



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables

Carrera de Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

**Caracterización geológica estructural de las galerías exploratorias
de la concesión minera “El Venado código 50001125” ubicada en la
parroquia la Canela, cantón Palanda, provincia de Zamora
Chinchi.**

**Trabajo de Titulación previo a la
obtención del título de Ingeniera en
Geología Ambiental y Ordenamiento
Territorial**

AUTOR:

Lilibeth de los Angeles Cuenca Abarca.

DIRECTOR:

Ing. Jimmy Stalin Paladines, Ph.D.

Loja - Ecuador

2023

Certificación

Loja, 14 de junio de 2023

Ing. Jimmy Stalin Paladines Ph.D

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Caracterización geológica estructural de las galerías exploratorias de la concesión minera “El Venado” código 50001125, ubicado en la parroquia La Canela, cantón Palanda, provincia de Zamora Chinchipe**, previo a la obtención del título de **Ingeniera en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial**, de la autoría del estudiante **Lilibeth de los Angeles Cuenca Abarca**, con cédula de identidad N°**1105583296**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

Ing. Jimmy Stalin Paladines Ph.D

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Lilibeth de los Angeles Cuenca Abarca**, declaro ser autora del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente, acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi Trabajo de Titulación en el Repositorio Digita Institucional - Biblioteca Virtual.



Firma:

Cedula de identidad: 1105583296

Fecha: 14/06//2023

Correo electrónico: lilibeth.cuenca@unl.edu.ec

Teléfono: 0981634731

Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.

Yo, **Lilibeth de los Angeles Cuenca Abarca**, declaro ser autora del Trabajo de Titulación denominado: **Caracterización geológica estructural de las galerías exploratorias de la concesión minera “El Venado” código 50001125, ubicado en la parroquia La Canela, cantón Palanda, provincia de Zamora Chinchipe**, como requisito para optar por el título de **Ingeniera en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los catorce días del mes de junio de dos mil vientes.



Firma:

Autor: Lilibeth de los Angeles Cuenca Abarca

Cédula: 1105583296

Dirección: Loja, ciudadela El Electricista.

Correo electrónico: lilibeth.cuenca@unl.edu.ec

Teléfono: 0981634731

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Titulación: Ing. Jimmy Stalin Paladines Ph.D

Dedicatoria

A Dios, el ser más grandioso e incondicional, GRACIAS por todas las cosas inconmensurables que me has dado, a mis padres que han sido parte fundamental en mi vida, por el esfuerzo y sacrificio diario que han hecho que no decaiga en el estudio y me mantenga firme, y a mi hermano Jhael Cuenca (+) que me cuida desde el cielo.

Lilibeth de los Angeles Cuenca Abarca

Agradecimientos

En primer lugar, le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi vida, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes y experiencias y sobre todo felicidad.

Le agradezco de manera especial al ingeniero Jimmy Stalin Paladines, el director de este Trabajo de Investigación el cual fue el encargado de guiarme, aportando con todos sus conocimientos para la culminación del mismo, y a todos los docentes de la Carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial, quienes durante el transcurso de clases me supieron brindar el conocimiento necesario para forjar mi educación.

Le doy gracias a mis padres por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Padres serán siempre mi inspiración para alcanzar mis metas, por enseñarme que todo se aprende y que todo esfuerzo al final tiene su recompensa. A mis hermanas por ser parte importante de mi vida y representar la unidad familiar, ser esas amigas incondicionales y ese apoyo diario que sin duda siempre lo necesitaré.

Agradezco a mis amigos y compañeros por ayudarme a crecer y madurar como persona y por los que han estado conmigo apoyándome y dándome la mano cuando más lo necesitaba, también por brindarme un sinnúmero de alegrías que quedan guardadas en mi corazón.

Lilibeth de los Angeles Cuenca Abarca

Índice de contenido

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimientos	vi
Índice de contenido	vii
Índice de tablas:	x
Índice de figuras:	xii
Índice de anexos:	xvi
1 Título:	1
2 Resumen	2
2.1 Abstract.....	3
3 Introducción	4
4 Marco Teórico	6
4.1 Topografía.....	6
4.1.1 Topografía Superficial.....	6
4.1.2 Topografía Subterránea.	6
4.2 Geología.....	10
4.2.1 Clasificación General de las Rocas.....	10
4.3 Petrología y Petrografía.....	11
4.4 Geología económica y geoquímica de depósitos minerales	11
4.4.1 Recursos Minerales.	12

4.4.2	Yacimientos/ Depósitos Minerales	12
4.5	Geología Estructural.....	14
4.5.1	Estructuras	15
4.5.2	Discontinuidades.....	19
4.6	Proyecciones Estereográficas	21
4.6.1	Aplicaciones en geología estructural	23
4.7	Cartografía	24
4.7.1	Sistemas de Información Geográfica	25
4.8	Levantamiento geológico	25
4.9	Mapeo Geológico	25
4.9.1	Métodos de mapeo.....	27
4.9.2	Corte Geológico.....	28
5	Métodología.....	30
5.1	Ubicación y Acceso al Concesión de Estudio	30
5.1.1	Ubicación Geográfica.....	30
5.1.2	Acceso	31
5.2	Datos Generales	32
5.3	Geología Regional.....	33
5.4	Geología Estructural.....	35
5.5	Mineralización	36
5.6	Geomorfología	36
5.7	Materiales	37
5.7.1	Materiales de campo	37

5.7.2	Equipos de oficina.....	38
5.7.3	Softwares empleados.....	38
5.8	Procedimiento	38
5.8.1	Metodología para el Primer Objetivo:.....	39
5.8.2	Metodología para el Segundo Objetivo:.....	44
5.8.3	Metodología para el Tercer Objetivo:	47
6	Resultados	53
6.1	Topografía de la Concesión Minera El Venado.....	53
6.1.1	Topografía Superficial.....	53
6.1.2	Topografía Subterránea	57
6.2	Geología Local.....	58
6.2.1	Geología Local Superficial	58
6.2.2	Geología Local Subterránea	62
6.2.3	Mineralización	68
6.3	Geología Estructural de la Galerías exploratorias.....	69
7	Discusión	80
8	Conclusiones.....	82
9	Recomendaciones	85
10	Bibliografía	86
11	Anexos.....	89

Índice de tablas:

Tabla 1. Propiedades de las proyecciones azimutales más utilizadas en ingeniería geológica.	22
Tabla 2. Coordenadas de la concesión minera El Venado DATUM (PSAD 56 Zona 17 Sur)	30
Tabla 3. Coordenadas de la concesión minera El Venado DATUM (WGS 84 Zona 17 Sur)	30
Tabla 4. Datos generales de la concesión minera EL VENADO Código 50001125.....	32
Tabla 5. Formaciones geomorfológicas del concesión de estudio	37
Tabla 6. Clasificación de Pendientes	41
Tabla 7. Pendientes según sus geoformas	41
Tabla 8. Ficha de registro de estaciones para el levantamiento subterráneo.....	42
Tabla 9. Fechas del levantamiento de la geología superficial.	45
Tabla 10. Ficha de Afloramientos.....	45
Tabla 11. Coordenadas de ubicación de los afloramientos levantados.....	46
Tabla 12. Ficha de descripción de la litología subterránea	46
Tabla 13. Ficha de descripción de estructuras geológicas subterráneas	47
Tabla 14. Datos Topográficos de las galerías exploratorias	51
Tabla 15. Datos estructurales de la veta y falla normal utilizados para el modelamiento 3D.	51
Tabla 16. Infraestructura de la concesión minera "El Venado"	56
Tabla 17. Coordenadas de ubicación de las Galerías Exploratorias de la Concesión minera "El Venado"	57
Tabla 18. Datos del levantamiento subterráneo calculados y procesados mediante el formulario MINERPLADO S.A (2018)	58

Tabla 19. Litologías de la concesión minera “El Venado”.62

Tabla 20.- Datos estructurales de las galerías de exploración.....69

Índice de figuras:

Figura 1. Brújula Brunton	7
Figura 2. Pliegues	15
Figura 3. Tipos de fallas traslacionales.	17
Figura 4. Edad relativa de distintos sistemas de diaclasas.	18
Figura 5. Formación de discordancias.	19
Figura 6. Mediciones de rumbo y buzamiento con una brújula Brunton.	21
Figura 7. Elementos que definen una recta y un plano en geología.	23
Figura 8. Proyección estereográfica de un plano inclinado.	23
Figura 9. Elementos de un plano y una recta.	24
Figura 10. Mapas geológicos.....	26
Figura 11. Esquema de realización de la cartografía geológica convencional.....	27
Figura 12. Proyección de curvas de nivel sobre un mapa topográfico.	29
Figura 13. Ubicación de la Concesión Minera “El Venado”	31
Figura 14. Acceso a la Concesión Minera “El Venado”	32
Figura 15. Geología Regional.....	35
Figura 16. Metodología General.....	38
Figura 17. Punto de Control de la Concesión Minera El Venado.	40
Figura 18. levantamiento topográfico superficial de la Concesión Minera El Venado.	40
Figura 19. Punto de partida para el levantamiento subterráneo	42
Figura 20. Señalización previa al levantamiento topografico subterráneo	43
Figura 21. levantamiento topografico subterráneo de las galerías exploratorias.	43
Figura 22. Tramados de las unidades geológicas	48

Figura 23. Tabla cronoestratigráfica	49
Figura 24. Simbolización para otros elementos geológicos.....	50
Figura 25. Procedimiento para realizar el mapa geológico estructural de las galerías exploratorias.	50
Figura 26. Modelamiento 3D mediante los softwares Autocad Civil 3D y Leapfrog Geo 5.1.4	52
Figura 27. Perfil Topográfico de la concesión minera "El Venado"	54
Figura 28. Perfil topográfico A – A” de la concesión minera "El Venado"	55
Figura 29. Bocaminas de las Galerías Exploratorias (G1 Y G2) de la Concesión minera "El Venado"	57
Figura 30. Ubicación de Afloramientos en la concesión minera “El Venado”	59
Figura 31. Andesitas	60
Figura 32. Andesita porfídica	60
Figura 33. Depósitos Aluviales	61
Figura 34. Contacto Andesita Porfírica y Andesita Afanítica.....	61
Figura 35. Falla rellena de brecha.....	62
Figura 36. Descripción macroscópica de las muestras de roca	64
Figura 37. Descripción macroscópica de las muestras de roca	64
Figura 38. Descripción macroscópica de las muestras de roca	65
Figura 39. Descripción macroscópica de las muestras de roca	65
Figura 40. Descripción macroscópica de las muestras de roca	66
Figura 41. Descripción macroscópica de las muestras de roca	66
Figura 42. Descripción macroscópica de las muestras de roca	67
Figura 43. Descripción macroscópica de las muestras de roca	67

Figura 44. Geología local subterránea de las galerías de exploración.	68
Figura 45. Veta tomada a 010.8m de la bocamina	71
Figura 46. Falla Normal tomada a 015.16m de la bocamina	71
Figura 47. Falla Normal tomada a 019.05m de la bocamina	72
Figura 48. Veta tomada a 028.45m de la bocamina.....	72
Figura 49. Representación estereográfica del diagrama de concentración de polos de diaclasas	73
Figura 50. Representación estereográfica del diagrama de densidades de diaclasas	73
Figura 51. Representación estereográfica del diagrama de rosetas de diaclasas.	73
Figura 52. Representación estereográfica del diagrama de concentración de polos de diaclasas	74
Figura 53. Representación estereográfica del diagrama de densidades de diaclasas	74
Figura 54. Representación estereográfica del diagrama de rosetas de diaclasas.....	75
Figura 55. Vista superior 3D levantamiento topográfico de las galerías exploratorias de 41m y 31m de la Concesión minera “El Venado” Código 50001125	75
Figura 56. Vista lateral 3D levantamiento topográfico de las galerías exploratorias de 41m y 31m de la Concesión minera “El Venado” Código 50001125	76
Figura 57. Vista superior 3D levantamiento geológico estructural de las galerías exploratorias de 41m y 31m de la Concesión minera “El Venado” Código 50001125.....	76
Figura 58. Vista lateral 3D del levantamiento geológico estructural de las galerías exploratorias de 41m y 31m de la Concesión minera “El Venado” Código 50001125.....	77
Figura 59. Vista superior 3D modelamiento geológico estructural de las galerías exploratorias de 41m y 31m de la Concesión minera “El Venado” Código 50001125.....	77

Figura 60. Vista lateral 3D modelamiento geológico estructural de las galerías exploratorias de 41m y 31m de la Concesión minera “El Venado” Código 50001125.....	78
Figura 61. Vista frontal 3D modelamiento geológico estructural de las galerías exploratorias de 41m y 31m de la Concesión minera “El Venado” Código 50001125.....	78
Figura 62. Vista 3D del levantamiento geológico estructural de las galerías exploratorias de la Concesión minera “El Venado” Código 50001125.....	79

Índice de anexos:

Anexo 1. Geología Regional	89
Anexo 2. Geomorfología definida por el Sistema Nacional de Información de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica (2016)	90
Anexo 3. Topografía de la Concesión minera El “Venado”	91
Anexo 4. Topografía de las Galerías Exploratorias de la Concesión minera “El Venado” ..	92
Anexo 5. Geología Local superficial de la Concesión minera “El Venado”	93
Anexo 6. Geología local de las galerías exploratorias de la Concesión minera “El Venado”	94
Anexo 7. Geología Estructural de las galerías exploratorias de la Concesión minera “El Venado”	95
Anexo 8. Fichas Técnicas para descripción de afloramientos	96
Anexo 9. Análisis de la Muestra N°1 de Ley Mineral en el Laboratorio Químico Metalúrgico (GoldenLab).....	105
Anexo 10. Análisis de la Muestra N°2 de Ley Mineral en el Laboratorio Químico Metalúrgico (GoldenLab).....	106
Anexo 11. Certificado de traducción del resumen del trabajo	107

1 Título:

Caracterización geológica estructural de las galerías exploratorias de la concesión minera “El Venado” código 50001125, ubicado en la parroquia La Canela, cantón Palanda, provincia de Zamora Chinchipe.

2 Resumen

La presente investigación refiere a la caracterización geológica estructural de las galerías exploratorias de la concesión minera “El Venado” código 50001125, ubicado en la parroquia La Canela, cantón Palanda, provincia de Zamora Chinchipe, abarcando un área de 4 hectáreas mineras contiguas en donde existe dos galerías exploratorias con sus bocaminas situadas en las coordenadas (727692; 9486610) con cota de 1751 m.s.n.m.

Una vez desarrollado el levantamiento topográfico, geológico a nivel superficial y subterráneo mediante la descripción de afloramientos y la toma de muestras, se pudo corroborar que se encuentra compuesta superficialmente por rocas andesitas con textura afanítica a porfirítica e interior mina por andesita afanítica y andesita basáltica, pertenecientes a la Unidad Misahuallí.

En el levantamiento geológico estructural de las galerías exploratorias se determinó una falla normal rellena de brecha que marca el contacto entre la andesita afanítica y andesita basáltica de las galerías exploratorias con una dirección de 128° y buzando 80° SW. La mineralización se aloja en rocas andesitas con textura afanítica, principalmente se identifican alteración propilítica y clorítica, existiendo oxidación de minerales de hierro como hematita afectando a la roca caja y veta. La veta tiene un azimut 273° y se extiende 45° NE, presentando una mineralogía compuesta por cuarzo, feldespatos, y sulfuros como pirita, calcopirita.

Palabras Claves: Minería, Topografía, Geología, Estructuras, Caracterización.

2.1 Abstract

The present investigation refers to the geological structural characterization of the exploratory galleries of the mining concession "El Venado" code 50001125, located in "La Canela" parish, Palanda canton, Zamora Chinchipe province, covering an area of 4 contiguous mining hectares in where there are two exploratory galleries with their mine entrances located at the coordinates (727692; 9486610) with an elevation of 1751 meters above sea level.

Once the topographic, geological survey at surface and underground level was developed by describing outcrops and taking samples, it was possible to corroborate that it is composed on the surface of andesite rocks with an aphanitic to porphyritic texture and inside the mine by aphanitic andesite and basaltic andesite belonging to the Misahuallí Unit.

In the structural geological survey of the exploratory galleries, a normal fault filled with a breccia was determined that marks the contact between the aphanitic andesite and basaltic andesite of the exploratory galleries with a direction of 128° and dipping 80° SW. The mineralization is housed in andesite rocks with an aphanitic texture, mainly propylitic and chloritic alteration are identified, with oxidation of iron minerals such as hematite affecting the box and vein rock. The vein has an azimuth of 273° and extends 45° NE, presenting a mineralogy composed of quartz, feldspars, and sulfides such as pyrite, chalcopyrite.

Keywords: Mining, Topography, Geology, Structures, Characterization.

3 Introducción

La actividad minera ha desempeñado desde sus inicios un papel indispensable en el desarrollo cultural, social económico de la población, su importancia radica en la provisión de recursos minerales que mediante su procesamiento contribuye en la producción de todo lo que rodea al ser humano.

La ubicación geográfica del Ecuador y sus condiciones geológico-mineralógicas hacen que se constituya en sector privilegiado por la presencia de yacimientos metálicos y no metálicos. Las actividades mineras particularmente relacionadas con el oro, surgen cuando las primeras naciones se aprovechaban los afloramientos, extraían y trabajaban este metal precioso.

La explotación subterránea y a cielo abierto ha venido desarrollándose desde tiempos históricos, presentando una serie de complicaciones principalmente en la forma de explotar los yacimientos metálicos, con el afán de recuperar el material aurífero a menor coste, las condiciones laborales son precarias, y muy riesgosas. Una de las grandes problemáticas es la subexplotación de dichos yacimientos principalmente por la falta de estudios, implementación tecnológica y las condiciones muchas veces antitécnicas en las que es realizada la actividad extractiva a nivel nacional.

Por esta razón se ha planteado el presente trabajo de titulación el cual comprende (Caracterización geológica estructural de las galerías exploratorias de la concesión minera “El Venado” código 50001125, ubicado en la parroquia La Canela, cantón Palanda, provincia de Zamora Chinchipe.), con el propósito de aportar a la empresa información base que favorezca a la orientación y perfeccionamiento de las labores mineras para la correcta explotación de los recursos, la cual se categoriza como pequeña minería y se encuentra en la fase de exploración y explotación simultánea.

Para este estudio se procede a la recolección de la información necesaria, iniciando con un levantamiento topográfico tanto de la superficie como subterránea de las galerías exploratorias, luego se realiza el mapeo de la litología por afloramientos superficiales y mapeo litológico interior mina mediante toma de muestras de mano y finalmente se realiza

el levantamiento de las estructuras (vetas, fallas, diaclasas) presentes en las galerías exploratorias.

A partir de los datos obtenidos se los ingresa a los diferentes softwares Autocad, ArcGIS, Civil Cad, Leapfrog Geo, con el fin de interpretar y analizar los resultados para modelar e identificar la disposición de las estructuras principales interior mina de las dos galerías exploratorias.

Objetivos:

Objetivo General

- Desarrollar la caracterización geológica estructural de las galerías exploratorias de la concesión minera “El Venado” Código 50001125.

Objetivos Específicos

- Realizar un levantamiento topográfico superficial y subterráneo de las galerías exploratorias de la concesión minera “El Venado”.
- Definir las características geológicas superficiales, subterráneas y estructuras presentes en las galerías exploratorias de la concesión minera “El Venado”.
- Elaborar un mapa geológico – estructural de las galerías exploratorias de la concesión minera “El Venado” a escala 1:200.

4 Marco Teórico

4.1 Topografía

Según Guzmán, (2012) la topografía es la ciencia que trata de los principios y métodos utilizados para determinar las posiciones relativas de puntos de la superficie terrestre.

De acuerdo a Montes de Oca, (1996) la topografía es:

“La ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones de los puntos sobre la superficie de la tierra, por medio de medidas según los 3 elementos del espacio. Estos elementos según (Tarbuck y Lutgens, 2005) pueden ser: dos distancias y una elevación, o una distancia, una dirección y una elevación.”

4.1.1 *Topografía Superficial.*

Estudia el conjunto de procedimientos para determinar la posición de un punto sobre la superficie terrestre, por medio de medidas según los tres elementos del espacio: dos distancias y una elevación o una distancia, una elevación y una dirección. Para distancias y elevaciones se emplean unidades de longitud (en sistema métrico decimal), y para direcciones se emplean unidades de arco (grados sexagesimales).

La topografía es una de las artes más importantes y antiguas que practique el hombre, y que los tiempos más antiguos ha sido necesario marcar límites y dividir terrenos, además juegan un papel importante en muchas ramas de la ingeniería, se requiere levantamientos topográficos antes durante y después de la planeación y construcción de carreteras, vías férreas, aeropuertos, edificios, puentes, túneles, canales y cualquier obra civil. (Cárdenas et al, 2011)

4.1.2 *Topografía Subterránea.*

Desde un punto de vista generalizado, la Topografía Subterránea puede definirse como una rama de la Topografía que, tiene por objetivo el estudio de la corteza terrestre y de todo lo que se encuentra bajo de ella. Se define a la Topografía como: “La disciplina que

tiene bajo su responsabilidad la captación de información física y su procesamiento numérico, para lograr la representación geométrica, ya sea en forma gráfica o analítica, del espacio físico que nos rodea”. (Ingeniería Cartográfica Geodésica, s.f.)

4.1.3 Tipos de Levantamiento Topográficos

4.1.3.1 Levantamiento expeditivo con brújula

Según Echeveste (2017) la brújula con clinómetro tipo Brunton es una de las herramientas indispensable entre los geólogos, ya que permite medir ángulos horizontales respecto al norte magnético y ángulos verticales. Uno de sus usos más frecuentes es en la medición de acimut e inclinación de planos (fallas, diaclasas, estratificación, foliación, etc.) y en el levantamiento expeditivo de rasgos geológicos.

Para medir ángulos horizontales la brújula debe estar en posición horizontal, un nivel circular permite comprobar esta condición. Cuando usamos la brújula como instrumento topográfico los acimuts deben leerse con el extremo norte de la aguja (61° en la figura 1a). El buzamiento o inclinación de visuales lo medimos mediante el clinómetro incorporado en su interior, que posee dos escalas, una en grados, entre 0° y 90° para visuales que varían de la horizontal a la vertical y otra porcentual, entre 0 y 100% para visuales entre la horizontal y 45° de inclinación. En la (**Figura 1**) se representa la Brújula Brunton en posición horizontal (burbuja del nivel circular centrada) midiendo un acimut de 61°. b) Medida de un ángulo vertical (burbuja en posición vertical con la burbuja del nivel tubular del clinómetro centrada) midiendo una inclinación de 32°20’.

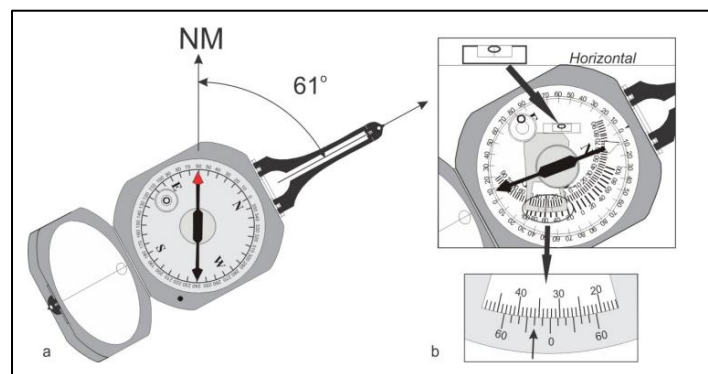


Figura 1. Brújula Brunton

Fuente: (Echeveste, 2017, p.100)

4.1.3.2 Levantamiento topográfico con Estación total

De acuerdo con Echeveste (2017) La Estación Total es:

“Un instrumento más avanzado que el teodolito para el trabajo de levantamiento topográfico o geológico. El display de la estación total, además de mostrar los valores angulares horizontal y vertical, muestra las distancias, inclinada y horizontal y el desnivel.” p.116

Asimismo, si se parte de una estación de coordenadas conocidas con la estación orientada, es decir con el 0 de limbo en el norte de cuadrícula, el equipo entrega las coordenadas cartesianas del punto visado. Los datos levantados se guardan en una memoria que luego pueden ser “bajados” a una PC para su procesamiento digital y confección del mapa. Una de las grandes ventajas de levantamientos con estación total es que al automatizarse la toma de datos se eliminan los errores de lectura, anotación, transcripción y cálculo (p.116).

El levantamiento apoyado en una poligonal para medir los ángulos horizontales es con el instrumento orientado, con el 0 del limbo horizontal en el norte de cuadrícula. Esta manera de trabajar es especialmente conveniente con estación total, ya que este equipo tiene la posibilidad de calcular y guardar en su memoria las coordenadas cartesianas y cotas de los puntos levantados. Para que esto sea posible deben cargarse inicialmente las coordenadas y cota del punto estación y el instrumento debe estar orientado (p.118).

4.1.3.1 Levantamiento topográfico con GPS Diferencial

Para Echeveste (2017) el GPS Diferencial introduce una mayor exactitud en el sistema. Este tipo de receptor, además de recibir y procesar la información de los satélites, recibe y procesa, simultáneamente, otra información adicional procedente de una estación terrestre situada en un lugar cercano y reconocido por el receptor (p.22).

La estación recibe las señales de todos los satélites visibles y calcula las distancias aparentes a las que éstos se encuentran. A continuación, obtiene unas correcciones a las distancias medidas y las transmite a la frecuencia L1, como si fuera un satélite más. Por tanto, un sistema "pseudosatélite" transmite una señal compatible con las de los satélites y esto

supone una gran ventaja respecto a los demás sistemas del DGPS, que transmite n a distintas frecuencias. Con este tipo de sistemas el receptor no requiere un canal extra para adquirir las correcciones. La desventaja de transmitir a la frecuencia L1 es que se consigue una cobertura máxima de aproximadamente 80 Km, debido a que se trata de una frecuencia muy elevada. Además, hay que tener en cuenta que el equipo receptor ha de poseer un rango dinámico muy grande para poder trabajar con señales de niveles de potencia muy diferentes, ya que las señales de los "pseudosatélites" tienen, en general, mucho más nivel de potencia que las señales recibidas de los satélites (p.22).

Existen cuatro métodos de levantamiento topográfico con GPS:

- Levantamiento estático. Es más lento, pero ofrece una alta precisión en largas distancias. Hasta 20 kilómetros. Se elige un receptor de referencia y otro (u otros) móvil que opera respecto al primero registrando datos durante un periodo de tiempo. Se suele usar mucho en Geodesia
- Levantamiento estático- rápido. Es similar al anterior pero la longitud es más reducida, con lo que los tiempos serán mucho menores.
- Levantamiento cinemático. Se utiliza para levantamientos topográficos de detalle. Es muy eficiente para medir muchos puntos que están muy cerca unos de otros.
- Levantamiento RTK. Es similar al cinemático, pero resuelve las coordenadas de los puntos medidos en tiempo real. Se suele utilizar para levantamientos topográficos con GPS de alta precisión en concesiones pequeñas.

4.1.3.2 Levantamiento topográfico con dron

Según lo establece GLOBAL (2018) los drones, equipados con cámaras fotográficas recorren el terreno que se quiere estudiar en cuestión de minutos, con niveles de precisión óptimos. Además, si hay zonas poco accesibles o poco seguras para las personas son un elemento perfecto para llegar a ellas sin problemas (párr.6).

Las imágenes que han captado las cámaras del dron son procesadas mediante programas y herramientas específicas. Así se obtienen nubes de millones de puntos que son un fiel reflejo de la realidad. Estas imágenes se pueden georreferenciar y escalar, además de

extraer coordenadas, distancias, volúmenes, perfiles, y a partir de ello realizar modelos 3D y ortofotos, por ejemplo. Con ello ya se puede empezar a trabajar en el proyecto, ya sean obras civiles, como intervenciones arqueológicas, intervenciones en minería o para gestionar cultivos, entre otras posibilidades. (párr.7)

4.2 Geología

La geología de acuerdo con Rivera Mantilla (2005), es la ciencia de la Tierra, su composición, su estructura, los fenómenos que han ocurrido y ocurren en la actualidad, su evolución como planeta, su relación con los astros del Universo, así como la evolución de la vida mediante los documentos que de ella han quedado en las rocas (p.8).

En el libro de Ciencias de la Tierra la Geología es la ciencia que persigue la comprensión del planeta Tierra. La ciencia de la Geología se ha dividido tradicionalmente en dos amplias concesións: la física y la histórica. (Tarbuck y Lutgens, 2005).

4.2.1 Clasificación General de las Rocas.

De acuerdo a Bowen y Schairer (1956), se define como una asociación inorgánica de uno o varios minerales originados en forma natural por procesos geológicos endógenos o exógenos. Según su origen se clasifican en 3 tipos: las rocas ígneas, las rocas sedimentarias y las metamórficas.

4.2.1.1 Rocas Ígneas.

Son el fruto de la solidificación del magma, fragmentado o compacto, sobre o en el interior de la corteza terrestre. Esas temperaturas de cristalización oscilan así: para los magmas riolíticos 1000 °C, para los andesíticos 1150 °C y para los basálticos 1250 °C. La composición mineralógica promedio de las rocas ígneas es: 59% feldespatos, 12% cuarzo, 17% anfíboles y piroxenos, 4% micas y 8% otros minerales. (Duque Escobar, 2017).

4.2.1.2 Rocas metamórficas.

Las rocas metamórficas producto de la transformación de otros tipos de rocas, mayoritariamente a través de rocas ígneas y rocas sedimentarias, pero también a partir de otras rocas metamórficas, mediante el metamorfismo, que tiene lugar cuando las rocas se

someten a un ambiente físico o químico significativamente diferente al de su formación inicial. Se trata de cambios de temperatura y presión (esfuerzo) y la introducción de fluidos químicamente activos. En respuesta a esas nuevas condiciones, las rocas cambian gradualmente hasta alcanzar un estado de equilibrio con el nuevo ambiente. (Tarbuck y Lutgens, 2005, p.228)

4.2.1.3 Rocas sedimentarias.

Su formación ocurre por medio de la consolidación y diagénesis (enterramiento, consolidación y modificación química) de materiales que se han separado de otras rocas por procesos como la erosión o la meteorización, por precipitación química o a partir de restos de organismos (animales o plantas) cerca de la superficie terrestre. (Vera, 2018).

4.3 Petrología y Petrografía

La petrología como la ciencia que se ocupa de las rocas que están formadas por conjuntos minerales definidos y constituyen la mayor parte de la Tierra. Sostuvo que trata del modo de ocurrencia, la composición, la clasificación y el origen de las rocas, así como de sus relaciones con los procesos e historia geológicos. Por ello, la considera como una parte fundamental de la ciencia geológica que trata, como lo hace, de los materiales terrestres existentes. (Universidad Autónoma de Chihuahua, 2011)

4.4 Geología económica y geoquímica de depósitos minerales

De acuerdo con Rivera Mantilla (2005), “La Geología económica se encarga de estudiar los recursos naturales esencialmente minerales que el hombre extrae para cubrir sus necesidades, teniendo en cuenta su rendimiento económico, mientras la Geoquímica estudia la química de la Tierra, considerando la distribución de los elementos y compuestos químicos en las diversas esferas de la Tierra, causas y las leyes que gobiernan su distribución, migración a través del ciclo geológico”. (p.10)

4.4.1 Recursos Minerales.

Los recursos minerales son el conjunto de minerales útiles disponibles comercialmente. Entre estos recursos se cuentan yacimientos ya identificados de los que pueden extraerse provechosamente minerales, que se denominan reservas, así como depósitos conocidos que ya no son recuperables ni desde el punto de vista económico ni desde el tecnológico. Yacimientos que se supone que existen, pero todavía no se han descubierto, se consideran también recursos minerales. (Tarbuck y Lutgens, 2005, p. 609)

Los recursos minerales forman parte de los recursos naturales no renovables, y por ellos entendemos a todos aquellos materiales geológicos que tienen interés económico como materias primas. Los recursos minerales, en sentido lato, se pueden clasificar en varios grupos en función de sus usos y de sus características. Así, se pueden subdividir en los siguientes grandes grupos: minerales metálicos o menas, minerales y rocas industriales y combustibles fósiles. (Pérez López y Ruiz , 1999)

4.4.2 Yacimientos/ Depósitos Minerales

De acuerdo con Rivera Mantilla (2005) “Los depósitos minerales son las acumulaciones o concentraciones de sustancias minerales metálicas y no metálicas. Los yacimientos son concentraciones o acumulaciones de elementos o sustancias minerales útiles en la corteza terrestre, de tal manera que pueden ser explotadas económicamente”.

En un mismo yacimiento se encuentran varios minerales de los cuales solo algunos van a ser objeto de extracción y el resto será desechado. La mena es el mineral explotable, el más valioso de los asociados, y la ganga está formada por otros minerales que no se consideran rentables y, por lo tanto, no son objeto de explotación. Estéril se considera la parte del yacimiento que no es económicamente explotable, pero que debe ser extraída en el laboreo”(p. 428).

En función del origen podemos clasificar los depósitos minerales y yacimientos minerales en:

4.4.2.1 Depósitos formados por Procesos Ígneos.

De acuerdo con Rivera Mantilla (2005), el proceso de la diferenciación magmática explica como a partir de un magma se forman las rocas ígneas; pero también explica cómo se forman los yacimientos minerales asociados a este proceso. El magma contiene una fracción volátil, como vapor de agua, el CO₂ y ciertos elementos como flúor, cloro, boro, que constituyen lo que se denomina soluciones hidrotermales, que actúan como medio de transporte de elementos metálicos, en combinaciones químicas complejas. En el proceso de diferenciación magmática se distinguen cuatro fases en las que se distinguen cuatro fases en las que se forman distintos tipos de yacimientos minerales. (p.429)

4.4.2.1.1 Yacimientos Ortomagmáticos; Formados en la fase del mismo nombre, en la que comienzan a cristalizar la mayor parte de los silicatos, minerales formadores de rocas ígneas al ir descendiendo la temperatura; pero además pueden ocurrir segregaciones de minerales metálicos, que quedan incluidos en la masa de las rocas plutónicas. Se denominan segregaciones magmáticas.

4.4.2.1.2 Yacimientos Pneumatolíticos; Originados en la segunda fase de consolidación denominada fase pegmatítica-pneumatolítica. En esta fase la presión de las sustancias volátiles es mayor que la presión confinante y los fluidos, pueden escapar, si encuentran condiciones apropiadas para ello, por fracturas o grietas, ascendiendo los elementos metálicos se concentran en filones o vetas. Las rocas formadas en esta fase son las pegmatitas.

4.4.2.1.1 Yacimientos Hidrotermales; Originados en la última fase de la diferenciación magmática llamada hidrotermal dará lugar a este tipo de yacimientos.

El vapor de agua se encuentra a elevada temperatura, de carácter ácido por la sílice que lleva en disolución, movilizan diversos compuestos minerales en forma iónica o coloidal, que al descender la temperatura o por diversas reacciones con el medio donde se depositan, forman filones o vetas, aprovechando las fisuras. Estos yacimientos atraviesan todo tipo de rocas, plutónicas, volcánicas, sedimentarias o metamórficas. Estos yacimientos de acuerdo

con la profundidad del foco magmático, se clasifican en: hipotermal, mesotermal, epitermal, teletermal y xenotermal.

4.4.2.1.2 Yacimientos Pirometasomáticos; Son yacimientos formados por metamorfismo de contacto y metasomatismo (intercambio de iones) producidos por el contacto de la roca ígnea con sus gases y fluidos residuales sobre las rocas encajonantes.

a) ***Metamorfismo de Contacto.***

El metamorfismo de contacto es aquel que se produce en rocas cercanas a cuerpos intrusivos. Se trata de un metamorfismo térmico que cuando viene acompañado por aporte químico se le denomina Metasomatismo. Se produce bajo condiciones de presiones bajas entre 100 y 1000 bares, y especialmente podría alcanzar los 3000 bares (unos 12 km). (Universidad Autónoma de Chihuahua, 2011)

b) ***Depósitos de Skarn.***

Los depósitos de Skarn son un conjunto de silicatos de calcio y magnesio predominantemente formados típicamente en rocas que contienen carbonato como resultado del metamorfismo regional y térmico, y por reemplazo metasomático (Einaudi et al, 1981).

4.5 Geología Estructural

Según Tarbuck y Lutgens (2005), “Estudian la arquitectura de la corteza terrestre y cómo adquirió este aspecto en la medida en que fue consecuencia de la deformación. Estudiando la orientación de los pliegues y las fallas, así como los rasgos a pequeña escala de las rocas deformadas, los geólogos estructurales pueden determinar a menudo el ambiente geológico original, y la naturaleza de las fuerzas que produjeron esas estructuras rocosas”.

De acuerdo con Belousov (1979), la geología estructural es una parte de la geotectónica, es decir, de esa asignatura geológica que estudia las particularidades de la estructura y desarrollo de la corteza terrestre relacionada con los procesos mecánicos, movimientos y deformaciones que en ella tienen lugar. La corteza terrestre se compone de rocas que constituyen cuerpos de formas diversas. Así, por ejemplo, las rocas sedimentarias aparecen en forma de estratos. Estos pueden ser horizontales y también inclinados o

encorvados en pliegues. Toda la corteza terrestre se compone de cuerpos adyacentes formados por rocas diferentes (p.5).

4.5.1 Estructuras

Según Tarbuck y Lutgens (2005), los procesos de deformación generan estructuras a muchas escalas diferentes en un extremo se encuentran los principales sistemas montañosos de la Tierra, en el otro, los esfuerzos muy localizados crean fracturas menores en las rocas, todos estos fenómenos se denominan estructuras tectónicas (p. 289).

4.5.1.1 Pliegues.

Solano Salinas (2019), menciona que, como resultado de la deformación de las rocas debida a las fuerzas naturales, se forman varios tipos de estructuras. En altas presiones y temperaturas, a gran profundidad, las rocas se comportan dúctilmente, dando lugar a pliegues de diferentes tipos. Los pliegues, son estructuras curvadas y se clasifican de una manera general en anticlinales y sinclinales.

De acuerdo con Billings (1974) “Los pliegues son ondulaciones y olas en las rocas de la tierra, alcanzan su mayor desarrollo en formaciones estratificadas tales como rocas sedimentarias y volcánicas, o sus equivalentes metamorfizados”.(p. 37)|

En la (**figura 2**) se evidencian pliegues Antiforme (a): pliegue cóncavo hacia abajo. Sinforme (b): pliegue cóncavo hacia arriba. Anticlinal (c): pliegue cóncavo en la dirección de los estratos más antiguos. Sinclinal (d): pliegue cóncavo en la dirección de los estratos más jóvenes.

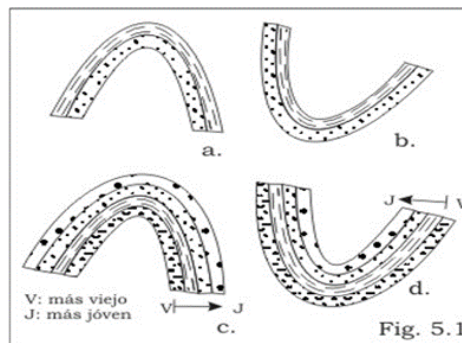


Figura 2. Pliegues

Fuente:(Costa, 2006)

4.5.1.2 Fallas.

Según Billings (1974), “Las fallas son rupturas a lo largo de las cuales las paredes opuestas se han movido la una con relación a la otra. La característica esencial es el movimiento diferencial paralelo a la superficie de la fractura. Algunas fallas tienen solo unos pocos centímetros de largo, y el desplazamiento total se mide en fracciones de centímetro, mientras existen fallas que tienen centenares de kilómetros de longitud, y cuyo desplazamiento mide kilómetros o aún decenas de kilómetros”.(p. 129)

La clasificación de las fallas de acuerdo con Hans Niemeyer (1999), indica que la clasificación más adecuada de las fallas en el dominio frágil es basada en su desplazamiento o rechazo. Se denomina rechazo de una falla al movimiento relativo a lo largo del plano de falla, de dos puntos originalmente adyacentes. Se distinguen fallas traslacionales, (la magnitud y orientación del rechazo es el mismo en todas sus partes y fallas rotacionales, (el rechazo cambia según la porción del plano que se considere).

Las fallas traslacionales se clasifican según Hans Niemeyer (1999), de acuerdo a su desplazamiento en: fallas normales, fallas inversas, fallas de rumbo y fallas con rechazo oblicuo. En los dos primeros tipos el movimiento se presenta de acuerdo a la dirección del manto, mientras tanto las fallas de rumbo, el movimiento es paralelo al rumbo de falla. Las fallas con rechazo oblicuo muestran movimiento compuesto, según el manto y según el rumbo. Explica que en una falla normal el bloque colgante desciende respecto al bloque yacente, mientras que en una falla inversa el bloque colgante se alza respecto al bloque yacente. Si la falla es vertical, se debe indicar cuál de los bloques asciende o desciende. Las fallas con rechazo oblicuo se las denominan compuestas y depende del rake que es el ángulo que forma una recta con el rumbo de un plano que la contiene. Si el rake es menor que 45° prevalecerá la componente transcurrente y la falla será dextral normal o dextral inversa, sinistral normal o sinistral inversa. Pero si el rake es mayor que 45° prevalecerá el componente en el manto y la falla será normal dextral o normal sinistral, inversa dextral o inversa sinistral.

En la **(Figura 3)** se representan como: (a) Falla normal. (b) Falla inversa. (c) Falla de rumbo. (d) Falla vertical, baja bloque oriental. (e) Falla vertical, baja bloque occidental. (f) Falla con rechazo oblicuo, sinistral normal. (g) Falla con rechazo oblicuo.

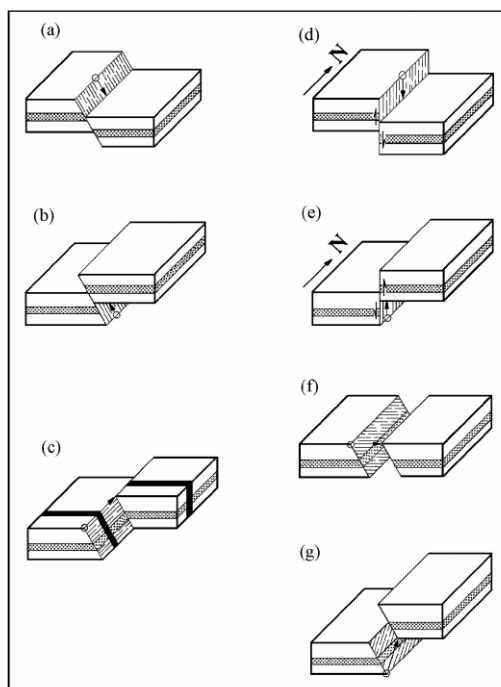


Figura 3. Tipos de fallas traslacionales.

Fuente:(Costa, 2006)

4.5.1.3 Diaclasas.

Según Billings (1974), Las diaclasas se pueden definir como planos divisorios o superficies que dividen las rocas, y a lo largo de los cuales no hubo movimiento visible paralelo al plano o superficie, las diaclasas pueden tener cualquier posición; algunas son verticales, otras son horizontales, y muchas están inclinadas en ángulos variables; algunas tienen solamente unos metros mientras que otros centenares de metros. (p. 112)

Las diaclasas son definidas por Gavilanes y Andrade, (2007), como “Un plano de Discontinuidad, de fractura o de separación en una roca, que normalmente no implica desplazamiento. Las diaclasas suelen producirse como familias paralelas, que dividen el macizo roco en bloques.

Los sistemas de diaclasas (**Figura 4**) tipo: (a) Terminación en tenedor del sistema J3 contra el sistema J2. (b) Dos sistemas de diaclasas, uno anterior mineralizado (1) y el otro posterior no mineralizado (2).

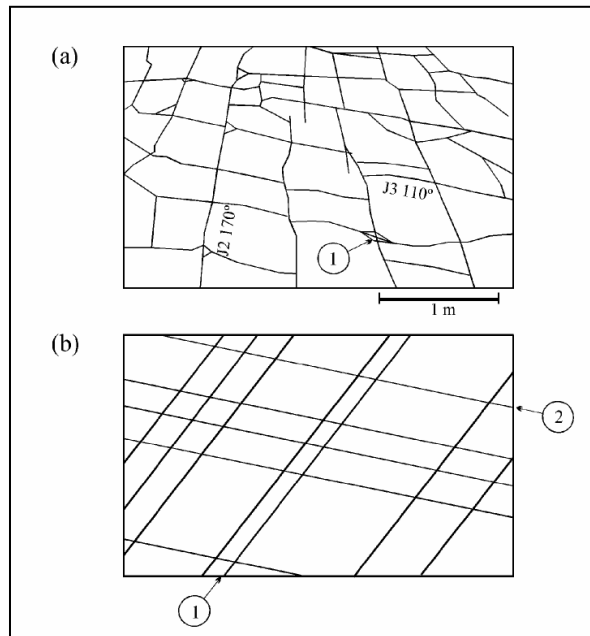


Figura 4. Edad relativa de distintos sistemas de diaclasas.

Fuente:(Hans Niemeyer, 1999)

4.5.1.4 Discordancias.

Según Billings (1974), la discordancia es una superficie de erosión, o de no deposición-generalmente lo primero-, que separa estratos más jóvenes de rocas antiguas. El desarrollo de una discordancia comprende varias etapas, la primera es la formación de la roca más antigua, seguida, en la mayoría de los casos de levantamiento y erosión subaérea; se depositan finalmente, los estratos más jóvenes. En las discordancias pueden participar rocas de varios orígenes: sedimentario, volcánico, plutónico o metamórfico (p. 263)

Las variedades más importantes de discordancias son: discordancia paralela (A), discordancia angular (B), y no concordancia (C) (**Figura 5**).

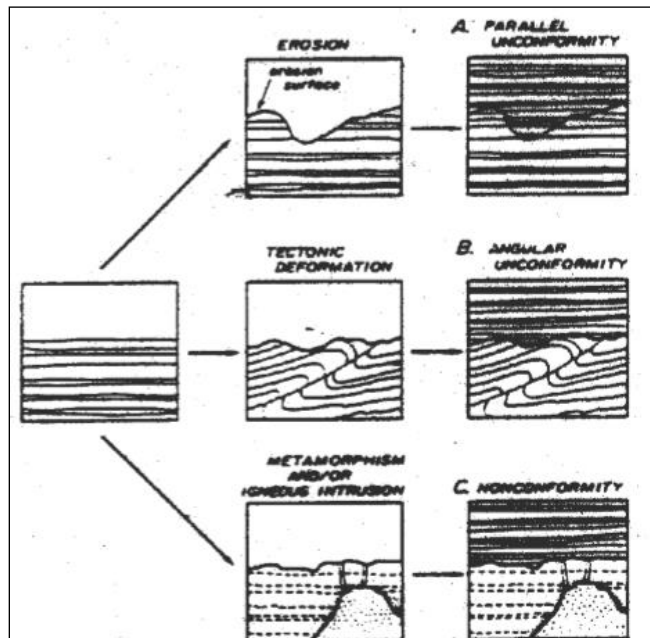


Figura 5. Formación de discordancias.

Fuente: (Costa, 2006).

4.5.2 *Discontinuidades.*

4.5.2.1 Tipos de Discontinuidades.

En el Macizo rocoso se pueden presentar diferentes tipos de discontinuidades (Sociedad Nacional de Minería Petróleo y Energía, 2014)

- a) **Fallas:** son fracturas que han tenido desplazamiento. Éstas son estructuras menores que se presentan en concesiones locales de la mina o estructuras muy importantes que pueden atravesar toda la mina.
- b) **Zonas de Corte:** son bandas de material que pueden ser de varios metros de espesor, en donde ha ocurrido fallamiento de la roca.
- c) **Diaclasas:** también denominadas juntas, son fracturas que no han tenido desplazamiento y las que más comúnmente se presentan en la masa rocosa.
- d) **Planos de Foliación:** se forman entre las capas de las rocas metamórficas dando la apariencia de hojas o láminas.
- e) **Contactos Litológicos:** que comúnmente forman, por ejemplo, la caja techo y caja piso de una veta.

f) **Venillas:** son rellenos de las fracturas con otros materiales.

4.5.2.2 Propiedades de las Discontinuidades.

Todas las discontinuidades presentan propiedades geomecánicas importantes que las caracterizan y que influyen en el comportamiento de la masa rocosa. Estas propiedades son principalmente:

- **Orientación:** Es la posición de la discontinuidad en el espacio y comúnmente es descrito por su rumbo y buzamiento. Cuando un grupo de discontinuidades se presentan con similar orientación o en otras palabras son aproximadamente paralelas, se dice que éstas forman un “sistema” o una “familia” de discontinuidades.
- **Espaciado:** Es la distancia perpendicular entre discontinuidades adyacentes. Éste determina el tamaño de los bloques de roca intacta. Cuanto menos espaciado tengan, los bloques serán más pequeños y cuanto más espaciado tengan, los bloques serán más grandes.
- **Persistencia:** Es la extensión en concesión o tamaño de una discontinuidad. Cuanto menor sea la persistencia, la masa rocosa será más estable y cuanto mayor sea ésta, será menos estable.
- **Rugosidad:** Es la aspereza o irregularidad de la superficie de la discontinuidad. Cuanta menor rugosidad tenga una discontinuidad, la masa rocosa será menos competente y cuanto mayor sea ésta, la masa rocosa será más competente.
- **Apertura:** Es la separación entre las paredes rocosas de una discontinuidad o el grado de abierto que ésta presenta. A menor apertura, las condiciones de la masa rocosa serán mejores y a mayor apertura, las condiciones serán más desfavorables.
- **Relleno:** Son los materiales que se encuentran dentro de la discontinuidad. Cuando los materiales son suaves, la masa rocosa es menos competente y cuando éstos son más duros, ésta es más competente.

4.5.2.3 Elementos de Yacencia.

Los elementos de yacencia definen las dimensiones y posición que las estructuras ocupan en la corteza terrestre, y son rumbo, buzamiento, longitud, caída, potencia y la profundidad de yacencia.

- a) **Rumbo:** es el ángulo formado por la línea de intersección de la superficie del cuerpo con una superficie horizontal y el meridiano magnético.
- b) **Buzamiento:** es el ángulo formado entre la superficie del cuerpo y una superficie horizontal.
- c) **Longitud:** distancia que alcanza el cuerpo según el rumbo.
- d) **Caída:** distancia vertical que hay desde la parte superior hasta la inferior del cuerpo.
- e) **Potencia:** es el ancho del cuerpo mineral, medido perpendicularmente a su eje.
- f) **Profundidad de Yacencia:** es la distancia vertical que hay desde la superficie, hasta la parte superior del cuerpo mineral.

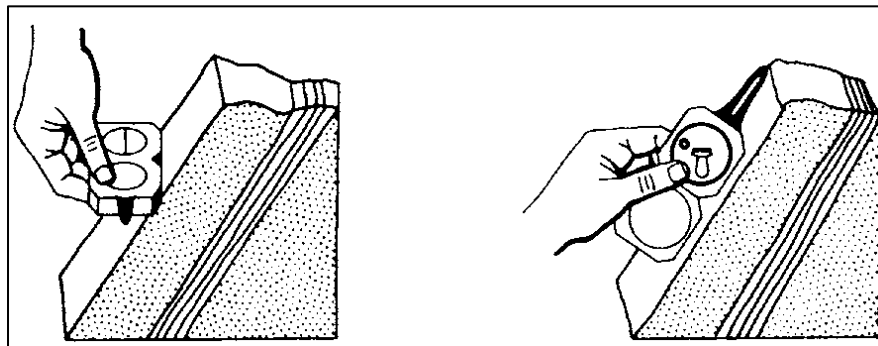


Figura 6. Mediciones de rumbo y buzamiento con una brújula Brunton.

Fuente: (Ragan, 2009, p. 5)

4.6 Proyecciones Estereográficas

Según Jover et ál (2002), “La proyección estereográfica es un tipo de proyección azimutal muy usado en cristalografía y geología estructural para establecer la relación angular existente entre las caras de los cristales o entre las estructuras geológicas”. (p.2)

Todas las proyecciones permiten la representación de objetos tridimensionales en una superficie de dos dimensiones. Cualquiera que sea el sistema de proyección elegido, la representación plana presenta deformaciones que pueden ser lineales, angulares y

superficiales. Dependiendo de la finalidad de la representación elegiremos uno u otros tipos de proyección. Por ejemplo, nos puede interesar que los ángulos se proyecten en verdadera magnitud, aunque las magnitudes lineales y superficiales sufran deformaciones en mayor o menor grado.

Una proyección se dice acimutal cuando proyectamos la esfera sobre un plano, que puede ser tangente a ella o que pase por el ecuador (proyección ecuatorial). Dependiendo de la posición del centro de proyección las proyecciones acimutales pueden ser:

Tabla 1. Propiedades de las proyecciones azimutales más utilizadas en ingeniería geológica.

Proyección	Como se proyecta	Ventajas	Desventajas	Usos
Ortográfica	Desde la esfera perpendicular al plano	Todos los círculos máximos se proyectan como círculos en el elipses o líneas rectas	Gran distorsión próxima a los bordes	Más comúnmente en geología estructural para dibujar bloques diagrama
Gnomónica	Desde el centro de la esfera	Los círculos máximos se representan siempre como líneas rectas	Distorsión radial muy acentuada	Mineralogía
Estereográfica	Desde el punto opuesto al punto de tangencia	Todos los círculos de la esfera se proyectan como círculos en el plano	Distorsión radial	Más extensamente empleada en mineralogía y geología estructural
Equiareal	Dibuja un arco desde un punto de la esfera hasta el plano	Se conserva el concesión, distorsión moderada.	Las curvas son complejas	En geología estructural para el análisis estadístico de datos espaciales

Fuente: (Jover et ál, 2002)

Según Jover et ál (2002), en ingeniería geológica se utilizan fundamentalmente proyecciones acimutales ecuatoriales y en particular la proyección estereográfica ecuatorial. Para trabajar con la proyección estereográfica es preciso conocer, una serie de términos geométricos, que nos permitan definir de forma unívoca cada elemento (**figura 7**) (p.2).

La orientación se define como la posición de un plano o línea en el espacio, referenciado mediante coordenadas geográficas y su relación con el plano horizontal de

comparación. La orientación de un elemento queda definida mediante el rumbo y la inclinación:

- **Inclinación:** Ángulo vertical comprendido entre la horizontal y el plano o línea considerado.
- **Rumbo o dirección:** Ángulo horizontal comprendido entre una línea y una dirección preestablecida, el norte magnético en geología estructural.

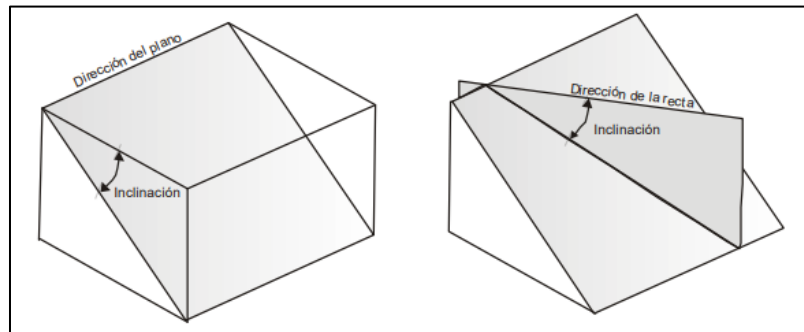


Figura 7. Elementos que definen una recta y un plano en geología.

Fuente:(Jover et ál, 2002)

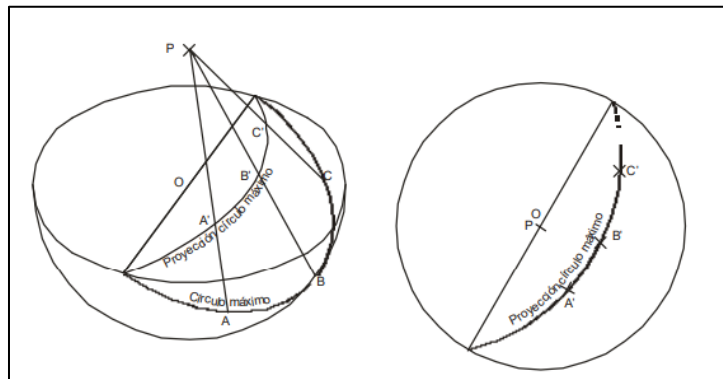


Figura 8. Proyección estereográfica de un plano inclinado.

Fuente: (Jover et ál, 2002)

4.6.1 Aplicaciones en geología estructural

De acuerdo con Jover et ál (2002), la proyección estereográfica permite la representación en elementos de geología estructural. Los datos empleados se toman en el campo, de forma directa, mediante el empleo de la brújula de geólogo. Esta posee una brújula convencional que nos permite tomar las direcciones de los diferentes elementos tomando

como referencia el norte magnético y un clinómetro que facilita el ángulo que forma el elemento a medir con respecto al plano horizontal (p.6).

Generalmente el desarrollo de los elementos no es perfecto como ocurre por ejemplo con las diaclasas. En la **(figura 9)** se observan juegos de diaclasas en materiales margocalizos que definen planos según direcciones preferentes subverticales (J1 y J2) y normales entre sí. Cuando el elemento a medir es un plano, el ángulo de inclinación recibe en geología el nombre de buzamiento (dip), mientras que cuando se trata de una recta la inclinación recibe el nombre de inmersión (plunge).

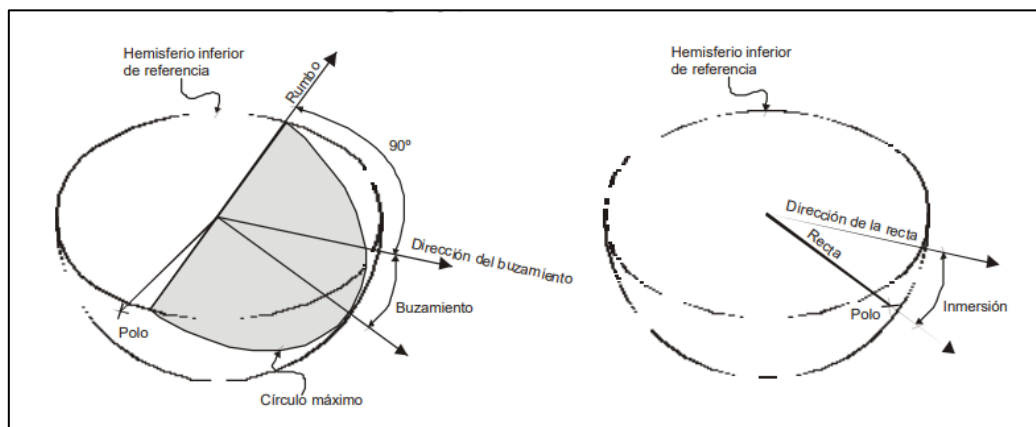


Figura 9.Elementos de un plano y una recta.

Fuente: (Jover et ál, 2002).

4.7 Cartografía

Según Santamaría (2011), la Cartografía es la ciencia, la técnica y el arte de la elaboración y uso de los mapas, esta permite representar sobre un plano una parte o la totalidad de la superficie terrestre, de manera que se puedan conocer las deformaciones existentes y se mantengan dentro de ciertos límites o condiciones, que dependen de las características que en cada caso se pidan a la representación. (p.11)

De tal manera su objetivo constituye el reunir y analizar datos y medidas de las diversas regiones de la Tierra, y representar éstas gráficamente a una escala reducida, pero de tal modo que todos los elementos y detalles sean claramente visibles. (p.11)

4.7.1 Sistemas de Información Geográfica

Según Olaya (2020), los SIG son sistemas que permiten almacenar datos espaciales para su consulta, manipulación y representación. La representación de datos espaciales es el campo de estudio de la Cartografía, estos son considerados una herramienta integradora que busca abarcar en su ámbito todas las funcionalidades que se requieren para el trabajo con variables y elementos espacialmente localizados, incorporando para ello capacidades variadas. (p.5)

4.8 Levantamiento geológico

Según lo establece Echeveste (2017), el levantamiento geológico y topográfico consiste en la elección de puntos en el terreno, su ubicación relativa y/o absoluta y su representación en un mapa. Una vez elegido el punto que se quiere levantar, sobre la base de su importancia por la observación de un rasgo geológico, topográfico, fisiográfico u otro, la determinación de su ubicación dependerá del instrumento con que se cuente para hacer ese levantamiento. (p.56)

El levantamiento geológico proporciona información diversa del concesión y de los materiales del sitio (litología), permite conocer el ambiente geológico general y detalle, identificar las estructuras significativas como pliegues, fallas, cabalgaduras, fracturas (geología estructural), conocer la geomorfología, procesos erosivos actuales, tipos de drenajes superficiales y subterráneos.

4.9 Mapeo Geológico

Un mapa geológico según Delgado et ál (2010), es la representación, sobre un mapa topográfico, de los diferentes tipos de unidades geológicas que afloran en la superficie terrestre, así como de sus respectivos contactos. Para distinguir las rocas se emplean diferentes tonalidades de colores. En un mapa geológico se reflejan también las 9 de 140 estructuras tectónicas (pliegues, fallas, etc.), los yacimientos de fósiles, aspectos hidrogeológicos (Notas, red de drenaje, etc.), recursos minerales, etc.

Las unidades geológicas que aparecen en un mapa pueden haber sido agrupadas de acuerdo con variados criterios: edad común, mismo tipo de roca, mismo contenido de fósiles, igual permeabilidad, etc. Cada uno de estos mapas recibe un nombre especial. (p.8)

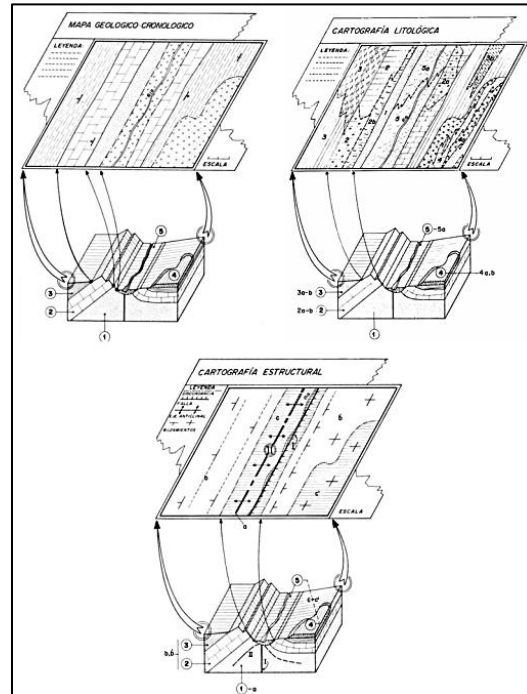


Figura 10. Mapas geológicos

Fuente:(Delgado et ál, 2010)

Según Delgado et ál, (2010), los mapas geológicos no son otra cosa que modelos a escala reducida de la realidad. Por ello, como en cualquier modelo, en su elaboración han de realizarse una serie de concesiones (simplificaciones) que posibilitan un adecuado compromiso entre la legibilidad y la representatividad de las características geológicas destacables en la región estudiada.

La elaboración de los mapas geológicos pasa por una serie de operaciones que incluyen la proyección de los aspectos tridimensionales a fin de conseguir una representación plana, la cual encontramos impresa sobre el papel. (p.9)

Una vez encontrado un afloramiento, éste se sitúa sobre un mapa topográfico o bien sobre una foto aérea (**Figura 11**). Con la ayuda de las herramientas típicas del trabajo de campo (martillo, lupa, brújula), intenta identificar las rocas presentes en el afloramiento, así

como todas aquellas características útiles (fósiles, orientación de planos y lineaciones en las rocas, etc.) en la posterior identificación.

Delgado et ál, (2010), también afirma al final de los trabajos de campo, el mapa resultante no es otra cosa que una serie de manchas de color y símbolos dispersos sobre el mapa topográfico o en la foto aérea. Si la cartografía ha sido efectuada con rigor, se trata de un mapa objetivo de extraordinario valor, puesto que debiera ser independiente de la persona que lo haya realizado: Se reflejan tan sólo aquellas características verificables en cualquier momento por cualquier otro observador. (p.11)

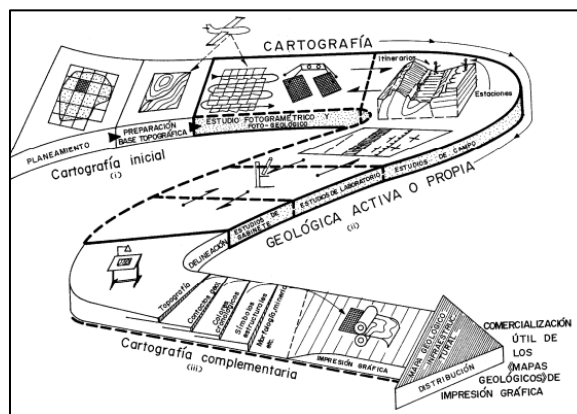


Figura 11. Esquema de realización de la cartografía geológica convencional.

Fuente:(Delgado et ál, 2010)

4.9.1 Métodos de mapeo.

Los métodos de mapeo se dividen en tres tipos: métodos de contactos para mapas regionales de escala pequeña; método de mapeo de todos los afloramientos para mapas de detalle de gran escala; y finalmente, métodos de perfiles, que pueden emplearse en mapas regionales como de detalle. (Echeveste, 2017, p.168)

4.9.1.1 Mapeo de contactos:

Establecido para escalas pequeñas e intermedias, 1:20.000 y más pequeñas, consiste en volcar en el mapa la traza de los contactos entre las distintas unidades de mapeo en su intersección con la superficie topográfica. Una manera de determinar la posición del contacto en las zonas cubiertas es levantar puntos en zigzag en afloramientos de ambas unidades a

ambos lados de la zona cubierta y trazar el contacto entre los límites dados por estos puntos. (p.169)

4.9.1.2 Mapeo por afloramientos

Se utiliza como base para la geología detallada a escala 1:10.000 y más grande. El mapeo por afloramientos es particularmente indicado en terrenos metamórficos donde las rocas pueden presentar una fuerte variabilidad en distancias pequeñas. (p.172)

4.9.1.3 Mapeo por perfiles

Para mapeo de grandes regiones a escala pequeña 1:250.000 a 1:50.000. El mapeo por perfiles implica simplemente levantar la geología mientras se camina a lo largo de una ruta predeterminada. Los contactos y otros rasgos geológicos serán extrapolados entre las observaciones realizadas en perfiles contiguos. (p.173)

4.9.2 Corte Geológico

Según Delgado et ál, (2010), un corte geológico es la interpretación gráfica, en un plano vertical, de la estructura geológica del subsuelo. Para construirlo hace falta situar sobre un perfil topográfico, los datos geológicos que se observan sobre el mapa a lo largo de la sección considerada: los tipos de roca, el buzamiento (dirección y ángulo de inclinación), la potencia (es decir, el espesor de las capas), los tipos de contacto, las estructuras tectónicas, así como toda aquella información que se disponga referente al subsuelo (pozos petrolíferos, perfiles sísmicos, etc.). Hay que recordar que un corte geológico se representa sobre un mapa mediante una línea: Es una característica unidimensional ($[X1, Y1], [X2, Y2]$) sobre una representación bidimensional (XY). No obstante, los cortes adquieren la bidimensionalidad al considerar una nueva coordenada: la profundidad respecto de la superficie topográfica (Z). Por tanto, todos los contactos que aparezcan en el corte, estarán localizados sobre la superficie topográfica del mismo o bien 13 de 140 quedarán reflejados sobre el mapa. (p.12).

En primer lugar, debe construirse el perfil topográfico de la sección vertical que sea de interés. Para ello, se utilizará la información topográfica presente en el mapa. A continuación, se trasladarán al perfil topográfico los puntos de contacto entre formaciones geológicas y demás características geológicas reseñables (discordancias, fallas, etc.). Dichos

puntos están en el mapa y, por tanto, en el corte habrán de estar sobre el perfil topográfico (p.13).

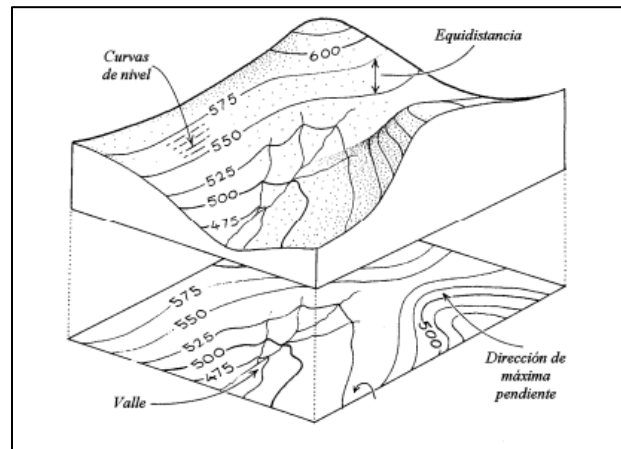


Figura 12. Proyección de curvas de nivel sobre un mapa topográfico.

Fuente: (Delgado et ál, 2010).

5 Metodología

5.1 Ubicación y Acceso al Concesión de Estudio

5.1.1 Ubicación Geográfica

La Concesión minera “El Venado” Código 50001125 se encuentra ubicada en la parroquia La Canela del cantón Palanda de la Provincia de Zamora Chinchipe, tiene una superficie de 4 hectáreas mineras contiguas, dedicada principalmente a la extracción de minerales metálicos, específicamente el oro depositados en vetas (yacimientos primarios), cuyo destape del mineral se realiza mediante galerías exploratorias, de las cuales solo se avanzado unos cuantos metros entre 31 y 41 metros, actualmente se encuentra en la etapa de exploración y explotación donde se realizará la construcción, operación, mantenimiento y cierre.

Las coordenadas U.T.M de los vértices que conforma el polígono correspondiente a la concesión minera, referenciados a los DATUM UTM/PSAD56/17S y UTM/ WGS84/17S, se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 2. Coordenadas de la concesión minera El Venado DATUM (PSAD 56 Zona 17 Sur)

COORDENADAS DATUM (PSAD 56 Zona 17 Sur)		
Punto	Este	Norte
1	727600	9486700
2	727800	9486700
3	727800	9486500
4	727600	9486500

Tabla 3. Coordenadas de la concesión minera El Venado DATUM (WGS 84 Zona 17 Sur)

COORDENADAS DATUM (WGS 84 Zona 17 Sur)		
Punto	Este	Norte
1	727340	9486327
2	727540	9486327
3	727540	9486127
4	727340	9486127

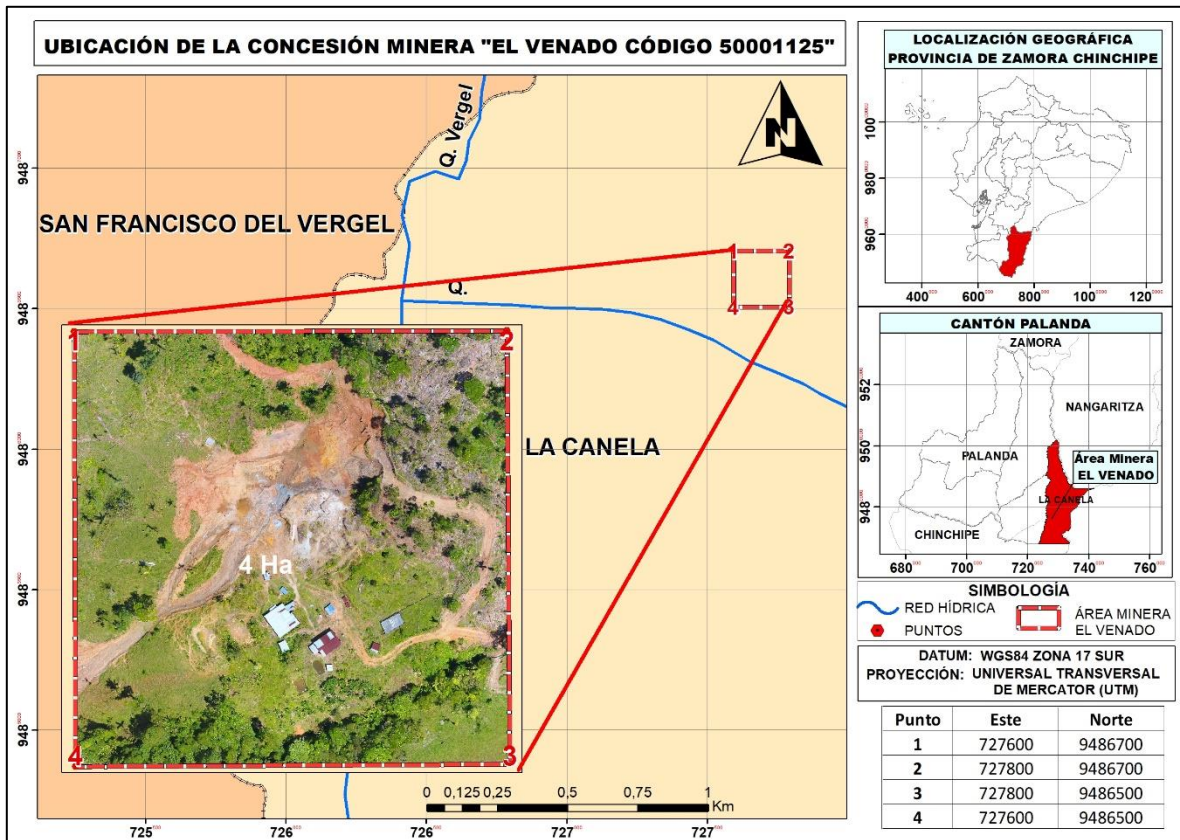


Figura 13. Ubicación de la Concesión Minera “El Venado”

5.1.2 Acceso

El acceso se lo realiza por la vía de primer orden de Loja - Palanda, en una distancia de 117.6 Km y un tiempo de 02H30 minutos. Luego existe una vía de segundo orden de 57.4 Km, sin pavimentar que conduce a la parroquia La Canela y a San Francisco de Vergel, con un tiempo de recorrido de 01H45 minutos; posteriormente por la ausencia de vía, se hace una caminata de 01H30 min hasta la concesión minera en mención.

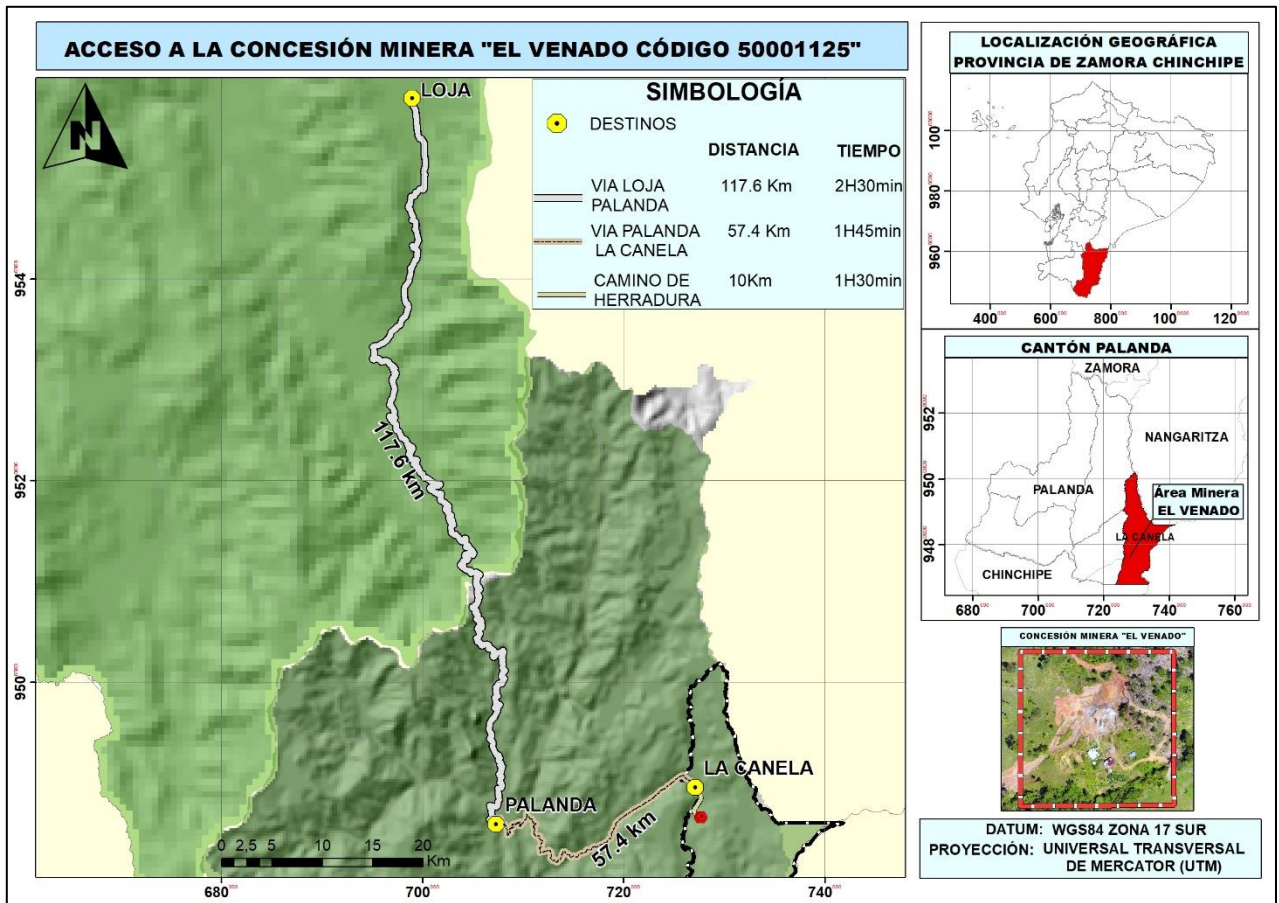


Figura 14. Acceso a la Concesión Minera “El Venado”

5.2 Datos Generales

Tabla 4. Datos generales de la concesión minera EL VENADO Código 50001125

CONCESIÓN MINERA EL VENADO CÓDIGO 50001125	
Nombre del Titular Minero	Jose Edilson Tamayo Rosales
Mineral de interés	Oro
Provincia	Zamora Chinchipe
Cantón	Palanda
Parroquia	La Canela
Fase Minera	Explotación
Superficie (has.)	4
Tipo de Mineral de Manifiesto	Metálico
Forma Explotación	Subterráneo
Régimen	Pequeña Minería

5.3 Geología Regional

La región Oriental está conformada por dos zonas: la Cuenca Amazónica y la Zona Subandina. La Cuenca Amazónica es parte del tras arco de los Andes ecuatorianos, compuesta por sedimentos marinos y continentales que alojan los principales campos petrolíferos del país. La Zona Subandina es la división morfoestructural transicional entre la cuenca amazónica y la sierra andina alta. Comprende una franja relativamente estrecha de rocas falladas y deformadas que pertenecen tanto a la Cordillera Real como a las secuencias sedimentarias de la Cuenca Amazónica. (Prodeminca, 2000)

El distrito minero de Zamora comprende parte de la región morfoestructural de la Cordillera del Cóndor dentro de la Zona Subandina. Este distrito incluye los campos mineros del Cinturón de Nambija, Campo Minero de Chinapinza y el Cinturón Porfídico San Juan Bosco. (Prodeminca, 2000)

Geológicamente la concesión minera “El Venado” se encuentra dentro de la formación Misahualli cuya edad no está bien definida pero posiblemente se atribuye al Jurásico, incluyendo todas las rocas volcánicas de origen continental del cinturón Subandino, como basaltos, andesitas, traquitas, tobas andesíticas y brechas con clastos de basalto y andesita basáltica. (Instituto de Investigación Geológico Enérgico, 2017). Localmente la concesión minera posee rocas andesitas de composición intermedia con textura afanítica a porfirítica; a nivel subterránea en las galerías exploratorias se determina andesita con textura afanítica de composición intermedia a básica como es la denominada andesita basáltica presentando minerales ferromagnesianos como hornblendas, biotita, piroxenos. (**Anexo 1**).

Complejo Intrusivo de Zamora. Formación geológica que se ubica en el extremo Sur Este del Ecuador, extendiéndose por más de 200 km a lo largo de la cordillera de los Andes Ecuatorianos y se prolonga hasta el norte del Perú. Es un complejo intrusivo alargado de aproximadamente 200 km de largo por 50 km de ancho, dividido en tres bloques por las fallas La Canela y Nangaritza de dirección Norte - Sur. Este complejo intrusivo está constituido por una serie de litologías que incluyen granodioritas hornbléndicas - biotíticas y dioritas hornbléndicas, granodioritas hornbléndicas con megacristales de feldespato potásico,

cuarzomonzodioritas con megacristales de pertita rosa, intrusivos subvolcánicos granulados: microdioritas y pórfidos de hornblenda \pm feldespatos de composición cuarzodiorítica a monzodiorítica; stocks de monzogranitos y cuarzomonzonitas con biotita y muscovita, a la vez que los granitos verdaderos son raros. Es un batolito tipo-I como producto de un arco volcánico continental en respuesta al inicio de la subducción durante el Jurásico, esencialmente no deformado ni metamorfozido. La edad ha sido determinada entre 170 Ma., y 190 Ma. Jurásico Medio-Inferior. (Litherland y otros, 1994).

Formación Misahualli. Es considerada como la fase volcánica del arco magmático continental que genera el batolito de Zamora. La edad de las rocas asignadas como al Miembro Misahuallí no está bien definida pero posiblemente se atribuye al Jurásico. Esta Unidad incluye de manera general a todas las rocas de origen volcánico restringidas al cinturón subandino. En el Distrito Zamora aparece como rebanadas tectónicas controlada al Sur por la falla La Canela, al Este por la falla El Cóndor y hacia el Norte como un acúñamiento entre las fallas Palanda y Nangaritza. Al Norte del Cinturón de Nambija se encuentra inmersa dentro del batolito de Zamora. En el levantamiento del Cutucú, esta Unidad Misahuallí Sobreyace a la formación Santiago y está debajo de la Formación Hollín (Litherland y otros, 1994).

La litología comprende una serie de basaltos gris oscuros y verdes, andesitas, traquitas, tobas grises y verdes, brechas interestratificadas con lutitas rojas, areniscas y conglomerados, también asociado con intrusiones subvolcánicas subporfídicas (Baldock, 1982 en Litherland y otros, 1994). Las tobas andesíticas que han sido interpretadas como parte de este miembro, afloran en las márgenes del Río Panguri inmediatamente al Sur de las rocas intrusivas interpretadas como parte del batolito de Zamora y al este de la falla La Canela (Litherland et al, 1994). Las andesitas masivas gris verdosas, de textura afanítica a subporfirítica, se intercalan delgadas capas de brecha gris verdosa con clastos de basalto y andesita basáltica. No se dispone de datos geoquímicos de estas rocas; sin embargo, por su naturaleza petrográfica andesítica se interpreta como originada en un arco continental calco-alcalino compatible con la intrusión del Complejo Zamora. (Instituto de Investigación Geológico Enérgico, 2017).

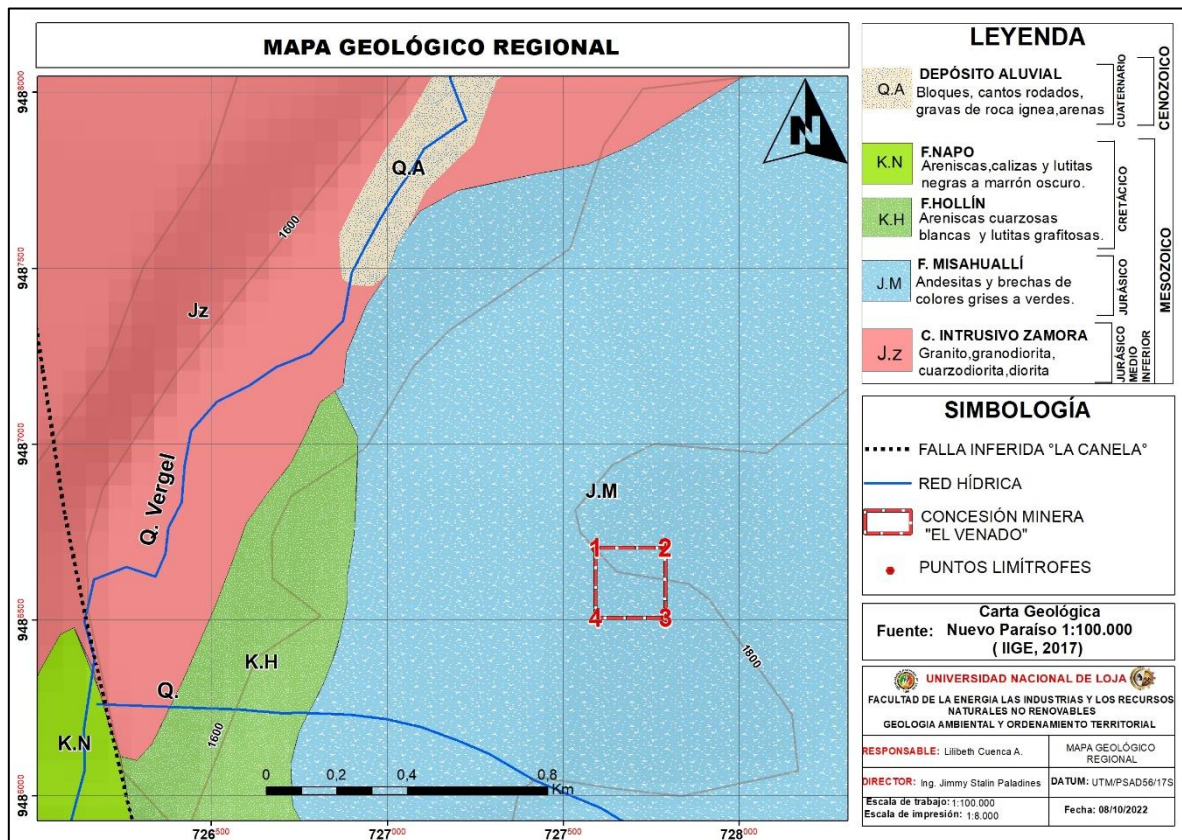


Figura 15. Geología Regional

Fuente: Instituto de Investigación Geológico Energético (2017)

5.4 Geología Estructural

Las estructuras del Distrito de Zamora están dominadas por la falla / sutura regional de cabalgamiento Palanda y las fallas biseladas con tendencia N-S de La Canela y Nangaritza que dividen al batolito de Zamora en tres segmentos tectónicos definidos de Este a Oeste como los subdistritos mineros de Gualaquiza, Cumbaratza y Zumba. Estas fallas regionales alojan pequeñas rebanadas tectónicas de las Formaciones Napo y Hollin. (Prodeminca, 2000).

El batolito de Zamora está limitado al Este por la falla El Cóndor de tendencia NNE-SSW en contacto tectónico con la formación Misahuallí. (Prodeminca, 2000).

Las estructuras principales en el Distrito de Zamora son:

- Estructuras regionales con dirección andina (N-S y NNE - SSW) las cuales delimitan terrenos litotectónicos y además constituyen el principal control del magmatismo y la metalogénesis en la región.
- Fallas secundarias con dirección NE - SW a ENE - WSW que se relacionan con la mineralización.
- Fallas secundarias con lineamientos WNW los cuales son complementarios al sistema de fallas NE a ENE. (Prodeminca, 2000).
- La ocurrencia del graben en el Cinturón de Nambija, limitado por fallas con dirección N-S, ha preservado a rocas de edad pre a sin-batolítica como techos colgantes que han sido parcialmente Skarnificadas. (Prodeminca, 2000).



5.5 Mineralización

Todos los depósitos metalíferos en el Distrito de Zamora están situados dentro del Batolito de Zamora especialmente alojado en rocas volcánicas y volcanosedimentarias de la Formación Misahuallí y Unidad Piuntza. (Prodeminca, 2000).

5.6 Geomorfología

El cantón Palanda se encuentra atravesado hacia el sur, por el Dominio Fisiográfico de la Zona Subandina, representado por relieves montañosos o colinados medios, altos o muy altos, escalonados, y conforma su expresión morfológica más característica, representada por la Cordillera del Cóndor. En el cantón Palanda representa el segundo dominio fisiográfico más extenso. Se dispone a lo largo de todo el borde oriental, con alturas que oscilan entre los 1.400 y los 3.000 msnm SIGTIERRAS (2016)

Tabla 5. Formaciones geomorfológicas del concesión de estudio

Dominio Fisiográfico	Genesis	Geoforma	Descipción	Formacion	Litología	Pendiente	Imagen Referencial
Zona Subandina	Laderas	Vertiente Heterogenea (Lh1)	Cordillera Del Condor: Relieves Accidentados Principalmente Sobre Granitos Y Modelado Estructural Sobre Areniscas	Unidad Misahualli	Lavas Y Piroclastos (Andesitas, Basaltos y Tobas), Con Areniscas, Lutitas Y Conglomerados	Fuerte (> 40 - 70 %)	
Zona Subandina	Poligénicas	Coluvio-Aluvial Antiguo (Coa2)	Cordillera Del Condor: Relieves Accidentados Principalmente Sobre Granitos Y Modelado Estructural Sobre Areniscas	Depositos Coluvio Aluviales	Limos, Arcillas, Arenas, Gravas Y Bloques	Media (> 12 - 25 %)	

Fuente: SIGTIERRAS (2016)

La geomorfología de la concesión de estudio está ligada al dominio fisiográfico de la zona subandina figurado por colinas, relieves montañosos con laderas de pronunciados desniveles, de cimas redondeadas y vertientes heterogéneas, además de formas poligénicas ligadas directamente al drenaje (coluvio-aluviales). Se encuentra un único contexto morfológico dentro de este dominio, denominado Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas, con parcial cobertura de cenizas volcánicas, en el que las laderas constituyen el modelado más representativo (**Anexo 2**).

5.7 Materiales

5.7.1 Materiales de campo

- GPS Garmin
- GPS Diferencial
- Brújula tipo Brunton
- Martillo geológico
- Cinta métrica
- Cámara fotográfica
- Fichas para la toma de datos en campo

- Ácido Clorhídrico
- Lápiz, borrador y libreta de campo

5.7.2 Equipos de oficina

- Computadora laptop Dell
- Impresora

5.7.3 Softwares empleados

- Excel
- SASplanet
- AutoCad
- CivilCad 3D
- ArcGis 10.5
- Leapfrog Geo 5.1.4

5.8 Procedimiento

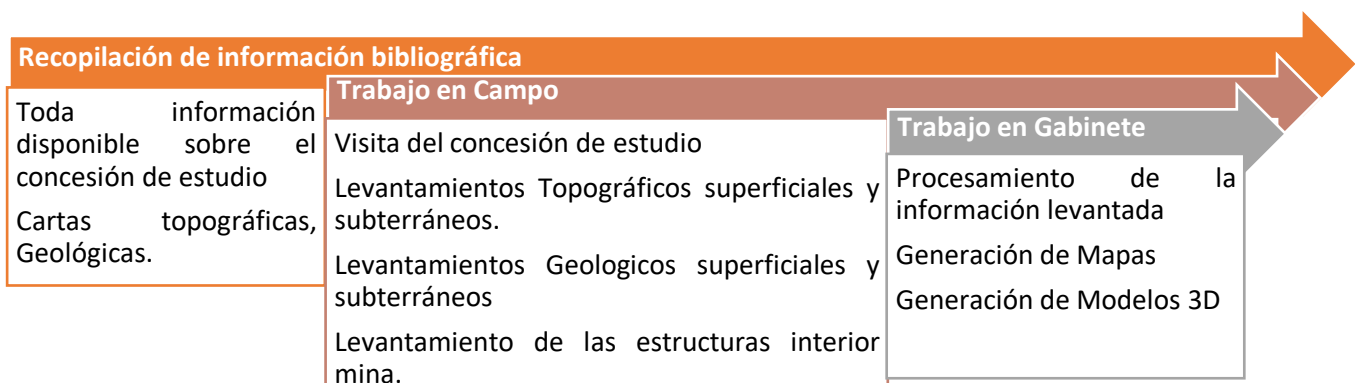


Figura 16. Metodología General

5.8.1 Metodología para el Primer Objetivo:

“Realizar un levantamiento topográfico superficial y subterráneo de las galerías exploratorias de la concesión minera El Venado”

En el levantamiento de la topografía superficial del sector de estudio perteneciente a la concesión minera “El Venado” de 4ha mineras contiguas, se empleó el método de trabajo de una poligonal cerrada que consiste en un polígono de trabajo con un área alrededor de la extensión de las galerías exploratorias, capaz que aborde el campo minero, infraestructura y la vía de acceso. Para ello se procedió a realizar el trabajo de campo según Zúñiga (2022) consistió en lo siguiente:

- Mediante el uso del Receptor GPS Diferencial Trimble Base y Movil (Rover) con un radio de acción de aproximadamente 5km a la redonda, se realizó el levantamiento en modo RTK (Real Time Kinematic o Lectura en Tiempo Real) definido por defecto en el programa.
- Posterior a ello se emparejó con la misma serie del dispositivo tanto la Antena Base con el Rover Móvil por vía bluetooth (Vinculo de datos base – Radio interna de receptor), se configuró al estilo de levantamiento por el método RTK el cual trabaja con las coordenadas generadas por el mismo equipo y presenta una alta precisión en áreas pequeñas.
- Se creó una nueva carpeta para almacenar los datos levantados del proyecto (topografía general – trabajos – trabajo nuevo). En el inicio la medición (iniciar receptor base) se conectó con el radio de la base, y se tomó (1) punto de control para lo cual se colocó un trípode con la antena GPS llevando a cabo el estacionamiento del mismo ya que ofrece una alta precisión en largas distancias, utilizando el sistema de coordenadas UTM/PSAD56/17S (**Figura 17**), se almacenó el punto y se colocó la altura de la antena que fue de 2m medido del centro (estaca colocada) al tope senaizado de la antena.
- Para finalizar se procedió a medir con el Rover (Medir – RTK - Medir puntos) colocando la altura de 2m medido desde su base con el tope del receptor, luego se procedió a la toma de puntos mediante el recorrido del terreno para realizar el

levantamiento del concesión minera con un error de 4.2cm .(Figura 18), siguiendo los pasos indicados en la guía y almacenando los datos en una tarjeta de memoria para luego trasladarla a un software instalado en el computador.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA			
CARRERA DE INGENIERIA EN GEOLOGIA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL			
Caracterización Geologica Estructural de las Galerias Exploratorias del Área Minera "El Venado" Código 50001124			
Ficha de Ubicación punto de control			
Realizado por:	Cliente:	Fecha de Encuesta:	
Ing.Fabián Zúñiga	Lilibeth Cuenca	20/11/2022	
Equipo:	Procesado en:	Estación Referencia:	
GPS Diferencial Trimble	RTK	PC BOCAMINA	
COORDENADAS UTM			
SIRGAS PSAD56		PARAMETROS DE	
Norte:	9486610,002	Proyección:	UTM
Este:	727691,998	Datum:	PSAD56
Alt. Elips:	1751,012	Zona:	17 S
Ubicación: Concesión minera "El Venado"		Referencia Fotográfica	
			

Figura 17.Punto de Control de la Concesión Minera El Venado.



Figura 18. levantamiento topográfico superficial de la Concesión Minera El Venado.

- Una vez realizado el levantamiento topográfico superficial se procesó la información obtenida y se generó un mapa topográfico del polígono de trabajo, con curvas de nivel equidistantes cada 1m en coordenadas UTM/PSAD56/17S, a una escala 1:5000 en el software ArcGIS versión 10.5.

- Ya realizado el mapa topográfico se procede a realizar un corte topográfico en sentido Suroeste - Noreste para obtener las pendientes del área de estudio, mismas que fueron clasificadas según la metodología de Demek (1972) y según lo establecido en el Sistema Nacional de Información de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica 2016.

Tabla 6. Clasificación de Pendientes

Término de la pendiente	Grados (°)	Porcentaje (%)
Plano	0 - 2°	3,5
Ligeramente inclinado	2 - 5°	3,6 - 8,7
Fuertemente inclinado	>5 - 15°	8,7 - 26,8
Muy inclinado	>15 - 35°	26,8 - 70
Empinado	>35 - 55°	70 - 143
Vertical	>55 - 90°	143 - ∞

Fuente: Demek (1972)

Tabla 7. Pendientes según sus geoformas

Geoforma	Formación	Litología	Pendiente
Vertiente Heterogéneas	Formación Misahuallí	Lavas y piroclastos de andesitas, basaltos y tobas	Fuerte: (> 40 - 70 %)
Coluvio-Aluvial Antiguo	Depósitos Coluvio Aluviales	Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques	Media: (> 12 - 25 %)

Fuente: SIGTIERRAS (2016)

Para el levantamiento topográfico subterráneo se realizó un recorrido previo interior mina, con el fin de determinar las condiciones de las galerías exploratorias, debido al espacio limitado de las galerías exploratorias para usar una estación total, se empleo el método de trabajo de una poligonal abierta con el uso de cinta y brújula, mismo que partiendo de un punto de control previamente tomado con el equipo GPS diferencial, hasta cada una de las bocaminas que fueron la primera estación, se realizó el levantamiento utilizando la brújula para determinar la dirección y angulo de inclinación y la cinta métrica para obtener la distancias (longitud, alto, ancho), cada estación o puntos de control se establecieron en función de la extensión de las galerías exploratorias. (**Tabla 8**).

Tabla 8. Ficha de registro de estaciones para el levantamiento subterráneo.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA					
CARRERA DE INGENIERIA EN GEOLOGIA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL					
Caracterización Geologica Estructural de las Galerías Exploratorias del Área Minera "El Venado" Código 50001125					
Ficha de Levantamiento Topográfico Subterráneo					
COORDENADAS PSAD56 (PP)		X	Y	Z	
GALERÍA EXPLORATORIAS					
Punto	Distancia	Ancho	Altura	Rumbo	Angulo de inclinación (°)

El procedimiento para la toma de puntos o estaciones interior mina consistio en los siguientes pasos:

- Primeramente para relizar el levantamiento topográfico de las galerías exploratorias se partió del punto de control tomado previamente con el equipo Gps diferencial el cual se marco con una (estaca). **(Figura 17).**

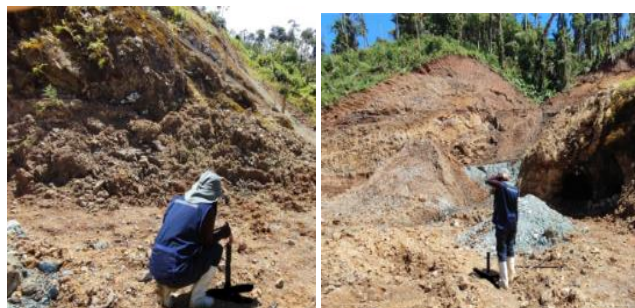


Figura 19. Punto de partida para el levantamiento subterráneo

- Por consiguiente se realizó una marca (Spray) ubicada a 4.5m de distancia del punto de partida, en la entrada a la galería exploratoria N°1 y otra marca a 4.12m en la entrada de la galería exploratoria N°2, ubicando la primera estación para cada una de las galerias **(Figura 20).**



Figura 20. Señalización previa al levantamiento topografico subterráneo

- Posteriormente se extendió una piola desde el punto de partida a la estación 1 formando una diagonal, para luego con ayuda de la brújula determinar el rumbo y el ángulo de inclinación de la piola, y con la cinta métrica tomar las medidas del ancho y altura de la galería (**Figura 21**).



Figura 21. levantamiento topografico subterráneo de las galerías exploratorias.

- La información del levantamiento (la distancia inclinada de una estación a otra y el ángulo de inclinación de la piola) fue registrada en las fichas establecidas, la cual fue procesada en una hoja de cálculo de Microsoft Excel.

Para obtener su distancia real y lograr una reducción del error se utilizaron las siguientes fórmulas tomadas de MINERPLADO S.A (2018):

- **Distancia Vertical.** La Distancia Vertical entre dos puntos es la diferencia de cotas, o desnivel, entre las superficies de nivel que pasan por ellos, se lo determina mediante la siguiente expresión.

$$Dist\ Vertical = Dist.Inclinada * ((SENO(3,1416 * Angulo\ de\ inclinación\ (°)/180)))$$

- **Ángulo Vertical (m):** Es el ángulo formado por dos rectas situadas en el plano vertical, o sea entre un punto bajo y dos puntos más elevados, se lo determina mediante la Tangente del ángulo de inclinación expresada a continuación:

$$m = \text{Tan}\theta \quad \text{O} \quad (3,1416 * \theta / 180)$$

- **Distancia Real:** Se considera a la distancia verdadera del terreno que separa dos puntos, se obtiene mediante la siguiente expresión.

$$\text{Dist Real} = \text{COS}(m) * \text{Dist. Inclinada}$$

De la misma manera para obtener las coordenadas de las estaciones se utilizaron las siguientes formulas establecidas por MINERPLADO S.A (2018):

- **Coordenada Este (X):** Se calcula mediante la siguiente expresión.

$$X = \text{COORDENADA X } (pp - p1) + (\text{Distancia Real} * (\text{SENO}(3,1416 * \text{Rumbo}/180)))$$

- **Coordenada Norte (Y):** Se calcula mediante la siguiente expresión.

$$Y = \text{COORDENADA Y } (pp - p1) + (\text{Distancia Real} * (\text{SENO}(3,1416 * \text{Rumbo}/180)))$$

- **COTA (Z):** Se calcula mediante la siguiente expresión.

$$Z = \text{COTA } (pp - p1) + \text{Dist. Vertical}$$

Posterior a ello se exportó los datos corregidos al software AutoCAD donde se realizó el gráfico de las galerías exploratorias, luego la información fue exportada al software ArcGIS versión 10.5 con el fin de generar el mapa topográfico de las galerías exploratorias representado en Datum UTM/PSAD 56/17S.

5.8.2 Metodología para el Segundo Objetivo:

“Definir las características geológicas superficiales, subterráneas y estructuras presentes en las galerías exploratorias de la concesión minera El Venado”.

En el levantamiento de la geología local, una vez establecida la base topográfica se realizó el levantamiento geológico superficial utilizando el método de levantamiento por

afloramientos definido por Echeveste (2017) apropiado para escalas grandes, para ello se realizaron recorridos en las fechas establecidas en la (Tabla 9).

Tabla 9. Fechas del levantamiento de la geología superficial.

Recorridos en la Concesión minera “El Venado”		
Días	Mes	Año
22	Dic	2022
23	Dic	2022
27	Dic	2022
28	Dic	2022
29	Dic	2022
30	Dic	2022

Estos recorridos se realizaron en los alrededores accesibles de la concesión minera se encontraron 8 afloramientos, en los que se utilizaron la ficha de afloramientos establecida en la (Tabla 10), para la descripción directa (in situ) de la litología superficial y datos estructurales observados en cada uno de los 8 afloramientos antrópicos encontrados a lo largo de la vía de acceso a la concesión minera, cerca de la infraestructura y de los bancos de explotación (Tabla 11). Con la información recopilada se procedió a la generación de un mapa geológico superficial de Escala 1:5000, utilizando la base topográfica levantada se correlacionó la litología encontrada con la mencionada en la geología regional.

Tabla 10. Ficha de Afloramientos

CARRERA DE INGENIERIA EN GEOLOGIA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL							
Caracterización Geologica Estructural de las Galerias Exploratorias del Área Minera "El Venado" Código 50001124							
Ficha de Descripción de Afloramientos							
Código del Afloramiento				GÉNESIS			
Sector Referencial	Área minera El Venado, La Canela			Ígneo	Metamórfico	Sedimentaria	
Coordenadas de ubicación PSADS6	X: _____	Y: _____	Z: _____	LITOLOGÍA	Plútonica	Foliada	Clásticas
Tipo de Afloramiento	Natural ()	Antropico ()			Volcánica		
Dimensiones del Afloramiento	Alto (m) _____		Ancho (m) _____		Hipoabisal	No foliada	No clásticas
Vegetación	Sin vegetación ()	Vegetación escasa ()	Vegetación Frondosa ()				
Grado Meteorización	Sana ()	Algo Meteorizado ()	Moderamente meteorizado ()		Muy meteorizado ()	Completamente meteorizado ()	Suelo Residual ()
Hidrogeología	Sin presencia de agua ()	Seco (con señales de agua) ()		Húmedo ()	Goteo ()	Flujo ()	
Ubicación: Concesión minera "El Venado"				Imagen Referencial			
DESCRIPCIÓN:							

Tabla 11. Coordenadas de ubicación de los afloramientos levantados

Afloramientos DATUM (UTM/PSAD56/17S)			
Código	X	Y	Z
A1	727736	9486664	1784
A2	727784	9486643	1786
A3	727774	9486623	1792
A4	727779	9486560	1781
A5	727690	9486618	1766
A6	727604	9486583	1732
A7	727675	9486562	1740
A8	727795	9486544	1765

Para el levantamiento de la geología local subterránea se levanto la información a lo largo de las dos galerías exploratorias, tomando cada 5m o 10m muestras de mano, donde existía específicamente cambios de la litología, para lo cual se caracterizó las propiedades físicas de las rocas; color, textura, estructura, minerales principales, secundarios, y de alteración, las muestras de roca fueron analizadas con más detalle en el laboratorio de Petrografía y Mineralogía de la Carrera de Geología Ambiental de la Universidad Nacional de Loja, con la ayuda del técnico encargado del laboratorio y la utilización del microscopio; todo esto en función de los parámetros establecidos en la ficha geológica para análisis de muestras (**Tabla 12**)

Tabla 12. Ficha de descripción de la litología subterránea

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA	
CARRERA DE INGENIERIA EN GEOLOGIA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL	
Caracterización Geologica Estructural de las Galerías Exploratorias del Area Minera "El Venado"	
Código 50001125	
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA DE ROCA	
Código de la Muestra	Fotografía
Tipo de Roca	
Textura	
Estrcutura	
Tonalidad	
Minerales Principales	
Minerales Secundarios	
Minerales Alteración	
Nombre de la Roca	
Observaciones	

Para la descripción de las estructuras geológicas se utilizó la ficha de descripción de estructuras geológicas subterráneas (**Tabla 13**). Se midió en cada una de las estaciones levantadas, así como también aquellas estructuras encontradas fuera de las estaciones, todo

este procedimiento para cada una de las dos galerías exploratorias, tanto en la galería de 31m como para la galería de 41m, tomando los datos estructurales (Azimut, Buzamiento, Dirección de Buzamiento), el tipo de estructura, distancia, descripción de las condiciones de la estructura y ubicación en la galería.

Tabla 13. Ficha de descripción de estructuras geológicas subterráneas

Galería Exploratoria 41m					
Código	Distancia (m)	Azimut/Rumbo	Buzamiento	Estructura	Sección

5.8.3 Metodología para el Tercer Objetivo:

“Elaborar un mapa geológico – estructural de las galerías exploratorias de la concesión minera El Venado a escala 1:200”

Una vez obtenido los datos levantados en campo topográficos, geológicos y estructurales, tanto superficial como subterráneo de las galerías exploratorias, se proceso la información obtenida en Excel y se exportaron al software AutoCAD donde se gráfico la galería con sus estructuras, luego se exportó en formato Dxf, al software ArcGIS versión 10.5, para establecer su simbología, tramados y coloraciones y así generar un mapa geológico estructural de las galerías exploratorias del concesión minera “El Venado” con Datum UTM/PSAD 56/17S a escala 1:200.

Para llevar una correcta colocación de tramados y colores en el mapa geológico, se siguieron los siguientes patrones:

Para la geología regional y local del área de estudio se utilizó los tramados estandarizados por el (Instituto de Investigación Geológico Energético, 2019):

TRAMADOS DE UNIDADES GEOLÓGICAS		
TRAMADOS	FORMACIONES	ROCAS
	ALUVIAL	Cantos, gravas y arenas
	F. NAPO	Areniscas, calizas y lutitas
	F. HOLLÍN	Areniscas y Cuarcitas
	F. MISAHUALLÍ	Lavas y piroclastos andesíticos
	C. INTRUSIVO DE ZAMORA	Granodiorita

TRAMADOS GEOLOGÍA	
	Aluvial
	Formación Hollín
	Formación Napo
	Unidad Misahuallí
	Complejo Intrusivo de Zamora

Figura 22. Tramados de las unidades geológicas

Fuente: (Instituto de Investigación Geológico Energético, 2019)

Asimismo, se utilizó distintos colores para diferenciar entre unidades (formaciones) litológicas. Para ello se empleó la tabla Cronoestratigráfica Internacional (2019) en base a las siguientes reglas:

1. Siempre amarillo para cuaternario
2. Rojo solo para rocas intrusivas; violeta o rosado para rocas volcánicas
3. Se prefiere los colores asociados a la época.

ERONOTEMA/ EÓN	ERATEMA/ ERA	SISTEMA/ PERIODO	SERIE/ ÉPOCA	PISO/ EDAD	EDAD NUMÉRICA (Ma)	
Fanerozoico	Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	Meghalayano	0.0042 - presente	
				Northgrippiano	0.0082 - 0.0042	
				Greenlandiano	0.0117 - 0.0082	
			Pleistoceno	Superior	0.126 - 0.0117	
				Medio	0.773 - 0.126	
				Calabriano	1.80 - 0.773	
		Neogeno	Plioceno	Gelasiano	2.58 - 1.80	
				Piacenziano	3.600 - 2.58	
			Mioceno	Zancliano	5.333 - 3.600	
				Messiniano	7.246 - 5.333	
				Tortoniano	11.63 - 7.246	
				Serravalliano	13.82 - 11.63	
				Langhiano	15.97 - 13.82	
				Burdigaliano	20.44 - 15.97	
				Aquitano	23.03 - 20.44	
				Chatiano	27.82 - 23.03	
		Paleogeno	Oligoceno	Rupeliano	33.9 - 27.82	
				Priaboniano	37.8 - 33.9	
			Eoceno	Bartoniano	41.2 - 37.8	
				Lutetiano	47.8 - 41.2	
Ypresiano	56.0 - 47.8					
Paleoceno	Thanetiano		59.2 - 56.0			
	Selandiano	61.6 - 59.2				
Daniano	66.0 - 61.6					
ERONOTEMA/ EÓN	ERATEMA/ ERA	SISTEMA/ PERIODO	SERIE/ ÉPOCA	PISO/ EDAD	EDAD NUMÉRICA (Ma)	
Fanerozoico	Mesozoico	Cretácico	Superior	Maastrichtiano	72.1±0.2 - 66.0	
				Campaniano	83.6 ± 0.2 - 72.1 ± 0.2	
				Santoniano	86.3 ± 0.5 - 83.6 ± 0.2	
				Coniaciano	89.8 ± 0.3 - 86.3 ± 0.5	
				Turoniano	93.9 - 89.8 ± 0.3	
			Inferior	Cenomaniano	100.5 - 93.9	
				Albiano	-113.0 - 100.5	
				Aptiano	-125.0 - -113.0	
				Barremiano	-129.4 - -125.0	
				Hauteriviario	-132.9 - -129.4	
		Valanginiano		-139.8 - -132.9		
		Berriasiano		-145.0 - -139.8		
		Jurásico		Superior	Titoniano	152.1± 0.9 - -145.0
					Kimmeridgiano	157.3 ± 1.0 - 152.1± 0.9
			Medio	Oxfordiano	163.5 ± 1.0 - 157.3 ± 1.0	
				Calloviano	166.1± 1.2 - 163.5 ± 1.0	
				Bathoniano	168.3± 1.3 - 166.1± 1.2	
				Bajociano	170.3 ± 1.4 - 168.3 ± 1.3	
				Aaleniano	174.1 ± 1.0 - 170.3 ± 1.4	
				Toarciano	182.7 ± 0.7 - 174.1 ± 1.0	
		Triásico	Inferior	Pliensbachiano	190.8 ± 1.0 - 182.7 ± 0.7	
				Sinemuriano	199.3 ± 0.3 - 190.8 ± 1.0	
				Hettangiano	201.3 ± 0.2 - 199.3 ± 0.3	
			Superior	Rhaetiano	-208.5 - 201.3 ± 0.2	
Noriano	-227 - -208.5					
Camiano	-237 - -227					
Medio	Ladiniano	-242 - -237				
	Anisiano	247.2 - -242				
	Alenekiano	251.2 - 247.2				
Induano	251.902 ± 0.024 - 251.2					

Figura 23. Tabla cronoestratigráfica

Fuente: (Instituto de Investigación Geológico Energético, 2019)

Para establecer la simbología para las estructuras geológicas (Figura 24).

CONTACTOS			FALLAS		
Contactos Cartográficos			Falla Normal		
Cód	Descripción	Simbología	Cód	Descripción	Simbología
1.1	Contacto Observado: Identidad y existencia cierta		4.1	Falla observada: Identificada y de existencia comprobada	
1.2	Contacto Inferido: Identidad existencia y ubicación que se deduce en base a rasgos geológicos indirectos		4.2	Falla inferida: Identidad, existencia y ubicación que se deduce en base a rasgos geológicos indirectos	
1.3	Contacto Cubierto: Identidad y existencia cierta, ubicación cubierta		4.3	Falla Cubierta: Identidad y existencia cierta, ubicación cubierta	

DIACLASAS			Vetas/Filones		
Cód	Descripción	Simbología	Cód	Descripción	Simbología
4.1	Diaclasa inclinada con rumbo y buzamiento		9.2.1	Veta mostrando rumbo y buzamiento	
4.2	Diaclasa vertical		9.2.2	Veta vertical	
4.3	Diaclasa horizontal				

Figura 24. Simbolización para otros elementos geológicos

Fuente: Instituto de Investigación Geológico Energético (2019)

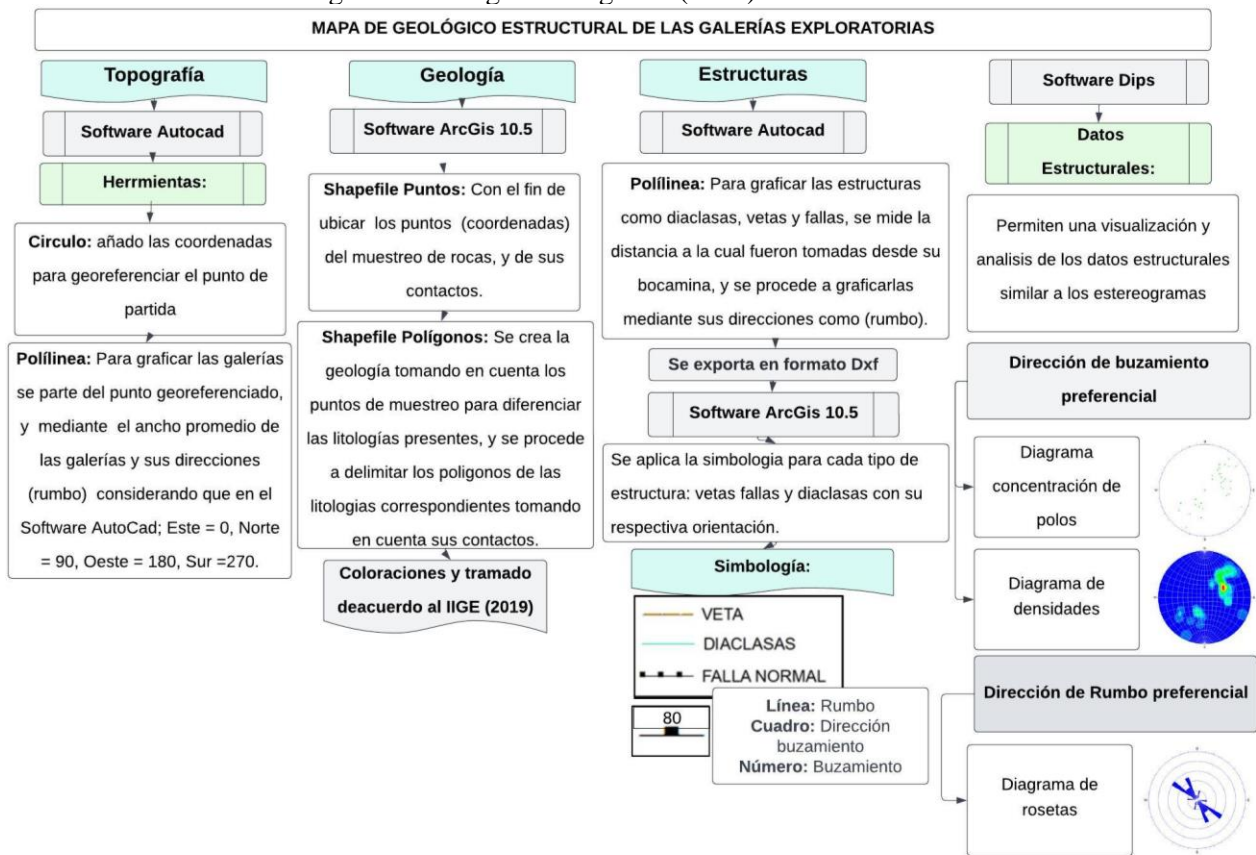


Figura 25. Procedimiento para realizar el mapa geológico estructural de las galerías exploratorias.

Modelamiento de las Labores Subterráneas

Para realizar el modelamiento 3D de las galerías exploratorias subterráneas se utilizó los softwares AutoCAD CIVIL 3D y LEAPFROG GEO 5.1.4 estos softwares permiten un modelamiento implícito ya que contienen herramientas muy útiles que ayudan al diseño de galerías en tres dimensiones.

Para el diseño (gráfico) de las galerías exploratorias de 41m y de 31m se necesitó datos topográficos como la distancia de tramo a tramo, sus direcciones, así como su alto y ancho promedio de las galerías exploratorias.

Tabla 14. Datos Topográficos de las galerías exploratorias

Galería Exploratoria N°1			
Distancia Real	Ancho promedio	Altura promedio	Rumbo
41m	1,54	1,71	N°E
Galería Exploratoria N°2			
Distancia Real	Ancho promedio	Altura promedio	Rumbo
31m	1,33	1,5	N°E

Para el diseño (gráfico) de la veta y falla se utilizó como información la dirección y buzamiento de cada estructura, para su modelamiento:

Tabla 15. Datos estructurales de la veta y falla normal utilizados para el modelamiento 3D.

Galería Exploratoria 41m			
Tramo	Dirección Azimut	Buzamiento	Estructura
0+010.8	273°	45°NE	Veta Principal
0+015.16	128°	80°SW	Falla Normal
Galería Exploratoria 31m			
Tramo	Dirección Azimut	Buzamiento	Estructura
0+019.05	128°	80°SW	Falla Normal
0+028,45	273°	45°NE	Veta Secundaria

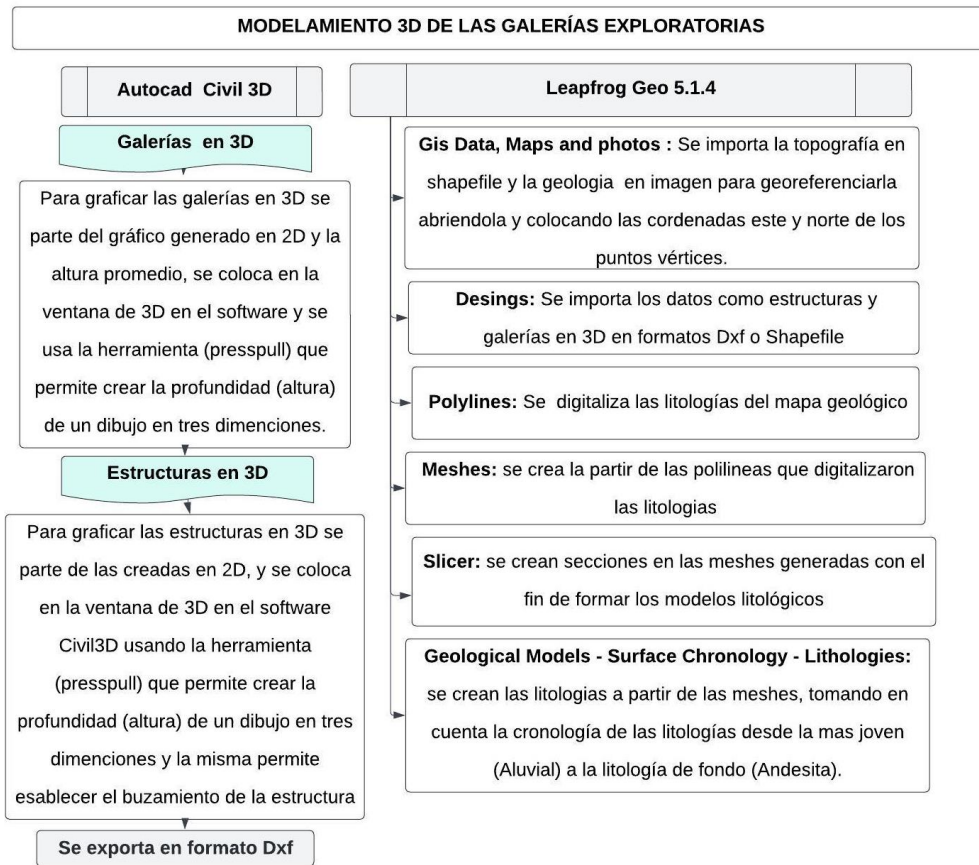


Figura 26. Modelamiento 3D mediante los softwares Autocad Civil 3D y Leapfrog Geo 5.1.4

6 Resultados

6.1 Topografía de la Concesión Minera El Venado

6.1.1 Topografía Superficial

La concesión minera “El Venado Código 50001125” conformada por 4ha mineras, está rodeada por una topografía irregular con cotas que varían desde 1702 – 1819 m.s.n.m. Presenciando la cota más baja al Suroeste y la cota mayor al Noreste de la concesión minera. En la concesión levantada se observa las galerías exploratorias subterráneas y el campamento de la concesión minera, el mismo que cuenta con una superficie donde se ubican el molino trapiche chileno, las chanchas, los canalones, compresor, bodega, depósito de mineral. Cada infraestructura formando parte de la concesión minera “El Venado” establecida en la topografía levantada (**Anexo 3**).

En base a la topografía levantada se elaboró 1 perfil topográfico que sirvió para entender el relieve de la concesión de estudio.

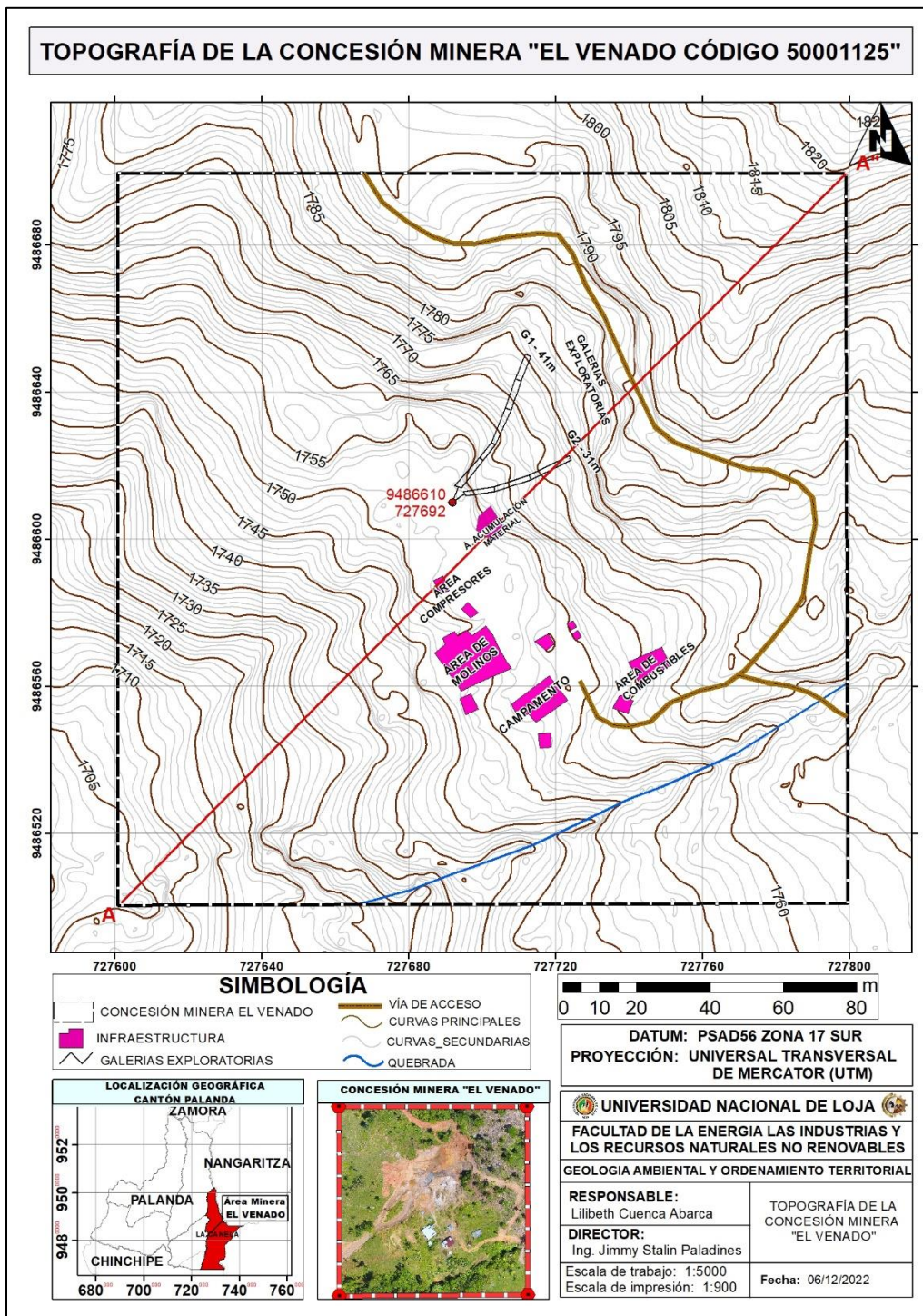


Figura 27. Perfil Topográfico de la concesión minera "El Venado"

El perfil topográfico A-A” se lo realizó en sentido Suroeste - Noreste con una extensión de 275m, y la diferencia de la cota mayor 1819 respecto a la menor 1702 es de 117m.

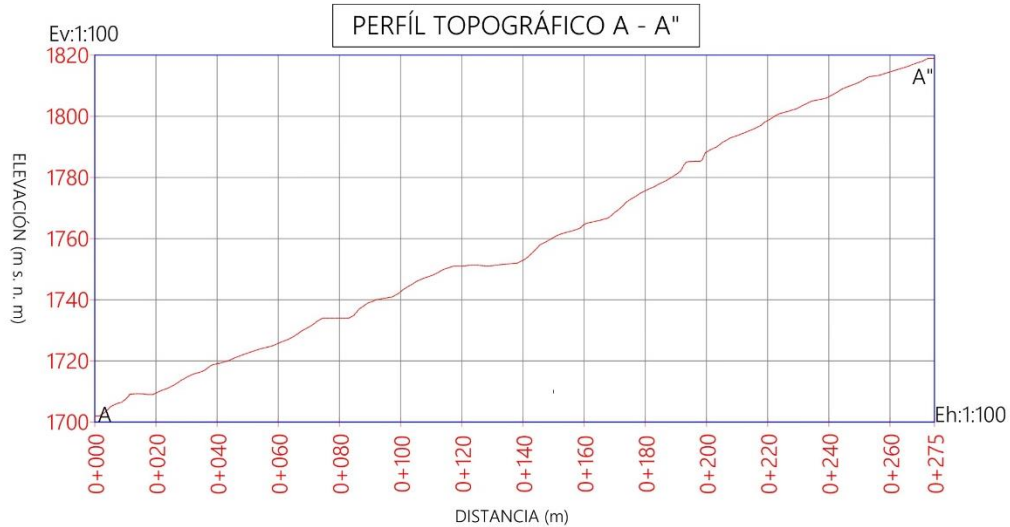


Figura 28. Perfil topográfico A – A” de la concesión minera "El Venado"

Para determinar su pendiente en porcentaje se utiliza la siguiente expresión (1)

$$\alpha = \frac{\text{DIFERENCIA DE ALTURAS}}{\text{DISTANCIA HORIZONTAL}} * 100 = \frac{1702 - 1819}{275m} * 100 = \frac{117m}{275m} * 100 = 42.54\% \quad (1)$$

De la misma manera para determinar su pendiente en grados se utiliza la siguiente expresión (2)

$$\alpha = \text{Tan}^{-1} \frac{\text{DIFERENCIA DE ALTURAS}}{\text{DISTANCIA HORIZONTAL}} = \text{Tan}^{-1} \frac{117m}{275m} = 30.32^\circ = 23^\circ \quad (2)$$

Obteniéndose pendientes en porcentaje de 42.54% y en grados de 23° que según los parámetros de clasificación de Demek (1972) (**Tabla 6**) se identifica que existe la presencia de pendientes Muy inclinadas en rangos de (>15° - 35°) y (26,8% - 70%). De la misma manera en base a la información geomorfológica definida por SIGTIERRAS (**Tabla 7**), se obtienen pendientes fuertes dentro del rango (> 40 - 70 %) asociada a la formación Misahuallí con lavas y piroclastos de andesitas, basaltos y tobas.

La infraestructura de la concesión minera “El Venado” se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 16. Infraestructura de la concesión minera "El Venado"

CONCESIÓN MINERA EL VENADO CÓDIGO 50001125		
NOMBRE DE LA INFRAESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN REFERENCIAL
<p>CAMPAMENTO Área: 0,0099Ha Perímetro 0,042Km² Coordenada Este: 727716 Coordenada Norte: 9486556 Cota: 1753</p>	<p>El campamento cuenta con dormitorios cocina, y baño, instalaciones que son usadas por el titular minero, el técnico encargado y por todo el personal de trabajo,</p>	
<p>ÁREA DE COMBUSTIBLES Área: 0,0017Ha Perímetro: 0,016 Km² Coordenada Este: 727739 Coordenada Norte: 9486555 Cota: 1760</p>	<p>Área dispuesta para almacenar el combustible (Diesel) necesario para trabajo diario de los equipos mineros</p>	
<p>ÁREA DE MOLINOS, CHANCHAS Y CANELONES Área: 0,0213 Ha Perímetro 0,062 Km² Coordenada Este: 727697 Coordenada Norte: 9486568 Cota: 1749</p>	<p>El campamento cuenta con un molino trapiche chileno, dos chanchas para el procesamiento mineral, dos canalones, y un horno para fundir el mineral,</p>	
<p>ÁREA DE COMPRESORES Área: 0,0012Ha Perímetro: 0,014 Km² Coordenada Este: 727689 Coordenada Norte: 9486587 Cota: 1749</p>	<p>El campamento cuenta con un compresor que sirve para realizar las barrenaciones y además abastece agua y aire a las labores subterráneas</p>	

CONCESIÓN MINERA EL VENADO CÓDIGO 50001125		
NOMBRE DE LA INFRAESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN REFERENCIAL
BODEGA Área: 0,0013Ha Perímetro 0,015Km² Coordenada Este: 727717 Coordenada Norte: 9486545 Cota: 1752	Área dispuesta para almacenar todos los equipos y herramientas necesarias en el trabajo diario	
ACUMULACIÓN DE MATERIAL DE INTERÉS Área: 0,0038Ha Perímetro 0,023Km² Coordenada Este: 727703 Coordenada Norte: 9486615 Cota: 1758	Área dispuesta para acumulación del material proveniente de las vetas mineralizadas en explotación	

6.1.2 Topografía Subterránea

La concesión minera “El Venado Código 50001125” presenta dos galerías exploratorias G1 de 41 metros y G2 de 31 metros, estas se encuentran situadas en las coordenadas UTM/PSAD56/17S que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 17. Coordenadas de ubicación de las Galerías Exploratorias de la Concesión minera "El Venado"

CONCESIÓN MINERA EL VENADO CÓDIGO 50001125			
Galerías Exploratorias	Este	Norte	Cota
PP- G1	727692	9486610	1751
PP- G2			



Figura 29. Bocaminas de las Galerías Exploratorias (G1 Y G2) de la Concesión minera "El Venado"

Mediante el método de cinta y brújula se realizó las respectivas mediciones donde se constató su rumbo, ángulo de inclinación, y la distancia inclinada de las galerías se corrigió su error y se obtuvo la distancia real, así como sus coordenadas para cada una de las estaciones, expresadas a continuación:

Tabla 18. Datos del levantamiento subterráneo calculados y procesados mediante el formulario MINERPLADO S.A (2018)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA											
Anch											
Caracterización Geologica Estructural de las Galerías Exploratorias del Área Minera "El Venado" Código 50001124											
Ficha de Levantamiento Topográfico Subterráneo											
COORDENADAS PSAD56 (PP)									X	Y	Z
									727692	9486610	1751
GALERÍA EXPLORATORIA N°1											
EST.	Distancia inclinada (m)	Ancho	Altura	Rumbo	Angulo de inclinación (°)	Angulo Vertical (m)	Distancia Real	Distancia vertical	X	Y	Z
PP -P1	4,5	2	1,7	N20°E	+2	0,035	4,497	0,157	727694	9486614	1751
P1 -P2	9,9	1,2	1,63	N40°E	+2	0,035	9,894	0,346	727700	9486622	1752
P2 -P3	5,26	1,2	1,71	N38°E	+1	0,017	5,259	0,092	727703	9486626	1752
P3 -P4	10,28	1,64	1,74	N23°E	+1	0,017	10,278	0,179	727707	9486635	1752
P4 -P5	8,42	1,6	1,74	N19°E	+1	0,017	8,419	0,147	727710	9486643	1752
P5 -P6	7,21	1,6	1,74	N22°E	+2	0,035	7,206	0,252	727713	9486650	1752
TOTAL	41,1	1,54	1,71				41				
COORDENADAS PSAD56 (PP)									X	Y	Z
									727692	9486610	1751
GALERÍA EXPLORATORIA N°2											
EST.	Distancia inclinada (m)	Ancho	Altura	Rumbo	Angulo de inclinación	Angulo Vertical (m)	Distancia Real	Distancia vertical	X	Y	Z
PP -P1	4,12	1,32	1,5	N55°E	+2	0,035	4,117	0,144	727695	9486612	1751
P1 -P2	8,13	1,34	1,51	N81°E	+1	0,017	8,129	0,142	727703	9486614	1751
P2 -P3	10,2	1,33	1,5	N72°E	+1	0,017	10,198	0,178	727713	9486617	1751
P3 -P4	12,3	1,33	1,51	N64°E	+1	0,017	12,298	0,215	727724	9486622	1752
TOTAL	30,6	1,33	1,5				31				

Las galerías de exploración inician con una dirección Noreste, en su mayoría cortando las estructuras, sus bocaminas no tienen sostenimiento, cuenta con alturas promedio en la galería exploratoria N°1 de 1.71m y un ancho de 1.54m y en la galería exploratoria N°2 una altura de 1.50m y un ancho de 1.33m, estas dimensiones son relativamente constantes a lo largo de los 41m y 31m de las galerías respectivamente (**Anexo 4**).

6.2 Geología Local

6.2.1 Geología Local Superficial

Geológicamente la concesión minera "El Venado" se encuentra conformada por rocas volcánicas de la Formación Misahuallí, es decir con rocas andesitas con texturas

afaníticas a porfiríticas lo cual se constató mediante el mapeo de 8 afloramientos de carácter antrópico descritos mediante fichas técnicas (**Anexo 8**).

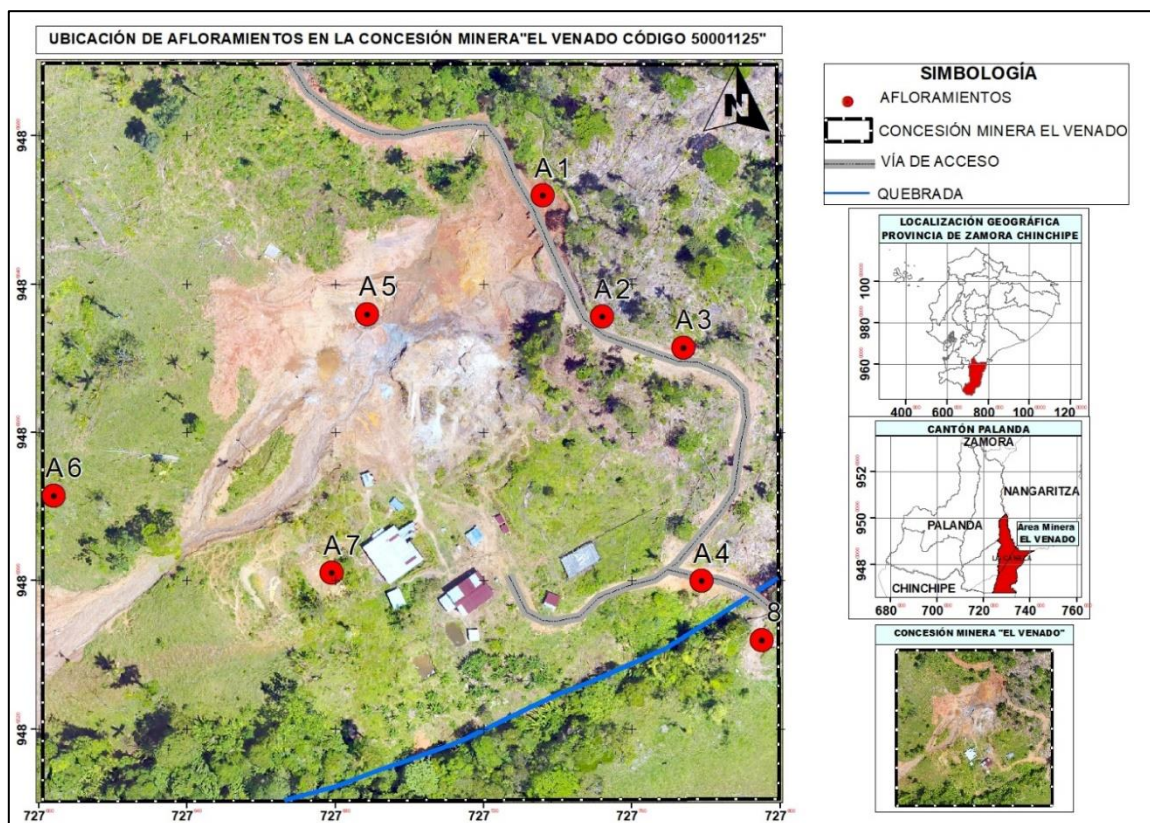


Figura 30. Ubicación de Afloramientos en la concesión minera “El Venado”

Las litologías presentes se describen a continuación:

Andesitas: Se presenta como roca volcánica ígnea de composición intermedia en los afloramientos A5, A6, y A7 en las coordenadas (UTM/PSAD56/17S: 727690 - 9486618), (**Figura 31**) altamente meteorizada con textura afanítica y con matriz de granos finos, estructuralmente se encuentra altamente fracturado, en general exhiben una coloración gris oscura a verdosa, los minerales félsicos que se destacan son cuarzo, feldespatos potásicos y plagioclasas con diámetros de 0.2 cm, y los minerales ferromagnesianos en menor proporción son los piroxenos de color gris oscuro con diámetros de 0.1 cm, esta litología hospeda las vetas mineralizadas y por lo cual se tiene la presencia de sulfuros como pirita y calcopirita y en forma diseminada chispas de oro.



Figura 31. Andesitas

Andesita porfídica: Se presentan como rocas ígneas subvolcánicas a lo largo de la vía de acceso a la concesión minera específicamente en los afloramientos A1, A2, A3, A4 y A8. En las coordenadas (UTM/PSAD56/17S: 727736 - 9486664) a (UTM/PSAD56/17S: 727795 - 9486544) (**Figura 32**), se encuentra por encima de la andesita afanítica en forma de capa depositada en un proceso superior a la formación de la veta mineralizada y a la andesita que hospeda de la veta, se trata de rocas de grano medio a grueso con textura porfirítica, altamente meteorizada con coloraciones pardo rojizas a gris oscuras y fuertemente fracturado, con presencia de cuarzo, plagioclasas, feldespatos, piroxenos y hornblenda, se destacan principalmente fenocristales de plagioclasas de tonalidades claras sin presencia de minerales de interés económico.



Figura 32. Andesita porfídica

Depósitos Aluviales: Presentes en las coordenadas (UTM/PSAD56/17S: 727703 - 9486517) a lo largo de la quebrada que circula dentro de la concesión, su deposición se da por corrientes fluviales sumados a los aportes gravitacionales laterales del relieve que los rodea, se caracterizan por la erosión y disgregación de las andesitas, los clastos angulosos son variables entre 3 a 7cm, presentan una matriz limo - arenosa con tonalidades claras;

acumulando gran cantidad de cantos rodados, gravas de rocas ígneas (material rico en mineral), arenas gruesas y finas.



Figura 33. Depósitos Aluviales

Contactos

Localmente la concesión minera “El Venado” código 50001125 está constituida por andesita porfídica a lo largo de la vía de acceso al campamento es decir en el flanco Nor-este y andesita con textura afanítica en el flanco Sur-oeste de la zona de estudio esta última en mayor proporción y alojando la mineralización, pertenecientes a la Formación Misahuallí, sus contactos son definidos en campo con una dirección de 135° y un buzamiento 60° SW (**Figura 34**), de la misma manera por el flanco Sur-este a lo largo de la quebrada que circula dentro de la concesión minera se evidencia depósitos aluviales cuyos contactos fueron inferidos.

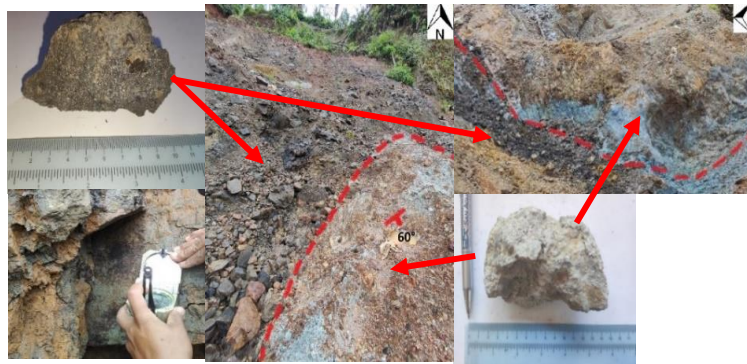


Figura 34. Contacto Andesita Porfiritica y Andesita Afanítica

Estructuras

El área de estudio debido a la actividad tectónica, procesos compresivos y de tensión del macizo y a los agentes exógenos se encuentra afectada principalmente por el fracturamiento de la roca dando lugar a la presencia de fallas, identificadas en campo por los

planos de ruptura y material brechoso producto de la fricción de las rocas. En la zona de estudio se identificaron dos fallas. La primera falla posee una dirección de 135° y un buzamiento de 60° SW, esta falla la componen los contactos entre las unidades litológicas de las andesitas con textura afanítica y la andesita porfírica, y la segunda falla con una dirección 128° con buzamiento de 80° SW, esta falla precisamente pasa por las dos galerías exploratorias, encontrándose rellena de brecha y marcando los contactos entre las unidades litológicas subterráneas de las galerías exploratorias.



Figura 35. Falla rellena de brecha

De esta manera, en la (Tabla 19) se representa la litología encontrada y se obtiene el mapa de la geología local superficial de la zona de estudio (Anexo 5).

Tabla 19. Litologías de la concesión minera “El Venado”.

N°	LÍTOLÓGIA	AREA (HA)	PORCENTAJE (%)
1	DEPÓSITO ALUVIAL	0,147	3,67
2	ANDESITA PORFIDÍCA	1,088	27,19
3	ANDESITA AFANÍTICA	2,716	67,91
		4,0	100

6.2.2 Geología Local Subterránea

Dentro de las galerías exploratorias la geología está expuesta principalmente por rocas andesitas de color gris verdoso a gris oscuro con contenido de cuarzo, feldespato, plagioclasas y minerales secundarios como, piroxenos, hornblenda, biotita, con texturas afaníticas, existe la presencia de epidota en las rocas con una tonalidad verdosa y clorita en bajas cantidades formada por la alteración de minerales ferromagnesianos como anfíboles, biotita y piroxenos, por otro lado la epidota demuestra la alta meteorización que existe dentro

de la zona de estudio y se origina por la alteración natural hidrotermal de la plagioclasas, biotitas y hornblendas , dando lugar a la alteración propilítica debido a la introducción de calcio y magnesio en la roca alterando a los minerales ferromagnesianos y por el remplazando de minerales por la Epidota. Generalmente la andesita es de composición intermedia a básica con alta meteorización.

Para corroborar la Geología local subterránea se procedió a realizar la descripción de muestras de roca tomadas en campo donde existía cambios de litología es decir 4 muestras de cada galería exploratoria con un total de 8 muestras dado que la litología era continua en los diferentes tramos de las galerías, estas sirvieron como base para la elaboración del mapa geológico a detalle.

Las rocas volcánicas que se exhiben en interior mina, poseen una composición intermedia a básica, generalmente con texturas afaníticas, formadas por minerales ferromagnesianos (biotitas, hornblendas, piroxenos).

6.2.2.1 Galería Exploratoria GE-41m

Andesita afanítica. – Presentes en el tramo (0+015.16m), como rocas de composición intermedia exhiben una coloración gris-verdosa, textura afanítica, con minerales predominantes como cuarzo (colores claros transparentes y brillo vítreo), feldspatos, plagioclasas (con color blanquecino) minerales secundarios como piroxenos, biotita, hornblenda, pirita y calcopirita, también minerales de alteración como clorita y epidota.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA DE ROCA	
Código de la Muestra	M- 01
Tipo de Roca	Igneo-Volcánica
Textura	Afanítica
Estructura	Masiva
Tonalidad	Gris rojizo a amarillo
Granulometría	Grano fino
Minerales Principales	cuarzo,feldespato,plagioclasas
Minerales secundarios	piroxeno,hornblenda,biotita
Minerales Alteración	clorita, epidota
Nombre de la Roca	Andesita afanítica
Observaciones	Roca con mediana fortaleza tomada a 7m desde la bocamina, con meteorización en la parte superior de la roca




Figura 36. Descripción macroscópica de las muestras de roca

Nota: La muestra M-01 fue tomada a 7 metros desde la bocamina de la galería exploratoria, la litología corresponde a una andesita de textura afanítica, estructura masiva y una coloración gris versoso a amarillento. Este tipo de andesita es considerada netamente roca de caja sin presencia de minerales de interes económico, encontrándose altamente meteorizada.

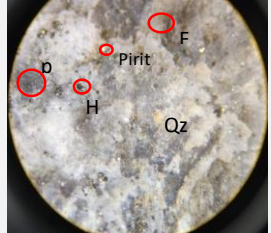

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA DE ROCA		Fotografía
Código de la Muestra	M- 02	
Tipo de Roca	Igneo-Volcánica	
Textura	Afanítica	
Estructura	Masiva	
Tonalidad	Gris	
Granulometría	Grano fino	
Minerales Principales	cuarzo,feldespato,plagioclasas	
Minerales secundarios	piroxeno, biotita,pirita, calcopirita	
Minerales Alteración	clorita, epidota	
Nombre de la Roca	Andesita afanítica (Veta)	
Observaciones	Roca con mediana fortaleza tomada a 11m desde la bocamina, con presencia de minerales siliceos como el cuarzo y sulfuros como pirita y calcopirita.	

Figura 37. Descripción macroscópica de las muestras de roca

Nota: La muestra M-02 fue tomada a 11 metros desde la bocamina de la galería exploratoria, la litología corresponde a una andesita de textura afanítica, estructura masiva y una coloración gris verdosa, con granulometría de grano fino. Este tipo de andesita es tomado de la veta que se destaca en el interior de la galería presentando minerales representativos como el cuarzo, feldespatos, pirita, calcopirita.

Andesitas basálticas - Se presentan en el tramo (0+015.16m – 0+041.00m), como rocas de composición básica, de color gris oscuro a negro con textura afanítica, contienen minerales principales como plagioclasas, minerales secundarios como piroxenos,

biotita, hornblenda, también minerales de alteración como clorita y epidota se encuentran altamente meteorizados con presencia de hematita.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA DE ROCA		
Código de la Muestra	M- 03	Fotografía
Tipo de Roca	Igneo-Volcánica	
Textura	Afanítica	
Estructura	Masiva	
Tonalidad	Gris oscuro a negro	
Granulometría	Grano fino	
Minerales Principales	plagioclasas	
Minerales secundarios	piroxeno, biotita, hornblenda	
Minerales Alteración	clorita, epidota	
Nombre de la Roca	Andesita basáltica	
Observaciones	Roca con mediana fortaleza, muy meteorizada con presencia de hematita, tomada a los 24m de la bocamina	

Figura 38. Descripción macroscópica de las muestras de roca

Nota: La muestra M-03 fue tomada a 24 metros desde la bocamina de la galería exploratoria, la litología corresponde a una andesita de textura afanítica, estructura masiva y una coloración gris oscuro, con granulometría de grano fino. Esta andesita basáltica es considerada netamente roca de caja sin presencia de minerales de interés económico.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA DE ROCA		
Código de la Muestra	M- 04	Fotografía
Tipo de Roca	Igneo-Volcánica	
Textura	Afanítica	
Estructura	Masiva	
Tonalidad	Gris oscuro a negro	
Granulometría	Grano fino	
Minerales Principales	plagioclasas	
Minerales secundarios	piroxeno, biotita, hornblenda	
Minerales Alteración	clorita, epidota	
Nombre de la Roca	Andesita basáltica	
Observaciones	Roca con elevada fortaleza, meteorizada con presencia de hematita, tomada a los 38 m de la bocamina	

Figura 39. Descripción macroscópica de las muestras de roca

Nota: La muestra M-04 fue tomada a 38 metros desde la bocamina de la galería exploratoria, la litología corresponde a una andesita de textura afanítica, estructura masiva y una coloración gris oscuro, con granulometría de grano fino. Esta andesita basáltica es considerada netamente roca de caja sin presencia de minerales de interés económico.

6.2.2.2 Galería Exploratoria GE-31m

Andesita afanítica. - Se presentan en el tramo (0+019.05) como rocas de composición intermedia exhiben una coloración gris-verdosa, textura afanítica, con

minerales predominantes como cuarzo, feldespatos, plagioclasas y minerales secundarios como piroxenos, biotita, hornblenda, pirita y calcopirita, y minerales de alteración como clorita y epidota.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA DE ROCA		
Código de la Muestra	M- 01	
Tipo de Roca	Igneo-Volcánica	
Textura	Afanítica	
Estructura	Masiva	
Tonalidad	Gris a amarillento	
Granulometría	Grano fino	
Minerales Principales	cuarzo,feldespato,plagioclasas	
Minerales Secundarios	piroxeno, biotita,pirita, calcopirita	
Minerales Alteración	clorita, epidota	
Nombre de la Roca	Andesita afanítica	
Observaciones	Roca con mediana fortaleza tomada a 5m desde la bocamina, meteorizada con presencia de hematita.	

Figura 40. Descripción macroscópica de las muestras de roca

Nota: La muestra M-01 fue tomada a 5 metros desde la bocamina de la galería exploratoria, la litología corresponde a una andesita de textura afanítica, estructura masiva y una coloración gris verdosa, con granulometría de grano fino. Este tipo de andesita es considerada como roca de caja sin presencia de minerales de interés económico.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA DE ROCA		
Código de la Muestra	M- 02	
Tipo de Roca	Igneo-Volcánica	
Textura	Afanítica	
Estructura	Masiva	
Tonalidad	Gris verdosa	
Granulometría	Grano fino	
Minerales Principales	cuarzo,feldespato,plagioclasas	
Minerales secundarios	piroxeno, biotita,pirita, calcopirita	
Minerales Alteración	clorita, epidota	
Nombre de la Roca	Andesita afanítica	
Observaciones	Roca con mediana fortaleza tomada a 14m desde la bocamina, meteorizada con presencia de hematita en su parte izquierda.	

Figura 41. Descripción macroscópica de las muestras de roca

Nota: La muestra M-02 fue tomada a 14 metros desde la bocamina de la galería exploratoria, la litología corresponde a una andesita de textura afanítica, estructura masiva y una coloración gris verdosa, con granulometría de grano fino. Este tipo de andesita es considerada como roca de caja sin presencia de minerales de interés económico.

Andesitas basálticas - Se presentan en el tramo (0+019.05m – 0+031.00m) como rocas de composición básica, de color gris oscuro a negro con textura afanítica, contienen

minerales principales como plagioclasas y como minerales secundarias biotita, piroxeno, hornblenda y minerales de alteración clorita y epidota, con alto grado de meteorización.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA DE ROCA		
Código de la Muestra	M- 03	Fotografía
Tipo de Roca	Igneo-Volcánica	
Textura	Afanítica	
Estructura	Masiva	
Tonalidad	Gris oscuro a negro	
Granulometría	Grano fino	
Minerales Principales	plagioclasas	
Minerales secundarios	piroxeno, biotita, hornblenda	
Minerales Alteración	clorita, epidota	
Nombre de la Roca	Andesita basáltica	
Observaciones	Roca con gran fortaleza tomada a 23m desde la bocamina, meteorizada en ciertas partes de la roca	

Figura 42. Descripción macroscópica de las muestras de roca

Nota: La muestra M-03 fue tomada a 23 metros desde la bocamina de la galería exploratoria, la litología corresponde a una andesita de textura afanítica, estructura masiva y una coloración gris oscuro a negro, con granulometría de grano fino. Este tipo de andesita es considerada como roca de caja sin presencia de minerales de interés económico.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA DE ROCA		
Código de la Muestra	M- 04	Fotografía
Tipo de Roca	Igneo-Volcánica	
Textura	Afanítica	
Estructura	Masiva	
Tonalidad	Gris	
Granulometría	Grano fino	
Minerales Principales	cuarzo, feldespato, plagioclasas	
Minerales secundarios	piroxeno, biotita, pirita	
Minerales Alteración	clorita, epidota	
Nombre de la Roca	Andesita (Veta)	
Observaciones	Roca tomada a 28m desde la bocamina, muy meteorizada con presencia de hematita	

Figura 43. Descripción macroscópica de las muestras de roca

Nota: La muestra M-04 fue tomada a 28 metros desde la bocamina de la galería exploratoria, la litología corresponde a una andesita de textura afanítica, estructura masiva y una coloración grisacea, con granulometría de grano fino. Este tipo de andesita es tomado de la veta que se destaca en el interior de la galería presentando minerales representativos como el cuarzo, feldespatos, pirita, calcopirita.

A continuación, se expone el mapa de la geología local subterránea y se indica donde fueron extraídas las muestras de las galerías exploratorias (**Anexo 6**).

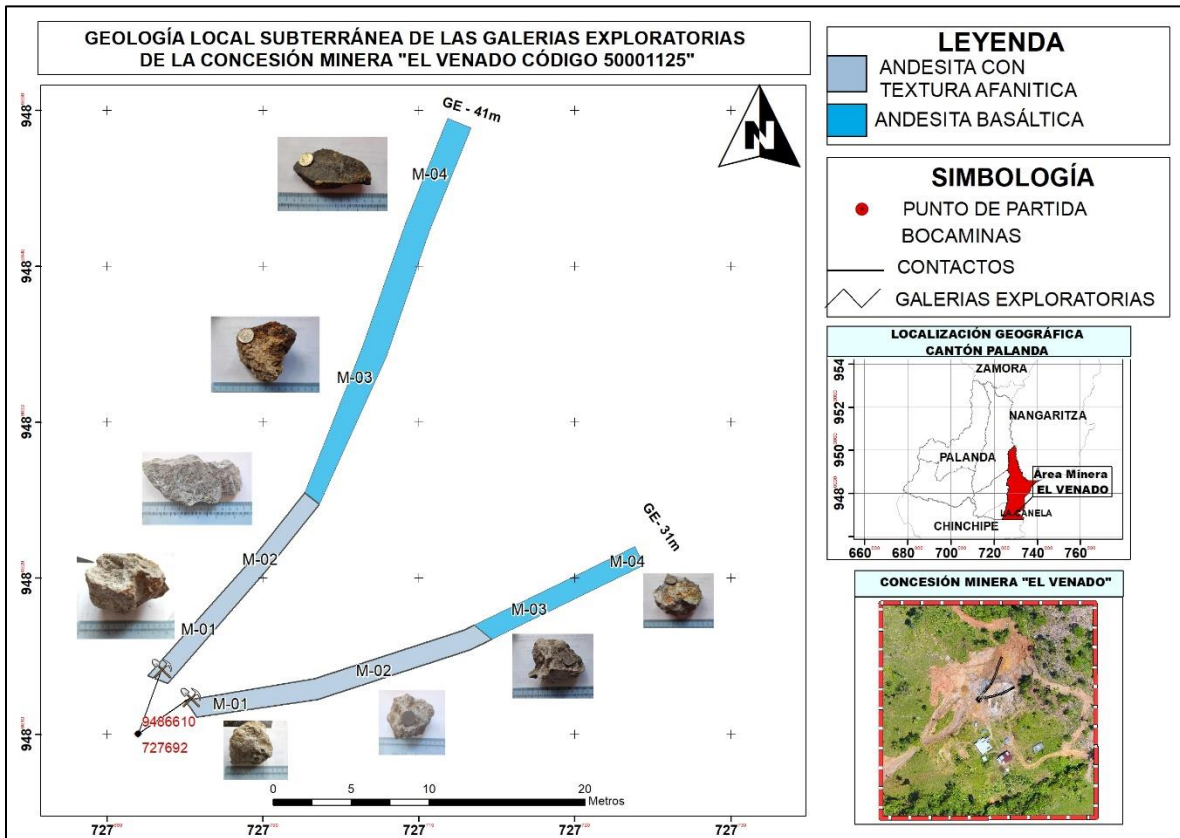


Figura 44. Geología local subterránea de las galerías de exploración.

6.2.3 Mineralización

La mineralización de la zona de estudio es conocida por sus depósitos de Cu, Au, Ag en vetas y brechas que se encuentran albergados principalmente en rocas volcánicas.

Las vetas de la concesión minera "El Venado" comprenden asociaciones de cuarzo-carbonatos auríferas, el oro se encuentra frecuentemente libre y diseminado. Los minerales de mena que se encuentran son pirita, calcopirita y los minerales de ganga cuarzo, epidota, clorita y calcita en baja proporción.

6.3 Geología Estructural de la Galerías exploratorias

En el levantamiento geológico estructural de las galerías exploratorias de 41m y de 31m se tomaron las orientaciones en el techo, paredes derecha e izquierda de las estructuras encontradas dentro de las galerías como las diaclasas, fallas y vetas separando en sectores por sus dominios estructurales, detallados en la siguiente tabla.

Tabla 20.- Datos estructurales de las galerías de exploración

Galería Exploratoria 41m					
Código	Distancia (m)	Dirección Azimut	Buzamiento	Estructura	Sección
1	1,2	120	64 SW	Diaclasa	Pared Izquierda
2	2,3	124	54SW	Diaclasa	Pared Derecha
3	2,9	136	72SW	Diaclasa	Pared Izquierda
4	3,7	141	81°SW	Diaclasa	Pared Izquierda
5	4,5	160	61°SW	Diaclasa	Pared Izquierda
6	5,3	153	53°SW	Diaclasa	Pared Derecha
7	7,8	204	83°NW	Diaclasa	Techo
8	9,9	157	43°SW	Diaclasa	Pared Izquierda
9	10,8	273	45°NE	Veta	Pared Izquierda
10	11,5	129	70°SW	Diaclasa	Pared Derecha
11	11,7	122	61°SW	Diaclasa	Pared Derecha
12	12,2	152	49°SW	Diaclasa	Pared Izquierda
13	13,2	142	50°SW	Diaclasa	Pared Izquierda
14	14,1	192	54°NW	Diaclasa	Techo
15	15,16	128	80°SW	Falla Normal	Pared Izquierda
16	16,36	124	31°SW	Diaclasa	Pared Derecha
17	17,26	115	40°SW	Diaclasa	Pared Derecha
18	18,56	133	52°SW	Diaclasa	Pared Derecha
19	11,7	152	49°SW	Diaclasa	Pared Izquierda
20	22,22	286	33°NE	Diaclasa	Techo
21	23,42	279	61°NE	Diaclasa	Techo
22	25,44	190	54°NW	Diaclasa	Pared Izquierda
23	26,74	290	43°NE	Diaclasa	Pared Derecha
24	28,58	300	41°NE	Diaclasa	Pared Izquierda
25	30,1	332	60°NE	Diaclasa	Techo
26	31,78	311	32°NE	Diaclasa	Pared Derecha
27	33,86	136	55°SW	Diaclasa	Pared Izquierda
28	34,26	321	70°NE	Diaclasa	Pared Izquierda
29	34,76	301	61°NE	Diaclasa	Pared Izquierda
30	35,76	175	57°SW	Diaclasa	Pared Derecha
31	37,06	296	84°NE	Diaclasa	Pared Izquierda

32	38,06	167	42°SW	Diaclasa	Pared Izquierda
33	40,16	156	49°SW	Diaclasa	Techo
34	41	177	43°SW	Diaclasa	Pared Izquierda
Galería Exploratoria 31m					
Código	Distancia (m)	Dirección Azimut	Buzamiento	Estructura	Sección
1	1,,3	276	30°NE	Diaclasa	Pared Derecha
2	1,8	115	41°SW	Diaclasa	Pared Derecha
3	3,21	92	38°SW	Diaclasa	Pared Izquierda
4	4,36	114	31°SW	Diaclasa	Pared Derecha
5	4,81	111	40°SW	Diaclasa	Pared Derecha
6	6	110	45°SW	Diaclasa	Pared Derecha
7	8,13	102	46°SW	Diaclasa	Pared Izquierda
8	9	140	56°SW	Diaclasa	Techo
9	10,2	105	40°SW	Diaclasa	Techo
10	11,8	128	52°SW	Diaclasa	Pared Derecha
11	13,42	103	42°SW	Diaclasa	Pared Izquierda
12	14,12	104	33°SW	Diaclasa	Pared Izquierda
13	15,65	108	36°SW	Diaclasa	Pared Izquierda
14	16,92	102	46°SW	Diaclasa	Pared Derecha
15	17,42	310	51°NE	Diaclasa	Pared Derecha
16	18,33	160	54°SW	Diaclasa	Pared Izquierda
17	19,05	128	80SW	Falla Normal	Pared Izquierda
18	19,53	116	68°SW	Diaclasa	Techo
19	20,93	155	40°SW	Diaclasa	Pared Derecha
20	22,23	288	56°NE	Diaclasa	Pared Derecha
22	24,03	292	30°NE	Diaclasa	Pared Derecha
23	26,65	117	51°SW	Diaclasa	Pared Derecha
21	27,95	122	30°SW	Diaclasa	Pared Derecha
24	28,45	273	45°NE	Veta	Pared Izquierda
25	29,05	143	62°SW	Diaclasa	Pared Derecha
26	31	112	55°SW	Diaclasa	Pared Izquierda

La concesión minera “El Venado” (código 50001125) desarrolla sus actividades de exploración mediante las labores de dos galerías, mismas que se encuentra atravesando casi perpendicularmente a los cuerpos mineralizados. (**Anexo 7**).

6.3.1.1 Galería Exploratoria GE-41m

A partir de la boca mina en el tramo (0+015.16m) se encuentra constituida por la roca encajante andesita afanítica muy meteorizada sin ningún tipo de reforzamiento, en esta sección existe una veta principal en el tramo (0+010.8m) desde la boca mina, con un azimut

273° buzando 45°NE con potencia de 0.70m compuesta por cuarzo, feldespatos, plagioclasas, pirita, calcopirita. Con una ley mineral de 3.80 g/tn de oro, 22.20 gr/tn de plata y 5.44 gr/tn de cobre según los análisis de laboratorio efectuados en la Muestra N°2 en el laboratorio GoldenLab diciembre del 2022 (**Anexo 10**).



Figura 45. Veta tomada a 010.8m de la bocamina

Continuando desde la veta principal a 4.36 metros de la misma y a (0+015.16m) de la bocamina, tenemos la presencia de una falla normal con azimut 128° buzando 80°SW, la cual presenta deformación con potencia de 22 cm, formando parte de la zona de fractura, rellena de brecha (de falla), acompañada de oxidación de minerales de hierro, la misma marca el contacto entre la andesita afanítica y la andesita basáltica.



Figura 46. Falla Normal tomada a 015.16m de la bocamina

6.3.1.2 Galería Exploratoria GE-31m

Desde la boca mina en el tramo (0+019.05m) se encuentra constituida por la roca encajante andesita afanítica muy meteorizada sin ningún tipo de reforzamiento, posteriormente en el tramo (0+019.05 - 0+031.00m) se compone por roca andesita basáltica, en esta sección en el tramo (0+019.05m), tenemos la presencia de una falla normal con un azimut 128° buzando 80°SW, la cual presenta deformación con potencia de 18 cm, formando parte de la zona de fractura, rellena de brecha (de falla) acompañada de oxidación de

minerales de hierro, la misma marca el contacto entre la andesita afanítica y la andesita basáltica.

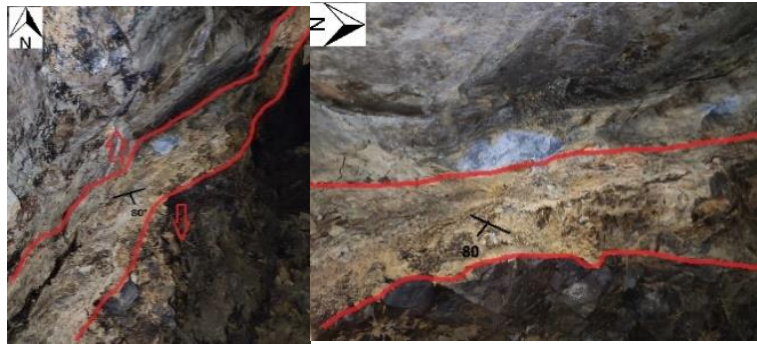


Figura 47. Falla Normal tomada a 019.05m de la bocamina

De la misma manera en el tramo (0+028.45m) desde la bocamina, existe una veta principal con un azimut de 273° buzando 45° NE con potencia de 0.70m está compuesta por cuarzo, feldespatos, plagioclasas, pirita, calcopirita. Con una ley mineral de 0.13 g/tn de oro, y 15.33 gr/tn de plata según los análisis efectuados en la Muestra N°1 el laboratorio GoldenLab en diciembre del 2022 (**Anexo 9**).



Figura 48. Veta tomada a 028.45m de la bocamina

6.3.1.3 Galería Exploratoria GE-41m

Una vez obtenido todos los datos estructurales (**Tabla 20**) que se mapearon dentro de las galerías, estos datos se procesaron en el Software Dips, obteniendo las siguientes representaciones estereográficas.

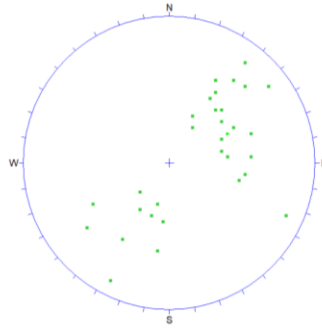


Figura 49. Representación estereográfica del diagrama de concentración de polos de diaclasas

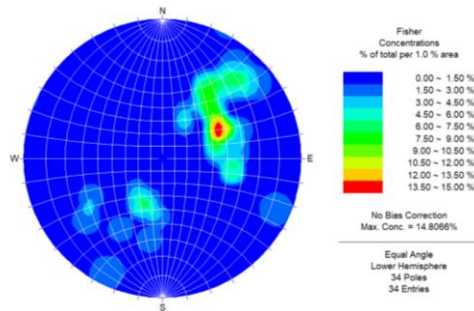


Figura 50. Representación estereográfica del diagrama de densidades de diaclasas

Con los datos procesados se determina la máxima concentración de polos, es decir la dirección preferencial del buzamiento de la familia de diaclasas se dirigen hacia el NE-SW dicho análisis puede ser observado en las figuras. 49 y 50

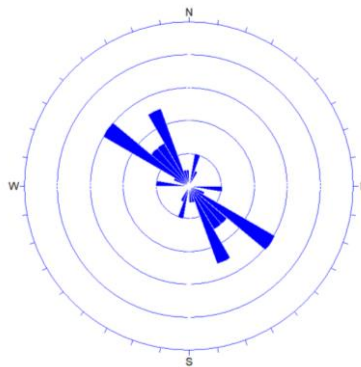


Figura 51. Representación estereográfica del diagrama de rosetas de diaclasas.

6.3.1.4 Galería Exploratoria GE-31m

De la misma manera en base a los datos estructurales (**Tabla 20**) que se mapearon dentro de las galerías, estos datos se procesaron en el Software Dips, obteniendo las siguientes representaciones estereográficas para esta galería.

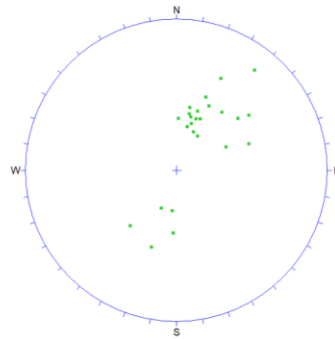


Figura 52. Representación estereográfica del diagrama de concentración de polos de diaclasas

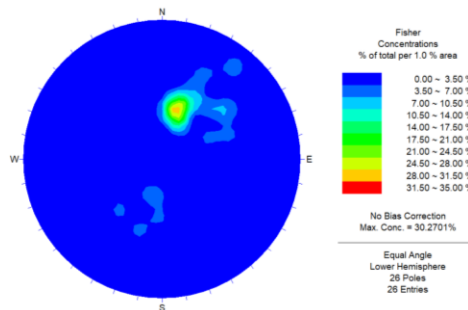


Figura 53. Representación estereográfica del diagrama de densidades de diaclasas

Con los datos procesados se determina la máxima concentración de polos, es decir la dirección preferencial del buzamiento de las diaclasas se dirigen hacia el NE-SW siendo la familia principal dicho análisis puede ser observado en las figuras. 52 y 53.

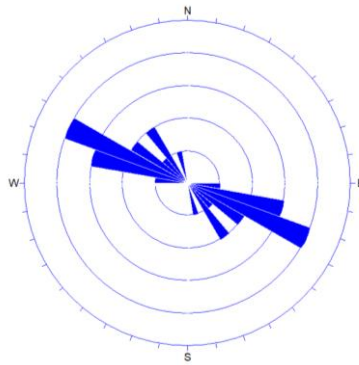


Figura 54. Representación estereográfica del diagrama de rosetas de diaclasas

En el análisis del diagrama de rosetas (figuras 51 y 54), se determina que el rumbo predominante para las familias de diaclasas de las galerías exploratorias NW – SE, direcciones semejantes a las estructuras mineralizadas encontradas en ambas galerías exploratorias.

6.3.1.5 Modelamiento de las Labores Subterráneas

El modelamiento de las galerías exploratorias subterráneas en estudio se lo realizó mediante los softwares AutoCAD CIVIL 3D y LEAPFROG GEO 5.1.4 los mismos que permiten un modelamiento implícito es decir de forma rápida y autónoma a partir de datos topográficos, geológicos y estructurales para representar superficies como las diaclasas, fallas y vetas encontradas en las galerías exploratorias en estudio.

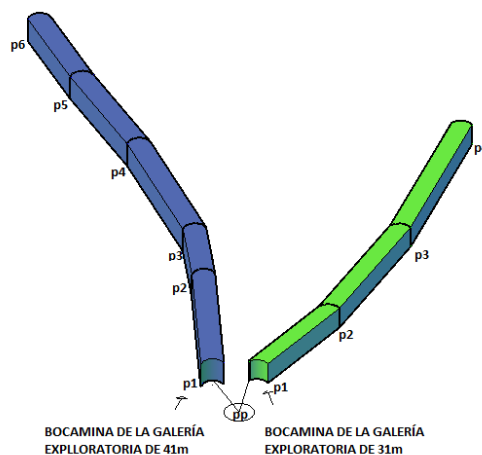


Figura 55. Vista superior 3D levantamiento topográfico de las galerías exploratorias de 41m y 31m de la Concesión minera “El Venado” Código 50001125

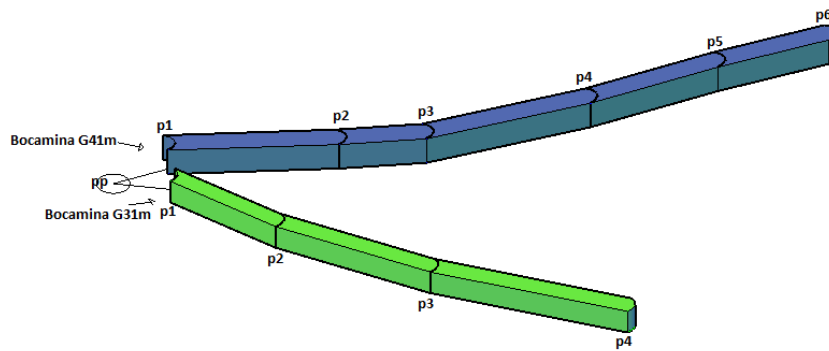


Figura 56. Vista lateral 3D levantamiento topográfico de las galerías exploratorias de 41m y 31m de la Concesión minera “El Venado” Código 50001125

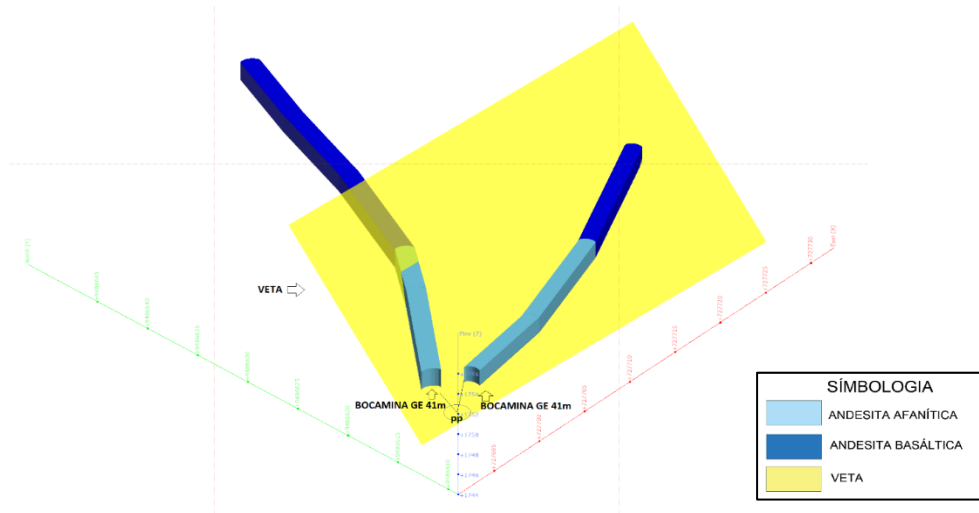


Figura 57. Vista superior 3D levantamiento geológico estructural de las galerías exploratorias de 41m y 31m de la Concesión minera “El Venado” Código 50001125

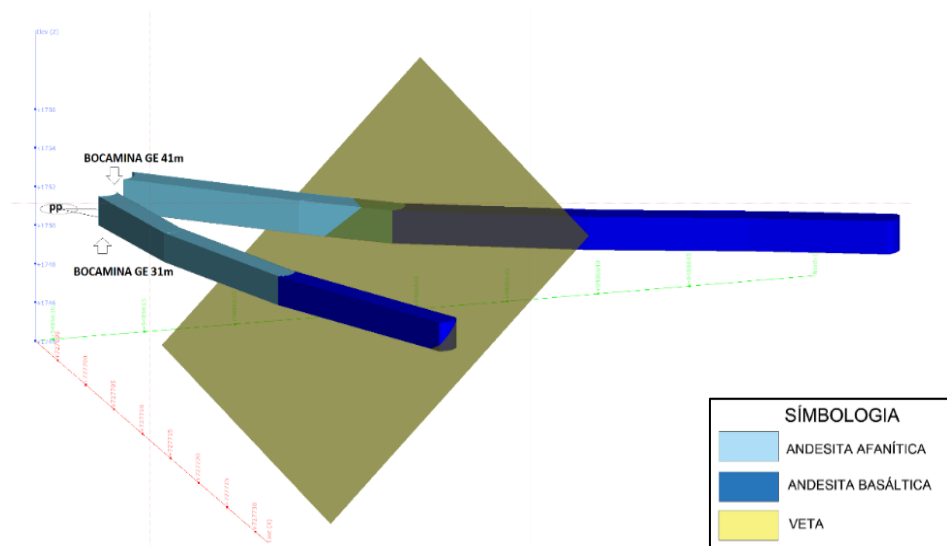


Figura 58. Vista lateral 3D del levantamiento geológico estructural de las galerías exploratorias de 41m y 31m de la Concesión minera “El Venado” Código 50001125

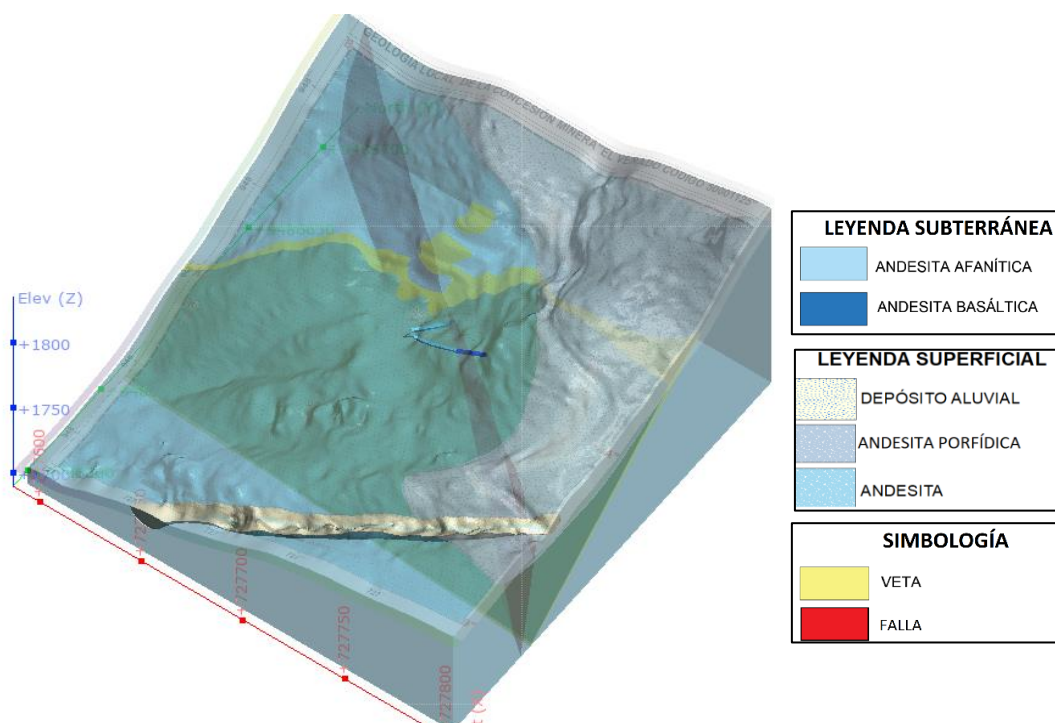


Figura 59. Vista superior 3D modelamiento geológico estructural de las galerías exploratorias de 41m y 31m de la Concesión minera “El Venado” Código 50001125

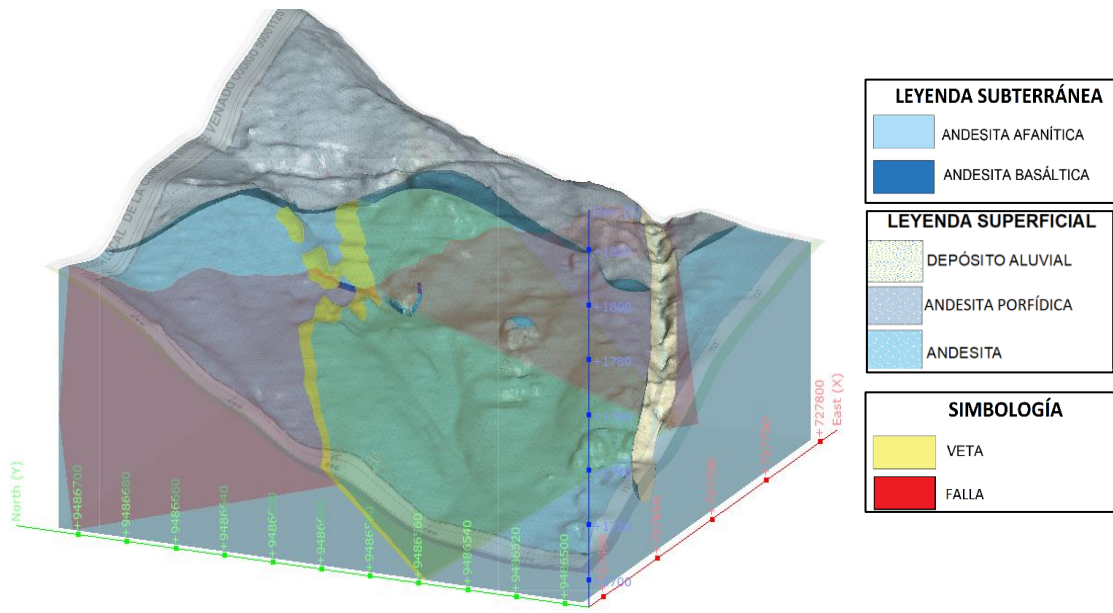


Figura 60. Vista lateral 3D modelamiento geológico estructural de las galerías exploratorias de 41m y 31m de la Concesión minera “El Venado” Código 50001125

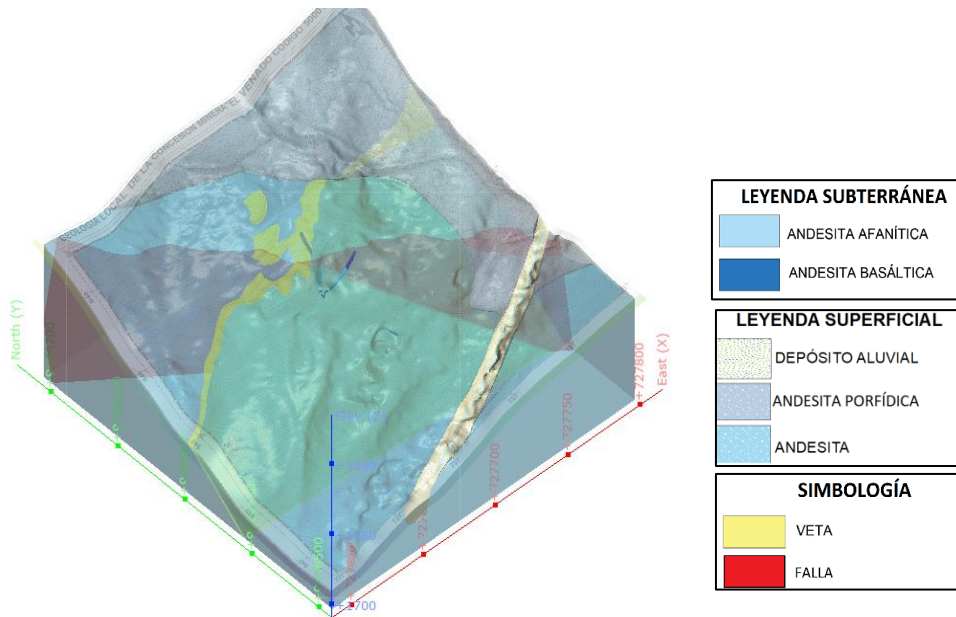


Figura 61. Vista frontal 3D modelamiento geológico estructural de las galerías exploratorias de 41m y 31m de la Concesión minera “El Venado” Código 50001125

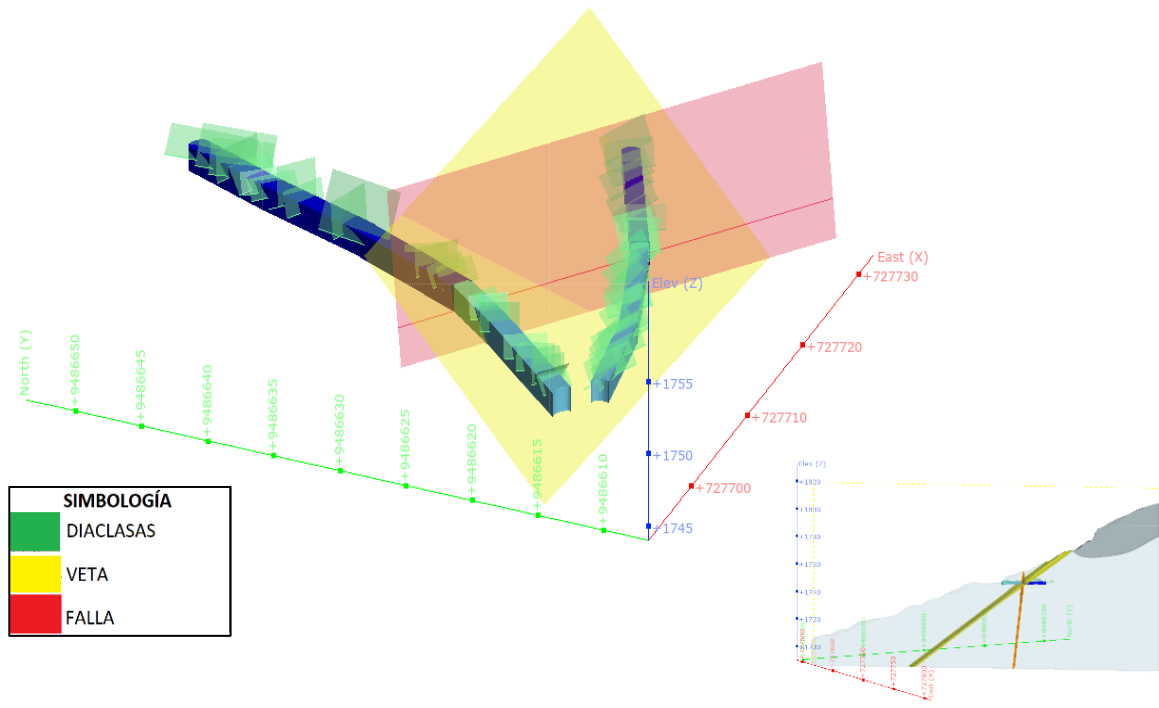


Figura 62. Vista 3D del levantamiento geológico estructural de las galerías exploratorias de la Concesión minera “El Venado” Código 50001125

7 Discusión

La discusión de resultados está orientada en base a la obtención de los resultados del presente proyecto de acuerdo al orden de cada uno de los objetivos planteados.

En la concesión minera “El Venado” se han desarrollado actividades de exploración y explotación alrededor de 5 años de pequeña minería, con la apertura de dos galerías de exploración sin contar con una base topográfica y geológica, estudios indispensables en todo proyecto minero, razón por la cual se ha realizado el presente proyecto de investigación. Debido a la muy poca información del lugar de estudio se discutirá los resultados:

Según el Sistema Nacional de Información de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica (2016), el cantón Palanda se encuentra atravesado hacia el sur por el Dominio Fisiográfico de la Zona Subandina, representado por su expresión morfológica más característica como es La Cordillera del Cóndor, con una topografía irregular con cotas que oscilan entre los 1.400 y los 3.000 m.s.n.m. Corroborando esta información la concesión minera “El Venado” se encuentra en el Dominio fisiográfico de la Zona Subandina dentro de la Cordillera del Cóndor comprendiendo cotas que van entre los 1702 hasta los 1819 m.s.n.m. con pendientes en porcentaje de 42.54% y en grados de 23° representando las fuertes pendientes asociadas a la formación Misahuallí con lavas y piroclastos de andesitas, basaltos y tobas y según los parámetros de clasificación de Demek (1972) pendientes muy inclinadas.

La concesión minera “El Venado” se encuentra dentro de la Formación Misahuallí (JM) que comprende rocas volcánicas del cinturón subandino como basaltos gris oscuros y verdes, andesitas, traquitas, tobas grises y verdes, brechas interestratificadas con lutitas rojas, areniscas, conglomerados y asociado con intrusiones subvolcánicas subporfidica. (Instituto de Investigación Geológico Enérgico, 2017). Corroborando esta información con el levantamiento por mapeo de afloramientos y la toma de muestras interior mina, se identifica a nivel superficial la presencia de rocas volcánicas de composición intermedia consideradas andesitas con textura afanítica a porfiritica y a nivel subterráneo andesitas afaníticas y basálticas presentes por tramos a lo largo de las galerías exploratorias.

En el sector que corresponde al curso del río Vergel se ve marcado el contacto entre el intrusivo de Zamora y las rocas volcánicas de la Unidad Misahuallí en contacto fallado por estructuras con tendencia N-S como es la denominada falla La Canela (Litherland, et al 1994).(Instituto de Investigación Geológico Energético, 2017); la misma que se encuentra a 1.5Km del área de estudio originado un fuerte fracturamiento, corroborando esta información con el levantamiento geológico estructural realizado en las galerías exploratorias se encuentra conformada por un sistema de fracturas con dirección (rumbo) NW-SE y buzamientos con dirección preferencial en sentido NE-SW atravesada por fallas de carácter normal que delimitan los bloques mineralizados, formado vetas mineralizadas. Se encontró en ambas galerías exploratorias una falla normal $128^{\circ}/80^{\circ}\text{SW}$ misma falla aflora en superficie.

8 Conclusiones

La concesión minera “El Venado” posee una superficie de 4 ha mineras dentro de la cual se encuentran dos galerías exploratorias, las cuales son el objeto de estudio del presente proyecto, llegando a las siguientes conclusiones:

Topográficamente la concesión minera “El Venado” posee una topografía irregular con cotas que van entre los 1702 hasta los 1819 m.s.n.m. en una zona con relieves montañosos, laderas heterogéneas y coluvio aluviales que determinan las pendientes muy inclinadas del lugar de estudio. Con el levantamiento topográfico interior mina de las galerías exploratorias se obtiene su ancho, alto promedio y las longitudes reales, las mismas que constan para la Galería Exploratoria N°1: ancho= 1.54m, alto=1.71m y una distancia real de 41m, y para la Galería Exploratoria N°2: ancho= 1.33m, alto=1.50m y una distancia real de 31m (ambas en estado abandonado), es decir abarcando una superficie de trabajo de 72m.

Geológicamente la concesión minera “El Venado” se encuentra ubicada en la Formación Misahuallí, dentro de la cual se describieron 8 afloramientos mediante fichas geológicas, donde se determinó que la zona de estudio está constituida al Sur-Oeste por rocas volcánicas andesitas masivas gris verdosas con textura afanítica mismas que hospedan la mineralización (veta principal y veta secundaria) y andesita porfídica el flanco Nor -Este con coloraciones pardo rojizas a gris oscuras y fuertemente fracturado, presenta una textura porfirítica, sin presencia de minerales de interés económico, esta litología es considera como una capa que se encuentra por encima de la andesita que hospeda la mineralización, finalmente depósitos aluviales en el flanco Sur-Este a lo largo de la quebrada que circula dentro de la concesión minera con clastos angulosos producto del recorrido y de la alteración de las rocas volcánicas andesitas con textura afanítica a porfirítica.

Las galerías exploratorias están constituidas geológica y estructuralmente de la siguiente manera: La galería exploratoria de 41 metros, presenta a partir de la boca mina en el tramo (0+015.16m) roca encajante andesita afanítica muy meteorizada sin ningún tipo de reforzamiento, en esta sección existe una veta principal en el tramo (0 +010.8m) a partir de su bocamina, con un azimut 273° buzando 45°NE con potencia de 0.70m, compuesta por

cuarzo, feldespatos, plagioclasas, pirita, calcopirita, con una ley mineral de 3.80 g/tn de oro, 22.20 gr/tn de plata y 5.44 gr/tn de cobre. Poseen alteración propilítica y clorítica por la presencia de minerales como epidota y clorita que reemplazan minerales ferromagnesianos como hornblenda, biotita y piroxenos posteriormente en el tramo (0+015.16m) tenemos la presencia de una falla con azimut 128° buzando 80° SW, la cual presenta deformación con espaciamiento de 22 cm, rellena de brecha (de falla) y una coloración amarillenta en las paredes del macizo rocoso, marcando el contacto entre la andesita afanítica y la andesita basáltica. Siguiendo en el tramo (0+015.16m – 0+041.00m), se encuentra compuesta por rocas de caja con composición básica, de color gris oscuro a negro con textura afanítica denominada andesitas basálticas.

De la misma manera en la galería exploratoria de 31m, a partir de la boca mina en el tramo (0+019.05) se encuentra constituida por la roca encajante andesita afanítica muy meteorizada sin ningún tipo de reforzamiento, en el tramo (0+019.05m) tenemos la presencia de una falla con azimut 128° buzando 80° SW, la cual presenta deformación con espaciamiento de 18cm, rellena de brecha (de falla) y una coloración amarillenta en las paredes del macizo rocoso, posteriormente en el tramo (0+019.05 – 0+031.00m) se compone por roca andesita basáltica en cuya sección (0+028.45m) desde la bocamina, existe la misma veta secundaria con un azimut de 273° buzando 45° NE con potencia de 0.70m compuesta por cuarzo, feldespatos, plagioclasas, pirita, calcopirita. Con una ley mineral 0.13 gr/tn de oro, y 15.33 gr/tn de plata.

Del análisis de las proyecciones estereográficas la dirección preferencial del buzamiento de las familias de diaclasas para las dos galerías exploratorias es NE-SW, generando un rumbo de diaclasamiento dirigido al NW – SE, direcciones semejantes a la veta y falla normal encontradas en las galerías exploratorias. Estructuralmente la falla normal y la veta principal se encuentran tanto en la galería exploratoria de 41m como en la galería exploratoria de 31m, se pudo evidenciar que la falla marca el contacto de ambas litologías subterráneas además de ello, la veta principal y secundaria pertenece a un mismo sistema de formación, tomando en cuenta el desclasamiento, su composición mineralógica y texturas. En lo referente al contenido mineral, las vetas tanto en la galería exploratoria de 41m como

en la galería exploratoria de 31m se identificaron minerales como cuarzo, feldespatos, pirita y calcopirita.

Del levantamiento subterráneo se pudo obtener su modelamiento mediante los softwares AutoCAD CIVIL 3D y LEAGPROG 5.1.4 los cuales permitieron correlacionar información topográfica, geológica y estructuras de las dos galerías exploratorias, corroborando la orientación (rumbo) NW y SE que presentan las vetas de estudio en vista 3D, dando como resultado una orientación similar; la proyección coincide con los frentes de explotación que se han abandonado.

9 Recomendaciones

- Tomar como base el levantamiento topográfico y geológico realizado si se requiere ampliar el estudio topográfico, mediante tecnologías modernas como levantamiento diferencial con drones y a mayor detalle.
- Actualizar la base topografía tanto superficial como subterránea de acuerdo al desarrollo de las labores mineras realizadas y a la proyección de las futuras labores mineras de exploración planificadas, ampliando la sección de las galerías para mejorar el sistema de carga y transporte del material.
- Realizar nuevas aperturas de galerías de acuerdo a las orientaciones estructurales de las vetas mineralizadas es decir con dirección de 273° , con la finalidad de conocer la forma y distribución del yacimiento.
- Con el avance de las galerías exploratorias y en la apertura de nuevas galerías, realizar estudios geológicos estructurales, para determinar la estabilidad del túnel. identificando zonas inestables en las labores mineras, aplicando el refuerzo o soporte que permita una operación con los estándares de seguridad adecuados.
- Realizar un análisis cinemático detallado, especialmente en las vetas mineralizadas que son las que principalmente controla la mineralización. Así mismo tomar en cuenta las alteraciones hidrotermales de la roca caja y veta con la finalidad de establecer nuevas labores mineras de exploración y explotación.
- Efectuar ensayos de ley mineral, previo a un muestreo detallado, con la finalidad de obtener mejores resultados de porcentajes de concentración de minerales de interés como oro, plata, cobre y que sirvan de información base para el modelamiento de las vetas y para llevar un mejor aprovechamiento de las mismas.

10 Bibliografía

- Andrade, H. y Gavilanes B. (2004). *Introducción a la Ingeniería de túneles*. Quito.
- Banco Central del Ecuador. (2020). Sector Minero, Cartilla Informativa. Banco Central Del Ecuador. <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/Hidrocarburos/cartilla00.pdf>
- Belousov, V. (1979). *Geología Estructural*.
- Billings, M. (1974). *Geología Estructural*. Argentina.
- Bowen y Schairer. (1956). *The Evolution of the Igneous Rocks*.
- Calle Guerrero, L. (2014). Caracterización geológica y mineralógica de la zona minera La Herradura, concesión minera de Chinapintza, provincia de Zamora Chinchipe - Ecuador. Loja.
- Cárdenas M, C., Johnson G, E., y Carvallo B, R. (2011). TOPOGRAFÍA SUPERFICIAL Y SUBGLACIAR DE UN SECTOR ALEDAÑO A LA BASE O'HIGGINS, UBICADA EN EL EXTREMO NORTE DE LA PENÍNSULA ANTÁRTICA. Chile.
- Cartografía de la minería en relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible: (2016). Cartografía de la minería en relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Universidad de Colombia.
- Civil Geek. (2014). *Manual: Conociendo a la Roca*.
- Delgado Martín, J., Padilla Benítez, F., & Barrientos, V. (2010). *Prácticas de GEOLOGÍA Mapas Geológicos y Problemas*. Coruña.
- Duque Escobar, G. (2017). *Manual de geología para ingenieros*.
- Echeveste, H. (2017). *Manual de Levantamiento Geológico*. La Plata.
- EPGC. (2018). Levantamientos Geológicos. Obtenido de Especialistas en Geotécnia y concretos: <https://epgc.com.mx/levantamientos-geologicos/>
- Fuentes Guzmán, J. (2012). *Topografía*.
- Gavilanes Jiménez, H., & Andrade Haro, B. (2007). *Introducción a la Ingeniería de Túneles*.

- GLOBAL. (29 de Junio de 2018). *LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS MEDIANTE DRON*. Obtenido de <https://www.globalmediterranea.es/>: <https://www.globalmediterranea.es/levantamientos-topograficos-mediante-dron/>
- Griem , W. (2020). *Apuntes Geología General: Confección mapa*. Obtenido de <https://www.geovirtual2.cl/>: <https://www.geovirtual2.cl/geologiageneral/ggcap10a.htm>
- Hans Niemeyer , R. (1999). *Apuntes de geología estructural*.
- Herrera Herbert, J. (2006). *Métodos de Minería a Cielo Abierto*.
- Hurbult, C. K. (2006). *Manual de Mineralogía*. En C. K. Hurbult, *Manual de Mineralogía* (pág. 2). Mexico.
- INAMHI. (2022). *Instituto de Metereología e hidrología - Estaciones Metereológicas*.
- Instituto de Investigación Geológico Enérgico. (2017). *Carta Geológica Nuevo Paraíso escala 1:100.000*.
- Instituto Geográfico Militar. (1995). *Carta Topográfica La Canela escala 1:50.000*.
- Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico. (2017). *MAPA GEOLÓGICO DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR*.
- Jover, R. T., Ferreiro Prieto, I., Sentana Gadea , I., y Díaz Ivorra, C. (2002). *APLICACIONES DE LA PROYECCIÓN ESTEREOGRÁFICA EN INGENIERÍA GEOLÓGICA*. España.
- López Aburto, V. (1994). *Manual para la Selección de Metodos de Explotación de Minas*.
- Mejia Linares, E. (2017). *geologia estructural y tectonica*.
- Montes de Oca, M. (1996). *Topografía*.
- PDOT La Canela. (2019 -2023). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia La Canela 2019 -2023*.
- PDOT Palanda. (2020-2023). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2020 -2023*.
- Piedra Vega, I. (2015). *Diseño de la Galería Principal de Transporte y la elaboración de un Plan de Seguridad Minera para la extracción del mineral de la Veta Barbasco del*

Condominio Minero Barbasco Unificado del Cantón Portovelo, Provincial de El Oro. Loja.

Pérez López, R., y Ruiz, G. (1999). Recursos minerales.

Piedra Vega, I. (2015). Diseño de la Galería Principal de Transporte y la elaboración de un Plan de Seguridad Minera para la extracción del mineral de la Veta Barbasco del Condominio Minero Barbasco Unificado del Cantón Portovelo, Provincial de El Oro. Loja.

Rivera Mantilla, H. (2005). Geología General.

Shairer, B. &. (1956). The Evolution of the Igneous Rocks.

SIGTIERRAS. (2016). *LEVANTAMIENTO DE CARTOGRAFÍA TEMÁTICA DEL CANTÓN PALANDA ESCALA 1:25.000, LOTE 2.*

Solano Salinas, H. (2019). *studio geológico y análisis estructural de las vetas mineralizadas de interés económico definidas sobre las galerías Pillacela y Montesdeoca del Área de Concesión Minera Mimopi código: 264” ubicada en la provincia de El Oro, cantón Zaruma. Loja.*

Soto Paladines, J. (2010). *GEOLOGÍA Y YACIMIENTOS MINERALES DEL ECUADOR.*

Tarback & Lutgens, E. &. (2005). Ciencias de la Tierra. En E. T. Lutgens.

Universidad Autónoma de Chihuahua. (2011). *PETROLOGIA Y PETROGRAFIA METAMORFICA.*

USGS. (2006). *Estándar Cartográfico Digital FGDC para Mapa Geológico.*

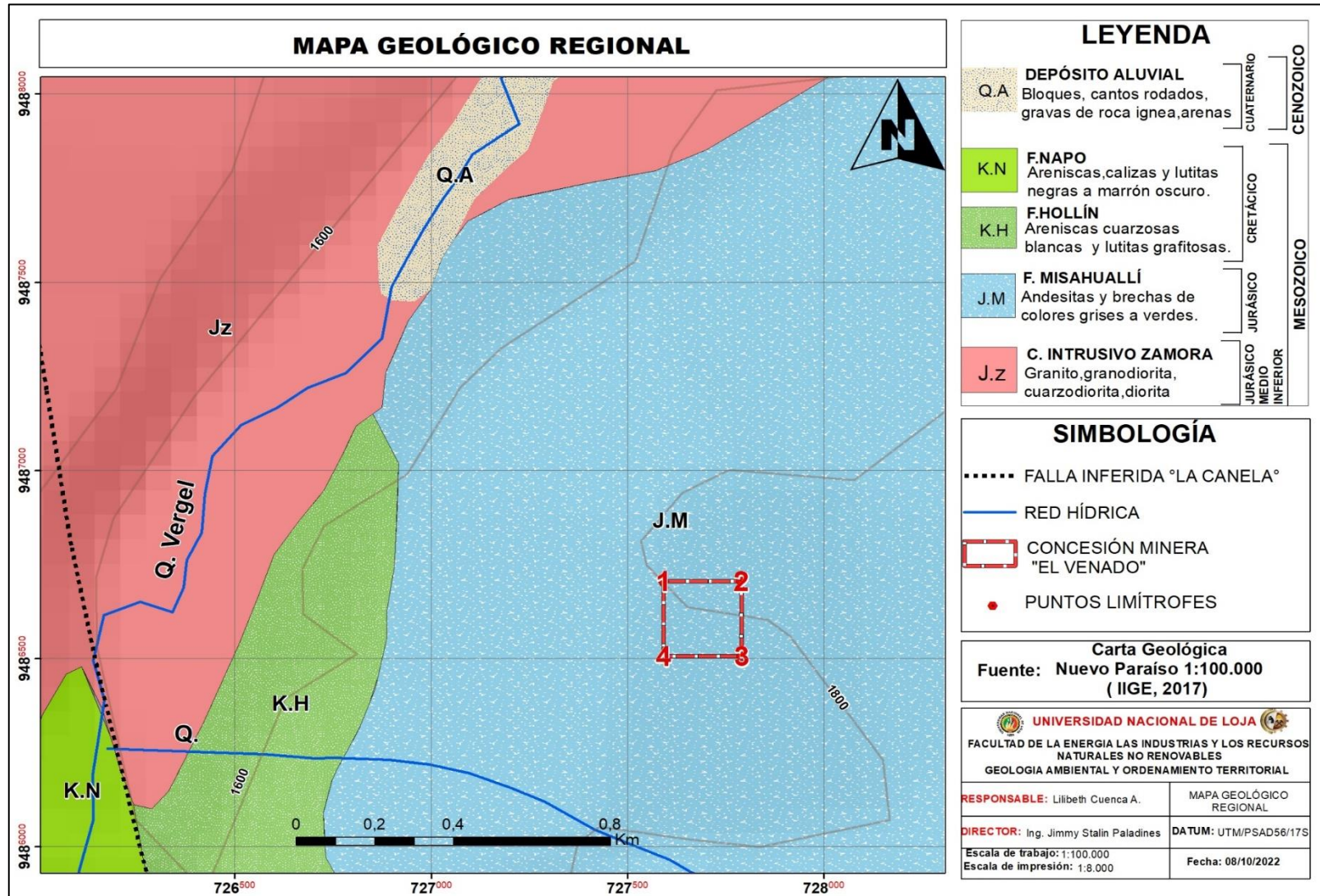
Vera. (05 de Abril de 2018). *Rocas sedimentarias: tipos, subtipos y clasificación.* Recuperado el 2022, de Ingeoexpert: <https://ingeoexpert.com/2018/04/05/tipos-rocas-sedimentarias/>

Vich, R. B., & y Ortiz, D. G. (2010). Problemas de Geología Estructural.

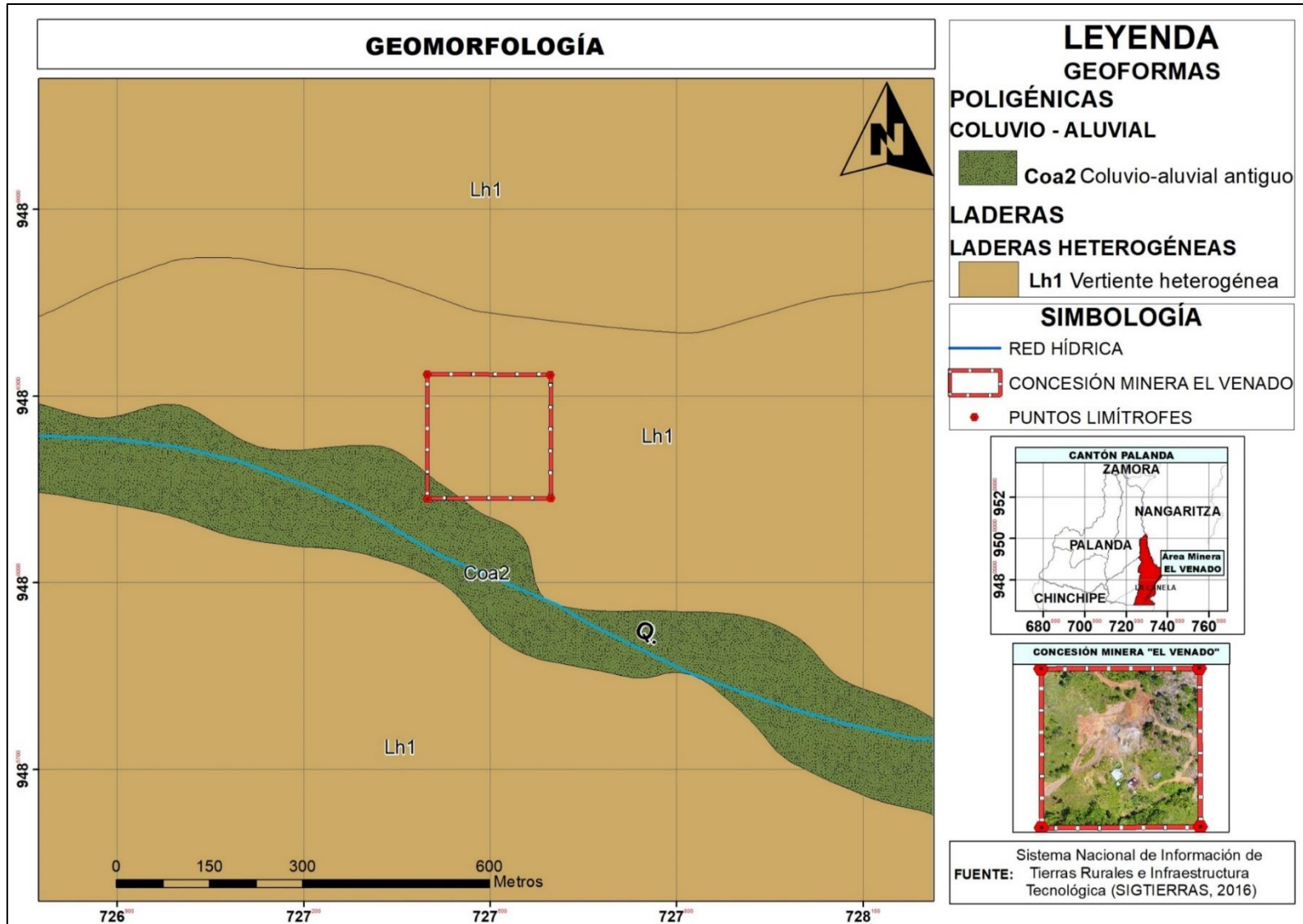
Yautibug Guagcha, G. (2009). *GEOLOGÍA Y METALOGÉNIA DEL ÁREA MINERA SULTANA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE - ECUADOR.*

11 Anexos

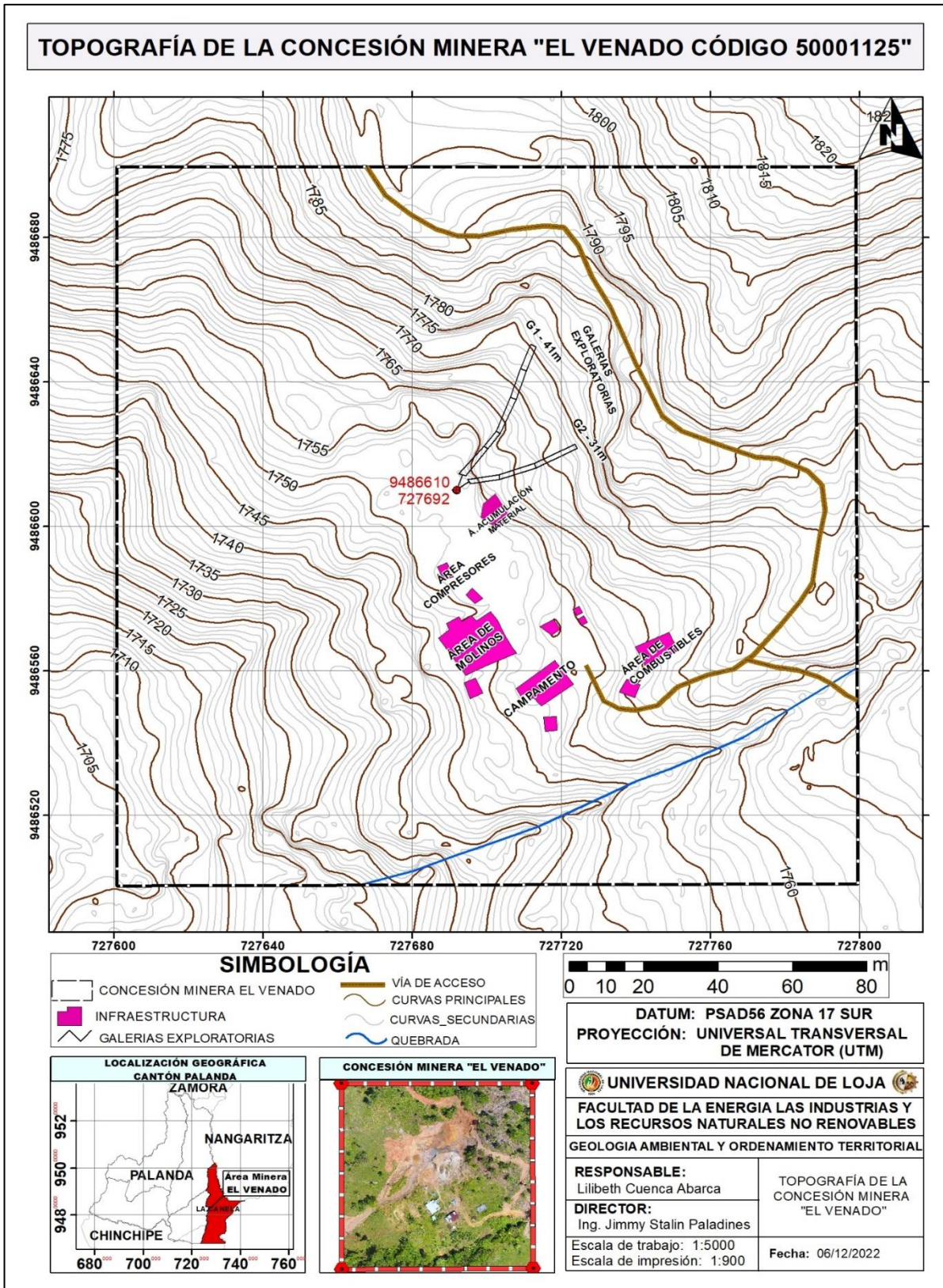
Anexo 1. Geología Regional



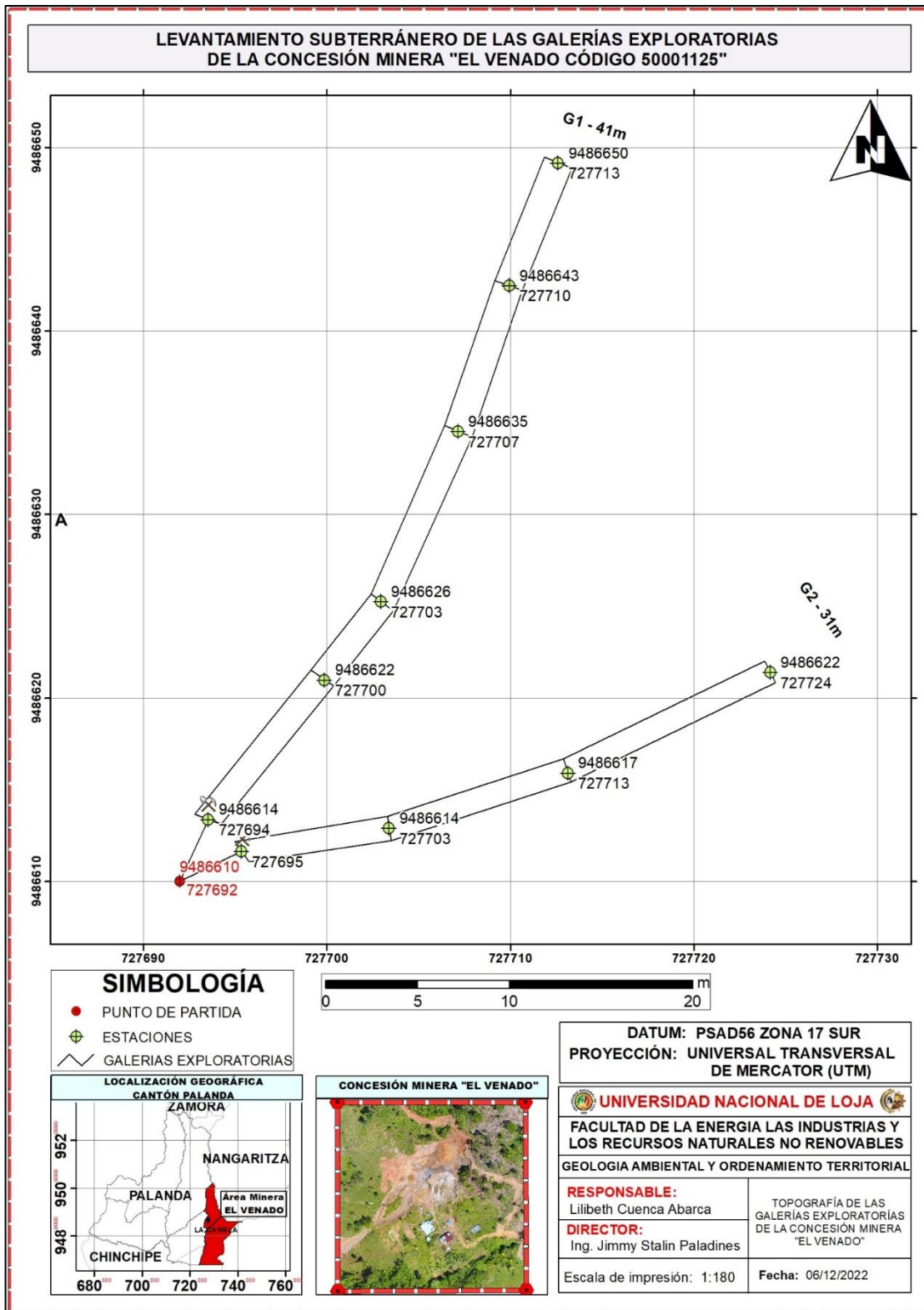
Anexo 2. Geomorfología definida por el Sistema Nacional de Información de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica (2016)



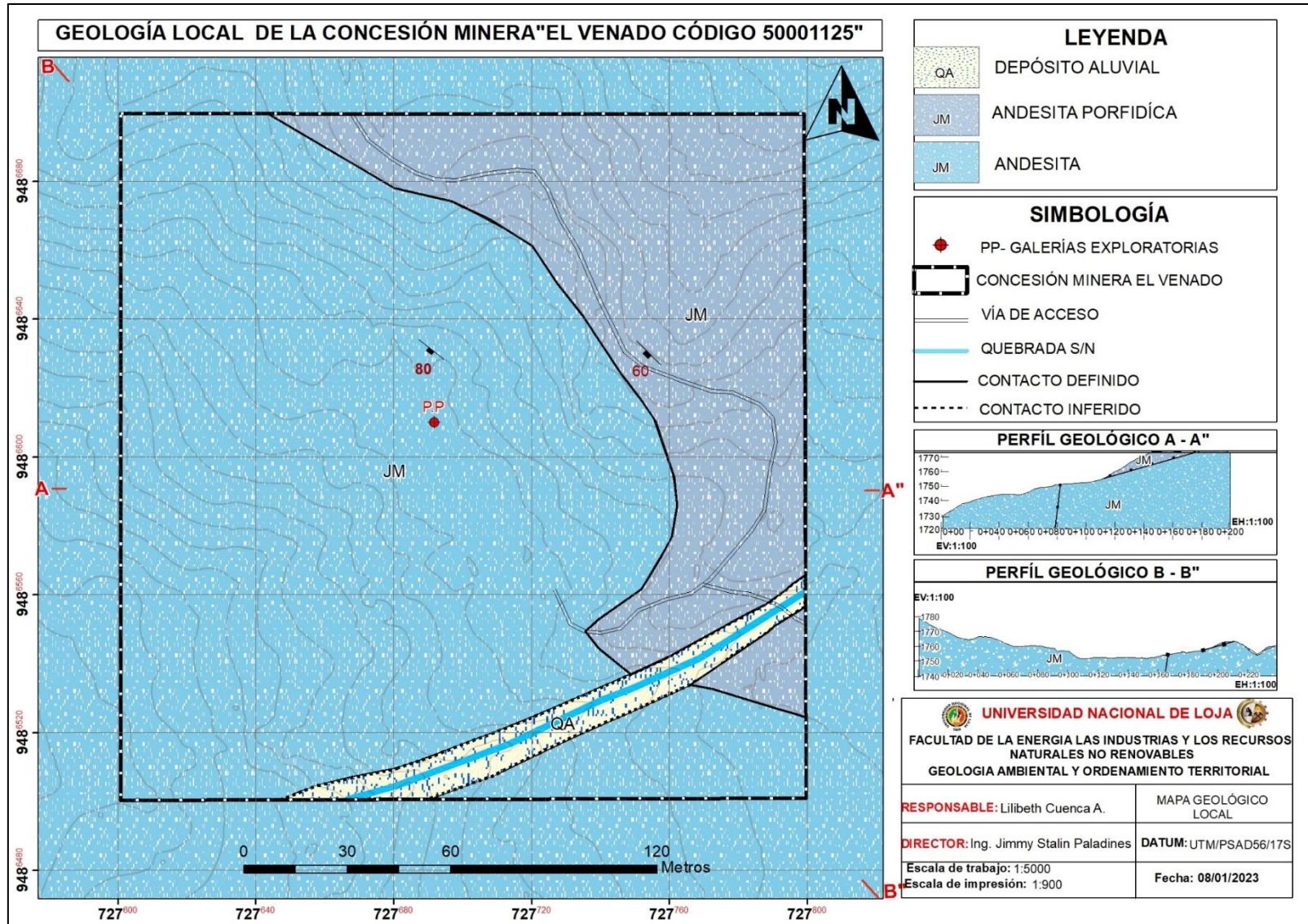
Anexo 3. Topografía de la Concesión minera El “Venado”



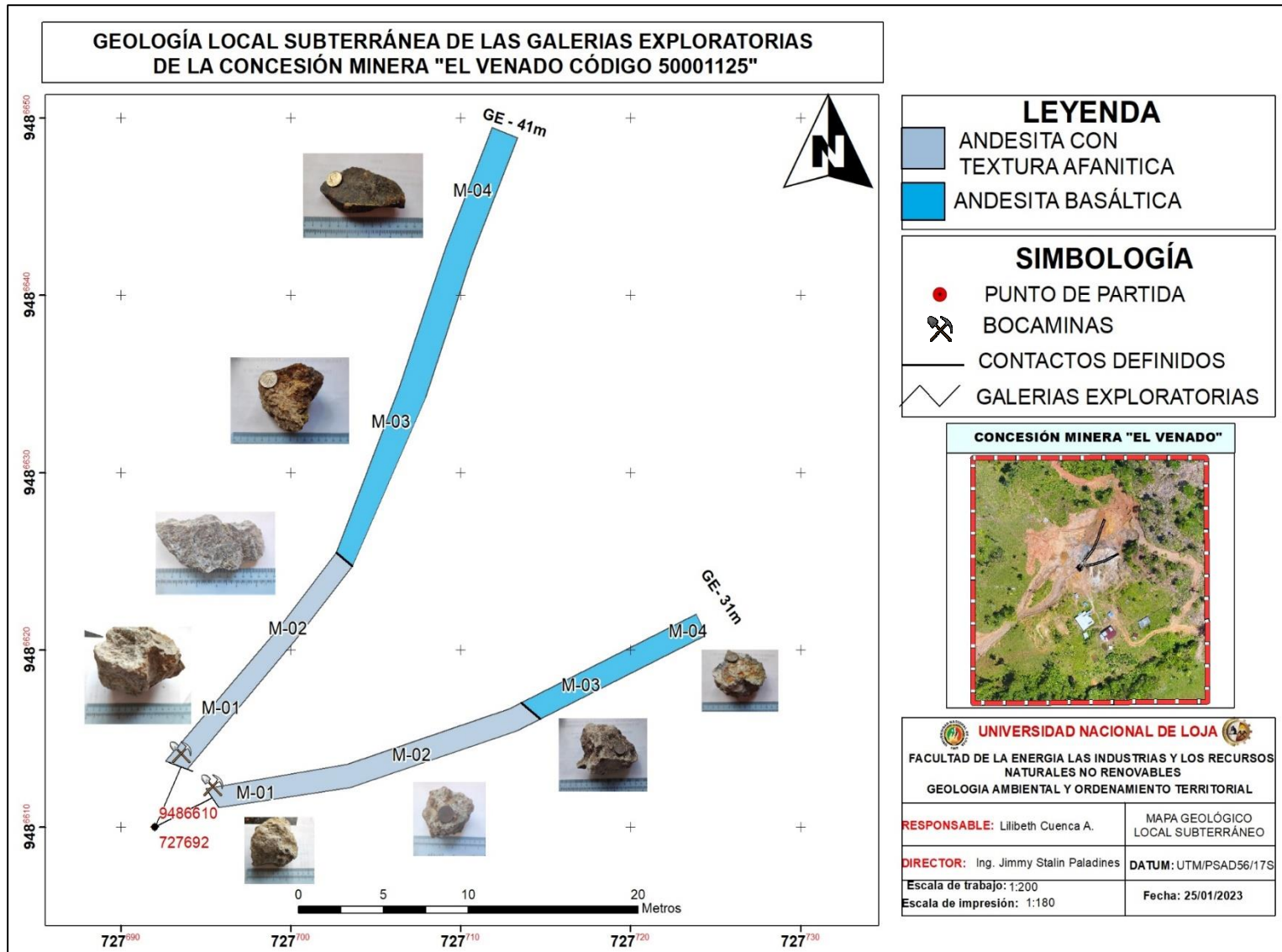
Anexo 4. Topografía de las Galerías Exploratorias de la Concesión minera “El Venado”



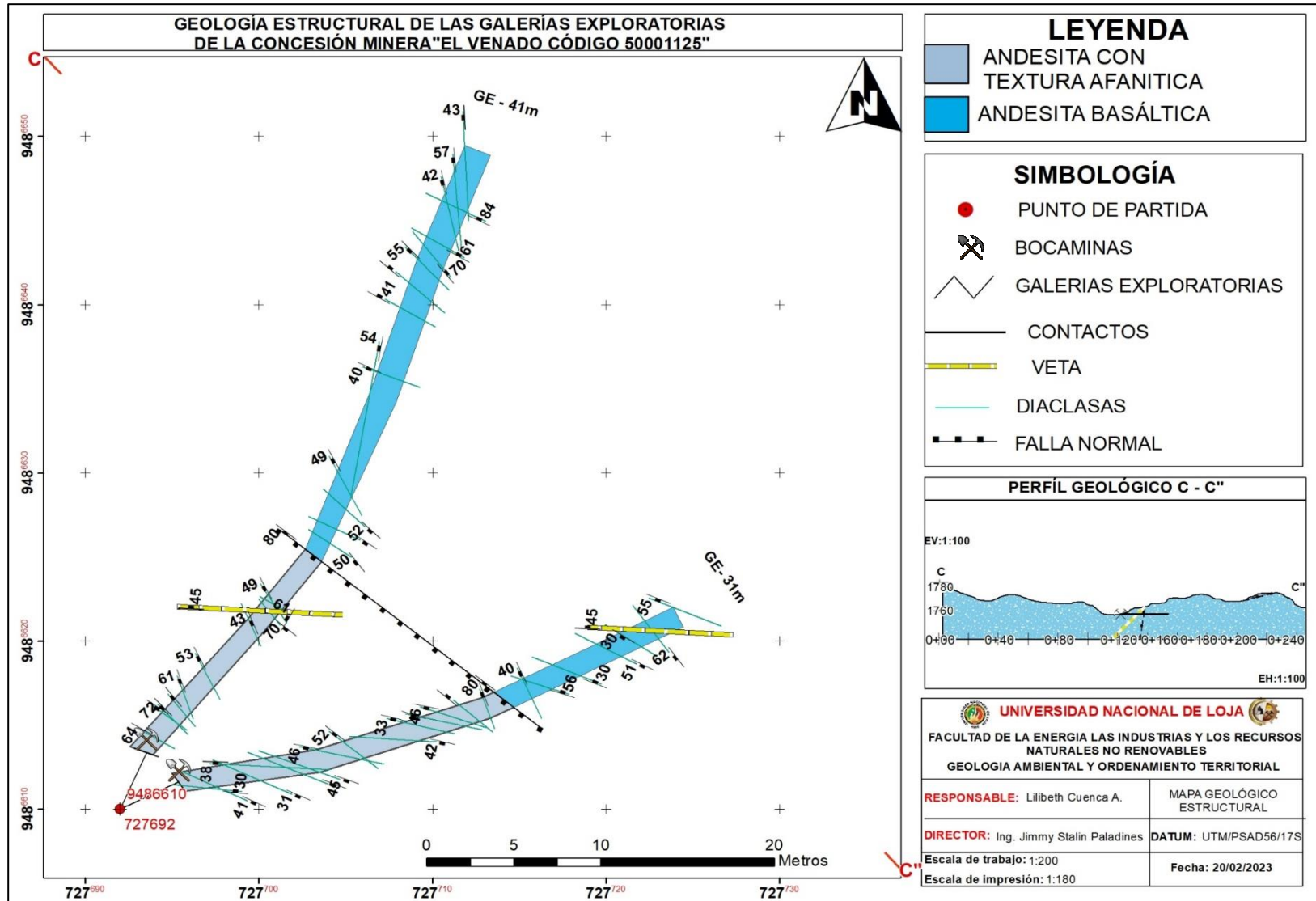
Anexo 5. Geología Local superficial de la Concesión minera “El Venado”



Anexo 6. Geología local de las galerías exploratorias de la Concesión minera “El Venado”



Anexo 7. Geología Estructural de las galerías exploratorias de la Concesión minera “El Venado”



Anexo 8. Fichas Técnicas para descripción de afloramientos

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA								
CARRERA DE INGENIERIA EN GEOLOGIA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL								
Caracterización Geologica Estructural de las Galerias Exploratorias del Área Minera "El Venado" Código 50001124								
Ficha de Descripción de Afloramientos								
Código del Afloramiento	A1			GÉNESIS				
Sector Referencial	Área minera El Venado, La Canela			Ígneo	Metamórfico	Sedimentaria		
Coordenadas de ubicación PSAD56	X: 727736	Y: 9486664	Z: 1784	LITOLOGÍA	Plútonica	Foliada	Clásticas	
Tipo de Afloramiento	Natural ()	Antropico (X)			Volcánica			
Dimensiones del Afloramiento	Alto (m) 2,3	Ancho (m) 14			Hipoabisal	X	No foliada	No clásticas
Vegetación	Sin vegetación ()	Vegetación escasa (X)	Vegetación Frondosa ()					
Grado Meteorización	Sana ()	Algo Meteorizado ()	Moderamente meteorizado ()		Muy meteorizado (X)	Completamente meteorizado ()	Suelo Residual ()	
Hidrogeología	Sin presencia de agua ()	Seco (con señales de agua) (X)		Húmedo ()	Goteo ()	Flujo ()		
DATOS ESTRUCTURALES	Código 1	Potencia (m) 0,2	Bz 43°NE	Az 313°	Tipo de Estructura Diaclasa			

Ubicación: Concesión minera "El Venado"



Imagen Referencial



DESCRIPCIÓN: Afloramiento de tipo artificial, resultado del corte por apertura de vía para acceder a la concesión minera. La formación geológica a la cual pertenece es la F. Misahuallí con rocas andesíticas porfídicas con textura porfírica con fenocristales principalmente de plagiclasas con tonalidades claras y matriz de grano fino, con coloraciones pardo rojiza a oscura debido a la presencia de hematita, altamente fracturado debido al desgaste por los agentes exógenos. La materia orgánica presenta una potencia de 36 cm,

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA						
CARRERA DE INGENIERIA EN GEOLOGIA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL						
Caracterización Geologica Estructural de las Galerias Exploratorias del Área Minera "El Venado" Código 50001124						
Ficha de Descripción de Afloramientos						
Código del Afloramiento	A2			GÉNESIS		
Sector Refencial	Area minera El Venado, La Canela			Ígneo	Metamórfico	Sedimentaria
Coordenadas de ubicación PSAD56	X:	Y:	Z:	Plútonica	Foliada	Clásticas
	727784	9486643	1786			
Tipo de Afloramiento	Natural ()	Antropico (X)		Volcánica		
Dimensiones del Afloramiento	Alto (m)	Ancho (m)		Hipoabisal	No foliada	No clásticas
	3,20	15		X		
Vegetación	Sin vegetación ()	Vegetación escasa (X)	Vegetación Frondosa ()	LITOLOGÍA		
Grado Meteorización	Sana ()	Algo Meteorizado ()	Moderamente meteorizado ()	Muy meteorizado ()	Completamente meteorizado (X)	Suelo Residual ()
Hidrogeología	Sin presencia de agua ()	Seco (con señales de agua) ()		Húmedo (X)	Goteo ()	Flujo ()
DATOS ESTRUCTURALES	Código	Potencia (m)	Bz	Az	Tipo de Estructura	
	1	0,15	60°SW	135°	Falla	

Ubicación: Concesión minera "El Venado"



Imagen Referencial



DESCRIPCIÓN: Afloramiento de tipo artificial, Resultado del corte para apertura de via antigua a la concesión minera. La formación geológica a la cual pertenece es la F.Misahualli con rocas andesíticas porfídicas con textura porfírica y coloraciones pardo gris a oscuro. Muy facturado sin relleno mineral, falla que marca el contacto entre la andesita afanítica y la andesita porfírica.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
CARRERA DE INGENIERIA EN GEOLOGIA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
Caracterización Geologica Estructural de las Galerias Exploratorias del Área Minera "El Venado" Código 50001124
Ficha de Descripción de Afloramientos

Código del Afloramiento	A3			LITOLOGÍA	GÉNESIS		
Sector Refencial	Area minera El Venado, La Canela				Ígneo	Metamórfico	Sedimentaria
Coordenadas de ubicación PSAD56	X:	Y:	Z:		Plútonica	Foliada	Clásticas
	727774	9486623	1792		Volcánica		
Tipo de Afloramiento	Natural ()	Antropico (X)				No foliada	No clásticas
Dimensiones del Afloramiento	Alto (m)	Ancho (m)			Hipoabisal	X	
	3,12	6,10					
Vegetación	Sin vegetación ()	Vegetación escasa (X)	Vegetación Frondosa ()				

Grado Meteorización	Sana ()	Algo Meteorizado ()	Moderamente meteorizado ()	Muy meteorizado (X)	Completamente meteorizado ()	Suelo Residual ()
----------------------------	-------------	-------------------------	--------------------------------	--------------------------	----------------------------------	-----------------------

Hidrogeología	Sin presencia de agua ()	Seco (con señales de agua) ()	Húmedo (X)	Goteo ()	Flujo ()
----------------------	------------------------------	-----------------------------------	-----------------	--------------	--------------

DATOS ESTRUCTURALES	Código	Potencia (m)	Bz	Az	Tipo de Estructura
	1	0,21	50°SW	129°	Diaclasa

Ubicación: Concesión minera "El Venado"



Imagen Referencial



DESCRIPCIÓN: Afloramiento de tipo artificial, resultado del corte por apertura de vía para acceder a la concesión minera. Pertenece a la F. Misahuallí con rocas andesíticas porfídicas con textura porfírica, con coloraciones pardo rojiza, muy meteorizado con presencia de hematita, altamente fracturado debido al desgaste por agentes exógenos, con presencia de humedad. La materia orgánica presenta una potencia de 23 cm.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA							
CARRERA DE INGENIERIA EN GEOLOGIA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL							
Caracterización Geologica Estructural de las Galerias Exploratorias del Área Minera "El Venado" Código 50001124							
Ficha de Descripción de Afloramientos							
Código del Afloramiento	A4			GÉNESIS			
Sector Referencial	Área minera El Venado, La Canela			Ígneo	Metamórfico	Sedimentaria	
Coordenadas de ubicación PSAD56	X: 727779	Y: 9486560	Z: 1781	LITOLOGÍA	Plútonica	Foliada	Clásticas
Tipo de Afloramiento	Natural ()	Antropico (X)			Volcánica		
Dimensiones del Afloramiento	Alto (m) 3,10	Ancho (m) 16,40			Hipoabisal	X	
Vegetación	Sin vegetación ()	Vegetación escasa (X)	Vegetación Frondosa ()			No foliada	No clásticas
Grado Meteorización	Sana ()	Algo Meteorizado ()	Moderamente meteorizado ()		Muy meteorizado ()	Completamente meteorizado (X)	Suelo Residual ()
Hidrogeología	Sin presencia de agua ()	Seco (con señales de agua) (X)	Húmedo ()	Goteo ()	Flujo ()		
DATOS ESTRUCTURALES	Código 1	Potencia (m) 0,24	Bz 38°SW	Az 138°	Tipo de Estructura Diaclasa		

Ubicación: Concesión minera "El Venado"



Imagen Referencial



DESCRIPCIÓN: Afloramiento de tipo artificial, resultado del corte por apertura de vía para acceder a la concesión minera. Pertenecer a la F. Misahuallí con rocas andesíticas porfídicas con textura porfírica, enfriamiento lento con fenocristales de plagioclasas claras, se encuentra en estado seco parcialmente húmedo, además en alto grado de meteorización con presencia de fracturas.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA						
CARRERA DE INGENIERIA EN GEOLOGIA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL						
Caracterización Geologica Estructural de las Galerías Exploratorias del Área Minera "El Venado" Código 50001124						
Ficha de Descripción de Afloramientos						
Código del Afloramiento	A5			GÉNESIS		
Sector Refencial	Area minera El Venado, La Canela			Ígneo	Metamórfico	Sedimentaria
Coordenadas de ubicación PSAD56	X:	Y:	Z:	Plútonica	Foliada	Clásticas
	727689	9486632	1759	Volcánica		
Tipo de Afloramiento	Natural ()	Antropico (X)			No foliada	No clásticas
Dimensiones del Afloramiento	Alto (m)	Ancho (m)		Hipoabisal		
	4	20				
Vegetación	Sin vegetación ()	Vegetación escasa (X)	Vegetación Frondosa ()			
Grado Meteorización	Sana ()	Algo Meteorizado ()	Moderamente meteorizado ()	Muy meteorizado ()	Completamente meteorizado (X)	Suelo Residual ()
Hidrogeología	Sin presencia de agua ()	Seco (con señales de agua) ()		Húmedo ()	Goteo ()	Flujo (X)
DATOS ESTRUCTURALES	Código	Potencia (m)	Bz	Az	Tipo de Estructura	
	1	0,22	80°SW	128°	Falla	

Ubicación: Concesión minera "El Venado"

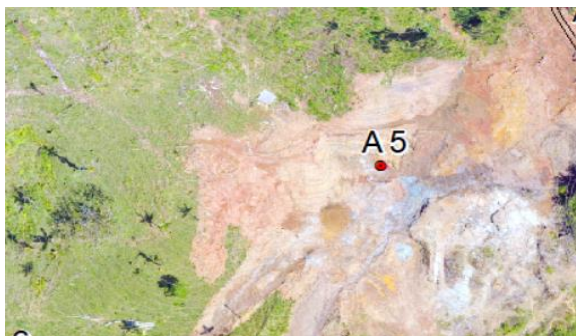


Imagen Referencial



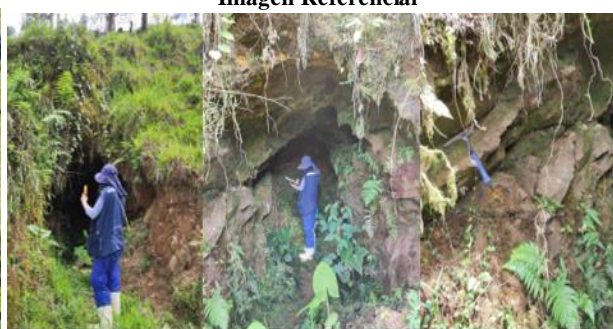
DESCRIPCIÓN: Afloramiento de tipo artificial, resultado de la excavación para la explotación mineral en la concesión minera. La formación geológica a la cual pertenece es la F.Misahualí con rocas andesíticas con textura afanítica altamente meteorizada con colores gris-rojizos-amarillentos debido a la oxidación principalmente por la presencia de hematita, además de ello se evidencia una falla rellena de brecha debido a las fuerzas compresoras entre sí formando fragmentos de roca desde 1cm a 8cm, sus cambios se deben al

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA						
CARRERA DE INGENIERIA EN GEOLOGIA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL						
Caracterización Geologica Estructural de las Galerias Exploratorias del Área Minera "El Venado" Código 50001124						
Ficha de Descripción de Afloramientos						
Código del Afloramiento	A6			GÉNESIS		
Sector Refencial	Área minera El Venado, La Canela			Ígneo	Metamórfico	Sedimentaria
Coordenadas de ubicación PSAD56	X: 727604	Y: 9486583	Z: 1732	Plútonica	Foliada	Clásticas
Tipo de Afloramiento	Natural ()	Antropico (X)		Volcánica	X	
Dimensiones del Afloramiento	Alto (m) 2,50	Ancho (m) 2,70		Hipoabisal	No foliada	No clásticas
Vegetación	Sin vegetación ()	Vegetación escasa (X)	Vegetación Frondosa ()			
Grado Meteorización	Sana ()	Algo Meteorizado ()	Moderamente meteorizado ()	Muy meteorizado (X)	Completamente meteorizado ()	Suelo Residual ()
Hidrogeología	Sin presencia de agua ()	Seco (con señales de agua) ()	Húmedo (X)	Goteo ()	Flujo ()	
DATOS ESTRUCTURALES	Código 1	Potencia (m) 0,27	Bz 55°NW	Dic 197°	Tipo de Estructura Diaclasa	

Ubicación: Concesión minera "El Venado"



Imagen Referencial



DESCRIPCIÓN: Afloramiento de tipo artificial (Galería exploratoria abandonada), resultado de la excavación para la explotación mineral en la concesión minera. La formación geológica a la cual pertenece es la F.Misahualí con rocas andesíticas con textura afanítica característicos de las rocas ígneas con enfriamiento rápido, con colores gris oscuras, con presencia de materia orgánica y altamente meteorizado.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA						
CARRERA DE INGENIERIA EN GEOLOGIA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL						
Caracterización Geologica Estructural de las Galerías Exploratorias del Área Minera "El Venado" Código 50001124						
Ficha de Descripción de Afloramientos						
Código del Afloramiento	A7			GÉNESIS		
Sector Refencial	Area minera El Venado, La Canela			Ígneo	Metamórfico	Sedimentaria
Coordenadas de ubicación PSAD56	X: 727675	Y: 9486562	Z: 1740	Plútonica	Foliada	Clásticas
Tipo de Afloramiento	Natural ()	Antropico (X)		Volcánica	X	
Dimensiones del Afloramiento	Alto (m) 5,62	Ancho (m) 7,12		Hipoabisal	No foliada	No clásticas
Vegetación	Sin vegetación ()	Vegetación escasa (X)	Vegetación Frondosa ()			
Grado Meteorización	Sana ()	Algo Meteorizado ()	Moderamente meteorizado ()	Muy meteorizado (X)	Completamente meteorizado ()	Suelo Residual ()
Hidrogeología	Sin presencia de agua ()	Seco (con señales de agua) (X)	Húmedo ()	Goteo ()	Flujo ()	
DATOS ESTRUCTURALES	Código 1	Potencia (m) 0,19	Bz 83°NW	Az 268°	Tipo de Estructura Diaclasa	

Ubicación: Concesión minera "El Venado"



Imagen Referencial



DESCRIPCIÓN: Afloramiento de tipo artificial, resultado de la excavación para la construcción de infraestructura en la concesión minera. La formación geológica a la cual pertenece es la F.Misahuallí con rocas andesíticas con textura afanítica característicos de las rocas ígneas con enfriamiento rápido, con colores gris-verdosas altamente meteorizadas

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA						
CARRERA DE INGENIERIA EN GEOLOGIA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL						
Caracterización Geologica Estructural de las Galerias Exploratorias del Área Minera "El Venado" Código 50001124						
Ficha de Descripción de Afloramientos						
Código del Afloramiento	A8			GÉNESIS		
Sector Refencial	Área minera El Venado, La Canela			Ígneo	Metamórfico	Sedimentaria
Coordenadas de ubicación PSAD56	X:	Y:	Z:	Plútonica	Foliada	Clásticas
	727795	9486544	1765			
Tipo de Afloramiento	Natural	Antropico		Volcánica		
	()	(X)				
Dimensiones del Afloramiento	Alto (m)	Ancho (m)		No foliada	No clásticas	
	3,60	4,15		Hipoabisal	X	
Vegetación	Sin vegetación	Vegetación escasa	Vegetación Frondosa			
	()	(X)	()			
Grado Meteorización	Sana	Algo Meteorizado	Moderadamente meteorizado	Muy meteorizado	Completamente meteorizado	Suelo Residual
	()	()	()	(X)	()	()
Hidrogeología	Sin presencia de agua	Seco (con señales de agua)		Húmedo	Goteo	Flujo
	()	()		(X)	()	()
DATOS ESTRUCTURALES	Código	Potencia (m)	Bz	Az	Tipo de Estructura	
	1	0,2	70°NE	302°	Diaclasa	

Ubicación: Concesión minera "El Venado"



Imagen Referencial



DESCRIPCIÓN: Afloramiento de tipo artificial, resultado del corte por apertura de vía para acceder a la concesión minera. La formación geológica a la cual pertenece es la F. Misahuallí con rocas andesíticas porfídicas con textura porfírica con alto grado de meteorización se evidencia el desgaste y fracturamiento de la roca con tonalidades pardo rojizas debido a la presencia de óxidos como la hematita, la materia orgánica presenta una potencia de 48 cm.

Anexo 9. Análisis de la Muestra N°1 de Ley Mineral en el Laboratorio Químico Metalúrgico (GoldenLab)



RUC: 0703460188001
 PORTOVELO: 0991518767 - 0986367332
 CAMILO PONCE ENRIQUEZ: 0980905978
 E-mail: goldenlab@hotmail.es

Razón Social:
Solicitante: ANGEL ESPINOZA
Nombre del producto:
Fecha de Recepción: 19/12/2022

N° 56040
Referencia:
Fecha de reporte: 20/12/2022

#	CÓDIGO	Fecha Muestreo	Au-g/t Oro-total	Ag-g/t Plata-T	%Cu Cobre	%Pb Plomo	%Zn Zinc	%As Arsenico	% Fe Hierro
		Método	E.F	E.F	AA	AA	AA	AA	
1	MUESTRA #1	19/12/2022	0,13	15,33					

Métodos: E.F. (Ensayo al fuego)
 A.A (Absorción atómica)
 GM (Gravimetría)

Ing. Químico Julio Rigchag G.
 Reg. SENESCYT 1011-08-840900

Elaborado en: Av. Principal Pólvora-Pinas, A pocos metros del Puente de la Florida, Junto a la chatarrera.

Anexo 10. Análisis de la Muestra N°2 de Ley Mineral en el Laboratorio Químico Metalúrgico (GoldenLab)



RUC: 0703460188001
 PORTOVELO: 0991518767 - 0986367332
 CAMILO PONCE ENRIQUEZ: 0980905978
 E-mail: goldenlab@hotmail.es

Razón Social:

Solicitante: ANGEL ESPINOZA

Nombre del producto:

Fecha de Recepción: 19/12/2022

N° 56041

Referencia:

Fecha de reporte: 20/12/2022

#	CÓDIGO	Fecha Muestreo	Au-g/t Oro-total	Ag-g/t Plata-T	%Cu Cobre	%Pb Plomo	%Zn Zinc	%As Arsénico
		Método	E.F	E.F	AA	AA	AA	AA
1	MUESTRA #2	19/12/2022	3,80	22,20	5,44			

Métodos: E.F (Ensayo al fuego)
 A.A (Absorción atómica)
 GM (Gravimetría)

Ing. Químico Julio Rigchag G.
 Reg. SENESCYT 1011-08-S40900

I

Anexo 11. Certificado de traducción del resumen del trabajo

Carlos Fernando Velastegui Aguilar
LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN MENCIÓN IDIOMA INGLÉS

Certifico. –

Que la traducción del documento adjunto por la alumna Lilibeth de los Angeles Cuenca Abarca, con número de cédula de ciudadanía 1105583296, cuyo tema de investigación se titula: CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA ESTRUCTURAL DE LAS GALERÍAS EXPLORATORIAS DE LA CONCESIÓN MINERA “EL VENADO” CÓDIGO 50001125, UBICADO EN LA PARROQUIA LA CANELA, CANTÓN PALANDA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE, ha sido realizado por mi persona en calidad de Licenciado en Pedagogía del Idioma Inglés.

Esta es una traducción textual del documento adjunto, y el traductor es competente para realizar traducciones.

Lo certifico en honor a la verdad, facultando a la portadora del presente documento, hacer el uso legal pertinente.

Loja, 12 de junio de 2023.



Carlos Fernando Velastegui Aguilar
Licenciado de Inglés
C.I: 1105165672
Número de Registro: 1031-2022-2463645