

“DISEÑO DE EXPLOTACIÓN PARA LA MEJORA
DEL PLANEAMIENTO ESTRATÉGICO EN LA
UNIDAD MINERA SHERIDAN, ALGAMARCA 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Guillermo Abel Zavala Culqui

Asesor:

Ing. Rafel Napoleón Ocas Boñón
<https://orcid.org/0000-0001-9519-2532>

Cajamarca - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	VÍCTOR EDUARDO ALVAREZ LEÓN	18034429
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	GLADYS SANDI LICAPA REDOLFO	41379556
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	ELMER OVIDIO LUQUE LUQUE	02044966
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

DEDICATORIA

Ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más impulsándome hacía el camino correcto. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Hoy cuando concluyo mis estudios, les dedico a ustedes este logro amados padres, como una meta más conquistada. Orgullosa de haberlos elegido mis padres y que estén a mi lado en este momento tan importante.

Guillermo Abel Zavala Culqui

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, deseo expresar mi agradecimiento al titular minero del proyecto Sheridan, Denys Jhordano Campos Chavez, por la oportunidad de realizar la investigación y de esta manera poder aportar con el futuro de los profesionales que eligieron este rubro. Por el respeto a mis sugerencias e ideas y por la dirección y el rigor que ha facilitado a las mismas. Gracias por la confianza ofrecida desde que llegué.

TABLA CONTENIDO

JURADO EVALUADOR	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE FIGURAS	10
ÍNDICE DE GRÁFICOS	12
RESUMEN	13
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	14
Formulación del problema	17
Objetivos	18
Objetivo General	18
Objetivos específicos	18
Hipótesis	18
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	19
Alcance, diseño y enfoque de Investigación	19
Población y Muestra	20

Población	20
Muestra	20
Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	20
Observación Indirecta	20
Observación directa	21
Fichas de observación	21
Análisis de datos	21
Materiales	21
Procedimientos	22
Recolección de información	22
Levantamiento topográfico	22
Mapeo Geomecánico	23
Definir el sistema de explotación	25
Diseño y modelamiento de mina	26
Aspectos éticos	27
CAPÍTULO III: RESULTADOS	28
Levantamiento topográfico	28
Clasificación del macizo rocoso	29

Identificación de método de explotación	33
Modelamiento de mina	37
Modelamiento de rampa Sheridan	37
Modelamiento de labor Chiquinquirá I	38
Modelamiento de labor Chiquinquirá II	39
Modelamiento Imperio L	39
Modelamiento Khalessi Matheo	40
Diseño de mina	42
Rampa Sheridan	42
Galerías	43
Sistema de explotación	44
Secuenciado de minado	46
Tiempo de extracción	49
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	50
Discusión	50
Conclusiones	51
REFERENCIAS	52
ANEXOS	53
ANEXOS N°01: Mapa topográfico de mina Sheridan	53

ANEXOS N°02: Mapa topográfico de Rampa Sheridan	54
ANEXOS N°03: Mapa topográfico de labor Chiquinquirá	55
ANEXOS N°04: Mapa topográfico de labor Imperio L	56
ANEXOS N°05: Mapa topográfico de labor Cuquita (Chiquinquira II)	57
ANEXOS N°06: Mapa topográfico de labor Pique Khalessi	58
ANEXOS N°07: Mapa geomecánico de mina Sheridan	59
ANEXOS N°08: Mapa geomecánico de rampa Sheridan	60
ANEXOS N°09: Mapa geomecánico de labor Chiquinquirá	61
ANEXOS N°10: Mapa geomecánico de labor Imperio L	62
ANEXOS N°11: Mapa geomecánico de labor Pique Khalessi	63
ANEXOS N°12: Mapa geomecánico de labor Cuquita (Chiquinquirá II)	64
ANEXOS N°13: Modelo tridimensional de mina Sheridan	65
ANEXOS N°14: Modelo tridimensional de rampa Sheridan	66
ANEXOS N°15: Diseño de sección de rampa Sheridan	67
ANEXOS N°16: Diseño de sección de galería	68
ANEXOS N°17: Autorización de uso de información de empresa	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Interpretación de las clasificaciones geomecánicas.....	24
Tabla 2: Características del macizo rocoso en mina Sheridan.....	29
Tabla 3: Condiciones de discontinuidades en mina Sheridan.....	30
Tabla 4: Condiciones de agua y corrección de orientación en mina Sheridan	30
Tabla 5: Resumen de clasificación geomecánica en mina Sheridan	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diseño de investigación	20
Figura 2: Levantamiento topográfico de unidad minera Sheridan	23
Figura 3: Estación E02 de mapeo geomecánico en mina Sheridan	25
Figura 4: Parámetro que son considerados en la metodología de Nicholas.....	25
Figura 5: Modelo tridimensional de mina Sheridan	26
Figura 6: Plano topográfico de la unidad minera Sheridan	28
Figura 7: Sostenimientos aplicados según tipo de roca en mina Sheridan	32
Figura 8: Veta Monserrat 1 – Mina Sheridan	33
Figura 9: Potencia de Veta Monserrat 1 – Mina Sheridan.....	34
Figura 10: Modelo tridimensional de rampa Sheridan	37
Figura 11: Modelo tridimensional de labor Chiquinquirá I.....	38
Figura 12: Modelo tridimensional de labor Chiquinquirá II.....	39
Figura 13: Modelo tridimensional de labor Imperio L	40
Figura 14: Modelo tridimensional de labor Pique Khalessi Matheo	41
Figura 15: Modelo tridimensional de mina Sheridan	42
Figura 16: Diseño de sección en rampa Sheridan.....	43
Figura 17: Diseño de sección galerías	44

Figura 18: Modelo de sistema de explotación en mina Sheridan	46
Figura 19: Secuencia miento de minado de veta Monserrat SO	47

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Método de Nicholas: Puntaje de métodos de explotación según geometría de yacimiento y condiciones geomecánicas en mina Sheridan	35
Gráfico 2: Método de Nicholas: Puntaje de métodos de explotación considerando factores de peso en mina Sheridan	36
Gráfico 3: Volumen de fase de minado	47
Gráfico 4: Volumen de sub-fases de minado.....	48

RESUMEN

El planeamiento estratégico en una rama muy utilizada por empresas mineras. Sin embargo, el pequeño productor minero frecuentemente no tiene muy claro este concepto. Por tanto, la presente investigación tiene el objetivo de realizar el diseño de explotación en la unidad minera Sheridan; con el fin de lograr una optimización en el planeamiento estratégico. Debido que, el proyecto se desarrolla de manera empírica y sin contar con proyecciones a largo plazo. Es necesario enfatizar que la información publicada en esta tesis utiliza información confidencial y delicada de la empresa Del Combe Sheridan Mining Explorations E.I.R.L.

Como resultado de la investigación se determinó la geometría de todos los componentes internos de la mina y tipo de roca. Es así como, se obtuvo el método corte y relleno ascendente como el más óptimo. Consecuentemente, se realizó el diseño de rampa, galerías y subniveles; con los cuales se proyectó la explotación sistemática de la veta Monserrat I; calculando reservas de 2194 m³ con una proyección de 1.2 años para su explotación.

PALABRAS CLAVES: Planeamiento Estratégico, Diseño de explotación, minería subterránea.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Los proyectos mineros afrontan desafíos muy particulares relacionados con la explotación de recursos, inversiones, precios, productividad, etc. Por estas causas son sometidos a rigurosos estudios de factibilidad técnica y económica, para poder tomar una correcta decisión y de la cual dependerá el futuro del proyecto. Partiendo de esta idea, es entonces la planificación la herramienta indicada para encontrar la mejor opción y obtener un retorno económico óptimo. La Sociedad Nacional de Minería (2016) afirmó lo siguiente:

En este contexto, la planificación minera es la herramienta que permite definir la mejor opción respecto de la forma y el tiempo en que las reservas deben extraerse para obtener el mayor retorno económico de un proyecto, tomando como base el mejor conocimiento que se tenga del recurso minero. (p. 34).

Se realiza en etapas relacionadas a las decisiones que se tienen que realizar, con respecto al tiempo y nivel de detalle, es común referirse a planes de corto, mediano y largo plazo o estratégico. Estos se encargan de analizar escenarios y planes de una manera estratégica o táctica mirando a un horizonte futuro.

La Universidad Politécnica de Madrid (2007) describe que los problemas que surgen al preparar sistemas de explotación es determinar el tipo de construcciones como accesos, galerías, chimeneas, rampas y pozos; además de tener el tiempo y dinero disponible para su preparación.

El desarrollo de la presente investigación está orientado en la Unidad Minera Sheridan (UMS), mina subterránea con vetas que varían de 5 a 22 centímetros, ubicado en el norte del Perú. Donde existe un bajo nivel de producción, debido a la planeación convencional que se utiliza en vetas angostas, método de explotación, mano de obra, maquinaria y programación. Son algunos aspectos que restringe el nivel de producción promedio de 20 tn/mes y debido a que las reservas de vetas se redujeron y la existencia de comunicaciones realizadas por labores externas, aparece la necesidad de avance con el fin de incrementar las reservas, y de esta manera obtener rentabilidad.

Desde otra perspectiva, los proyectos de investigación están ubicados en el último puesto de prioridades en Sheridan. Por tal razón, basan su desarrollo en el seguimiento de vetas expuestas, haciendo uso de herramientas básicas y optando por soluciones no óptimas. Generalmente las minas artesanales no hacen uso de herramientas avanzadas como GPS, planos, equipos topográficos, etc; originando la posibilidad de incurrir en decisiones erróneas.

No obstante, frente a estas dificultades, se tiene en proyecto realizar un diseño de explotación como nueva alternativa; produciendo objetivos claros y evitando los problemas presentados en esta sección. Labanda (2018) afirma:

Cada proyecto minero debe tener un sistema de explotación adecuado a las condiciones del yacimiento, el cual demuestre que es posible obtener la mayor cantidad posible del mineral; esto sin tener que poner en riesgo la estabilidad de la mina y maximizando los ingresos económicos del negocio (p. 14).

Finalmente, este estudio permite dar una mejor visión y mejora en las condiciones de explotación de Sheridan; tanto en producción como seguridad. En donde los hallazgos más importantes mejorarán la toma de decisiones en el planeamiento estratégico, de tal manera que se logre una mayor utilidad y por tanto el proyecto se beneficie.

Labanda (2018), realiza una investigación de mejorar las condiciones de explotación a través de un diseño, utilizando herramientas informáticas. Su caso de estudio consiste en un modelo de mina subterránea de oro; el cuerpo mineralizado tiene una inclinación entre 10 y 25 grados. Su metodología consistió en el mapeo geomecánico, toma de puntos topográficos, diseño de explotación en el software RECMIN y convertir la información recolectada en soluciones en etapas operacionales. Resolvió que la generación de este modelo permite una mejor interpretación del yacimiento, los avances logrados e implementaciones de nuevas galerías; planificando la extracción de 18,252,000 ton.

Concuerda con el estudio de Quispilema (2016), su objetivo fue el diseño de un sistema de explotación y cierre de mina. Aplicando un análisis geomecánico, definición de reservas, dimensionamiento de construcciones, análisis de maquinaria y estudio geométrico de la mina. Aportando un diseño adecuado y aprovechando al máximo las reservas presentes en el yacimiento. Calculó la existencia de 370, 688 m³ de reservas, vida útil de 6.3 años y el método de bancos descendentes como el más factible para el proyecto. Por último, determinó que los impactos positivos con su diseño fueron: la generación de empleo, desarrollo de infraestructura y movimiento económico.

El ingeniero español Sanz (2015) realizó la modelización, estimación de recursos y reservas de un yacimiento minero; con el fin de obtener una valorización y encontrar las

cortas más optimas según el precio del mineral. Computo recursos y reservas de 31, 514, 600 tn, siendo lo suficiente para el costeo de infraestructuras, compra de maquinaria y otros gastos. Finalmente, el autor ofrece la forma óptima de corta, realizando una modelización de esta y generando 628, 798 tn de metal fino rico en cobre, plomo y zinc.

Sintetizando, los estudios de Labanda, Quispilema y Sanz han contribuido con la mejora de la unidad minera; principalmente en el planeamiento estratégico. Sus procedimientos fueron generalmente distintos, pero la optimización de la forma de explotación fue un objetivo en común en sus investigaciones. Por otro lado, utilizaron distintos métodos para el cálculo de reservas y modelización del yacimiento, esto debido que la experiencia e intuición del investigador juega un papel de variable extraña. Esta investigación propone generar un planeamiento estratégico óptimo con ayuda de un diseño de explotación, los autores concuerdan que el diseño de explotación es una gran herramienta en el momento de tomar decisiones, por lo cual la proposición de esta investigación se encuentra fundamentada.

Formulación del problema

¿De qué manera la implementación de un diseño de explotación incide en la mejora en el planeamiento estratégico aplicado a la unidad minera Sheridan, Algamarca 2022?

Objetivos

Objetivo General

Determinar la manera en que la implementación de un diseño de explotación mejora, el planeamiento estratégico en la unidad minera Sheridan, Algamarca 2022

Objetivos específicos

- Realizar un levantamiento de las labores existentes en la unidad minera Sheridan.
- Clasificar el macizo rocoso de la unidad minera Sheridan.
- Identificar el método de explotación óptimo para la unidad minera Sheridan.
- Realizar un modelamiento y diseño de mina en la unidad minera Sheridan.
- Definir el secuenciamiento de minado en la unidad minera Sheridan.
- Evaluar la influencia del diseño de explotación en el planeamiento estratégico de la unidad minera Sheridan.

Hipótesis

La implementación de un modelo de explotación mejorará el planeamiento estratégico de la unidad minera Pique Sheridan, Algamarca 2022.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

Alcance, diseño y enfoque de Investigación

La presente investigación presenta un enfoque cuantitativo, diseño correlacional, ya que el objetivo es demostrar la correlación de un diseño de explotación en la mejora del planeamiento estratégico. Tomando como muestra el método de explotación de la unidad minera Sheridan, manipulando las variables de diseño.

Según Fernández (2014) la esencia de un diseño experimental es la necesidad de manipular deliberadamente una variable con el objetivo de ver sus posibles efectos. Es por ello por lo que esta investigación busca medir los efectos concebidos por la variable independiente hacia la dependiente.

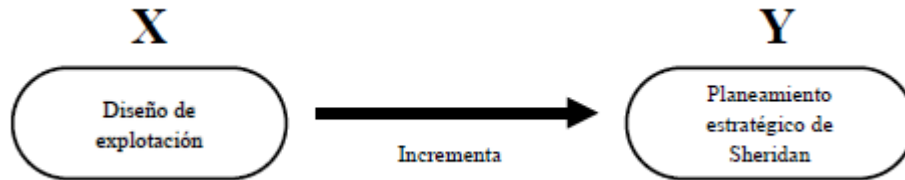
Por otro lado, Fernández (2014) describe el enfoque cuantitativo como:

La recolección de los datos se fundamenta en la medición (se miden las variables o conceptos contenidos en las hipótesis). Esta recolección se lleva a cabo al utilizar procedimientos estandarizados y aceptados por una comunidad científica. Para que una investigación sea creíble y aceptada por otros investigadores, debe demostrarse que se siguieron tales procedimientos. Como en este enfoque se pretende medir, los fenómenos estudiados deben poder observarse o referirse al “mundo real”. (p. 05)

La investigación estudia el comportamiento de estos resultados en función del diseño de explotación utilizado, dando interés en lo que puede suceder; estableciéndola como aplicativa. En la Figura 1 se muestra el diseño de la investigación para mayor comprensión.

Figura 1

Diseño de investigación



Nota. Se representa la forma en que el estudio fue diseñado; deduciendo que los resultados del planeamiento estratégico están en función del diseño de explotación.

La naturaleza de los datos la lleva a ser una investigación cuantitativa, ya que los procedimientos realizados en esta investigación están basados en la medición y los datos manejados son cuantificables.

Población y Muestra

Población

La población se refiere al universo, conjunto o totalidad de diseños de explotación utilizados en minería subterránea.

Muestra

Diseño de explotación en Del Combe Sheridan Mining Explorations.

Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Observación Indirecta

Incluyendo la búsqueda de precursores relacionados con la aplicación de diseños de explotación en compañías mineras a pequeña escala, a nivel nacional e internacional, en el

que se utilizaron buscadores científicos confiables como Redalyc y repositorios universitarios.

Observación directa

Permite visualizar las condiciones de la unidad minera y evaluar los trabajos, materiales y técnicas que se utilizó en la investigación.

Fichas de observación

Se desarrollo en campo, donde la información se extrajo de la unidad minera Sheridan; con ayuda de instrumentos como: fichas de observación (RMR, costos, reportes diarios, producción, azimuts y buzamientos), estación total, brújula y GPS.

Análisis de datos

La base de datos es proporcionada y recolectada de la empresa nombrada. Fue integrada y procesada de manera digital mediante software minero, con la finalidad de realizar el diseño y planificación de labores. Asimismo, los datos obtenidos fueron analizados en Microsoft Excel mediante tablas y gráficos que permitió determinar el diseño óptimo del yacimiento con repercusión en indicadores como calidad del macizo rocoso, dimensión de labores, costos, fases y periodos de minado.

Materiales

Fueron utilizados para la investigación: software, estación total, brújula, telemetro y fichas técnicas; los cuales permitieron la recolección y análisis de datos.

Procedimientos

Recolección de información

Se recogió información acerca de la unidad minera con respecto a su ubicación a la unidad minera Sheridan (localización, accesos, geología, etc).

Levantamiento topográfico

En toda operación subterránea se ha de disponer un plano detallado de superficie y subterráneo y para ello se ha de necesitar la representación geográfica de la tierra y sus formas. Gámez (2015) expresa “[...] se encarga de medir extensiones de tierra tomando los datos para su representación gráfica en un plano a escala” (p.10).

A partir de la información topográfica brindada por la empresa, se realizó trabajos topográficos con estación total en ubicaciones donde no se ha encontrado información. Esta información se recopila y adhiere a la ya proporcionada por la empresa.

Para la realización de estas mediciones es de necesidad el uso de herramientas y equipos topográficos. Uno de estos es la estación total; Labanda (2018) comenta “Puede realizar también la medición de ángulos verticales y horizontales, haciendo de esta forma más rápida y eficiente la toma de datos [...]” (p. 29). Por otro lado, la brújula es una herramienta con la cual es posible medir rumbo y buzamiento; pudiendo representar discontinuidades, fallas y orientaciones en forma planar. Por último, se tiene al eclímetro el cual cumple la función de medir el buzamiento de un estrato. Los instrumentos definidos en este párrafo son considerados como básicos para un levantamiento topográfico subterráneo, con el fin se representar las laboras de forma bidimensional y tridimensional.

Figura 2

Levantamiento topográfico de unidad minera Sheridan



Mapeo Geomecánico

Esta etapa llevó a cabo la clasificación del macizo rocoso a través del método RMR, “la clasificación ha sido desarrollada por Bieniawski entre los años 1972 a 1989 y está basada en mediciones de campo de más de 300 casos de túneles, cavernas y cimentaciones” (Labanda, 2018, p 11). Controla cinco parámetros, siendo: resistencia de la roca intacta, índice de calidad de roca, espaciamiento de discontinuidades, condición de discontinuidades, ajuste por orientación y agua subterránea; donde a partir de estos se obtiene un puntaje que oscila entre 0 y 100.

$$\mathbf{RMR = (i) + (ii) + (iii) + (iv) + (v) - \text{Ajuste por orientación de discontinuidades}}$$

Siendo:

- i = Resistencia a compresión uniaxial de la roca intacta

- ii = Número de juntas por metro
- iii = Efecto del agua
- iv = Resistencia de las discontinuidades
- v = Alterabilidad de la matriz rocosa por efecto del agua

En la Tabla 1 se muestra la interpretación del macizo rocoso según el puntaje obtenido.

Tabla 1

Interpretación de las clasificaciones geomecánicas

Descripción	RMR	Q	GSI	Clase de Macizo Rocosos
Roca Excepcionalmente Buena	-	0.001-0.01	-	-
Roca Extremadamente Buena	-	0.01-0.1	-	-
Roca Muy Buena	81-100	0.1-1	-	I
Roca Buena	61-80	1-4	-	II
Roca Regular	41-60	4-10	-	III
Roca Mala	21-40	10-40	-	IV
Roca Muy Mala	0-20	40-100	-	V
Roca Extremadamente Mala	-	100-400	-	-
Roca Excepcionalmente Mala	-	400-1000	-	-

Nota: Se muestra la interpretación de los valores según clasificación geomecánica. Fuente: Osinergmin, 2018

A partir del paso anterior se realizó el reconocimiento de estaciones geomecánicas, las cuales fueron a criterio del investigador.

Figura 3

Estación E02 de mapeo geomecánico en mina Sheridan

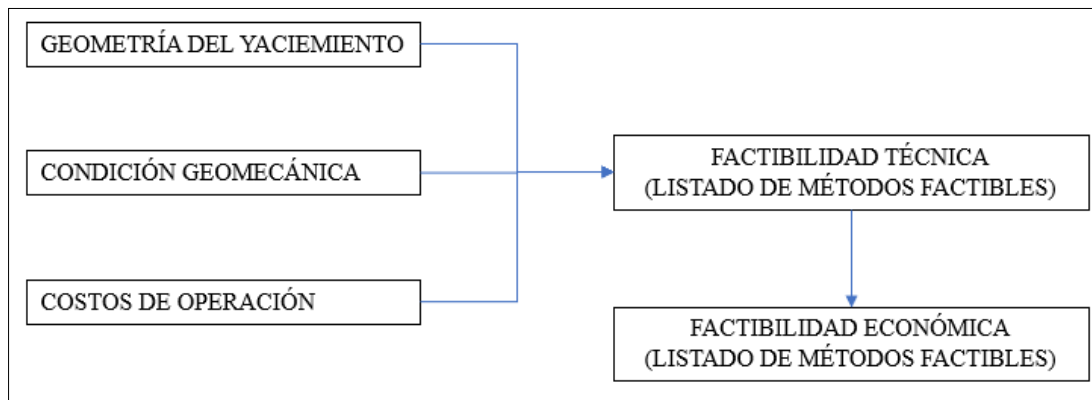


Definir el sistema de explotación

Se realizó el análisis de selección de diseño de minado utilizando la metodología numérica de Nicholas; el cual se define en dos principales etapas. La primera etapa fue clasificar las características geométricas, geomecánicas y costos operacionales. A partir de estas mediciones se descartó los métodos con puntuaciones bajas, es decir no factibles para el tipo de yacimiento analizado. Por último, se toma en cuenta la factibilidad económica de cada método filtrado en la etapa uno y se termina seleccionando la forma de explotación más factible. En la Figura 4 se muestra los parámetros necesarios para aplicar la metodología de Nicholas.

Figura 4

Parámetro que son considerados en la metodología de Nicholas



Fuente: Centro geotécnico internacional (CGI), 2018

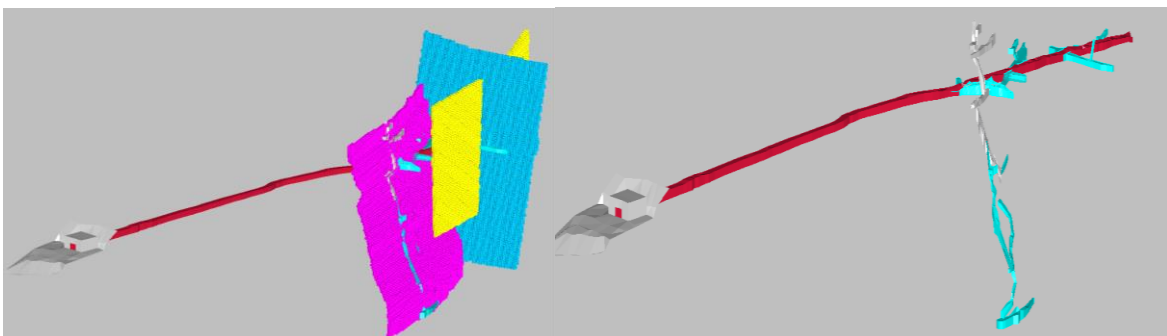
Diseño y modelamiento de mina

Prosiguiendo se realizó el procesamiento, separación y triangulación de los datos topográficos recopilados y obtenidos.

Se solicitó permiso para acceder a la información confidencial de la empresa, con el fin de formar notas y determinar la verdad problemática, causas y efectos. Asimismo, se recopila información sobre los diseños de mina en otras unidades mineras. En la figura 5 se muestra el modelo tridimensional.

Figura 5

Modelo tridimensional de mina Sheridan



Aspectos éticos

Para el desarrollo de la presente investigación se pidió autorización del titular minero con el fin de dar accesibilidad a sus instalaciones, documentos y equipos; con el fin de poder hacer un levantamiento topográfico y mapeo geomecánico. El cual servirá como base para cumplir los objetivos planteados.

Se ha respetado el derecho de autor de la información mencionando a los autores mientras que el uso de su investigación para sustentar y confiar en el contenido presentado en esta investigación no causa plagio.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

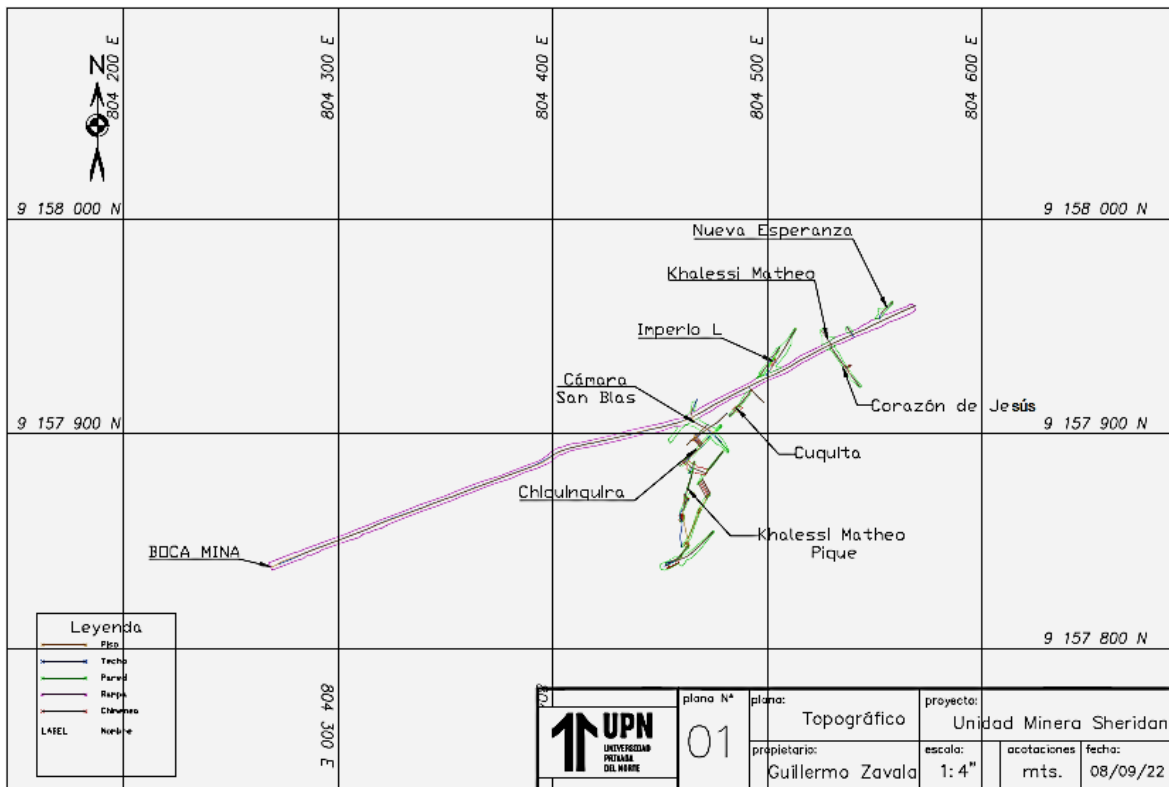
Levantamiento topográfico

A partir de los datos capturados se procedió a la digitalización y registro de información con el fin de poder realizar el diseño de niveles y modelar el sistema de explotación en las siguientes fases.

Partiendo de la planimetría obtenida se puede desarrollar un modelamiento interno de la unidad minera Sheridan, plasmando cada componente existente en la mina. En la Figura 6 se muestran los datos correspondientes a la unidad minera Sheridan.

Figura 6

Plano topográfico de la unidad minera Sheridan



Clasificación del macizo rocoso

Se reconocieron y evaluaron 12 estaciones geomecánicas en la unidad minera Sheridan, tomando como criterio, su estructura, litología y orientación de excavación. Se utilizó la clasificación geomecánica RMR₈₉ con su corrección por orientación.

A continuación, en la Tablas 2, 3, 4 y 5 se muestran los resultados obtenidos en las estaciones geomecánicas.

Tabla 2

Características del macizo rocoso en mina Sheridan

CARACTERISTICAS DEL MACIZO ROCOSO				
Estación	Resistencia Uniaxial	Rqd %	Espaciamiento	Puntaje
1	1-5 Mpa (0)	10% (3)	0.14 (8)	11
2	50-10 Mpa (7)	77% (17)	0.2 (8)	32
3	50-10 Mpa (7)	89% (17)	0.2 (8)	32
4	1-5 Mpa (0)	10% (3)	0.2 (8)	11
5	50-10 Mpa (7)	81% (17)	0.25 (8)	32
6	50-10 Mpa (7)	83% (17)	0.3 (8)	32
7	50-10 Mpa (7)	77% (17)	0.2 (8)	32
8	50-10 Mpa (7)	76% (17)	0.3 (8)	32
9	50-10 Mpa (7)	89% (17)	0.2 (8)	32
10	50-10 Mpa (7)	80% (17)	0.2 (8)	32
11	50-10 Mpa (7)	81% (17)	0.2 (8)	32

Las características del macizo rocoso presente en la mina Sheridan, Tabla 2, son de grado R4 y R1, con RQD presenta resultados entre 10% y 89% y espaciamentos considerados como macizo fracturado. Como se pudo apreciar en los resultados de la Tabla 2, el cambio brusco en los resultados de resistencia uniaxial y RQD son debidos a cambios del tipo de roca analizado.

Tabla 3
Condiciones de discontinuidades en mina Sheridan

CONDICIONES DE DISCONTINUIDADES						
Estación	Persistencia	Abertura	Rugosidad	Relleno	Alteración	Puntaje
1	<1 m (6)	0.1mm (5)	Lisa (1)	Suave <5mm (1)	Muy Intemperada (2)	15
2	<1 m (6)	0.1mm (5)	Lisa Rugosa (3)	Duro <5mm (4)	Sana (6)	24
3	<1 m (6)	0.1mm (5)	Lisa Rugosa (3)	Duro <5mm (4)	Sana (6)	24
4	<1 m (6)	0.1mm (5)	Lisa (1)	Suave <5mm (1)	Muy Intemperada (2)	15
5	<1 m (6)	0.1mm (5)	Lisa Rugosa (3)	Duro <5mm (4)	Sana (6)	24
6	<1 m (6)	0.1mm (5)	Lisa Rugosa (3)	Duro <5mm (4)	Sana (6)	24
7	<1 m (6)	0.1mm (5)	Lisa Rugosa (3)	Duro <5mm (4)	Sana (6)	24
8	<1 m (6)	0.1mm (5)	Lisa Rugosa (3)	Duro <5mm (4)	Sana (6)	24
9	<1 m (6)	0.1mm (5)	Lisa Rugosa (3)	Duro <5mm (4)	Sana (6)	24
10	<1 m (6)	0.1mm (5)	Lisa Rugosa (3)	Duro <5mm (4)	Sana (6)	24
11	<1 m (6)	0.1mm (5)	Lisa Rugosa (3)	Duro <5mm (4)	Sana (6)	24

La Tabla 3 muestra las condiciones de las discontinuidades presentes en la mina Sheridan son de persistencia alta, aberturas moderadamente abiertas, de rugosidad entre lisa y rugosa, relleno duro y suave menor a cinco milímetros y discontinuidades sanas o alteradas.

Tabla 4
Condiciones de agua y corrección de orientación en mina Sheridan

CONDICIONES DE AGUA Y ORIENTACIÓN			
Estación	Agua Subterránea	Orientación	Puntaje
1	Mojado (7)	Perpendicular a favor/Favorable (0)	7
2	Húmedo (10)	Perpendicular a favor/Favorable (0)	10
3	Húmedo (10)	Perpendicular en contra/Favorable (-5)	5
4	Mojado (7)	Perpendicular en contra/Favorable (-5)	2
5	Húmedo (10)	Perpendicular a favor/Favorable (0)	10
6	Húmedo (10)	Perpendicular a favor/Favorable (0)	10
7	Húmedo (10)	Perpendicular en contra/Favorable (-5)	5
8	Húmedo (10)	Perpendicular en a favor/Favorable (0)	10
9	Húmedo (10)	Perpendicular a favor/Favorable (0)	10
10	Húmedo (10)	Paralelo/Muy desfavorable (-12)	-2
11	Húmedo (10)	Perpendicular a favor/Favorable (0)	10

La Tabla 4 muestra las condiciones de agua presentan al macizo rocoso en zonas de areniscas cuarzosas debido a ligeras filtraciones donde se relaciona con el término *húmedo* y en zonas de lutitas con areniscas grises las aguas provenientes de precipitaciones se infiltran en el macizo hasta lograr actuar como un lubricante entre sus discontinuidades tomando el término de *mojado*. Por otro lado, la orientación de las labores con respecto al rumbo e inclinación de las familias existentes se calificó en: Perpendicular a favor/Favorable, Perpendicular en contra/Favorable y Paralelo/Muy desfavorable.

Tabla 5

Resumen de clasificación geomecánica en mina Sheridan

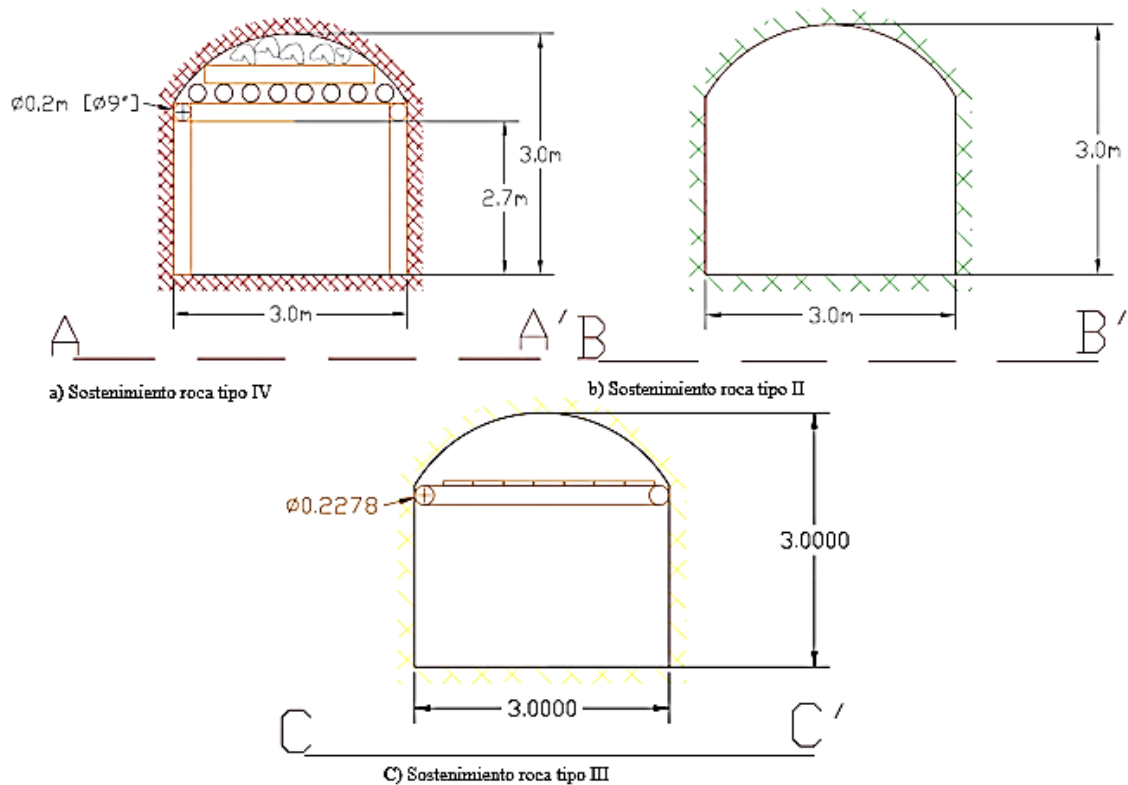
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR DE SHERIDAN			
Estación	Labor	Rmr	Tipo De Roca
1	Acceso	33	Mala (IV)
2	Acceso	66	Buena (II)
3	Chiquinquirá	61	Buena (II)
4	Chiquinquirá	28	Mala (IV)
5	Khalessi Matheo TQ	66	Buena (II)
6	Khalessi Matheo TQ	66	Buena (II)
7	Cuquita	61	Regular (III)
8	Imperio L	66	Buena (II)
9	Corazón de Jesús	66	Buena (II)
10	Nueva Esperanza	54	Regular (III)
11	Khalessi Matheo GL	66	Mala (IV)

Como indica los resultados de la Tabla 5 se identificó la presencia roca tipo IV, III y II, donde el sostenimiento estimado es equivalente al aplicado en la mina Sheridan. Primeramente, el acceso clasificado como roca tipo IV tiene que ser sostenido por cuadros de madera de un diámetro entre 9 y 10 pulgadas, como se muestra en la Figura 6a, y este sostenimiento se replica en toda la zona de roca IV. Posteriormente, se corroboró un cambio de formación, santa a chimú, por lo cual el cambio de tipo de roca IV a II en las labores Chiquinquirá, Khalessi Matheo TQ, Khalessi Matheo GL, Imperio L, Cuquita y

Corazón de Jesús; a excepción que presenta una roca tipo III debió a la corrección de su orientación sienta su excavación paralela a las discontinuidades y estas presentan buzamientos mayores de 60°. En la Figura 7 se muestran los diseños de sostenimiento para la unidad minera Sheridan según la calidad del macizo rocoso.

Figura 7

Sostenimientos aplicados según tipo de roca en mina Sheridan



En la mayoría del proyecto por las características de la roca permite el sostenimiento natural, a excepción de la zona de acceso, pero se debe realizar fortificaciones en zonas abandonadas o donde el personal está más expuesto a caídas de rocas.

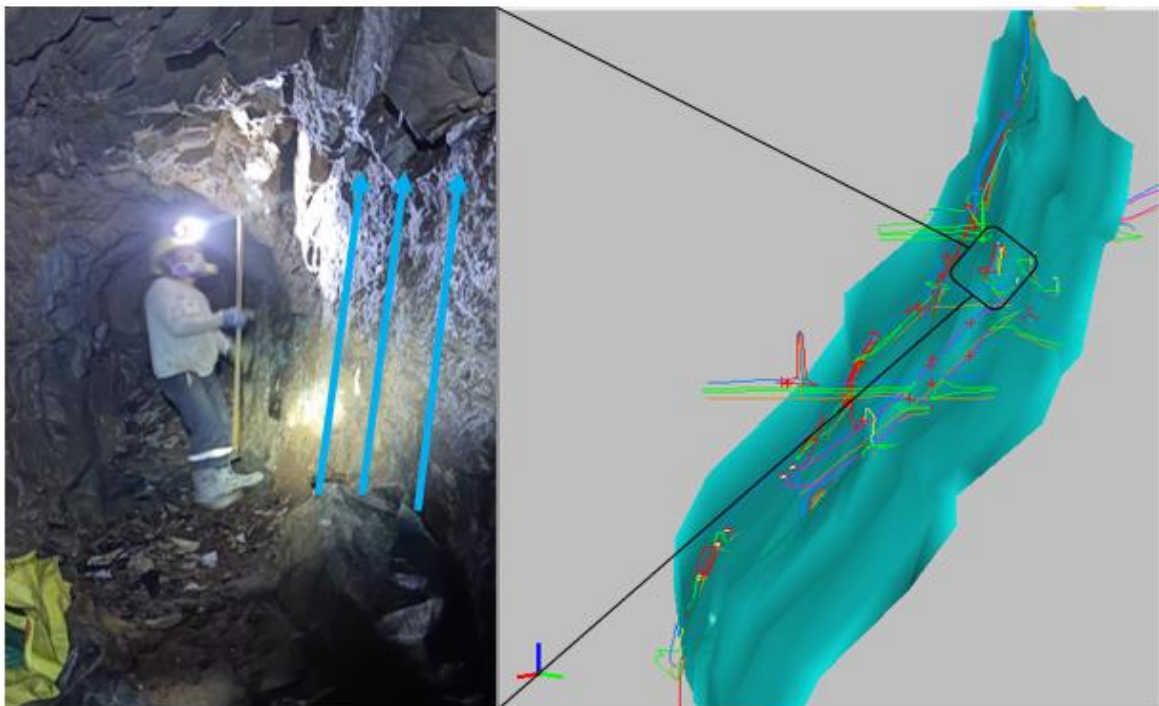
Identificación de método de explotación

Para la obtención de estos resultados se utilizó el método numérico de Nicholas para lo cual se procedió a describir el yacimiento minero, mineral y cajas.

El yacimiento se presenta en una veta principal, nombrada Monserrat 1, la cual tiene una forma tabular, potencia angosta (0.10 a 0.3 m), buzamiento entre los 74° SE y 86° SE y su distribución de leyes por tipo de minería se consideró errático. En la Figura 8 se muestra la veta Monserrat 1, veta principal, mostrando las características ya descritas en este párrafo; conjuntamente en la Tabla 6 se describe el puntaje por método de explotación para el yacimiento de la mina Sheridan.

Figura 8

Veta Monserrat 1 – Mina Sheridan



En el Gráfico 01 se muestra el análisis realizado con el método numérico de Nicholas según la geometría del yacimiento, condiciones geomecánicas del mineral y cajas. De los cuales, los métodos superficiales quedan excluidos ya que el proyecto se basa en minería subterránea.

La geometría del yacimiento se calificó como al Corte y relleno como el mejor método de explotación debido a su forma tabular, potencia angosta, buzamiento semi vertical y que no se tiene un control continuo sobre las leyes se decidió tomarlo como errático, en la Figura 8 se muestra la potencia y orientación veta Monserrat 1.

Figura 9

Potencia de Veta Monserrat 1 – Mina Sheridan

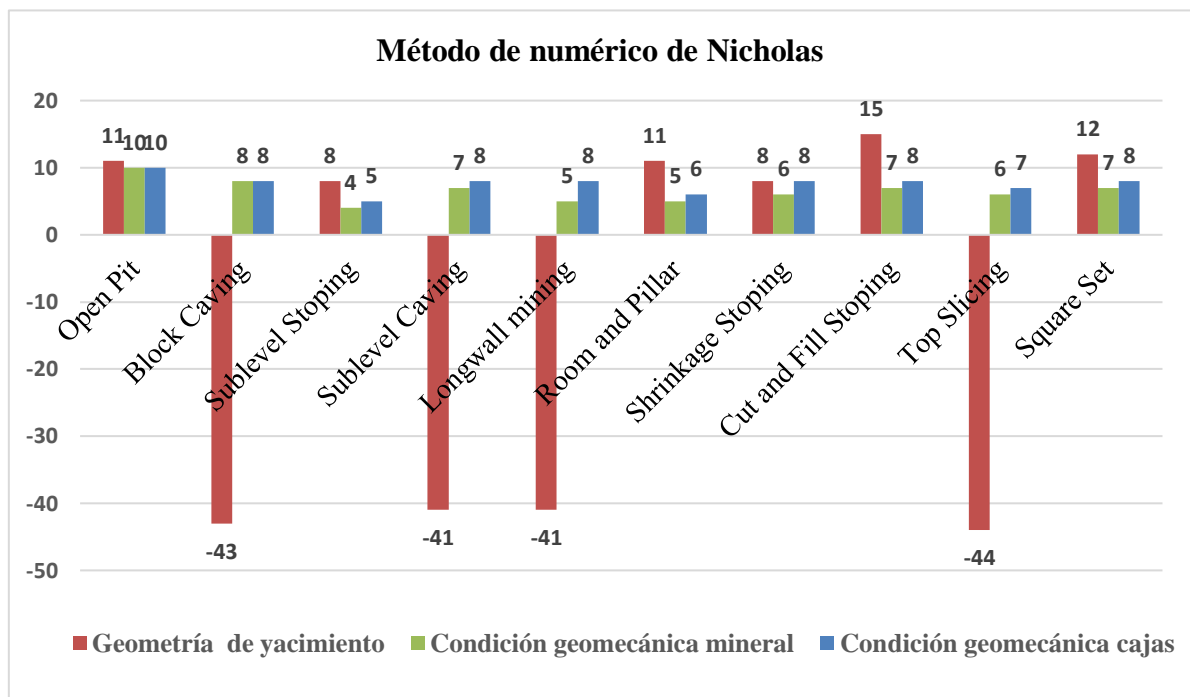


La mineralización principal está compuesta por hematita y goetita, las cuales presentan una resistencia mediana, fracturada y sin relleno. Por lo cual, según sus características geomecánicas el método más adecuado Sublevel Caving, Corte & relleno y cuadros de madera.

Las condiciones geomecánicas de cajas colgante y yacente se tomaron a partir de los resultados del mapeo geomecánico realizado en tema *Clasificación del macizo rocoso*. Por tanto, se consideraron las cajas de competencia mediana, poco espaciado, discontinuidades con relleno duro y estructuras en buenas condiciones.

Gráfico 1

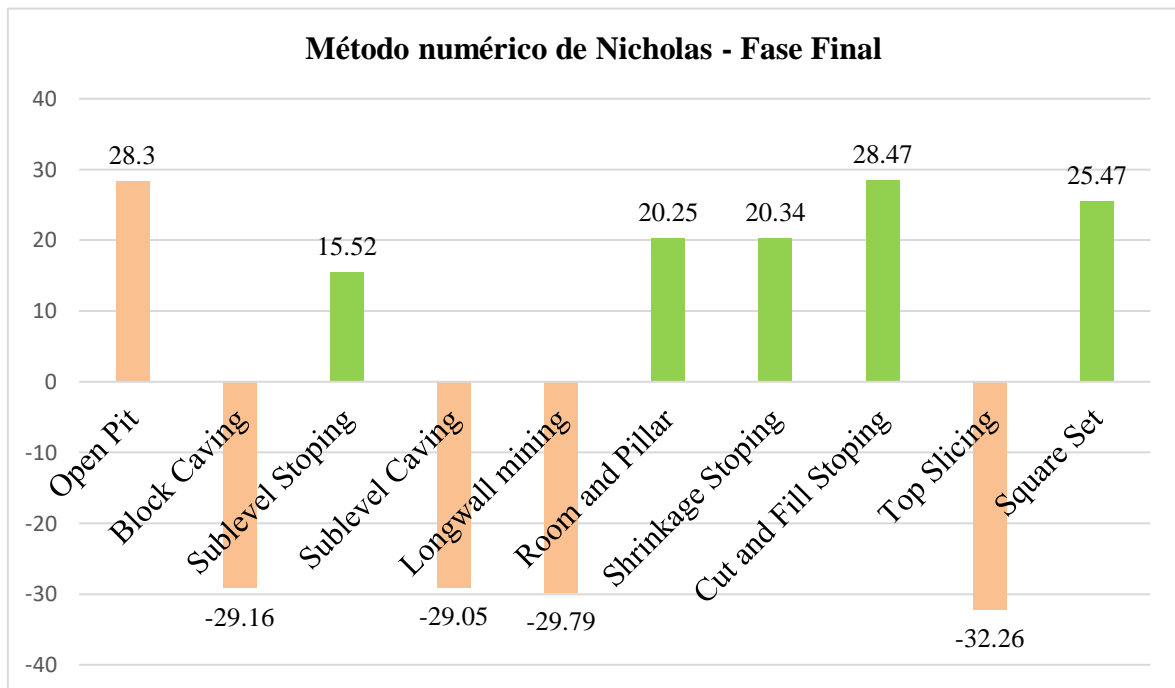
Método de Nicholas: Puntaje de métodos de explotación según geometría de yacimiento y condiciones geomecánicas en mina Sheridan



A partir de los resultados obtenidos en el Gráfico 1 se aplicaron los pesos correspondientes y definidos. Los resultados finales calificaron como el método de corte y relleno como el óptimo para el yacimiento de la mina Sheridan. Por tanto, se aplicó este método para el diseño de explotación. En el Gráfico 2 se muestra los resultados finales del método numérico de Nicholas.

Gráfico 2

Método de Nicholas: Puntaje de métodos de explotación considerando factores de peso en mina Sheridan



Nota: En esta etapa se consideraron los siguientes factores de peso: Geometría (1), Condiciones geomecánicas de mineral (0.75), caja colgante (0.6), caja yacente (0.38).

Modelamiento de mina

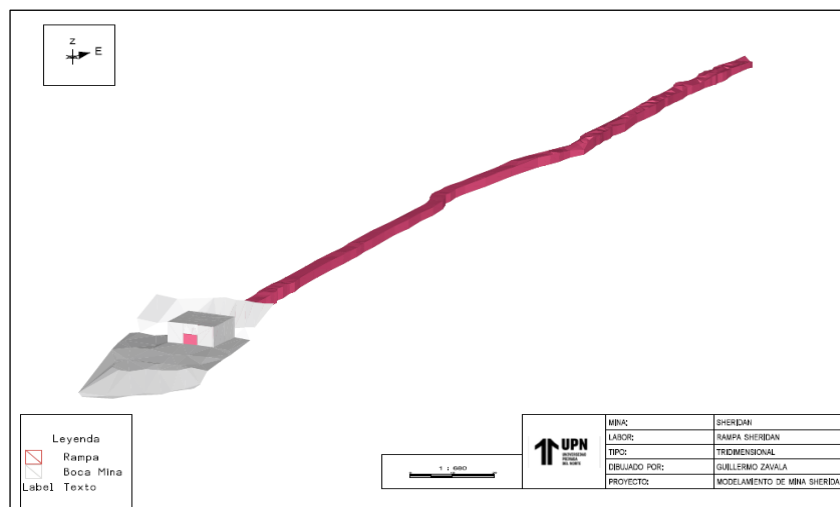
A partir de la planimetría se realizó la modelización tridimensional de la unidad minera Sheridan con el fin de poder de obtener volúmenes, tonelajes y dilución principalmente.

Modelamiento de rampa Sheridan

La rampa tiene una longitud de 324 metros, de los cuales 185 presentan una gradiente de cero por ciento y los últimos 139 metros un gradiente negativa de ocho por ciento. Además de tener una proyección de avance recto hasta un kilómetro. Tiene una sección de 3x3m, donde dará acceso a mano obra, scoop y dumper. Como se visualiza en la Figura 10, los primero 185 metros están conformados por macizo rocoso tipo IV siendo obligatorio utilizar sostenimiento con cuadros rectos a un metro de distancia como se muestra en la Figura 6a. Los últimos 139 metros se calificó al macizo rocoso como tipo II siendo su sostenimiento natural.

Figura 10

Modelo tridimensional de rampa Sheridan

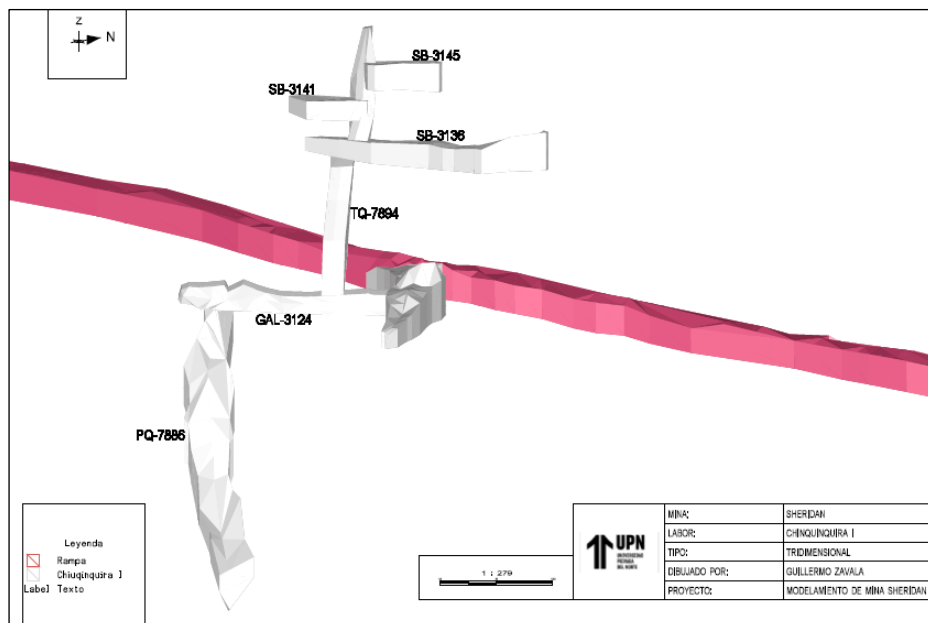


Modelamiento de labor Chiquinquirá I

Cuenta con seis componentes: Galería (GL-3124), chimenea (TQ-7894), pique (PQ-7886) y tres subniveles (SB-3136, SB-3141, SB-3145). Esta labor cuenta con una chimenea de una sección de 2x2 de doble compartimiento, con una tolva con una capacidad de 10 m³ y sección de 1x1. Otro componente es su Pique de sección 2x2, con avance de 27 metros; el cual se encuentra paralizado. Por otro lado, los subniveles SB-3136 y SB-3145 de sección 1.8x1 m se encuentran en producción dejando y a una distancia de, con extensiones de 21 y 6 metros respectivamente. Además, cuenta el componente SB-3141 se encuentra en estado abandonado debido que se llegó a la formación Santa. Por último, el pique PQ-7886 tiene una sección de 2x1m el cual cumple la función de acceso al personal y extracción de material a labor Pique Khalessi Matheo. En la Figura 11 se puede visualizar las modelización de los componentes descritos de esta labor.

Figura 11

Modelo tridimensional de labor Chiquinquirá I

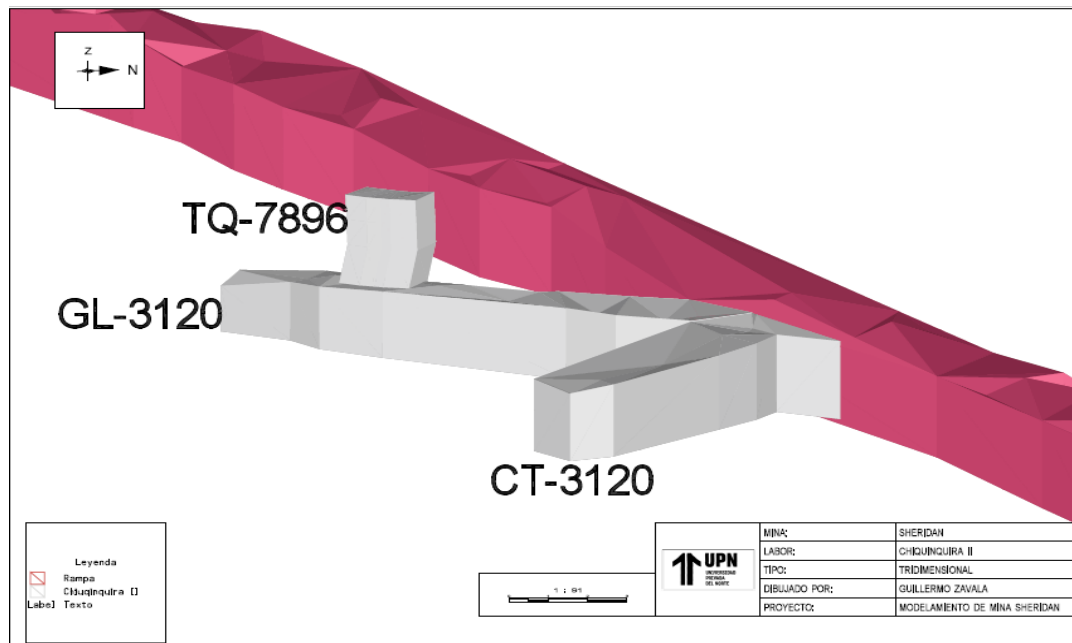


Modelamiento de labor Chiquinquirá II

Cuenta con tres componente Cortada (CT-3120), Galería (GL- 3120) y Chimenea (TQ-7896). De los cuales el componente CT-3120 se encuentra paralizado. Su galería tiene extensión de 15 metros y una sección de 2x2. Por otro lado, su chimenea cuenta con un avance de 10 metros. En la Figura 12 se puede visualizar las modelización de los componentes descritos de esta labor.

Figura 12

Modelo tridimensional de labor Chiquinquirá II



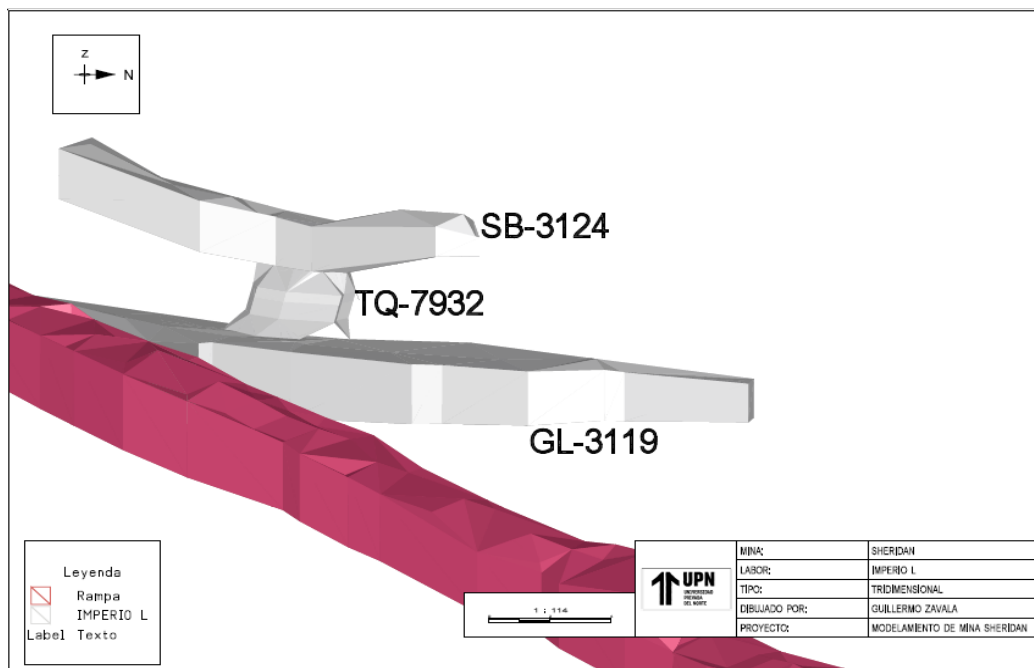
Modelamiento Imperio L

Cuenta con tres componentes siendo: Chimenea (TQ-7896), Galería (GL-3120), Corte (CT-3120). El componente TQ-7896 es una chimenea de doble compartimiento, con una sección de 2x1.2m. La galería GL-7896 principal tiene una sección de 2.4x2.8m y reducción de sección después de 16.3m a sección de 1.8x1.2 con veta al lado izquierdo.

Por último, el corte CT-3120 se encuentra paralizado por motivos que fue proyectado empíricamente y es de alto riesgo. En la Figura 13 se puede visualizar las modelización de los componentes descritos de esta labor.

Figura 13

Modelo tridimensional de labor Imperio L

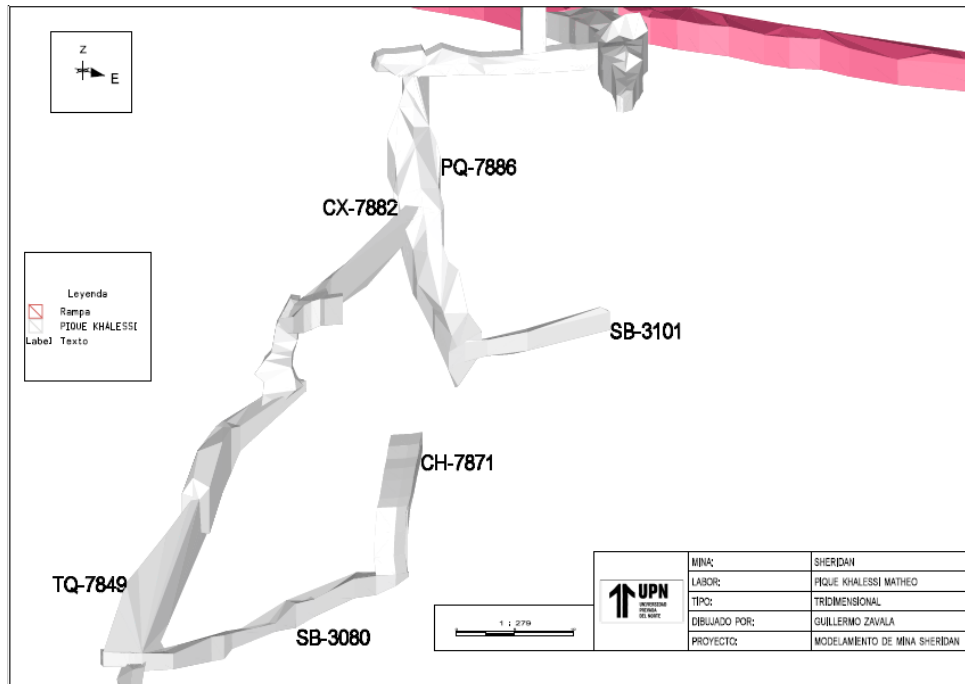


Modelamiento Khalessi Matheo

Cuenta con cinco componentes: Conexión (CX-7882), Sub-Niveles (SB-3101 y SB-3080), dos Chimeneas (CH-7871 y TQ-7849). La conexión CX-7882 cumple la función de acceso a esta labor teniendo una sección de 1.8x1m. Los subniveles SB-3101 y SB-3080 tienen una sección de 1.8x1m los cuales fueron excavados de manera empírica. La chimenea CH-7871 tiene una sección de 2x1m la cual se encuentra con el objetivo de conectar con el componente PQ-7886. En la Figura 14 se puede visualizar las modelización de los componentes descritos de esta labor.

Figura 14

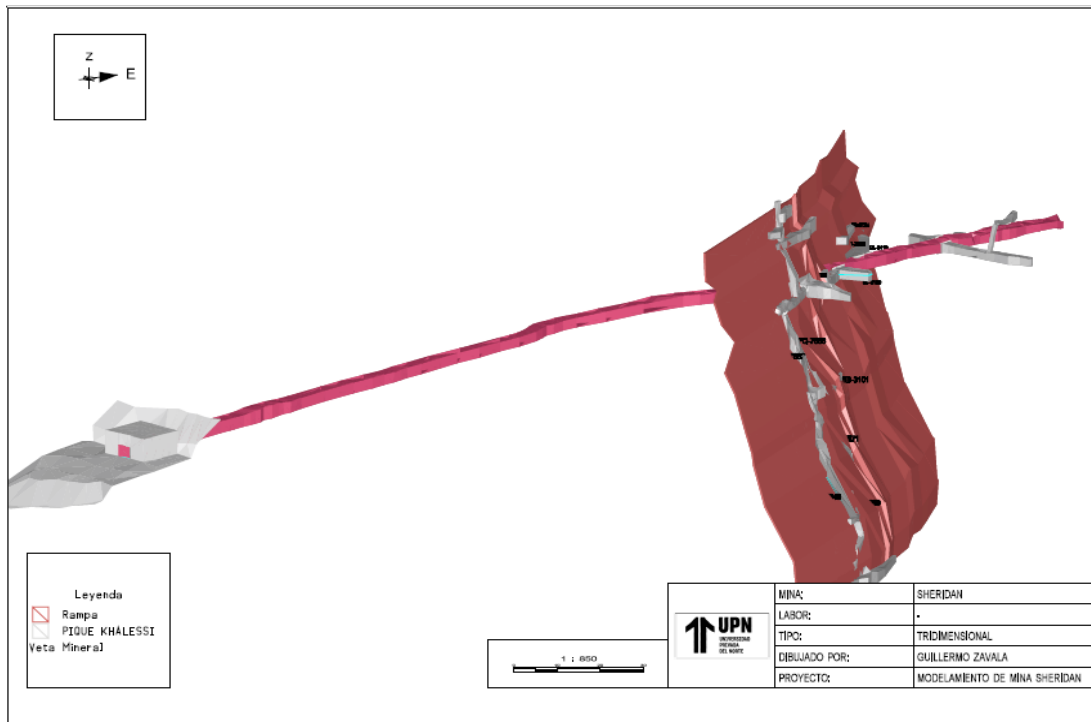
Modelo tridimensional de labor Pique Khalessi Matheo



Las labores descritas anteriormente trabajan en una veta común, como se muestra en la Figura 15, por lo cual fue necesario realizar la modelización de la veta, a partir de mediciones planimétricas y sus orientaciones extraídas de campo.

Figura 15

Modelo tridimensional de mina Sheridan



Nota: Se muestra a la mina Sheridan y la veta (Rojo pardo) que las labores ImperioL, Chiquinquirá I&II y Pique Khalessi están explotando.

Diseño de mina

Es esta sección se diseñó los componentes de la mina Sheridan con el fin exista una estandarización de sus galerías, subniveles, chimeneas y rampa.

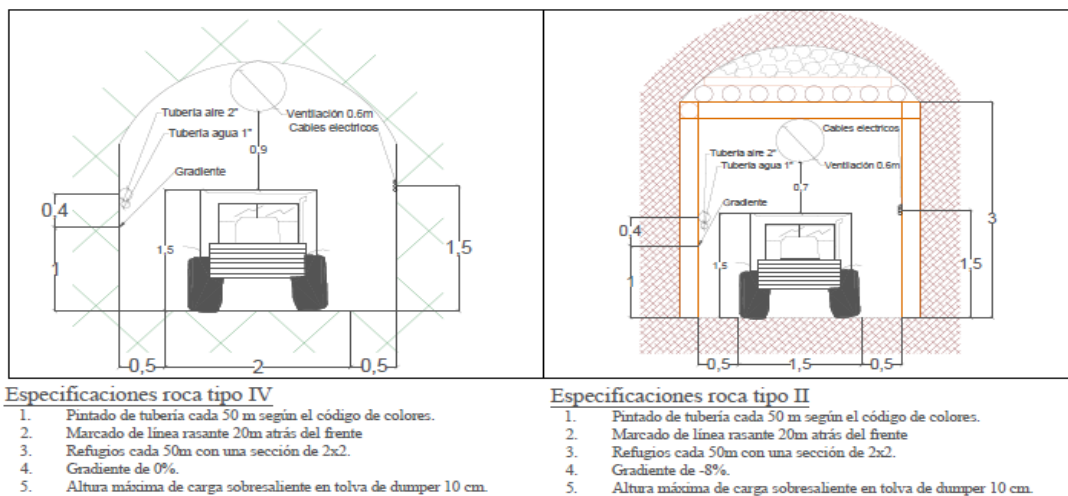
Rampa Sheridan

Primeramente, se realizó el diseño de la rampa Sheridan el cual se tuvo en cuenta el tipo de roca y los servicios fundamentales como: agua, aire, energía y ventilación. Además de considerar la maquinaria presente en el proyecto que tiene una sección de 1.5x1.5m. Para el tipo de roca IV se tendrá una sección cuadrada de 3x3 debido que se utilizó cuadros rectos, estos tendrán un diámetro de nueve pulgadas. Por otro lado, para roca tipo II su

diseño consiste en un sostenimiento natural. En la Figura 16 se puede visualizar el diseño de rampa según el tipo de roca, dimensiones de maquinaria, ubicación de mangueras, mangas y cables de energía.

Figura 16

Diseño de sección en rampa Sheridan



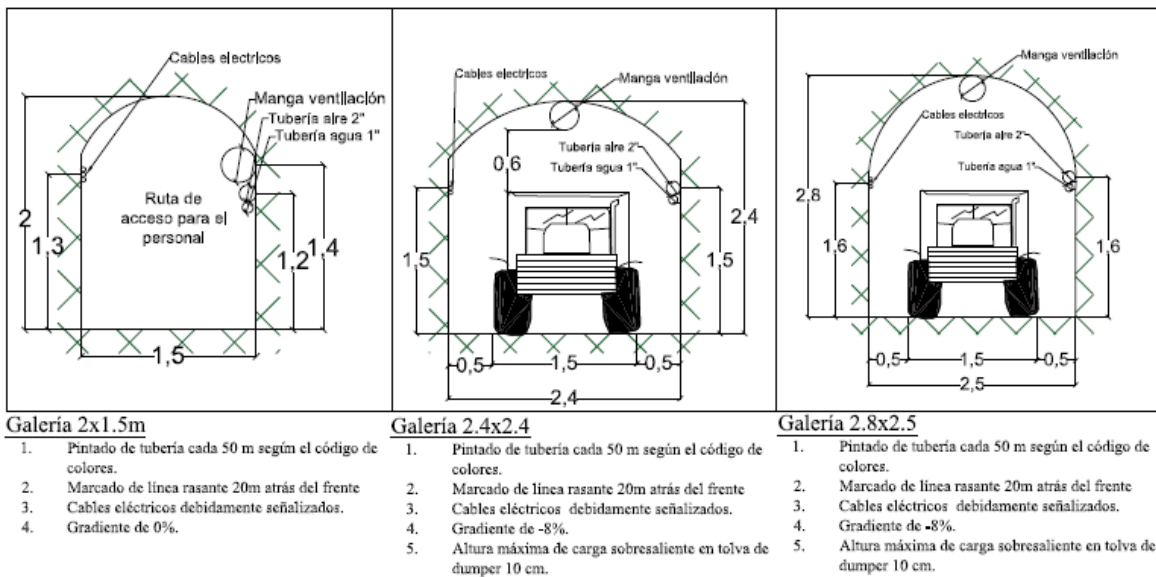
Galerías

El diseño se basó y adaptó a las labores en producción por lo cual se evitó modificar dimensiones y trabajar en base a las ya excavadas. Primeramente, se tuvo el diseño de una galería de 2x1.5m la cual tiene la función de acceso para el personal y acarreo de mineral con carretilla. La segunda galería tiene una sección de 2.4x2.4 y cumple la función de acceso a personal y acarreo de material en maquinaria *Dumper*; por lo cual queda prohibido el paso de personal cuando se programe el tránsito de esta maquinaria. Por último, se diseñó la galería con sección de 2.8x2.5 la cual cumple dos funciones: acceso a personal y acarreo de mineral en maquinaria; por lo cual como se mencionó anteriormente

queda prohibido el acceso de personal cuando se esté trasladando material. En la Figura 17 se muestra el diseño de las sección descritas anteriormente.

Figura 17

Diseño de sección galerías



Sistema de explotación

La recomendación y mejora del diseño fue realizar una conexión entre Chiquinquirá I y II, interceptando el SB-3136 con TQ-7896, en la Figura 18a se visualiza la conexión descrita. El objetivo es realizar la mejora de extracción de mineral en Chiquinquirá I, el cual descarga su mineral y desmante por carretillas. Por tanto, al realizar esta conexión se descargará este material por maquinaria acelerando la producción. Además, la proyectiva del subnivel SB-3136 es posteriormente conectar con la chimenea TQ-7932, teniendo una longitud final de 55 metros.

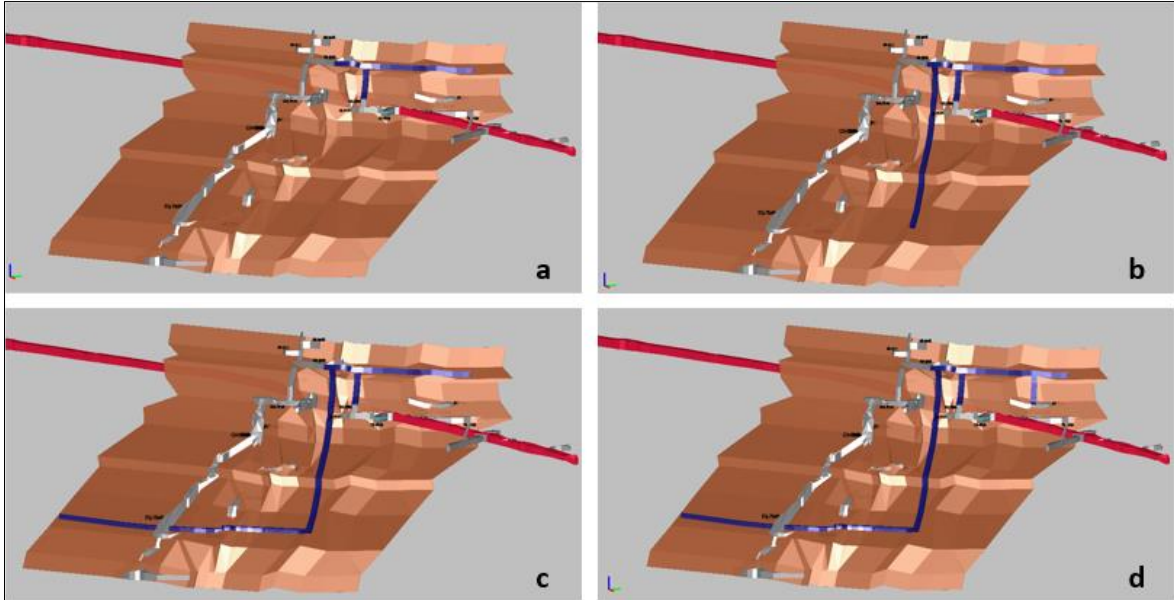
Por otro lado, para dar inicio al sistema de explotación se proyectó la realización de un pique (PQ-7906) el cual tendrá una extensión de 63 metros e inclinación de 85° en promedio, desde la cota 3136 y 3082 m.s.n.m, con el fin de abarcar la mayor parte del proyecto minero, tareas de izaje de material, transporte de herramientas e inclusive equipos. Este componente cumplirá la función conectar con el subnivel SB-3082 el cual servirá para realizar el corte y relleno ascendente, con una longitud de 90 metros, en las Figura 18b y 18c se puede observar tridimensionalmente la formación de este componente.

Las galerías, subniveles y chimeneas serán excavados en paralelo a la veta Monserrat con el fin de recuperar mineral mientras se realizan las fase de preparación del diseño. Además, las galerías principales cuentan con las dimensiones necesarias para el paso libre del personal y maquinaria existente en el proyecto Sheridan sin detener la producción. Los subniveles serán de menor dimensión debido que su función principal es de acarreo de mineral.

Cabe mencionar que el sistema de transporte no es necesario su optimización u cambio, ni mucho menos adquirir nueva maquinaria, sistema no afecta los trabajos ya realizados en tiempo anteriores. Por lo tanto, el sistema se adecua al sistema ya encontrado al realizar esta investigación y propuso un sistema de mejora.

Figura 18

Modelo de sistema de explotación en mina Sheridan



Nota: Se visualiza la proyección de los sistemas de explotación. En color plomo los componentes existente del proyecto, rojo la rampa Sheridan, marrón veta Monserrat y azul las proyecciones ya mencionadas.

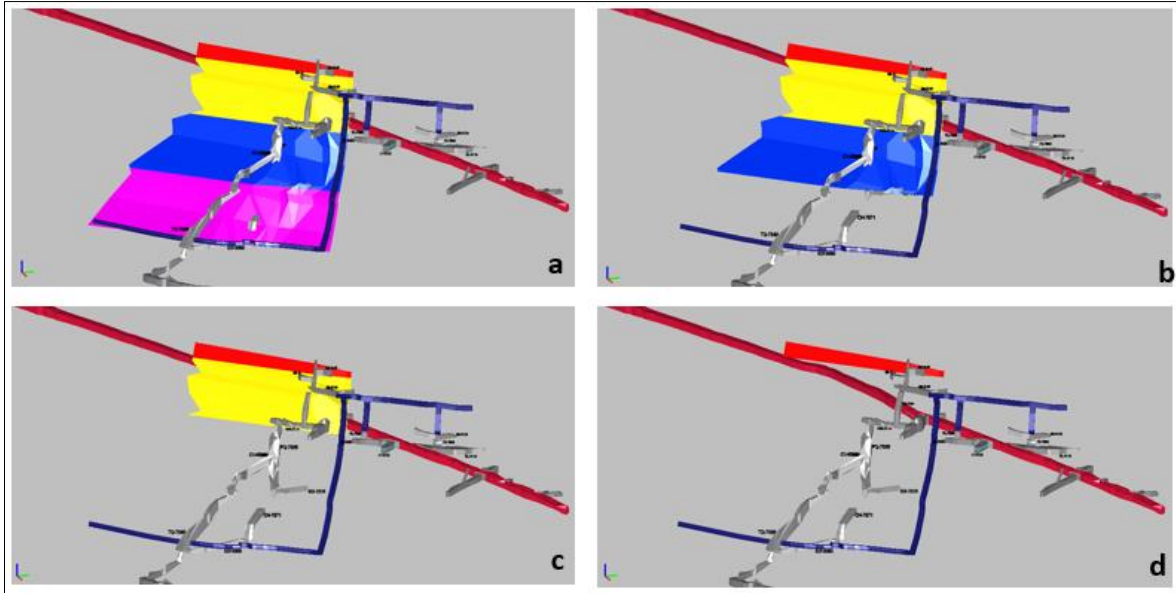
Secuenciado de minado

El desarrollo del proyecto comenzó con la construcción y proyección de los componentes SB-316, TQ-7896, PQ7906 y SB-3082; como se visualiza en la Figura 18c.

Posterior a esta etapa de preparación se realizó el minado en corte y relleno de la parte sur oeste de la veta Monserrat, como se aprecia en la Figura 19a debido que esta es la que contiene mayor confiabilidad de diseño. Se dividió en cuatro fases de secuenciado los cuales mantendrán un pilar entre fase y fase de cinco metros con el fin de asegurar el sostenimiento del macizo rocoso; y cada una tiene una altura de veinte metros. Además, estas fases fueron divididas cada una en cuatro sub-fases de cinco metros de altura con el fin de controlar los avances del planeamiento.

Figura 19

Secuencia miento de minado de veta Monserrat SO



El objetivo principal fue la extracción de la mayor cantidad de mineral lo antes posible, por lo cual se planeó realizar un corte y relleno ascendente. Como se visualiza en el Gráfico 3, se proyectó que las primeras fases fuesen las que contengan mayor contenido mineral debido que es necesario recuperar la inversión realizada para la preparación de este diseño. Por otro lado, las sub-fases no tiene un volumen homogéneo, Gráfico 4, debido que la veta tiene un comportamiento heterogéneo y existen fases donde la veta es más angosta, haciendo que se reduzca el volumen de la mina.

Gráfico 3

Volumen de fase de minado

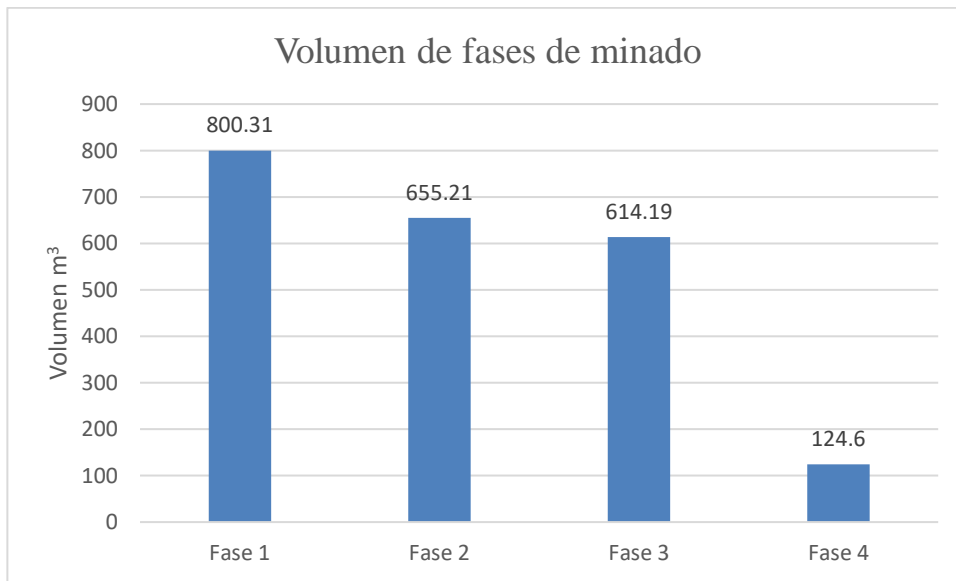
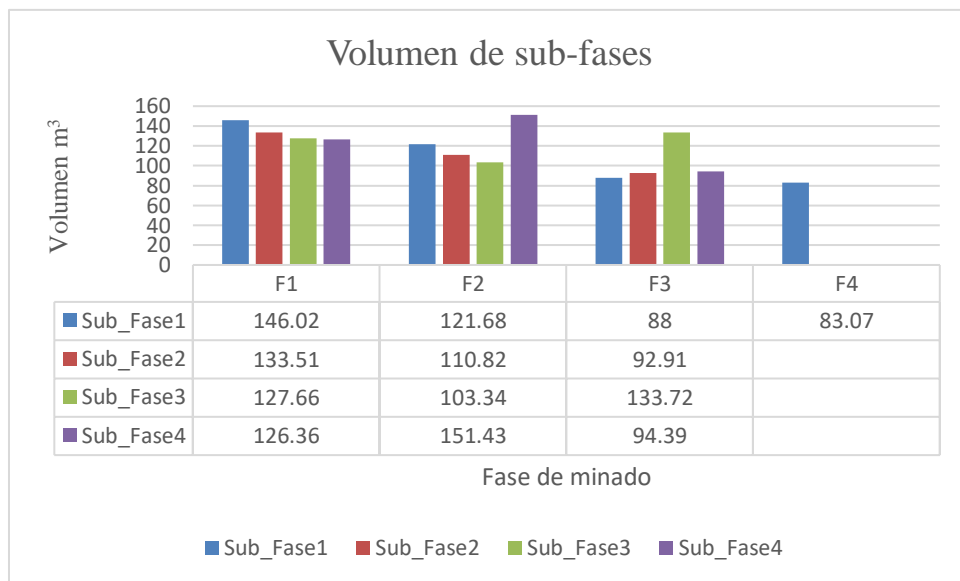


Gráfico 4

Volumen de sub-fases de minado



Tiempo de extracción

La unidad tiene una capacidad de producción de la unidad minera es de cinco metros cúbicos en promedio, ello por los equipos, maquinaria, y diseño empírico de los componentes. Debido a las condiciones de la mina y porque el estudio no abarca la optimización de producción, no se podría aumentar esta.

Por tanto, la cantidad de recursos es de 3018 metros cúbicos de óxidos y reservas de 2194 metros cúbicos. Para extraer dicha cantidad no es necesario hacer un cambio en la maquinaria ni sistemas de los componentes.

Por último, el tiempo estimado en la extracción de los 2194 metros cúbicos, sin aumentar el ritmo de producción diario es de 1.2 años, sin contar el tiempo de preparación de galerías y sub-niveles.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusión

La hipótesis considerada en esta investigación la cual indica que la implementación de un modelo de explotación mejorará el planeamiento estratégico de la unidad minera Sheridan, esto nos permite entender la eficiencia de esta investigación y las proyecciones que se tienen. Esto se puede reforzar con el aporte primeramente de (Labanda, 2018) el cual señala la mejora que tuvo con un modelo de explotación en la interpretación y explotación del yacimiento; teniendo en cuenta que el modelo generado en esta investigación ayudó a la interpretación y mejora del diseño de minado. Desde otra perspectiva (Quispilema, 2016) señaló que el diseño de mina impactó en el desarrollo de infraestructura como se logró en la presente investigación. Por último, (Sanz, 2015) concluyó que la modelización de sus recursos le generaron la manera más factible de explotación y cubicación tanto de recursos como reservas; existiendo en ese punto una relación con lo que se logró en esta investigación; la mejora del sistema de explotación y medición de reservas y recursos.

En tal sentido, juntamente con lo expuesto anteriormente y al analizar los resultados, se recalca la vital importancia de un modelo de explotación de un yacimiento, el cual permita al productor minero proyectarse y tomar buenas decisiones antes de realizar una inversión; cuya finalidad es generar una sustentabilidad a largo plazo y reducir la incertidumbre en el tiempo.

Conclusiones

El levantamiento topográfico realizado fue la base de la obtención de los resultados, con esta información se logró conseguir la ubicación geográfica de cada componente, vetas y fallas que se encontraron en el transcurso de esa etapa. Pudiendo plasmar 22 componentes, tres vetas y una falla; pertenecientes al proyecto Sheridan.

Para poder encontrar un sistema de explotación óptimo fue necesario primeramente estudiar al macizo rocoso perteneciente al proyecto. Por lo cual, se logró identificar tres tipos de roca II, III y IV donde tuvo mucha influencia la humedad y orientación de las excavaciones existentes.

Teniendo en cuenta la calidad del macizo rocoso que conforma el yacimiento se pudo realizar la identificación del método de explotación más óptimo, siendo el corte y relleno.

La modelización y diseño de componentes fue un punto crucial para investigación, ya que se logró la cubicación de estos y de esta manera poder medir avances, volúmenes, áreas e incluso realizar proyecciones con mejor interpretación para el productor minero.

Con la construcción del pique PQ-7906 y el subnivel SB-3082 se logró alcanzar la máxima profundidad permitida y con esto planificar extraer 2194 metros cúbicos de mineral en un periodo de 1.2 años. Los cuales se dividieron en cuatro periodos y 16 subperiodos.

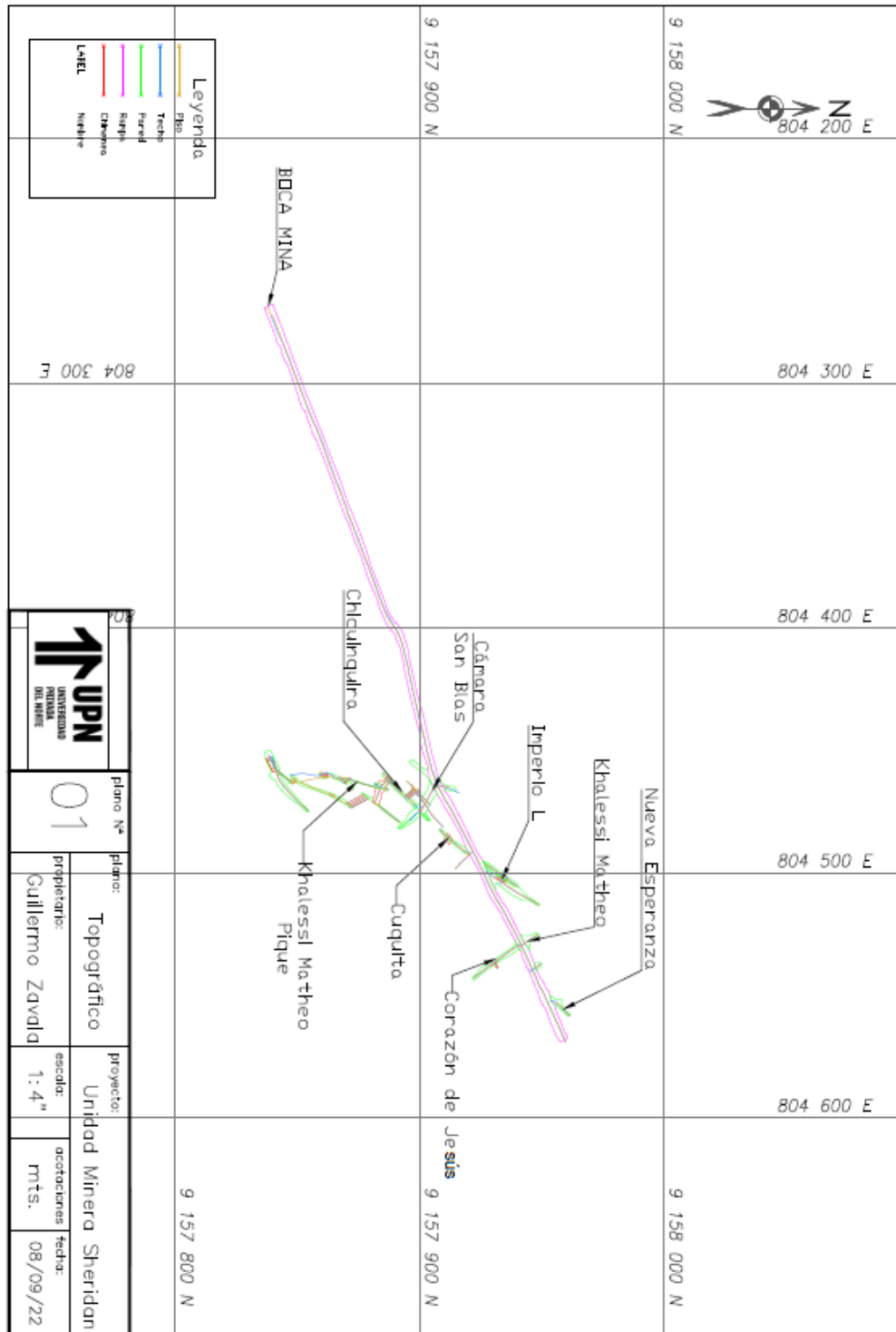
Se logró demostrar de manera técnica que el diseño realizado a la mina Sheridan abre una nueva idea de forma de explotación; más óptima, controlada y planificada. Sabiendo las proyecciones y producciones futuras en el proyecto.

REFERENCIAS

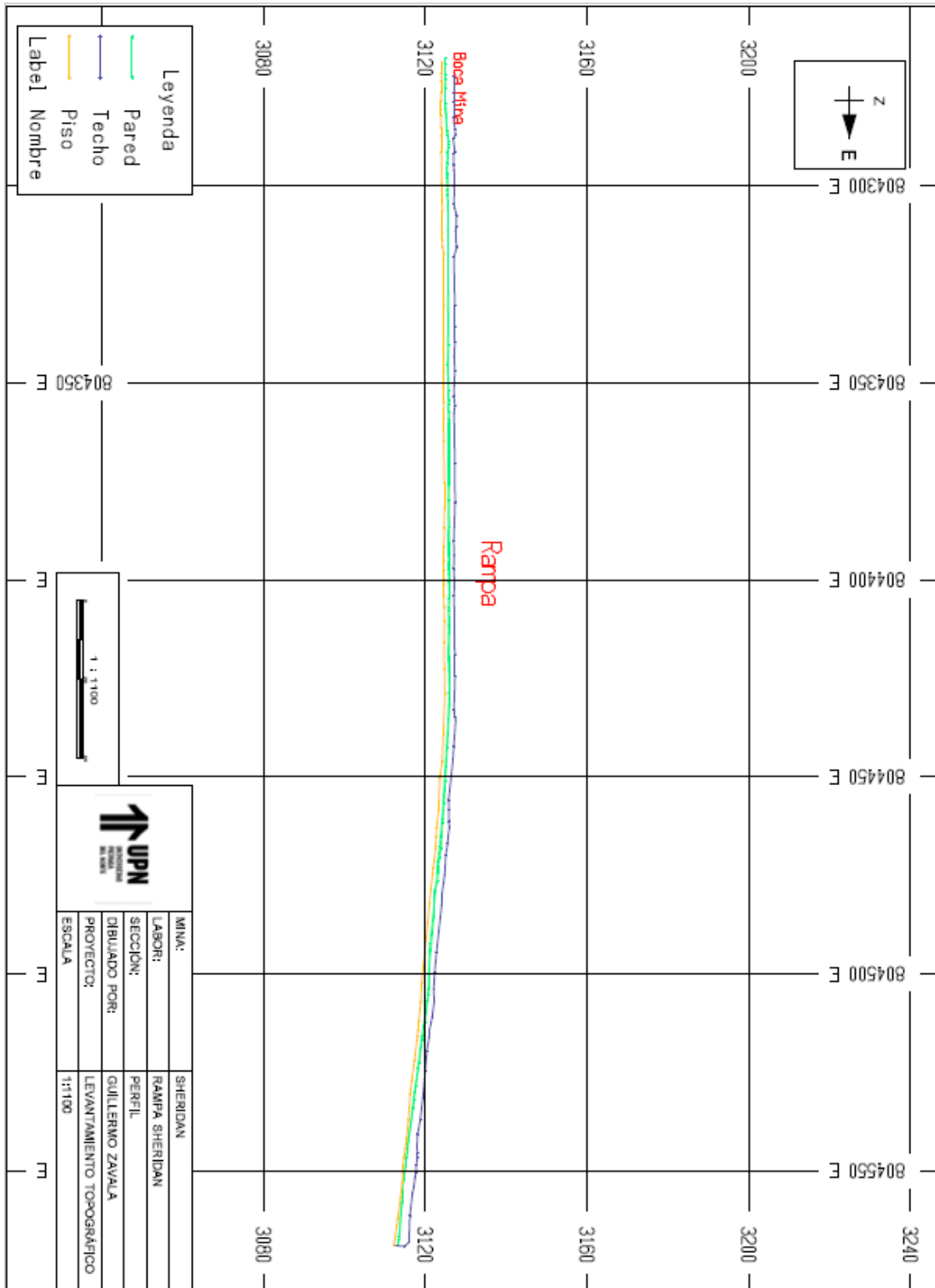
- Labanda, J. (2018). Diseño de explotación para la empresa minera 001 Maldonado Sánchez Jorge Armando. Universidad del Azuay.
- Quispilema, C. (2016). Diseño de Explotación y Cierre de la mina en la Cantera “Bloque IV”, Ubicada En La Parroquia Cangahua, Canton Cayambe, Provincia De Pichincha. Universidad Central Del Ecuador.
- Chipantiza, V. (2019). Diseño de Explotación de la Veta Cindy (Nivel II) Operada por la Sociedad Los Compitas, Ubicada en el Área Minera Cincoca 1, Cantón Ponce Enríquez, Provincia de Azuay. Universidad Central Del Ecuador.
- Velarde, V. (2016). Estimación de Reservas Minerales y Propuesta de Diseño Preliminar de Explotación del Bloque 2 del sector “X7” Mina LAS PARALELAS utilizando herramientas informáticas”. Escuela Superior Politécnica Del Litoral.
- Rodriguez, G. (2016). Selección del método de minado según Nicholas. Centrotecnico.<https://www.centrotecnico.com/blog-geotecnia-geomecanica/seleccion-del-metodo-de-minado-segun-nicholas.html#:~:text=%20La%20metodolog%C3%ADa%20de%20Nicholas%20es,y%20los%20costos%20de%20minado.>
- Osinergmin. (2017). Guía de criterios geomecánicos para diseño, construcción, supervisión y cierre de labores subterráneas.

ANEXOS

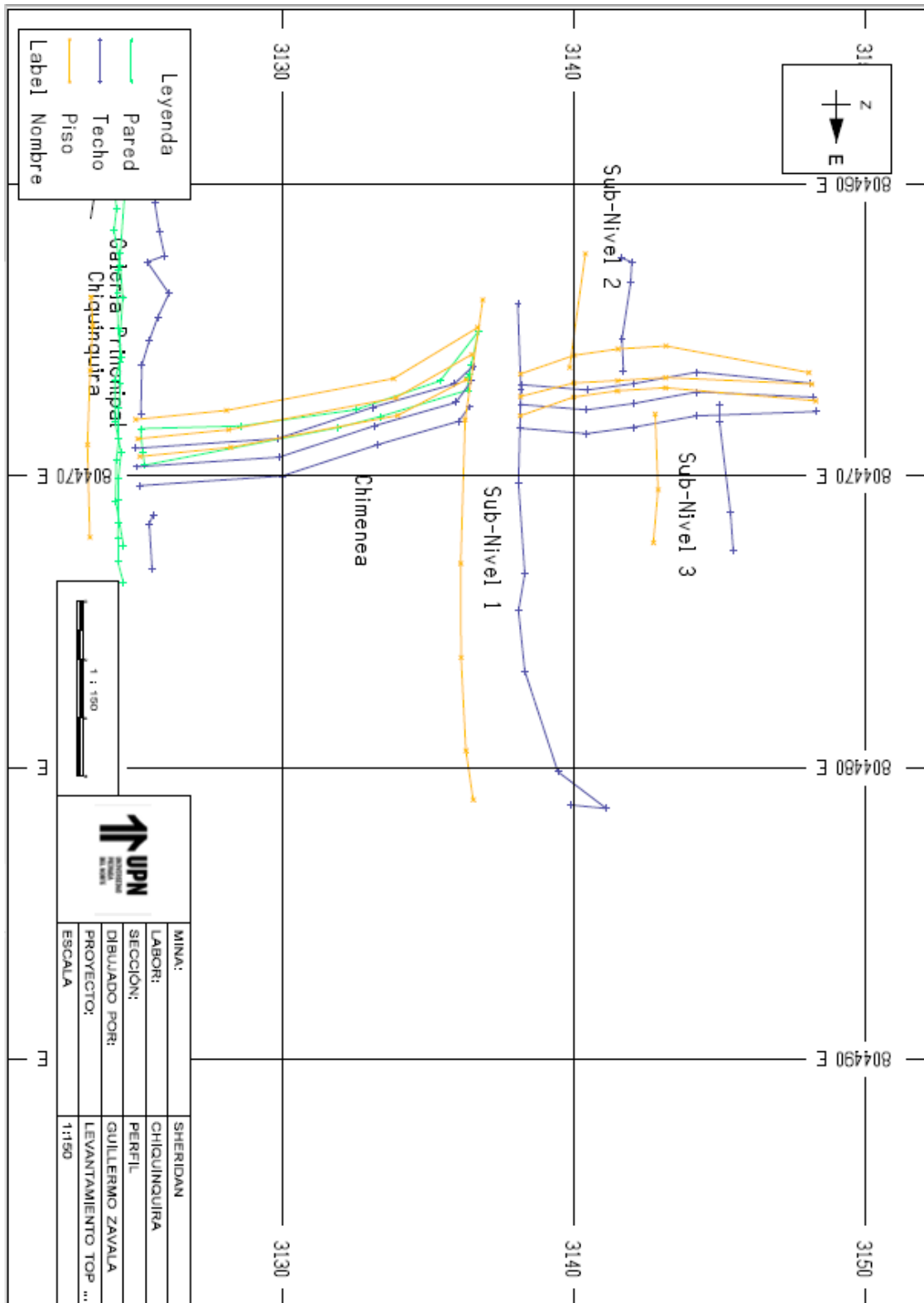
ANEXOS N°01: Mapa topográfico de mina Sheridan



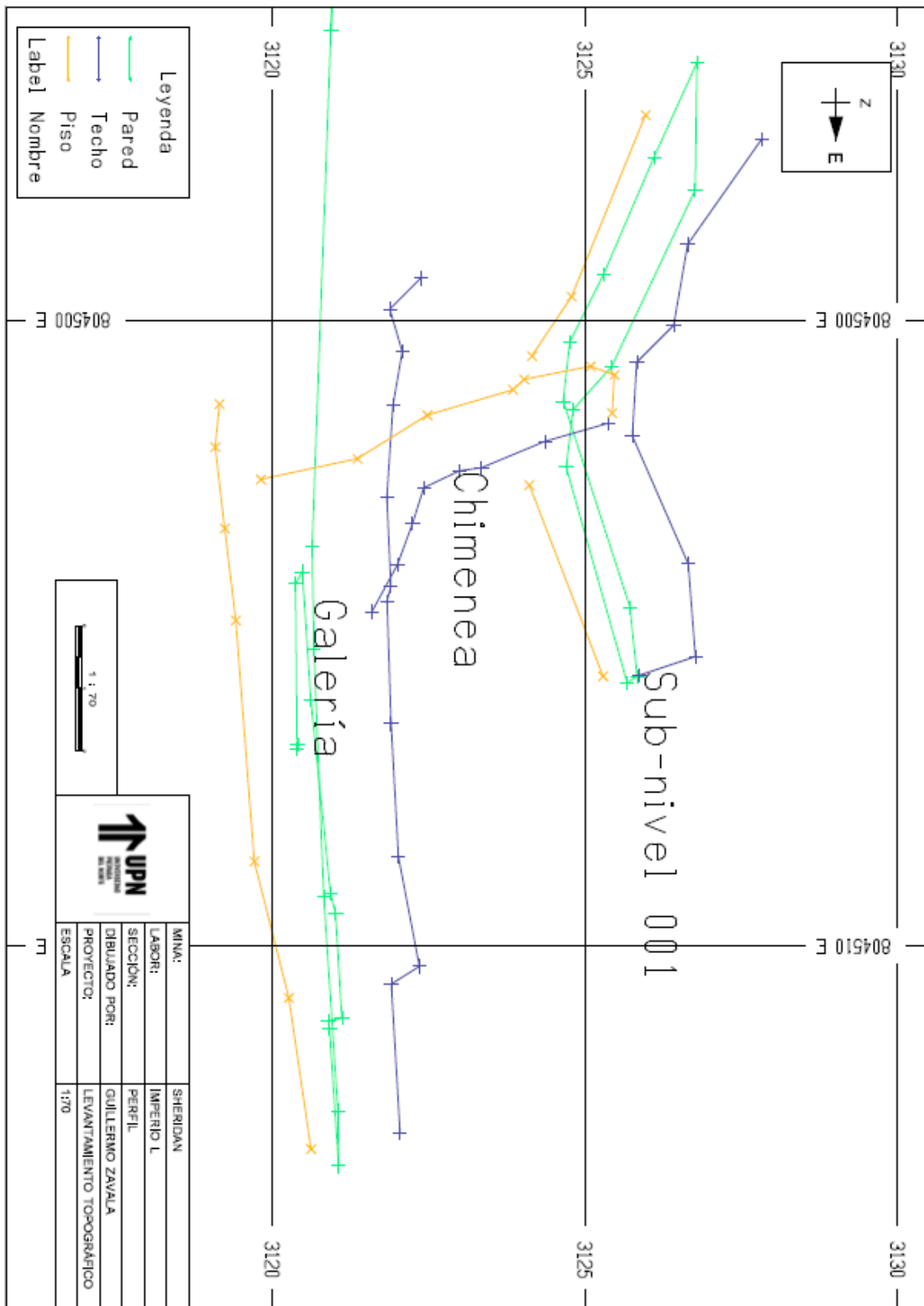
ANEXOS N°02: Mapa topográfico de Rampa Sheridan



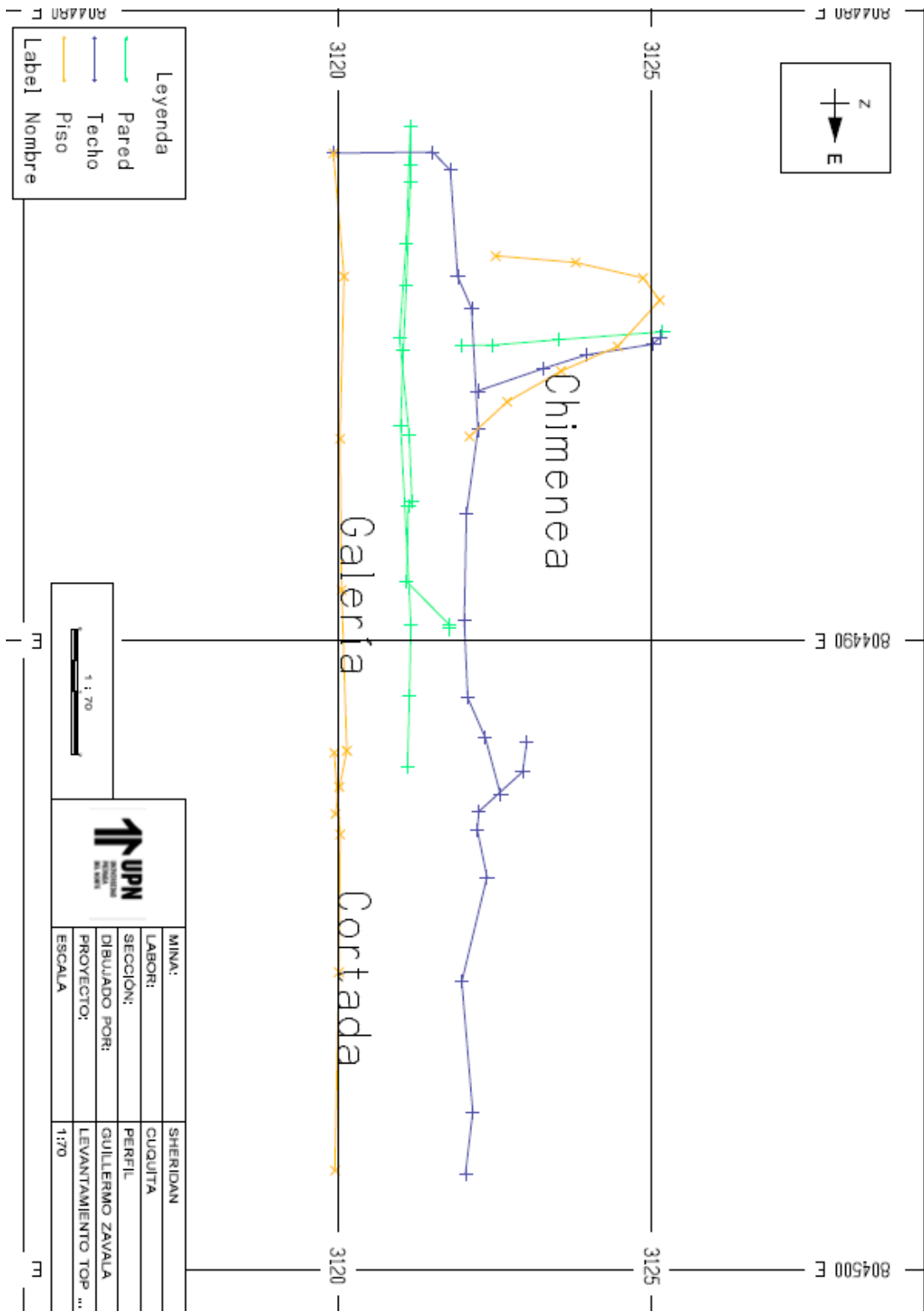
ANEXOS N°03: Mapa topográfico de labor Chiquinquirá



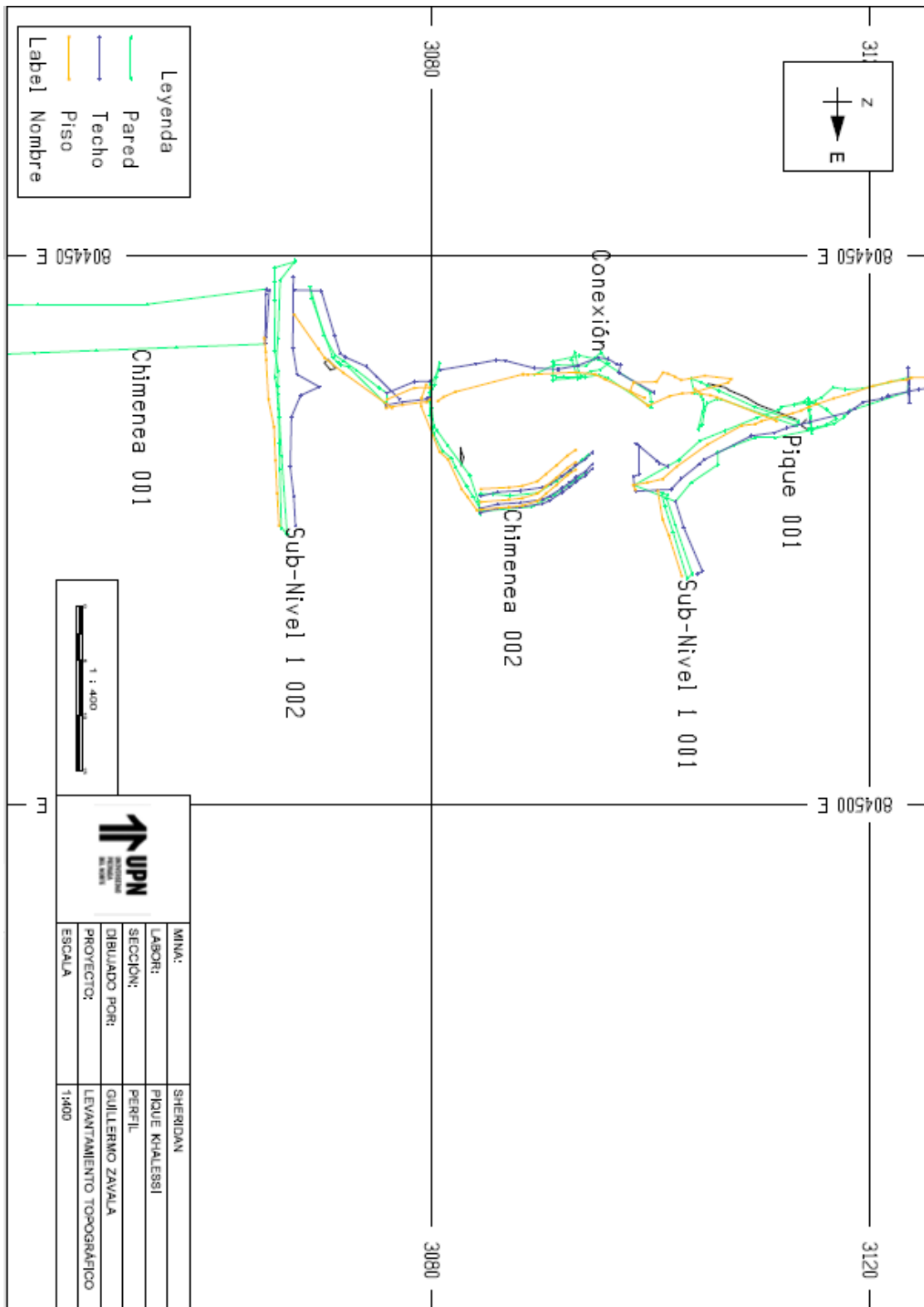
ANEXOS N°04: Mapa topográfico de labor Imperio L



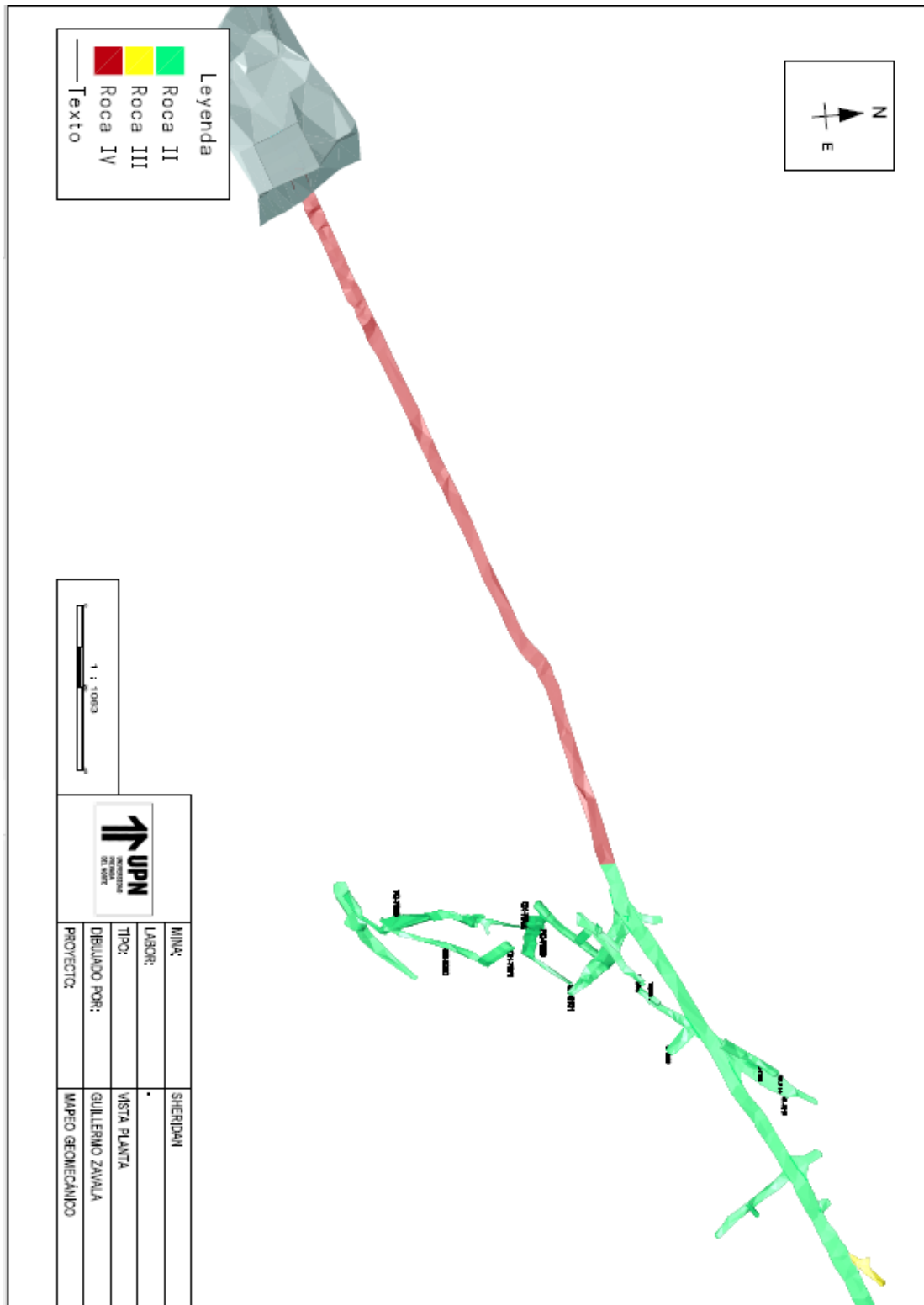
ANEXOS N°05: Mapa topográfico de labor Cuquita (Chiquinquirá II)



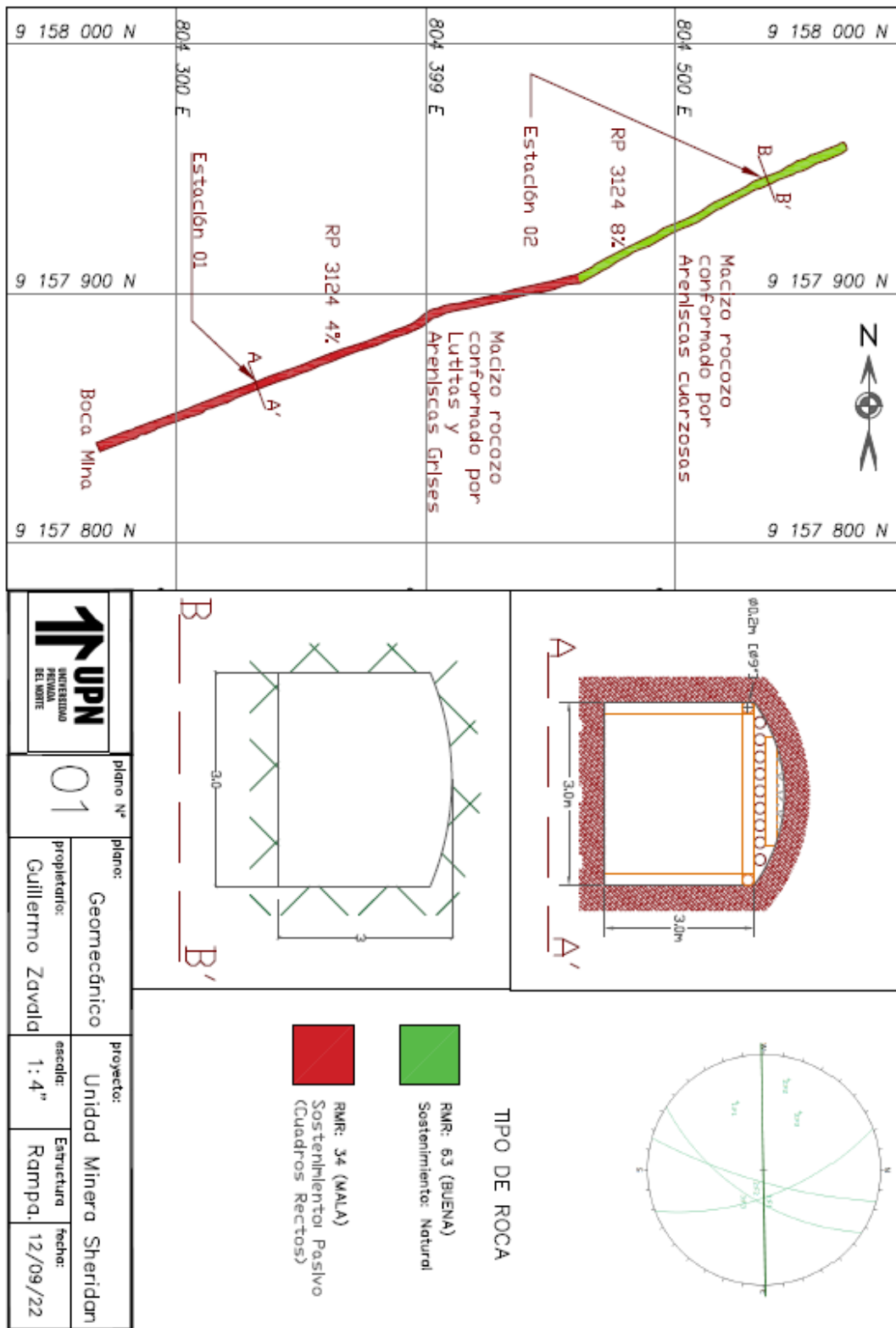
ANEXOS N°06: Mapa topográfico de labor Pique Khalessi



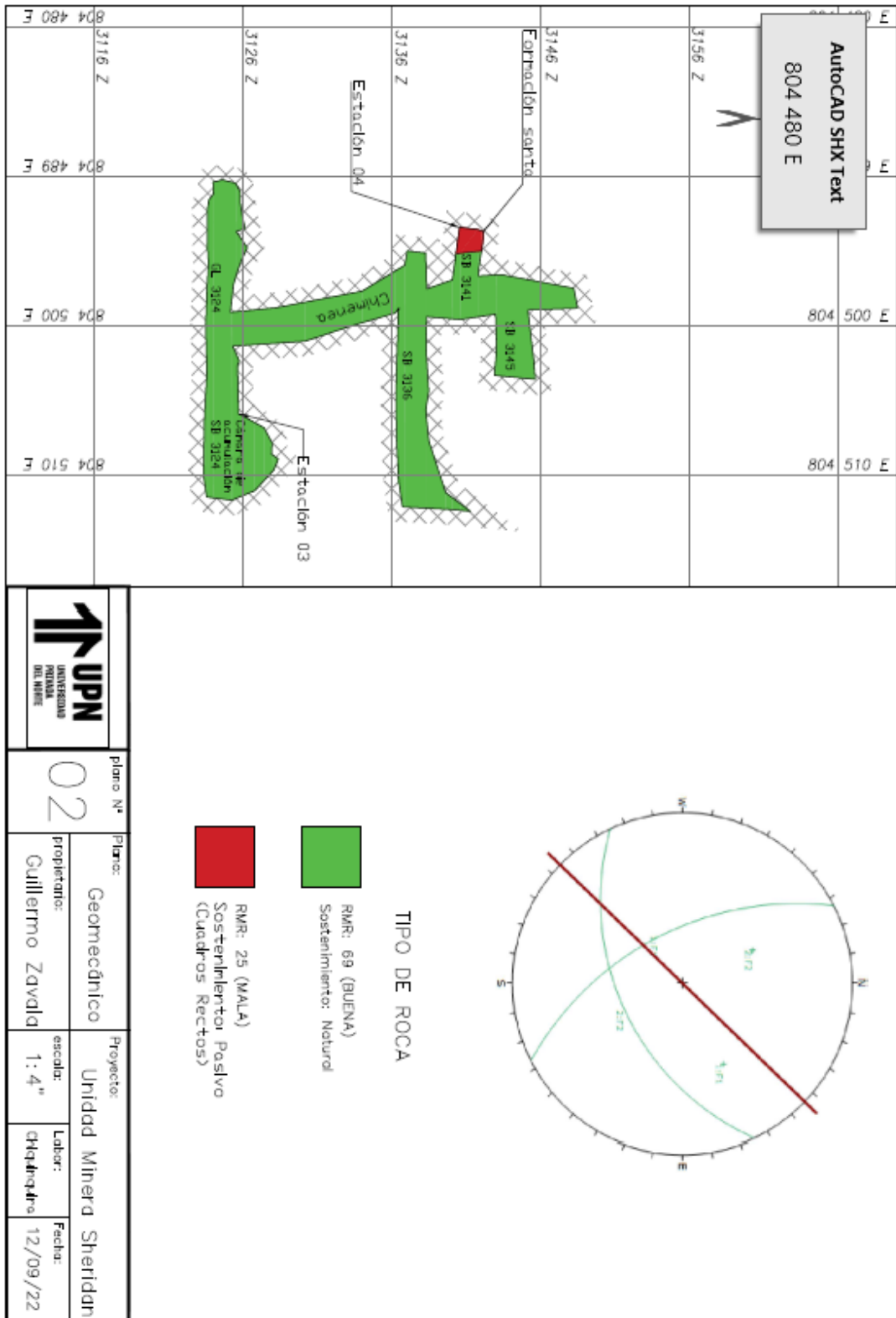
ANEXOS N°07: Mapa geomecánico de mina Sheridan



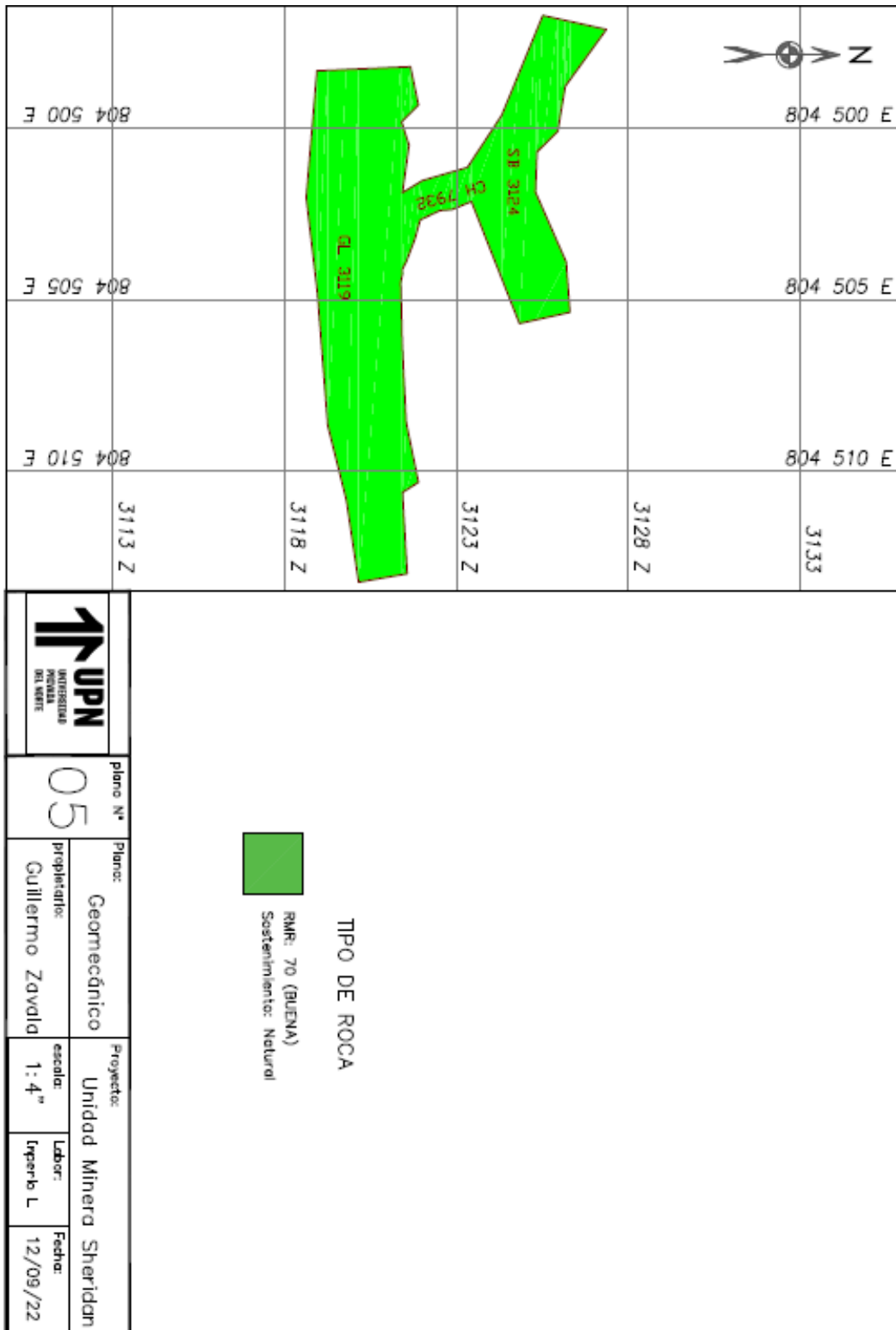
ANEXOS N°08: Mapa geomecánico de rampa Sheridan



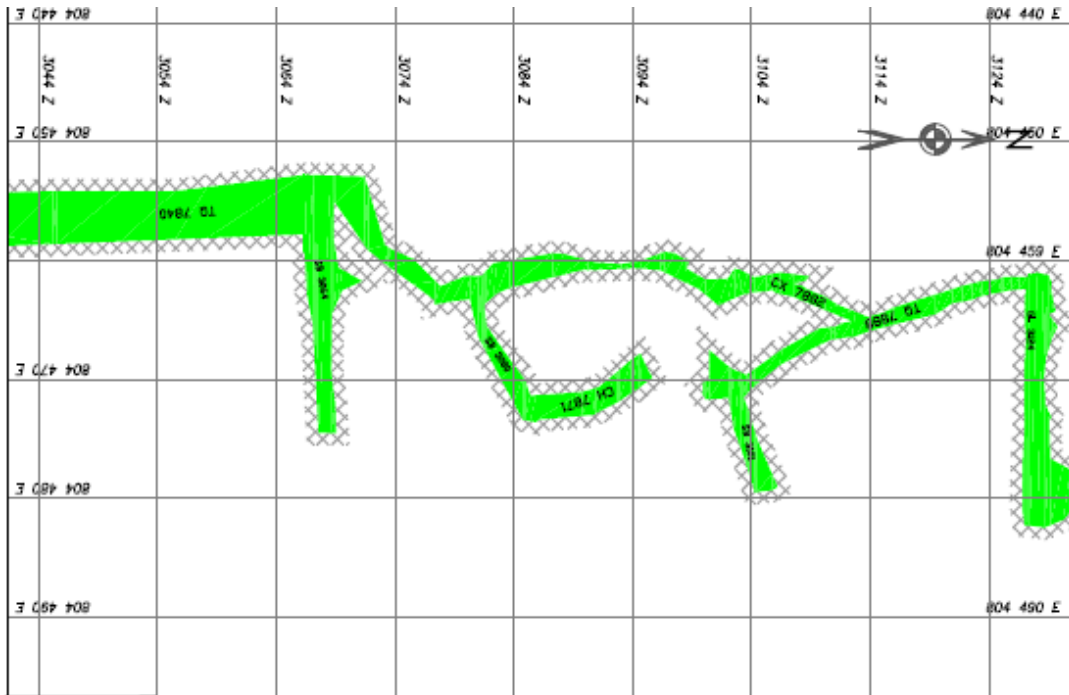
ANEXOS N°09: Mapa geomecánico de labor Chiquinquirá



ANEXOS N°10: Mapa geomecánico de labor Imperio L



ANEXOS N°11: Mapa geomecánico de labor Pique Khalessi



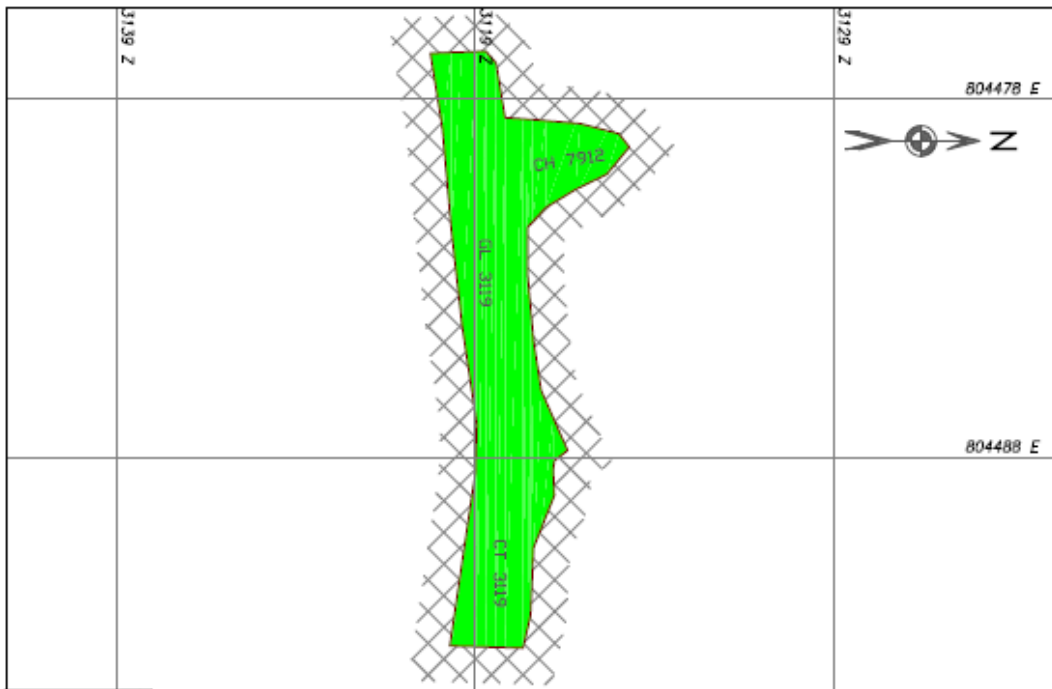
 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	
plano N°	03
propietario:	Guillermo Zavala
proyector:	Geomecánico
escala:	1 : 4"
labor:	Pique Khalessi
fecha:	12/09/22
proyector:	Unidad Minera Sheridan



RMR: 65 (BUENA)
Sostenimiento: Natural

TIPO DE ROCA

ANEXOS N°12: Mapa geomecánico de labor Cuquita (Chiquinquirá II)

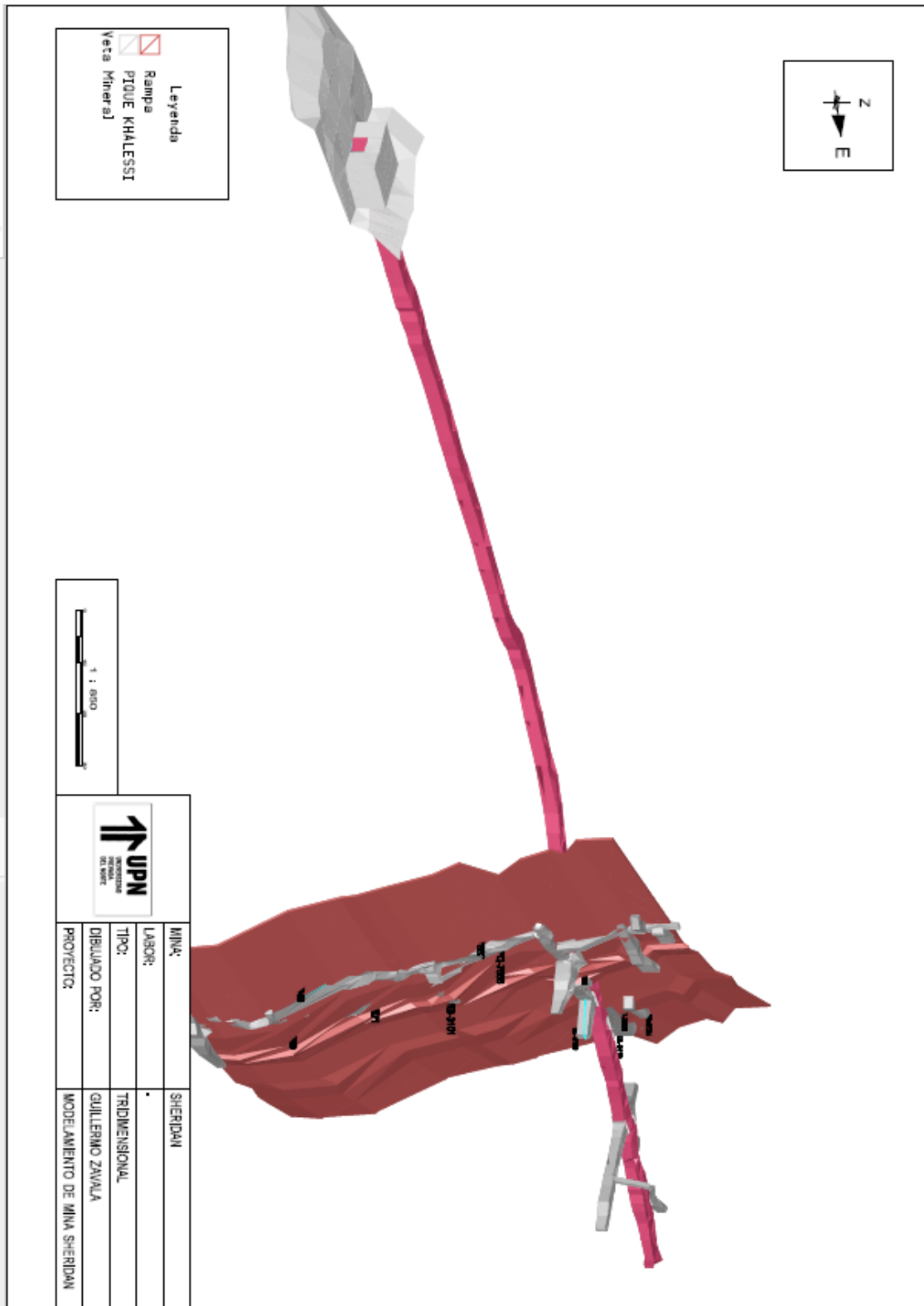


UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		plano N°		04	
Plano:		Proyector:		Fecha:	
Geomecánico		Unidad Minera Sheridan		12/09/22	
propietario:		escala:		Labor:	
Guillermo Zavala		1:4"		Cuquita	

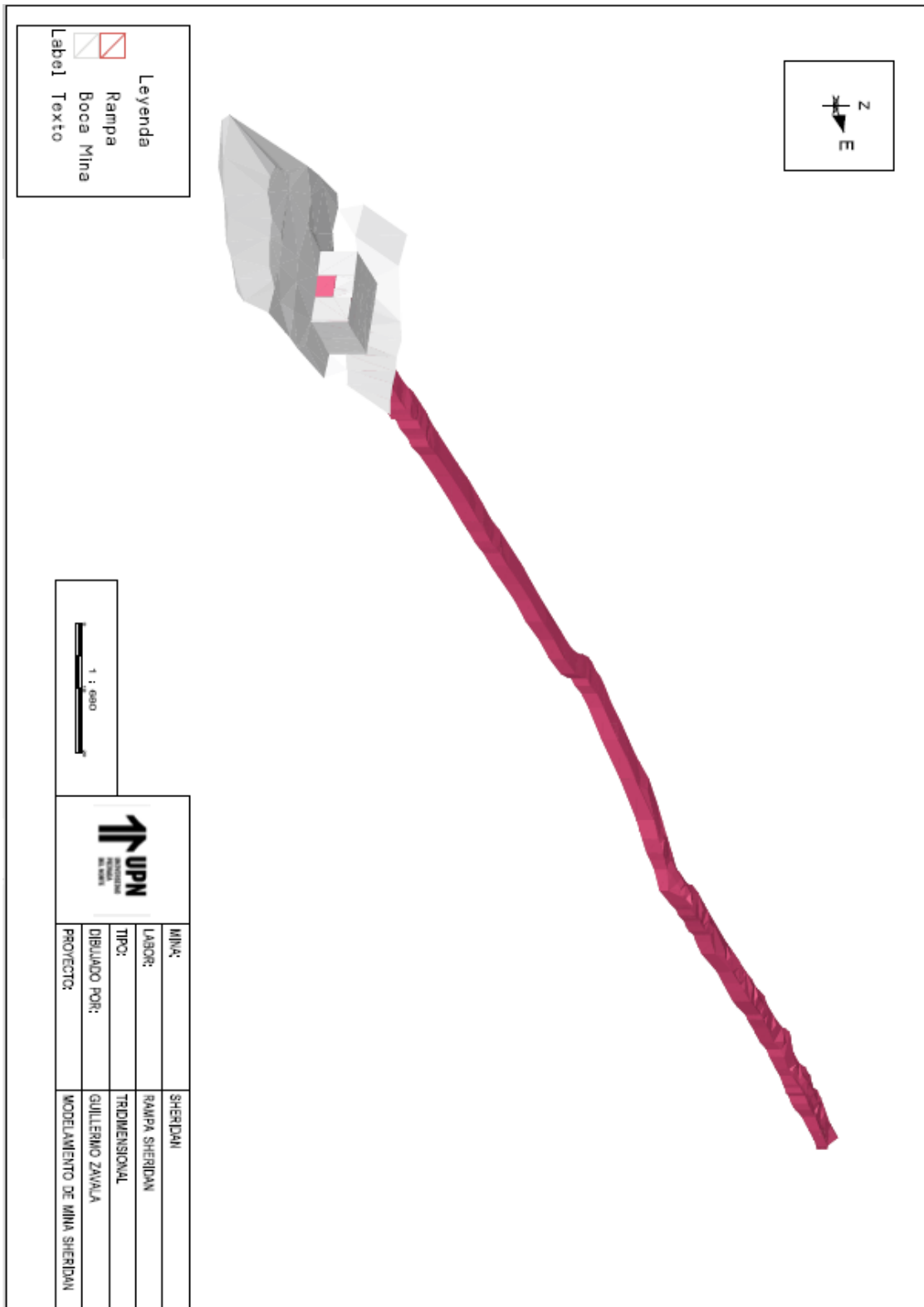


TIPO DE ROCA
RMR: 70 (BUENA)
Sostenimiento: Natural

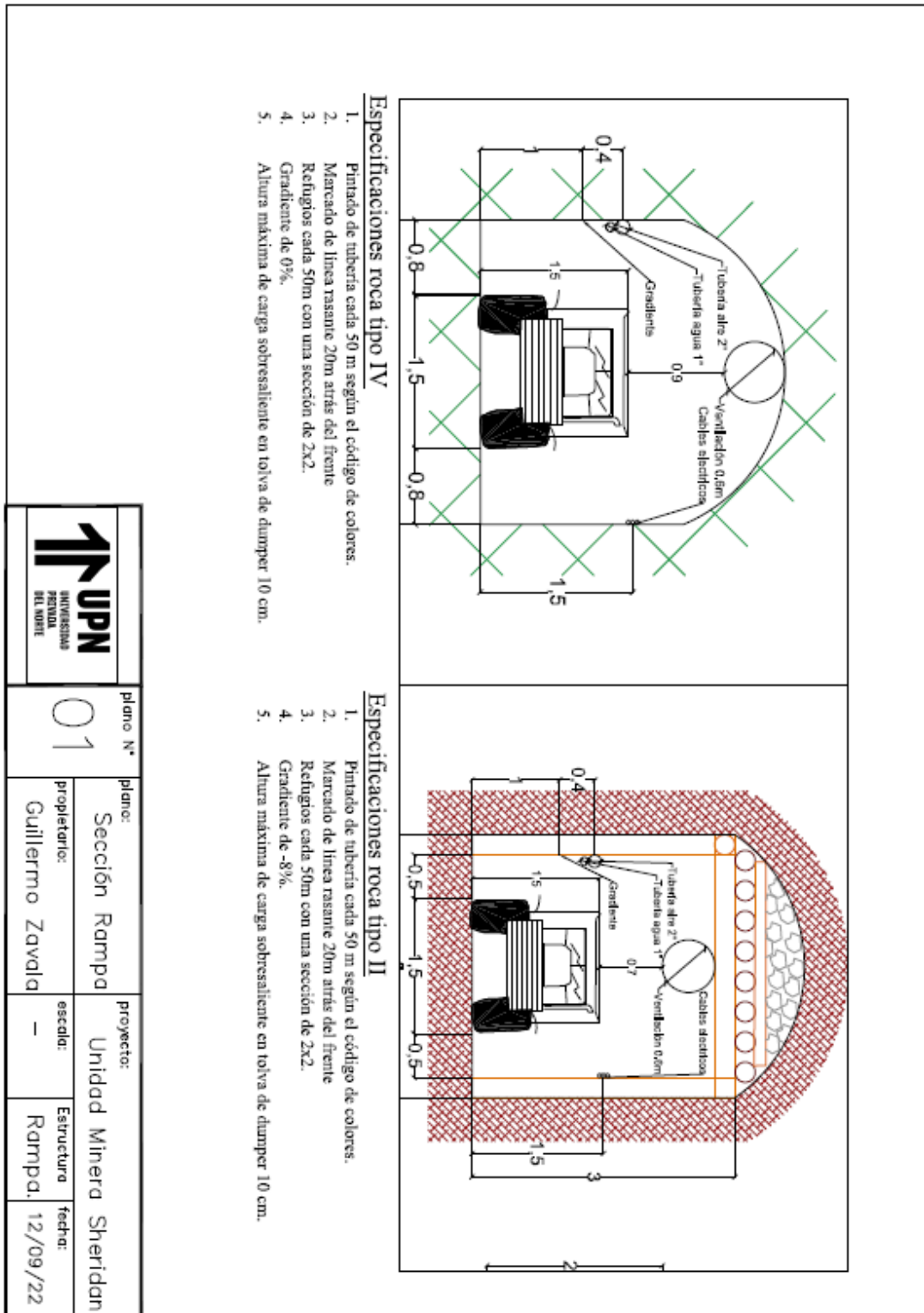
ANEXOS N°13: Modelo tridimensional de mina Sheridan



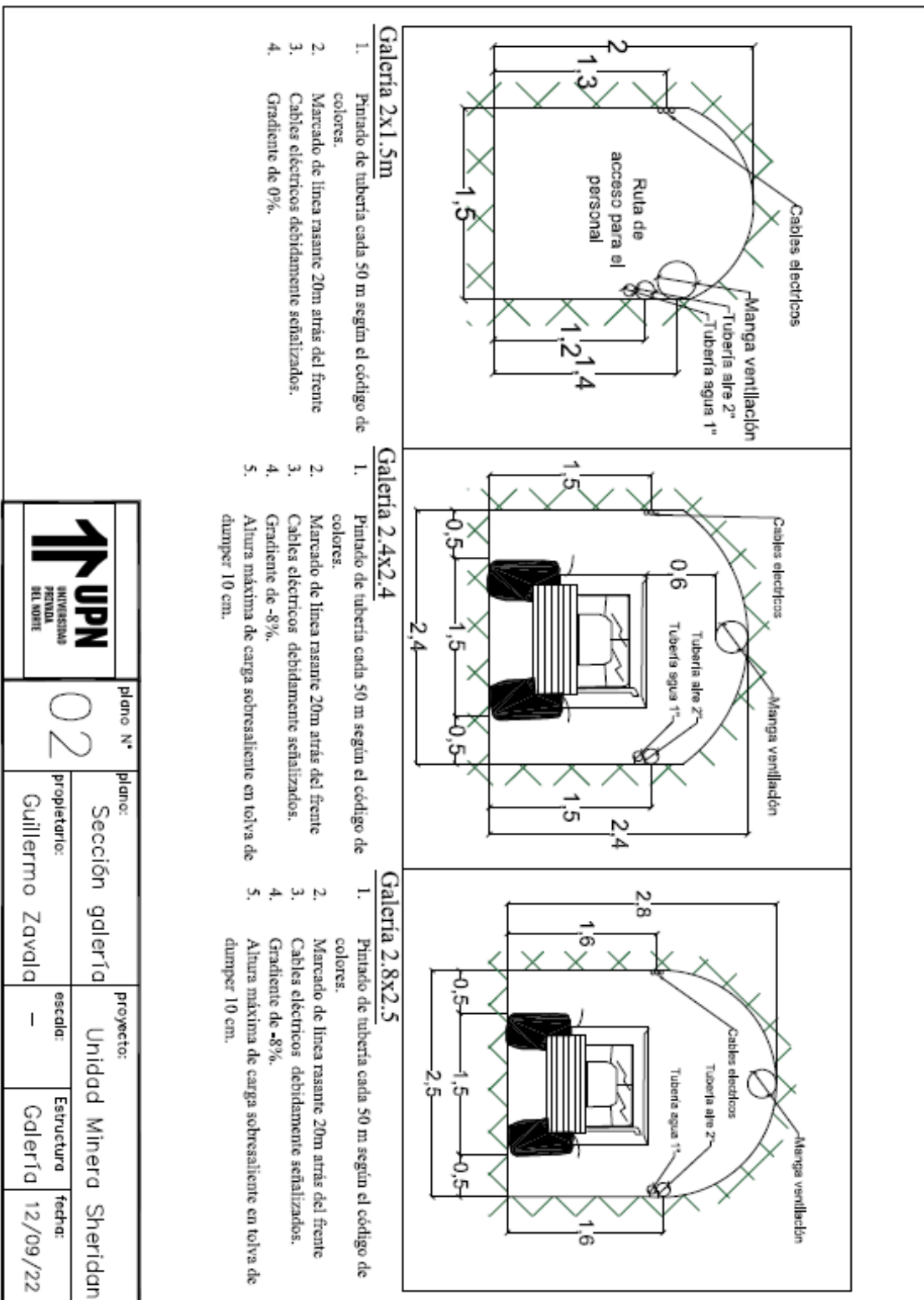
ANEXOS N°14: Modelo tridimensional de rampa Sheridan



ANEXOS N°15: Diseño de sección de rampa Sheridan



ANEXOS N°16: Diseño de sección de galería



ANEXOS N°17: Autorización de uso de información de empresa

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA



Yo **Denys Jhordano Campos Chávez**
(Nombre del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)
Identificado con DNI **45933276**, en mi calidad de **Gerente General**
(Nombre del puesto del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)
de la empresa/institución **Sheridan Mining Exploration El Combe E.I.R.L.**
con R.U.C N° **20608272926**, ubicada en la ciudad de **Cajabamba, Cajamarca**

OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al señor Guillermo Abel Zavala Culqui identificado con DNI N° 76142985, egresado de la Carrera profesional de Ingeniería de Minas para que utilice la siguiente información de la empresa:

- Información topográfica

Con la finalidad de que pueda desarrollar su Tesis para optar al grado de Título profesional en Ingeniería de minas.

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.

- Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa, o
 Mencionar el nombre de la empresa.



SHERIDAN MINING
EXPLORATIONS EL COMBE
Denys Jhordano Campos Chávez
GERENTE GENERAL
RUC 20608272926

Denys Jhordano Campos Chávez
Gerente General
DNI: 45933276

El Egresado/Bachiller declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Egresado será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente, asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.



Firma del Egresado

DNI: 76142985