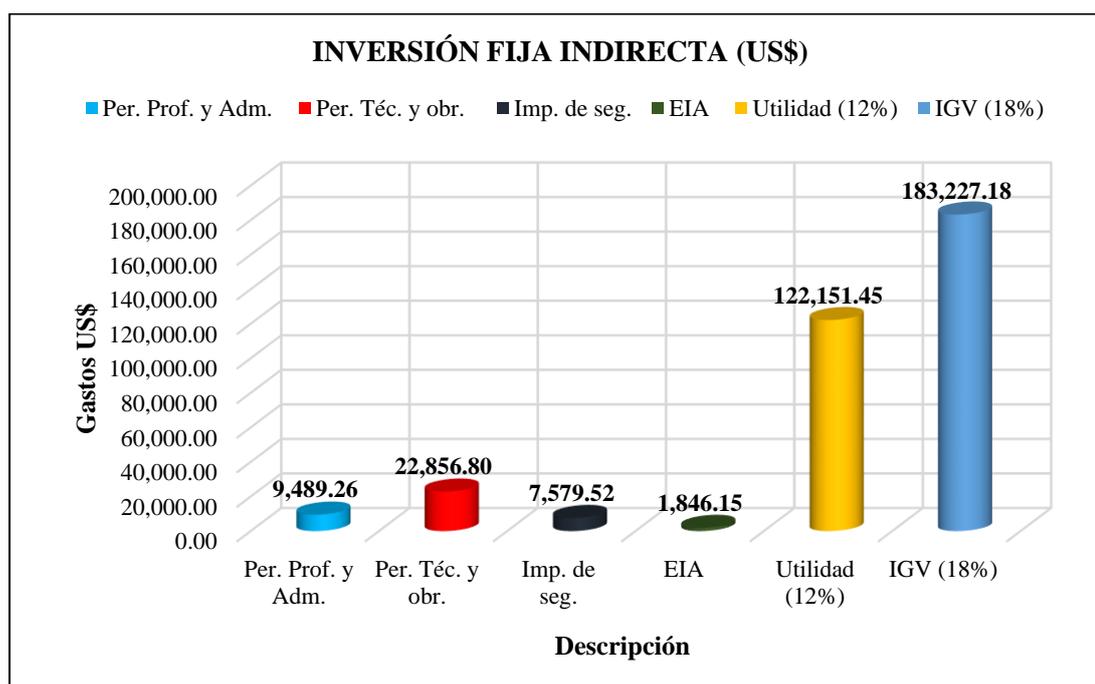
B) Inversión fija indirecta

En cuanto a estas inversiones fijas indirectas comprende los gastos del personal profesional, técnico y auxiliar, implementos de seguridad, estudios de impacto ambiental, utilidad, derechos mineros y el IGV.

Tabla 3. 28 Inversiones fijas indirecta en mina.

DESCRIPCIÓN	GASTOS (\$)
Personal Profesional y Administrativos	9,489.26
Personal Técnico y obreros	22,856.80
Implemento de seguridad	7,579.52
Estudio de Impacto Ambiental	1,846.15
Utilidad (12%)	122,151.45
IGV (18%)	183,227.177
Total, de inversiones fijas indirecta	347,150.36

Gráfica 3. 9 Gastos de inversiones fijas indirecta



La Gráfica 3.9 representa a la inversión fijas indirecta, que se estima en \$ 347,150.36 que se utiliza en los gastos de personal administrativo, técnico, técnicos, estudios de impacto ambiental, utilidades, IGV y otros.

C) Inversión total del proyecto

Las inversiones son recursos financieros que requiere todo proyecto para su ejecución y están compuestas por inversiones fijas y el capital de trabajo.

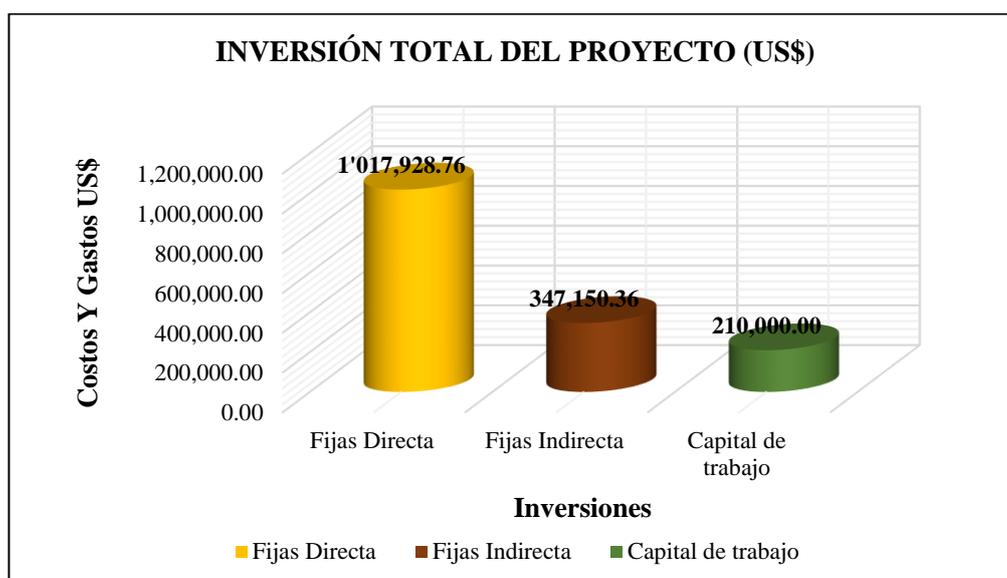
La inversión total del proyecto para la reactivación y su explotación que asciende a US\$ 1 575,079.12; cuyo detalle se muestra en la Tabla 3.29. siguiente:

Tabla 3. 29 Inversiones totales del proyecto.

INVERSIÓN	Costos (\$)
Fijas Directa	1'017,928.76
Fijas Indirecta	347,150.36
Capital de trabajo	210,000.00
TOTAL	1'575,079.12

Con esta inversión el proyecto empezara a operar cuando lo dispongas las personas inversoras.

Gráfica 3. 10 Costos proyectados de labores de avance y preparación.



3.11.2 Costos de Operación (OPEX)

Los costos de operación tenemos los siguientes:

3.11.2.1 Costo operación mina

Los costos de mina se estiman en (US\$/Tm), que corresponde a un volumen de mineral extraíble de la veta el Murciélagos a ejecutarse. El costo de operación mina abarca a los costos de perforación, voladura, limpieza y extracción del mineral, mano de obra, transporte y servicios generales

A. Costos Perforación y Voladura

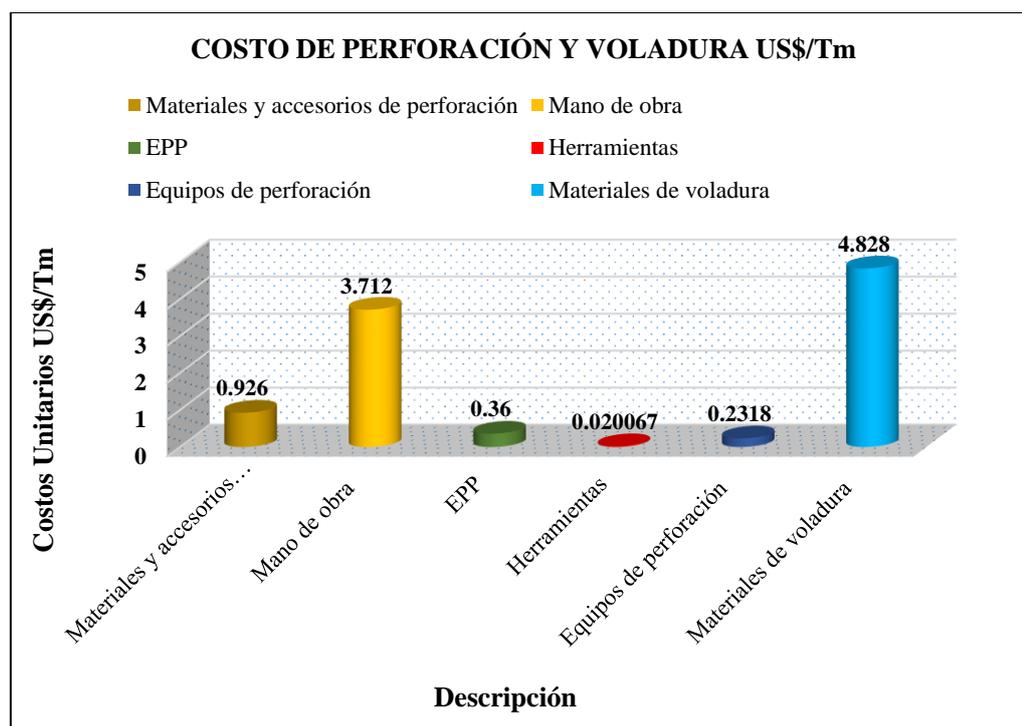
El análisis del costo unitarios de perforación y voladura se realiza en US\$/Tm, y de acuerdo al volumen por frente de explotación 28.512 Tm/diarias. Con una tasa de cambio (T.C) DE 1US\$ = 3.96 S/. Los cálculos efectuados para la determinación de estos costos unitarios o precios unitarios (P.U), ver Tabla 4.28 de los Anexos. A continuación, se expone el costo de perforación y voladura manera resumida:

Tabla 3. 30 Costos de perforación y voladura

TAREAS	US\$/Tm
Materiales y accesorios de perforación	0.926
Mano de obra	3.712
EPP	0.360
Herramientas	0.020067
Equipos de perforación	0.2318
Materiales de voladura	4.828
Costo total de la P y V	10.0828

En la Tabla anterior muestra el costo que tendrá en la perforación y voladura que haciendo 10.0820 US\$/TM, esto indica que por cada una Tm cuesta US\$ 10.0820. En la Gráfica 3.11. También se muestra.

Gráfica 3. 11 Costos de perforación y Voladura.



B. Limpieza y extracción

En la limpieza y extracción de mineral esta realizado de la misma manera que del ítem anterior, y su análisis detallado está en la Tabla 4.29 de los Anexos. A continuación, se expone el costo de limpieza y extracción resumida:

Tabla 3. 31 Costo en limpieza y extracción

DESCRIPCIÓN	Costo US\$/Tm
Mano de obra	5.098
EPP	0.315
Herramientas	0.0162
Equipos	0.2850
Costo Total de limpieza y extracción	5.7142

La Tabla 3.31 muestra la distribución de costos de la limpieza de mineral y su extracción, así mismo está representado en la gráfica a continuación.

Gráfica 3. 12 Costos de limpieza y extracción.



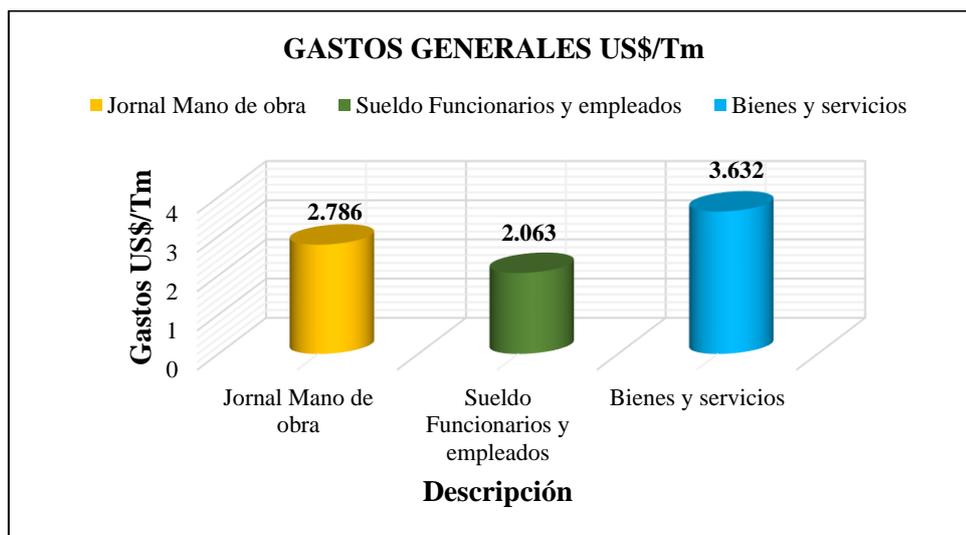
C. Gastos generales de la mina

Los gastos generales de mina están distribuidos en el pago del salario de mano de obra de obreros, el sueldo de funcionarios y empleados. Su análisis detallado está en la Tabla 4.30 de los Anexos.

Tabla 3. 32 Gastos generales de la mina.

Descripción	Gastos US\$/Tm
Jornal Mano de obra	2.786
Sueldo Funcionarios y empleados	2.063
Bienes y servicios	3.632
Total	8.482

Gráfica 3. 13 Gastos generales de minado.



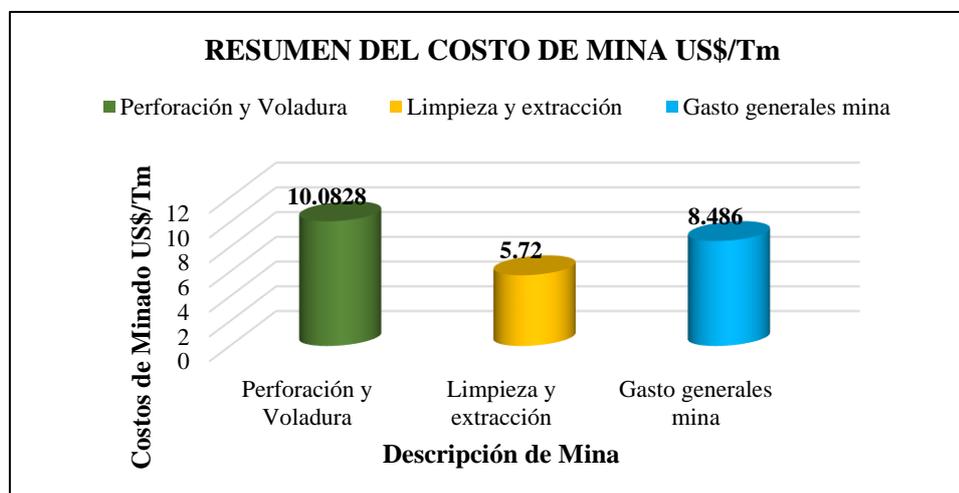
D. Resumen del costo total mina

El costo de operaciones mina asciende a 24.286 US\$/TM, en las operaciones unitarias como perforación, voladura, limpieza, extracción y gastos generales. En la siguiente Tabla 3.33. Esta detallado.

Tabla 3. 33 Resumen del costo de minado.

Costos de Minado (tajos)	US\$/Tm
Perforación y Voladura	10.0828
Limpieza y extracción	5.72
Gasto generales mina	8.486
Costo total de operación mina	24.286

Gráfica 3. 14 Resumen del costo total de Minado.



3.11.2.2 Costo planta de tratamiento

Los costos operación de planta de tratamiento del mineral y beneficio se estima en un monto de 29.78 US\$/Tm

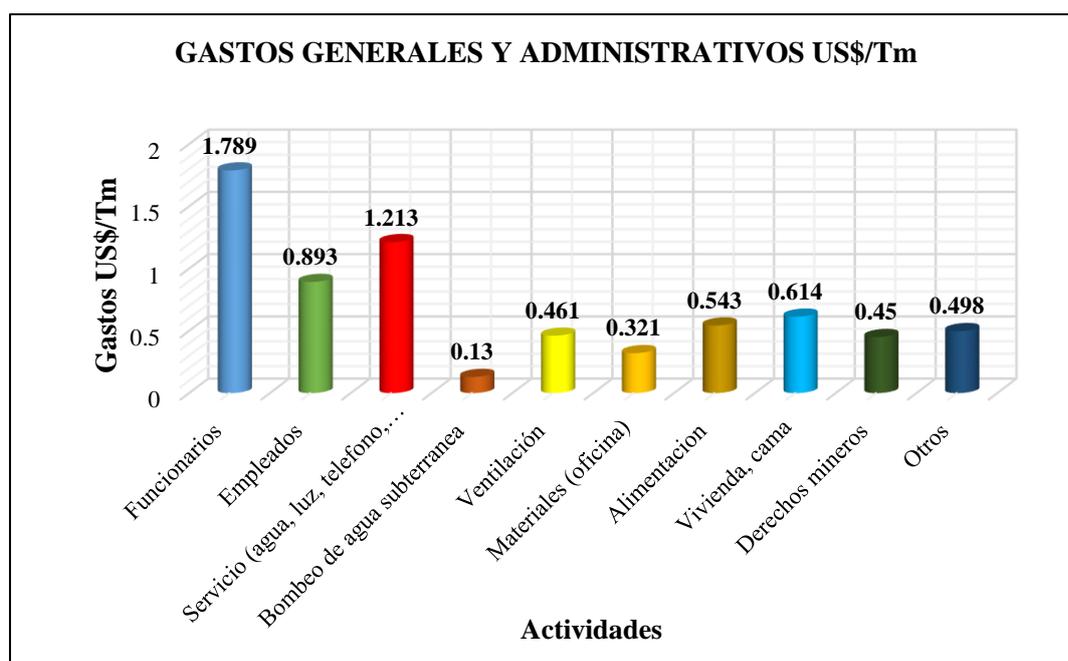
3.11.2.3 Gastos generales y administrativos (G & A)

Los costos de generales y administrativos están considerados en el pago de funcionarios (administrador, ingenieros), materiales (oficina), servicios (agua, luz, teléfono, internet) esto tiene un estimado de 5,62 US\$/Tm

Tabla 3. 34 Gastos generales y administrativos (G&A).

Actividades	Gastos US\$/Tm
Funcionarios	1.789
Empleados	0.893
Servicio (agua, luz, telefono, internet)	1.213
Bombeo de agua subteranea	0.130
Ventilación	0.461
Materiales (oficina)	0.321
Alimentacion	0.543
Vivienda, cama	0.614
Derechos mineros	0.450
Otros	0.498
TOTAL	6.960

Gráfica 3. 15 Gastos generales y administrativos.



3.11.2.4 Costo de transporte de mineral

Es el costo de transporte de mineral se realizará en volquetes de 15 m³ desde la bocamina hasta la planta concentradora que está ubicada en la ciudad de Trujillo. Este costo asciende a US\$ 15.5/t

3.11.2.5 Resumen del costo de operación mina (opex)

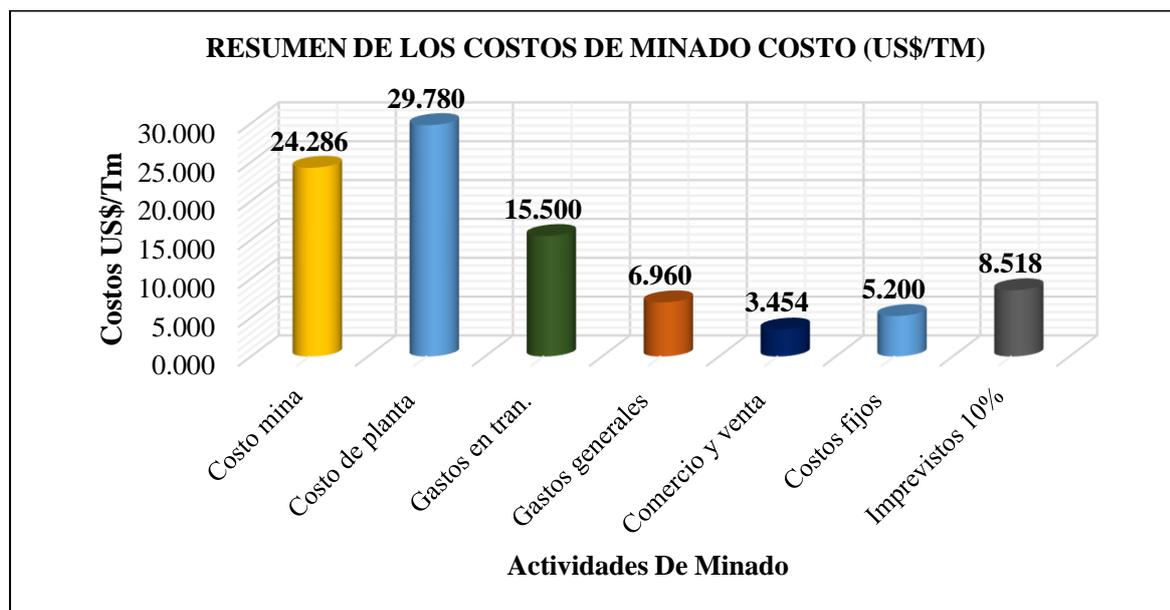
El costo de operación de la mina Paredones para su producción de minado se resume en la siguiente Tabla 3.35.

Tabla 3. 35 Costo de operaciones OPEX

Conceptos	Importe	Importe anual	Costo (US\$/Tm)
	mensual US\$	US\$	
Costo mina	91,072.500	1'092,870.00	24.286
Costo de planta	111,675.000	1'340,100.00	29.780
Gastos en transporte	58,125.000	697,500.00	15.500
Gastos generales y administrativos	26,100.000	313,200.00	6.960
Comercio y venta	12,952.500	155,430.00	3.454
Costos fijos	19,500.000	234,000.00	5.200
Subtotal	319,425.000	3'833,100.00	85.180
Imprevistos 10%	31,942.500	383,310.00	8.518
Total	351,367.500	4'216,410.00	93.698

En la tabla anterior se muestra el costo de operación que sirviera para el ciclo de minado esto haciende a un total de \$ **4'216,410.00** al año, para extraer 45,000.00 TM de mineral.

Gráfica 3. 16 Resumen de costos de minado OPEX.



CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis del Planeamiento de Minado de reapertura

La Mina polimetálica Paredones, de acuerdo a su estrategia de plan de trabajo de sus operaciones mineras, para la reactivación, se tiene identificado una zona de recursos minerales asociados a un yacimiento de polimetálicos como zinc, plomo, plata en cantidades considerables, zona sur oeste de la ciudad de Cajamarca, por lo cual, se realizará los trabajos necesarios acorde a la legislación de trámites para diversos permisos de Desarrollo, Preparación y Explotación.

4.1.2 Planeamiento de minado a Largo plazo.

El análisis se realiza en función del planeamiento de minado a largo plazo porque es el primer plan que se realiza desde el inicio de las operaciones, y su alcance comprende la extracción de la totalidad de las reservas. Esta extracción debe ser expresada en producción por años, describiendo la secuencia de extracción, el volumen y ubicación.

Este planeamiento está programado que comienza en enero del primer año y culmina dentro de 5 años que tiene la vida útil, por la proyección que se tiene de las reservas, los cuales tendrán que incrementarse con el tiempo en base a un programa intensivo de exploraciones y desarrollo de la mina.

Tabla 4. 1 Resumen de los avances del proyecto Paredones.

	Exploraciones				
	Años				
	Primero	Segundo	Tercero	Cuarto	Quinto
Avances (m)	200.00	150.00	120.00	150.00	-
Desarrollo					
Avances (m)	500.00	400.00	450.00	150.00	120
Preparación					
Avances (m)	400.00	300.00	200.00	120.00	-
Avances totales (m)	1,100.00	850.00	770.00	420.00	120

Tabla 4. 2 Resumen de la producción de mineral por cada año.

RESUMEN DE PRODUCCIÓN						
Descripción	UNIDADES	Años (TM)				
		1° año	2° año	3° año	4° año	5° año
Veta nivel 4	TM					45,000.00
Veta nivel 6	TM				45,000.00	
Veta nivel 5	TM	45,000.00	45,000.00			
Veta nivel 7	TM			45,000.00		
Mineral total por año	TM	45,000.00	45,000.00	45,000.00	45,000.00	45,000.00

4.1.3 Vida De La Mina.

Las reservas de mineral en la Mina Paredones, cubicadas en reservas probadas estimadas es de 223,786.00TM. Según el Banco Minero del Perú 1984 y Occidental 5. El ritmo de producción por año proyectado es de 45,000.00 TM/año, por lo tanto, la vida de la mina resulta:

$$\text{Vida Mina} = \frac{223,786.00 \text{ Tm}}{45,000.00 \frac{\text{Tm}}{\text{año}}} = 4.973 \Rightarrow 5 \text{ años}$$

La producción considera los siguientes parámetros o datos generales para planeamiento de su reactivación económica del proyecto:

En la Tabla 4.3 se representa los parámetros de datos generales para el planeamiento y la producción de número de guardias por día, reservas probadas, días trabajados por año, vida de la mina, producción por día y producción por año.

Tabla 4. 3 Parámetros de producción

Información general	Cantidad	Unidad
Reservas probadas	223,786.00	Tm
Días de trabajo por año	360	Días
Vida útil	5.00	Años
N° Guardias por día	2.00	Días
Producción por día	125.00	t/día
Producción por año	45 000.00	t/año

4.2 Determinación de la evaluación Económica – Financiera

El análisis del proyecto tiene una noción más clara acerca del propósito de las variables económicas del negocio minero para la implementación de un planeamiento de minado a largo plazo; se ha llevado una valoración económica, tomando como base los gastos incurridos, de igual modo las ganancias obtenidas en el proyecto.

Tabla 4. 4 Parámetros de la evaluación financiera

Información general	Cantidad	Unidad
Reservas probadas	223,786.00	Tm
Ley concentrada Zinc	47.58	%
Ley concentrada plata	51.760	Oz/t
Ley concentrada plomo	59.46	%
Ley de corte Plata.	1.433	Oz
Ley de corte Plomo	1.648	%
Ley de corte Zinc	8.959	%
Costo mina	24.286	US\$/t
Costo planta	29.780	US\$/t
Recuperación planta	95.00	%
Tipo de cambio	3.960	S/. /US\$

Fuente: (NPMC, 1985), tomado para las leyes.

4.2.1 Cotización de los metales

Para la valorización del mineral se ha tomado como referencia las cotizaciones de los metales, el balance metalúrgico (Tabla 4.5) y venta concentrada de (Ag-Pb y Zn).

Tabla 4. 5 Cotización promedio de principales metales

Metal	Set. 2021	Variación % respecto de:		
		Ago. 21	Ene. 21	Set. 20
Cobre (cUS\$/lb)	422.93	-0.4%	17.0%	38.9%
Oro (US\$/ozt)	1,780.95	-0.2%	-4.7%	-7.4%
Zinc (cUS\$/lb)	137.98	1.8%	12.3%	24.1%
Plata (US\$/ozt)	23.31	-2.9%	-10.2%	-10.0%
Plomo (cUS\$/lb)	102.39	-7.1%	12.0%	20.0%
Hierro (US\$/TM)	119.65	-24.9%	-28.8%	-3.5%

Fuente: (LME, 2021), TSI, London Fix.

A. Valorización de los concentrados de plata – plomo

- **Cotización**

Plata (¢US\$/oz): 23.31

Plomo (¢US\$/lb): 102.39

- **Leyes de Concentrado**

Plata Oz/t: 51.760

Plomo %: 59.46

- **Pagos**

MINERAL = ley concentrada * Recuperación Ecuación 43

$$\text{Ag} = 51.760 \frac{\text{Oz}}{\text{t}} * 95\% = 49.172 \frac{\text{Oz}}{\text{t}}$$

$$\text{Ag} = 49.172 \frac{\text{Oz}}{\text{t}} * (23.31) \frac{\text{US\$}}{\text{Oz}} = 1,146.199 \frac{\text{US\$}}{\text{t}}$$

$$\text{Pb} = 59.46\% * 95\% = 56.487 \%$$

$$\text{Pb} = 56.487 \% * 2,204.6 \frac{\text{Lb}}{\text{t}} * \left(\frac{102.39 - 35}{100} \right) \frac{\text{US\$}}{\text{Lb}} = 839.216 \frac{\text{US\$}}{\text{Tm}}$$

valor bruto de Ag – Pb 1 t Ns = **1,985.415 US\$ /Tm**

- **Deducciones y penalidades**

Tabla 4. 6 Parámetros de las deducciones y penalidades de la Plata y Plomo.

Deducciones y Penalidades	Unidades	Valoración
Maquila	5.50 %	210.00
Merma	2.5%	79.70
Flete marítimo	2.4%	67.75
Total deducciones		357,45
Valor neto de concentrado	US\$/t	1,627.965
Ratio de concentración		18.560
Valor del mineral de cabeza	55.647 US\$/t +31.757 US\$/t	87.71

- **Distribución de las deducciones de la Ag - Pg:**

$$\text{Deducción M} = \frac{\text{Valor bruto Mineral} \left(\frac{\text{US\$}}{\text{t}} \right) * \text{Deducciones Totales}}{\text{Valor bruto Total de los Mineral (es)} \left(\frac{\text{US\$}}{\text{t}} \right)}$$

Ecuación 44

$$\text{Deducción} = \text{Valor bruto Mineral} \left(\frac{\text{US\$}}{\text{t}} \right) - \text{Deducción M} \quad \text{Ecuación 45}$$

$$\text{Ag} = \frac{1,146.199 \frac{\text{US\$}}{\text{t}} * 357,45 \frac{\text{US\$}}{\text{t}}}{1,985.415 \frac{\text{US\$}}{\text{t}}} = 206.36 \frac{\text{US\$}}{\text{t}}$$

$$\text{Ag} = 1,146.199 \frac{\text{US\$}}{\text{t}} - 206.36 \frac{\text{US\$}}{\text{t}} = 939.839 \frac{\text{US\$}}{\text{t}}$$

$$\text{Pb} = \frac{839.216 \frac{\text{US\$}}{\text{t}} * 357,45 \frac{\text{US\$}}{\text{t}}}{1,985.415 \frac{\text{US\$}}{\text{t}}} = 151.09 \frac{\text{US\$}}{\text{t}}$$

$$\text{Pb} = 839.216 \frac{\text{US\$}}{\text{t}} - 151.09 \frac{\text{US\$}}{\text{t}} = 688.126 \frac{\text{US\$}}{\text{t}}$$

- **Valor de cabeza del mineral, por:**

$$\text{Valor de cabeza} = \frac{\text{Deducción}}{\text{Ratio de concentración}} \left(\frac{\text{US\$}}{\text{t}} \right) \quad \text{Ecuación 46}$$

$$\text{Valor de cabeza Ag} = \frac{939.839 \text{ US\$/t}}{18.560} = 50.638 \frac{\text{US\$}}{\text{t}}$$

$$\text{Valor de cabeza Pb} = \frac{688.126 \frac{\text{US\$}}{\text{t}}}{18.560} = 37.076 \frac{\text{US\$}}{\text{t}}$$

Valor total de mineral de 1 TM de mineral de cabeza por contenido de Ag -Pb = US\$ **87.71**

B). -Valorización De Los Concentrados De Zinc.

- **Cotizaciones**

Zinc (¢US\$ / lb.): 137.98

- **Leyes de concentrado**

Zinc %: 47.58

- **Pago:**

$$\text{Zn} = 47.58 \% * 85 \% = 40.443 \%$$

$$\text{Zn} = 40.443 \% * 2,204.6 \frac{\text{Lb}}{\text{Tm}} * \left(\frac{137.98}{100} \right) \frac{\text{US\$}}{\text{Lb}} = 1,230.238 \text{ US\$/Tm}$$

valor bruto de Zn 1 t Ns = **1,230.238 US\\$/Tm**

- **Deducciones y penalidades**

Tabla 4. 7 Parámetros de las deducciones y penalidades del Zinc.

Deducciones y Penalidades	Unidades	Valoración
Maquila	20.00 %	298.00
Merma	2.0%	16.88
Flete marítimo	3.4%	27.86
Total deducciones		342.74
Valor neto de concentrado	US\$/t	887.498
Ratio de concentración		20.5
Valor del mineral de cabeza	US\$/t	43.293

- **Deducciones del Zn:**

$$\text{Deducción Zn} = \frac{1,230.238 \text{ US\$/t} * 342.74 \frac{\text{US\$}}{\text{t}}}{1,230.238 \frac{\text{US\$}}{\text{t}}} = 342.74 \text{ US\$/t}$$

$$\text{Deducción Zn} = 1,230.238 \frac{\text{US\$}}{\text{t}} - 342.74 \frac{\text{US\$}}{\text{t}} = 887.498 \frac{\text{US\$}}{\text{t}}$$

- **Valor de cabeza del mineral Zn, por:**

$$\text{Valor de cabeza} = \frac{\text{Deducción}}{\text{Ratio de concentración}} \left(\frac{\text{US\$}}{\text{t}} \right) \quad \text{Ecuación 47}$$

$$\text{Valor de cabeza Zn} = \frac{887.498 \text{ US\$/t}}{20.50} = 43.293 \text{ US\$/t}$$

$$\text{Valor total mineral de cabeza} = 87.404 + 43.293 = 130.697 \text{ US\$/Tm}$$

Tabla 4. 8 Balance Metalúrgico

Producto	Peso TMS	Leyes			Contenido			Distribución			Ratio
		Ag Kg	Pb %	Zn %	Kg Ag	Tm Pb	Tm Zn	% Ag	% Pb	% Zn	
Cabeza	597.944	0.196	3.95	13.40	104.236	22.513	76.372	100.0	100.0	100.0	K-Pb=18.56
Conc. Pb	41.610	1.556	44.17	13.00	64.745	18.379	5.409	62.11	81.64	7.08	K-Zn=20.5
Conc. Zn	129.755	0.288	2.00	51.00	37.369	2.595	66.175	35.85	11.53	86.65	KT = 3.33
Relave	398.579	0.005	0.40	1.20	2.122	1.539	4.788	2.04	6.83	6.27	

Fuente: Departamento de planta metalúrgica – Banco minero del Perú.

4.2.2 Valor total del mineral.

La producción estimada las reservas probadas 223,786.00 Tm de mineral en el proyecto paredones y su valor de mineral se calculado es de 130.697 US\$/Tm, luego se calcula el valor de la producción total.

Valor	US\$/Tm	Reservas probadas Tm	Valor producida US\$
Calculado	130.697	223,786.00	29,248,158.842

4.2.3 Costo de Operación

Las operaciones de producción están analizadas en función de los costos unitarios en US\$/Tm, de cada área que se han planeado para este proyecto.

Tabla 4. 9 Costos Unitarios en (US\$/Tm)

Costo Unitarios	Unidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Mina	US\$/TM	24.286	24.286	24.286	24.286	24.286
Planta	US\$/TM	29.780	29.780	29.780	29.780	29.780
Transporte	US\$/TM	15.500	15.500	15.500	15.500	15.500
Costos fijos	US\$/TM	5.200	5.200	5.200	5.200	5.200
Comercio y venta	US\$/TM	3.454	3.454	3.454	3.454	3.454
Gastos generales y administración Mina	US\$/TM	6.960	6.960	6.960	6.960	6.960
Subtotal	US\$/TM	85.180	85.180	85.180	85.180	85.180
Imprevistos 10%	US\$/TM	8.518	8.518	8.518	8.518	8.518
TOTAL	US\$/TM	93.698	93.698	93.698	93.698	93.698

4.2.4 Evaluación Financiera

La evaluación financiera analiza la inversión requerida para hacer factible al proyecto. Se tiene una producción anual de 45,000.00 TM, durante 5 años, con una tasa de descuento por año del 15%, a un precio neto del mineral pagable de 130.697 US\$/TM, con una inversión inicial del US\$ 695,928.680 recuperación metalúrgica de 95,00%, se tiene el siguiente flujo de fondos económicos:

A. Ingresos

Los ingresos que se realizan son por la venta del mineral polimetálico concentrados Zinc, Plata y Plomo:

Tabla 4. 10 Ingresos por venta de mineral

Ingresos	Mineral (TM)	Valor (US\$)
Mensual	3,750.00	490,113.75
Anual	45,000.00	5 881,365.00

- ✓ Inversiones durante la vida del proyecto: Se realizan durante la etapa de producción de la mina o explotación.

B. Inversión Inicial

Esta inversión inicial asciende a **1,575,079.12** que será empleada en la preparación de la mina y para el sistema de extracción:

Tabla 4. 11 Inversiones totales iniciales del Proyecto

INVERSIÓN	Costos (US\$)
Fijas Directa	1'017,928.76
Fijas Indirecta	347,150.36
Capital de trabajo	210,000.00
TOTAL	1,575,079.12

C. Tasa de descuento

La tasa de descuento se considera el 15% anual y sirve para el manejo del flujo de fondos económicos y financieros del proyecto.

4.2.5 Flujo de caja

El flujo de Caja proyectados durante los 5 años de operación de la unidad minera Paredones, que esta referidos con los ingresos y egresos, la diferencia nos dará los flujos netos de caja para el cálculo del VAN, TIR, B/C y PAY BACK

Tasa de descuento = 15 % anual

Impuesto a la renta = 30 %

Tabla 4. 12 Flujo de caja

FLUJO DE CAJA	AÑO 0	AÑO 01	AÑO 02	AÑO 03	AÑO 04	AÑO 05
Ingresos Total (US\$)		5,881,365.00	5,881,365.00	5,881,365.00	5,881,365.00	5,881,365.00
- Venta del mineral	-	5,881,365.00	5,881,365.00	5,881,365.00	5,881,365.00	5,881,365.00
Egresos Total (US\$)		-4,245,893.41	-4,255,893.41	-4,241,345.82	-4,246,546.82	-4,270,893.41
- Inversión inicial	-953,846.82					
- Capital de trabajo	-210,000.00					
- Inversión CAPEX	-411,232.30					
- Inversión OPEX		-4,216,410.00	-4,216,410.00	-4,216,410.00	-4,216,410.00	-4,216,410.00
- Depreciación (-)		-29,483.41	-39,483.41	-19,483.41	-19,683.41	-9,483.41
- Cierre de Minas				-5,452.41	-10,453.41	-45,000.00
Utilidad antes Impuestos		1,635,471.59	1,625,471.59	1,640,019.18	1,634,818.18	1,610,471.59
- Impuesto a la Renta (30%)		-490,641.48	-487,641.48	-492,005.75	-490,445.45	-483,141.48
Utilidad después Impuestos		1,144,830.11	1,137,830.11	1,148,013.43	1,144,372.73	1,127,330.11
- Depreciación (+)		29,483.41	39,483.41	19,483.41	19,683.41	9,483.41
FLUJO DE CAJA LIBRE	-1,575,079.12	1,174,313.52	1,177,313.52	1,167,496.84	1,164,056.14	1,136,813.52
FLUJO DE CAJA ACUMULADO	-1,575,079.12	-400,765.60	776,547.93	1,944,044.76	3,108,100.90	4,244,914.42

A. Cálculo del Valor Actual Neto (VAN)

Tabla 4. 13 Valor actual neto (VAN)

Años	Ingresos	Egresos	Flujo Neto US\$	Factor de Actualización	Flujo Actualizado	Ingreso Actualizado	Egresos Actualizado
0		-1,575,079.12	-1,575,079.12	1.00	-1,575,079.12	0.00	-1,575,079.12
1	5,881,365.00	-4,245,893.41	1,635,471.59	0.86956522	1,422,149.209	5,114,230.43	-3,692,081.23
2	5,881,365.00	-4,255,893.41	1,625,471.59	0.75614367	1,229,090.049	4,447,156.90	-3,218,066.85
3	5,881,365.00	-4,241,345.82	1,640,019.18	0.65751623	1,078,339.232	3,867,092.96	-2,788,753.72
4	5,881,365.00	-4,246,546.82	1,634,818.18	0.57175325	934,712.6004	3,362,689.53	-2,427,976.93
5	5,881,365.00	-4,270,893.41	1,610,471.59	0.49717674	800,689.0074	2,924,077.85	-2,123,388.84
TOTAL	29,406,825.00	-22,835,651.99	30582343.77	VAN =	3,889,900.98	19,715,247.67	-15,825,346.7

Tasa de interés es de: 15 % anual

El cálculo del Valor Actual Neto (VAN), será:

$$\text{VAN} = \text{US\$ } 19,715,247.67 - \text{US\$ } 15,825,346.7 = \text{US\$ } 3,888,900.98$$

Cálculo del Relación del Índice de Beneficio/Costo (B/C)

$$\text{Beneficio/Costo } \frac{B}{C} = \frac{19,715,247.67}{15,825,346.7} = 1.2458$$

El Beneficio/Costo de 1.2458 esto indica que el proyecto es aceptable por ser mayor que la unidad.

B. Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR)

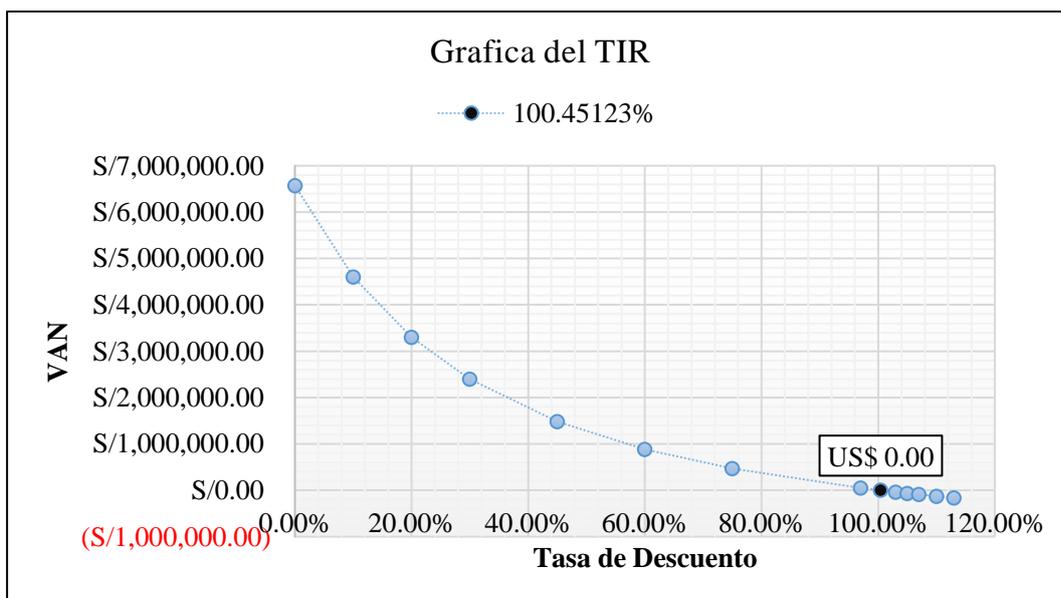
Tabla 4. 14 Demostración de la tasa interna de retorno (TIR)

Inversión	Flujo Neto US\$	Tasa de descuento	VAN
-1,575,079.12	-1,575,079.12	0.00%	US\$ 6,571,173.01
	1,635,471.59	10.00%	US\$ 4,603,827.83
	1,625,471.59	20.00%	US\$ 3,301,307.29
	1,640,019.18	30.00%	US\$ 2,397,416.76
	1,634,818.18	45.00%	US\$1,484,979.81
	1,610,471.59	60.00%	US\$ 885,475.77
		75.00%	US\$ 468,680.89
		97.00%	US\$ 51,281.11
TIR		100.45123%	-US\$ 0.00000
		103.00%	-US\$ 35,949.52
		105.00%	-US\$ 63,087.70
		107.00%	-US\$ 89,332.25

TIR = 100.45123%

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es de 100. 45123 % mayor que la tasa de descuento 15% esto indica que el proyecto es aceptable

Gráfica 4. 1 Grafica del TIR en función del VAN y la tasa de descuento.



En la gráfica se observa cuando el van es positivo el proyecto es aceptable, pero si el VAN está en rojo la TIR es menor que la tasa de descuento y no será aceptable el proyecto.

C. Cálculo del Pay Back

Tabla 4. 15 Flujo neto actualizado para el cálculo de Pay Back

años	Ingresos	Egresos	Flujo Neto US\$	Factor de Actual.	Flujo Actualizado
0		-1,575,079.12	-1,575,079.12	1.0000	-1575079.12
1	5,881,365.00	-4,245,893.41	1,635,471.59	0.86956522	1422149.209
2	5,881,365.00	-4,255,893.41	1,625,471.59	0.75614367	1229090.049
3	5,881,365.00	-4,241,345.82	1,640,019.18	0.65751623	1078339.232
4	5,881,365.00	-4,246,546.82	1,634,818.18	0.57175325	934712.6004
5	5,881,365.00	-4,270,893.41	1,610,471.59	0.49717674	800689.0074

Datos para el cálculo del Pay Back

I₀	1,575,079.12
a	1
b	1,422,149.21
Ft	1,229,090.05

$$\text{Payback} = 1 + \frac{1,575,079.12 - 1,422,149.21}{1,229,090.05} = 1.12443$$

Año	Mes	Día
1.12443	0.12443 x 12 = 1.49316	0.49316 x 30 = 14.795 ≈ 15

PAY BACK = 1 año, 1 mes y 15 días

4.2.6 Determinación de resultados

Los indicadores como Beneficio/Costo (B/C), El Valor Actual Neto (VAN), La Tasa Interna de Retorno (TIR), y tiempo de recuperación de inversión (PAY BACK); que ayudan a determinar la reactivación de este proyecto minero Paredones, considerando con una tasa de descuento del 15% anual. Estos resultados de los presenta a continuación:

Tabla 4. 16 Determinación de resultados.

Parámetros	Resultados
Taza de descuento	15% anual
B/C	1.2458
VAN	3,889,900.98 US\$
TIR	100.45123%
PAY BACK	1 año, 1 mes y 15 días

4.3 Análisis de Resultados

Al analizar el planeamiento según las reservas probadas estima de 223,786.00 Tm, trabajado 360 días por año, se tiene una producción tentativa de 125.00 Tm/día, 3,750.00 Tm/mes, 45,000.00 Tm/año, de esta forma se tiene una vida útil de minado de 5 años aproximadamente. Además, describimos la construcción de labores de un total de 3,645.00 m distribuidos en las siguientes labores: galerías, cruceros, Rampas, chimeneas, subniveles, tolvas o embudos. Generando un costo de US\$ 411,232.30.

Después de calcular el flujo neto actualizado o el flujo neto descontado y tener los resultados de los indicadores económicos como el VAN, TIR, B/C, PAY BACK. A continuación, se realiza el análisis según la teoría mostrada en el capítulo II.

El VAN es 3,889,900.98 US\$, positivo, por lo tanto, el proyecto es rentable con el rendimiento mínimo del 15 %, la recomendación técnica es que se invierta.

Si al VAN es aproximado a cero con una tasa de descuento de 100.45123%, el TIR toma este valor además es mayor que cero y está por encima de la tasa mínima que es 15%, en consecuencia, si se debe invertir.

El indicador Beneficio/Costo (B/C) = 1.2458 es mayor que la unidad lo que nos permite aceptar el proyecto porque es rentable. Y el PAY BACK nos muestra en tiempo que se va recuperar la inversión que nos da 1 año, 1 mes y 15 días, aproximadamente.

4.4 Contrastación de la hipótesis

El planeamiento en la mina Paredones una vez determinado sus variables como: vida útil, producción por año, método de explotación, programación de sus actividades; además analizados la inversión, flujo de caja y las ganancias que estas genera se afirma nuestra hipótesis planteada, que la mina paredones es rentables para su reapertura.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Las reservas probadas aseguran la vida de la mina para los próximos 5 años. Al entrar en operación, significa que empezará produciendo un volumen de 3,750.00 TM/mes, y 45,000.00 TM/año. Teniendo como método de minado Shrinkage Stopping también conocido como almacenamiento provisional; debido a su elevado rendimiento de extracción y la potencia de veta que tiene (promedio 1.5 m). Además, es importante cumplir el programa establecido con un adecuado seguimiento de las etapas del ciclo de minado para tener una eficiencia en los procesos unitarios.
- En todo negocio minero las variables que analizamos son (costo de producción, inversión y precio del metal, VAN, TIR, B/C), de esta forma se determinó el costo de producción e inversión son internas dentro de este negocio, pudiendo ser controlado el efecto respectivo. Para este proyecto se determinó las variables de relación Beneficio/Costo es de 1.2458 y un valor actual neto de \$. 3,889,900.98, esto se concluye que los beneficios superan los costos gracias que los precios de los metales subieron en los últimos años.
- Las variables económicas nos permitieron analizar mediante el flujo de caja (ingresos y egresos) que genero el proyecto para tomar una decisión favorable, y de esta forma el valor actual neto, la tasa interna de retorno, y la relación beneficio/costo dejan márgenes de ganancias muy buenas que son económicamente aceptable por tener los recursos geológicos (reservas de mineral). Por lo tanto, se debe realizar la inversión.

5.2 Recomendaciones

Se le recomienda al empresario Alfonso Terán Arenaza, que ejecute este proyecto porque el análisis económico financiero son óptimos ya que se genera ganancias.

Se recomienda Alfonso Terán Arenaza, realice exploraciones para alargar la vida útil.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aceijas Pérez, JP. 2019. Geomecánica aplicada al control de las labores Mineras para la minimización de la caída de rocas en la Mina Paredones nivel 5. Tesis Ing, Universidad Nacional de Cajamarca., Cajamarca, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3366>
- Ames Lara, MH., y Yauri, JI. 2015. Implementación del Método Shrinkage Dinámico Mecanizado para Optimizar Explotación de Tajeos - Sociedad Minera Austria Duvaz S.A.C. Tesis Ing. Universidad Nacional Del Centro del Perú., Huancayo, Perú, s. n. t. 123 p.
- Armas, D. 2017. Manual de Evaluación Financiera (Proyectos). Nicaragua.
- Baca, G. 2010. Evaluación de proyectos. Mexico. D. F. : Mc Graw Hill.
- Bautista Condori, JS. 2017. Diseño y planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción diaria de la unidad operativa Pallancata – Proyecto Pablo – compañía minera Ares S.A.C. tesis, Universidad Nacional del Altiplano., Puno, Perú. s. n. t. 131 p.. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4072>
- Charaja Larico, LH. 2014. “Planeamiento Estratégico y Operacional con uso del Software Datamine en mina Subterránea Condestable”. Tesis en Ing. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa., Arequipa - Perú. s. n. t. 106 p. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3849>
- Cruz Choquepata, JE. 2016. Planeamiento de minado a corto plazo con la implementación de herramientas informáticas en Cia. minera Catalina huanca S.A.C. Trafigura Beheer B.V. Mining. Tesis, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa., Arequipa - Perú. s. n. t. 106 p. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3249>
- De la Cruz Carrasco, E. 1999. "Planeamiento y Control de Producción en Operaciones Mineras". Universidad Nacional Mayor de San Marcos., Lima, Perú. s. n. t. 104 p. Obtenido de <http://repositorio.unmsm.edu.pe/handle/UNMSM/32049>
- EXSA. 2019. Manual Práctico de voladura. Lima: EXSA Soluciones Exactas.
- GEOXNET. 2016. Código JORC: Recursos y Reservas Minerales.
- Handl, KA. 2014. Aplicación Práctica del Diagrama de Gantt en la Administración de un Proyecto. "Universidad Nacional de Tucuman", Tucuman, Argentina.
- Herrera Herbert, J., Moyano Encinas, I., Plá Ortiz de Urbina, F., y Plá de la Rosa , F. 2001. Evaluación y Planificación Minera. Madrid: Universidad Politécnica De Madrid.[doi:file:///C:/Users/Admin/Downloads/Curso_De_Evaluacion_Y_Planificacio_n_Mine.pdf](http://doi.org/10.1016/S0378-4242(01)00000-0)
- Huamani, Cw. 2015. Planeamiento de Minado". Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurimac., Tesis Ing. Apurimac - Perú. s. n. t. 132 p. Obtenido de <http://repositorio.unmba.edu.pe/handle/UNMBA/3456>

- Jesús Aranda, DR. 2018. Evaluación Técnica – Económica del Proyecto Minero "UTCUYACU 2016" . Huaraz: Tesis Ing. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Apurímac, Perú., Obtenida de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/3353>
- León Cerna, JJ. 2017. Planeamiento de Minado Subterráneo para optimizar la Rentabilidad Económica de la Unidad Minera San Hilarión de Compañía Minera Virgen de la Merced S.A.C - 2017. Tesis Ing. Huaraz. Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Obtenido de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2748>
- López Quispe, AM. 2017. Viabilidad Económica Financiera del Minado Veta Chaparral del Yacimiento Aurífero San Francisco, Golden River Resources S.A.C. – Arequipa. Puno: Universidad Nacional del altiplano. s. n. t. 124 p
- López, C. 1991. Manual de Evaluación Técnico-Económica de proyectos mineros de inversión. Madrid: Itge Graficas Topacio, S.A. s. n. t. 119 p
- Machco, JG. 2014. Diseño Y Métodos de Explotación en Minería Subterránea. Huaraz, Ancash, Perú. s. n. t. 132 p
- Maza Hidrogo, YR. 2017. Estimación de Reservas Minerales de Oro y Plata en la Veta Karina - Los Pircos, Santa Cruz – Cajamarca,. Tesis Ing. Geologica. Universidad Nacional de Cajamarca,, Cajamarca, Perú. s. n. t. 115 p. Obtenido de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1532>
- Mena Salas, AE. 2012. Planeamiento de Minado Subterráneo para Vetas Angostas: Caso Práctico; mina “Esperanza de Caravelí” de Compañía Minera Titán S.R.L. Tesis Ing. Pontificia Universidad Católica del Perú., Lima - Perú. s. n. t. 91 p. <http://repositorio.pucp.edu.pe/handle/PUCP/1009>
- Minaya Villarreal, JA. 2019. Evaluación de Condiciones Geomecánicas y Viabilidad Técnica Según Metodología Numérica D. Nicholas para Selección del Método de Explotación en veta Delia, Mina Colquirrumi. Tesis Ing., Trujillo, Perú: Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo - Perú., s. n. t. 91 p. <http://repositorio.unt.edu.pe/handle/UNT/3566>
- Montiel, RN. 2014. Optimización del Diseño de Perforación Y Voladura Aplicando Cámaras de aire con el Explosivo Fortis Extra, Mina Paso Diablo, Carbores del Zulia S.A, Estado de Zulia. Caracas - Venezuela.
- Piérola Vera, D. 2017. “Optimización del plan de minado de cantera de caliza la unión distrito de baños del inca – Cajamarca” 2015., Tesis Ing. Universidad Nacional del Altiplano., Cajamarca - Perú., Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5634>
- Prado, RF. 1998. "Control de Operaciones Mineras". Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga., Ayacucho.
- Quispe Aguilar, A. 2013. Plan de Minado Subterráneo Aplicado en la Corporación Minera Ananea S.A. Universidad Nacional De Ingeniería, Lima - Perú
- Reyes Rivera, L. 1980. Geología de los Cuadrangulares de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba. Lima, Perú : Instituto Geologico, Minero y Metalurgico (INGEMET).
- RSHM, 2001. D.S. N° 046-2001-EM.- Aprueba Reglamento de Seguridad e Higiene Minera. (25.07.01). Lima.

- SENAMHI. 2018. "Boletín agroclimático anual". Dirección zonal 3. Cajamarca - La libertad. Cajamarca. Obtenido de <http://www.senamhi.gob.pe/main.php>
- Vargas Vergara, MA. 2014. Modelo de planificación minera de corto y mediano plazo incorporando restricciones operacionales y de mezcla. Universidad de Chile., Santiago de Chile. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/102670>
- Verastegui Leon, M. 2016. Evaluación de la Factibilidad Económica - Financiera del Proyecto Aurífero Minero "Las Alexas" ubicado en el distrito de Rio Grande, provincia de Condesuyos, región Arequipa. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). s. n. t. 137 p.
- Villanueva, MP., y Manrique, R. 2016. Optimización de la perforación y voladura para Mejorar la Profundización de la unidad San Cristóbal de la Compañía Minera Vulcan S.A.A. Tesis Ing., Huancayo - Perú. s. n. t. 128 p.
- Virrueta, J., Vélez, E., y Quispesivana, W. 1997. "Evaluación Geo-Económica Preliminar Mina Paredones - Cajamarca". S.M.R.L. Occidental, Cajamarca. s. n. t. 84 p.
- Yupanqui, MC. 2014. Señala que el valor actual neto (VAN), es la diferencia entre la sumatoria de todos los ingresos actualizadas menos la sumatoria de todos los costos actualizados . Puno: Universidad del Altiplano de Puno. s. n. t. 104 p. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4074>

ANEXOS

ANEXO A. DATOS DE COSTOS UNITARIOS

ANEXO B. DOCUMENTOS

ANEXO C. FOTOS

ANEXO D. PLANOS

Tabla 4. 17 Costo de la maquinaria y equipos para el proyecto.

Descripción	Cant.	P.U (US\$/Und)	Total (US\$)	
I. Máquinas para la perforación y voladura				
Perforadora neumática Jack leg RN-250X	4	4,512.28	18,049.12	
Perforadoras Seco S250 STOPER	2	3,048.71	6,097.42	
Comprensora XAS186DD 119-0HP 392CFM	2	35,165.39	70,330.78	
II. Máquinas y equipos para el transporte			0.00	
Locomotora de 7 t. – 600mm	1	60,950.00	60,950.00	
Bancos de batería mineras 140 V	2	11,921.00	23,842.00	
Cargador de batería	1	4,850.00	4,850.00	
Carros mineros Gramby 60 pies – 600mm	8	4,500.00	36,000.00	
Winche eléctrico de Izaje 45 KW	1	25,000.00	25,000.00	
Grupo electrógeno 100 KW (125 KVA)	1	20,000.00	20,000.00	
III. Máquinas, equipos para la ventilación mecánica			0.00	
Ventilador 10,000 CFM	2	5,000.00	10,000.00	
Electrobomba sumergible 4.4 KW (con arrancador directo)	1	5,000.00	5,000.00	
SUBTOTAL	25	179,947.38	280,119.32	
Descripción de EQUIPOS	Und.	Cantidad	P.U (US\$/Und)	Total (US\$)
Manga de ventilación 18"(tramo de 50 m)	m	8	290	2,320.0
Rollo malla electro soldada (20 m ²)	m ²	6	470	2,820.0
Pernos Split set de 5 pies (incluye placa)	ft	300	4.2	1,260.0
Tubería de agua de 2"	m	1200	1.76	2,112.0
Tubería de aire de 2"	m	1000	1.8	1,800.0
Tubería para bombeo de agua de 2"	m	500	1.5	750.0
Cable electrónico de 220 V	m	1000	0.75	750.0
Cable eléctrico para bombeo	m	800	0.75	600.0
Riel 45 libras	Pza.	980	80.34	78,732.00
Durmiente	Und.	5210	9.88	50,585.6
Eclipsa	Und.	2120	5.64	11,959.44
Pernos rieleros	Und.	3936	1.128	4,439.808
Clavos rielero	Und.	10000	2.260	22,598.87
Codos, adaptadores, pegamento, llaves.	-	-	-	250.0
Cáncamos, alcayatas, varios, aisladores	-	-	-	1050.0
SUBTOTAL	-	27060	870.008	182,027.72
TOTAL (\$)	-	27085	180,817.39	460,147.04

Los costos de las tablas anteriores son de equipos, materiales y herramientas utilizados en este proyecto de reapertura ascienden a US\$ 460,147.04. Los costos de madera para sostenimiento, rieles de acero y otros equipos, sistema de Izaje, están incluidos en los precios unitarios. En la siguiente Tabla 4.18.

Tabla 4. 18 Costo en rehabilitación de labores e infraestructura.

Trabajos previos	Cant.	Und.	P.U. (US\$)	Und.	Valor (US\$)
Rehabilitación de labores					
Sostenimiento de labores abandonadas	500	m	80.30	US\$/m	40,150.0
Infraestructura interior mina para el transporte					
Acceso al pique central	150	m	410.00	US\$/m	61,500.0
Cuadros para estación superior	120	m ²	40.20	\$/m ²	4,824.0
Cuadros para estación inferior	100	m ²	38.30	\$/m ²	3,830.0
Tendido de rieles en el nivel superior	235	m	27.33	\$/m	6,423.0
Tendido de rieles en el nivel inferior	500	m	27.33	\$/m	13,665.0
Sistema de Izaje					
Armado de plataforma para el winche		1	1,399.9	Unid.	3,400.0
Instalación y energizado de winche		-	-	-	2,000.0
Izaje de prueba		-	-	-	1,500.0
TOTAL (\$)					137,292.0

El costo de inversión para la rehabilitación de labores, además en infraestructura de transporte se estima en **US\$ 137,292.00**, además se detalla los costos unitarios para el desarrollo de acceso, preparación de labores como galerías, niveles, subniveles, chimeneas, embudos, piques (transporte vertical), locomotora y vagones (transporte horizontal).

Tabla 4. 19 Costos Unitarios de la Galería

GALERÍA – 2.10 m x 2.40 m.			
1. PARÁMETROS:			
1.1 Sección de labor	2.0 m x 2.4 m.	1.8 Eficiencia total	90.00 %
1.2 Tipo de roca	Roca dura	1.9 Avance/disparo	1.65 m
1.3 Longitud del barreno	6' = 1.828 m	1.10 Volumen roto	9.888 m ³
1.4 Sobre rotura	5.00%	1.11 densidad del mineral	3.0 TM/ m ³
1.5 N° tal. Disparados	30	1.12 Toneladas	29.665 TM
1.6 N.º taladros de alivio	3	1.13 Galería	250 m
1.7 N.º total de taladros	33	1.14 Tipo de cambio	3.96 S/. x 1 \$
Estas galerías deben contar con: cuneta 0.25 x 0.30 m, taladros de servicios (manga, agua-aire y energía) Instalación de riel. Tiene un área de sección de 5.993 m ²			

2. COSTOS DIRECTOS							
2.1 mano de obra							
a) Operarios	Jornal \$	RR.HH.	N° labores	Tareas	BB.SS.	\$/día	\$/m
Perforista	11.76	1	1	1	97.00%	23.17	
Ayudante perforista	10.30	1	1	1	97.00%	20.30	
Motorista	11.76	1	5	0.2	97.00%	4.63	
Compresorista	10.30	0	10	0	97.00%	00.00	
Ayudante motorista	10.30	1	5	0.2	97.00%	4.06	
Chofer de cargador	10.30	1	5	0.2	97.00%	4.06	
Chofer del carro min	10.30	1	5	0.2	97.00%	4.06	
Bodeguero	10.30	1	10	0.1	97.00%	2.03	
				2.9		62.31	37.76
a) Supervisión	Sueldo \$	RR.HH.	N.º labores	Tareas	BB.SS.	\$/tarea	\$/m
Ing. de Seguridad	1470.59	1	18	0.06	71.69%	4.90	
Ing. jefe de guardia	1276.47	1	9	0.12	71.69%	17.019	
Capataz	529.41	1	9	0.12	71.69%	7.058	
				0.30		28.9778	17.56
2.2 Perforación							
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	\$/m		
Máquina perforadora	Pies	90	0.104	9.36			
Barreno integral 5'	Pies	60	0.247	14.82			
Barreno integral 6'	Pies	30	0.268	8.03			
Manguera de jebe de 1"	m.	20	0.036	0.71			
Manguera de jebe de 1/2"	m.	20	0.048	0.96			
Aceite almo 529	gal.	0.25	9.035	2.26			
				36.14	22.06		
2.3 Voladura							
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	\$/m		
Dinamita Famesa 65%	Cart.	199	0.263	52.337			
Mecha ensamblada (carmex)	Pza.	30	0.455	13.65			
Mecha rápida	m.	15	0.291	4.365			
				70.352	42.638		
2.4 Herramientas							
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	\$/m		
Herramientas varias – costo/grda.	Total	1	2.46	1.23	0.75		
2.5 Campamento							
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	\$/m		
Camarote	Pza.	8	0.215	1.72			
Colchón	Pza.	8	0.197	1.576			
Frazadas y almohadas	Pza.	16	0.2489	3.98			
				7.276	4.41		
2.6 Alimentos							
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	\$/m		
Empleados	-	0.2	6.25	1.25			
Las 3 comidas diarias		11x3 = 33	1.2	39.6			
				40.85	24.757		

2.7 Servicios					
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	\$/m
Transporte de personal		11.00	0	0	
Camioneta		1	2.934	2.934	
				2.934	1.778
COSTO TOTAL DIRECTO					151.713
3. COSTOS INDIRECTOS					
3.1 Gastos generales				10%	15.171
3.2 Imprevistos				5%	7.585
3.3 Utilidades				15%	22.757
COSTO TOTAL INDIRECTO					45.513
4. COSTO TOTAL (directo + indirecto)				US\$/m	197.227

Tabla 4. 20 Costos Unitarios del crucero

CRUCERO – 2.0 m x 2.4 m.							
1. PARÁMETROS:							
1.1 Sección de labor	2.0 m x 2.4 m.		1.8 Eficiencia total	90.00 %			
1.2 Tipo de roca	Roca dura		1.9 Avance/disparo	1.65 m			
1.3 Longitud del barreno	6' = 1.828 m		1.10 Volumen roto	9.382 m ³			
1.4 Sobre rotura	5.00%		1.11 densidad del mineral	3.0 TM/ m ³			
1.5 N° tal. Disparados	29		1.12 Toneladas	28.15 TM			
1.6 N.º taladros de alivio	3		1.13 Crucero	600 m			
1.7 N.º total de taladros	32		1.14 Tipo de cambio	3.96 S/. x 1 \$			
Este crucero debe contar con: cuneta de 0.25 x 0.30 m, taladros de servicios (manga, agua-aire y energía) Instalación de riel. Con un área de la sección de 5.686 m ²							
2. COSTOS DIRECTOS							
2.1 mano de obra							
a) Operarios	Jornal \$	RR.HH.	Nº labores	Tareas	BB.SS.	\$/día	\$/m
Perforista	11.76	1	1	1	97.00%	23.17	
Ayudante perforista	10.30	1	1	1	97.00%	20.30	
Motorista	11.76	1	5	0.2	97.00%	4.63	
Compresorista	10.30	0	10	0	97.00%	00.00	
Ayudante motorista	10.30	1	5	0.2	97.00%	4.06	
Chofer de cargador	10.30	1	5	0.2	97.00%	4.06	
Chofer del carro min	10.30	1	5	0.2	97.00%	4.06	
Bodeguero	10.30	1	10	0.1	97.00%	2.03	
				2.9		62.31	37.76
b) Supervisión	Sueldo \$	RR.HH.	Nº labores	Tareas	BB.SS.	\$/tarea	\$/m
Ing. de Seguridad	1470.59	1	18	0.06	71.69%	4.90	
Ing. jefe de guardia	1276.47	1	9	0.12	71.69%	17.019	
Capataz	529.41	1	9	0.12	71.69%	7.058	
				0.30		28.9778	17.56

2.2 Perforación					
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	\$/m
Máquina perforadora	Pies	90	0.104	9.36	
Barreno integral 5'	Pies	60	0.247	14.82	
Barreno integral 6'	Pies	30	0.268	8.03	
Manguera de jebe de 1"	m.	20	0.036	0.71	
Manguera de jebe de 1/2"	m.	20	0.048	0.96	
Aceite almo 529	gln.	0.25	9.035	2.26	
				36.14	22.06
2.3 Voladura					
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	\$/m
Dinamita Famesa 65%	Cart.	191	0.263	50.233	
Mecha ensamblada (carmex)	Pza.	29	0.455	13.195	
Mecha rápida	m.	14	0.291	4.074	
				67.502	40.91
2.4 Herramientas					
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	\$/m
Herramientas varias – costo/grda.	Total	1	2.46	1.23	0.75
2.5 Campamento					
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	\$/m
Camarote	Pza.	8	0.215	1.72	
Colchón	Pza.	8	0.197	1.576	
Frazadas y almohadas	Pza.	16	0.2489	3.98	
				7.276	4.41
2.6 Alimentos					
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	\$/m
Empleados	-	0.2	6.25	1.25	
Las 3 comidas diarias		11x3 = 33	1.2	39.6	
				40.85	24.757
2.7 Servicios					
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	\$/m
Transporte de personal		11.00	0	0	
Camioneta		1	2.934	2.934	
				2.934	1.778
COSTO TOTAL DIRECTO					149.985
3. COSTOS INDIRECTOS					
3.1 Gastos generales				10%	14.998
3.2 Imprevistos				5%	7.499
3.3 Utilidades				15%	22.498
COSTO TOTAL INDIRECTO					44.995
4. COSTO TOTAL (directo + indirecto)				US\$/m	194.98

Tabla 4. 21 Costos Unitarios de Subnivel sobre veta

Subnivel – 1.50 m x 2.00 m.							
1. PARÁMETROS:							
1.1 Sección de labor	1.50 m x 2.00 m.	1.8 Eficiencia total	90.00 %				
1.2 Tipo de roca	Roca dura	1.9 Avance/disparo	1.65 m				
1.3 Longitud del barreno	6' = 1.828 m	1.10 Volumen roto	6.66 m ³				
1.4 Sobre rotura	5.00%	1.11 densidad del mineral	3.0 TM/ m ³				
1.5 N° tal. Disparados	23	1.12 Toneladas	19.993 TM				
1.6 N.º taladros de alivio	2	1.13 Subnivel	600 m				
1.7 N.º total de taladros	25	1.14 Tipo de cambio	3.96 S/. x 1 \$				
2. COSTOS DIRECTOS							
2.1 mano de obra							
a) Operarios							
	Jornal \$	RR.HH.	N.º labores	Tareas	BB.SS.	\$/día	\$/m
Perforista	11.76	1	1	1	97.00%	23.17	
Ayudante perforista	10.30	1	1	1	97.00%	20.30	
Motorista	11.76	1	5	0.2	97.00%	4.63	
Compresorista	10.30	0	10	0	97.00%	00.00	
Ayudante motorista	10.30	1	5	0.2	97.00%	4.06	
Chofer de cargador	10.30	1	5	0.2	97.00%	4.06	
Chofer del carro min	10.30	1	5	0.2	97.00%	4.06	
Bodeguero	10.30	1	10	0.1	97.00%	2.03	
				2.9		62.31	37.76
b) Supervisión							
	Sueldo \$	RR.HH.	N.º labores	Tareas	BB.SS.	\$/tarea	\$/m
Ing. de Seguridad	1470.59	1	18	0.06	71.69%	4.90	
Ing. jefe de guardia	1276.47	1	9	0.12	71.69%	17.019	
Capataz	529.41	1	9	0.12	71.69%	7.058	
				0.30		28.9778	17.56
2.2 Perforación							
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	\$/m		
Máquina perforadora	Pies	90	0.104	9.36			
Barreno integral 5'	Pies	60	0.247	14.82			
Barreno integral 6'	Pies	30	0.268	8.03			
Manguera de jebe de 1"	m.	20	0.036	0.71			
Manguera de jebe de 1/2"	m.	20	0.048	0.96			
Aceite almo 529	gal.	0.25	9.035	2.26			
				36.14			22.06
2.3 Voladura							
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	\$/m		
Dinamita Famesa 65%	Cart.	159	0.263	41.817			
Mecha ensamblada (carmex)	Pza.	20	0.455	9.100			
Mecha rápida	m.	12	0.291	3.492			
				54.409			32.98
2.4 Herramientas							
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	\$/m		
Herramientas varias – costo/grda.	Total	1	2.46	1.23			0.75

2.5 Campamento					
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	\$/m
Camarote	Pza.	8	0.215	1.72	
Colchón	Pza.	8	0.197	1.576	
Frazadas y almohadas	Pza.	16	0.2489	3.98	
				7.276	4.41
2.6 Alimentos					
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	\$/m
Empleados	-	0.2	6.25	1.25	
Las 3 comidas diarias		11x3 = 33	1.2	39.6	
				40.85	24.757
2.7 Servicios					
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	\$/m
Transporte de personal		11.00	0	0	
Camioneta		1	2.934	2.934	
				2.934	1.778
COSTO TOTAL DIRECTO					142.055
3. COSTOS INDIRECTOS					
3.1 Gastos generales				10%	14.21
3.2 Imprevistos				5%	7.103
3.3 Utilidades				15%	21.308
COSTO TOTAL INDIRECTO					42.6165
4. COSTO TOTAL (directo + indirecto)				US\$/m	184.672

Tabla 4. 22 Costos Unitarios de Chimenea

CHIMENEA – 1.50 m x 1.50 m.							
1. PARÁMETROS:							
1.1 Sección de labor	1.5 m x 1.5 m.	1.8 Eficiencia total	90.00 %				
1.2 Tipo de roca	Roca dura	1.9 Avance/disparo	1.65 m				
1.3 Longitud del barreno	6' = 1.828 m	1.10 Volumen roto	3.712 m ³				
1.4 Sobre rotura	5.00%	1.11 densidad del mineral	3.0 TM/ m ³				
1.5 N° tal. Disparados	16	1.12 Toneladas	11.138 TM				
1.6 N.º taladros de alivio	2	1.13 galería – crucero	250 m				
1.7 N.º total de taladros	18	1.14 Tipo de cambio	3.96 S/. x 1 \$				
Estas galerías deben contar con: cuneta 0.25 x 0.30 m, taladros de servicios (manga, agua-aire y energía) Instalación de riel. Tiene un área de sección de 5.993 m ²							
2. COSTOS DIRECTOS							
2.1 mano de obra							
a) Operarios	Jornal \$	RR.HH.	N.º labores	Tareas	BB.SS.	\$/día	\$/m
Perforista	11.76	1	1	1	97.00%	23.17	
Ayudante perforista	10.30	1	1	1	97.00%	20.30	
Motorista	11.76	1	5	0.2	97.00%	4.63	
Compresorista	10.30	0	10	0	97.00%	00.00	
Ayudante motorista	10.30	1	5	0.2	97.00%	4.06	
Chofer de cargador	10.30	1	5	0.2	97.00%	4.06	
Chofer del carro min	10.30	1	5	0.2	97.00%	4.06	
Bodeguero	10.30	1	10	0.1	97.00%	2.03	
				2.9		62.31	37.76

b) Supervisión	Sueldo \$	RR.HH.	N.º labores	Tareas	BB.SS.	\$/tarea	\$/m
Ing. de Seguridad	1470.59	1	18	0.06	71.69%	4.90	
Ing. jefe de guardia	1276.47	1	9	0.12	71.69%	17.019	
Capataz	529.41	1	9	0.12	71.69%	7.058	
				0.30		28.9778	17.56
2.2 Perforación							
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	\$/m		
Máquina perforadora	Pies	90	0.104	9.36			
Barreno integral 5'	Pies	60	0.247	14.82			
Barreno integral 6'	Pies	30	0.268	8.03			
Manguera de jebe de 1"	m.	20	0.036	0.71			
Manguera de jebe de 1/2"	m.	20	0.048	0.96			
Aceite almo 529	gln.	0.25	9.035	2.26			
						36.14	22.06
2.3 Voladura							
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	\$/m		
Dinamita Famesa 65%	Cart.	96	0.263	25.248			
Mecha ensamblada (carmex)	Pza.	18	0.455	8.19			
Mecha rápida	m.	9	0.291	2.619			
						36.057	21.853
2.4 Herramientas							
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	\$/m		
Herramientas varias – costo/grda.	Total	1	2.46	1.23	0.75		
2.5 Campamento							
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	\$/m		
Camarote	Pza.	8	0.215	1.72			
Colchón	Pza.	8	0.197	1.576			
Frazadas y almohadas	Pza.	16	0.2489	3.98			
						7.276	4.41
2.6 Alimentos							
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	\$/m		
Empleados	-	0.2	6.25	1.25			
Las 3 comidas diarias		11x3 = 33	1.2	39.6			
						40.85	24.757
2.7 Servicios							
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	\$/m		
Transporte de personal		11.00	0	0			
Camioneta		1	2.934	2.934			
						2.934	1.778
COSTO TOTAL DIRECTO							130.928
3. COSTOS INDIRECTOS							
3.1 Gastos generales						10%	13.093
3.2 Imprevistos						5%	6.546
3.3 Utilidades						15%	19.639
COSTO TOTAL INDIRECTO							39.2784
4. COSTO TOTAL (directo + indirecto)						US\$/m	170.206

Tabla 4. 23 Costos Unitario de la construcción de embudos.

Embudos – 1.0 m x 1.0 m.							
1. PARÁMETROS:							
1.1 Sección de labor	1.0 m x 1.0 m.	1.8 Eficiencia total			90.00 %		
1.2 Tipo de roca	Roca dura	1.9 Avance/disparo			1.65 m		
1.3 Longitud del barreno	6' = 1.828 m	1.10 Volumen roto			1.00 m ³		
1.4 Sobre rotura	5.00%	1.11 densidad del mineral			3.0 TM/ m ³		
1.5 N° tal. Disparados	9	1.12 Toneladas			3.00 TM		
1.6 N.º taladros de alivio	2	1.13 Tolvas americanas			50 m		
1.7 N.º total de taladros	11	1.14 Tipo de cambio			3.54 S/. x 1 \$		
2. COSTOS DIRECTOS							
2.1 mano de obra							
a) Operarios	Jornal \$	RR.HH.	N° labores	Tareas	BB.SS.	\$/día	\$/m
Perforista	11.76	1	1	1	97.00%	23.17	
Ayudante perforista	10.30	1	1	1	97.00%	20.30	
Motorista	11.76	1	5	0.2	97.00%	4.63	
Compresorista	10.30	0	10	0	97.00%	00.00	
Ayudante motorista	10.30	1	5	0.2	97.00%	4.06	
Chofer de cargador	10.30	1	5	0.2	97.00%	4.06	
Chofer del carro min	10.30	1	5	0.2	97.00%	4.06	
Bodeguero	10.30	1	10	0.1	97.00%	2.03	
				2.9		62.31	37.76
Supervisión	Sueldo \$	RR.HH.	N° labores	Tareas	BB.SS.	\$/tarea	\$/m
Ing. de Seguridad	1470.59	1	18	0.06	71.69%	4.90	
Ing. jefe de guardia	1276.47	1	9	0.12	71.69%	17.019	
Capataz	529.41	1	9	0.12	71.69%	7.058	
				0.30		28.9778	17.56
2.2 Perforación							
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	\$/m		
Máquina perforadora	Pies	90	0.104	9.36			
Barreno integral 5'	Pies	60	0.247	14.82			
Barreno integral 6'	Pies	30	0.268	8.03			
Manguera de jebe de 1"	m.	20	0.036	0.71			
Manguera de jebe de 1/2"	m.	20	0.048	0.96			
Aceite almo 529	gln.	0.25	9.035	2.26			
						36.14	22.06
2.3 Voladura							
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	\$/m		
Dinamita Famesa 65%	Cart.	72	0.263	18.936			
Mecha ensamblada (carmex)	Pza.	10	0.455	4.55			
Mecha rápida	m.	5	0.291	1.455			
						24.941	15.115
2.4 Herramientas							
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	\$/m		
Herramientas varias – costo/grda.	Total	1	2.46	1.23		0.75	

2.5 Campamento					
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	\$/m
Camarote	Pza.	8	0.215	1.72	
Colchón	Pza.	8	0.197	1.576	
Frazadas y almohadas	Pza.	16	0.2489	3.98	
				7.276	4.41
2.6 Alimentos					
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	\$/m
Empleados	-	0.2	6.25	1.25	
Las 3 comidas diarias		8x3 = 24	1.2	28.8	
				30.05	18.212
2.7 Servicios					
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	\$/m
Transporte de personal		11.00	0	0	
Camioneta		1	2.934	2.934	
				2.934	1.778
COSTO TOTAL DIRECTO					117.645
3. COSTOS INDIRECTOS					
3.1 Gastos generales				10%	11.76
3.2 Imprevistos				5%	5.88
3.3 Utilidades				15%	17.64
COSTO TOTAL INDIRECTO					35.28
4. COSTO TOTAL (directo + indirecto)				US\$/m	152.925

Tabla 4. 24 Costos del transporte del mineral en locomotora sobre rieles

LOCOMOTORA SOBRE RIELES							
1. PARÁMETROS:							
1.1 Partida				Acarreo de Mineral			
1.2 Equipo				Locomotora carros/vagones			
1.3 Número de Carros				8			
1.4 Capacidad de carro				1 t/u			
1.5 Capacidad Total				8 t			
1.6 Tonelaje turno				65 t/turno ≈ 65 TM			
2. COSTOS DIRECTOS							
2.1 mano de obra							
a) Operarios	Jornal \$	RR.HH.	N.º labores	Tareas	BB.SS.	\$/tarea	\$/m
Motorista	11.76	1	2	0.5	97.00%	11.58	
Ayudante motorista	10.30	1	2	0.5	97.00%	10.15	
Bodeguero	10.30	1	10	0.1	97.00%	2.03	
				1.10		23.80	23.80
b) Supervisión	Sueldo \$	RR.HH.	N.º labores	Tareas	BB.SS.	\$/tarea	\$/m
Ing. jefe de guardia	1176.47	1	9	0.11	71.69%	6.52	
Capataz	529.41	1	9	0.11	71.69%	3.33	
				0.28		9.85	9.85

2.2 Implementos					
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	\$/m
Implemento personal	Pza.	2	0.63	1.26	
Lampara de batería	Pza.	2	1.58	3.16	
Cargador de lámpara	Pza.	2	0.50	1.00	
				5.42	5.42
2.3 Energía eléctrica					
	Und.	Cantidad	\$/KW-h	\$	\$/m
Consumo del grupo electrog.	KW-h	20.60	0.22	4.532	
				4.532	4.532
2.4 Mantenimiento					
	Und.	Cantidad	P. U. \$	\$	\$/m
Monto preventivo	%	2	30 000.0	0.96	
				0.96	0.96
Total, costos directos					44.562
3. Costos indirectos					
3.1 Gastos Generales				10 %	4.456
3.2 Imprevistos				5%	2.228
3.3 Utilidad				15%	6.684
Total, Costos Indirectos					13.369
COSTO TOTAL (directo + indirecto)				US\$/m	57.9306
COSTO POR TONELADA METRICA				US\$/TM	0.4634

Tabla 4. 25 Costos de Izaje del mineral pique central.

IZAJE DE MINERAL							
1. PARÁMETROS:							
1.1 Partida	Izaje de mineral con winche eléctrico						
1.2 Equipo	Winche Eléctrico						
1.3 Distancia pique total	135 m						
1.4 Recorrido	Desde la estación del Nv. 6 hasta el Nv. 5.						
1.5 Capacidad de Izaje	1.80 t/día						
1.6 Tonelaje turno	25 t/turno						
1.7 Tonelaje diario	50 t/día						
2. COSTOS DIRECTOS							
2.1 mano de obra							
a) Operarios	Jornal \$	RR.HH.	N.º labores	Tareas	BB.SS.	\$/tarea	Total
Operador Winche	11.76	1	2	0.5	97.00%	11.58	
Timbrero	10.30	1	2	0.5	97.00%	10.15	
Ayudante Timbrero	10.30	1	10	0.1	97.00%	2.03	
				1.10		23.80	23.80
b) Supervisión	Sueldo \$	RR. HH.	N.º labores	Tareas	BB.SS.	\$/tarea	Total
Ing. jefe de guardia	1176.47	1	9	0.11	71.69%	6.52	
Capataz	529.41	1	9	0.11	71.69%	3.33	
				0.28		15.1	15.1

2.3 Implementos					
	Und.	Cantidad	\$/Und.	\$	Total
Implemento personal	Pza.	5	0.63	3.15	
Lampara de batería	Pza.	5	1.58	7.90	
Cargador de lámpara	Pza.	5	0.50	2.50	
				13.55	13.55
2.3 Energía eléctrica					
	Und.	Cantidad	\$/KW-h	\$	Total
Consumo del grupo electrog.	KW-h	225.00	0.101	22.75	
				22.75	22.75
2.4 Mantenimiento					
	Und.	Cantidad	P. U. \$	\$	Total
Monto preventivo	%	2	23 000.0	0.74	
				0.74	0.74
Total, costos directos					75.94
4. Costos indirectos					
3.1 Gastos Generales				10 %	7.594
3.2 Imprevistos				5%	3.797
3.3 Utilidad				15%	11.391
Total, Costos Indirectos					22.782
COSTO TOTAL (directo + indirecto)				US\$/m	98.72
TONELAJE DIARIO = 130 t				US\$/t	0.759

Tabla 4. 26 Sueldos de empleados mina requeridos para el proyecto.

Administración/supervisión	Sueldo (US\$)	Cant.	Mes	BB. SS	Importe mensual (US\$)
Gerente de operaciones	2,401.130	1	1	5.97%	2,544.48
Jefe de mina	1,836.158	1	1	5.97%	1,945.78
Jefe de seguridad	1,468.927	1	1	5.97%	1,556.62
Jefe de guardia	1,412.429	1	1	5.97%	1,496.75
Jefe de geología	1,836.158	1	1	5.97%	1,945.78
Subtotal		5		–	9,489.26
Obreros	Jornal	Cant.	Días	BB.SS.	Importe mensual (US\$)
Perforista	16.949	6	30	8.10%	3,297.94
Ayudante de perforista	15.537	6	30	8.10%	3,023.19
Obrero	12.712	12	30	8.10%	4,947.00
Locomotorista	16.949	6	30	8.10%	3,297.94
Ayudante de Locomotorista	15.537	6	30	8.10%	3,023.19
Bodeguero almacenero	12.712	2	30	8.10%	824.50
Chofer	16.949	2	30	8.10%	1,099.31
Subtotal		40			19,513.07

Técnicos	Jornal	Cant.	Días	BB.SS.	Importe mensual (US\$)
Mecánico electricista	16.949	1	30	8.10%	549.66
Maestro minero	15.537	1	30	8.10%	503.86
Ayudante minero	14.124	2	30	8.10%	916.08
Cargador	14.124	1	30	8.10%	458.04
Disparador de voladura	14.124	2	30	8.10%	916.08
Subtotal		7			3,343.73
Total		52			32,346.05

El personal requerido para la reapertura de este proyecto es de 52 personas, los cuales cumplirán con la ejecución de cada operación en el tiempo previsto, con todos los estándares estipulados en este proyecto, cumpliendo con los estándares de seguridad, para esto se tiene a un ingeniero de seguridad por guardia, además los jefes de guardia estarán capacitados para dar cumplimiento la Norma de seguridad estipulada en el reglamento general de seguridad

Tabla 4. 27 Lista de implementos de seguridad para el proyecto.

EPP	Precio (US\$)	Vida Útil (Disparo)	Unidad/disp.	US\$/turno
Botas de Jebe	17.58	90	Par/disp.	0.200
Lentes de seguridad	6.00	60	Pza./disp.	0.100
Casco minero sombrero	13.64	360	Pza./disp.	0.040
Barbiquejo	1.52	360	Pza./disp.	0.004
Respirador media cara 3M	10.24	180	Pza./disp.	0.057
Filtros 3M	6.03	20	Par/disp.	0.301
Correa para lampara	6.06	360	Pza./disp.	0.017
Tapón de oídos	0.41	60	Par/disp.	0.007
Mameluco Jean	18.18	180	Pza./disp.	0.104
Lampara minera	45.40	360	Pza./disp.	0.126
Casa de Jebe	13,64	100	Pza./disp.	0.136
Pantalón de Jebe	13.64	100	Pza./disp.	0,136
Guantes Neoprene	7.06	90	Par/disp.	0.078
Subtotal	145.76			1.306
Total	7,579.52		X 52	67.912

Tabla 4. 28 Análisis de los costos unitarios de perforación y voladura.

COSTOS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA					
Tipo de roca	Dura				
Nº de taladros por guardia	33 tal				
Longitud de barreno	1.65 m				
Eficiencia de perforación	95%				
Eficiencia de voladura	90%				
Tonelada rota por disparo	28.512 Tm				
T. C.	1US\$ = 3.96 S/.				
I. COSTO DE PERFORACIÓN Y VOLADURA					
A. Mano de obra por frente de trabajo					
Obreros	Horas	Tareas	Jornal \$/hora	BB.SS.	Costo US\$/Tm
Perforista	12	1.00	3.65	8.10%	1.661
Ayudante Perforista	12	1.00	3.00	8.10%	1.365
Jefe de guardia	2	1.00	4.90	8.10%	0.372
Capataz	2	1.00	4.15	8.10%	0.315
Total, Mano De Obra + BB. SS.					3.712
II. MATERIALES DE PERFORACIÓN					
Aceros	Cantidad	Precio	V.U	P.P	Costo US\$/Tm
Barra cónica de 5 pies	1.00	65.00	900.00	60.00	0.152
Barra cónica de 6 pies	1.00	90.50	820.00	50.00	0.194
Broca de 38 mm	1.00	22.00	300.00	60.00	0.154
Broca de 36 mm	1.00	21.00	280.00	50.00	0.132
Total, Material De Perforación					0.631
Mangueras y Accesorios	Unidad	Cantidad	Precio US\$	V. Útil	Costo us\$/Tm
Manguera de 1/2"	m	60.00	2.50	400.00	0.013
Manguera de 1"	m	60.00	3.50	400.00	0.027
Aceite de perforación	gal.	0.50	14.50	1.00	0.254
Total de manguera y Accesorios					0.295
III. IMPLEMENTO DE SEGURIDAD					
Descripción	Unidad	Cantidad	Incidencia	Cost. x disp.	Costo US\$/Tm
Implemento personal perforación	Pza.	2.00	1.00	2.00	0.140
Implemento personal auxiliar	Pza.	2.00	2.00	1.50	0.210
Total de implemento de seguridad					0.350
IV. HERRAMIENTAS Y OTROS MATERIALES					
Materiales	Unidad	cantidad	Precio US\$	V. Útil	Costo US\$/Tm
Lampas y picos mineros	Pza.	2.00	6.20	280.00	0.004656
Llave Stylson	Pza.	1.00	10.00	180.00	0.001948
Barretillas	Pza.	2.00	12.00	180.00	0.003079
Punzón de cobre	Pza.	1.00	5.80	180.00	0.001130
Cargador neumático	Pza.	1.00	40.00	260.00	0.005396
Guiadores de perforación	Pza.	1.00	1.80	30.00	0.002104
Atacadores de madera	Pza.	1.00	1.50	30.00	0.001754
Total de herramientas					0.020067

V. EQUIPOS					
Equipos	Unidad	cantidad	Precio US\$	V. Útil	Costo US\$/Tm
Perforadora Jack leg	PP	1.00	2,500.00	50000,00	0.0018
Comprensora	Hr	1.00			0.23
Total de Equipos					0.2318
VI. MATERIALES DE VOLADURA					
Explosivos	Unidad	Taladros	Cantidad	Precio \$	Costo US\$/Tm
Dinamita Famesa 7/8" x 8" 65%	cartuchos	20.00	120.00	51.60	2.956
Mecha de seguridad	m	20.00	42.00	23.97	1.199
Fulminante común N° 08	Und.	20.00	20.00	9.60	0.673
Total de explosivos					4.828
Subtotal perforación y voladura por 1TM.					10.0828

Tabla 4. 29 Análisis de los costos unitarios de limpieza y extracción.

COSTO DE LIMPIEZA Y EXTRACCIÓN					
I. MANO DE OBRA					
Obreros	Horas	Tareas	Jornal \$/hora	BB.SS.	Costo US\$/Tm
Peón	12.00	2.00	4.85	8.10%	4.411
Jefe de guardia	2.00	1.00	4.90	8.10%	0.372
Capataz	2.00	1.00	4.15	8.10%	0.315
Total, Mano De Obra + BB. SS.					5.098
II. IMPLEMENTO DE SEGURIDAD					
Descripción	Unidad	Cantidad	Incidencia	Cost. x disp.	Costo US\$/Tm
Implemento personal obrero	Pza.	4.00	1.00	1.50	0.210
Implemento personal superv.	Pza.	2.00	1.00	1.50	0.105
Total de implemento de seguridad					0.315
III. HERRAMIENTAS Y OTROS MATERIALES					
Materiales	Unidad	cantidad	Precio US\$	V. Útil	Costo US\$/Tm
Lampas	Pza.	1.00	6.20	140.00	0.001600
Picos	Pza.	1.00	6.20	140.00	0.003056
Llave Stylson 14"	Pza.	1.00	10.00	180.00	0.001948
Barretillas 4 pies	Pza.	2.00	12.00	180.00	0.003079
Comba de 6 lb	Pza.	2.00	15.00	160.00	0.00658
Total de herramientas					0.0162
IV. EQUIPOS					
Equipos	Unidad	cantidad	Precio US\$	V. Útil	Costo US\$/Tm
Carro minero	Hr	8.00	1,500.00	30000,00	0.014
Locomotoras	Hr	1.00	60,950.00	30000.00	0.271
Total de Equipos					0.2850
Sub total limpieza y extracción					5.7142

Tabla 4. 30 Análisis de los gastos generales mina

MANO DE OBRA					
I. JORNAL: De Mano De Obreros					
Obreros	Horas	Tareas	Jornal \$/hora	BB.SS.	Costo US\$/Tm
Almacenero	3.00	1.00	4.20	8.10%	0.4777146
Mecánico	3.00	1.00	4.90	8.10%	0.5573338
Chofer	3.00	1.00	4.15	8.10%	0.4720276
Cocinero	3.00	1.00	3.25	8.10%	0.3696601
Polvorín	4.00	1.00	3.00	8.10%	0.4549663
Apoyo	4.00	1.00	3.00	8.10%	0.4549663
Total, Mano De Obra + BB. SS.					2.78666877
II. SUELDO: funcionarios y empleados					
Obreros	Horas	Tareas	Jornal \$/hora	BB.SS.	Costo US\$/Tm
Residente	1.00	1.00	10.20	8.10%	0.3867214
Operaciones	2.00	1.00	9.40	8.10%	0.7127806
Geología	2.00	1.00	7.20	8.10%	0.5459596
Administrador	2.00	1.00	5.50	8.10%	0.4170525
Total, Mano De Obra + BB. SS.					2.06251403
MATERIALEA, BIENES Y SERVICIOS					
I. Materiales, bienes y servicios.					
Descripción					Costo US\$/Tm
Implementos de seguridad					0.848
Mantenimiento de carreteras					0.650
Subvención de alimentos					0.834
Materiales de oficina					0.460
Derechos mineros					0.520
Otros					0.325
Total, Materiales, bienes y servicios.					3.632
GASTOS GENERALES MINA					8.482

ANEXO B. DOCUMENTOS

Cotización promedio de principales metales

Metal	Set. 2021	Variación % respecto de:		
		Ago. 21	Ene. 21	Set. 20
Cobre (cUS\$/lb)	422.93	-0.4%	17.0%	38.9%
Oro (US\$/ozt)	1,780.95	-0.2%	-4.7%	-7.4%
Zinc (cUS\$/lb)	137.98	1.8%	12.3%	24.1%
Plata (US\$/ozt)	23.31	-2.9%	-10.2%	-10.0%
Plomo (cUS\$/lb)	102.39	-7.1%	12.0%	20.0%
Hierro (US\$/TM)	119.65	-24.9%	-28.8%	-3.5%

Fuente: LME, TSI, London Fix. Fecha de consulta: 19 de octubre de 2021

B.1. Documentos tomados de Banco Minero del Perú

BANCO MINERO DEL PERU
PLANTA "MICHICULLAY"
CAJAMARCA

MEMORANDUM No. 66

DE : ING. CESAR RIOFRIO NÚÑEZ, -Superintendente Planta Michiquillay
A : SECCION TECNICA MINAS, -Sucursal Cajamarca.
ASUNTO : ENVIO DE DOCUMENTOS
FECHA : MICHICULLAY, 26 DE MAYO DE 1,984.

Adjunto a la presente, encontrará Ud. los siguientes documentos:

- 1.- Copia de Informe de Tratamiento del Lote : Mi-01-84 -Mina Occidental 5.
- 2.- Por intermedio del Sr. CESAR TORAN , envíe original y copia del Reporte de Ensayes , de nuestro Laboratorio Químico , correspondiente al muestreo de la nueva Acumulación de los minerales procedentes de la Mina Occidental 5 , mineral fresco.

Atentamente,

BANCO MINERO DEL PERU
PLANTA MICHICULLAY
CAJAMARCA
[Firma]
Ingo Cesar Riofrío Nuñez
SUPERINTENDENTE



B.2. Valorización del concentrado de Zinc.

VALORIZACION DEL CONCENTRADO DE ZN			
COTIZACION AL 28/III/90.			
Zn o/lb		Ag. o/oz	
57.11		409	
LEYES DE CONCENTRADO			
Zn	Ag. oz	Radio	
47.58	9.610	3.050	
As%	Sb%	Fe%	Hg PPM
0.680	0.060	8.260	48.000
			US \$/T.M.
X PAGOS :			
Zn	: 47.58% x 95% (D.M. 8)	=	39.580
	39.58% x 22.046 x 57.11/100	=	498.33
Ag	:(9.610-3) Oz x 70%	=	4.627
	4.627 Oz x 409.00/100	=	<u>18.92</u>
			517.25
X DEDUCCIONES :			
Maquila			298.00
Precio Zn (US\$)	1400.00		
Precio actual Zn	<u>1547.96</u>		
Diferencia	\$ 0.16 x 147.96		23.67
Penalizaciones US \$/TM :			
As%:	(0.680-0.1)% x \$1.00/0.1% =		5.80
Sb%:	(0.210-0.1)% x \$1.00/0.1% =		0.00
Fe%:	(8.260-8.0)% x \$1.50/1.0% =		0.39
Hg PPM:	(48.000-50) PPM x \$2.50/40 PPM =		0.00
SiO ₂ :	(0.000-3.0)% x \$1.00/1.0% =		0.00
			<u>327.86</u>
			<u>327.86</u>
			189.39

B.3. Valorización del concentrado de Pb - Ag.

VALORIZACION DEL CONCENTRADO DE Pb- Ag (CALIDAD: A)

COTIZACION AL 28/II/90.

Pb c/lb	Agg/oz	Au. g/oz	US\$/L.b.
26.94	409.00	382.00	1.635776

LEYES DE CONCENTRADO

Pb%	Ag.oz	Au.oz	Radio
59.460 ✓	51.760 ✓	0.000	18.560 ✓
As%	Sb%	Bi%	Hg PPM
0.670	0.210	0.037	43.000

* PAGOS:

✓ Pb. : 59.460% x 95% (D.H. 3 unid)	= 56.460	
56.460 x 22.046 x (26.94 - 3.5) / 100		291.76
✓ Ag. : 51.760 Oz x 95% (D.M. 1.608 unid)	= 49.172	
49.172 Oz x (409 - 35) / 100	=	193.90
Au. : 0.000 Oz x 95% (D.M. 0.048 unid)	= 0.000	
0.000 Oz x (382.00 - 10)	=	0.00
		<u>475.66</u>

* DEDUCCIONES :

Maquila		210.00	
Base Pb (L.B.)	350.00		
Precio actual Pb	<u>469.80</u>		
Diferencia:	0.25 x 119.80	29.95	
Penalizaciones US\$/TM.			
As % : (0.670 - 0.2) % x \$3.50 / 0.1% =		16.45	
Sb % : (0.210 - 0.2) % x \$2.50 / 0.1% =		0.25	
Bi % : (0.037 - 0.01) % x \$2.00 / 0.1% =		5.40	
Hg PPM : (43.000 - 50) PPM x \$3.00 / 10 PPM		0.00	
		<u>262.05</u>	262.05
Valor Total Pb			<u>213.61</u>

B.4. Valorización del concentrado de Zinc.

BANCO MINERO DEL PERÚ
 PLANTA "MICHQUILLAY"
 CAJAMARCA

INFORME DE TRATAMIENTO

Mina : Occidental
 Lote : Mi - 01 - 84
 Prop. : S. M. R. L. Occidental 5 - Cajamarca.
 Comienzo : El Miercoles 16 de Mayo de 1, 984.
 Terminó : El Viernes 25 de Mayo de 1,984.

Reservas de mineral: una notable e intensos trabajos de exploración se estima una cierta cantidad de 331,744.00 TM con leyes promedios de 1.9 Oz Ag, 2.3 % Pb, 11.9 %Zn de mineral que se presenta a continuación.

MINERAL	TM	LEY Ag Oz	LEY %Pb	LEY %Zn	Pot.
En tajo	49,263	1.3	1.8	10.6	-
Probado	223,786.00	2.0	2.3	12.5	1.98m
Probable	47,673.00	1.80	2.1	1.42	1.42m
Prospectivo	11,022.00	3.2	3.2	9.1	1.24m
Total	331,744.00	1.9	2.3	11.9	1.55m

Concentrado de mineral: Se han obtenido tres productos concentrados de plata, plomo y zinc Obteniendo los resultados:

Leyes concentrado

Zinc %	Ag. Oz	Pb %	Ratio
47.58 ✓	51.750 ✓	59.56 ✓	18.560

Recuperación del mineral en Planta

Zinc	Ag.	Pb
95.00 %	95.00 %	95.00% ✓

BANCO MINERO DEL PERU
 PLANTA MICHQUILLAY
 CAJAMARCA
 Ingo Cesar Riquelme Nuñez
 SUPERINTENDENTE

ANEXO C. FOTOS



Foto 4.2 Nivel 01 veta el Murciélago
Murciélago Nivel N° 01



Foto 4.1 Reconocimiento de la veta el



Foto 4.3 Nivel N° 05, Labor que necesita sostenimiento.

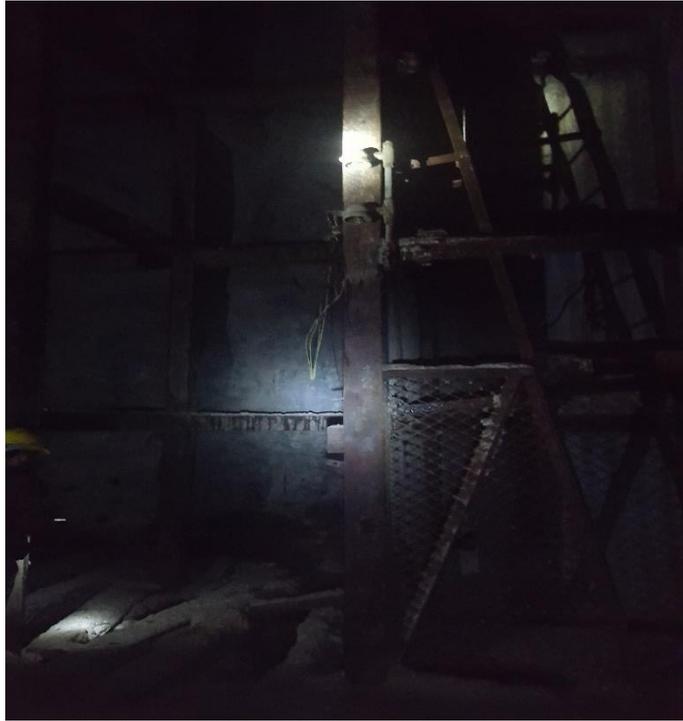


Foto 4.4 Pique central, en el nivel N° 05



Foto 4.5 Polvorín del nivel N° 05

ANEXO D. PLANOS

Plano 01 Ubicación de la mina Paredones.

Plano 02 Concesión que abarca mina Paredones.

Plano 03 Geológico.

Plano 04 Geomorfológico.

Plano 05 Sección Geológica.

Plano 06 Distribución de labores.

Plano 07 Sección longitudinal de la veta murciélagos.



Universidad Nacional de Cajamarca
Norte de la Universidad Peruana



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

La que suscribe, Directora de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca certifica la originalidad de la tesis “PROPUESTA DEL PLANEAMIENTO DE MINADO SUBTERRÁNEO PARA LA REACTIVACIÓN DE LA MINA PAREDONES, SAN PABLO, CAJAMARCA-2019”, elaborada por el bachiller en Ingeniería de Minas MANUEL GALLARDO NOVOA, de acuerdo al análisis realizado por el asesor MCs. Ing. Roberto Severino Gonzales Yana, con el software antiplagio Urkund que reporta 9 % de índice de similitud y le asigna el código 133586763.

La Unidad de Investigación expide el presente, para los fines convenientes.

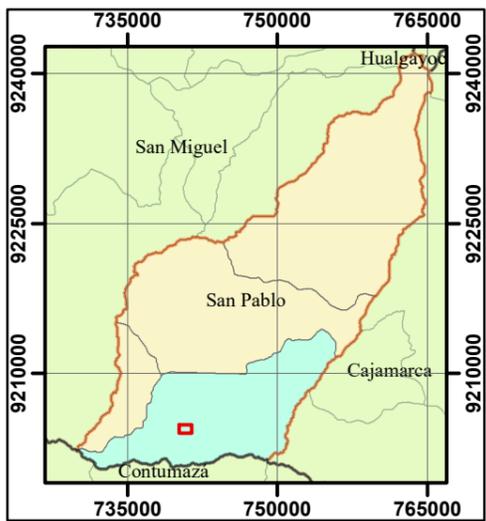
Cajamarca, 19 de Abril del 2022

Dra. Rosa Haydee Llique Mondragón
DIRECTORA UNIDAD INVESTIGACIÓN FI

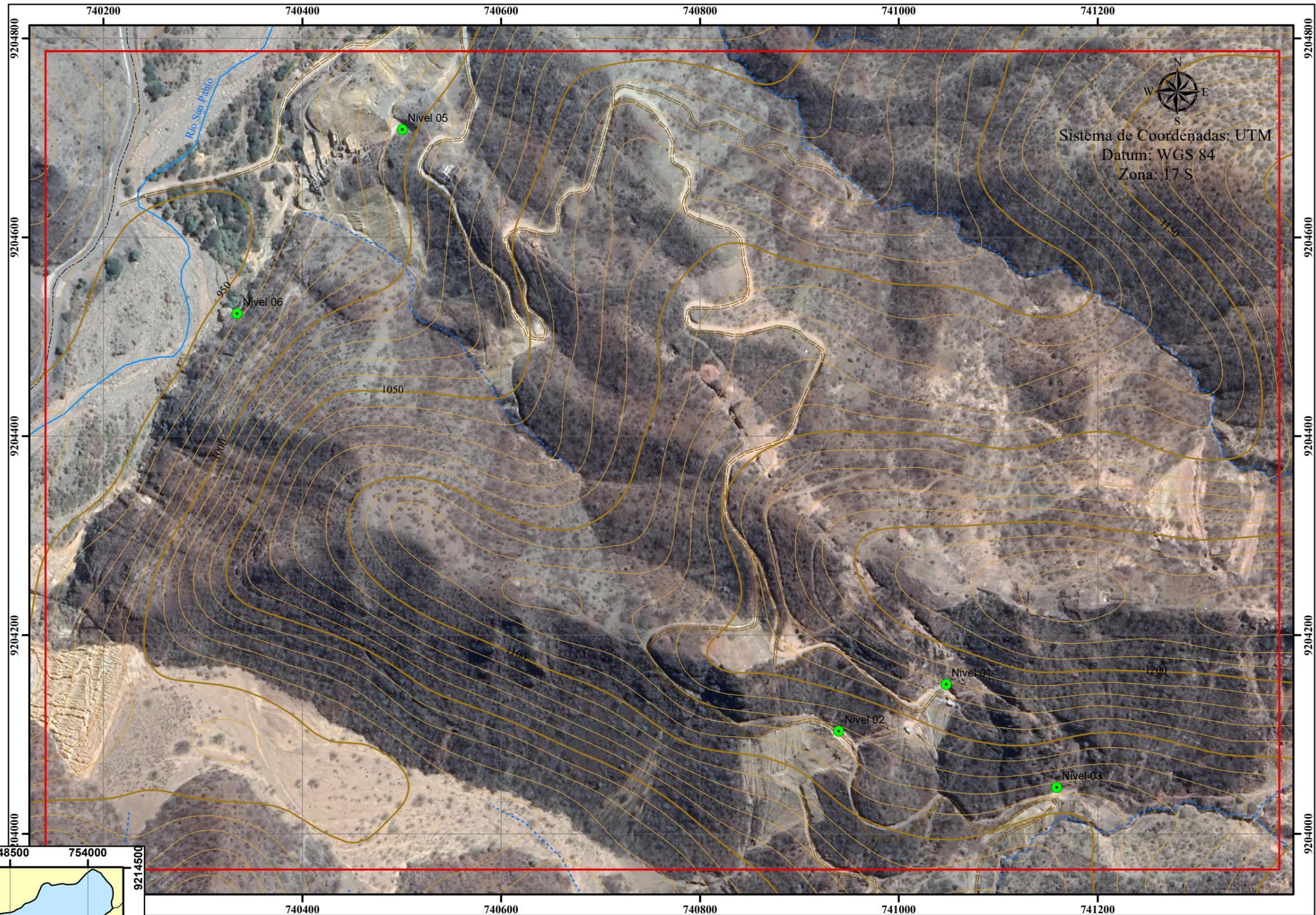
Límite Departamental



Límite Provincial



Límite Distrital

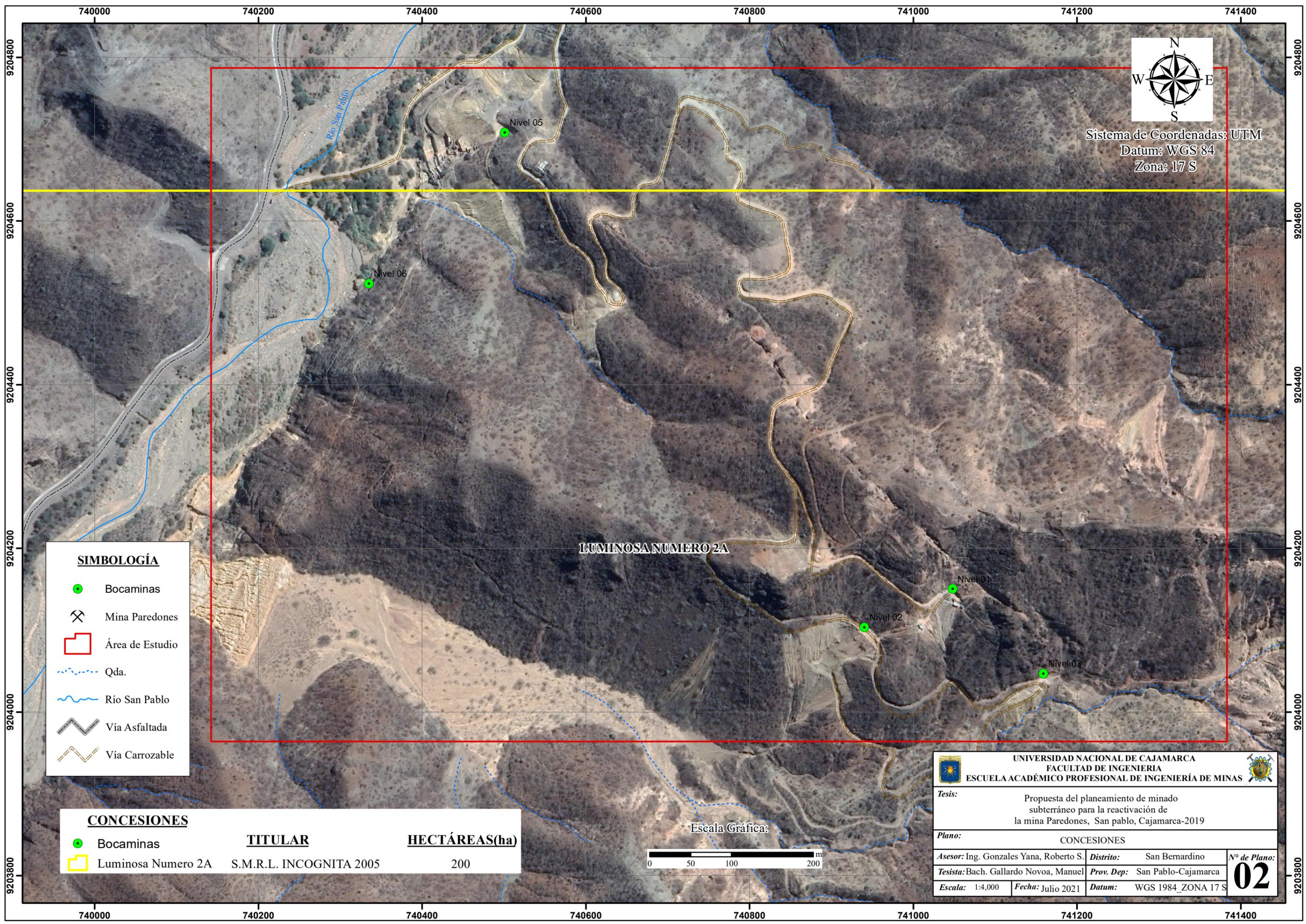


Sistema de Coordenadas: UTM
Datum: WGS 84
Zona: 17 S

SIMBOLOGÍA

- Bocaminas
- Área de Estudio
- Curvas de Nivel(50m)
- Mina Paredones
- Qda.
- Río San Pablo
- Vía Asfaltada
- Vía Carrozable

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS	
Tesis: Propuesta del planeamiento de minado subterráneo para la reactivación de la mina Paredones, San pablo, Cajamarca-2019	
Plano: UBICACIÓN	
Asesor: Ing. Gonzales Yana, Roberto S.	Distrito: San Bernardino
Tesista: Bach. Gallardo Novoa, Manuel	Prov. Dep: San Pablo-Cajamarca
Escala: 1:4.000	Fecha: Julio 2021
Datum: WGS 1984_ZONA 17 S	
01	



Sistema de Coordenadas: UTM
 Datum: WGS 84
 Zona: 17 S

SIMBOLOGÍA

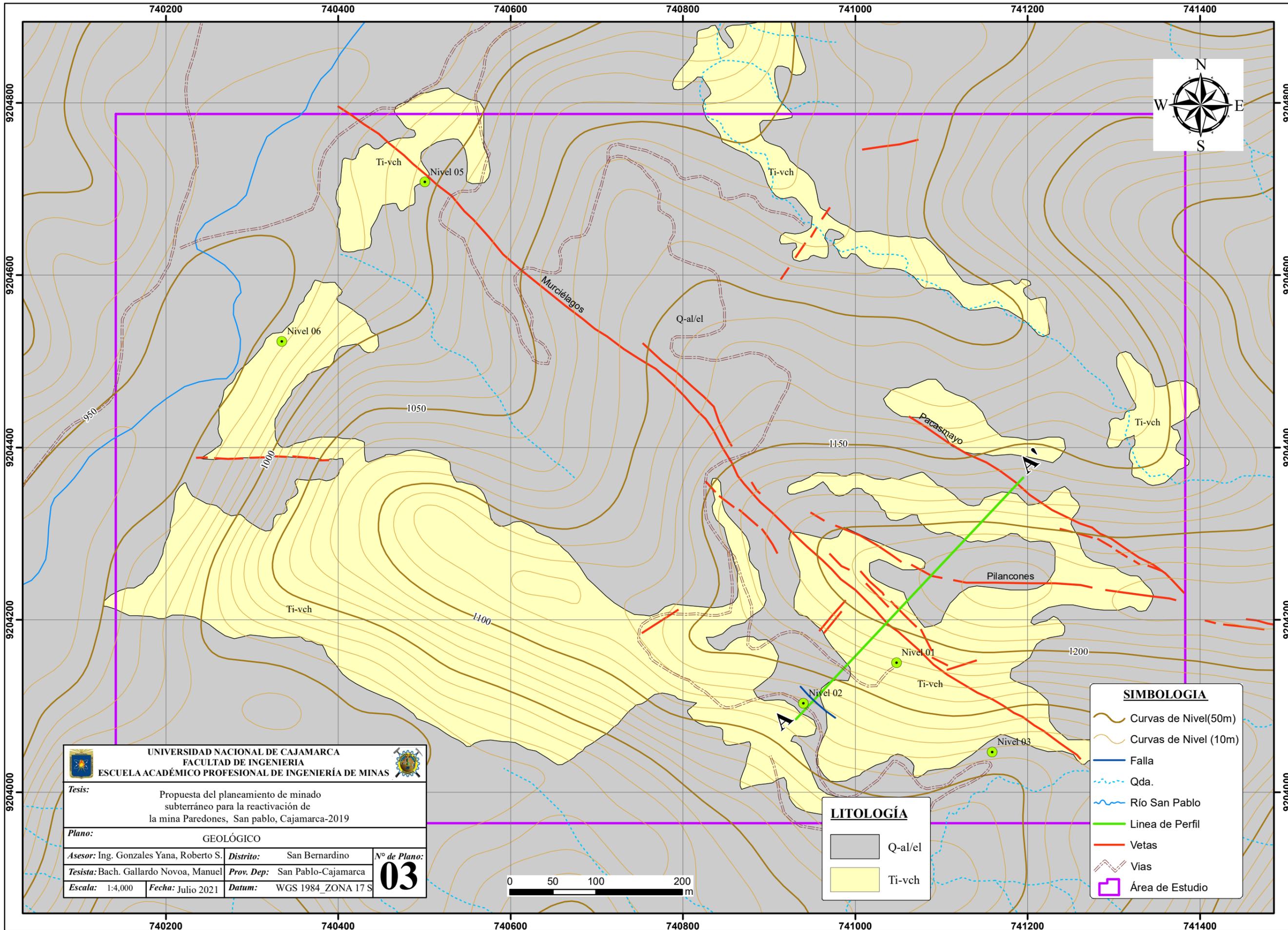
- Bocaminas
- Mina Paredones
- Área de Estudio
- Qda.
- Río San Pablo
- Vía Asfaltada
- Vía Carrozable

CONCESIONES		
● Bocaminas	TITULAR	HECTÁREAS(ha)
● Luminosa Numero 2A	S.M.R.L. INCOGNITA 2005	200

LUMINOSA NUMERO 2A



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS		
<i>Tesis:</i> Propuesta del planeamiento de minado subterráneo para la reactivación de la mina Paredones, San pablo, Cajamarca-2019		
<i>Plano:</i> CONCESIONES		
<i>Asesor:</i> Ing. Gonzales Yana, Roberto S.	<i>Distrito:</i> San Bernardino	Nº de Plano: 02
<i>Tesista:</i> Bach. Gallardo Novoa, Manuel	<i>Prov. Dep.:</i> San Pablo-Cajamarca	
<i>Escala:</i> 1:4,000	<i>Fecha:</i> Julio 2021	



<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS</p>		
<p><i>Tesis:</i> Propuesta del planeamiento de minado subterráneo para la reactivación de la mina Paredones, San pablo, Cajamarca-2019</p>		
<p><i>Plano:</i> GEOLÓGICO</p>		
<p><i>Asesor:</i> Ing. Gonzales Yana, Roberto S.</p>	<p><i>Distrito:</i> San Bernardino</p>	<p>N° de Plano: 03</p>
<p><i>Tesista:</i> Bach. Gallardo Novoa, Manuel</p>	<p><i>Prov. Dep:</i> San Pablo-Cajamarca</p>	
<p><i>Escala:</i> 1:4,000</p>	<p><i>Fecha:</i> Julio 2021</p>	
<p><i>Datum:</i> WGS 1984_ZONA 17 S</p>		

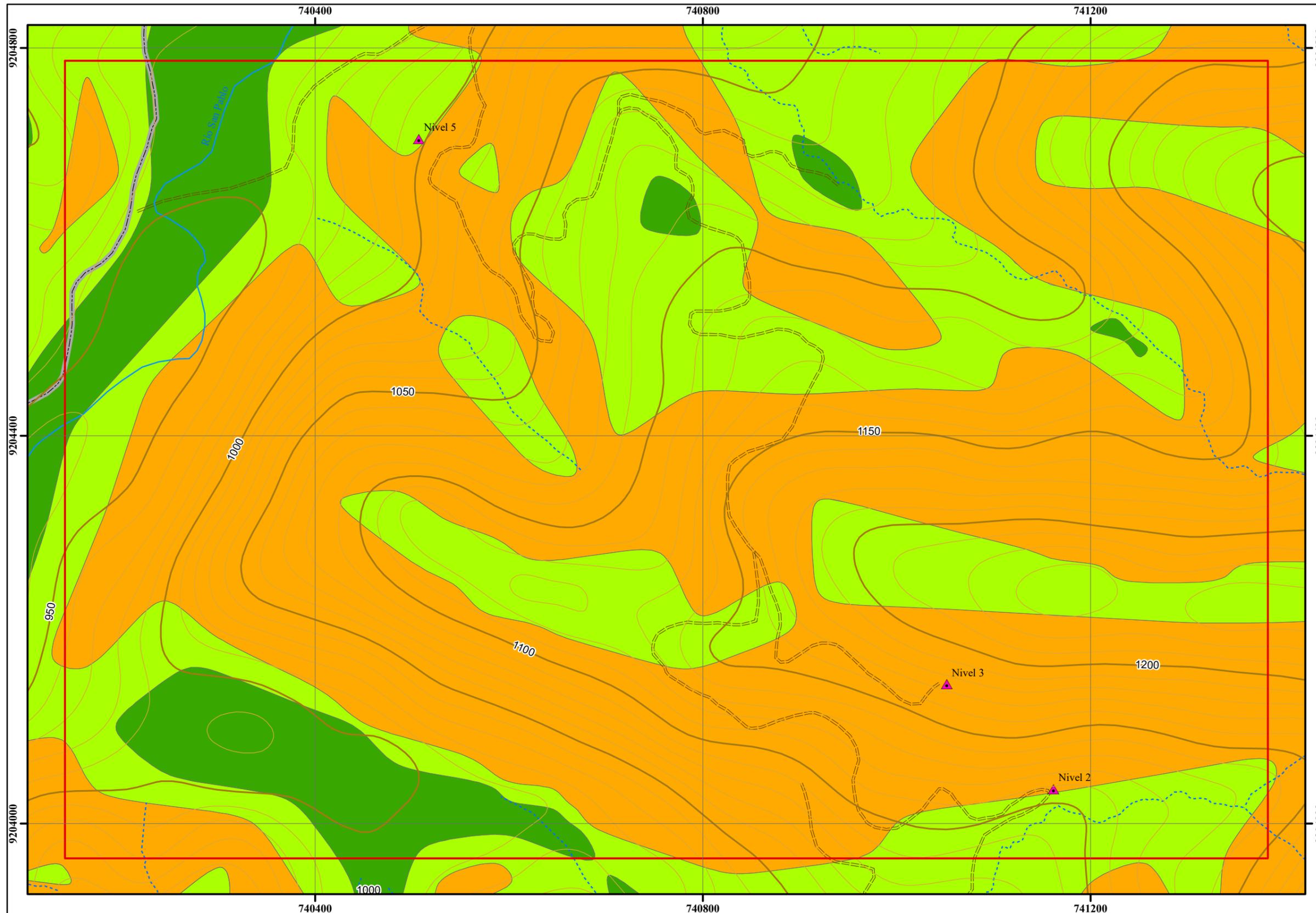
LITOLOGÍA

	Q-al/el
	Ti-vch

SIMBOLOGIA

- Curvas de Nivel(50m)
- Curvas de Nivel (10m)
- Falla
- Qda.
- Río San Pablo
- Línea de Perfil
- Vetas
- Vías
- Área de Estudio

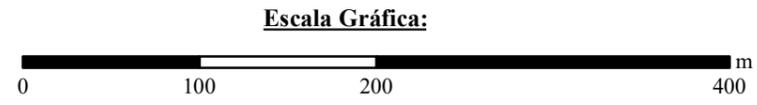




Sistema de Coordenadas: UTM
 Datum: WGS 84
 Zona: 17 S

SIMBOLOGÍA

- Curvas de Nivel (50m)
- Curvas de Nivel (10m)
- Vía Asfaltada
- Vía Carrozable
- Qda.
- Río San Pablo
- Niveles
- Área de Estudio

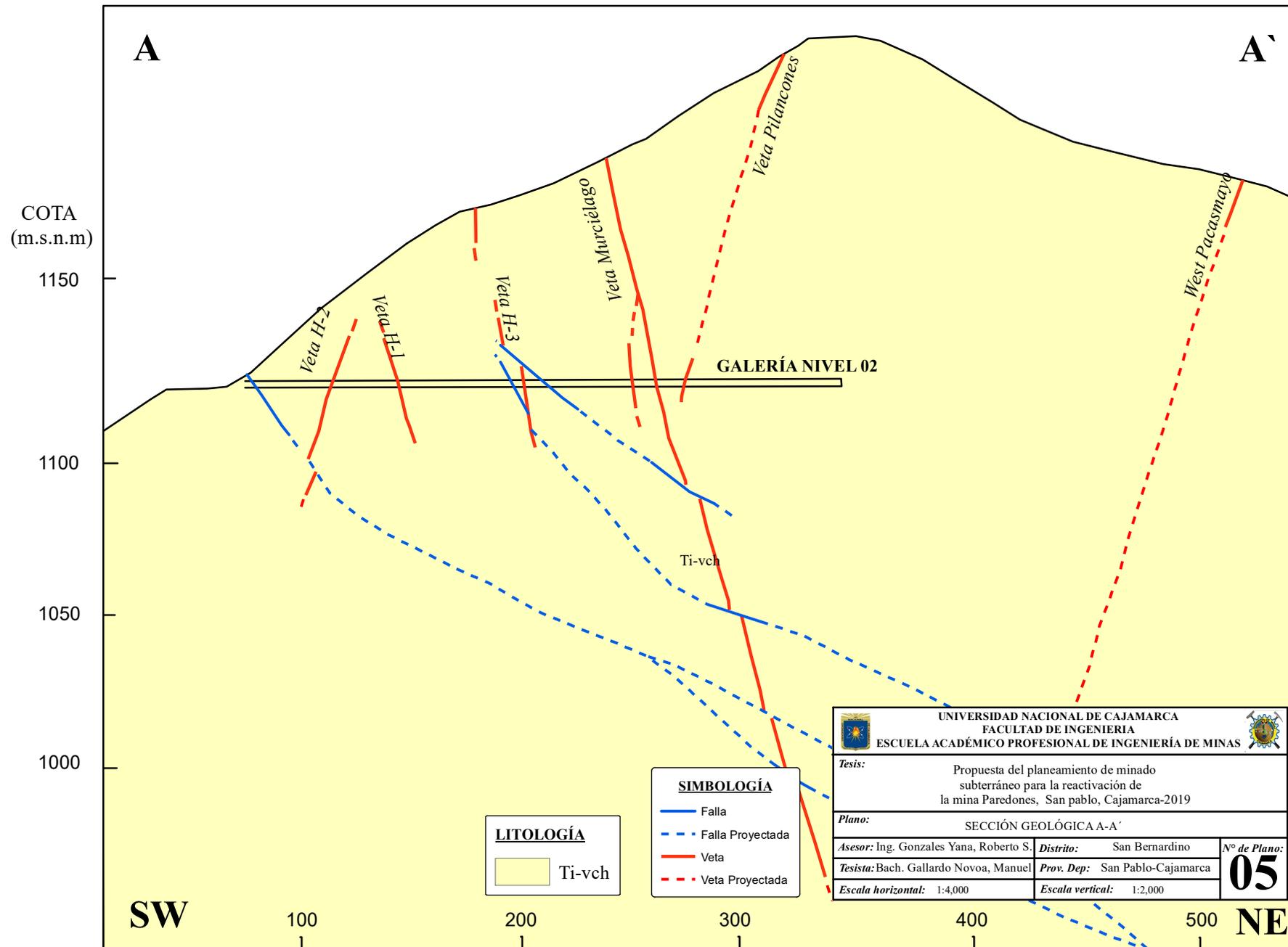


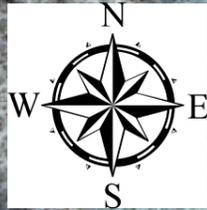
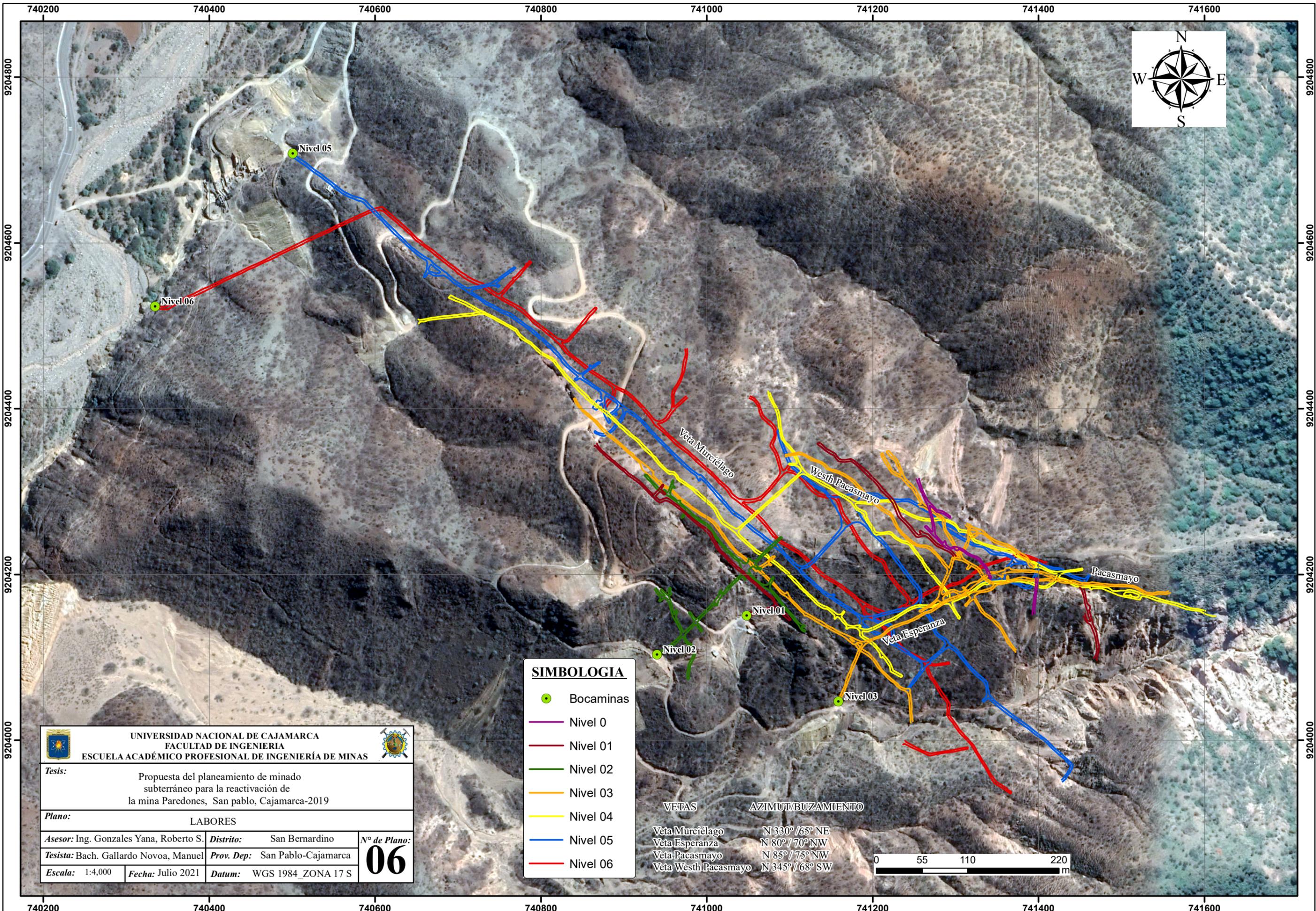
UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

	0-8	Planicies
	8-20	Lomadas
	20-50	Laderas
	>50	Escarpes

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS		
Tesis: Propuesta del planeamiento de minado subterráneo para la reactivación de la mina Paredones, San pablo, Cajamarca-2019		
Plano: UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS		
Asesor: Ing. Gonzales Yana, Roberto S.	Distrito: San Bernardino	Nº de Plano:
Tesista: Bach. Gallardo Novoa, Manuel	Prov. Dep.: San Pablo-Cajamarca	04
Escala: 1:4,000	Fecha: Julio 2021	

SECCIÓN GEOLÓGICA A-A'

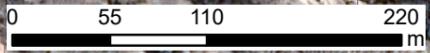




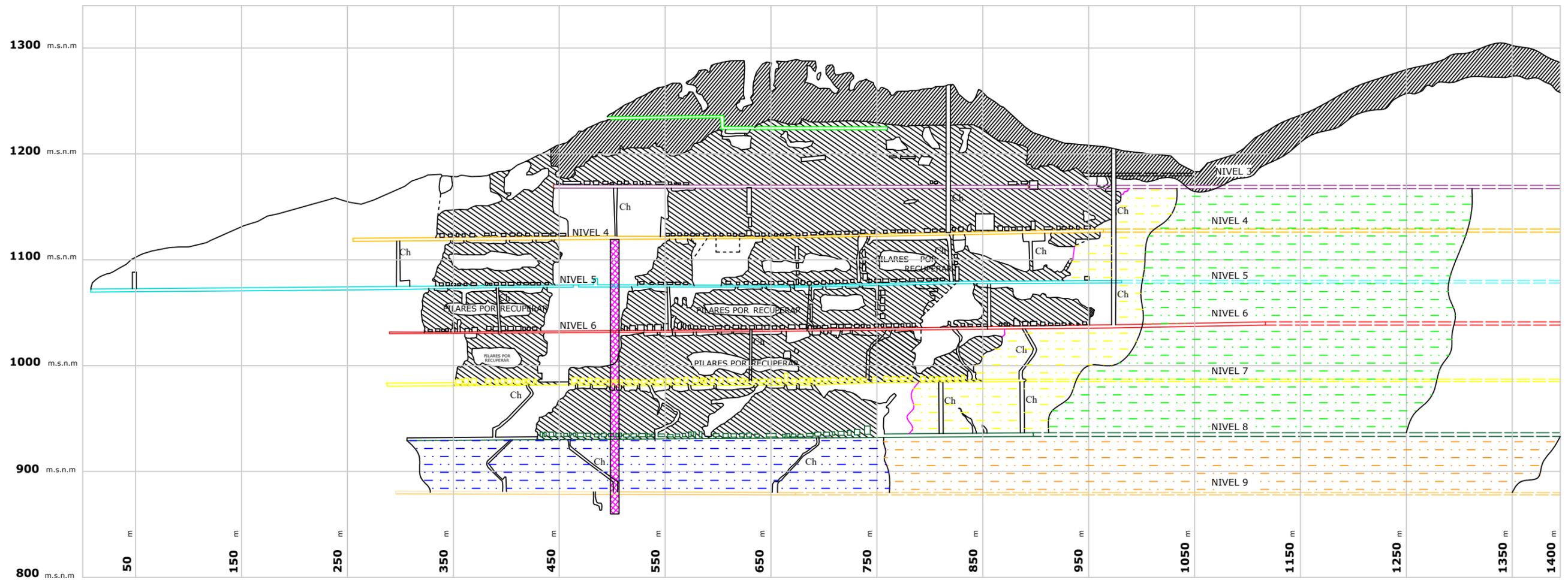
SIMBOLOGIA

- Bocaminas
- Nivel 0
- Nivel 01
- Nivel 02
- Nivel 03
- Nivel 04
- Nivel 05
- Nivel 06

VETAS	AZIMUT/BUZAMIENTO
Veta Murciélago	N 330° / 65° NE
Veta Esperanza	N 80° / 70° NW
Veta Pacasmayo	N 85° / 75° NW
Veta Westh Pacasmayo	N 345° / 68° SW



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS		
<i>Tesis:</i> Propuesta del planeamiento de minado subterráneo para la reactivación de la mina Paredones, San pablo, Cajamarca-2019		
<i>Plano:</i> LABORES		
<i>Asesor:</i> Ing. Gonzales Yana, Roberto S.	<i>Distrito:</i> San Bernardino	Nº de Plano: 06
<i>Tesista:</i> Bach. Gallardo Novoa, Manuel	<i>Prov. Dep.:</i> San Pablo-Cajamarca	
<i>Escala:</i> 1:4,000	<i>Fecha:</i> Julio 2021	<i>Datum:</i> WGS 1984_ZONA 17 S



SECCIÓN LONGITUDINAL VETA MURCIÉLAGO RECURSOS Y RESERVAS

Escala 1:4000

SIMBOLOGÍA	
Mineral en Tajo	
Mineral Probado	
Mineral Probable	
Mineral Prospectivo	
Pilares de Recuperación	
Zona Oxidada	
Tolvas	
Pique Central	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS			
Tesis:		Propuesta del planeamiento de minado subterráneo para la reactivación de la mina Paredones, San pablo, Cajamarca-2019	
Plano:		SECCIÓN LONGITUDINAL VETA MURCIÉLAGO RECURSOS Y RESERVAS	
Asesor: Ing. Gonzales Yana, Roberto S.	Distrito: San Bernardino	Nº de Plano:	
Tesista: Bach. Gallardo Novoa, Manuel	Prov. Dep: San Pablo-Cajamarca	07	
Escala: 1:4000	Fecha: Nov. 2021		