

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



TESIS

**EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA EXPLOTACIÓN DE
MINERAL EN EL PROYECTO GUAYAMASMA – DISTRITO DE NAMORA -
CAJAMARCA**

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO DE MINAS

Autor:

Bachiller: Santa Maria Julcamoro Akiro David

Asesor:

M.Cs. Ing. Arapa Vilca Víctor Ausberto

Cajamarca – Perú

– 2025 –

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

— FACULTAD DE INGENIERÍA —

1. Investigador : AKIRO DAVID SANTA MARIA JULCAMORO
DNI : 75391912
Escuela Profesional : INGENIERÍA DE MINAS
2. Asesor : M. CS. ING. ARAPA VILCA VICTOR AUSBERTO
Facultad : INGENIERÍA
3. Grado académico o título profesional
☐ Bachiller ☒ Título profesional ☐ Segunda especialidad
☐ Maestro ☐ Doctor
4. Tipo de Investigación:
☒ Tesis ☐ Trabajo de investigación ☐ Trabajo de suficiencia profesional
5. Título de Trabajo de Investigación:
"EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA EXPLOTACIÓN DE MINERAL EN EL
PROYECTO GUAYAMASMA – DISTRITO DE NAMORA - CAJAMARCA"
6. Fecha de evaluación: 20 DE DICIEMBRE DEL 2025
7. Software antiplagio: ☒ TURNITIN ☐ URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 19%
9. Código Documento: trn:oid:::3117:542423501
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
☒ APROBADO ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 22/12/2025

	
FIRMA DEL ASESOR M. CS. ING. ARAPA VILCA VICTOR AUSBERTO DNI: 29552145	Firmado digitalmente por: BAZAN DIAZ Laura Sofia FAU 20148258601 soft Motivo: En señal de conformidad Fecha: 22/12/2025 10:17:26-0500 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI



Universidad Nacional de Cajamarca

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de Febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERÍA

Teléf. N° 365976 Anexo N° 1129-1130



ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

TITULO : *EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA EXPLOTACIÓN DE MINERAL EN EL PROYECTO GUAYAMASMA - DISTRITO DE NAMORA - CAJAMARCA*

ASESOR : *M.Cs. Ing. Victor Ausberto Arapa Vilca.*

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Oficio Múltiple N° 0766-2025-PUB-SA-FI-UNC, de fecha 23 de diciembre de 2025, de la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, a los **treinta días del mes de diciembre de 2025**, siendo las diez horas (10:00 a.m.) en el Auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Geológica (Ambiente 4J - 210), se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente : Dr. Ing. Segundo Reinaldo Rodríguez Cruzado.

Vocal : Dr. Ing. Alejandro Claudio Lagos Manrique.

Secretario : M.Cs. Ing. Roberto Severino Gonzales Yana.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada *EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA EXPLOTACIÓN DE MINERAL EN EL PROYECTO GUAYAMASMA - DISTRITO DE NAMORA - CAJAMARCA*, presentado por el Bachiller en Ingeniería de Minas *AKIRO DAVID SANTA MARIA JULCAMORO*, asesorado por el M.Cs. Ing. Victor Ausberto Arapa Vilca, para la obtención del Título Profesional

Los Señores Miembros del Jurado replicaron al sustentante debatieron entre sí en forma libre y reservada y lo evaluaron de la siguiente manera:

EVALUACIÓN PRIVADA : *03.00* PTS.

EVALUACIÓN PÚBLICA : *11.00* PTS.

EVALUACIÓN FINAL : *14.00* PTS

CATORCE (En letras)

En consecuencia, se lo declara *APROBADO* con el calificativo de *CATORCE* acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las *11.00* horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.

Dr. Ing. Segundo Reinaldo Rodríguez Cruzado.
Presidente

Dr. Ing. Alejandro Claudio Lagos Manrique.
Vocal

M.Cs. Ing. Roberto Severino Gonzales Yana.
Secretario
M.Cs. Ing. Victor Ausberto Arapa Vilca
Asesor



Universidad Nacional de Cajamarca

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de Febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERÍA

Teléf. N° 365976 Anexo N° 1129-1130



EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

Bachiller en Ingeniería de Minas: AKIRO DAVID SANTA MARIA JULCAMORO.

RUBRO	PUNTAJE
	Máximo/Calificación
2. DE LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA	
2.1. Capacidad de síntesis	4.0
2.2. Dominio del tema	4.0
2.3. Consistencia de las alternativas presentadas	2.0
2.4. Precisión y seguridad en las respuestas	1.0
PUNTAJE TOTAL (MÁXIMO 12 PUNTOS)	11.0

Cajamarca, 30 de diciembre de 2025

Dr. Ing. Segundo Reinaldo Rodríguez Cruzado.
Presidente

Dr. Ing. Alejandro Claudio Lagos Manrique.
Vocal

M.Cs. Ing. Roberto Severino Gonzales Yana.
Secretario

M.Cs. Ing. Victor Ausberto Arapa Vilca
Asesor



Universidad Nacional de Cajamarca

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de Febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERÍA

Teléf. N° 365976 Anexo N° 1129-1130



EVALUACIÓN FINAL DE LA SUSTENTACIÓN DE TESIS.

Bachiller en Ingeniería de Minas: AKIRO DAVID SANTA MARIA JULCAMORO.

RUBRO	PUNTAJE
A.- EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN PRIVADA	03.00
B.- EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA	11.00
EVALUACIÓN FINAL	
EN NÚMEROS (A + B)	14.00
EN LETRAS (A + B)	CATORCE
- Excelente 20 - 19	BUENO
- Muy Bueno 18 - 17	
- Bueno 16 - 14	
- Regular 13 a 11	
- Desaprobado 10 a menos	

Cajamarca, 30 de diciembre de 2025

Dr. Ing. Segundo Reinaldo Rodríguez Cruzado.
Presidente

Dr. Ing. Alejandro Claudio Lagos Manrique.
Vocal

M.Cs. Ing. Roberto Severino Gonzales Yana.
Secretario

M.Cs. Ing. Victor Ausberto Arapa Vilca
Asesor

AGRADECIMIENTO

En primera instancia le agradezco a Dios por su compañía a lo largo de mi carrera profesional, por ser mi guía en los momentos de aprendizaje y darme fuerza de voluntad en momentos de debilidad, por lo cual logré culminar con mis estudios de manera exitosa.

A mi alma mater, la Universidad Nacional De Cajamarca, en especial a la Escuela Académico Profesional De Ingeniería de Minas, la cual me abrió sus puertas para ser parte de ella y haberme permitido formarme profesionalmente. Agradezco también al M. Cs. Ing. Victor Ausberto Arapa Vilca, mi asesor de tesis, que con su experiencia y apoyo incondicional me ha guiado en el camino para hacer realidad esta investigación.

Asimismo, agradezco a los docentes de mi alma mater que tuve durante todo el proceso universitario, porque ellos me han brindado sus conocimientos, dirección y consejos para mi formación profesional. Al dueño de la Concesión Minera el Ing. Welser M. Carrasco Mendo, quien me ha permitido realizar la investigación en el Proyecto Minero Guayamasma.

A.D.S.J

DEDICATORIA

Con mucho deleite dedico esta tesis a mí querida y apreciada madre Rocio, que ha sido el pilar fundamental y mi mayor motivación e inspiración durante mi formación profesional y como persona de sociedad, tu amor, sabiduría y apoyo incondicional fue clave fundamental para mi éxito, sin ti no lo habría logrado lo que soy ahora.

También dedico esta tesis a mis hermanos y a mis tías, quienes laboriosamente me brindan su apoyo para lograr mis metas.

A.D.S.J

ÍNDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
LISTA DE PLANOS	xv
RESUMEN	xvi
ASBTRACT	xvii

CAPITULO I INTRODUCCIÓN

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1.	ANTECEDENTES	4
2.1.1.	Antecedentes Internacionales.....	4
2.1.2.	Antecedentes Nacionales	5
2.1.3.	Antecedentes Locales	7
2.2.	BASES TEÓRICAS	8
2.2.1.	Método de Explotación	8
2.2.2.	Selección del Método de Minado por Nicholas	8
2.2.2.1.	<i>Condiciones Geológicas</i>	<i>9</i>
2.2.2.2.	<i>Geometría del Yacimiento y Distribución de Leyes.....</i>	<i>9</i>
2.2.2.3.	<i>Características Geomecánicas del Yacimiento</i>	<i>14</i>
2.2.2.4.	<i>Análisis del Procedimiento Numérico de Selección.....</i>	<i>18</i>
2.2.3.	Evaluación de un Proyecto	18
2.2.4.	Valor Actual Neto (VAN).....	18

2.2.5.	Tasa Interna de Retorno (TIR)	19
2.2.6.	Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI)	21

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	UBICACIÓN.....	22
3.1.1.	Ubicación Geográfica	22
3.1.2.	Accesibilidad	22
3.2.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	25
3.2.1.	Tipo de la Investigación	25
3.2.2.	Nivel de Investigación (aquí falta)	25
3.2.3.	Diseño de Investigación.....	25
3.2.4.	Método de Investigación	25
3.2.5.	Población de Estudio	25
3.2.6.	Muestra	26
3.2.7.	Unidad de Análisis.....	26
3.2.8.	Definición de Variables	26
3.2.8.1.	<i>Variables Independientes</i>	26
3.2.8.2.	<i>Variables Dependientes</i>	26
3.2.9.	Operacionalización de Variable	27
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	28
3.3.1.	Técnicas	28
3.3.1.1.	<i>Visualización Directa</i>	28
3.3.1.2.	<i>Visualización Indirecta</i>	28
3.3.1.3.	<i>La Recolección de Datos</i>	28
3.3.2.	Instrumentos	28
3.3.3.	Materiales y Equipos.....	29

3.3.4.	Software	29
3.4.	PROCEDIMIENTOS.....	29
3.4.1.	Fase Inicial de Gabinete.....	29
3.4.2.	Fase de Campo.....	30
3.4.3.	Fase Final de Gabinete.....	30
3.5.	GEOLOGÍA LOCAL.....	30
3.5.1.	Cretácico Inferior-Formación Chimú (Ki-Chi).....	30
3.5.1.1.	<i>Areniscas de Grano Fino y Medio</i>	31
3.5.1.2.	<i>Areniscas Cuarzosas</i>	32
3.5.2.	Geología del Yacimiento.....	33
3.6.	EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA ESTRUCTURA MINERALIZADA DE ORO.....	36
3.6.1.	Clasificación del Método en Función de la Geometría y Distribución de Leyes del Yacimiento.	36
3.6.1.1.	<i>Geometría del Yacimiento</i>	36
3.6.1.2.	<i>Potencia</i>	36
3.6.1.3.	<i>Inclinación</i>	37
3.6.1.4.	<i>Distribución de Leyes</i>	37
3.6.2.	Clasificación del Método en Atendiendo a las Características Geomecánicas de las Rocas	40
3.6.2.1.	<i>Caja Techo</i>	40
3.6.2.2.	<i>Zona Mineral</i>	43
3.6.2.3.	<i>Caja Piso</i>	44
3.6.3.	Descripción del Método de Minado.	50
3.6.3.1.	<i>Exploración</i>	50
3.6.3.2.	<i>Desarrollo</i>	51
3.6.3.3.	<i>Preparación</i>	58
3.6.3.4.	<i>Explotación</i>	58
3.6.5.	Reservas Probadas y Probables	65
3.6.6.	Dimensionamiento de Flota	67

3.6.6.1.	<i>Producción Mensual</i>	68
3.6.6.2.	<i>Transporte y Ciclos</i>	69
3.6.6.3.	<i>Flota de Camiones</i>	69
3.6.6.4.	<i>Total Material a Mover</i>	69
3.6.6.5.	<i>Valorización Económica</i>	71
3.6.6.6.	<i>Valor Bruto del Mineral</i>	71
3.7.	COSTO DE MINADO	72
3.8.	INVERSIÓN	73
3.8.1.	Inversión Inicial	74
3.8.2.	Financiamiento	75
3.9.	ESTADOS DE RESULTADOS	76
3.9.1.	Cálculo de Flujo Económico	78
3.9.1.	Cálculo de Flujo Económico	80
3.9.2.	Indicadores de Evaluación Económica VAN, TIR, PRI	81

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1.	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	82
4.1.1.	Análisis de la Evaluación Técnica	82
4.1.2.	Análisis de los Índices Económicos	84
4.1.2.1.	<i>Valor Actual Neto Económico (VAN)</i>	84
4.1.2.2.	<i>Tasa Interna de Retorno (TIR)</i>	84
4.1.2.3.	<i>Período de Recuperación de la Inversión (PIR)</i>	85
4.1.2.4.	<i>Dinámica de Precios del Mineral</i>	85
4.2.	CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS	85

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	CONCLUSIONES.....	87
5.2.	RECOMENDACIONES.....	88
	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	89
	ANEXOS A.....	91
	AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA	91
	ANEXO B	93
	PLANOS.....	93

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Tipos de Forma del Yacimiento.	10
Tabla 2.	Clasificación de Potencia según el Espesor del Cuerpo Mineral.	10
Tabla 3.	Clasificación de la Inclinación o Buzamiento.	11
Tabla 4.	Clasificación del Yacimiento según su Profundidad.	12
Tabla 5.	Distribución de Leyes.	12
Tabla 6.	Clasificación del Método en Función de la Geometría y Distribución de Leyes del Yacimiento.	13
Tabla 7.	Características Geomecánicas.	14
Tabla 8.	Clasificación de las Características Geomecánicas Zona Mineral.	15
Tabla 9.	Clasificación de las Características Geomecánicas Caja Techo.	16
Tabla 10.	Clasificación de las Características Geomecánicas Caja Piso.	17
Tabla 11.	Puntaje del Método Según su Aplicabilidad.	18
Tabla 12:	Interpretación del VAN.	19
Tabla 13:	Interpretación de TIR.	20
Tabla 14.	Operacionalización de Variable.	27
Tabla 15.	Clasificación del Método en Función de la Geometría y Distribución de Leyes del Yacimiento.	39
Tabla 16.	Estimación en Terreno de la Resistencia en Compresión Uniaxial – Caja Techo.	41
Tabla 17.	Número de Discontinuidades de Caja Techo.	42
Tabla 18.	Espaciamiento de las Fracturas de Caja Techo.	42
Tabla 19.	Resistencia de las Discontinuidades – Caja Techo.	42
Tabla 20.	Estimación en Terreno de la Resistencia en Compresión Uniaxial – Mineralización	43
Tabla 21.	Número de Discontinuidades de Mineralización.	43
Tabla 22.	Espaciamiento de las Fracturas de Mineralización.	43
Tabla 23.	Resistencia de las Discontinuidades – Mineralización.	44
Tabla 24.	Estimación en Terreno de la Resistencia en Compresión Uniaxial – Caja Piso.	44
Tabla 25.	Número de Discontinuidades de Caja Piso.	44

Tabla 26.	Espaciamiento de las Fracturas de Caja Piso.	45
Tabla 27.	Resistencia de las Discontinuidades – Caja Piso.	45
Tabla 28.	Clasificación Numérica para la Caja Techo.	46
Tabla 29.	Clasificación Numérica para la Zona Mineral.	47
Tabla 30.	Clasificación Numérica para la Caja Piso.	48
Tabla 31.	Clasificación Numérica para el Método de Minado	49
Tabla 32.	Clasificación Numérica para el Método de Minado del Proyecto Guayamasma.	49
Tabla 33.	Parámetros de Diseño de Banco con Respecto al Equipo de Perforación.	51
Tabla 34.	Ficha Técnica del Equipo de Perforación.	53
Tabla 35.	Ficha Técnica del Equipo de Acarreo.	56
Tabla 36.	Parámetros de Malla de Perforación para el Proyecto de acuerdo al Equipo de Perforación, y Altura de Banco.	58
Tabla 37.	Parámetros de Diseño de Voladura.	60
Tabla 38.	Resultante del Diseño de Voladura.	63
Tabla 39.	Resultantes de Parámetros de Voladura para 15 taladro.	64
Tabla 40.	Parámetros de Ubicación de Calicatas.	65
Tabla 41.	Datos de la Operación Minera.	67
Tabla 42.	Cálculo de Flota Minera.	68
Tabla 43.	Ficha Técnica del Equipo de Carguío.	69
Tabla 44.	Costos Fijos.	72
Tabla 45.	Inversión del Proyecto.	74
Tabla 46.	Inversión del Proyecto.	76
Tabla 47.	Inversión del Proyecto.	78
Tabla 48.	Flujo Económico.	80
Tabla 49.	Indicadores de Evaluación Económica VAN, TIR, PRI.	81
Tabla 50.	Flujo Económico.	81
Tabla 51.	Elección de Método de Minado.	83
Tabla 52.	Resumen Técnico.	83
Tabla 53.	Resumen Económico.	84

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Fórmula Para Calcular el Valor Actual Neto Fajardo (2019).	19
Figura 2: Fórmula Para Calcular la Tasa Interna de Retorno Pacheco (2020).	20
Figura 3: Fórmula Para Calcular Periodo de Recuperación de la Inversión Sapag (2008).	21
Figura 4: Imagen Satelital de Accesibilidad al Proyecto Guayamasma.	23
Figura 5: Ubicación Departamental, Provincial y Distrital del Proyecto Guayamasma.	24
Figura 6. Muestra In situ de Rocas Areniscas de Grano Fino y Medio de color Amarillento y Rojizo del Yacimiento Guayamasma Perteneciente a la Formación Chimú.	31
Figura 7: Muestra In situ de Rocas Areniscas Cuarzosas de color Gris, Blancos y Redondeadas del Yacimiento Guayamasma Perteneciente a la Formación Chimú.	32
Figura 8: Muestra del Afloramiento de Brecha Hidrotermal Monomítica con Litoclastos de Areniscas de Grano Fino a Medio de la Veta Nancy del Proyecto Guayamasma.	34
Figura 9. Alteraciones Hidrotermales con Argilización Leve a Moderada en Contacto con las Venillas de los Stockworks que Afloran en el Área de Exploración.	34
Figura 10. Representación Geológica de la Formación Chimú del Yacimiento Guayamasma, donde se representan dos Fallas Memores Geológicas Normales que Limitan la Mineralización.	35
Figura 11. Representación Geométrica de la Veta Nancy, donde Se Observa la Longitud e Inclinación, diseñado con el Software Minesight.	38
Figura 12. Recolección de Muestras Superficiales por parte del tesista en el Punto N°1 del Yacimiento Guayamasma, Veta Nancy.	50
Figura 13: Diseño de Altura de Banco de Talud con Respeto al Equipo de Perforación.	52
Figura 14. Diseño de Bancos en el Proyecto Guayamasma, usando el Software Minesight	52
Figura 15: Equipo de Perforación.	53

Figura 16.	Diseño Ancho de Rampas, Accesos y Ancho de Banco	55
Figura 17.	Diseño de Acceso al Nivel Superior del Tajo, usando el Software Minesight	55
Figura 18:	Equipo de Acarreo	56
Figura 19.	Diseño de Berma de Seguridad	57
Figura 20.	Diseño de Malla de Perforación 3.8 m de Burden y 4.5 m de Espaciamiento.	60
Figura 21.	Diseño de Taladro para Ø de 4”.	63
Figura 22:	Ubicación de las 5 Calicatas realizadas en el Yacimiento Guayamasma para Estimar Reservas.	65
Figura 23.	Diseño Cálculo de Reservas del Yacimiento Guayamasma (Veta Nancy), usando el Software Minero Minesight.	66
Figura 24.	Ficha Técnica de Equipo de Carguío.	70
Figura 25.	Precio del Oro año 2025	71

LISTA DE ABREVIATURAS

VAN	:	Valor Actual Neto.
TIR	:	Tasa Interna de Retorno.
PRI	:	Periodo de Recuperación de la Inversión.
TRM	:	Tasa de Interés Representativa del Mercado.
CTD	:	Capital de Trabajo Diario.
FOB	:	Flete a Bordo.
MMUSD	:	Millones de Dolares.
RQD	:	Índice de Calidad de Roca.
Mpa	:	Megapascal.
EP	:	Factor de Potencia.
Plg	:	Pulgadas.
C-01	:	Calicata.
Ø	:	Díámetro.
Oz	:	Onzas.
IGV	:	Impuesto General a las Ventas.
K	:	Costo de Oportunidad de Capital.
M	:	Masivo.
T	:	Tumbado.
I	:	Irregular.
E	:	Estrecho.
IT	:	Intermedio.
P	:	Potente.
MP	:	Muy Potente.

IN	:	Inclinado.
U	:	Uniforme.
D	:	Diseminado.
H	:	Altura del Yacimiento.
Hb	:	Altura del Banco.
AR	:	Ancho de Rampa.
AC	:	Ancho del Camión.
Hb	:	Altura de Banco.
Au	:	Oro.
\$:	Dólares.
G	:	Gramos.
T	:	Toneladas.
%	:	Porcentaje.
(°)	:	Grados.
m	:	Metros.
km	:	Kilómetros.

LISTA DE PLANOS

	Pág.
PLANO 01 : IMAGEN SATELITAL SASPLANET	94
PLANO 02 : UBICACIÓN	95
PLANO 03 : ÁREA DE OPERACIONES MINERAS	96
PLANO 04 : GEOLÓGICO ESTRUCTURAL LOCAL	97

RESUMEN

La presente investigación se ha desarrollado en el proyecto minero Guayamasma, la cual se encuentra ubicada en el distrito de Namora, provincia y departamento de Cajamarca. El objetivo de este trabajo es Evaluar Técnica y Económicamente el Yacimiento mineral, tomando en cuenta los Índices Económicos como el Valor Actual Neto, Tasa Interna de Retorno y Periodo de Recuperación de la Inversión, con el fin de determinar el Método de extracción de las reservas y la viabilidad del mismo.

El enfoque metodológico se estructura en fases secuenciales de gabinete y trabajo de campo. En la etapa inicial de gabinete, se llevó a cabo una revisión exhaustiva de la documentación técnica relacionada con la evaluación de proyectos mineros y los métodos de explotación aplicables. Esta información fue posteriormente verificada y complementada en la fase de campo mediante la recopilación de datos técnicos del yacimiento y adicional información proporcionados por el dueño del Proyecto Guayamasma.

En la etapa final de gabinete, se procedió al procesamiento y análisis de los datos obtenidos, aplicando las Tablas de Nicholas para la selección del método de explotación óptimo. Asimismo, se realizó una evaluación económica del proyecto desarrollando modelos gráficos y análisis estadísticos para determinar indicadores financieros clave como el Valor Actual Neto (VAN) que dio como resultado \$2,610,743.48, la Tasa Interna de Retorno (TIR) de 117% y el Índice de Rentabilidad (PIR) del cuerpo mineral fue de 5 meses.

Palabras Claves: Valor Actual Neto, Tasa Interna de Retorno, Índices Económicos, Método de explotación.

ASBTRACT

This research was carried out at the Guayamasma mining project, located in the Namora district, province and department of Cajamarca. The objective of this study is to evaluate the mineral deposit from both technical and economic perspectives, considering key financial indicators such as Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), and Payback Period, in order to determine the appropriate extraction method for the reserves and assess its overall feasibility.

The methodological approach is structured into sequential phases of desktop analysis and fieldwork. In the initial desktop phase, a comprehensive review of technical documentation related to mining project evaluation and applicable extraction methods was conducted. This information was subsequently validated and supplemented during the field phase through the collection of technical data on the deposit, provided by the owner of the Guayamasma project.

In the final desktop phase, the collected data was processed and analyzed using the Nicholas Criteria Tables to determine the optimal mining method. In addition, an economic evaluation of the project was performed through the development of graphical models and statistical analyses to identify key financial indicators such as Net Present Value (NPV) the result is \$2,610,743.48, Internal Rate of Return (IRR) is 117%, and Profitability Index (PI) for the mineral body of 5 monts.

Keywords: Net Present Value, Internal Rate of Return, Economic Indicators, Mining method.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El sector minero es una de las industrias más importantes del mundo y un poderoso motor de crecimiento para la economía peruana. La producción minera en Cajamarca se centra principalmente a la extracción de Oro, pero también tiene un importante potencial para el aprovechamiento de Cobre y Plata.

En el presente estudio de investigación se tiene como objetivo Evaluar Técnica y Económicamente la Explotación de minerales de la concesión minera Guayamasma, teniendo en cuenta los índices económicos tales como Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Periodo de Recuperación de Inversión (PRI), la cual es requisito indispensable para la determinación de su posterior inversión para el desarrollo y preparación del proyecto, ésta evaluación económica determina cuantitativamente la rentabilidad.

La industria minera invierte grandes sumas de dinero para alcanzar sus objetivos de rentabilidad al menor costo posible, practicando una minería racional y sostenible. El proyecto minero Guayamasma ubicado en la región de Cajamarca presenta un potencial geológico de alto valor económico los mismos que son vetas auríferas con plata y cobre; por lo que en este proyecto de investigación se plantea el problema de analizar la evaluación técnica y económica que influyen en la viabilidad del mismo.

A partir de ello se plantea el siguiente problema ¿Evaluar Técnica y Económicamente para la Explotación de mineral del proyecto Guayamasma, ubicado en el distrito de Namora en la región Cajamarca?, cuya hipótesis es Al realizar la Evaluación Técnica Económica del proyecto Guayamasma se determinó que el método de explotación Superficial es la mejor alternativa, esto debido a que los indicadores de rentabilidad son más óptimos.

La justificación del problema planteando anteriormente es que debido a la necesidad de explotar racionalmente las reservas de oro de la concesión minera Guayamasma, se requiere un estudio de la Evaluación técnica económica para analizar la rentabilidad de la explotación a partir de sus reservas probadas y probables, estimando la vida útil de la mina y así calcular los índices económicos. Teniendo en cuenta una minería responsable que es lo que caracteriza a la región Cajamarca, para que dicho proyecto tenga éxito.

El objetivo general es: Evaluar Técnica y Económicamente para la Explotación de mineral en el proyecto Guayamasma y los objetivos específicos son: analizar las reservas probadas y probables, determinar el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Periodo de Recuperación de Inversión (PRI), determinar el método de explotación y vida útil del Proyecto.

La presente investigación se organizó en cinco capítulos los cuales se detallan a continuación.

En el capítulo I, se hace conociendo el planteamiento y formulación del problema, hipótesis, justificación, delimitación y los objetivos de la investigación.

En el capítulo II, hacemos hincapié al marco teórico de esta investigación teniendo en cuenta los antecedentes teóricos, las bases teóricas de diversos autores y fuentes, citándolos con relación al tema de esta investigación, definimos también los términos básicos a fin puedan servir para el mejor entendimiento de nuestra investigación.

En el Capítulo III se presenta una descripción detallada de los materiales y métodos empleados en el desarrollo de la presente investigación. Se inicia con la localización geográfica del área de estudio y su accesibilidad. Asimismo, se realizó un análisis de valorización económica del proyecto, incluyendo la estimación de los costos operativos de minado, los distintos tipos de gastos, la inversión requerida y las fuentes de financiamiento. Finalmente, se elaboró un estado de resultados proyectado para calcular

los indicadores económicos fundamentales como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Índice de Rentabilidad (PIR).

En el capítulo IV, se muestra los resultados de esta investigación, para su posterior análisis y discusión tanto de la evaluación económica y la evaluación técnica para poder contrastar nuestra hipótesis.

En el capítulo V, se presenta las conclusiones y recomendaciones de la presente investigación.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Sanhueza (2021), en su tesis titulado: “Evaluación Económica de Técnicas de Selectividad de Mineral para su aplicación en Collahuasi – Chile”. Este estudio tiene como objetivo evaluar desde una perspectiva técnica y económica las principales tecnologías de selectividad mineral (clasificación de minerales) existentes, proponiendo el mejor escenario para la adopción de algunas de estas alternativas, cuantificando su impacto en el valor comercial global, los riesgos asociados y las posibles oportunidades en otras áreas. procesos de la cadena de valor. Se presentaron tres casos de negocio relacionados a selectividad de mineral, los cuales son abordados utilizando diferentes metodologías de evaluación, los niveles de confianza de la información son diferentes en cada caso. Los temas escogidos para ser evaluados son los siguientes, selectividad mediante uso de sensores de Rayos X en palas, selectividad reduciendo la alimentación de “pebbles”, selectividad mediante segregación granulométrica. Donde concluyen que, los tres casos de negocio de selectividad de mineral evaluados muestran para estas metodologías un importante potencial de agregar valor a Collahuasi. Las estimaciones de costos y flujo de caja muestran un (VAN) positivo para los tres proyectos con un acumulado de 887 MU\$.

Ramírez (2017), en su tesis titulado: “Análisis Técnico-Económico explotación yacimiento Amancaya – Chile”. El propósito de este estudio es realizar una evaluación preliminar de factibilidad del depósito Amancaya, utilizando los recursos estimados para determinar los métodos de desarrollo que mejor se adapten a las características del depósito, la cual es una veta estrecha de buena calidad geomecánica de la roca. Las leyes de oro y plata son de aproximadamente 7 y 180 g/t. El estudio incluye una estimación de

los costos operativos y de capital, lo que permite una evaluación económica temprana del proyecto. La evaluación económica del proyecto en esta etapa considera el 100% de los costos de capital de la nueva planta como una inversión en el proyecto Amancaya, y los flujos de efectivo solo consideran el suministro de minerales (proyecto puro). El valor actual neto (VAN) del proyecto es de 56,8 millones de dólares a una tasa de descuento anual del 8%. La tasa interna de retorno (TIR) del proyecto es del 28%.

Roldán (2015), en su artículo titulado: “Análisis de variables para evaluación financiera de proyectos de minería de ORO en Colombia con especial énfasis en el riesgo país – Caso Mineros S.A.”. Este estudio tiene como objetivo desarrollar una guía para inversionistas sobre cómo evaluar proyectos mineros de oro en Colombia, que toma en cuenta todas las variables fundamentales para la evaluación de proyectos, enfocándose en incorporar el riesgo país real en los flujos de caja y tasas de descuento información de riesgo basada en datos proporcionados por Mineros S.A. Concluye que los riesgos en los proyectos de minería de oro pueden incorporarse efectivamente en las evaluaciones financieras siempre que exista un buen conocimiento de la tierra a explotar, las condiciones geográficas y las condiciones sociales, que para un proyecto cuyo TIR sea del 10% (sin incluir ningún factor de riesgo país) y que tenga un %PRI del 50%, que además se desarrolle en una región con condiciones similares a las de Mineros S.A. en el Bajo Cauca antioqueño y esté sometido a riesgo por problemas de energía, que su riesgo específico será entre un 10,31% y un 4,98% de la TIR; interpolando se obtiene para un %PRI del 50% un Rs del 7% de la TIR, es decir de 0,7%. Así pues, puede añadirse un riesgo específico de 0,7% al K_e debido a problemas de energía en la zona. Esta metodología plantea entonces que el riesgo específico sea añadido al costo de capital como un factor adicional (FRs) al K_e .

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Zuloaga (2021), en su tesis titulado: “Evaluación técnica económica para incrementar la producción de mineral de la concesión minera Víctor Jesús provincia de Patate la Libertad”. El objetivo de este estudio es evaluar técnica y económicamente el incremento de la producción de las reservas remanentes de la veta Rosario y de las reservas aún no exploradas de la veta Carmen en la concesión minera, donde se propone

un nuevo plan de mejora y una expansión para incrementar la producción. Concluye que, la evaluación económica para la propuesta de incremento de producción de la explotación, considerando la nueva inversión a realizarse (3,28 MMUSD), los nuevos costos operativos por la implementación del método tecnificado (5.26 MMUSD) y los ingresos incrementales hacen viable económicamente el proyecto, con un VAN de 5,14 MMUSD y una TIR de 53%. Se planteó diferentes análisis de sensibilidad para evaluar el proyecto a diferentes leyes del mineral.

Cordori (2018), en su tesis titulado: “Modelo de riesgo para la evaluación económica financiera de la explotación de la veta Huascar nivel 2220 - 2296 mina Yanaquihua – Arequipa”. Tiene como objetivo Evaluar técnica económica y financieramente la explotación de la veta Huáscar de la mina Yanaquihua, considerando los riesgos asociados al proyecto, determinando su viabilidad y rentabilidad, desarrollo del proyecto mediante la aplicación de estrategias sin cambios, mejoradas y agresivas que conduzcan a una optimización de su uso y una minimización de los riesgos que conduzcan a su viabilidad económica y financiera. Señala que cualquier proyecto minero, sin importar en qué etapa se encuentre, exploración, evaluación o desarrollo, representa una dimensión económica inevitable que debe ser analizada antes de asignar los recursos necesarios para su implementación. Concluye que la evaluación de las tres estrategias en diferentes escenarios del proyecto: sin cambios, mejorado y agresivo, muestran rentabilidad económica y financiera, con un VAN de \$ 1,626,331.00, TIR de 146.31 % anual con la tasa de descuento de acuerdo al riesgo inherente del proyecto minero fue considerada en 18%.

Rojas (2018), en su tesis titulado: “Evaluación Técnica Y Económica para la recuperación de oro de la cancha de relaves de la empresa minera Rio Chicama S.A.C. Sayapullo, la Libertad”. El objetivo de este trabajo de investigación es evaluar Técnica Y Económica para la recuperación de oro en los relaves, con el fin de obtener el método más factible para la recuperación de oro desde el punto de vista metalúrgico; también nos habla de una propuesta de flujograma de un plan piloto para el tratamiento de los relaves en base a los resultados de laboratorio, determinando los costos de producción y los indicadores económicos para la determinación de la viabilidad del proyecto. Concluye que el costo total de producción para la recuperación de oro de las canchas de relave es

de 8 510 481,79 soles con una capital de trabajo diaria (CTD) de 23 556,89 soles. Se estimaron también los criterios de evaluación económica; VAN de 5 415 077,28; TIR 179,60% y Periodo de Recuperación de 6 meses. Los resultados de los criterios de evaluación económica, junto con nuestro flujo de caja, son positivos, por lo que la realización del proyecto es viable.

2.1.3. Antecedentes Locales

Carrasco (2022), en su tesis titulado: “Evaluación técnica y económica para la explotación de oro en la veta Alta Gracia - Yonán – Cajamarca”, esta investigación tiene como objetivo evaluar los yacimientos de magnetita, teniendo en cuenta índices económicos como el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y el período de recuperación de la inversión (PRI), que son muy importantes para la minería subterránea y de superficie; La programación de la producción a largo plazo es una parte fundamental de cualquier proyecto minero. En la etapa de oficina se realiza el análisis de datos en la tabla Nicholas para determinar el método de explotación. Concluye que el (VAN) da como resultado \$ 604,904.76, la misma que es una ganancia importante para los dueños de la mina, con un TIR de 36% de rentabilidad por lo tanto la inflación generalizada en el Perú afectara ínfimamente a la rentabilidad del proyecto y el período de retorno de la inversión son 25 meses daría tranquilidad para su rápida recuperación de lo invertido en el proyecto.

Ayay (2024), en su tesis titulado: “Evaluación económica para la explotación de manganeso en la concesión San Jorge de Chuchun, Namora-Cajamarca”. En este estudio se llevó a cabo una investigación detallada para la explotación de manganeso en la Concesión San Jorge en Cajamarca, que incluyó la evaluación económica y el cálculo de reservas utilizando el software Leapfrog, arrojando un total de 24,478 toneladas métricas. Realizado un mapeo detallado de la cartografía, alteración, estructura y mineralización. También se identificaron superficialmente rocas de areniscas compactas y granulares correspondientes a la Formación Farrat, así como alteraciones supérgenas (meteorización) debido a la presencia de óxidos en las areniscas deleznable. Además, se realizó un análisis de la calidad del material mediante la evaluación de 10 muestras obtenidas a través del método de muestreo Rock Chips y canales. Asimismo, se llevó a

cabo el cálculo del Flujo de Caja y del Período de Recuperación de la Inversión, con el objetivo de determinar la viabilidad de la concesión. Este estudio se caracterizó por un enfoque cualitativo, aplicado, con un alcance correlacional y un diseño no experimental. Concluye que la evaluación económica para la extracción de manganeso, revela un período de operación proyectado de 13.60 años y un tiempo de recuperación de la inversión de 1.05 años. A ello se suma un precio actual de mercado del manganeso de 650 soles por tonelada métrica, confirmando la viabilidad y rentabilidad del proyecto.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Método de Explotación

Es el conjunto de procesos, con una planificación integral, un método de trabajo sistemático y repetitivo, que utiliza técnicas y maquinaria minera, para llevar a cabo la extracción de mineral de un yacimiento económicamente explotable, con el objetivo de lograr la máxima eficiencia. Esta estrategia abarca los principios de ejecución de las operaciones y los criterios relacionados con el tratamiento de los materiales extraídos. Para la proyección de una mina a cielo abierto, se tiene en cuenta parámetros como la geometría, geotecnia, operatividad y medio ambiente. Las ventajas del método superficial son, mejor recuperación del volumen de mineral explotable, los niveles de riesgo disminuyen, la mecanización no tiene límite, productividad alta y costos por tonelada movida son más bajos (Ávila, 2014).

2.2.2. Selección del Método de Minado por Nicholas

La selección del método de explotación depende de muchos factores, siendo los más relevantes la ubicación, forma (cuerpo tabular vertical, cuerpo tabular horizontal o cuerpo masivo de forma irregular), tamaño, topografía de superficie, profundidad de la mineralización, tipo de mineral, regularidad de la mineralización, calidad del macizo rocoso desde un punto de vista geomecánico (Ortiz, 2011).

El objetivo primordial consiste en desarrollar un sistema de extracción óptimo que se ajuste a las características presentes en el yacimiento bajo exploración. Este enfoque puede entenderse como el camino hacia la maximización de la eficiencia de la

operación, si bien la toma de decisiones se fundamenta en aspectos técnicos como la productividad elevada, la extracción completa del mineral y condiciones laborales seguras, entre otros. En la fase inicial de selección, los aspectos que poseen mayor relevancia incluyen la geometría del yacimiento, la distribución de las leyes del depósito y las propiedades geomecánicas tanto del mineral como del material estéril adyacente. Mediante el análisis de estos factores, se logrará una clasificación preliminar y una jerarquización de los métodos de explotación, orientados hacia su aplicación más idónea desde una perspectiva exclusivamente técnica (Llanque, 1999).

2.2.2.1. Condiciones Geológicas

Se hace mención a las características geológicas tanto del mineral como de la roca encajonante. La investigación geológica realizada debe tener como objetivo primordial la adecuada evaluación de los recursos y reservas presentes en el depósito, al tiempo que proporciona detalles sobre los diversos tipos de rocas, áreas de alteración, estructuras predominantes, y fenómenos tectónicos relevantes. Todo ello debe plasmarse sobre planos y secciones a escala adecuada con el fin de visualizar e interpretar fácilmente el yacimiento (Llanque, 1999).

2.2.2.2. Geometría del Yacimiento y Distribución de Leyes

Para seleccionar un método y comenzar con la planificación preliminar, es esencial contar con mapas y secciones geológicas. Estos documentos identificarán los tipos principales de roca, áreas afectadas, así como las principales características estructurales como fallas, estratos y pliegues, entre otros (Poma, 2023).

Se evalúa la forma del yacimiento, potencia, inclinación, profundidad y distribución de leyes para seleccionar el método de minado más eficiente y rentable.

a) Forma del Yacimiento

Los depósitos minerales exhiben una amplia gama de características, una de ellas es su forma, esto describe en cómo se presenta originalmente en la naturaleza. Lo cual implica un desafío al intentar categorizarlos de manera precisa, ya que diferentes factores pueden ser dominantes en su clasificación (Poma, 2023).

Tabla 1. Tipos de Forma del Yacimiento.

Forma	Descripción
Equidimensionales o masivos	Todas las dimensiones son uniformes sin importar la orientación
Tabular	Dos de las dimensiones superan considerablemente a la tercera
Irregular	Las medidas cambian significativamente en distancias mínimas

Fuente: Adaptado de Poma, (2023).

b) Potencia del Mineral

La potencia de un yacimiento mineral se define como la medida del grosor o espesor del cuerpo de mineral presente en dicho depósito. En palabras sencillas, la potencia indica qué tan gruesa es la capa de mineral dentro del depósito. Esta característica es crucial en la evaluación de un depósito, ya que determina la cantidad de mineral disponible para su extracción (Poma, 2023).

Tabla 2. Clasificación de Potencia según el Espesor del Cuerpo Mineral.

Forma	Potencia
Estrecha	< a 10 m
Intermedia	10 - 30 m
Potente	30 – 100 m
Muy potente	> a 100 m

Fuente: Adaptado de Poma, (2023).

c) **Inclinación**

La inclinación de un yacimiento mineral se refiere a la dirección en la que la capa mineralizada se encuentra inclinada con respecto a la horizontal. Es la línea de máxima pendiente del plano, siempre es perpendicular a la línea del rumbo de este, este ángulo de inclinación también conocido como buzamiento, siempre estará comprendido entre 0 y 90° (Llanque, 1999).

En la industria minera, esta propiedad es fundamental ya que afecta directamente la planificación y ejecución de la extracción de minerales. La inclinación puede ser ascendente, descendente o lateral, y comprenderla es crucial para determinar el método óptimo de acceso y extracción de minerales de manera segura y eficiente.

Tabla 3. Clasificación de la Inclinación o Buzamiento.

Forma	Inclinación
Echado	< a 20°
Intermedio	20 - 55°
Inclinado	> a 55°

Fuente: Adaptado de Llanque, (1999).

d) **Profundidad desde la Superficie**

Se refiere a la distancia vertical medida desde la superficie de la tierra hasta la posición del depósito mineral. Este valor, está expresado en metros, tiene un impacto significativo en la planificación y ejecución de la extracción del mineral.

A mayor profundidad del yacimiento, surgen desafíos adicionales, especialmente en términos de costos. Por lo tanto, entender la profundidad del yacimiento desde la superficie es esencial para evaluar su viabilidad y determinar el método de extracción más óptimo (Llanque, 1999).

Tabla 4. Clasificación del Yacimiento según su Profundidad.

Clasificación	Distancia Vertical
Pequeña	< a 150 m
Intermedia	150 - 600 m
Alta	> a 600 m

Fuente: Adaptado de Poma, (2023).

e) **Distribución de Leyes**

La distribución de la ley se refiere a la variación en la concentración de minerales valiosos dentro de un depósito. Esta variación puede ser uniforme, lo que significa que la concentración de minerales está presente en todo el yacimiento, o gradacional, lo que indica que hay diferentes concentraciones de minerales en distintas partes del depósito.

La evaluación de la distribución de la ley es fundamental para determinar el método de explotación más adecuado, ya que afecta directamente la rentabilidad y viabilidad económica de la extracción de minerales.

Tabla 5. Distribución de Leyes.

Distribución	Descripción
Uniforme	La ley del yacimiento se mantiene prácticamente constante en cualquier punto del yacimiento mineralizado
Gradual o diseminado	Las leyes tienen una distribución zonal, identificándose cambios graduales de un punto a otro
Errático	No existe una relación espacial entre las leyes, ya que estas cambian radicalmente de un punto a otro en distancias muy pequeñas

Fuente: Adaptado de Llanque, (1999).

Tabla 6. Clasificación del Método en Función de la Geometría y Distribución de Leyes del Yacimiento.

Métodos de Explotación	Forma del yacimiento			Potencia del mineral				Inclinación			Distribución de leyes		
	M	T	I	E	IT	P	MP	T	IT	IN	U	D	ER
Cielo abierto	3	2	3	2	3	4	4	3	3	4	3	3	3
Hundimiento por Bloques	4	2	0	-49	0	2	4	3	2	4	4	2	0
Cámaras por subnivel	2	2	1	1	2	4	3	2	1	4	3	3	1
Hundimiento por subniveles	3	4	1	-49	0	4	4	1	1	4	4	2	0
Tajo largo	-49	0	-49	4	0	-49	-49	4	0	-49	4	2	0
Cámaras y pilares	0	4	2	4	2	-49	-49	4	1	0	3	3	3
Cámaras almacén	2	2	1	2	2	4	3	2	1	4	3	2	1
Corte y relleno	0	4	2	4	4	0	0	0	3	4	3	3	3
Entibación con marcos	0	2	4	4	4	1	1	2	3	3	3	3	3

M: Masivo

IT: Intermedio

IN: Inclinado

T: Tumbado

P: Potente

U: Uniforme

I: Irregular

MP: Muy Potente

D: Diseminado

E: Estrecho

T: Tabular

ER: Errático

Fuente: Adaptado de Poma, (2023).

2.2.2.3. Características Geomecánicas del Yacimiento

Las características geomecánicas del yacimiento mineral, se refieren a las propiedades mecánicas y geológicas de la roca que lo compone las cuales juegan un papel crucial en su estabilidad y comportamiento durante la actividad minera. Tales características abarcan la resistencia de la roca, el nivel de fracturación del macizo rocoso y la resistencia de las discontinuidades, entre otros aspectos relevantes. Estos datos resultan esenciales para evaluar la viabilidad de la explotación minera y elegir el método de extracción más apropiado (Llanque, 1999).

No obstante, el término "resistencia" es un concepto complejo que no se reduce a una medida absoluta, ya que engloba no solo la resistencia de la roca intacta y las características de la masa rocosa en su estado íntegro, sino también los efectos de las fracturas, los planos de falla de la masa rocosa, así como su disposición geométrica y espaciado, junto con su comportamiento en el tiempo (Llanque, 1999).

Tabla 7. Características Geomecánicas.

1. Resistencia De La Matriz Rocosa		
Resistencia a la compresión simple (Mpa)/Presión del recubrimiento (Mpa)		
- Pequeña	:	< a 8
- Media	:	8 - 15
- Alta	:	> a 15
2. Espaciamiento Entre Fracturas		
	Fracturas/m	RQD (%)
- Muy pequeño	> 16	0 - 20
- Pequeño	10 - 16	20 - 40
- Grande	3 - 10	40 - 70
- Muy grande	3	70 - 100
3. Resistencia De Las Discontinuidades		
- Pequeña: Discontinuidades limpias con una superficie suave o con un material de relleno blando.		
- Media: Discontinuidades limpias con una superficie rugosa.		
- Grande: Discontinuidades rellenas con un material de resistencia igual o mayor que la roca intacta.		

Fuente: Adaptado de Llanque, (1999).

Tabla 8. Clasificación de las Características Geomecánicas Zona Mineral.

Métodos de Explotación	Resistencia de las rocas			Espaciamiento entre fracturas				Resistencia de las discontinuidades		
	P	M	A	MP	P	G	MG	P	M	G
Cielo abierto	3	4	4	2	3	4	4	2	3	4
Hundimiento por Bloques	4	1	1	4	4	3	0	4	3	0
Cámaras por subnivel	-49	3	4	0	0	1	4	0	2	4
Hundimiento por subniveles	0	3	3	0	2	4	4	0	2	2
Tajo largo	4	1	0	4	4	0	0	4	3	0
Cámaras y pilares	0	3	4	0	1	2	4	0	2	4
Cámaras almacén	1	3	4	0	1	3	4	0	2	4
Corte y relleno	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2
Entibación con marcos	4	1	1	4	4	2	1	4	3	2
	P: Pequeña M: Media A: Alta			MP: Muy Pequeña P: Pequeña G: Grande MG: Muy Grande				P: Pequeña M: Media G: Grande		

Fuente: Adaptado de Poma, (2023).

Tabla 9. Clasificación de las Características Geomecánicas Caja Techo.

Métodos de Explotación	Resistencia de las rocas			Espaciamiento entre fracturas				Resistencia de las discontinuidades		
	P	M	A	MP	P	G	MG	P	M	G
Cielo abierto	3	4	4	2	3	4	4	2	3	4
Hundimiento por Bloques	4	2	1	3	4	3	0	4	2	0
Cámaras por subnivel	-49	3	4	-49	0	1	4	0	2	4
Hundimiento por subniveles	3	2	1	3	4	3	1	4	2	0
Tajo largo	4	2	0	4	4	3	0	4	2	0
Cámaras y pilares	0	3	4	0	1	2	4	0	2	4
Cámaras almacén	4	2	1	4	4	3	0	4	2	0
Corte y relleno	3	2	2	3	3	2	2	4	3	2
Entibación con marcos	3	2	2	3	3	2	2	4	3	2
	P: Pequeña			MP: Muy Pequeña				P: Pequeña		
	M: Media			P: Pequeña				M: Media		
	A: Alta			G: Grande				G: Grande		
				MG: Muy Grande						

Fuente: Adaptado de Poma, (2023).

Tabla 10. Clasificación de las Características Geomecánicas Caja Piso.

Métodos de Explotación	Resistencia de las rocas			Espaciamiento entre fracturas				Resistencia de las discontinuidades		
	P	M	A	MP	P	G	MG	P	M	G
Cielo abierto	3	4	4	2	3	4	4	2	3	4
Hundimiento por Bloques	2	3	3	1	3	3	3	1	3	3
Cámaras por subnivel	0	2	4	0	0	2	4	0	1	4
Hundimiento por subniveles	0	2	4	0	1	3	4	0	2	4
Tajo largo	2	3	3	1	2	4	3	1	3	3
Cámaras y pilares	0	2	4	0	1	3	3	0	3	3
Cámaras almacén	2	3	3	2	3	3	2	2	2	3
Corte y relleno	4	2	2	4	4	2	2	4	4	2
Entibación con marcos	4	2	2	4	4	2	2	4	4	2

P: Pequeña

M: Media

A: Alta

MP: Muy Pequeña

P: Pequeña

G: Grande

MG: Muy Grande

P: Pequeña

M: Media

G: Grande

Fuente: Adaptado de Poma, (2023).

2.2.2.4. Análisis del Procedimiento Numérico de Selección

Se presentan las puntuaciones, donde se muestran 4 posibilidades, para darle valor numérico a cada método, considerando la forma del yacimiento y distribución espacial de las leyes, esto nos dará como resultado método de extracción más adecuado.

Tabla 11. Puntaje del Método Según su Aplicabilidad.

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

Fuente: Adaptado de Poma, (2023).

2.2.3. Evaluación de un Proyecto

Herrera (2018), define que la evaluación de la viabilidad económica de un yacimiento requiere no sólo de la aplicación de sólidos conocimientos y la disponibilidad de la tecnología y habilidades necesarias, sino que determinar el método de extracción de las reservas también requiere una planificación. El diseño requiere las soluciones planificadas que lo hagan posible recuperar los elementos deseados en la posterior fase de extracción y llevarlos al mercado.

2.2.4. Valor Actual Neto (VAN)

La teoría del Valor Actual Neto (VAN) es una herramienta que ayuda a evaluar la viabilidad de un proyecto. Consiste en calcular los flujos de caja futuros de un determinado proyecto y descontarlos al año 0. Si la inversión inicial es mayor que los flujos descontados, el proyecto no se llevará a cabo; de lo contrario, el proyecto debería ser ejecutado (Pacheco, 2020).

Fajardo (2019), define que el (VAN) es el valor monetario que resulta de restar a la inversión inicial la suma de los flujos descontados.

La fórmula que permite hallar el VAN de cualquier proyecto es:

$$VAN = -I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{FNE_i}{(1+t)^i}$$

Figura 1: Fórmula Para Calcular el Valor Actual Neto Fajardo, (2019).

Donde:

I_0 = Inversión Inicial

t = Tasa de Descuento

FNE_i = Flujo Neto de Efectivo

n = Número de Períodos de Tiempo Medido

(Pacheco, 2020) Indica que las decisiones con respecto a los resultados del VAN para un determinado proyecto se interpretan de la siguiente manera:

Tabla 12: Interpretación del VAN.

Valor	Interpretación
$VAN > 0$	La inversión aumenta el valor de la empresa. El proyecto puede ser aceptado.
$VAN < 0$	La inversión disminuye el valor de la empresa. El proyecto debería ser rechazado.
$VAN = 0$	La inversión no aumenta ni disminuye el valor de la empresa. La decisión de invertir debería basarse en otros criterios.

Fuente: Mejorado de Pacheco, (2020).

2.2.5. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es la tasa de descuento que hace que el valor actual de los flujos de beneficio (positivos) sea igual al valor actual de los flujos de inversión (negativos). Una única tasa

de rendimiento anual en donde la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual (Girón, 2012).

La tasa interna de retorno (TIR) evalúa la rentabilidad de un proyecto expresada en porcentaje. Se define como la tasa de descuento que equilibra el valor actual neto del proyecto, llevándolo a cero (Pacheco, 2020).

La fórmula que permite hallar la TIR de un proyecto es:

$$VAN = 0 = C_0 + \sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1 + TIR)^t}$$

Figura 2: Fórmula Para Calcular la Tasa Interna de Retorno (Pacheco, 2020)

Donde:

C_0 = Flujo de caja en el tiempo 0, es decir ahora, es negativo ya que es la inversión que se realiza.

C_t = Flujos de caja a partir del año 1 hasta el año T.

t = Número de períodos de tiempo.

Pacheco (2020), indica que las decisiones con respecto a los resultados del TIR para un determinado proyecto se interpretan de la siguiente manera:

Tabla 13: Interpretación de TIR.

Valor	Interpretación
$TIR > k$	El proyecto debe ser aceptado.
$TIR < k$	El proyecto debe ser rechazado.
k : Es el costo de oportunidad de capital	

Fuente: Mejorado de Pacheco, (2020).

2.2.6. Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI)

También llamado del payback, consiste en calcular el tiempo en el que el proyecto logra recuperar la inversión inicial, se debe acumular de forma sucesiva los flujos de caja hasta que dicha suma sea igual a la inversión inicial. Este método evalúa la liquidez del proyecto ya que valora positivamente a los proyectos que logran recuperar el valor invertido en un menor tiempo. Por lo tanto, según este método. Así, de acuerdo con este enfoque, se deben seleccionar los proyectos con el Payback más bajo (Pacheco, 2020).

La fórmula que permite hallar la PRI de un proyecto es:

$$PRI = a + \frac{(I_0 - b)}{F_t}$$

Figura 3: Fórmula Para Calcular Periodo de Recuperación de la Inversión (Sapag, 2008)

Donde:

a = Año inmediato al que se recupera la inversión.

I_0 = Inversión inicial.

b = Flujo de efectivo acumulado del año inmediato anterior en el que se recupera la inversión.

F_t = Flujo de efectivo del año que se recupera la inversión.

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN

3.1.1. Ubicación Geográfica

El proyecto minero Guayamasma se encuentra ubicado en el distrito de Namora, perteneciente a la provincia y departamento de Cajamarca, en la región norte del Perú. Esta zona es conocida por su riqueza geológica y su potencial para el desarrollo de actividades extractivas. El área del proyecto está situada aproximadamente a 45.2 kilómetros al noroeste de la ciudad de Cajamarca, limita al norte con Los Baños del Inca y Encañada, por el sur con Jesús y Matara, a una distancia aproximada de 16 kilómetros del centro poblado del distrito de Namora.

La ubicación geográfica del proyecto se ubica en la zona de sierra del departamento de Cajamarca, presenta una topografía irregular y un clima predominantemente frío, La altitud en la que se desarrolla el proyecto fluctúa entre los 3,490 y los 3,500 msnm, lo que representa condiciones propias de ecosistemas altoandinos.

3.1.2. Accesibilidad

Partiendo desde la ciudad de Cajamarca, la accesibilidad al proyecto minero Guayamasma es por la carretera asfaltada hacia el distrito de Namora, la cual está aproximadamente a unos 29.2 km, seguimos el recorrido hacia una intersección de la carretera la cual está a 10 km aproximadamente, finalmente nos queda el último tramo de 6 km hacia el destino. El viaje hasta el proyecto minero toma un tiempo aproximado de 2 horas y 30 minutos.

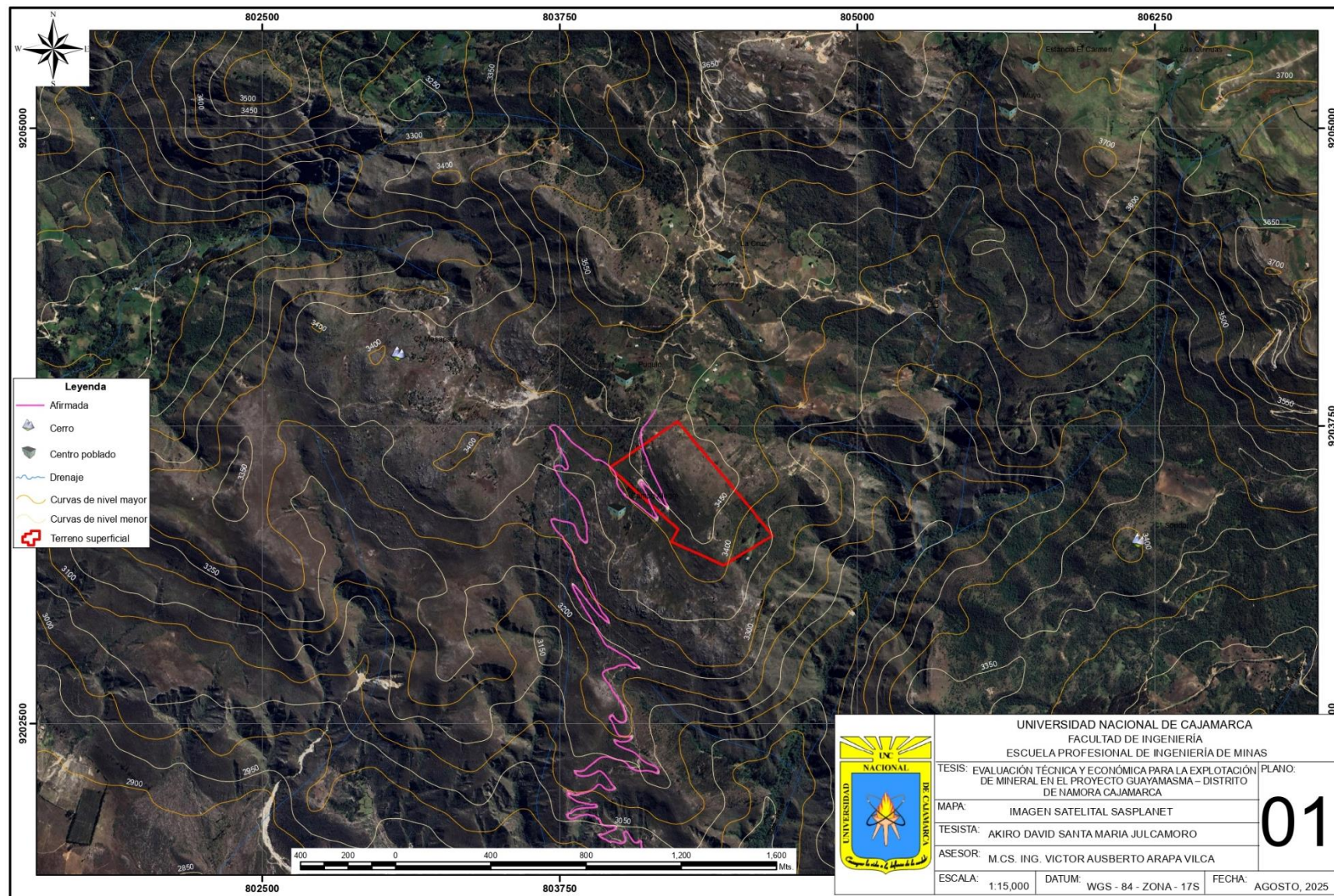


Figura 4: Imagen Satelital de Accesibilidad al Proyecto Guayamasma.

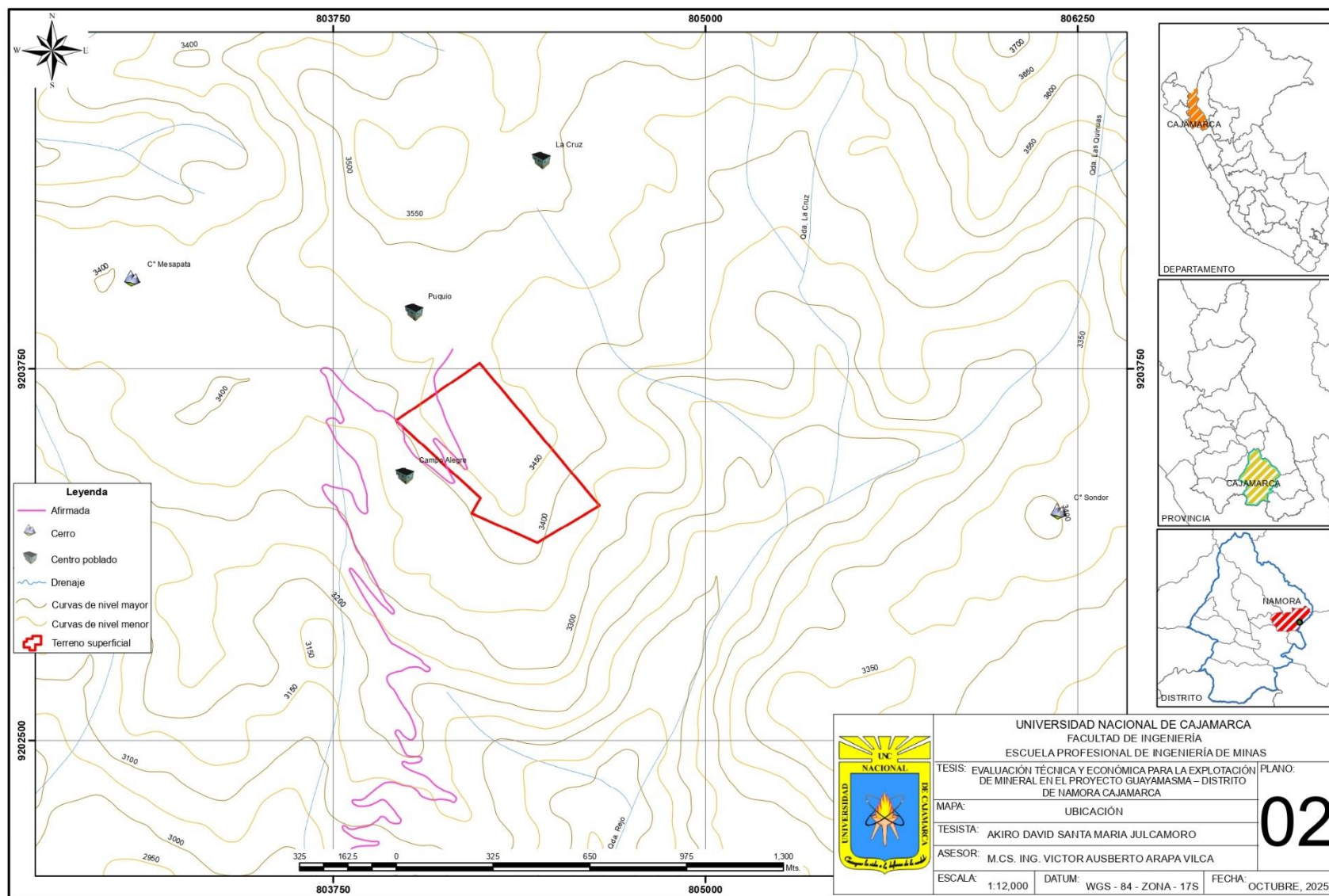


Figura 5: Ubicación Departamental, Provincial y Distrital del Proyecto Guayamasma.

3.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. Tipo de la Investigación

La investigación es de tipo descriptivo, porque voy a describir las características del yacimiento minero, midiendo y evaluando sus dimensiones y componentes, mediante la observación, detallando y registrando las particularidades del yacimiento en estudio. Su objetivo es demostrar la manera de cómo se presenta el yacimiento Guayamasma.

3.2.2. Nivel de Investigación

El nivel de la investigación es correlacional, porque voy a analizar la relación entre dos o más variables, sin manipularlas, con el fin de identificar si el método de explotación está asociado con las características del yacimiento del proyecto.

3.2.3. Diseño de Investigación

El diseño de investigación es No Experimental, porque mediante la observación voy a describir el Yacimiento Guayamasma tal como se muestra en el lugar de estudio, sin necesidad de intervenir en ella.

3.2.4. Método de Investigación

El método de la investigación es Deductivo – Inductivo porque mediante la observación y análisis de las características del yacimiento Guayamasma, voy a determinar el método de explotación óptimo.

3.2.5. Población de Estudio

Yacimiento de Mineral del Proyecto Guayamasma.

3.2.6. Muestra

5 muestras de la Veta Nancy del Proyecto Guayamasma.

3.2.7. Unidad de Análisis.

Costo por Toneladas de Mineral Explotado.

3.2.8. Definición de Variables

3.2.8.1. Variables Independientes

Yacimiento del Proyecto Guayamasma.

3.2.8.2. Variables Dependientes

Métodos de explotación de mineral.

3.2.9. Operacionalización de Variable

Tabla 14. Operacionalización de Variable.

	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
DEPENDIENTE	Método de explotación de mineral.	El éxito en la construcción de una mina, demanda un estudio de viabilidad que evalúe diversos factores.	Valor Actual Neto	VAN	Valor Numérico	Dólares
			Tasa de Rentabilidad Interna	TIR	Rentabilidad	%
			Periodo de Recuperación de la inversión	PRI	Tiempo	Años
INDEPENDIENTE	Yacimiento del Proyecto Guayamasma.	Operación de extracción que se realiza en venillas auríferas con Plata y Cobre	Cantidad de mineral extraído	Producción diaria	Cantidad	Tn

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. Técnicas

3.3.1.1. Visualización Directa

Esta técnica se refiere al uso de herramientas gráficas y digitales para representar las características del yacimiento. Esta técnica es fundamental para la planificación y gestión del proyecto, ya que facilita la interpretación de información compleja y la toma de decisiones informadas.

3.3.1.2. Visualización Indirecta

Consistió en la revisión de documentos, informes, recopilación de información bibliográfica proveniente de fuentes confiables sobre temas de evaluación económica. facilitando el estudio de períodos largos o situaciones en las que la observación directa no es posible o conveniente. Para ello, se consultaron repositorios digitales de diversas universidades y libros que aportaron referencias sobre los conceptos fundamentales relacionados con el tema principal de la investigación.

3.3.1.3. Instrumentos de Recolección de Datos

Esta técnica consiste en obtener información directamente del yacimiento minero que deseamos estudiar. Esta información se obtuvo con la libreta de campo, planos topográficos y Mapa Geológicos.

3.3.2. Instrumentos

GPS: Se utilizó para ubicar las coordenadas del yacimiento.

Brújula: Se utilizó para medir el rumbo y buzamiento de las vetas.

Wincha o Flexómetro: Se utilizó para medir las secciones y longitudes de la estructura mineralizada.

3.3.3. Materiales y Equipos

Libreta de Campo y Lapicero: Para apuntar las características y datos de las venillas del proyecto Guayamasma.

Laptop: Para el procesamiento de la información recopilada.

Cámara Fotográfica: Para capturar las evidencias en campo.

Equipo de Protección Personal: Casco, chaleco, zapatos punta de acero.

3.3.4. Software

Microsoft Excel: Para elaborar y calcular los factores económicos (VAN, TIR y PRI), así como las distintas tablas analíticas del presente estudio.

Microsoft Word: Para realizar el análisis y representación de los resultados obtenidos en esta investigación.

MineSight: Para calcular las reservas del proyecto minero.

AutoCAD: Para elaborar el diseño de la mina y labores del proyecto minero.

3.4. PROCEDIMIENTOS

Para desarrollar esta investigación destinada a la evaluación técnica y económica del proyecto Guayamasma, he dividido el proceso en tres fases, la primera comprende la fase inicial de gabinete, la segunda comprende la fase de campo y la tercera comprende la fase final de gabinete. Esta metodología me proporcionará la recolección de datos de la manera más adecuada y adaptable, que me permitirá obtener un cálculo preciso.

3.4.1. Fase Inicial de Gabinete

En esta fase, se inició definiendo la situación actual del proyecto minero, enfocándonos en la búsqueda de información relacionada al tema correspondiente, teniendo acceso a tesis sobre temas similares, así como también libros que nos otorga

información adecuada sobre métodos de explotación minera y consultamos bibliografía relevante. También se llevó a cabo el asesoramiento de parte de ingenieros expertos en el tema, para así poder tener una mejor planificación del Proyecto que nos llevará a tomar decisiones responsables.

3.4.2. Fase de Campo

Esta fase permitió llevar a cabo dos visitas al proyecto Guayamasma, con el fin de realizar un reconocimiento general de la zona. Con ayuda de los instrumentos y materiales se efectuaron las mediciones del cuerpo mineral, así como sus características las cuales son datos importantes para el desarrollo de la investigación, también se recolectaron diversas muestras del mineral para ser analizados en laboratorio y verificar las leyes del mineral.

3.4.3. Fase Final de Gabinete

En esta fase, se analizaron los datos recogidos en campo, considerando la ley de mineral por tonelada, su valor en el mercado y la valorización como ingreso. Además, se analizaron los costos operativos mediante información de minas similares y se realizaron gráficos y análisis estadísticos para obtener indicadores clave como VAN, TIR y PIR.

3.5. GEOLOGÍA LOCAL

3.5.1. Cretácico Inferior-Formación Chimú (Ki-Chi)

En el Proyecto Guayamasma, se identificó la formación Chimú, perteneciente al Cretácico inferior, en esta formación destacan las rocas sedimentarias, las cuales son una alternancia de areniscas de grano fino a medio y lutitas en la base, una capa superior de cuarcitas blancas en bancos gruesos, como también las areniscas cuarzosas.

3.5.1.1. Areniscas de Grano Fino y Medio

En el Proyecto Guayamasma se ha identificado la presencia de las rocas areniscas de grano fino y medio con tamaño de grano que varía aproximadamente de 0.1 a 0.5 mm, estas rocas se formaron por la compactación y cementación de granos de cuarzo, durante su formación fueron arrastrados por un ambiente fluvial la cual fue sometidos a un transporte prolongado, como resultado de esta erosión su textura presenta pulides y forma redondeada.

En el Proyecto Guayamasma estas rocas presentan colores de tonos blancos, amarillento y rojizo, los cuales se deben principalmente a la presencia de óxidos de hierro.



Figura 6. Muestra In situ de Rocas Areniscas de Grano Fino y Medio de color Amarillento y Rojizo del Yacimiento Guayamasma Perteneciente a la Formación Chimú.

3.5.1.2. Areniscas Cuarzosas

Estas rocas sedimentarias se encuentran de forma predominante en el Proyecto Guayamasma, las características físicas presentes de estas rocas son de colores gris claro a blancos bien cementados, la presencia del cuarzo es de 90% de los granos, el cemento está compuesto por sílice y presenta minerales de feldespato en poca proporción.

La textura de las rocas areniscas cuarzosas identificadas en el proyecto Guayama, presenta un tamaño fino y medio, de granos uniformes y bien redondeadas, cuya superficie están relativamente pulidos.



Figura 7: Muestra In situ de Rocas Areniscas Cuarzosas de color Gris, Blancos y Redondeadas del Yacimiento Guayamasma Perteneciente a la Formación Chimú

3.5.2. Geología del Yacimiento

En dicha zona se reconoció únicamente litologías sedimentarias como areniscas de grano fino a medio y areniscas cuarzosas las cuales pertenecen a la Formación Chimú.

Las principales estructuras que se determinaron a través de imágenes satelitales son lineamientos estructurales con azimuth NW-SE, la cual desplaza a estructuras SW-NE las cuales limitan la mineralización.

Las alteraciones hidrotermales que predominan son argilización leve a moderada en contacto con las venillas de los stockworks que afloran en el área de exploración.

La mineralización está restringida a la presencia de un afloramiento de brecha hidrotermal monomíctica con litoclastos de areniscas de grano fino a medio matriz soportada, matriz compuesta por OxFe (limonita+goethita), con roca caja areniscas de grano medio de la Formación Chimú, la cual es una formación prospectiva ya que en esta se encuentran zonas de interés económico.

En la parte central del Proyecto Guayamasma se evidencia 5 afloramientos compuestos por de venillas rectas milimétricas $<8\text{mm}$ compuestas por OxFe (limonita+goethita+hematita), las cuales se unen para formar una sola veta llamada “Nancy”, abarcan un área de $200\text{m} \times 50\text{m}$ aproximadamente la que indicarían un lineamiento de afloramientos mineralizados posiblemente para un yacimiento tipo diseminado en venillas de OxFe .

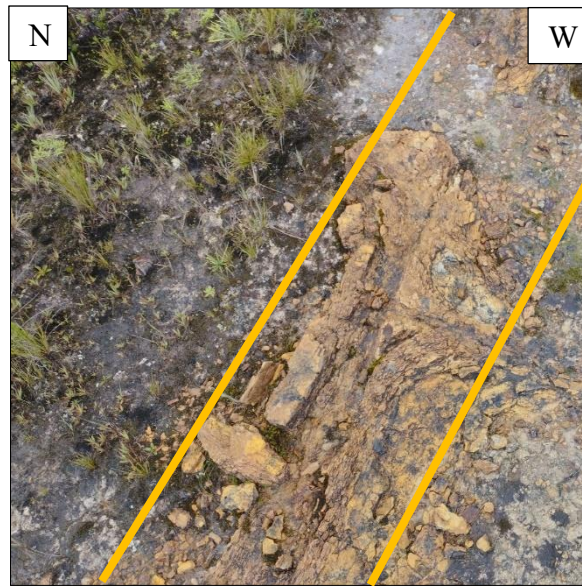


Figura 8: Muestra del Afloramiento de Brecha Hidrotermal Monomítica con Litoclastos de Areniscas de Grano Fino a Medio de la Veta Nancy del Proyecto Guayamasma.



Figura 9. Alteraciones Hidrotermales con Argilización Leve a Moderada en Contacto con las Venillas de los Stockworks que Afloran en el Área de Exploración.

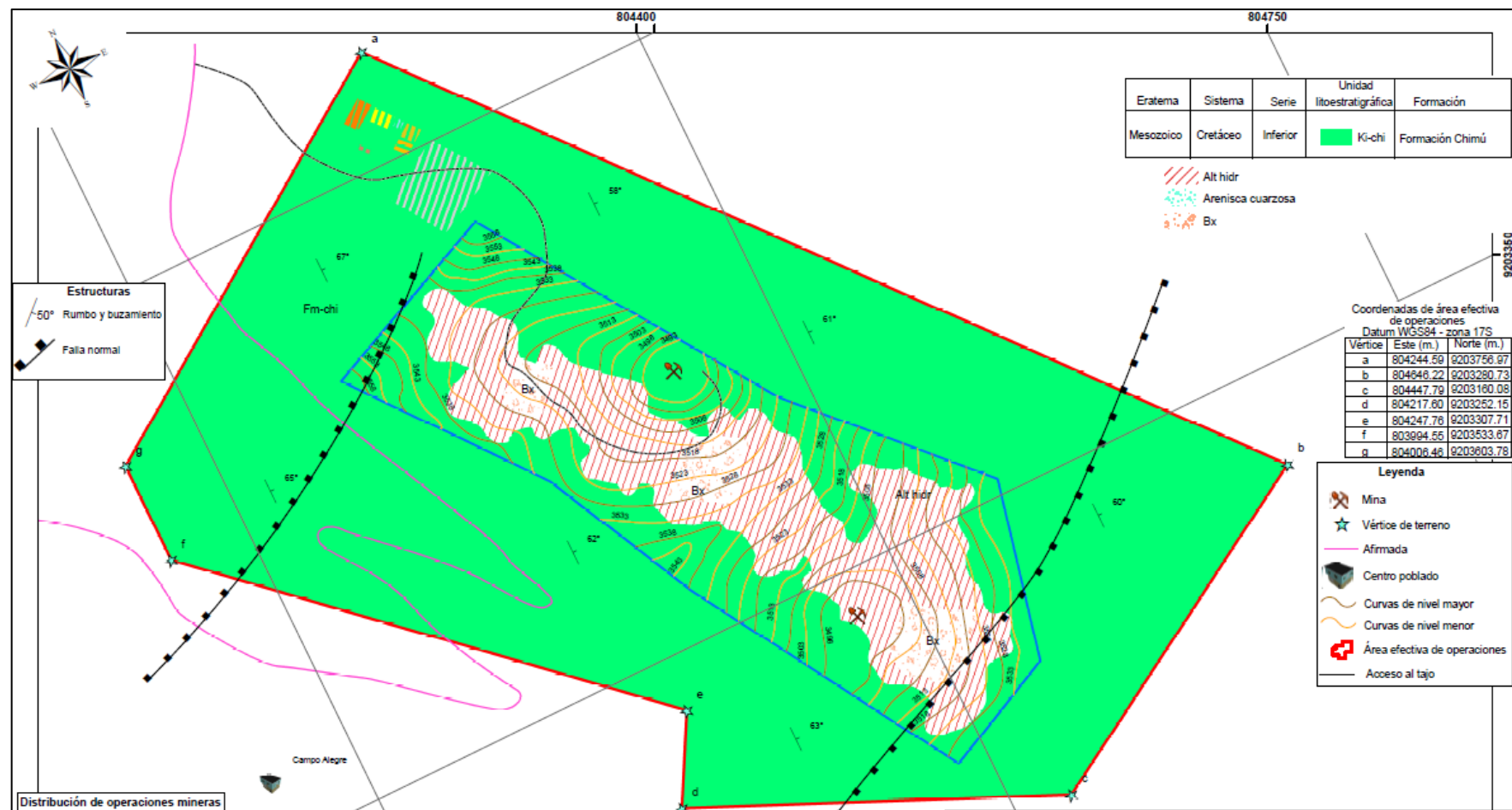


Figura 10. Representación Geológica de la Formación Chimú del Yacimiento Guayamasma, donde se representan dos Fallas Memores Geológicas Normales que Limitan la Mineralización.

3.6. EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA ESTRUCTURA MINERALIZADA DE ORO.

La evaluación técnica del proyecto Guayamasma nos permitirá establecer el método de explotación más efectiva, a través de la comparación con el cuadro de Nicholas. También se detallarán las características geométricas, geomecánicas y la distribución de leyes. Con base en esta información, se formularán las recomendaciones técnicas sobre cómo debería desarrollarse el proyecto en cada fase.

3.6.1. Clasificación del Método en Función de la Geometría y Distribución de Leyes del Yacimiento.

3.6.1.1. Geometría del Yacimiento

El yacimiento presenta un afloramiento en superficie de aproximadamente 200 metros de longitud, lo cual indica una presencia significativa de mineral cercano a la superficie terrestre. En cuanto a su dimensión vertical, alcanza una profundidad estimada de 30 metros desde el punto más alto del afloramiento hasta su base visible, estas dimensiones permiten tener un volumen potencial del cuerpo mineralizado.

A partir de los estudios realizados, observaciones geológicas directas, levantamientos estructurales y análisis de las características físicas del cuerpo mineral, se ha determinado que la geometría del yacimiento corresponde a una veta de tipo tabular.

3.6.1.2. Potencia

En el presente yacimiento, se han llevado a cabo muestreos sistemáticos en distintos puntos donde el cuerpo mineralizado aflora en superficie. Estos afloramientos han sido objeto de mediciones directas durante las actividades de exploración inicial. A partir de los datos recolectados en campo, se ha obtenido una potencia promedio de 20 metros. Este valor representa la potencia media del cuerpo mineralizado en las zonas accesibles hasta el momento. Así mismo bajo los parámetros de clasificación, este cuerpo mineralizado tiene una potencia intermedia, que abarca de 10 a 30 m.

3.6.1.3. Inclinación

En el caso específico de esta veta aurífera, se ha determinado, a través de los afloramientos y mediciones con brújula geológica, que un azimut de N 93°.

Por otro lado, el buzamiento de la veta, es decir, el ángulo que forma con la horizontal, medido en el plano perpendicular al rumbo, es en promedio de 42°. Este valor representa la inclinación con la que la veta se introduce hacia el subsuelo. Con base en esta información, se puede clasificar el tipo de buzamiento como intermedio, ya que se encuentra dentro del rango comprendido entre 20° y 55°.

3.6.1.4. Distribución de Leyes

En el caso específico de la Veta en estudio, se realizaron pruebas de laboratorio a partir de muestras representativas tomadas en diferentes puntos a lo largo del cuerpo mineralizado. Estas muestras fueron seleccionadas de manera sistemática, siguiendo protocolos de muestreo en superficie y en zonas de afloramiento. Los resultados obtenidos en laboratorio indican que la ley del mineral es regular o uniforme a lo largo de la veta, es decir, la concentración del mineral útil no presenta variaciones significativas entre los distintos puntos de muestreo.

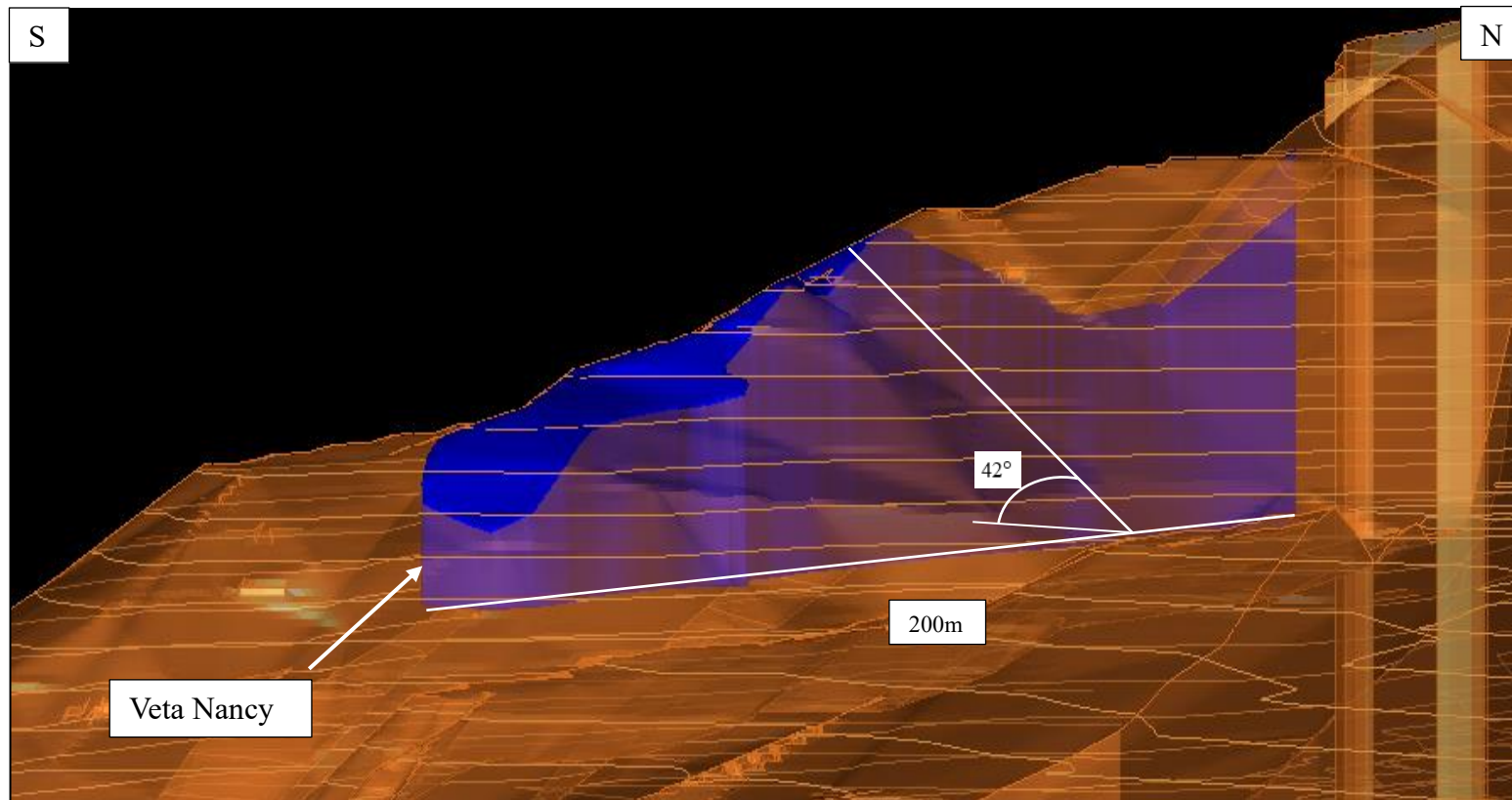


Figura 11. Representación Geométrica de la Veta Nancy, donde se Observa la Longitud e Inclinación, diseñado con el Software Minesight.

Tabla 15. Clasificación del Método en Función de la Geometría y Distribución de Leyes del Yacimiento.

Métodos de Explotación	Forma del yacimiento			Potencia del mineral				Inclinación			Distribución de leyes		
	M	T	I	E	IT	P	MP	T	IT	IN	U	D	ER
Cielo abierto	3	2	3	2	3	4	4	3	3	4	3	3	3
Hundimiento por Bloques	4	2	0	-49	0	2	4	3	2	4	4	2	0
Cámaras por subnivel	2	2	1	1	2	4	3	2	1	4	3	3	1
Hundimiento por subniveles	3	4	1	-49	0	4	4	1	1	4	4	2	0
Tajo largo	-49	0	-49	4	0	-49	-49	4	0	-49	4	2	0
Cámaras y pilares	0	4	2	4	2	-49	-49	4	1	0	3	3	3
Cámaras almacén	2	2	1	2	2	4	3	2	1	4	3	2	1
Corte y relleno	0	4	2	4	4	0	0	0	3	4	3	3	3
Entibación con marcos	0	2	4	4	4	1	1	2	3	3	3	3	3
<div> M: Masivo T: Tumbado I: Irregular E: Estrecho </div> <div> IT: Intermedio P: Potente MP: Muy Potente T: Tabular </div> <div> IN: Inclinado U: Uniforme D: Diseminado ER: Errático </div>													

3.6.2. Clasificación del Método en Atendiendo a las Características Geomecánicas de las Rocas

3.6.2.1. Caja Techo

- **Resistencia de la Roca**

Mediante la aplicación de golpes controlados con un martillo de geólogo (picota) en distintos puntos del macizo rocoso, se evaluó la resistencia mecánica de la roca in situ, durante esta estimación en terreno se observó que el martillo de geólogo penetraba fácilmente en el material, lo que indica una baja resistencia al impacto. Con base en esta respuesta física y de acuerdo con los criterios de estimación de la resistencia de material propuesto por Brown en 1981, se concluyó que la roca presenta características correspondientes a una roca muy débil, clasificada como grado R1.

Tabla 16. Estimación en Terreno de la Resistencia en Compresión Uniaxial – Caja Techo.

Clase (a)	Calificación de la roca según su resistencia	Resistencia uniaxial (Mpa)	Índice de carga puntual (Mpa)	Estimación en terreno de resistencia
R6	Extremadamente Resistente	>250	>10	Golpes de martillo geológico sólo causan descostramiento superficiales en la roca.
R5	Muy Resistente	100-250	4-10	Un trozo de roca requiere varios golpes de martillo geológico para fracturarse.
R4	Resistente	50-100	2-4	Un trozo de roca requiere más de un golpe con el martillo geológico para fracturarse.
R3	Moderadamente Resistente	25-50	1-2	Un trozo de roca puede fracturarse con un único golpe del martillo geológico, pero no es posible descostrar la roca con un cortaplumas.
R2	Débil	5-25	(b)	Un golpe con la punta del martillo geológico deja una indentación superficial. La roca puede ser descostrada con un cortaplumas, pero con dificultad.
R1	Muy Débil	1-5		La roca se disgrega al ser golpeada con la punta del martillo geológico. La roca puede ser descostrada con un cortaplumas.
R0	Extremadamente Débil	0,25-1		La roca puede ser indentada con la uña del pulgar.

(b) Para rocas con una resistencia en compresión uniaxial menos que 25 MPa a los resultados del ensayo de carga puntual son poco confiables.

Fuente: Adaptado de Brown, (1981).

- **Espaciamiento entre Fracturas**

Durante la visita de campo a la veta del proyecto Guayamasma, se llevó el proceso de observación estructural con el fin de determinar el espaciamiento promedio entre fracturas en la caja techo. Para ello, se procedió a demarcar un área representativa de 1 metro cuadrado (1 m²) sobre una superficie expuesta del afloramiento rocoso, esto permite obtener una estimación cuantitativa del número de discontinuidades presentes por unidad de área.

Una vez delimitada el área, se realizó un conteo sistemático de todas las discontinuidades visibles.

Tabla 17. Número de Discontinuidades de Caja Techo.

Estructura	Fracturas/m
Caja techo	12

Tabla 18. Espaciamiento de las Fracturas de Caja Techo.

Espaciamiento	Fracturas/m	RQD (%)
Muy pequeño	>16	0-20
Pequeño	10-16	20-40
Grande	3-6	40-70
Muy grande	3	70-100

- **Resistencia de las Discontinuidades**

En la inspección de campo en la Veta del proyecto Guayamasma se evaluaron las estructuras, concluyendo que presentan una resistencia de las discontinuidades de valor Media.

Tabla 19. Resistencia de las Discontinuidades – Caja Techo.

Resistencia de las Discontinuidades	
Pequeña	Discontinuidades limpias con una superficie suave.
Media	Discontinuidades limpias con una superficie rugosa.
Grande	Discontinuidades rellenas con un material de resistencia igual o mayor que roca intacta.

3.6.2.2. Zona Mineral

- Resistencia de la Roca**

De la misma forma se aplicó golpes controlados con un martillo de geólogo, en distintos puntos de la estructura mineralizada, durante esta estimación de la roca in situ se observó que, la roca presenta características correspondientes a una moderada resistencia al impacto clasificada como grado R3.

Tabla 20. Estimación en Terreno de la Resistencia en Compresión Uniaxial – Mineralización.

Clase (a)	Calificación de la roca según su resistencia	Resistencia uniaxial (Mpa)	Índice de carga puntual (Mpa)	Estimación en terreno de resistencia	Ejemplos
R3	Moderadamente Resistente	25-50	1-2	Un trozo de roca puede fracturarse con un único golpe del martillo geológico, pero no es posible descostrar la roca con un cortaplumas.	Arcillolita, carbón, concreto, esquistos, pizarras, limolitas.

- Espaciamiento entre Fracturas**

Tabla 21. Número de Discontinuidades de Mineralización.

Estructura	Fracturas/m
Mineralización	14

Tabla 22. Espaciamiento de las Fracturas de Mineralización.

Espaciamiento	Fracturas/m	RQD (%)
Muy pequeño	>16	0-20
Pequeño	10-16	20-40
Grande	3-6	40-70
Muy grande	3	70-100

- **Resistencia de las Discontinuidades**

Tabla 23. Resistencia de las Discontinuidades – Mineralización.

Resistencia de las Discontinuidades	
Pequeña	Discontinuidades limpias con una superficie suave.
Media	Discontinuidades limpias con una superficie rugosa.
Grande	Discontinuidades rellenas con un material de resistencia igual o mayor que roca intacta.

3.6.2.3. Caja Piso

- **Resistencia de la Roca**

Para la evaluación de la caja piso, también se realizaron golpes controlados con un martillo de geólogo en varios puntos de la roca in situ, durante esta evaluación de la roca, se observó que presenta una resistencia muy baja al impacto, correspondiente al grado R1.

Tabla 24. Estimación en Terreno de la Resistencia en Compresión Uniaxial – Caja Piso.

Clase (a)	Calificación de la roca según su resistencia	Resistencia uniaxial (Mpa)	Índice de carga puntual (Mpa)	Estimación en terreno de resistencia	Ejemplos
R1	Muy Débil	1-5	(b)	La roca se disgrega al ser golpeada con la punta del martillo geológico. La roca puede ser desmenuzada con un cortaplumas.	Roca muy alterada o muy meteorizada.

- **Espaciamiento entre Fracturas**

Tabla 25. Número de Discontinuidades de Caja Piso.

Estructura	Fracturas/m
Caja piso	6

Tabla 26. Espaciamiento de las Fracturas de Caja Piso.

Espaciamiento	Fracturas/m	RQD (%)
Muy pequeño	>16	0-20
Pequeño	10-16	20-40
Grande	3-6	40-70
Muy grande	3	70-100

- **Resistencia de las Discontinuidades**

Tabla 27. Resistencia de las Discontinuidades – Caja Piso.

Resistencia de las Discontinuidades	
Pequeña	Discontinuidades limpias con una superficie suave.
Media	Discontinuidades limpias con una superficie rugosa.
Grande	Discontinuidades rellenas con un material de resistencia igual o mayor que roca intacta.

En la Tabla N°28, el Análisis realizado indica que la Resistencia de la Roca es Pequeña, lo cual se refleja en su valor numérico. Además, el espaciamiento entre fracturas es pequeña y la resistencia de las discontinuidades se clasifica como media.

Tabla 28. Clasificación Numérica para la Caja Techo.

Métodos de Explotación	Resistencia de las rocas			Espaciamiento entre fracturas				Resistencia de las discontinuidades		
	P	M	A	MP	P	G	MG	P	M	G
Cielo abierto	3	4	4	2	3	4	4	2	3	4
Hundimiento por Bloques	4	2	1	3	4	3	0	4	2	0
Cámaras por subnivel	-49	3	4	-49	0	1	4	0	2	4
Hundimiento por subniveles	3	2	1	3	4	3	1	4	2	0
Tajo largo	4	2	0	4	4	3	0	4	2	0
Cámaras y pilares	0	3	4	0	1	2	4	0	2	4
Cámaras almacén	4	2	1	4	4	3	0	4	2	0
Corte y relleno	3	2	2	3	3	2	2	4	3	2
Entibación con marcos	3	2	2	3	3	2	2	4	3	2
	P: Pequeña M: Media A: Alta			MP: Muy Pequeña P: Pequeña G: Grande MG: Muy Grande				P: Pequeña M: Media G: Grande		

El análisis presentado en la Tabla N°29, la resistencia de la roca es media, lo que se refleja en su valor numérico. Asimismo, el espaciamiento entre fracturas es pequeña y la resistencia de las discontinuidades se considera media.

Tabla 29. Clasificación Numérica para la Zona Mineral.

Métodos de Explotación	Resistencia de las rocas			Espaciamiento entre fracturas				Resistencia de las discontinuidades		
	P	M	A	MP	P	G	MG	P	M	G
Cielo abierto	3	4	4	2	3	4	4	2	3	4
Hundimiento por Bloques	4	1	1	4	4	3	0	4	3	0
Cámaras por subnivel	-49	3	4	0	0	1	4	0	2	4
Hundimiento por subniveles	0	3	3	0	2	4	4	0	2	2
Tajo largo	4	1	0	4	4	0	0	4	3	0
Cámaras y pilares	0	3	4	0	1	2	4	0	2	4
Cámaras almacén	1	3	4	0	1	3	4	0	2	4
Corte y relleno	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2
Entibación con marcos	4	1	1	4	4	2	1	4	3	2
<div> <div> P: Pequeña M: Media A: Alta </div> <div> MP: Muy Pequeña P: Pequeña G: Grande MG: Muy Grande </div> <div> P: Pequeña M: Media G: Grande </div> </div>										

De acuerdo con el análisis mostrado en la Tabla N°30, la resistencia de la roca es pequeña, lo cual queda evidenciado en su valor numérico. Además, el espaciamiento entre fracturas es grande y la resistencia de las discontinuidades es grande.

Tabla 30. Clasificación Numérica para la Caja Piso.

Métodos de Explotación	Resistencia de las rocas			Espaciamiento entre fracturas				Resistencia de las discontinuidades		
	P	M	A	MP	P	G	MG	P	M	G
Cielo abierto	3	4	4	2	3	4	4	2	3	4
Hundimiento por Bloques	2	3	3	1	3	3	3	1	3	3
Cámaras por subnivel	0	2	4	0	0	2	4	0	1	4
Hundimiento por subniveles	0	2	4	0	1	3	4	0	2	4
Tajo largo	2	3	3	1	2	4	3	1	3	3
Cámaras y pilares	0	2	4	0	1	3	3	0	3	3
Cámaras almacén	2	3	3	2	3	3	2	2	2	3
Corte y relleno	4	2	2	4	4	2	2	4	4	2
Entibación con marcos	4	2	2	4	4	2	2	4	4	2
<div> <div> P: Pequeña M: Media A: Alta </div> <div> MP: Muy Pequeña P: Pequeña G: Grande MG: Muy Grande </div> <div> P: Pequeña M: Media G: Grande </div> </div>										

Tabla 31. Clasificación Numérica para el Método de Minado

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

Tabla 32. Clasificación Numérica para el Método de Minado del Proyecto Guayamasma.

Métodos de Explotación	Puntaje Total
Cielo abierto	41
Hundimiento por Bloques	34
Cámaras por subnivel	-28
Hundimiento por subniveles	32
Tajo largo	31
Cámaras y pilares	25
Cámaras almacén	32
Corte y relleno	39
Entibación con marcos	37

3.6.3. Descripción del Método de Minado.

3.6.3.1. Exploración

En esta etapa tenemos la revisión de Mapas Geológicos, Imágenes Satelitales, estudios previos, así también como las muestras Superficiales para su próximo análisis en laboratorio. Se usaron métodos directos que implican la recolección de muestras mediante calicatas. Estas muestras ayudan a definir la estructura, ley y extensión del Yacimiento.

Una vez identificadas puntos y zonas de valioso recurso mineral, se realiza una cubicación del yacimiento usando Softwares mineros, que permiten estimar el volumen y la cantidad de mineral extraíble, además de diseñar el método de explotación más adecuado.

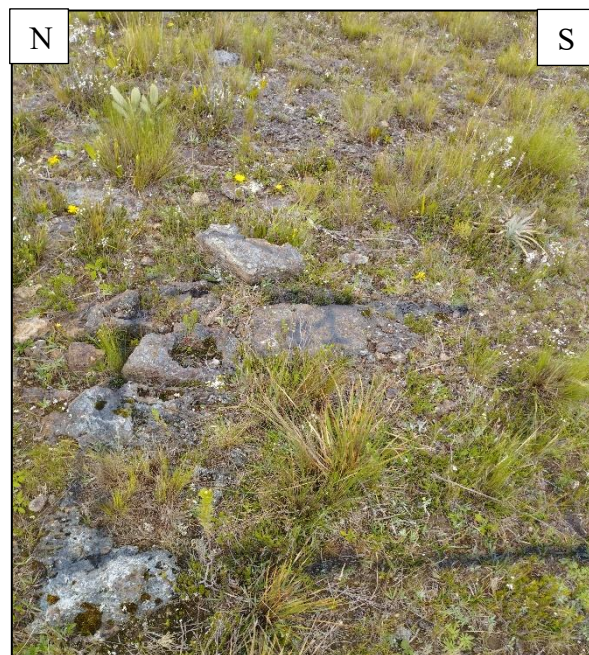


Figura 12. Recolección de Muestras Superficiales por parte del Tesista en el Punto N°1 del Yacimiento Guayamasma, Veta Nancy.

3.6.3.2. Desarrollo

3.6.3.2.1. Etapa de Diseño del Tajo

a) Altura de Banco (Hb)

Es la distancia vertical entre la base y la cima del banco, la altura de banco para el proyecto depende de la capacidad de barreno del equipo de perforación, del equipo de carguío y de la estabilidad del macizo rocoso.

Para nuestro proyecto se estará usando un equipo de perforación, según ficha técnica tiene una longitud de barreno de 6 metros, el ángulo de talud para tipo de roca suave, se propone de 45°.

Tabla 33. Parámetros de Diseño de Banco con Respecto al Equipo de Perforación.

Descripción	Cantidad	Unidad
Altura de barreno de perforación	6	m
Atura de banco	5	m
Angulo de banco para roca suave	45°	°
Ancho de rampa	8	m
Ancho de equipo de perforación	3.2	m

b) Número de Bancos (Nb)

El número de bancos se determina con la altura del yacimiento y la altura de banco propuesto

$$Nb = H / Hb$$

$$Nb = 30 \text{ m} / 5\text{m}$$

$$Nb = 6$$

Donde:

H = Altura del yacimiento.

Hb = Altura del banco.

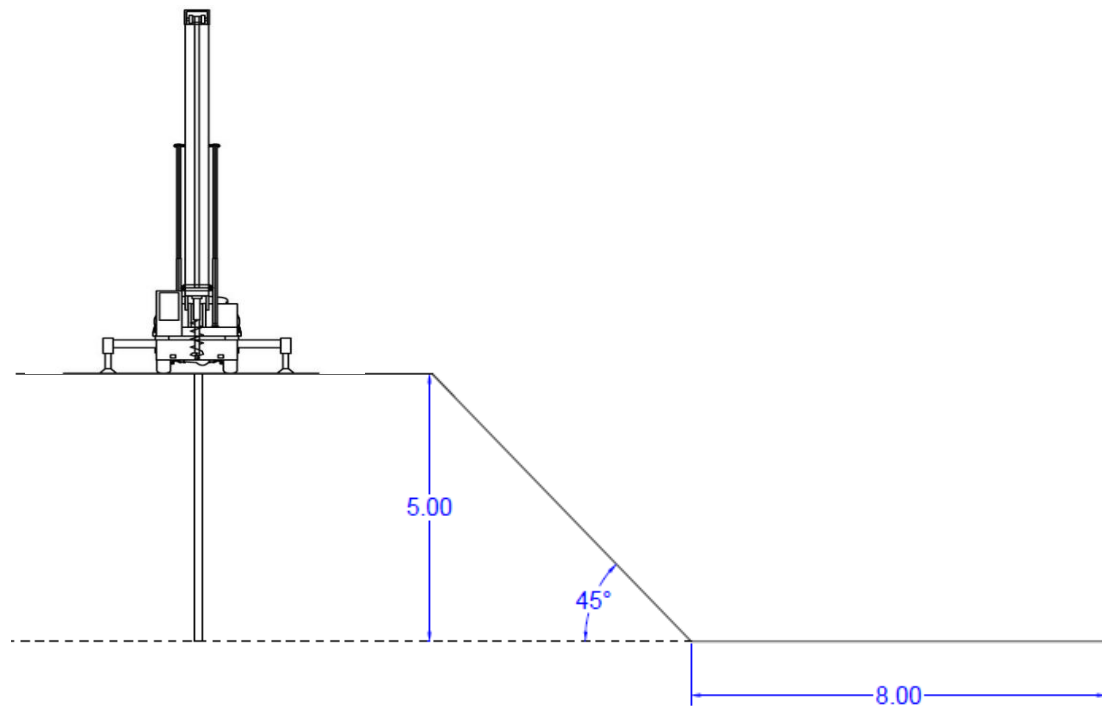


Figura 13: Diseño de Altura de Banco de Talud con Respeto al Equipo de Perforación.

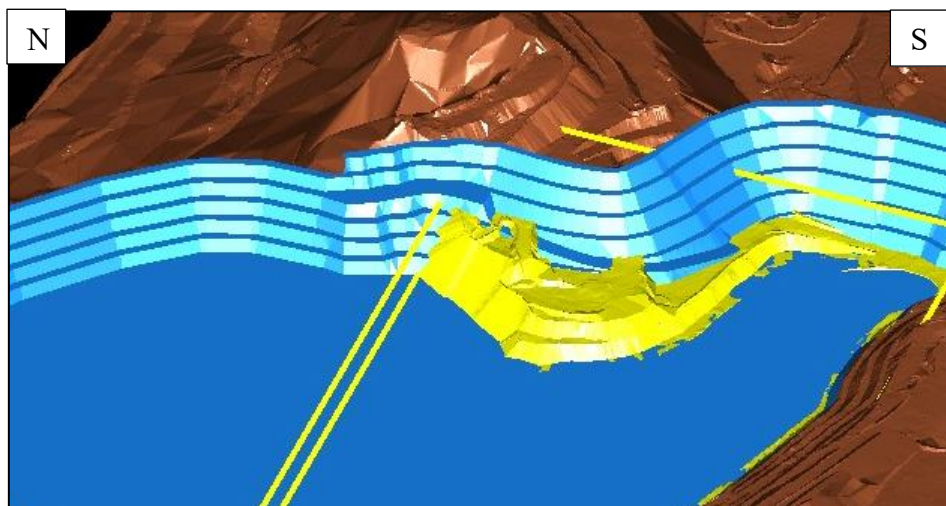


Figura 14. Diseño de Bancos en el Proyecto Guayamasma, usando el Software Minesight

Tabla 34. Ficha Técnica del Equipo de Perforación.

Especificación			
Elementos	Especificaciones	Unidad	Valor
Cuerpo	Peso	kilogramo	25000
	Longitud	mm	12300
	Ancho	mm	3200
	Altura	mm	3500
Tren de aterrizaje	Longitud de la pista	mm	3646
	Longitud de contacto con el suelo	mm	2912
	Distancia entre centros de la pista	mm	2349 (ancho total 2749)
	Ancho de vía	mm	400
	Distancia al suelo	mm	≥400
	Oscilación de la pista	°	±10°
	Motor de marcha	Eaton	
	Velocidad al caminar	kilómetros por hora	1.6(bajo), 3(alto)
	Fuerza de tracción máxima	KN	170
	Capacidad de calificación	°	20°
Auge de la alimentación	Longitud	mm	10320
	Accidente cerebrovascular de alimentación	mm	6730
	Extensión de feed	mm	1600
	Ángulo de giro	°	Izquierda 95°, derecha 35°
Brazo de perforación	Tipo	mm	Pluma telescópica simple recta (longitud 760 mm)
	Ángulo de inclinación	°	40°(arriba), 15°(abajo)
	Ángulo de giro	°	Izquierda (lado de la cabina) 9°, Derecha 31°
Intercambiador de tuberías	Diámetro de la tubería	mm	102/114
	Longitud de la tubería	metro	6
	Diámetro de perforación	mm	138-235
	Profundidad de perforación	metro	36
	Capacidad de la tubería	ordenador personal	5+1
	Especificaciones del martillo		5"/ 6"/ 7"/ 8"
Colector de polvo	Elemento filtrante		20
	Método de recolección		chorro de aire pulsado
	Guardapolvo		Corredizo



Figura 15: Equipo de Perforación.

c) Ancho de Rampa y Accesos

El ancho de rampa está en función a las dimensiones de los equipos de acarreo, estos equipos se encargan de trasportar el mineral desde el frente de trabajo hasta el stock de mineral ya definido, según ficha técnica los volquetes tienen 2.25 m de ancho.

$$AR = 3.5 * AC$$

$$AR = 3.5 * 2.25 \text{ m}$$

$$AR = 7.87 \text{ m}$$

$$AR = 8 \text{ m}$$

Donde:

AR = Ancho de rampa.

AC = ancho del camión.

d) Ancho de Banco (Ab)

Usamos la fórmula propuesta por Ritchie (1963) modificado por (Evans y Call, 1992).

$$Ab = 0.2 * Hb + 2, \text{ para } Hb < 9.00 \text{ m}$$

$$Ab = 0.2 * 5 + 2$$

$$Ab = 3 \text{ m}$$

Donde:

Ab = Ancho de banco.

Hb = Altura de banco.

e) **Pendiente de Vías o Rampas de Acceso**

Para lograr mayor eficiencia, durabilidad y mejor tiempo, se propone usar una pendiente de 11% en tramos rectos y de 12% en curvas.

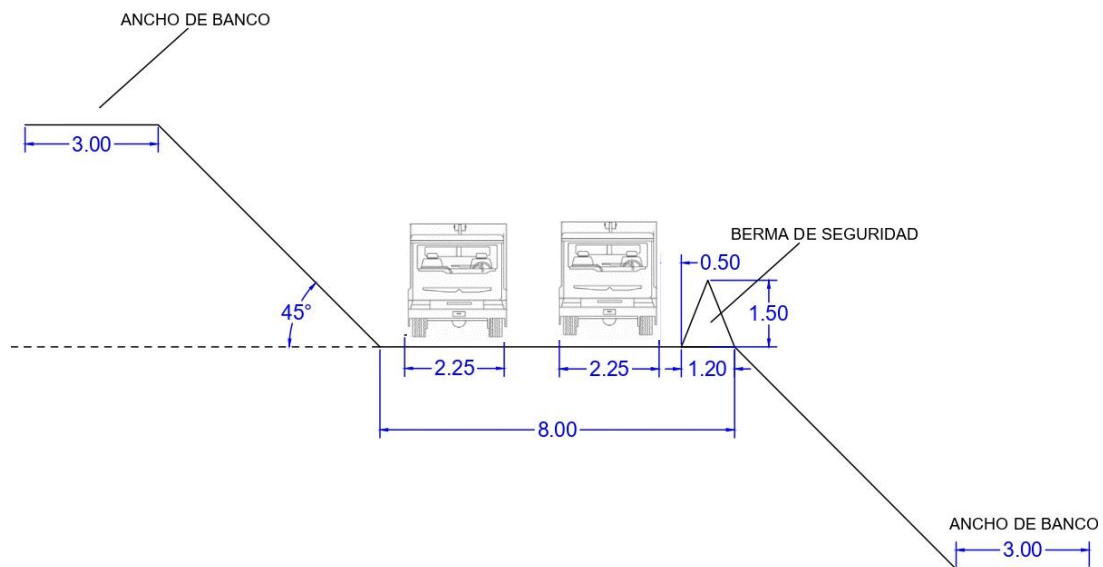


Figura 16. Diseño Ancho de Rampas, Accesos y Ancho de Banco

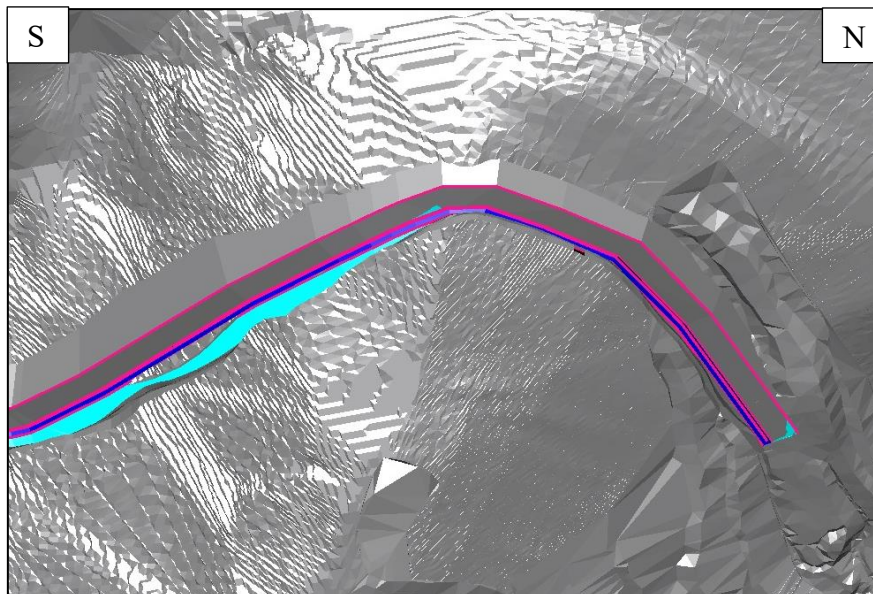


Figura 17. Diseño de Acceso al Nivel Superior del Tajo, usando el Software Minesight

Tabla 35. Ficha Técnica del Equipo de Acarreo.

Dimensiones (mm)		
Cabina	Cabina diurna	
A - Entre-ejes	3,700	
B - Distancia entre ejes teórica	4,385	
C - Voladizo posterior	825	
D - Longitud total	7,415	
E - Distancia eje delantero - final de cabina	522	
F - Distancia eje delantero - implemento	572	
G - Largo carrozable	5,323	
Radio de giro*	8,443	
*Con neumáticos 325/95R24		
Capacidad de carga (kg)	Estándar	Opcional
Eje delantero	9,000	10,000
Eje posterior	32,000	32,000
PBV - Técnico	41,000	42,000
Cabina (mm)		
Altura interna	1,570	
Largo interno	1,970	
Ancho interno	2,170	
Tipo de suspensión delantera	Resorte / Amortiguador	
Tipo de suspensión posterior	Resorte / Amortiguador	
Eje delantero		
Tipo	Eje de acero forjado en perfil "I", tratado térmicamente.	
Ancho total		

Eje trasero	
Tipo	Engranaje simple, cónico helicoidal con reducción de cubo
Relación de reducción	4,12
Bloqueo de diferencial	Si - Entre ejes y entre ruedas
Velocidades	
Régimen económico	1,000 - 1,500 rpm
Velocidad máxima	49.9 - 74.8 Km/h
Rango óptimo	1,150 - 1,400 rpm
Velocidad máxima	57.4 - 69.8 Km/h
Pesos (kg)	
Tara en el eje delantero	5,064
Tara en el eje posterior	4,674
Tara total del chasis	9,738
Peso en orden de marcha, no incluye combustible, no incluye operador, no incluye neumático de repuesto (tolerancia de 2%)	
Otros detalles	
Asiento de conductor	Neumático
Aire acondicionado	Si
Espejos	Eléctricos
Lunas	Eléctricas
Seguros de puertas	Eléctricas / Cierre centralizado
Computadora de viaje	Si
Luces	Luz diurna LED, principales halógenas
Frenos	
Frenos de tambor Z-CAM	

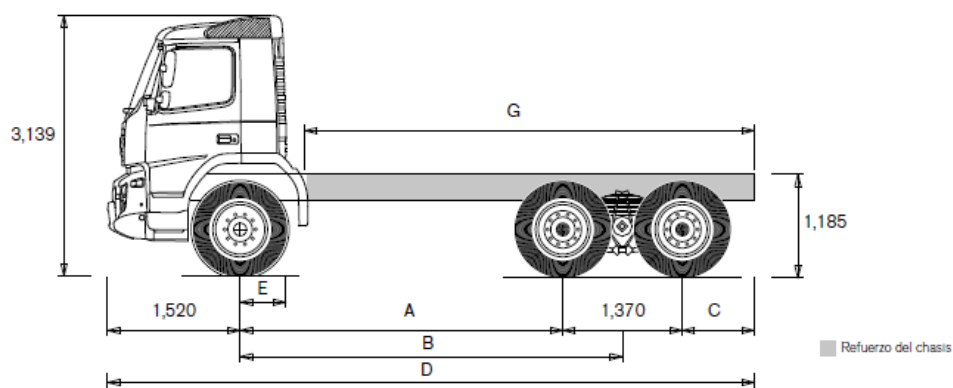


Figura 18: Equipo de Acarreo

f) Altura de Berma:

Las bermas de seguridad nos sirven para atrapar caídas de rocas de los niveles superiores del tajo, para nuestro proyecto se considera bermas de seguridad de 1.5 m de altura.

$$B = 0.3 * Hb$$

$$B = 0.3 * 5 \text{ m}$$

$$B = 1.5 \text{ m}$$

Donde:

B = Altura de berma.

Hb = Altura de banco.

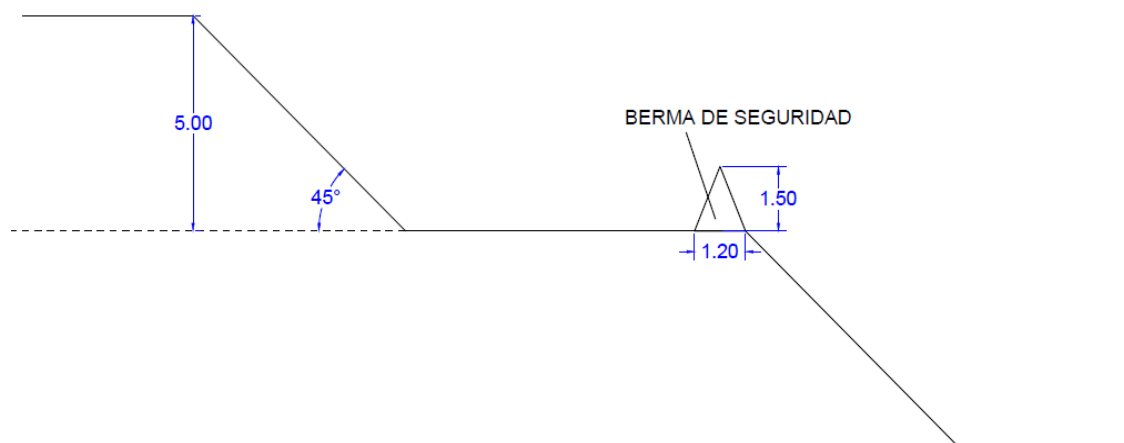


Figura 19. Diseño de Berma de Seguridad

3.6.3.3. Preparación

En esta fase se prepara los frentes de trabajo, identificando el desmonte y el mineral, planificando la operación de extracción, con el objetivo de avanzar el minado con el material de valor económico.

3.6.3.4. Explotación

Es el proceso mediante el cual se extraen el mineral de la corteza terrestre, para llegar a esta fase, el material rocoso se perfora y se fragmenta a través de la voladura.

a) Perforación

Para el diseño de la malla de perforación para el proyecto Guayamasma, se tiene parámetros fundamentales calculados anteriormente, basados en los estudios del tipo de roca y el área a explotar, la cual se propone los siguientes parámetros.

Tabla 36. Parámetros de Malla de Perforación para el Proyecto de acuerdo al Equipo de Perforación, y Altura de Banco.

Parámetros de Malla	Producción	Unidad
Altura Banco	5.0	(m)
Diámetro broca	4.0	(plg)
Espaciamiento	4.5	(m)
Burden	3.8	(m)
Profundidad	4.0	(m)
Densidad Roca	2.5	(Tn/m3)
Malla	Triangular	

EL número de taladros está basado al área in situ, que puede ser regular o irregular, esto es variable de acuerdo al levantamiento topográfico diario de avance de la superficie, como base se considera 15 taladros por proyecto de voladura.

❖ **Cálculo Total de Metros Perforados**

$$TP = \text{Numero de taladros} * (Hb + SP)$$

$$TP = 15 * (5+1)$$

$$TP = 90 \text{ m}$$

Donde:

TP = Total metros perforados.

Hb = Altura de banco.

SP = Sobre perforación.

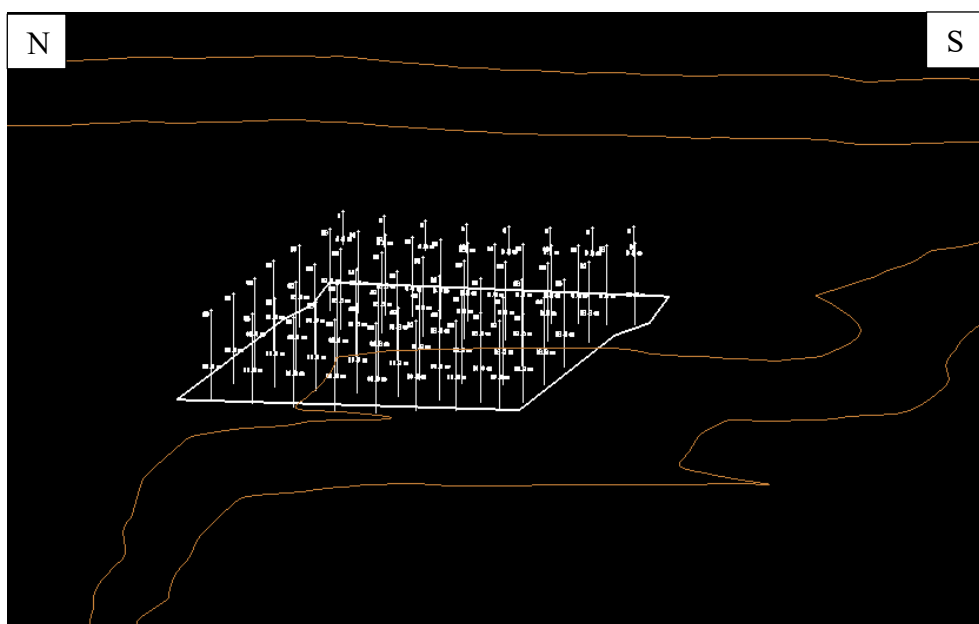


Figura 20. Diseño de Malla de Perforación 3.8 m de Burden y 4.5 m de Espaciamiento.

b) Voladura

Con los parámetros de perforación propuestos para el proyecto Guayamasma, utilizando una malla de perforación de 3.8 metros de burden y 4.5 metros de espaciamiento se tiene cálculos que son claves para la producción, con 5 metros de altura real de banco.

Tabla 37. Parámetros de Diseño de Voladura.

Parámetros Voladura		Producción
Diámetro Perforación		4
Densidad Lineal	(Kg/m)	6.81
Densidad de Roca	(gr/cm3)	2.5
Explosivo		Anfo
Densidad de Explosivo	(gr/cm3)	0.8

❖ **Cálculo de la Densidad Lineal (Kg/m)**

$$DL = 0.507 * d^2 * \rho * (1 + 5\%)$$

$$DL = 0.507 * 4 * 4 * 0.8 * (1 + 5\%)$$

$$DL = 6.81 \text{ (Kg/m)}$$

Donde:

DL = Densidad lineal (Kg/m).

d = diámetro de perforación.

ρ = densidad del explosivo.

0.507 = Constante para obtener Kg/m.

❖ **Cálculo de Longitud de Carga**

$$LC = \text{Altura de Banco} - \text{Taco final}$$

$$LC = Hb - T$$

$$LC = 5 \text{ m} - 2.5 \text{ m}$$

$$LC = 3.5 \text{ m}$$

Donde:

LC = Longitud de carga

Hb = Altura de banco

T = Taco final

❖ **Cálculo de Carga de Explosivo por Taladro**

$$Q = \text{Longitud de Carga} * \text{Densidad Lineal}$$

$$Q = LC * DL$$

$$Q = 3.5 \text{ m} * 6.81 \text{ Kg/m}$$

$$Q = 23.8 \text{ Kg}$$

Donde:

Q = Carga de explosivo por taladro.

LC = Longitud de Carga.

DL = Densidad Lineal.

❖ **Cálculo de Factor de Potencia**

$$FP = \text{Carga de explosivo por taladro} / \text{Tonelaje por taladro}$$

$$FP = Q / TN$$

$$FP = 23.8 \text{ Kg} / 213.8 \text{ TN}$$

$$FP = 0.11 \text{ Kg/TN}$$

Donde:

Q = Carga de explosivo por taladro.

EP = Factor de potencia.

TN = Tonelaje por taladro.

Tabla 38. Resultante del Diseño de Voladura.

Claves Resultantes del Diseño de Voladura	Producción	Unidad
Altura de banco	5	(m)
Volumen por Taladro	85.5	(m3)
Volumen Total	1282.5	(m3)
Tonelaje por Taladro	213.75	(Tn)
Tonelaje Total	3206.25	(Tn)
N° Taladros	15	

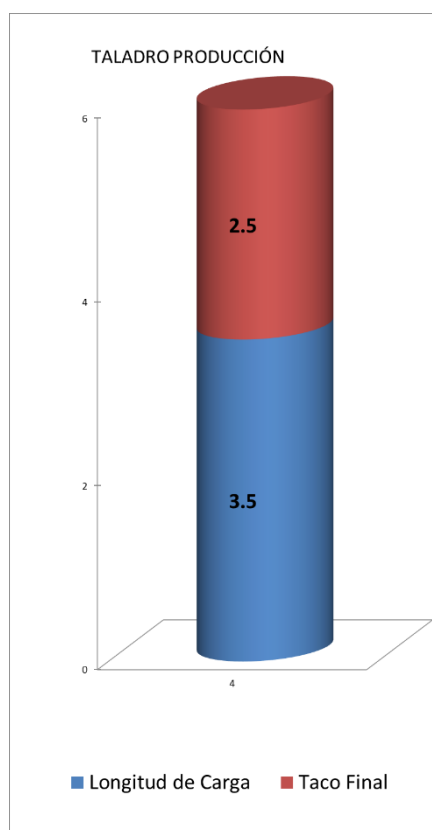


Figura 21. Diseño de Taladro para Ø de 4".

Tabla 39. Resultantes de Parámetros de Voladura para 15 taladro.

Nº	Altura de banco	Longitud de Carga	Taco Final	Calculo Q	Altura	Burden	Espaciamiento	Volumen	TM	Fp
1	5.0	3.5	1.5	23.8	5.0	3.80	4.50	85.5	213.8	0.11
2	5.0	3.5	1.5	23.8	5.0	3.80	4.50	85.5	213.8	0.11
3	5.0	3.5	1.5	23.8	5.0	3.80	4.50	85.5	213.8	0.11
4	5.0	3.5	1.5	23.8	5.0	3.80	4.50	85.5	213.8	0.11
5	5.0	3.5	1.5	23.8	5.0	3.80	4.50	85.5	213.8	0.11
6	5.0	3.5	1.5	23.8	5.0	3.80	4.50	85.5	213.8	0.11
7	5.0	3.5	1.5	23.8	5.0	3.80	4.50	85.5	213.8	0.11
8	5.0	3.5	1.5	23.8	5.0	3.80	4.50	85.5	213.8	0.11
9	5.0	3.5	1.5	23.8	5.0	3.80	4.50	85.5	213.8	0.11
10	5.0	3.5	1.5	23.8	5.0	3.80	4.50	85.5	213.8	0.11
11	5.0	3.5	1.5	23.8	5.0	3.80	4.50	85.5	213.8	0.11
12	5.0	3.5	1.5	23.8	5.0	3.80	4.50	85.5	213.8	0.11
13	5.0	3.5	1.5	23.8	5.0	3.80	4.50	85.5	213.8	0.11
14	5.0	3.5	1.5	23.8	5.0	3.80	4.50	85.5	213.8	0.11
15	5.0	3.5	1.5	23.8	5.0	3.80	4.50	85.5	213.8	0.11
	5.0	3.5	1.5	358	Kilos			1,283	3,206	0.11

3.6.5. Reservas Probadas y Probables

Para obtener información directa y precisa sobre las características del yacimiento, se llevó a cabo la las reservas minerales presentes. La información obtenida se modeló en el software minero (Mine plan), lo cual a su vez ayuda a calcular de manera más precisa el volumen de mineral contenido dentro del yacimiento.

Tabla 40. Parámetros de Ubicación de Calicatas.

Nombre	Nomenclatura	Norte	Este	Altura (m)	Profundidad (m)	área (m2)	Volumen (m3)
Calicata 01	C - 01	9203798	804152	3497	30.5	1	30.5
Calicata 02	C - 02	9203626	804256	3492	29.8	1	29.8
Calicata 03	C - 03	9203632	804243	3494	26.8	1	26.8
Calicata 04	C - 04	9203424	804296	3486	31.5	1	31.5
Calicata 05	C - 05	9203282	804369	3473	30.9	1	30.9

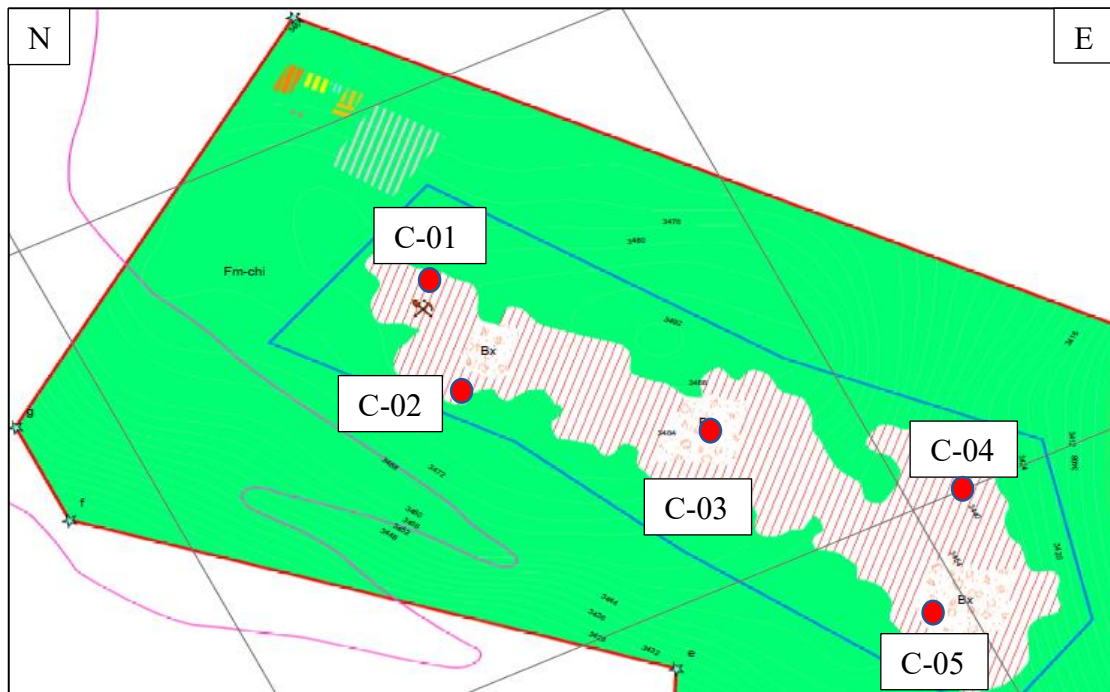


Figura 22: Ubicación de las 5 Calicatas realizadas en el Yacimiento Guayamasma para Estimar Reservas.

Usando el software minero (Minesight) para el proyecto Guayamasma, ubicado en el distrito de Namora, Cajamarca, cuenta con un estimado de **306,144.66** toneladas de mineral, volumen que se estima en base a los estudios que la empresa realizó. Estas reservas, clasificadas como probadas y probables, representan un potencial significativo para la explotación de minerales auríferos, dependiendo de su ley media y características geológicas. Considerando una distribución típica en minería de mediana escala, aproximadamente 60% (183,686 TN) podrían categorizarse como reservas probadas (P1), respaldadas por datos de sondajes con espaciamientos menores a 25 metros y ensayos químicos consistentes, lo que garantiza una alta confiabilidad en su estimación. El 40% restante (122,458 TN) correspondería a reservas probables (P2), sujetas a mayor incertidumbre debido a espaciamientos más amplios entre perforaciones o variabilidad en las leyes.

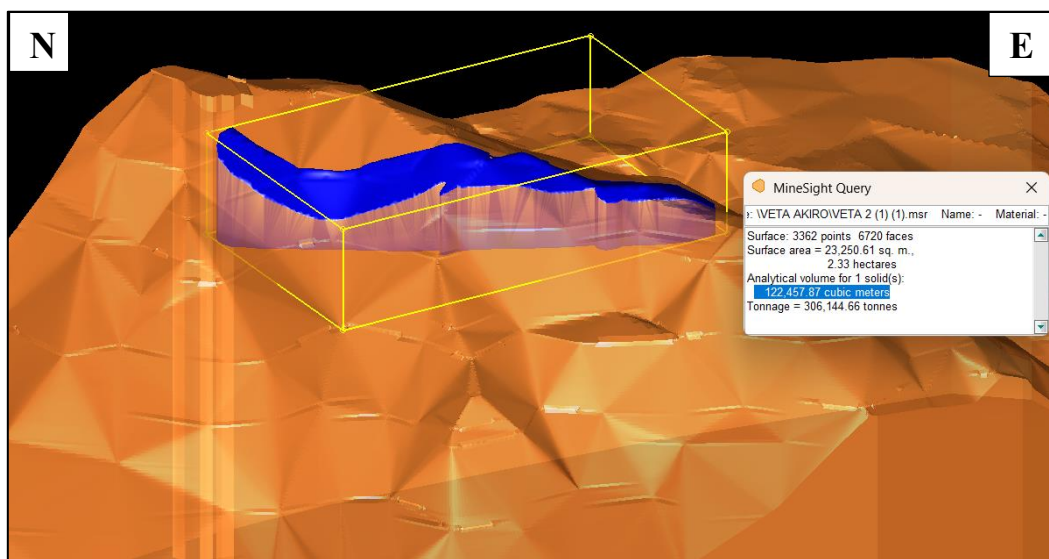


Figura 23. Diseño Cálculo de Reservas del Yacimiento Guayamasma (Veta Nancy), usando el Software Minero Minesight.

3.6.6. Dimensionamiento de Flota

El dimensionamiento de flota es un proceso crítico para optimizar la producción, minimizar costos y garantizar la continuidad operativa en minas a cielo abierto. En el caso del proyecto Guayamasma, donde se planea extraer 306,144.66 TN de mineral con leyes variables de oro, el diseño de la flota debe equilibrar:

- Capacidad de carga y transporte.
- Disponibilidad mecánica (altitud y clima de Cajamarca).
- Costos operativos (combustible, mantenimiento).

Tabla 41.Datos de la Operación Minera.

Datos	Numero	Unidades
Material a Mover:	360144	Tn
Densidad:	2.5	Tn/m ³
Esponjamiento:	1.4	%
Distancia de excavadora a Planta:	1	Km
V promedio Camiones:	20	Km/h
Tiempo de Carga:	5	Min
Tiempo de descarga:	4	Min
Capacidad de Camiones:	30	Tn
Tiempo de Producción Planeado:	12	Meses
Nº de guardias:	1	Numero
Días Operativos:	20	Días
Disponibilidad Mecánica:	0.8	%

Tabla 42. Cálculo de Flota Minera.

Toneladas totales a mover = Material * Densidad * Esponjamiento	
Volumen a Mover	428599.5 m3
Toneladas a Mover	306144Tn
Producción Mensual	35716.625 Tn/ mes
Tiempo de Desplazamiento	3 min
Tiempo de Ciclo	15 min
Tiempo de Ciclo	0.25 horas
Cantidad de Toneladas Transportado x Día x Camión	960 Tn
Cantidad de m3 Transportado x Día x Camión	384 m3
Material Transportado x Mes	19200 Tn/mes
Toneladas x Hora	120 Tn/hora
Numero de Camiones	1.860240885
Numero de Camiones con disponibilidad Mecánica	2.325301107
Numero de Camiones con disponibilidad Mecánica	2 camiones

Para el proyecto con 306,144 toneladas (TN) de mineral, se ha diseñado un plan de producción con los siguientes parámetros clave:

3.6.6.1. Producción Mensual

- 35,716.6 TN/mes (material in situ).

3.6.6.2. Transporte y Ciclos

- Tiempo de ciclo por camión: 15 minutos (0.25 horas), permitiendo 4 ciclos/hora.
- Capacidad diaria por camión: 960 TN/día (equivalente a 384 m³/día).
- Producción horaria: 120 TN/hora.

3.6.6.3. Flota de Camiones

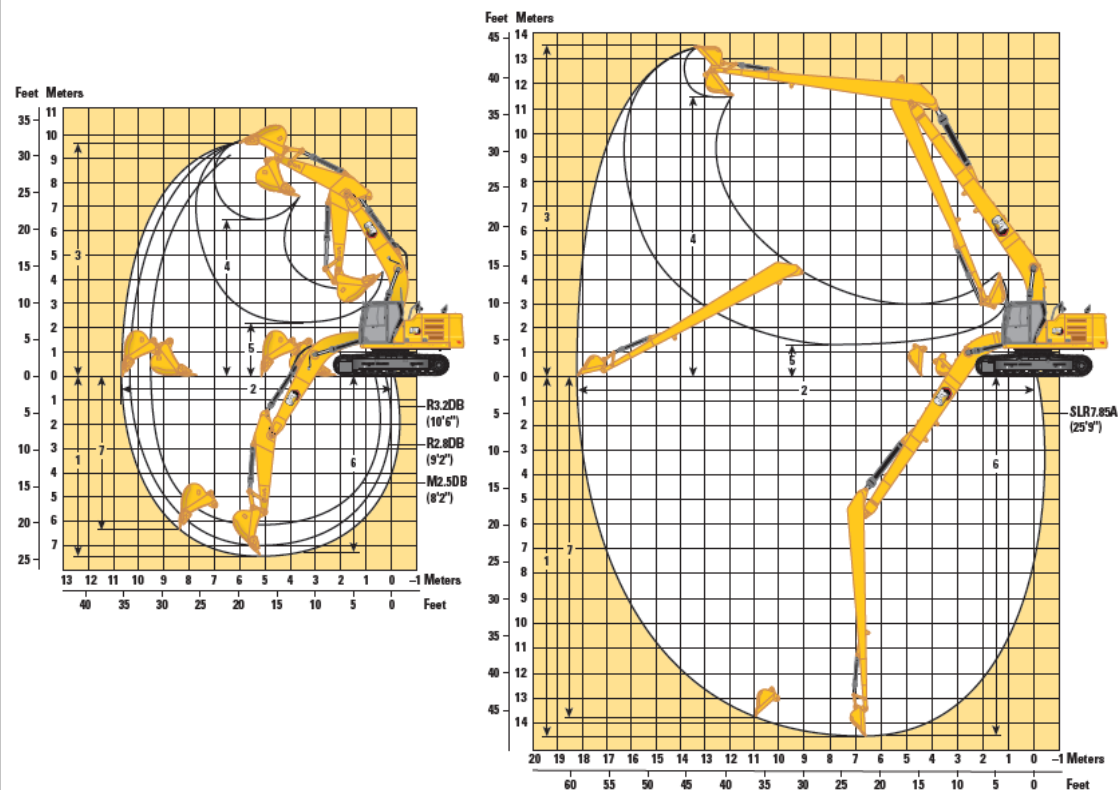
- Teórico: 1.86 camiones (cálculo base).
- Real (con disponibilidad mecánica): 2 camiones para cumplir la meta de 19,200 TN/mes por equipo.

3.6.6.4. Total Material a Mover

- Incluye ajustes por esponjamiento, alcanzando 385.95 m³/día.

Tabla 43. Ficha Técnica del Equipo de Carguío.

Especificaciones de la Excavadora Hidráulica 333			
Motor		Cadena	
Modelo de motor	Cat® C7.1	Ancho de zapata de cadena optativa	600 mm 24"
Potencia neta		Ancho de zapata de cadena optativa	700 mm 28"
ISO 9249	193,8 kW 260 hp	Ancho de zapata de cadena optativa	800 mm 31"
ISO 9249 (DIN)	263 hp (métricos)	Cantidad de zapatas (en cada lado)	50
Potencia del motor		Cantidad de rodillos inferiores (a cada lado)	9
ISO 14396	195 kW 261 hp	Cantidad de rodillos de soporte (en cada lado)	2
ISO 14396 (DIN)	265 hp (métricos)		
Calibre	105 mm 4"		



Opciones de pluma

Pluma de alcance HD
6,15 m (20' 2")

Pluma para excavación de gran volumen
5,55 m (18' 2")

Pluma SLR
10,2 m (33' 6")

Opciones de brazos

Brazo de alcance HD
HD R2.8DB (9' 2") HD R3.2DB (10' 6")

Brazo para excavación de gran volumen
M2.5DB (8' 2")

Brazo SLR
SLR7.85A (25' 9")

1 Profundidad máxima de excavación	6.970 mm	22' 10"	7.370 mm	24' 2"	6.130 mm	20' 1"	14.590 mm	47' 10"
2 Alcance máximo en la línea a nivel del suelo	10.390 mm	34' 1"	10.680 mm	35' 0"	9.470 mm	31' 1"	18.270 mm	59' 11"
3 Altura máxima de corte	9.770 mm	32' 1"	9.660 mm	31' 8"	9.150 mm	30' 0"	13.620 mm	44' 8"
4 Altura máxima de carga	6.540 mm	21' 5"	6.510 mm	21' 4"	5.970 mm	19' 7"	11.590 mm	38' 0"
5 Altura mínima de carga	2.580 mm	8' 6"	2.170 mm	7' 1"	2.440 mm	8' 0"	1.330 mm	4' 4"
6 Profundidad máxima de corte con fondo plano de 2.440 mm (8' 0")	6.800 mm	22' 4"	7.200 mm	23' 7"	5.940 mm	19' 6"	14.490 mm	47' 6"
7 Profundidad máxima de excavación vertical	5.270 mm	17' 3"	6.240 mm	20' 6"	4.380 mm	14' 4"	13.870 mm	45' 6"
Fuerza de excavación del cucharón (ISO)	197 kN	44.290 lbf	197 kN	44.290 lbf	211 kN	47.430 lbf	62 kN	13.940 lbf
Fuerza de excavación del brazo (ISO)	164 kN	36.870 lbf	147 kN	33.050 lbf	153 kN	34.400 lbf	45 kN	10.120 lbf
Tipo de cucharón	HD		HD		DC		DC	
Capacidad del cucharón	2,0 m³	2,62 yd³	2,0 m³	2,62 yd³	2,36 m³	3,09 yd³	0,57 m³	0,75 yd³
Radio de plegado del cucharón	1.784 mm	5' 10"	1.784 mm	5' 10"	1.787 mm	5' 10"	1.073 mm	3' 6"

Figura 24. Ficha Técnica de Equipo de Carguío.

3.6.6.5. Valorización Económica

Valorización Económica actualizada en base al precio del mercado Internacional.



Figura 25. Precio del Oro año 2025
Fuente: Investing.com 2025.

En la figura 25, Se muestra la variación del precio de oro a largo de los años desde el 2013 hasta el 2025, este precio comprende desde los \$2,000 hasta los \$3,358.3/oz como valor máximo, el precio del oro cada vez aumenta, lo que hace que muchos inversionistas quieran invertir en varios proyectos de nuestro país.

Para el Proyecto Guayamasma con nuestras reservas de 306,144.66 TN con ley de 1 g Au/TN, consideramos un precio promedio de oro de \$2,500/oz troy.

3.6.6.6. Valor Bruto del Mineral

Contenido Metálico Total:

$$306,144.66 \text{ TN} \times 1 \text{ g Au/TN} = 306,145 \text{ g Au} = 9,843 \text{ oz troy.}$$

Valor Bruto (precio Au: \$2,500/oz):

$$9,843 \text{ oz} \times \$2,500 = \$24.61 \text{ millones.}$$

3.7. COSTO DE MINADO

El Costo de Minado es una variable dinámica que refleja la interacción entre geología, tecnología y gestión. Su análisis teórico proporciona la base para tomar decisiones estratégicas, desde la selección de equipos hasta la negociación con comunidades. En proyectos como Guayamasma, entender estos principios es clave para balancear rentabilidad y sostenibilidad.

Tabla 44. Costos Fijos.

Costos Fijos (Costos Indirectos)				\$ 367,880.98	
Concepto	U. Medida	Cantidad	Costo U.	Mes 1	
Perforación y Voladura	Tn	35716.6	\$ 1.80	\$	64,289.88
Carguío	Tn	35716.6	\$ 0.90	\$	32,144.94
Acarreo	Tn	35716.6	\$ 1.10	\$	39,288.26
Procesamiento	Tn	35716.6	\$ 5.00	\$	178,583.00
Seguridad	Tn	35716.6	\$ 0.70	\$	25,001.62
Servicios Generales	Tn	35716.6	\$ 0.45	\$	16,072.47
Administración	Tn	35716.6	\$ 0.35	\$	12,500.81

Los Costos Operativos mensuales suman \$ 367,880.98, con el procesamiento como principal componente. Para garantizar la viabilidad del proyecto, es crucial ajustar los valores atípicos (procesamiento y administración) y alinearlos con los estándares regionales.

3.8. INVERSIÓN

En el marco de la Evaluación Técnica y Económica del Proyecto Guayamasma, la inversión inicial constituye el pilar fundamental para garantizar la viabilidad y sostenibilidad de la operación minera. Este capital se destina a la adquisición de activos, preparación del terreno y cumplimiento de requisitos legales, entre otros. A continuación, se presenta un análisis cualitativo de los componentes críticos de esta inversión, contextualizados en la realidad del Proyecto.

3.8.1. Inversión Inicial

Tabla 45. Inversión del Proyecto.

Equipamiento de Oficina Administrativa	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario	Reserva de contingencia	Total, Dólares (\$)
				22,400.00	246,400.00
Campamento Mina	gbl	1	200,000.00	20,000.00	220,000.00
Oficina Cajamarca	Dólares/año	24	1,000.00	2,400.00	26,400.00
Costos de propiedad				24,180.00	265,800.00
Concesión	Dólares/año	6	300.00	180.00	1,800.00
Compra De Terreno	Dólares/hectárea	30	8,000.00	24,000.00	264,000.00
Vehículos				10,000.00	110,000.00
Camioneta Toyota Hylux		2	50,000.00	10,000.00	110,000.00
Maquinaria				59,000.00	649,000.00
Excavadoras	Glb/\$	1	150,000.00	15,000.00	165,000.00
Compresora Atlas Coppo	Glb/\$	1	145,000.00	14,500.00	159,500.00
Tuberías Perforadora diamantina de 4"	Glb/\$	150	500.00	7,500.00	82,500.00
volquetes	Glb/\$	2	110,000.00	22,000.00	242,000.00
pruebas				185.00	2,035.00
Pruebas de Laboratorio	\$/muestra	4	25.00	10.00	110.00
Pruebas de Laboratorio Taladro 4	\$/muestra	70	25.00	175.00	1,925.00
Trabajos preliminares					150,300.00
Trocha Carrozable	glb	5000	300.00	150,000.00	150,300.00
Exploración				1,000,000.00	2,000.00
Ubicación de Veta	glb	2000	5,000.00	1,000,000.00	2,000.00
Total				1,115,765.00	1,425,535.00

3.8.2. Financiamiento

El proyecto se financiará exclusivamente con capital de los socios, sin recurrir a préstamos bancarios o adelantos sobre minerales. Esta estructura exige un riguroso análisis económico para garantizar la autosuficiencia financiera, ya que no se contemplan costos por intereses en esta etapa.

De considerarse en el futuro la inclusión de inversionistas externos, estos deberán participar bajo condiciones de capital paciente (sin exigir intereses), alineándose con el modelo de financiamiento inicial. Si eventualmente se optara por financiamiento bancario, sería indispensable realizar una evaluación financiera exhaustiva, incorporando en el flujo de caja los intereses y condiciones de la entidad crediticia, lo que impactaría directamente en la rentabilidad proyectada.

Este enfoque refleja una estrategia conservadora, priorizando el control accionario y minimizando el riesgo financiero en las fases iniciales del proyecto.

3.9. ESTADOS DE RESULTADOS

Tabla 46. Inversión del Proyecto.

Estado de Resultados (Sin IGV, las ventas y gastos están divididos entre 1.18)					
Tasa de crecimiento					
Rubro	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Venta de mineral en Concentrado	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15
Prestación de servicios	-	-	-	-	-
Total de ingresos de actividades ordinarias	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15
Costo de Ventas (costo de producir)	-	-	-	-	-
Utilidad bruta	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15
Gastos de ventas y distribución					
Gastos de administración	- \$ 367,880.98	- \$ 367,880.98	- \$ 367,880.98	- \$ 367,880.98	- \$ 367,880.98
Ganancia (Pérdida) de la baja de activos financieros medidos al costo amortizado					
Otros ingresos operativos (*)					
Otros gastos operativos					
Utilidad operativa	\$540,168.17	\$540,168.17	\$540,168.17	\$540,168.17	\$540,168.17
Ingresos financieros					
Gastos financieros					
Diferencias de cambio neto					
Utilidad antes de impuesto a las ganancias	\$ 540,168.17	\$ 540,168.17	\$ 540,168.17	\$ 540,168.17	\$ 540,168.17
Gastos por impuesto a la renta (14% iR)	\$ 75,623.54	\$ 75,623.54	\$ 75,623.54	\$ 75,623.54	\$ 75,623.54
Utilidad neta del ejercicio	\$ 464,544.63	\$ 464,544.63	\$ 464,544.63	\$ 464,544.63	\$ 464,544.63

Estado de Resultados (Sin IGV, las ventas y gastos están divididos entre 1.18)							
Tasa de crecimiento							
Rubro	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Venta de mineral en Concentrado	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15
Prestación de servicios	-	-	-	-	-	-	-
Total de ingresos de actividades ordinarias	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15
Costo de Ventas (costo de producir)	-	-	-	-	-	-	-
Utilidad bruta	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15
Gastos de ventas y distribución							
Gastos de administración	- \$ 367,880.98	- \$ 367,880.98	- \$ 367,880.98	- \$ 367,880.98	- \$ 367,880.98	- \$ 367,880.98	- \$ 367,880.98
Ganancia (Pérdida) de la baja de activos financieros medidos al costo amortizado							
Otros ingresos operativos (*)							
Otros gastos operativos							
Utilidad operativa	\$ 540,168.17	\$ 540,168.17	\$ 540,168.17	\$ 540,168.17	\$ 540,168.17	\$ 540,168.17	\$ 540,168.17
Ingresos financieros							
Gastos financieros							
Diferencias de cambio neto							
Utilidad antes de impuesto a las ganancias	\$ 540,168.17	\$ 540,168.17	\$ 540,168.17	\$ 540,168.17	\$ 540,168.17	\$ 540,168.17	\$ 540,168.17
Gastos por impuesto a la renta (14% iR)	\$ 75,623.54	\$ 75,623.54	\$ 75,623.54	\$ 75,623.54	\$ 75,623.54	\$ 75,623.54	\$ 75,623.54
Utilidad neta del ejercicio	\$ 464,544.63	\$ 464,544.63	\$ 464,544.63	\$ 464,544.63	\$ 464,544.63	\$ 464,544.63	\$ 464,544.63

3.9.1. Cálculo de Flujo Económico

Tabla 47. Inversión del Proyecto.

Flujo De Caja - Meses						
Flujo de Efectivo (CON IGV)						
Rubro		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5
Entradas						
(+) Ingresos por ventas		\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15
(+) Desembolso de préstamo(s)						
(+) IGV de Compras		-	-	-	-	-
Salidas						
(-) Costos y gastos operativos		\$ -367,880.98	\$ -367,880.98	\$ -367,880.98	\$ -367,880.98	\$ -367,880.98
(-) IGV de Ventas		\$ -163,448.85	\$ -163,448.85	\$ -163,448.85	\$ -163,448.85	\$ -163,448.85
(-) Impuesto a la Renta		\$ -				
(-) Inversión en activos	\$1,425,535.00					
(-) Gasto financiero						
(-) Amortizaciones						
Entradas - Salidas	\$1,425,535.00	\$ 376,719.33	\$ 376,719.33	\$ 376,719.33	\$ 376,719.33	\$ 376,719.33
(+) Saldo inicial de caja		\$ -1,425,535.00	\$ -1,048,815.67	\$ -672,096.35	\$ -295,377.02	\$ 81,342.30
Saldo Final de Caja	-\$ 1,425,535.00	\$ -1,048,815.67	\$ -672,096.35	\$ -295,377.02	\$ 81,342.30	\$ 458,061.63

Flujo de Caja								
Flujo de Efectivo (CON IGV)								
Rubro		MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
Entradas								
(+) Ingresos por ventas		\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15	\$ 908,049.15
(+) Desembolso de préstamo(s)								
(+) IGV de Compras		-	-	-	-	-	-	-
Salidas								
(-) Costos y gastos operativos		\$ - 367,880.98	\$ - 367,880.98	\$ - 367,880.98	\$ - 367,880.98	\$ - 367,880.98	\$ - 367,880.98	\$ - 367,880.98
(-) IGV de Ventas		\$ - 163,448.85	\$ - 163,448.85	\$ - 163,448.85	\$ - 163,448.85	\$ - 163,448.85	\$ - 163,448.85	\$ - 163,448.85
(-) Impuesto a la Renta								
(-) Inversión en activos	\$1,425,535.00							
(-) Gasto financiero								
(-) Amortizaciones								
Entradas - Salidas	\$1,425,535.00	\$ 376,719.33	\$ 376,719.33	\$ 376,719.33	\$ 376,719.33	\$ 376,719.33	\$ 376,719.33	\$ 376,719.33
(+) Saldo inicial de caja		\$ 458,061.63	\$ 834,780.95	\$ 1,211,500.28	\$ 1,588,219.60	\$ 1,964,938.93	\$ 2,341,658.25	\$ 2,718,377.58
Saldo Final de Caja	-\$1,425,535.00	\$ 834,780.95	\$ 1,211,500.28	\$ 1,588,219.60	\$ 1,964,938.93	\$ 2,341,658.25	\$ 2,718,377.58	\$ 3,095,096.90

3.9.1. Cálculo de Flujo Económico

Tabla 48. Flujo Económico.

Rubro	Año 1	
Entradas		
(+) Ingresos por ventas	\$ 10,896,589.83	
(+) Desembolso de préstamo(s)		
(+) IGV de Compras	-	
Salidas		
(-) Costos y gastos operativos	\$	-4,414,571.76
(-) IGV de Ventas	\$	-1,961,386.17
(-) Impuesto a la Renta		
(-) Inversión en activos	\$1,425,535.00	
(-) Gasto financiero		
(-) Amortizaciones		
Entradas - Salidas	\$1,425,535.00	\$ 4,520,631.90
(+) Saldo inicial de caja		\$ -1,425,535.00
Saldo Final de Caja	-\$1,425,535.00	\$ 3,095,096.90

3.9.2. Indicadores de Evaluación Económica VAN, TIR, PRI

Tabla 49. Indicadores de Evaluación Económica VAN, TIR, PRI.

Entradas - Salidas		\$ 4,520,631.90
	\$1,425,535.00	
(+) Saldo Inicial de Caja		\$ -1,425,535.00
Saldo Final de Caja	-	\$ 3,095,096.90
	\$1,425,535.00	

Tabla 50. Flujo Económico.

VAN	\$ 2,610,743.48	Tasa COK*	12%
TIR	117%		
PRI	5 meses		

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1.1. Análisis de la Evaluación Técnica

En el marco de la Evaluación Técnica del Proyecto, se ha definido el open pit como el sistema de explotación más adecuado. Este método, seleccionado por su eficiencia en yacimientos con características geomecánicas específicas, permite maximizar la recuperación del mineral mientras se garantiza la estabilidad de las labores superficiales.

Para optimizar la operación, se ha establecido una organización basada en una guardia diaria y un frente de trabajo. Esta configuración ha permitido proyectar una producción total de 960 toneladas de mineral por día, con una ley promedio del 1 gr/tn de oro.

Adicionalmente, el proceso de beneficio cuenta con una eficiencia de recuperación del 95%, lo que se traduce en una producción neta de 19,200 toneladas mensuales. Este alto porcentaje de recuperación refleja la efectividad tanto del método de explotación como de las tecnologías implementadas en la planta gravimétrica.

La combinación de estos factores —método de explotación, organización de turnos y eficiencia en la recuperación— evidencia un diseño técnico robusto, orientado a maximizar la rentabilidad del proyecto mientras se asegura una operación sostenible y segura.

Tabla 51. Elección de Método de Minado.

Métodos De Explotación	Puntaje Total
Cielo abierto	41
Hundimiento por Bloques	34
Cámaras por subnivel	-28
Hundimiento por subniveles	32
Tajo largo	31
Cámaras y pilares	25
Cámaras almacén	32
Corte y relleno	39
Entibación con marcos	37

Tabla 52. Resumen Técnico.

Datos	Numero	Unidades
Material a Mover:	122457	M ³
Densidad:	2.5	Tn/m ³
Esponjamiento:	1.4	%
Distancia de excavadora a Planta:	1	Km
V promedio Camiones:	20	Km/h
Tiempo de Carga:	5	Min
Tiempo de descarga:	4	Min
Capacidad de Camiones:	30	Tn
Tiempo de Producción Planeado:	12	Meses
Nº de guardias:	1	Numero
Días Operativos:	20	Días
Disponibilidad Mecánica:	0.8	%

4.1.2. Análisis de los Índices Económicos

Tabla 53. Resumen Económico.

VAN	\$ 2,610,743.48	Dólares
TIR	117%	Porcentaje
PRI	5	Meses

4.1.2.1. Valor Actual Neto Económico (VAN)

El estudio del valor actual neto se ha enfocado en un enfoque económico puro, al prescindir del componente financiero, dado que la inversión será cubierta íntegramente por los socios del proyecto, sin participación de entidades crediticias. Esta particularidad permite excluir los costos por intereses bancarios, simplificando el análisis. Para considerar viable el proyecto, se ha verificado que los ingresos totales superen ampliamente la inversión inicial. En este contexto, los USD 2,610,743.48 generados durante la vida útil del proyecto no solo garantizan la recuperación del capital, sino que además representan un margen de ganancia significativo, lo que refuerza su atractivo para los inversionistas.

4.1.2.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

El análisis de la TIR ha considerado como referencia la tasa de costo de oportunidad del 12%, establecida por el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) para el sector minero. Frente a este benchmark, el proyecto arroja una TIR del 117%, lo que indica una rentabilidad sustancialmente mayor a las alternativas convencionales de inversión. Este margen no solo asegura un retorno atractivo, sino que también proporciona un colchón frente a posibles incrementos en la inflación o fluctuaciones del mercado.

4.1.2.3. Período de Recuperación de la Inversión (PIR)

El tiempo estimado para recuperar el capital invertido es un indicador clave de liquidez. En este caso, el proyecto demuestra un retorno en 5 meses, un plazo considerado óptimo para la industria minera, donde los ciclos de inversión suelen ser prolongados. Este resultado respalda la eficiencia en la gestión de costos y la generación temprana de flujos de caja positivos.

4.1.2.4. Dinámica de Precios del Mineral

El precio del mineral está sujeto a las condiciones del mercado internacional, durante el periodo analizado, se observó un incremento histórico en los valores, alcanzando picos de USD 3300 por onza debido a factores externos como la pandemia. Tras evaluar los costos asociados al transporte y comercialización, se determinó que la venta en bocamina a USD 30 por gramo, incluyendo todos los costos operativos e inversión resulta estratégica, dado que las empresas exportadoras ya cuentan con la logística necesaria para su traslado. Esta decisión optimiza la rentabilidad y reduce riesgos operativos.

La dinámica en el tiempo de los precios de los metales, está asociada con la vida útil de la mina, durante este periodo se analiza como varían los precios históricos del mineral y cómo podrían comportarse en el futuro. Los precios de los metales pueden seguir incrementándose a lo largo del tiempo, la razón de este incremento es el desarrollo industrial y tecnológico en muchos países, como por ejemplo china, india y otros países, consumen cada vez más metales para infraestructura, transporte.

4.2. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La presente investigación ha permitido contrastar que el proyecto minero Guayamasma no solo resulta rentable económicamente, sino que también cuenta con índices económicos favorables que respaldan su viabilidad. Asimismo, se ha demostrado que el método de explotación es superficial, es técnicamente factible, confirmando así la hipótesis inicial planteada en el estudio.

Desde el punto de vista técnico, el proyecto está diseñado para operar bajo los parámetros de la pequeña minería, lo que garantiza el cumplimiento de las metas de producción de manera sostenible y eficiente. Los indicadores económicos analizados como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Período de Recuperación de la Inversión (PRI) no solo proporcionan un marco de referencia para evaluar la rentabilidad del proyecto, sino que también ofrecen un horizonte de inversión más seguro y predecible.

En este caso, se estima que la operación minera generará ganancias significativas a mediano plazo, con un retorno de la inversión proyectado en un plazo de 1 año. Este resultado refuerza la conveniencia de llevar a cabo el proyecto, destacando su potencial para consolidarse como una iniciativa sostenible y económicamente atractiva en el sector minero.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

El Análisis Técnico determinó que el método superficial así mismo es ampliamente implementado en la minería peruana, es el más adecuado para la explotación del yacimiento. Este sistema garantiza una producción estimada de 960 toneladas de mineral por día, volumen que satisface plenamente la demanda diaria de la planta de procesamiento. Además, se proyecta una vida útil de 1 año para esta etapa del proyecto, específicamente en el intervalo del nivel 3561 - 3540, lo que asegura una operación sostenible en el mediano plazo.

Desde el ámbito económico, los indicadores financieros respaldan la rentabilidad del proyecto. El Valor Actual Neto (VAN) de \$2,610,743.48 refleja una ganancia significativa para los inversionistas, mientras que la Tasa Interna de Retorno (TIR) del 117% demuestra una alta rentabilidad, mitigando los posibles efectos de la inflación en el Perú. Asimismo, el Período de Recuperación de la Inversión (PRI) de 5 meses ofrece un escenario favorable para la rápida recuperación del capital invertido, brindando seguridad financiera a los socios.

En cuanto a la comercialización del mineral, se estableció un valor de \$30 por gramo, calculado con base en los costos fijos de operación y las cotizaciones internacionales que excluye los costos de transporte marítimo a China, asegura un margen competitivo y alinea el proyecto con las dinámicas del mercado global.

5.2. RECOMENDACIONES

Para el caso específico del proyecto Guayamasma, se sugiere enfatizar en la optimización de costos operativos y el incremento de la productividad durante la fase de ejecución. Una mayor producción no solo mejoraría la eficiencia, sino que también elevaría el Valor Actual Neto (VAN), maximizando así el retorno económico para los inversionistas. Este enfoque debe ir acompañado de tecnologías y prácticas sostenibles que aseguren la competitividad a largo plazo.

En el contexto actual del sector minero peruano, se considera prioritario que los empresarios nacionales evalúen la implementación de plantas industriales locales de procesamiento de minerales. Esta medida reduciría la dependencia de mercados extranjeros y minimizaría los costos asociados al transporte marítimo y terrestre, factores que actualmente encarecen la cadena de valor. El desarrollo de capacidades industriales propias no solo fortalecería la economía interna, sino que también agregaría valor a los recursos minerales extraídos en el país.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- A. Sánchez. 2017.** Instituto Geológico Minero Y Metalúrgico. Lima - Perú: Osi-Cartografía Geológica Digital.
- Ávila, C. A. 2014.** Diseño Del Método De Explotación A Cielo Abierto Para La Mina El Diamante. Colombia.
- Ayay, W. 2024.** Evaluación económica para la explotación de manganeso en la concesión San Jorge de Chuchun, Namora-Cajamarca. Cajamarca.
- Brown. 1981.** Rock Characterization Testing and Monitoring. England.
- Carrasco, W. 2022.** Evaluación Técnica Y Económica Para La Explotación De Hierro En La Veta Alta Gracia - Yonán – Cajamarca. Cajamarca.
- Cordori, J. A. 2018.** Modelo de riesgo para la evaluación económica financiera de la explotación de la veta Huascar nivel 2220 - 2296 mina Yanaquihua - Arequipa. Arequipa.
- Fajardo, L. M. 2019.** Valor Actual Neto y tasa interna de retorno como parametros de evaluación. Ecuador.
- Girón, E. H. 2012.** Tasa interna de Retorno y Valor Actual neto como herramienta de evaluación financiera en proyectos para plantaciones de madera Teca. Guatemala.
- Herrera, J. 2006.** Métodos de minería a cielo abierto.
- Herrera, J. 2018.** El Proceso de Evaluación de un Proyecto Minero. Madrid.
- Llanque, O. E. 1999.** Explorcion Subterranea métodos y casos prácticos. Puno.
- Moreira, P. P. 2017.** Brecha De Erupción Hidrotermal En El Depósito Epitermal De Au-Ag La Josefina, Macizo Del Deseado. Argentina. doi:10.20868
- Ortiz, J. 2011.** Apuntes De Cursos De Explotación De Minas. Chile.

- Pacheco, F. A. 2020.** Analisis de la valoración de proyectos a través del método de Opciones reales: Aplicación a un proyecto real del sector minero - metalúrgico en el peru. Lima.
- Paz Zevallos, C. 2019.** Selección y Aplicación del método de explotación por corte y relleno ascendente, para optimizar costos en la veta Gino - ICA. ICA - PERÚ.
- Poma, B. S. 2023.** Aplicación de parametros técnicos de Nicholas para la elección del método de minado Mina Yuraocsha. Huancayo.
- Ramírez, R. A. 2017.** Análisis Técnico-Económico Explotación de Yacimiento Amayanta. Santiago de Chile.
- Rojas, A. G. 2018.** Evaluación Técnica y Económica para la recuperación de Oro de la Cancha de Relaves de la empresa minera Rio Chicama S.A.C. Sayapullo, la Libertad. Cajamarca.
- Roldán, J. C. 2015.** Análisis de variables para evaluación financiera de proyectos de minería de oro en Colombia con especial énfasis en el riesgo Pais - Caso Mineros S.A. 36.
- Sanhueza, A. R. 2021.** Evaluación Económica De Técnicas De Selectividad De Mineral. Chile.
- Sapag, C. 2008.** Preparación y evaluación de proyectos. Bogotá.
- Valle, B. D. 2014.** Criterios de definición de fases y diseño en minería a cielo abierto.
- Zuloaga, J. 2021.** Evaluación Técnica Económica Para Incrementar La Producción De Mineral De La Concesión Minera Víctor Jesús Provincia De Pataz La Libertad. Cusco - Perú.

ANEXOS A
AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA

Yo **Welser Michael Carrasco Mendo**, identificado con DNI N° 71714942, como **REPRESENTANTE LEGAL** de WELCORP MINING INVESTMENTS S.A.C con R.U.C. N° 20614639874, que tiene a cargo el Proyecto Guayamasma, ubicado en el distrito de Namora, provincia y departamento de Cajamarca.

OTORGO LA AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN,

Al señor **Akiro David Santa Maria Julcamoro**, con **DNI: 75391912**

Bachiller de la carrera de **Ingeniería de Minas**, para que utilice la siguiente información de la empresa: características del yacimiento, estudios de leyes, tiempos operacionales, rendimientos de los equipos y cualquier información que se requiera en el proyecto con la finalidad de que pueda desarrollar su Tesis para Optar el Título Profesional de **Ingeniero de Minas**.

Autorizo expresamente el uso de la información con fines académicos, incluyendo su publicación en el repositorio de la **Universidad Nacional de Cajamarca** contribuyendo a la comunidad educativa y sociedad en su conjunto.

Indicar si el representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada:

- (X) Mantener en **RESERVA** el nombre o cualquier distintivo de la empresa.
() **Autorizo** mencionar el nombre y cualquier distintivo de la empresa.

Cajamarca, 18 de julio de 2024



Firma del Representante Legal

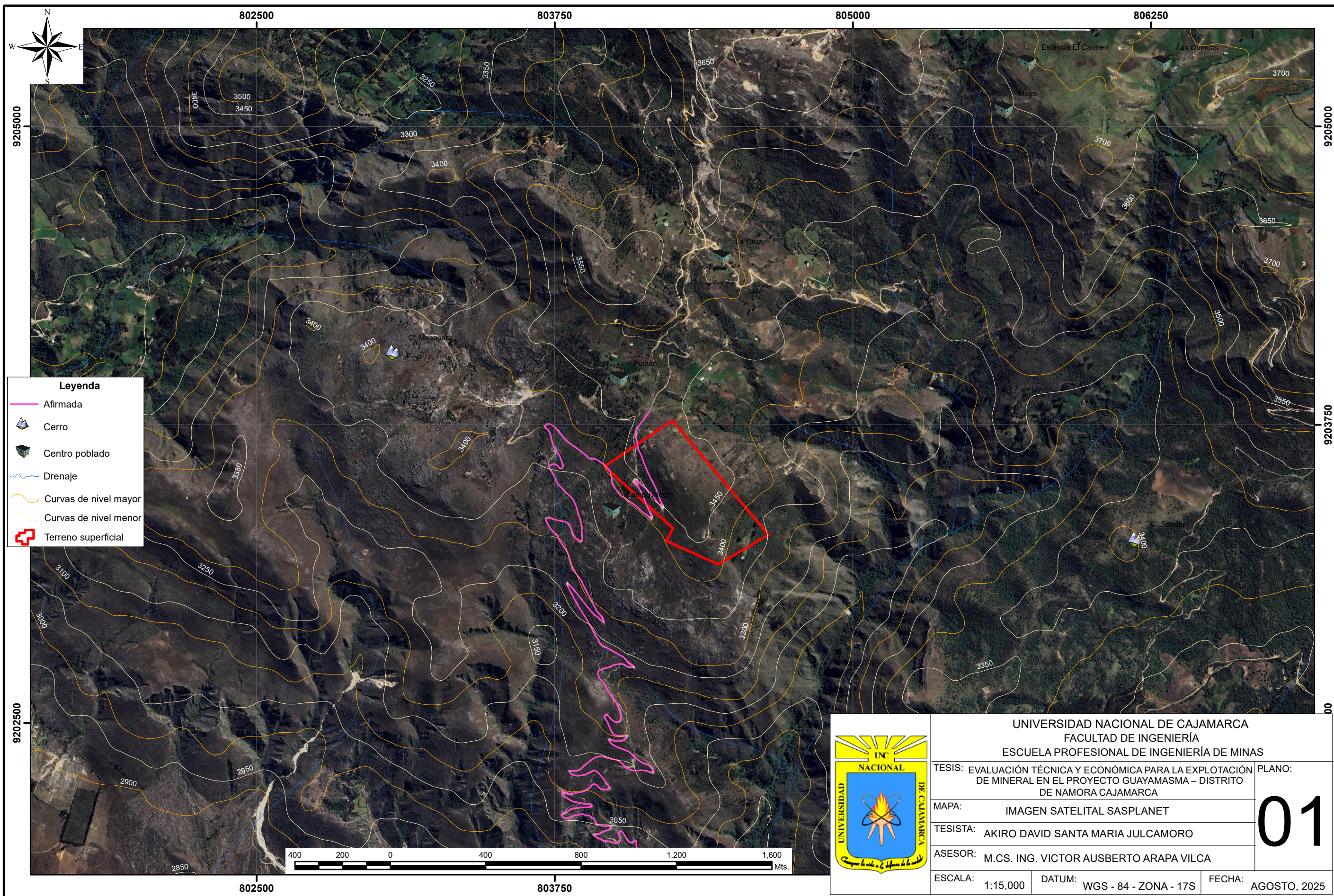
DNI: 71714942

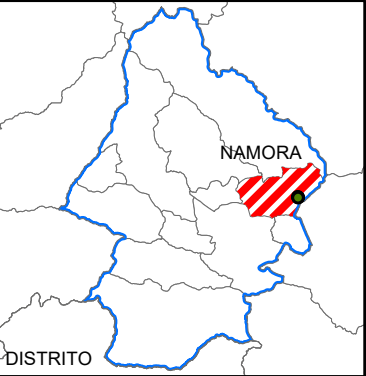
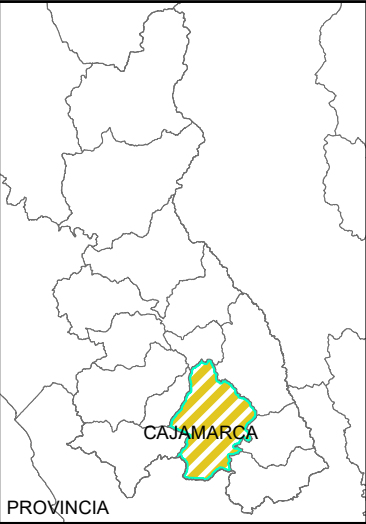
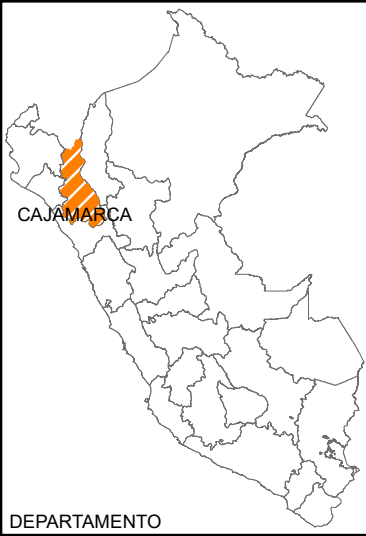
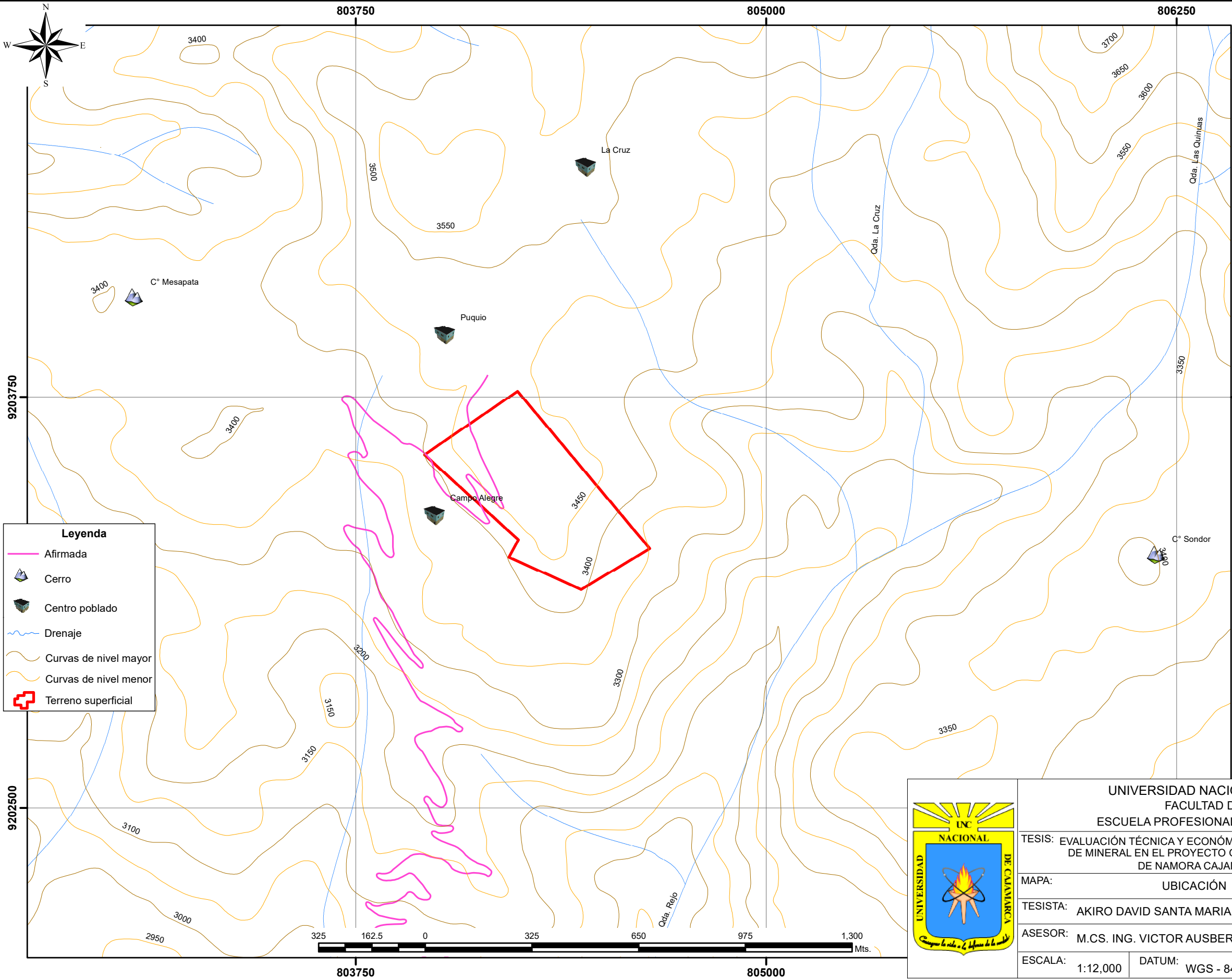
N° de celular de contacto: 971 790 255

ANEXO B

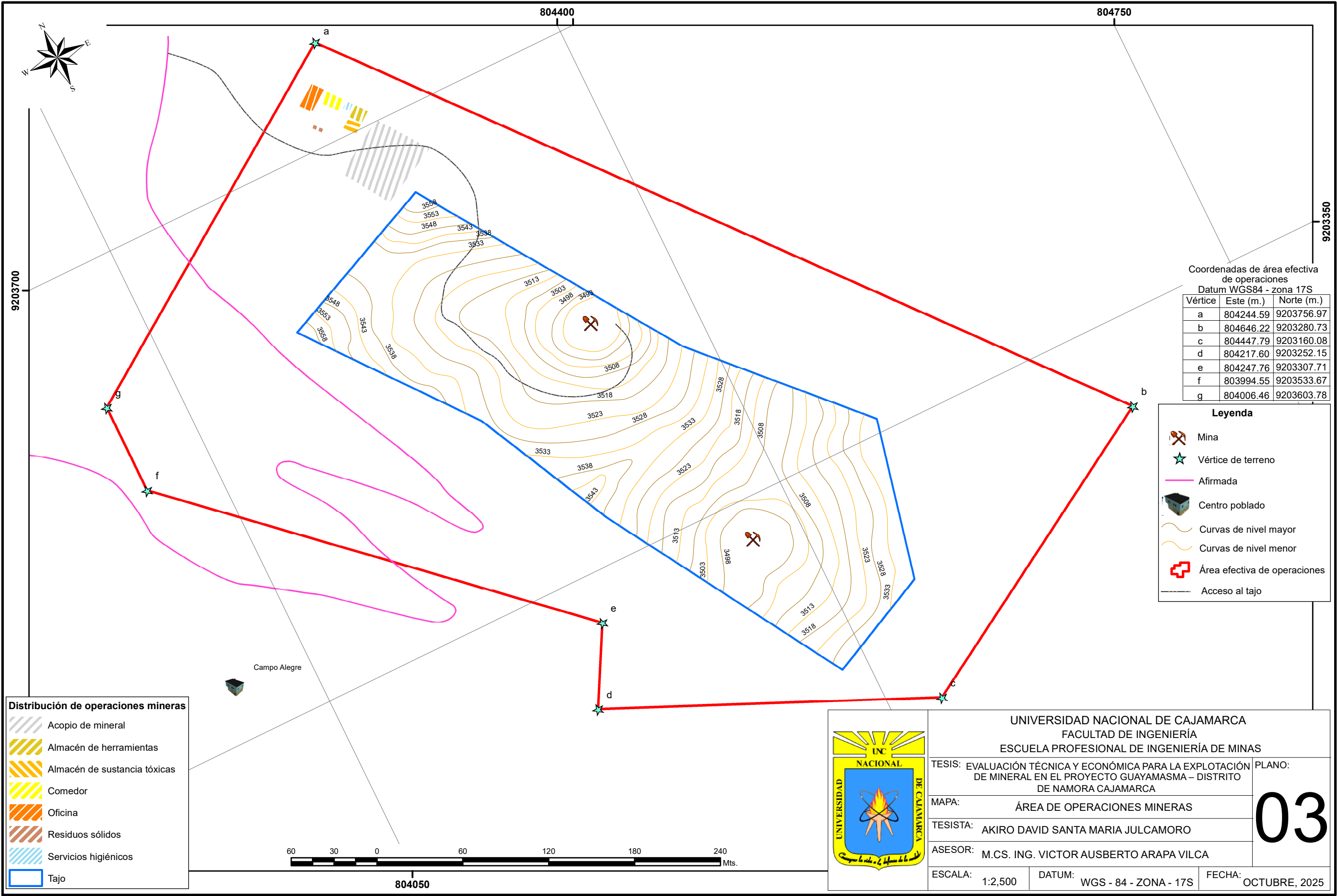
PLANOS

PLANO 01	:	IMAGEN SATELITAL SASPLANET
PLANO 02	:	UBICACIÓN
PLANO 03	:	ÁREA DE OPERACIONES MINERAS
PLANO 04	:	GEOLÓGICO ESTRUCTURAL LOCAL





	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS		
	TESIS: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA EXPLOTACIÓN DE MINERAL EN EL PROYECTO GUAYAMASMA – DISTRITO DE NAMORA CAJAMARCA		PLANO:
	MAPA: UBICACIÓN		02
	TESISTA: AKIRO DAVID SANTA MARIA JULCAMORO		
	ASESOR: M.CS. ING. VICTOR AUSBERTO ARAPA VILCA		
ESCALA: 1:12,000	DATUM: WGS - 84 - ZONA - 17S	FECHA: OCTUBRE, 2025	



Coordenadas de área efectiva de operaciones
Datum WGS84 - zona 17S

Vértice	Este (m.)	Norte (m.)
a	804244.59	9203756.97
b	804646.22	9203280.73
c	804447.79	9203160.08
d	804217.60	9203252.15
e	804247.76	9203307.71
f	803994.55	9203533.67
g	804006.46	9203603.78

Leyenda

- Mina
- Vértice de terreno
- Afirmada
- Centro poblado
- Curvas de nivel mayor
- Curvas de nivel menor
- Área efectiva de operaciones
- Acceso al tajo

Distribución de operaciones mineras

- Acopio de mineral
- Almacén de herramientas
- Almacén de sustancia tóxicas
- Comedor
- Oficina
- Residuos sólidos
- Servicios higiénicos
- Tajo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

TESIS: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA EXPLOTACIÓN DE MINERAL EN EL PROYECTO GUAYAMASMA – DISTRITO DE NAMORA CAJAMARCA

MAPA: ÁREA DE OPERACIONES MINERAS

TESISTA: AKIRO DAVID SANTA MARIA JULCAMORO

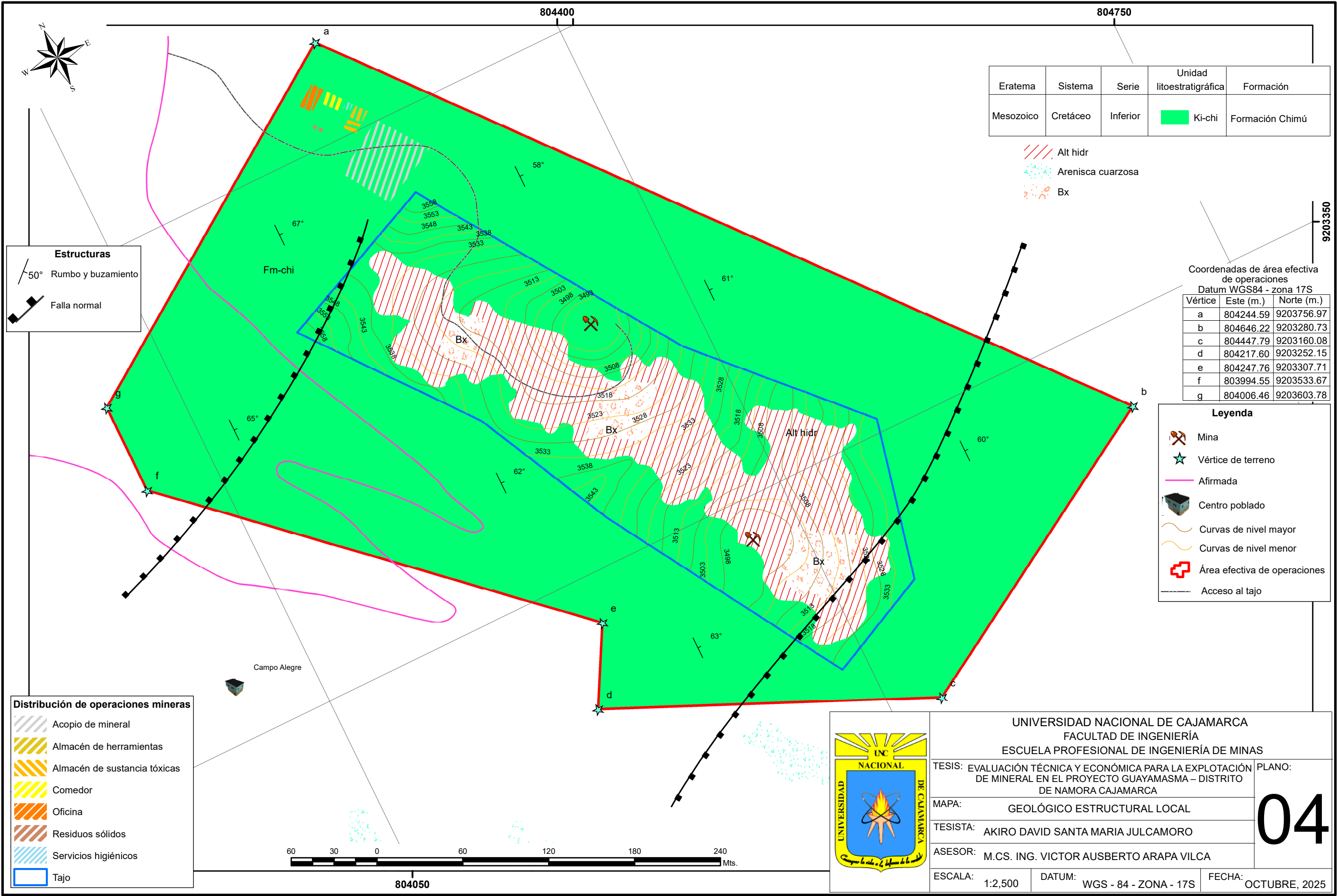
ASESOR: M.CS. ING. VICTOR AUSBERTO ARAPA VILCA

ESCALA: 1:2,500

DATUM: WGS - 84 - ZONA - 17S

FECHA: OCTUBRE, 2025

03



Eratema	Sistema	Serie	Unidad litoestratigráfica	Formación
Mesozoico	Cretáceo	Inferior	Ki-chi	Formación Chimú

- Alt hidr
- Arenisca cuarzosa
- Bx

Coordenadas de área efectiva de operaciones
Datum WGS84 - zona 17S

Vértice	Este (m.)	Norte (m.)
a	804244.59	9203756.97
b	804646.22	9203280.73
c	804447.79	9203160.08
d	804217.60	9203252.15
e	804247.76	9203307.71
f	803994.55	9203533.67
g	804006.46	9203603.78

Leyenda

- Mina
- Vértice de terreno
- Afirmada
- Centro poblado
- Curvas de nivel mayor
- Curvas de nivel menor
- Área efectiva de operaciones
- Acceso al tajo

Distribución de operaciones mineras

- Acopio de mineral
- Almacén de herramientas
- Almacén de sustancia tóxicas
- Comedor
- Oficina
- Residuos sólidos
- Servicios higiénicos
- Tajo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

TESIS: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA EXPLOTACIÓN DE MINERAL EN EL PROYECTO GUAYAMASMA – DISTRITO DE NAMORA CAJAMARCA

MAPA: GEOLÓGICO ESTRUCTURAL LOCAL

TESISTA: AKIRO DAVID SANTA MARIA JULCAMORO

ASESOR: M.CS. ING. VICTOR AUSBERTO ARAPA VILCA

ESCALA: 1:2,500

DATUM: WGS - 84 - ZONA - 17S

FECHA: OCTUBRE, 2025

04