

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA MINAS Y METALÚRGICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



TESIS

**ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOESTADISTICO DE LA VETA AURIFERA
CLARIBEL EN LA CONCESION MINERA TICLA PARA LA EVALUACION DE
SUS RECURSOS MINERALES HUANCABAMBA, OXAPAMPA - PASCO**

PRESENTADO POR:

Br. WILLIAM LADISLAO JALISTO ROMERO

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO GEÓLOGO.**

ASESOR:

Mgt. Ing. MAURO ALBERTO ZEGARRA CARREON

CUSCO – PERU

2025



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor MAURO ALBERTO ZEGARRA CARREON.....
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOESTADISTICO
DE LA VETA AURIFERA CLARIBEL EN LA CONCESION MINERA
TICLA PARA LA EVALUACION DE SUS RECURSOS MINERALES
HUANCABAMBA, OXAPAMPA - PASCO.....

Presentado por: WILLIAM LADISLAO JALISTO ROMERO..... DNI N° 76696824 ;
presentado por: DNI N°:

Para optar el título Profesional/Grado Académico de
..... INGENIERO GEOLOGO

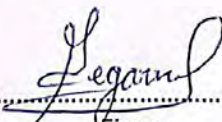
Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de**
Similitud en la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 6 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	☒
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	☐
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	☐

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 29 de octubre..... de 2025.....


.....
Firma

Post firma MAURO ALBERTO ZEGARRA CARREON

Nro. de DNI 23848124

ORCID del Asesor 0000-0003-016-3980

Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259519543787.....

ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOESTADISTICO DE LA VETA AURIFRA CLARIBEL EN LA CONCESION MINERA TICLA PARA...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:519543787

122 páginas

Fecha de entrega

28 oct 2025, 3:27 p.m. GMT-5

32.560 palabras

Fecha de descarga

28 oct 2025, 3:31 p.m. GMT-5

172.678 caracteres

Nombre del archivo

ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOESTADISTICO DE LA VETA AURIFRA CLARIBEL EN LA CONCESION MIN....pdf

Tamaño del archivo

3.6 MB

6% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 6%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 3%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de Integridad para revisión

-  **Texto oculto**
275 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

AGRADECIMIENTO:

A DIOS POR DARME LA OPORTUNIDAD DE ESTUDIAR ESTA GRAN PROFESIÓN Y LAS FUERZAS NECESARIAS PARA CULMINAR ESTE LARGO CAMINO.

A MI FAMILIA POR APOYARME EN MI DECISIÓN DE EJERCER ESTA PROFESIÓN.

A KAROLINA POR SU MOTIVACION Y APOYO INCONDICIONAL DURANTE TODO ESTE PROCESO ACADEMICO.

A MI ESCUELA PROFESIONAL, MIS DOCENTES Y COMPAÑEROS POR BRINDARME TANTAS EXPERIENCIAS Y CONOCIMIENTOS DURANTE MI ETAPA UNIVERSITARIA.

A LA EMPRESA COMPAÑÍA MINERA HGZ SAC POR DARME LA OPORTUNIDAD DE USAR SUS INSTALACIONES E INFORMACIÓN PARA EL DESARROLLO DE MI PROYECTO DE TESIS.

DEDICADO A:

MIS PADRES, HERMANO QUIENES FUERON MI MAYOR MOTIVACIÓN DURANTE MI ETAPA DE FORMACIÓN UNIVERSITARIA Y TODO EL PROCESO CONCERNIENTE A LA ELABORACION DEL PRESENTE TRABAJO Y A MI ABUELITA LEONARDA MAMANI QUIEN FUE COMO UNA SEGUNDA MADRE PARA MI Y QUE DESDE EL CIELO ME SIGUE CUIDANDO Y APOYANDO.

ÍNDICE

Lista de tablas	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO I	17
ASPECTOS GENERALES	17
1.1. Ubicación	17
1.2. Accesibilidad	17
1.3. Planteamiento del problema	19
1.3.1 Definición del problema	19
1.3.2 Problema general	20
1.3.3 Problemas específicos	20
1.4. Justificación	20
1.5. Objetivos	23
1.5.1. Objetivo general	23
1.5.2. Objetivos específicos	23
1.6. Hipótesis	23
1.6.1. Hipótesis general	23
1.6.2. Hipótesis específicas	23
1.7. Marco referencial	24
1.7.1. Antecedentes internacionales	24

1.7.2. Antecedentes nacionales	25
1.7.3. Antecedentes locales.....	27
1.8. Bases teóricas	28
1.9. Variables e indicadores	32
1.9.1. Variables	32
1.9.2. Indicadores	32
1.10. Metodología de la investigación.....	33
1.10.1. Tipos de investigación.....	33
1.10.2. Diseño de investigación.....	34
1.10.3. Procedimiento de trabajo	34
1.12. Universo	37
1.12.1. Universo físico	37
1.12.2. Muestra	37
1.13. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	37
1.13.1. Técnicas.....	37
1.13.2. Equipos.....	38
1.13.3. Materiales	38
1.13.4 Procesamiento de datos	38
1.13.5 Laboratorio Químico	38
CAPÍTULO II.....	39
GEOMORFOLOGIA	39
2.1. Clima.....	39

2.2. Geomorfología.....	39
CAPÍTULO III	41
MARCO GEOLÓGICO	41
3.1. Geología regional.....	41
3.1.1. Granito Paucartambo.....	41
3.2. Geología local.....	41
3.2.1. Granodiorita metamorfizada	42
3.2.2. Aplita	42
3.2.3. Andesita	42
3.2.4. Depósito Fluvioglacial	43
3.3. Geología estructural	43
CAPÍTULO IV	45
GEOLOGÍA ECONÓMICA.....	45
4.1. Franja metalogenética.....	45
4.1.1. Referencias de génesis de mineralización	47
4.2. Descripción de la veta Claribel.....	47
4.3. Mineralogía	49
4.3.1. Minerales de mena	49
4.3.2. Minerales de ganga	50
4.4. Alteraciones hidrotermales.....	50
4.4.1. Alteración propilitica.....	50
4.4.2. Silicificación.....	50

4.5. Controles de mineralización	50
4.5.1. Control mineralógico	51
4.5.2. Control litológico.....	51
4.5.3. Control estructural	51
CAPÍTULO V	52
PERFORACIÓN DIAMANTINA Y LOGUEO GEOLÓGICO.....	52
5.1. Perforación diamantina	52
5.1.1. Diámetros de los testigos obtenidos en la perforación	52
5.2. Logueo geológico.....	54
5.2.1. Preparación de materiales para el logueo geológico	54
5.2.2. Logueo geológico de testigos diamantinos	55
5.2.3. Secciones de los sondajes de perforación diamantina	56
5.2.4. Registro fotográfico de las cajas de testigos diamantinos	59
5.2.5. Muestreo de testigos diamantinos.....	60
5.3. Aseguramiento y control de calidad (QA/QC) de muestras	61
5.3.1. Aseguramiento de calidad (QA)	61
5.3.2. Control de calidad (QC)	61
5.3.3. Exactitud, precisión, contaminación y sesgo	62
5.3.4.- Muestras de control.....	63
5.3.5. Gráficas QA QC y monitoreo de resultados	65
5.3.6. Análisis de resultados	67
CAPÍTULO VI	68

MODELAMIENTO GEOLÓGICO	68
6.1. Introducción	68
6.2. Base de datos de perforación diamantina y muestreo de la veta Claribel.....	68
6.3. Importación de la base de datos en software especializado	69
6.4. Creación del modelo geológico implícito de la veta Claribel	71
6.5. Reajuste del modelo geológico implícito	72
6.6. Generación del modelo geológico final de la veta Claribel	72
CAPÍTULO VII.....	74
GEOESTADÍSTICA Y ESTIMACIÓN DE RECURSOS MINERALES	74
7.1. Código de JORC	74
7.2. Concepto de recurso mineral según el código de JORC	74
7.3. Clasificación de recursos minerales según el código de JORC.....	75
7.3.1. Recurso mineral inferido.....	75
7.3.2. Recurso mineral indicado.....	75
7.3.3. Recurso mineral medido.....	76
7.4. Los métodos tradicionales de estimación de recursos minerales.....	77
7.4.1. La media aritmética:.....	77
7.4.2. Polígonos de influencia	77
7.4.3. Inverso de la distancia	77
7.5. Método geoestadístico.....	78
7.5.1. Variable regionalizada.....	78
7.5.2. Campo y soporte	78

7.5.3. Kriging	79
7.6. Análisis exploratorio de datos	81
7.6.1. Distribución experimental de datos	82
7.6.2. Datos compositados.....	85
7.6.3. Valores atípicos – outliers	86
7.6.4. Regularización de las muestras – capping	87
7.7. Análisis estructural geoestadístico – variografía	88
7.7.1. Variograma.....	88
7.7.2. Efecto de pepita	90
7.7.3. Anisotropía	91
7.7.4. Modelo de variograma experimental de la veta Claribel	91
7.8. Modelo de bloques	92
7.9. Estimación de bloques por el método de kriging	94
7.10. Validación del modelo de bloques	97
7.10.1. Validación visual	97
7.10.2. Validación cruzada	98
7.11. Categorización de recursos minerales	100
7.12. Reporte de leyes y tonelaje de mineral	102
CAPITULO VIII	103
ANÁLISIS DE RESULTADOS	103
CONCLUSIONES.....	105
RECOMENDACIONES	106

BIBLIOGRAFIA	107
WEBGRAFIA.....	109
ANEXOS	110

Lista de figuras

Figura 1	<i>Acceso a la concesión minera Ticla.</i>	18
Figura 2	<i>Producción mensual de oro de los años 2023 – 2024.</i>	21
Figura 3	<i>Flujograma del procedimiento de trabajo.</i>	36
Figura 4	<i>Unidades morfoestructurales de la región de Pasco.</i>	40
Figura 5	<i>Mapa geológico estructural regional de la concesión minera Ticla.</i>	44
Figura 6	<i>Mapa metalogénico de la concesión minera Ticla.</i>	46
Figura 7	<i>Veta Claribel</i>	48
Figura 8	<i>Proceso de puruñado de una muestra de la veta aurífera Claribel.</i>	49
Figura 9	<i>Máquina perforadora DR40.</i>	53
Figura 10	<i>Logueo geológico de testigos de perforación diamantina en la concesión minera Ticla.</i>	55
Figura 11	<i>Sección geológica A - A'</i>	57
Figura 12	<i>Sección geológica B - B'</i>	58
Figura 13	<i>Registro fotográfico de los testigos de perforación diamantina.</i>	59
Figura 14	<i>Muestreo de una estructura mineralizada de interés.</i>	60
Figura 15	<i>Corte de testigos de perforación diamantina.</i>	61
Figura 16	<i>Diagrama de procesos QAQC.</i>	64
Figura 17	<i>Análisis de muestras gemelas en el proyecto Claribel.</i>	65
Figura 18	<i>Análisis de muestras de duplicados gruesos en el proyecto Claribel.</i>	66
Figura 19	<i>Análisis de muestras de blancos gruesos en el proyecto Claribel.</i>	66
Figura 20	<i>Importación de datos de sondaje y generación de superficie 3D.</i>	70
Figura 21	<i>Leyes de Au de los impactos alcanzados en la campaña de perforación diamantina.</i>	70
Figura 22	<i>Modelo implícito de la veta Claribel con vistas en planta, sección y 3D.</i>	71
Figura 23	<i>Modelo geológico final de la veta Claribel con vistas en planta, este y 3D.</i>	73

Figura 24 <i>Relación general entre resultados de exploración, recursos minerales y reservas de mena.</i>	76
Figura 25 <i>Intersección de sondajes vinculados al modelo de la veta Claribel.</i>	81
Figura 26 <i>Gráfica de probabilidad de las muestras de oro de la veta Claribel.</i>	82
Figura 27 <i>Gráfico de dispersión entre las leyes de oro vs la potencia de las muestras de la veta Claribel.</i>	83
Figura 28 <i>Histograma de las leyes de oro de la veta Claribel.</i>	84
Figura 29 <i>Histograma de potencias de las muestras de la veta Claribel.</i>	85
Figura 30 <i>Boxplot o gráfica de cajas de las muestras de la veta Claribel.</i>	86
Figura 31 <i>Histograma de leyes de oro capeadas de la veta Claribel.</i>	87
Figura 32 <i>Modelos de variogramas.</i>	89
Figura 33 <i>Efecto pepita en un testigo de un yacimiento de oro.</i>	90
Figura 34 <i>Modelo de variograma experimental de la veta Claribel.</i>	92
Figura 35 <i>Modelos de bloques con diferentes medidas.</i>	93
Figura 36 <i>Modelo de bloques de la veta Claribel.</i>	94
Figura 37 <i>Estimación del modelo de bloque mediante kriging ordinario.</i>	96
Figura 38 <i>Validación visual mediante los sondajes interceptados.</i>	97
Figura 39 <i>Validación cruzada entre los valores estimados versus los valores originales capeados.</i>	100
Figura 40 <i>Categorización de recursos minerales de la veta Claribel.</i>	101
Figura 41 <i>Posible segunda estructura mineralizada paralela o ramificación de la veta Claribel.</i>	104
Figura 42 <i>Formato de logueo geológico.</i>	115

Lista de tablas

Tabla 1	<i>Coordenadas UTM de la concesión minera Ticla.</i>	17
Tabla 2	<i>Acceso a la concesión minera Ticla.</i>	18
Tabla 3	<i>Producción de mineral entre los meses marzo y abril del 2024.</i>	21
Tabla 4	<i>Operacionalización de variables.</i>	33
Tabla 5	<i>Interpretación del coeficiente de correlación de Pearson según Udo.</i>	99
Tabla 6	<i>Interpretación del coeficiente de correlación de Pearson según Rowntree</i>	99
Tabla 7	<i>Reporte de tonelaje y leyes de la veta Claribel.</i>	102
Tabla 8	<i>Matriz de consistencia del proyecto de investigación.</i>	111
Tabla 9	<i>Formato de control de muestras blancas.</i>	112
Tabla 10	<i>Formato de control de muestras duplicadas.</i>	113
Tabla 11	<i>Formato de control de muestras gemelas.</i>	114
Tabla 12	<i>Base de datos de sondajes de perforación diamantina en la concesión Ticla....</i>	116

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el distrito de Huancabamba, provincia de Oxapampa, departamento de Pasco a una altitud de 3650, accediendo por la ruta Lima – La Oroya – La Merced con un trayecto total de 321 km por un tiempo de viaje de 9 horas por la carretera central. Geomorfológicamente se encuentra ubicado en la cordillera oriental; la litología encajonante la conforman rocas intrusivas del tipo granodiorítico con presencia de un moderado metamorfismo, además de diques aplíticos y andesíticos y la alteración presente en el yacimiento podemos encontrar silicificación y propilitización.

El objetivo del presente proyecto es realizar la evaluación de recursos minerales auríferos presentes en la concesión Ticla utilizando información geológica y geoestadística como data de logueo geológico de testigos de perforación diamantina, modelamiento geológico y estimación de recursos minerales utilizando métodos modernos como son los geoestadísticos (Kriging ordinario) y teniendo en consideración las pautas del código JORC.

Los resultados obtenidos luego de haber realizado los trabajos de campo y gabinete fueron de 30 566.56 toneladas de recurso mineral indicado con una ley de oro de 0.516 Oz/Ton, 28 967.45 toneladas de recurso mineral inferido con una ley de oro de 0.496 Oz/Ton, haciendo un total de 166 695.22 toneladas de mineral con una ley de oro de 0.506 Oz/Ton. Concluyendo en que la veta aurífera Claribel presenta un gran potencial aurífero y que son necesarios nuevos trabajos para la validación y el incremento de los recursos minerales.

PALABRAS CLAVES: veta, cizallamiento, recursos minerales, kriging.

ABSTRACT

The research was conducted in the district of Huancabamba, province of Oxapampa, department of Pasco, at an altitude of 3,650 meters. Access is via the Lima – La Oroya – La Merced route, covering a total distance of 321 km with a travel time of approximately 9 hours along the central highway. Geomorphologically, the area is located in the eastern mountain range; the host lithology consists of granodioritic intrusive rocks with moderate metamorphism, as well as aplite and andesite dikes. Alteration in the deposit includes silicification and propylitization.

The objective of this project is to evaluate the gold-bearing mineral resources present in the Tícla concession using geological and geostatistical data, such as geological logging of diamond drill cores, geological modeling, and resource estimation through modern methods like ordinary kriging, following the guidelines of the JORC code.

The results obtained from field and office work indicate 30,566.56 tons of indicated mineral resource with a gold grade of 0.516 oz/ton, and 28,967.45 tons of inferred mineral resource with a gold grade of 0.496 oz/ton, totaling 166,695.22 tons of mineral with an average gold grade of 0.506 oz/ton. It is concluded that the Claribel gold vein shows great potential, and further work is needed to validate and increase the mineral resources.

KEYWORDS: vein, shear zone, mineral resources, kriging.

INTRODUCCIÓN

A través de los años la minería se ha convertido en el pilar fundamental del país y es mediante los diferentes proyectos mineros en sus diferentes fases que ha generado grandes divisas para las arcas nacionales, así como miles de puestos de trabajo, es por ello y muchas otras razones la importancia de seguir generando información e investigación que aporte al desarrollo de algún proyecto minero hasta alcanzar su última fase de operación.

Y es mediante la elaboración del presente trabajo que se quiere aportar al desarrollo de más proyectos mineros con gran potencial aurífero como lo es la veta Claribel en la concesión minera Ticola ubicada en la región de Pasco, que correspondería a un yacimiento orogénico y que presenta mineralización tanto microscópica (en fracturas dentro de la pirita) como macroscópica (oro visto), ambas presentes en la zona de cizalla, lugar por donde habría ascendido la mineralización aurífera siendo el control estructural más importante del yacimiento, también presenta como roca caja a la granodiorita con rasgos de cambio litológico debido al metamorfismo por la acción del cizallamiento. La veta Claribel posee orientación andina con un azimuth entre los 325 a 330°, así mismo presenta una inclinación sub vertical con buzamientos que van desde los 80 hasta los 83°.

El objetivo de este trabajo es evaluar los recursos minerales de la veta Claribel mediante métodos descriptivos como los sería el logueo geológico y cuantitativos a través de técnicas geoestadísticas como el kriging ordinario. Todo esto con miras hacia trabajos más detallados que permitan validar la información recabada y aumentar el nivel de confiabilidad de recursos minerales para en un futuro llegar a un inicio de operaciones, que es a lo que todo proyecto minero aspira y poder llegar a tener una producción de mineral constante e ir incrementando los recursos para seguir aportando a la producción aurífera nacional.

Una manera también de aportar al rubro de la pequeña minería es en la actualización de algunos métodos de trabajo, como es el caso de la implementación de softwares 3D para tener una mejor y más amplia visualización de la estructura mineralizada y poder hacer cálculos de tonelaje más exactos. Otra implementación o mejora sería en cuanto al cálculo de recursos minerales ya que en empresas mineras pequeñas, recientes o nuevas se continúa haciendo uso de los métodos tradicionales que, aunque son buenos y confiables ya no se consideran para trabajos de la mediana o la gran minería quienes están a la vanguardia en cuanto a métodos actuales, modernos y sofisticados, como es el uso de estimación de recursos minerales utilizando técnicas como el kriging, la simulación condicional o gaussiana entre muchas otras más, apoyándose en los diferentes softwares que ofrece el mercado, la cual genera información con un grado de confiabilidad mayor y posee diferentes controles para determinar su correcta aplicación y nivel de error existente.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Ubicación

La veta Claribel se encuentra dentro de la concesión minera Ticla y políticamente dentro del distrito de Huancabamba, provincia de Oxapampa, departamento de Pasco, en el cuadrángulo geológico de 21-I, (INGEMMET) a una altitud de 3650 m.s.n.m. La concesión minera Ticla se encuentra en las siguientes coordenadas UTM, como se muestran en la tabla 1.

Tabla 1

Coordenadas UTM de la concesión minera Ticla.

TITULAR MINERO	CONCESIÓN MINERA TICLA			
		UTM WGS 84 ZONA 18S		
	VERTICE	NORTE	ESTE	AREA (Ha)
Compañía Minera HGZ SAC	1	8852633.85	410773.82	207.64
	2	8851633.84	410773.83	
	3	8851633.84	408773.84	
	4	8852633.84	408773.83	

1.2. Accesibilidad

Para acceder a la zona de estudio se hace un recorrido de 250 Km por la carretera central partiendo desde Lima, luego por una carretera afirmada de 71 Km hasta la ubicación del campamento minero, haciendo una duración total de 9 horas y 8 min de recorrido, tal como se puede apreciar en la tabla 2 y figura 1.

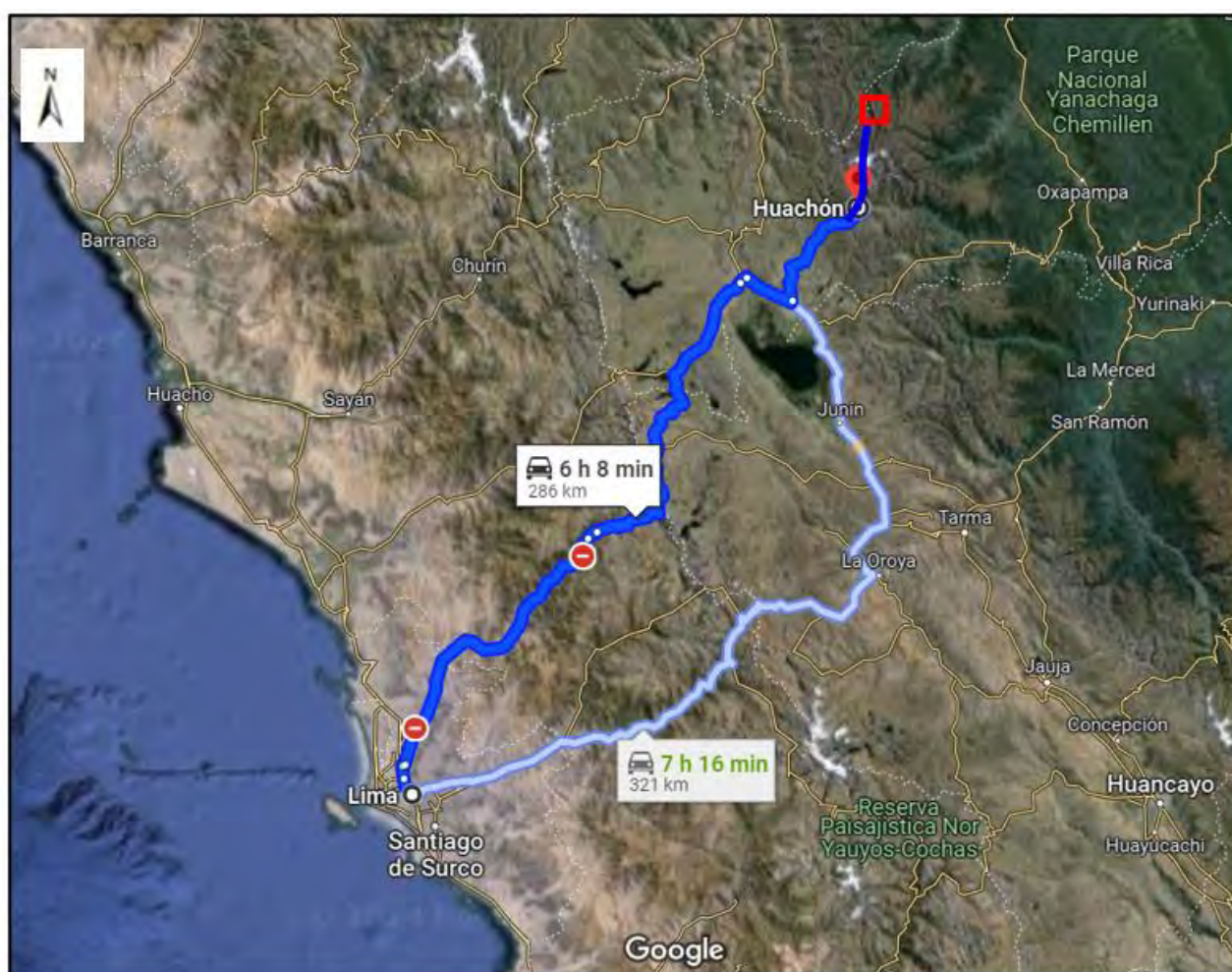
Tabla 2

Acceso a la concesión minera Ticla.

Nro	RUTA	DISTANCIA (Km)	TIEMPO	TIPO DE VIA
1	Lima - Ninacaca	250	5h 23min	Pavimentada
2	Ninacaca - Huachón	36	45min	Afirmada
3	Huachón - Proyecto Ticla	35	3h	Afirmada
TOTAL		321	9h 8min	

Figura 1

Acceso a la concesión minera Ticla.



Nota. Adaptada de Google Earth.

1.3. Planteamiento del problema

1.3.1 Definición del problema

La zona de la cordillera oriental representa un área de gran potencial geológico minero, a lo largo del sur, centro y norte del país, debido a la presencia de distintos tipo de minerales como es el caso del aurífero, depositado en yacimientos vetiformes y es en muchos casos que las empresas (sobre todo del rubro de la pequeña minería) no pueden tomar la decisión de iniciar con las operaciones de desarrollo, preparación y menos explotación debido a la falta de la evaluación de zonas con potencial de mineral, ya que la inversión minera es muy elevada para arriesgar en un proyecto que no cuenta con la confiabilidad requerida, ni con los recursos minerales validados que puedan asegurar un retorno de lo invertido así como la generación de ganancias esperadas.

Ese es el caso de la Compañía Minera HGZ, que posee la concesión minera Ticla donde se identificó en superficie una estructura mineralizada aurífera denominada veta Claribel, esto según los trabajos de exploración superficial como son la toma de muestras e identificación y descripción de la estructura mineralizada y el análisis de muestras en laboratorio químico; y es así que debido a una falta de evaluación del yacimiento minero en la parte del subsuelo se tuvo inconvenientes para el inicio de trabajos de operaciones mineras puesto que solo se contaba con información y datos superficiales, más unos cateos abandonados de algunos metros de avance que realizaron los mineros artesanales tiempo atrás.

Es por ello que con la ayuda de este estudio se obtendrá un nuevo panorama acerca del yacimiento aurífero, en cuanto a su comportamiento y asociación geológica en la parte del subsuelo, pudiendo identificar la continuidad o no de la estructura mineralizada Claribel, el tonelaje que poseería y si las leyes de oro disminuirían o se incrementarían por debajo de la superficie. Todos estos valores se obtendrían mediante la perforación diamantina, la descripción

de los testigos de perforación, el muestreo de los impactos en la veta realizados y el uso de métodos de estimación más modernos y confiables como lo es la geoestadística; lo que ayudará a tomar una mejor decisión en conjunto con las otras áreas (mina, planeamiento, etc.) de la empresa para determinar si el yacimiento logra convertirse en mina e iniciar con un plan de minado a corto y largo plazo.

1.3.2 Problema general

¿Cuál es la evaluación de los recursos minerales de la veta aurífera Clarivel utilizando métodos geoestadísticos y geológicos?

1.3.3 Problemas específicos

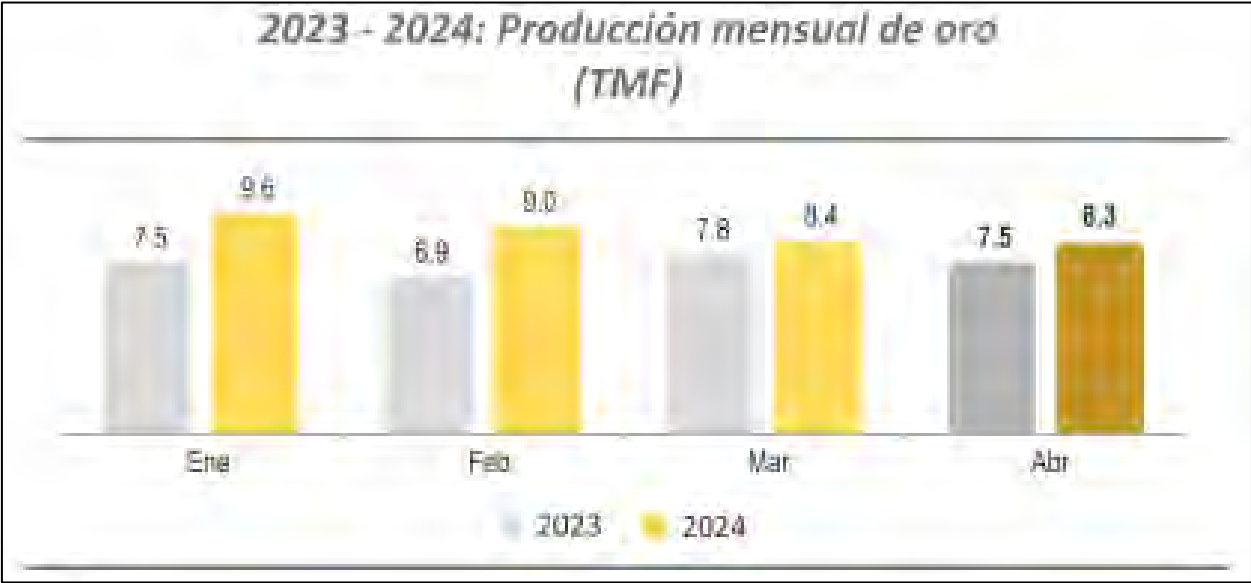
1. ¿Cuál es el contexto geológico de la zona de estudio?
2. ¿Cuál es modelo geológico de la veta Claribel?
3. ¿Cómo ayuda la geoestadística en la estimación de recursos minerales?

1.4. Justificación

De acuerdo al más reciente informe del boletín estadístico minero elaborado por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM), la producción aurífera en el Perú en el mes de marzo del año 2024 fue de 8 413 192 gramos de oro, mientras que en el mes de abril fue de 8 337 859 gramos, lo que representa una disminución del 0.9 %, tal como se puede apreciar en la figura 2. Así también como indica la figura 3, en lo que respecta a la producción aurífera entre los años 2023 y 2024 hasta el mes de abril, se puede apreciar un crecimiento significativo en cuanto a la producción del año pasado, lo que es un buen indicativo del trabajo que se viene ejecutando, además del buen precio en el mercado que sigue sobrepasando los 3000 dólares.

Figura 2

Producción mensual de oro de los años 2023 – 2024.



Nota. Adaptado de BOLETÍN ESTADÍSTICO MINERO EDICIÓN N° 04, (p. 4), MINEM, 2024.

Tabla 3

Producción de mineral entre los meses marzo y abril del 2024.

METAL	UNIDAD	MAR 2024	ABR 2024	VAR %
COBRE	TMF	219,011	203,905	-6.9%
ORO	g finos	8,413,192	8,337,859	-0.9%
ZINC	TMF	100,485	91,916	-8.5%
PLATA	kg finos	231,617	254,650	9.9%
PLOMO	TMF	20,443	22,805	11.6%

Nota. Adaptado de BOLETÍN ESTADÍSTICO MINERO EDICIÓN N° 04, (p. 3), MINEM, 2024.

Son estos datos históricos los que hacen necesario la realización de diferentes estudios y/o proyectos de investigación, como el que se viene realizando, los cuales contribuyan al descubrimiento de nuevos yacimientos, viabilización de los mismos y al incremento de la

producción aurífera en el territorio peruano, si lo que se quiere es continuar manteniendo el ritmo de producción actual y porque no seguir incrementando.

La realización de este proyecto de investigación es conveniente puesto que ayudará a definir el potencial aurífero de la zona de estudio y en caso los resultados sean favorables, estos ayudarán a incrementar los recursos auríferos nacionales y por consiguiente la producción nacional. La utilización del método geoestadístico (kriging) proporciona un mejor análisis a la hora de evaluar los recursos minerales con los que cuenta un yacimiento minero, ya que considera la relación espacial entre las muestras que se obtienen, algo que no ocurre con los otros métodos tradicionales.

Posee relevancia social ya que, el inicio de operaciones del proyecto minero Ticola, significará la creación de oportunidades laborales tanto para mano de obra no calificada como para profesionales relacionados al ámbito minero y adicional a ello significará el aporte al crecimiento local de las zonas rurales que serán impactadas por el proyecto minero.

La ejecución del presente trabajo posee valor teórico dado que proporcionará información sobre las características de la estructura mineralizada, sus asociaciones litológicas, estructurales y mineralógicas, su geometría y distribución de contenido aurífero entre otras que pueden servir como base para nuevos estudios e identificación de nuevas estructuras mineralizadas cercanas a la concesión minera Ticola.

El uso de métodos geoestadísticos es más usado por las grandes empresas mineras, lo que hará este trabajo de investigación además de lo ya mencionado es demostrar que las pequeñas empresas mineras también pueden contar con este tipo de conocimientos para la toma de sus decisiones, así como servir de guía o protocolo para que más empresas del rubro utilicen este tipo de herramientas en sus proyectos mineros.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

1. Realizar una evaluación de recursos minerales de la veta aurífera Claribel en la concesión minera Ticla utilizando métodos geoestadísticos y geológicos.

1.5.2. Objetivos específicos

1. Determinar el contexto geológico de la zona de estudio que ayude en la mejor comprensión del comportamiento del yacimiento aurífero.
2. Elaborar el modelo de la veta Claribel para el cálculo de la estimación del tonelaje de recursos minerales.
3. Implementar la geoestadística como un mejor método de estimación de recursos minerales.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

Una vez realizado el logueo geológico de todos los sondajes diamantinos con su respectivo muestreo de cores y sus resultados de análisis químicos, se podrá realizar una interpretación litológica inicial y así generar un modelo preliminar de la veta Claribel con el cual se pueda realizar un cálculo de tonelaje y mediante el uso de métodos geoestadísticos elaborar una estimación de recursos minerales y poder determinar el potencial aurífero del yacimiento de mineral.

1.6.2. Hipótesis específicas

1. Geológicamente la zona de estudio presenta un ambiente favorable para la ocurrencia de mineralización aurífera.

2. Se cuenta con información de sondajes diamantinos (logueo, muestreo, levantamiento topográfico, etc.) para la realización del modelamiento geológico de la veta Claribel.
3. El uso de métodos geoestadísticos posee un grado de confiabilidad mayor frente a los métodos tradicionales pues considera factores tanto empíricos (leyes de oro) como espaciales (variabilidad mineralógica de la veta).

1.7. Marco referencial

1.7.1. Antecedentes internacionales

Antecedente 1: Aplicación de geoestadística como metodología para la estimación de recursos de un yacimiento sedimentario (Minas Pazdelrio S.A. – Colombia)

Pérez (2016), en el informe de practica empresarial de la universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia sostiene que con la información obtenida en la exploración del yacimiento sedimentario de hierro como son los mapeos geológicos en superficie, 3 líneas magnetotelúricas, 13 sondajes de perforación diamantina y muestreo de cores con un total de 142 muestras ayudará a definir la forma y estilo estructural del yacimiento; cabe aclarar que toda esta información fue ajustada por procedimientos de control de calidad internos. La información recopilada permitió la elaboración de una sólida base de datos para la realización de procedimientos geoestadísticos que permiten estimar los recursos minerales con los que cuenta el yacimiento; para la aplicación de la geoestadística se utilizó el método de kriging ordinario, los cuales fueron comparados con el vecino más cercano para manifestar la efectividad del kriging lo que permitió la categorización de los recursos en medidos, indicados e inferidos.

Luego de los trabajos realizados los resultados de la estimación del yacimiento sedimentario de hierro dieron como recursos medidos 7.18 millones de toneladas con una ley de hierro de 44.84%, recursos indicados 1.41 millones de toneladas con una ley

de hierro de 44.52% y como recursos inferidos 3.03 millones de toneladas con una ley de hierro de 43.2%. Este informe de prácticas sirvió en el presente trabajo de investigación para la incorporación de un control de calidad de los datos obtenidos durante el muestreo de los cores de la perforación diamantina.

1.7.2. Antecedentes nacionales

Antecedente 1: Caracterización geológica y metodología de estimación de recursos en vetas angostas del batolito de Pataz. Espinoza (2018), en la presente tesis de la universidad nacional Daniel Alcides Carrión se manifiesta que, mediante una buena recopilación de datos correspondiente a la geología de la zona, validación de la leyes y geolocalización de las muestras es posible generar un modelo óptimo de las vetas auríferas angostas emplazadas en el batolito de Pataz y a partir de ello generar una estimación acorde a la geología caracterizada y representativa para el tipo de yacimiento presente.

Se utilizó un trend de recursos para la direccionalidad de la distribución de valores que guarden relación con la geología y el sentido de flujo mineralizante, seguidamente se aplicó la interpolación por kriging ordinario, para luego verificar la calidad de la estimación mediante validaciones, todo esto respetando los controles geológicos existentes, para así dar un reporte fiable de los recursos minerales existentes. Los resultados estimados que se obtuvieron fueron de 23 143 toneladas con una potencia de 0.60m y una ley de 21.26 gr Au/Tm, mientras que los resultados de la explotación fueron de 24 566 toneladas con una potencia de 0.67m y una ley de 19.17 gr Au/Tm, siendo la relación de explotación/estimación un 95.71%. El aporte de la tesis tomada como antecedente fue la incorporación de la validación de las estimaciones de leyes obtenidas mediante el procedimiento del kriging ordinario en la veta aurífera Claribel.

Antecedente 2: Estimación de recursos mineros por el método geoestadístico del sistema de vetas Vicente en la unidad minera San Rafael – Minsur, Puno. Tito (2021), en la tesis en mención publicada por la universidad nacional del Altiplano se tuvo como objetivo estimar los recursos minerales por métodos geoestadísticos del sistema de vetas Vicente, en base a la geología y geoestadística, teniendo en consideración los procedimientos del código JORC y la norma canadiense NI 43-101.

La metodología empleada fue descriptiva, analítica y propositiva; mientras que la data o información que utilizó para su proyecto de tesis fue: sondajes de perforación diamantina, canales de muestreo y mapeo geológico y el método geoestadístico empleado fue el kriging ordinario, así como el vecino más cercano y el inverso a la distancia, los cuales fueron utilizados como procesos de validación de resultados, siendo los recursos minerales medidos 2 444 444 Ton con una ley de 2.34% Sn, recursos indicados 1 311 827 Ton con una ley de 0.96% Sn y recursos inferidos 350 869 Ton con una ley de 0.51% Sn. A través de este antecedente se llegó a la conclusión de que los recursos obtenidos de la estimación geoestadística de la veta Claribel solo se obtendrían recursos indicados e inferidos debido a la limitada cantidad de datos como son únicamente los testigos de sondajes de perforación diamantina.

Antecedente 3: Estudio geoeconómico y evaluación geoestadística de la veta Túnel 4, unidad minera Arcata – Condesuyos – Arequipa. Vera (2017), en el informe por servicios profesionales de la universidad nacional de San Agustín, se realiza una descripción geológica de la veta Túnel 4, siendo una estructura mineralizada cuya potencia promedio es de 1.00 m. con una dirección de N 110° E y un buzamiento promedio de 70° SW, con una mineralización conformado por sulfosales de plata, argentita, tetraedrita y minerales de ganga como calcita laminar, cuarzo y rodocrosita; las alteraciones presentes son la sericitica, argílica y propilítica. En cuanto a las leyes,

se trabajó con valores de Au y Ag, desarrollando un análisis geoestadístico, seguimiento de datos desde la toma de muestras, análisis geoquímico, control de calidad, modelamiento de la estructura, análisis estadístico, análisis variográfico, estimación, categorización y reporte de recursos.

Para la estimación se utilizó uno de los tantos softwares especializados (Minesight para este caso), realizando el cálculo del valor del mineral, siendo los resultados, recursos medidos 366 630 Ton con una ley de 924 Gr Ag/Ton y 1.83 Gr Au/Ton, recursos indicados 84 837 Ton con una ley de 640 Gr Ag/Ton y 1.55 Gr Au/Ton y los recursos inferidos 138 166 Ton con una ley de 454 Gr Ag/Ton y 1.35 Gr Au/Ton. Este antecedente sirvió de referencia para una mejor realización del análisis estadístico, variográfico, de categorización y su concerniente reporte de recursos minerales obtenidos en la veta aurífera Claribel.

1.7.3. Antecedentes locales

Antecedente 1: Informe de viabilidad del mineral, proyecto Ticla. Compañía minera HGZ S.A.C. (2021), este informe realizado por el equipo técnico de la misma compañía minera tuvo como finalidad ampliar el contexto geológico, aportar sustento técnico para determinar el potencial minero y cuantificar el potencial de los recursos minerales existentes. Para dicho informe se realizó trabajos de muestreo superficial, excavación de trincheras, también se realizó muestreo sistemático en algunas labores de cateo abandonados e interpretación de los datos obtenidos.

Luego de los trabajos realizados se lograron identificar 4 estructuras mineralizadas, siendo estas las vetas Claribel, Pandora, Ruby y Soraya, conformadas por cuarzo hialino y gris con presencia de oro nativo y asociadas a pirita y puntualmente a calcopirita; en cuanto a los resultados obtenidos, las muestras tomadas en superficie y en labores

artesanales arrojan leyes desde 0.10 Oz Au/Ton hasta 2.00 Oz Au/Ton, con potencias de 0.20 m. hasta 2.00 m. con extensiones de 1 km de estructura reconocida. Este antecedente local fue utilizado como base para la preparación del presente trabajo de investigación.

1.8. Bases teóricas

1. **Yacimiento mineral:** es una concentración de minerales que podría explotarse obteniendo un beneficio económico bajo ciertas circunstancias favorables, esta definición incluye tanto un criterio geológico como uno económico que involucra el precio de los metales y el costo de la extracción, también cabe recalcar que existen minerales no metálicos que se explotan por sus propiedades físicas o químicas y no por contener un elemento metálico. (Oyarzun, pág. 7, 2019)
2. **Granodiorita:** roca ígnea plutónica conformada por plagioclasa, feldespato potásico, hornblenda, biotita y cuarzo, su equivalente volcánico es la dacita. (Oyarzun, pág. 179, 2019)
3. **Veta:** este término se usa para nombrar a una masa o cuerpo mineralizado irregular de forma tabular emplazada en planos de falla. (Oyarzun, pág. 172, 2019)
4. **Minerales mena:** es una agrupación de minerales de los cuales uno o más (en la mayoría de los casos de composición metálica) presenta un valor económico como, por ejemplo: la calcopirita, cuprita, galena, esfalerita, entre otras. (Oyarzun, pág. 191, 2019)
5. **Minerales ganga:** son los minerales de un yacimiento que no contiene interés económico, generalmente el termino es utilizado para silicatos o minerales no metálicos. (Oyarzun, pág. 175, 2019)
6. **Perforación diamantina:** es una técnica que utiliza brocas impregnadas con cristales de diamante, los diamantes son de grado industrial fino a micro finos dentro

de una matriz metálica. Se utiliza para cortar una columna de roca en forma cilíndrica llamada testigo o núcleo de perforación, las cuales pueden desarrollarse desde la superficie, así como en trabajos subterráneos. (Abzalov, pág. 41 y 42, 2016)

7. **Logueo geológico:** es la descripción del testigo de perforación obtenido, donde se detalla características como la litología, mineralogía, alteración hidrotermal o supérgena, fracturamiento, presencia de estructuras mineralizadas entre otras. (Oyarzun, pág. 214, 2019)

Es una de las actividades geológicas más comunes dentro de la industria minera, ya que se obtiene información directa sobre las rocas ubicadas a cientos de metros por debajo de la superficie. Dada la cantidad de perforaciones en las minas en operación es casi inevitable que el logueo sea realizado por diferentes geólogos con diferentes habilidades y experiencias, es por ello que para mantener un buen logueo y asegurar su coherencia, los procedimientos de logueo deben ser estandarizados y respaldados por documentación, formatos de logueo preimpresos y pautas operativas. (Abzalov, pág. 54, 2016)

8. **Muestra:** parte del material que se desea conocer su valor, esta debe de ser representativa y lo más aproximado posible del que realmente se tiene y de acuerdo al grado de exactitud requerido. (Lambert, pág. 12, 2006)
9. **Modelamiento geológico:** es la construcción de un modelo informático 3D de un depósito de mineral o cuerpos mineralizados, donde se representa con precisión su ubicación espacial y todas las características geológicas, geotécnicas y metalúrgicas que puedan afectar la extracción de los minerales valiosos, el proceso comienza con la interpretación del depósito y la recolección de toda la información necesaria para su construcción. (Abzalov, pág. 193, 2016)

- 10. Modelo de bloques:** representación de atributos mediante bloques rectangulares, que es un término genérico para la estimación del valor promedio de una variable dentro del volumen. (Abzalov, pág. 279, 2016)
- 11. Estimación de recursos minerales:** consiste en calcular con el error mínimo posible, la cantidad de mineral presente en un yacimiento minero, ya que en base a ello posteriores procesos como el diseño de explotación, la dilución, la recuperación, entre otras conducen a calcular la estimación de reservas, ambas nunca coinciden debido a factores anteriormente mencionados y hacen que no se pueda recuperar todo el mineral existente en el yacimiento. (Bustillo, pág. 143, 1996)
- 12. Geoestadística:** en términos mineros se puede definir como la aplicación o uso de las variables regionalizadas a la estimación de recursos mineros. Una variable regionalizada es una función la cual representa la variación en el espacio de una magnitud asociada a un fenómeno natural. (Alfaro, pág. 16, 2007)
- 13. Variograma:** resume las principales características del comportamiento espacial de la variable en estudio y es parte principal en el proceso del análisis estructural, su interpretación da lugar a un estimador conocido como variograma experimental. (Segura, pág. 43, 2011 – 2012)
- 14. Efecto pepita:** es la discontinuidad aparente que se evidencia cerca del origen, el cual puede deberse a la presencia de micro estructuras o de manera artificial puede generarse por errores en el muestreo, este término tiene sus orígenes en los yacimientos auríferos de África del sur, debido a la presencia de pepitas de oro. (Villanueva, pág. 23, 2001)
- 15. Método de inverso a la distancia:** se basa en que la influencia de los valores en un punto, decrecen a medida que se alejan de este, es así que la ley varía en función inversa a la distancia. En este método el estimador es una combinación lineal ponderada de las muestras, los ponderadores se determinan por las distancias de las

muestras al centro de gravedad del bloque, a menor distancia del centro de gravedad mayor será el peso asignado a la muestra y viceversa. (Villanueva, pág. 87, 2001)

16. Krigeaje o kriging: se trata de un método geoestadístico de interpolación, su objetivo es similar al de los métodos clásicos, pero este método toma en consideración tanto la continuidad o variabilidad espacio – temporal como el grado de anisotropía existente en los datos. El kriging es un interpolador lineal, pero sus ponderaciones se calculan de una manera diferente a los métodos clásicos, porque es necesario conocer el variograma o covarianza de los datos con los que cuentan. (Condal et al., pág. 112, 2021)

17. Recurso mineral inferido: es una parte del recurso mineral donde la cantidad y la ley han sido estimadas basándose en información geológica y muestreo limitado, la información o evidencia geológica es suficiente para suponer, pero no para verificar la continuidad geológica ni la ley. Un recurso mineral inferido tiene un nivel de confianza menor que un recurso indicado y este no debe ser convertido en reserva mineral.

18. Recurso mineral indicado: parte del recurso mineral donde las características como cantidad, ley, densidad y otras son estimadas con confianza suficiente para permitir un planeamiento de minado y una evaluación de la viabilidad económica del depósito mineral. Un recurso mineral indicado posee menor nivel de confianza que el recurso mineral medido y solo puede ser convertido a reserva mineral probable.

19. Recurso mineral medido: parte del recurso mineral donde la cantidad, ley y demás características físicas son estimadas con suficiente confianza para permitir trabajos de planeamiento de minado a detalle y una evaluación final de la viabilidad económica del yacimiento. Un recurso de mineral tiene el nivel de certeza más alto

que el recurso mineral indicado e inferido y este puede ser convertido a reserva probada o a reserva mineral probable. (Peña. Pág. 112, 2017)

20. Validación de recursos minerales: consiste en la comprobación del modelo para garantizar su consistencia interna, dicha validación se realiza usando técnicas estadísticas y herramientas graficas. El modelo debe corresponder a una representación adecuada de los datos disponibles y ser lo más preciso posible; un modelo preciso es aquel que reproduce bien los tonelajes y leyes de mineral explotado, esta revisión solo puede realizarse cuando la mina está en operación. Existen diferentes métodos de validación, entre los más resaltantes se tienen: validación cruzada, validación visual, validación de sesgo global y local, validación mediante histogramas, entre otros. (Mamani. Pág. 144, 2020)

1.9. Variables e indicadores

1.9.1. Variables

A. Variable independiente

- Veta Claribel.

B. Variable dependiente

- Recursos minerales.

1.9.2. Indicadores

- Dimensiones de la veta.
- Tipo de litología encajonante.
- Tipo de mineralogía asociada.
- Tipo de estructuras asociadas.
- Cantidad de mineral (tonelaje).
- Leyes de mineral (Oz Au/Ton).

Tabla 4*Operacionalización de variables.*

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE: Veta Claribel	Estructura mineralizada compuesta mineralógicamente de cuarzo blanco, hialino y gris, pirita y calcopirita, la cual presenta contenidos económicos de oro.	Evaluacion de la estructura mineralizada.	• Dimensiones de la veta (m).
		Evaluacion de la geologia del yacimiento.	• Tipo de litologia encajonante. • Tipo de mineralogia asociada. • Tipo de estructuras asociadas. • Cantidad de mineral (Ton).
VARIABLE DEPENDIENTE: Recursos Minerales	Es la cantidad de contenido mineral presente en una estructura mineralizada y que puede ser estimado por métodos tradicionales y modernos (Geoestadística).	Recursos medidos	• Leyes de mineral (Oz/Ton) • Cantidad de mineral (Ton).
		Recursos indicados	• Leyes de mineral (Oz/Ton) • Cantidad de mineral (Ton).
		Recursos inferidos	• Leyes de mineral (Oz/Ton)

1.10. Metodología de la investigación

1.10.1. Tipos de investigación

Según el enfoque: El presente trabajo corresponde a una investigación mixta (cualitativa y cuantitativa), ya que desde el punto de vista geológico se trabaja con datos no numéricos y se busca una interpretación para comprender el fenómeno existente, mientras que a partir de la geoestadística se busca estimar la cantidad más exacta posible de recursos minerales presentes en la estructura mineralizada.

Según el nivel o alcance: El proyecto de investigación presenta un alcance descriptivo, puesto que se basa en la recopilación bibliográfica, toma de datos de campo, análisis de los mismos e interpretación de resultados.

1.10.2. Diseño de investigación

El presente estudio de investigación se desarrolla bajo un nivel o alcance descriptivo con enfoque mixto y a través de un diseño no experimental, porque se busca realizar una descripción o caracterización de la veta Clarivel mediante el estudio geológico y un análisis geoestadístico de los datos obtenidos mediante sondajes y logueo, sin la manipulación de sus variables con el objetivo o finalidad de evaluar los recursos minerales que posee.

1.10.3. Procedimiento de trabajo

La presente investigación se realiza en 3 etapas que se detallan a continuación y en la figura 3:

a. Etapa de gabinete preliminar:

- Recolección de información bibliográfica (libros y tesis) relacionada al tema del proyecto de investigación.
- Recolección de datos e información bibliográfica de la zona de estudio.
- Análisis de datos para la elaboración de planos de ubicación, de accesibilidad, satelital, entre otros.
- Preparación de hojas de logueo para el tipo de yacimiento aurífero.

b. Etapa de campo:

- Levantamiento topográfico de los sondajes diamantinos.
- Logueo geológico de los cores diamantinos.
- Toma de registro fotográfico de los cores diamantinos.

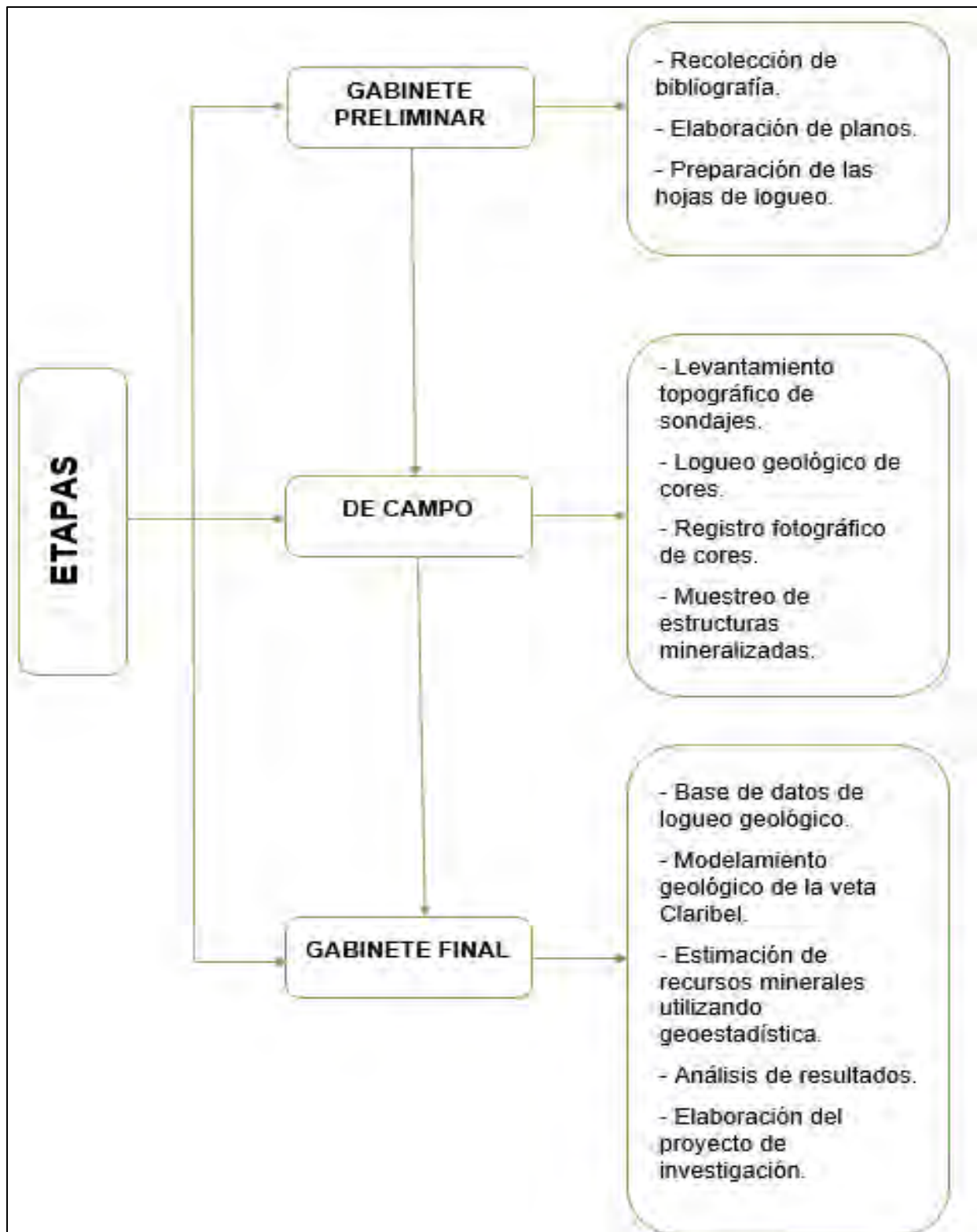
- Toma de muestras de la estructura mineralizada y anomalías.

c. Etapa de gabinete final:

- Procesamiento de la información y elaboración de la base de datos del logeo geológico.
- Interpretación de la data de logeo geológico y resultados del análisis químico de las muestras de testigos de perforación diamantina.
- Generación del modelo geológico de la veta Claribel mediante el uso de softwares geológico mineros.
- Cálculo de la estimación de recursos minerales mediante el uso de la geoestadística siguiendo los parámetros del código JORC.
- Validación del modelo de bloques con la estimación de recursos minerales obtenidos.
- Análisis de los resultados para la definición de conclusiones y recomendaciones.
- Elaboración del proyecto de investigación.

Figura 3

Flujograma del procedimiento de trabajo.



1.12. Universo

1.12.1. Universo físico

- Concesión minera Tielá.

1.12.2. Muestra

- Topografía superficial: Curvas de nivel.
- Logueo geológico de testigos diamantinos.
- Levantamiento topográfico de taladros diamantinos.
- Base de datos de logueo y taladros diamantinos.
- Análisis químico de oro.
- Mineralogía de la veta y roca caja.

1.13. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se realizó un análisis preliminar bibliográfico de la información recopilada, así mismo se realizó una descripción, medición, recolección de datos de la perforación diamantina, cálculos de valores, muestreo de testigos diamantinos, el respectivo procesamiento de toda la información recabada y el análisis de los resultados obtenidos para llegar a las conclusiones y recomendaciones. Para el cumplimiento de objetivos propuestos en el presente trabajo de investigación se realizó lo siguiente:

1.13.1. Técnicas

Levantamiento topográfico de curvas de nivel de la zona de estudio y de los taladros diamantinos, logueo geológico de los testigos diamantinos, muestreo de la estructura mineralizada y anomalías geológicas, modelamiento geológico de la veta Claribel, estimación de recursos minerales por métodos geoestadísticos.

1.13.2. Equipos

De campo: estación total y cámara fotográfica.

De gabinete: laptop e impresora.

1.13.3. Materiales

De campo: tablero geológico, rayador, protactor, lupa, ácido clorhídrico, flexómetro, lápices de colores, lápiz, borrador, tajador, marcador para muestras, bolsas de muestreo, plumón indeleble, libreta de campo y rociador de agua.

De gabinete: papel A4, A3, lapicero, lápiz, borrador, tajador, reglas, escalímetro, protactor y lápices de colores.

1.13.4 Procesamiento de datos

Para la realización de análisis y procesamiento de datos se usarán los siguientes programas como son: Microsoft Office, AutoCAD, ArcGIS, Minitab, Sasplanet, Leapfrog Geo, Datamine Studio RM.

1.13.5 Laboratorio Químico

Para el análisis de muestras de los testigos diamantinos se utilizó el servicio del laboratorio químico propio de la empresa.

CAPÍTULO II

GEOMORFOLOGIA

2.1. Clima

El clima correspondiente a la zona de estudio es frígido, con temperaturas que oscilan entre los 15°C hasta los 20°C durante el día, mientras que durante la noche oscila entre 2°C hasta los 7°C. Existen 2 estaciones bien definidas, siendo la estación de venidas entre los meses de noviembre a mayo, mientras que la estación de sequías está comprendido entre los meses de junio a octubre, dicha información fue recabada por medios propios, durante mi estadía en la unidad minera.

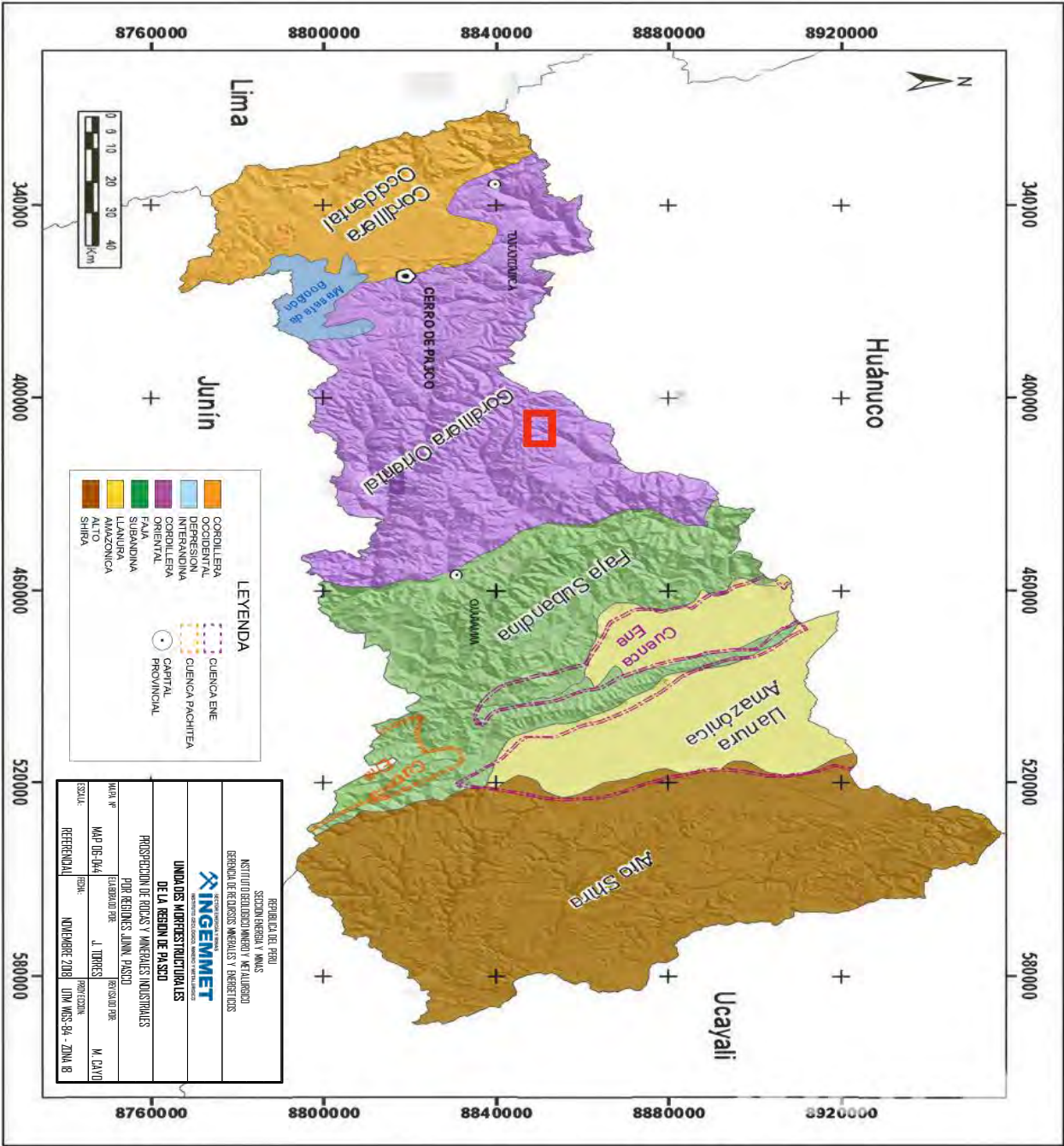
2.2. Geomorfología

El área de estudio a nivel regional corresponde a una geomorfología andina, dentro de las cuales pertenece a la unidad morfoestructural de la cordillera oriental, pues está ubicado en la rama oriental de la cordillera de los andes, así mismo presenta colinas, lomadas y valles propios del mismo los cuales fueron generados por procesos de geodinámica externa; esto según el mapa de unidades morfoestructurales de la región de Pasco elaborado por el INGEMMET, boletín serie B: geología económica N° 52, Prospección de recursos de rocas y minerales industriales en la región de Pasco.

En la siguiente figura 4 se puede apreciar la unidad morfoestructural a la que pertenece la concesión minera Ticla, dentro de la región de Pasco, la cual corresponde a la cordillera oriental.

Figura 4

Unidades morfoestructurales de la región de Pasco.



Nota. Adaptado de BOLETÍN SERIE B: GEOLOGÍA ECONÓMICA N° 52, PROSPECCIÓN DE RECURSOS DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES EN LA REGIÓN DE PASCO, (p. 11), INGEMMET, 2018.

CAPÍTULO III

MARCO GEOLÓGICO

3.1. Geología regional

La concesión minera Ticla a nivel regional no presenta mucha variación litológica debido a que presenta 200 hectáreas de área, siendo así que la litología predominante viene siendo el granito de Paucartambo, tal y como se muestra en la figura 5.

3.1.1. Granito Paucartambo

Tal y como indica el INGEMMET en su boletín N° 80 serie A: Carta geológica nacional, geología de los cuadrángulos de Aguaytia, Panao y Pozuzo, hoja: 19I, 20I y 21I (1996, pág. 84), consta de un plutón con una edad de 224 m.a. que lo ubica en el Permiano inferior con una extensión de 50 km de largo por 20 km de ancho con granulometría de medio a fino y que contine feldespato potásico, cuarzo y plagioclasa con menos cantidad de biotita y hornblenda.

3.2. Geología local

Ya desde un punto de vista más local, la litología presente dentro de la concesión minera Ticla difiere de la geología regional ya que consta de rocas intrusivas del tipo granodiorítico con cierto grado de metamorfismo, tal y como se mostrarán más adelante en el capítulo de logueo geológico, así mismo está presente la andesita y la aplita en forma de diques paralelos a la estructura mineralizada y finalmente se puede apreciar una litología cuaternaria perteneciente a los depósitos aluviales.

3.2.1. Granodiorita metamorfizada

Este tipo de litología que aflora casi en la totalidad de la concesión minera presenta cierto grado de metamorfismo debido a la orientación de sus minerales generados posiblemente por el esfuerzo de cizalla que existe en la concesión.

Presenta una textura fanerítica según el tamaño de sus granos que se pueden apreciar a simple vista y que oscilan entre los 1 a 5 mm, desde el punto de vista macroscópico y en orden de composición está conformada por minerales como el cuarzo blanco, plagioclasa, ortoclasa, anfíbol como la hornblenda y biotita.

3.2.2. Aplita

Esta roca intrusiva presenta un comportamiento de dique de espesor variable, la cual oscila entre 0.50 a 2.50 metros, según el logeo geológico descrito y las labores de cateo realizadas, además de ello se encuentra paralelo a la estructura mineralizada, sirviendo de guía para su control.

Mineralógicamente presenta cuarzo, moscovita y feldespatos como la ortosa y plagioclasa, su textura es afanítica, presentan una coloración blanquecina debido a la falta de biotitas.

3.2.3. Andesita

Roca ígnea del tipo volcánico cuya forma de presentación corresponde a diques con potencias que van desde los 0.4 metros hasta más de 10 metros de acuerdo a la descripción realizada en el procedimiento de logeo geológico de los testigos de sondajes de perforación diamantina.

Presenta una orientación semi paralela a la estructura mineralizada, lo que puede servir de guía de control para nuevos sondajes y durante el avance del laboreo; así mismo posee una textura afanítica con minerales de plagioclasa, biotita y hornblenda.

3.2.4. Depósito Fluvioglacial

Material cuaternario correspondiente a sedimentos que fueron formados por el deshielo de los glaciares y que fueron depositados en el fondo de los valles en forma de terrazas de diferentes tamaños.

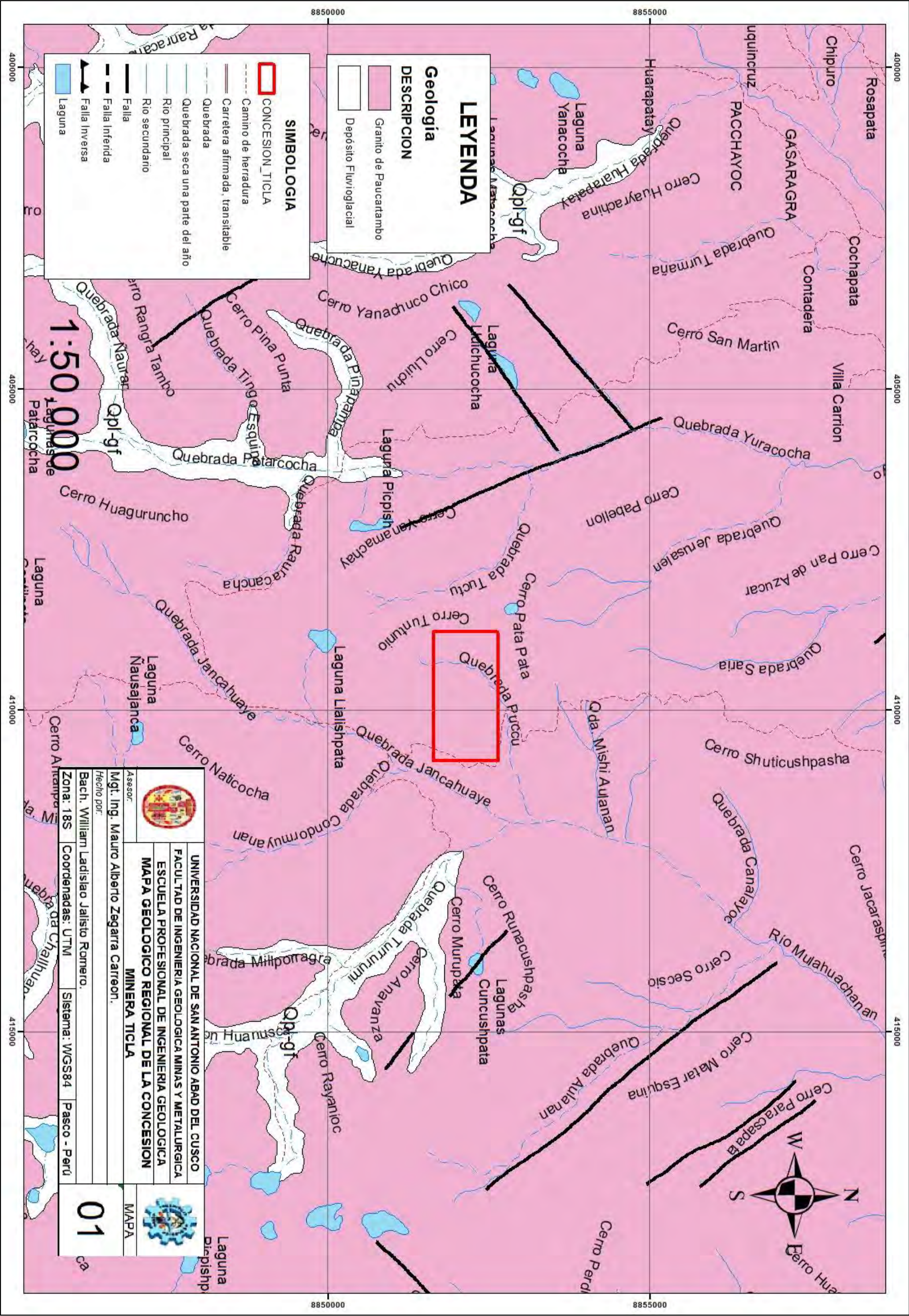
3.3. Geología estructural

La concesión minera Ticla se encuentra en medio de una zona de fallas paralelas que están ubicadas tanto al este como al oeste de la concesión minera, lo cual producto de la interacción de las mismas dio como resultado una zona de cizalla tal y como se puede apreciar en las fotografías de los testigos de sondajes diamantinos y así también produjo metamorfismo dinámico, afectando a la granodiorita y dándole un aspecto metamórfico con presencia de alineamiento en su textura.

Y es justamente en dicha zona de cizalla por donde se emplaza la mineralización aurífera, lo que lo convierte en un control estructural de gran importancia al momento de iniciar con los trabajos de desarrollo, preparación y exploración durante el avance de las operaciones.

Figura 5

Mapa geológico estructural regional de la concesión minera Ticla.



CAPÍTULO IV

GEOLOGÍA ECONÓMICA

4.1. Franja metalogenética

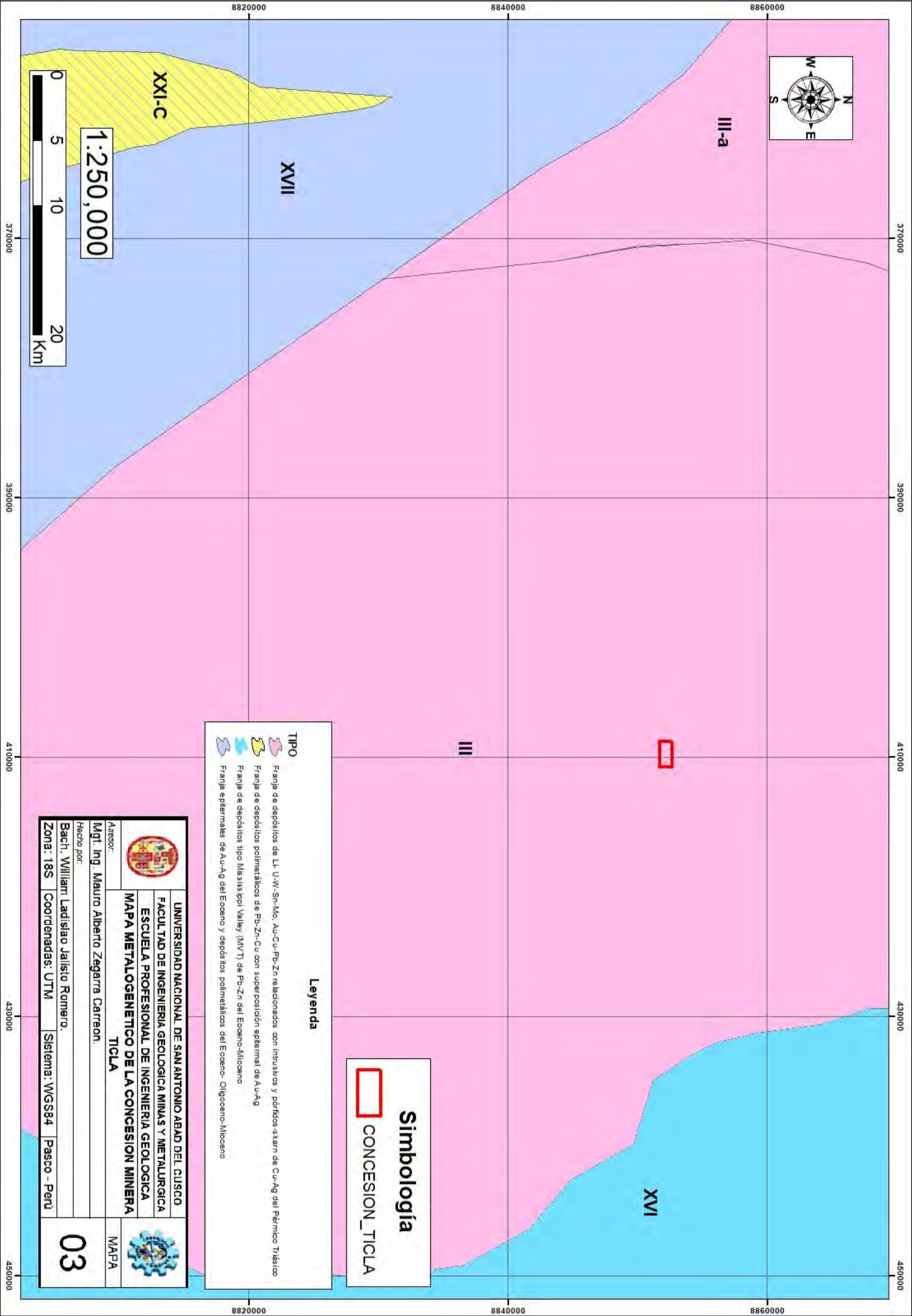
El yacimiento de la veta aurífera Claribel pertenece a la franja metalogenética número III, cuyo tipo de yacimiento corresponde a depósitos de Li – U – W – Sn – Mo, Au – Cu – Pb – Zn relacionados con intrusivos y pórfidos – skarn de Cu – Ag del Pérmico Triásico.

De acuerdo a la memoria del mapa metalogenético del Perú 2020 elaborado por el INGEMMET, en su página 2 indica que esta franja se ubica en la cordillera oriental del centro del Perú, con una dirección NO – SE y posee un control estructural por los sistemas de fallas Satipo – Pangoa – San Francisco y Cerro de Pasco – Ayacucho; las rocas hospedantes de las vetas y mantos existentes en esta franja corresponden a lutitas y calizas del carbonífero. En esta franja existen yacimientos representativos como son Huachón y Cobriza que están asociados a granitoides de edades entre 270 y 255 Ma.

La concesión minera Ticla, lugar donde se ubica la veta aurífera Claribel corresponde parcialmente a la descripción del tipo de yacimiento perteneciente a la franja III donde se ubica, lo que significaría que la descripción de dicha franja metalogenética requeriría de una actualización por parte del equipo técnico del INGEMMET y este trabajo de investigación se espera que pueda ser tomado como referencia para sus trabajos futuros. En la figura 7 se muestra el mapa metalogenético de la concesión minera Ticla.

Figura 6

Mapa metalogénico de la concesión minera Ticla.



4.1.1. Referencias de génesis de mineralización

Existen algunos prospectos, proyectos mineros que pertenecen a la misma franja metalogenética, además que se encuentran cerca de la zona de estudio y podrían servir como referencia de la génesis de mineralización, entre estos proyectos se encuentran el proyecto minero Huachón, que de acuerdo a la tesis de Valentín, E. (2018) donde detalla información sobre esta provincia minera, indica que la mineralización se da en rocas graníticas que durante el cámbrico se emplazaron plutones calcoalcalinos y que luego se depositaron molasas sobre la cuenca pull apart en la cordillera oriental, luego durante el devónico tardío a comienzos del carbonífero se manifiesta orogenia eohercyniana en la que se emplazan stocks de 330 a 327 ma. Como producto de la compresión se produce fracturamiento en los bordes y márgenes del batolito de Paucartambo, lo que genera trampas estructurales adecuados para la formación de menas epigenéticas.

La mineralización aurífera se produjo durante un periodo de colisión de alta temperatura del cinturón orogénico, con un incremento del fluido caliente en una espesa corteza y donde se concentraron grandes cantidades de fluidos, focalizados en las zonas de transición a lo largo de los márgenes del batolito.

Además del proyecto minero Huachón, existen otros proyectos mineros como son Loma Linda y Ricomas, ambas de propiedad de consorcio minero Sunec, ubicadas dentro de la región de Pasco que debido a que se encuentran en una etapa inicial de exploración, no se ha podido recopilar información más detallada en cuanto a su geología u origen de mineralización.

4.2. Descripción de la veta Claribel

La veta aurífera Claribel es una estructura vetiforme con potencias que oscilan entre los 0.30 m hasta los 2.50 m, presenta una dirección andina ya que posee un azimuth de 320° en promedio y un buzamiento entre 70° a 75° hacia el NE, longitudinalmente presenta una

extensión de 380 m y una profundidad de 200 m de estructura reconocida cuyo potencial tiende a mejorar en algunas direcciones.

Presenta una roca caja del tipo granodiorítico con un moderado grado de metamorfismo debido a la presencia de alineamiento de sus minerales, esto se debe a la presencia del esfuerzo de cizalla que es parte del control de la estructura aurífera. La veta Claribel fue trabajada por mineros artesanales quienes realizaron 2 cortadas de 25 y 30 m de desarrollo logrando impactar pequeños clavos mineralizados, los cuales fueron abandonados debido al cierre de los mismos y a la falta de asistencia técnica. En la figura 8 se puede apreciar la veta aurífera Clarivel.

Figura 7

Veta Claribel



Nota. Adaptado de Informe de Viabilidad Mineral Proyecto Ticla, (p. 8), Minera HGZ, 2021.

4.3. Mineralogía

4.3.1. Minerales de mena

El mineral económico presente dentro de la estructura mineralizada es el oro nativo macroscópico (oro visto) con tamaños que varían entre 0.5 mm a 1 mm y el oro fino relleno de fracturas dentro de la pirita. En la figura 9 se aprecia el oro y la pirita obtenidos después de realizar el puruñado de una muestra de veta.

Figura 8

Proceso de puruñado de una muestra de la veta aurífera Claribel.



Nota. Adaptado de Informe de Viabilidad Mineral Proyecto Ticla, (p. 9), Minera HGZ, 2021.

4.3.2. Minerales de ganga

Los minerales ganga presentes en la estructura Claribel son la pirita y el cuarzo blanco, hialino y gris; los cuales al no tener un valor económico sirven de guía para la identificación de zonas con alto valor aurífero pues están fuertemente relacionadas con el mineral dorado.

4.4. Alteraciones hidrotermales

4.4.1. Alteración propilítica

Este tipo de alteración se encuentra presente cerca al contacto entre la roca caja (granodiorita metamorfizada) y la estructura mineralizada (veta Claribel), formando un halo de 1 a 1.5 cm de potencia en promedio y se debe a la alteración de las micas (biotitas) presentes en la granodiorita, convertidas a cloritas y epidotas, así como a la presencia de minerales carbonatados como la calcita.

4.4.2. Silicificación

Este tipo de alteración se evidencia en la roca encajonante (granodiorita metamorfizada), los cuales presentan un aumento considerable de sílice, reemplazando la mineralogía original de la roca caja por acción de fluidos hidrotermales, con potencias entre 0.5 hasta 5.80 metros evidenciando una zona de dureza debido a que los testigos de perforación presentan una textura más vítrea y compacta que la roca encajonante metamorfizada.

4.5. Controles de mineralización

Corresponden a rasgos característicos que acompañan a la estructura mineralizada, la cual ayudan a realizar un mejor control del mineral para su ubicación aproximada en nuevas zonas sin explorar. Dentro de ellas se tiene:

4.5.1. Control mineralógico

La veta aurífera Claribel mineralógicamente está fuertemente relacionado con los minerales de cuarzos gris y blanco, siendo las zonas con presencia de estos minerales las que presentan contenido de mineral aurífero según los análisis químicos reportados por laboratorio de la compañía.

4.5.2. Control litológico

La roca caja de la estructura aurífera corresponde a la granodiorita metamorfizada, la cual se evidencia en todos los tramos impactados en la perforación diamantina, así mismo también se puede apreciar el acompañamiento del dique aplítico y andesítico, los cual servirían como guías para el control de la veta Claribel.

4.5.3. Control estructural

Dentro de la parte estructural se evidencia mediante los cateos realizados, así como de los testigos de perforación diamantina la presencia de una zona de cizalla, la cual viene a ser el medio por donde se depositó la mineralización de la veta de cuarzo con contenido aurífero, siendo este control de gran importancia a la hora de realizar el minado de la veta, así como para la proyección de la misma en niveles inferiores durante la profundización.

CAPÍTULO V

PERFORACIÓN DIAMANTINA Y LOGUEO GEOLÓGICO

5.1. Perforación diamantina

De acuerdo con Bustillo y López (1996, pág. 105 y 106), este procedimiento trata sobre la obtención de un testigo (core) a través del corte producto de la rotación y avance de una corona de perforación (broca) diamantada; dicho testigo se almacena en un tubo porta testigos que se encuentra detrás de la broca diamantada. Este método es el más utilizado y el de mayor confiabilidad en campañas de prospección y exploración ya que su producto es una representación exacta de la mineralización que se encuentra en profundidad y como inconveniente se puede mencionar su elevado costo, lentitud y baja recuperación en terrenos blandos o con demasiadas fracturas.

En el mercado existen muchos equipos disponibles siendo habitual que las perforadoras vayan sobre camiones o con equipos oruga, todo esto con el fin de disminuir los tiempos de desplazamiento entre las diferentes plataformas de perforación ubicadas dentro de una concesión minera o área de trabajo.

5.1.1. Diámetros de los testigos obtenidos en la perforación

Existen diferentes tipos de diámetros en la perforación diamantina, clasificándose según el diámetro exterior que posee la broca, siendo así de mayor a menor diámetro: NQ – 96.1 mm, HQ – 75.8 mm, BQ – 60.1 mm y AQ – 48.1 mm. Así también se puede clasificar según el

diámetro interior o diámetro de muestra, siendo así: NQ – 63.5 mm, HQ – 47.6 mm, BQ – 36.5 mm y AQ – 27.1 mm

Durante la perforación dentro de la concesión minera Ticla, se utilizaron brocas del tipo BQ en todos los taladros ejecutados en las diferentes plataformas de perforación, siendo la maquina perforadora la DR40 de la marca Diacore, la encargada de realizar toda la campaña de perforación, la figura 10 muestra el modelo de la maquina perforadora.

Figura 9

Máquina perforadora DR40.



Nota. Adaptado de DIACORE, (2023, 9 de mayo). Marca Diacore, modelo DR40 para perforación de diamantes subterránea, 200m de profundidad y diámetro de taladro BQ [Fotografía]. Facebook.

[<https://www.facebook.com/share/p/M3kVAUFHzhPZvu7A/?mibextid=qj2Omg>]

5.2. Logueo geológico

Según Bustillo y López (1996, pág. 113 y 114), adquieren la terminología de testificación de los sondeos e indican que el fin es obtener la mayor cantidad de información posible, dado el alto costo, tiempo y dinero que conllevó la perforación diamantina. Los pasos que implican la realización del logueo tales como el manejo de los testigos, la disposición de las cajas, la obtención de muestras, tienen que desarrollarse con sumo cuidado para que no se cometan errores que puedan influenciar posteriormente en la toma de decisiones sobre la evaluación del yacimiento minero.

Existe una hoja de logueo donde debe plasmarse todos los datos de los testigos de perforación diamantina que se consideren imprescindibles para la evaluación del yacimiento como son: datos generales del sondeaje (nombre del proyecto, coordenadas, azimuth, inclinación, fecha de inicio y fin y geólogo encargado del logueo), descripción geológica del testigo (tipo de litología, alteración, estructuras), mineralogía, información del muestreo, observaciones, una representación gráfica de la litología y estructuras logueadas, entre otras.

5.2.1. Preparación de materiales para el logueo geológico

Los materiales utilizados para la realización del logueo geológico de los testigos de perforación diamantina de la veta Claribel dentro de la concesión minera Ticla fueron los siguientes:

- Hojas de logueo.
- Protactor.
- Picota.
- Lápices.
- Lápices de colores.
- Plumón indeleble.
- Borrador.
- Rayador.
- Brocha.
- Tajador.
- Lupa de geólogo.

5.2.2. Logueo geológico de testigos diamantinos

Se realizaron 31 sondajes con el objetivo de impactar la veta aurífera Claribel y se realizó el logueo geológico de todos los testigos obtenidos tal como se muestra en la figura 11 y que fueron plasmados en las hojas de logueo, así como en la base de datos para su posterior procesamiento.

Dentro de los tipos de litología identificados se tiene en mayor proporción a la granodiorita metamorfizada, así también se presentan diques del tipo aplíticos y andesíticos paralelos a la estructura mineralizada, alteración propilitica y silicificación y dentro de la mineralogía se pudo evidenciar la presencia de oro nativo; cuarzo y pirita como minerales ganga; plagioclasa, biotita, hornblenda y moscovita como minerales componentes de los diques; cloritas y epidotas como minerales de alteración provenientes de las biotitas.

Figura 10

Logueo geológico de testigos de perforación diamantina en la concesión minera Ticla.



5.2.3. Secciones de los sondajes de perforación diamantina

Se realizaron 2 secciones geológicas de los sondajes de perforación diamantina que se realizaron en la concesión minera Tícla con fines de impactar la veta aurífera Claribel y corroborar su continuidad y contenido de mineral; se eligieron 2 zonas donde se encuentre sondajes alineados para poder realizar una mejor interpretación de litologías y estructuras, las figuras 12 y 13 muestran las secciones geológicas realizadas.

Figura 11

Sección geológica A - A'

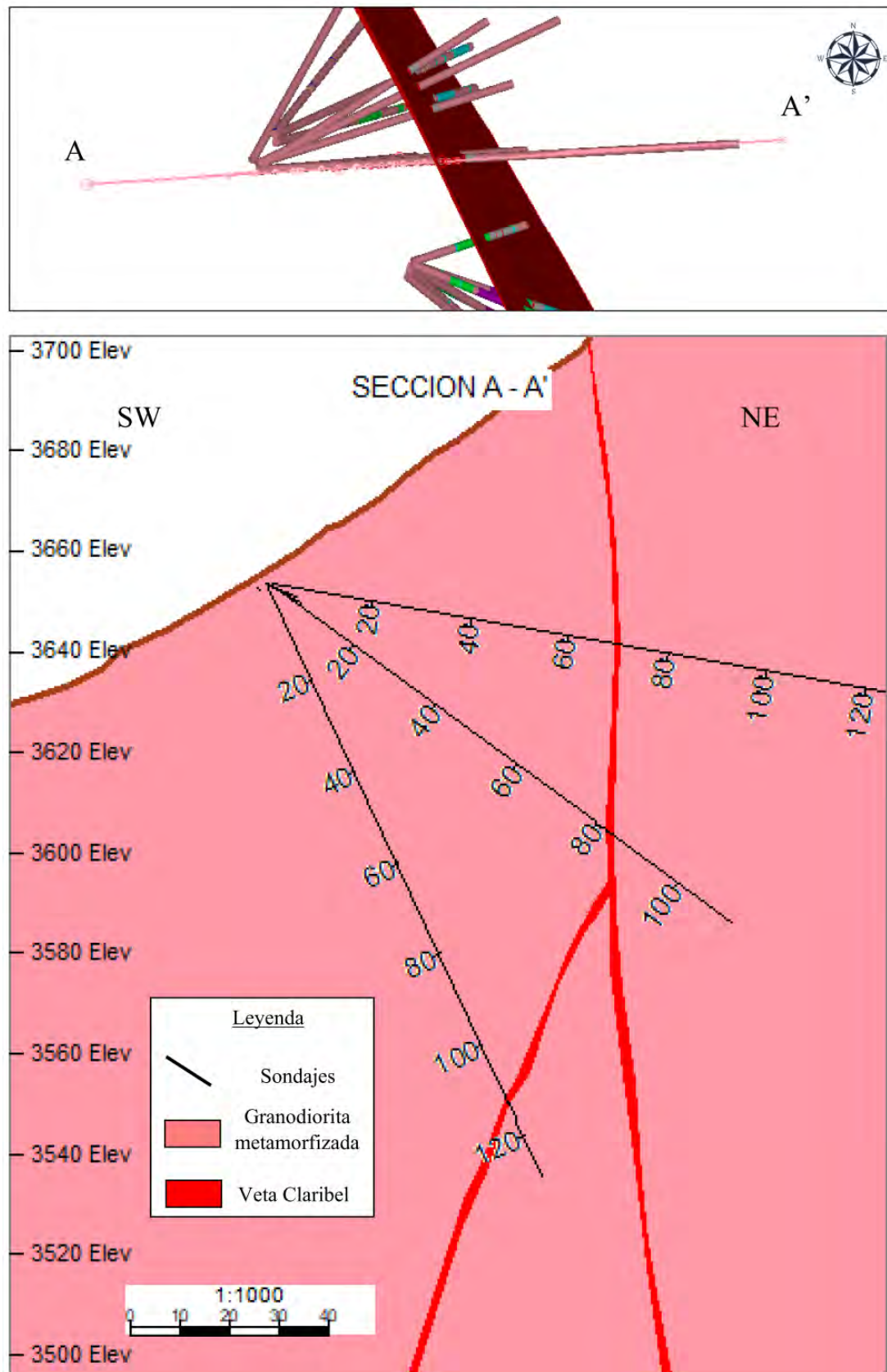
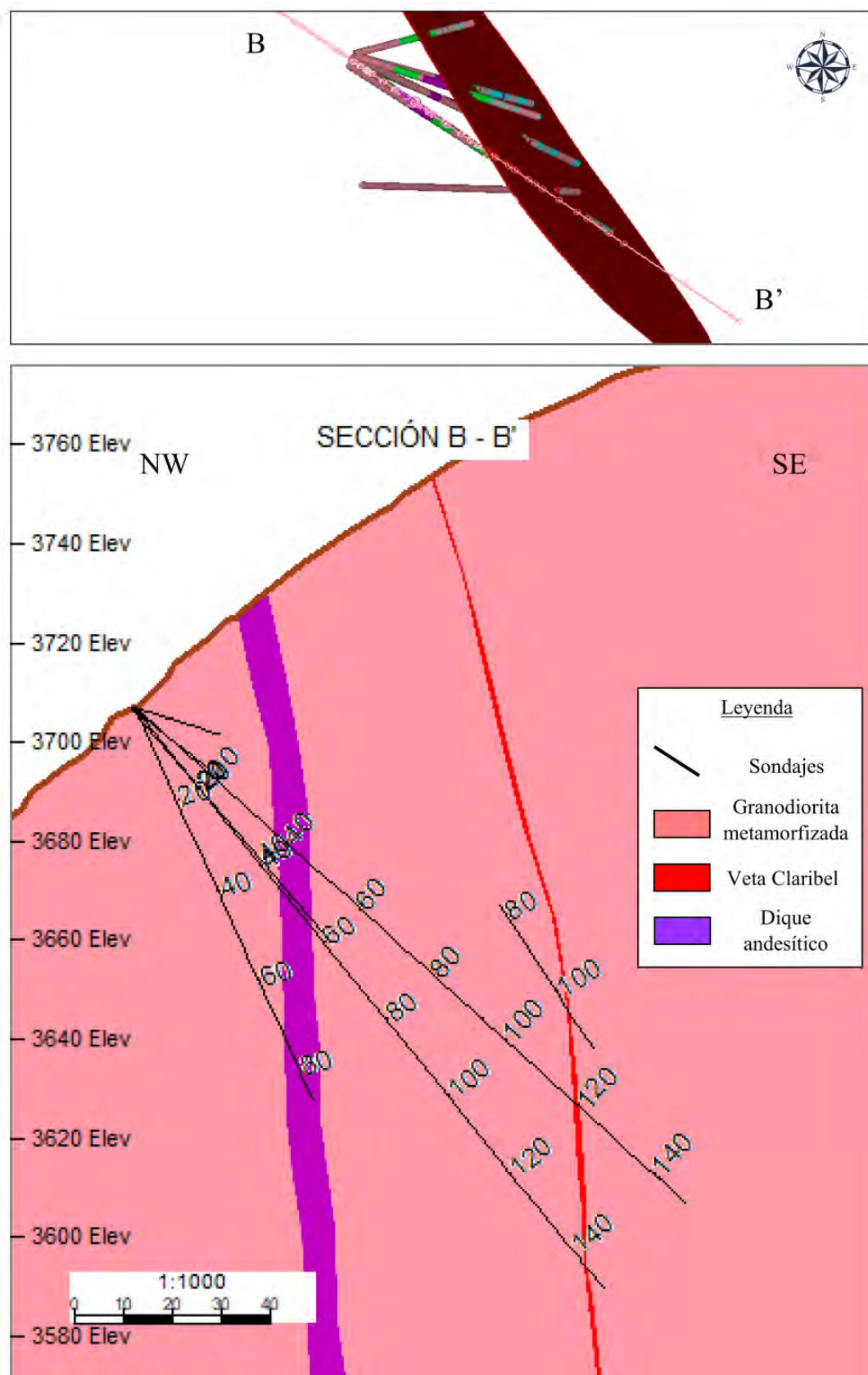


Figura 12

Sección geológica B - B'



5.2.4. Registro fotográfico de las cajas de testigos diamantinos

Dicho procedimiento se realiza con el fin de tener una vista más ágil de las cajas con los testigos obtenidos durante la perforación diamantina dentro de la concesión, por ejemplo, para visualizar los cambios litológicos, algunas estructuras impactadas, las muestras que fueron enviadas a laboratorio químico, entre otras. El registro fotográfico debe contener información necesaria para ubicar rápidamente una caja de interés por si se requiere una nueva revisión o contrastación del logueo realizado. Como se puede apreciar en la figura 14, la información que se adjuntó para la toma del registro fotográfico fue la siguiente: nombre del sondaje, desde (from), hasta (to), los números de cajas y los tacos que muestran las diferentes corridas que se realizaron; todas las fotografías fueron guardadas en diferentes carpetas con los nombres de los sondajes realizados durante la duración del proyecto.

Figura 13

Registro fotográfico de los testigos de perforación diamantina.



5.2.5. Muestreo de testigos diamantinos

El objetivo principal de una perforación diamantina con recuperación de testigos es cortar, interceptar o impactar una o más estructuras mineralizadas con valores económicos, las cuales puedan ayudar en la toma de decisiones sobre la rentabilidad de un yacimiento minero. Al decidir realizar el muestreo, esta se realizó solo sobre la mitad de la estructura de interés, para lo cual se procedió a cortar el testigo con la ayuda de un petrótomo perteneciente a la compañía minera, las mitades de las muestras obtenidas durante toda la campaña de perforación diamantina fueron enviadas al laboratorio de la empresa para su respectivo análisis químico por el elemento de oro, utilizando el método de ensayo de fuego y en algunos casos por el método de newmont. En las figuras 15 y 16 se pueden apreciar los procedimientos de muestreo y corte de testigos.

Figura 14

Muestreo de una estructura mineralizada de interés.



Figura 15

Corte de testigos de perforación diamantina.



5.3. Aseguramiento y control de calidad (QA/QC) de muestras

5.3.1. Aseguramiento de calidad (QA)

Por sus siglas QA (Quality Assurance), se entiende como el conjunto de acciones sistemáticas y preventivas que permite asegurar la calidad y confianza en el proceso de muestreo. (Peña, pág. 6, 2016)

5.3.2. Control de calidad (QC)

Por sus siglas QC (Quality Control), es el conjunto de técnicas o actividades que sirven para monitorear, identificar errores y realizar acciones correctivas durante el muestreo. (Peña, pág. 6, 2016)

5.3.3. Exactitud, precisión, contaminación y sesgo

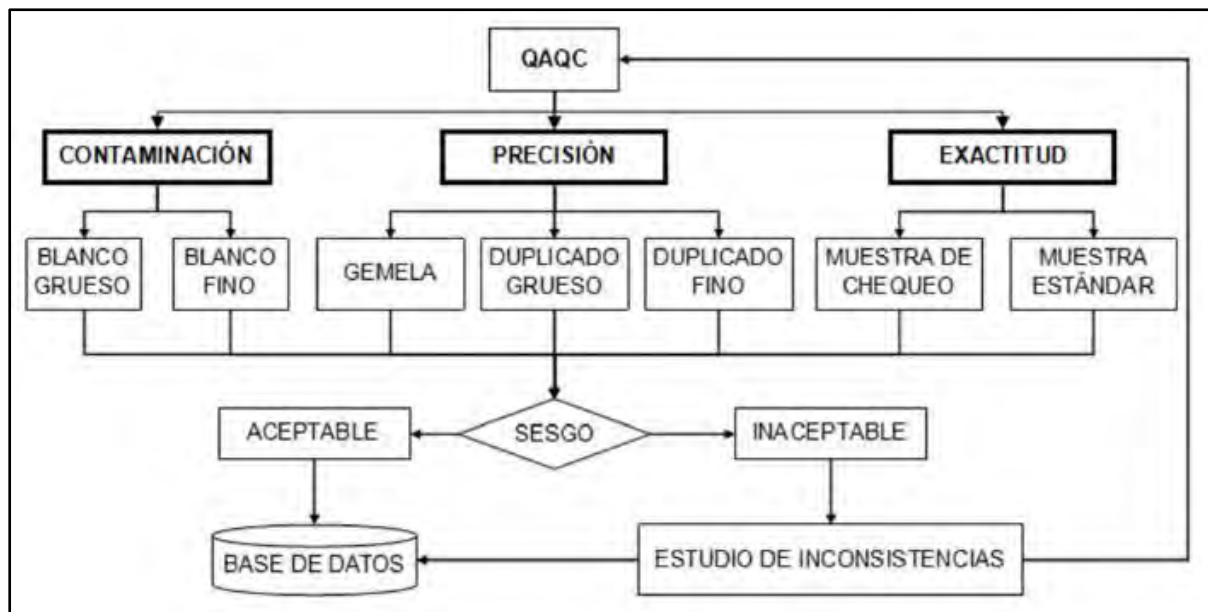
- **Precisión:** consiste en repetir los resultados de una medición en condiciones iguales, la precisión está relacionada con la varianza o error relativo. En la práctica la precisión se evalúa con muestras duplicados, es así que: la toma de muestras se evalúa con la muestra gemela, la preparación mediante los duplicados gruesos y el análisis químico por medio de duplicados finos o de pulpa. (Peña, pág. 8, 2016)
- **Exactitud:** se refiere a la proximidad de una medición a un valor aceptado como verdadero, estadísticamente la exactitud se relaciona con la media, la cual no debe tener desviación sistemática. La exactitud se mide con muestras estándar para así monitorear al laboratorio de análisis; otra manera es realizar un re-análisis a las muestras de las pulpas. (Peña, pág. 9, 2016)
- **Contaminación:** Consiste en que un material ajeno se mezcle con la muestra original, lo cual puede ocurrir en cualquier momento durante todo el proceso de muestreo, desde partículas o solución de un material distinto, que pueda estar impregnando en los recipientes o herramientas de extracción de muestras. La contaminación se mide con muestras blancas, que es un material que posee una cantidad del mineral de interés nula o en porciones ínfimas. (Peña, pág. 9, 2016)
- **Sesgo:** son las desviaciones que suceden durante el proceso de muestreo, preparación y análisis de las muestras, como ejemplos se tiene el muestreo con alteración superficial en afloramientos sin realizar una limpieza previa, también por contaminación de muestras, mala recuperación y por fallas humanas. (Peña, pág. 9, 2016)

5.3.4.- Muestras de control

- **Blancos:** Corresponde a un material estéril que mide el grado de contaminación en la preparación o análisis químico de las muestras por medio de los blancos gruesos y finos respectivamente. (Peña, pág. 13, 2016)
- **Duplicados:** Se refiere al material el cual debe replicar leyes similares al original, son obtenidas en la toma y preparación de muestras, así como en el análisis químico a través de las muestras de duplicados gruesos y finos (Peña, pág. 14, 2016)
- **Gemelas:** Este tipo de muestra de control evalúa el error en el proceso de muestreo, el cual consiste en tomar una muestra bajo las mismas condiciones que la muestra original, con el apoyo de una supervisión adecuada para disminuir cualquier error aleatorio. (Peña, pág. 14, 2016)
- **Estándar:** Es el material que tiene heterogeneidad muy baja, posee ley certificada y conocida para uno o más elementos, se utiliza para medir el grado de exactitud del análisis químico de laboratorio. Los estándares deben insertarse de forma anónima antes que las muestras se envíen para así perder su identidad en el flujo analítico. (Peña, pág. 17, 2016)

Figura 16

Diagrama de procesos QAQC.



Nota. Adaptado de MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD, (p. 8), Compañía de minas Buenaventura, 2016.

Las muestras de control utilizadas en el proyecto minero Ticla corresponden a muestras de blancos gruesos, duplicados gruesos y gemelas, las cuales fueron insertadas siguiendo parámetros de aseguramiento y control de las leyes obtenidas por laboratorio químico, siendo el procedimiento de inserción como sigue:

- El total de muestras obtenidas en los 31 sondeos realizados en la concesión minera Ticla fueron 238 entre muestras originales y muestras de control.
- Dentro de las cuales 37 corresponden a muestras gemelas, las cuales se tomaron para corroborar los resultados de baja ley obtenidos en muestras con aparente mineralización descritas durante el logeo geológico.
- También fueron insertadas 19 muestras de duplicados gruesos para verificar las muestras de alta ley obtenidas en los sondeos y comprobar la precisión del laboratorio químico.

- Finalmente se insertaron 19 muestras de blancos gruesos con el fin de analizar el grado de contaminación durante la preparación de las muestras en el laboratorio químico y poder realizar una limpieza para la inserción de nuevas muestras con contenido potencial de mineralización aurífera.

5.3.5. Gráficas QA QC y monitoreo de resultados

Una vez reportado las leyes de las muestras de control se procedió a realizar las gráficas de QA QC donde se pudo realizar un análisis de los resultados obtenidos y poder generar conclusiones o recomendaciones en casos se necesiten.

Los parametros utilizados para la asignacion de los limites superiores e inferiores de tolerancia fueron obtenidos del manual de control de calidad elaborado por el ingeniero Julio Meza, de la compañía minera Buenaventura. Las siguientes figuras representan los valores para muestras gemelas, duplicados y blancos.

Figura 17

Análisis de muestras gemelas en el proyecto Claribel.

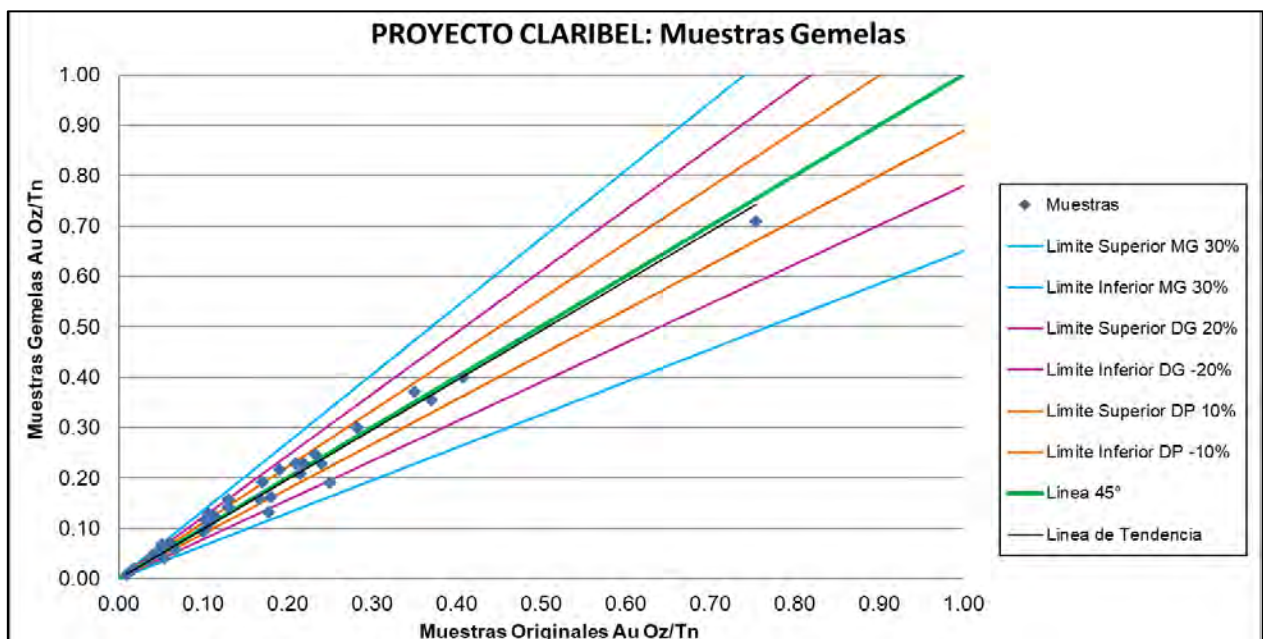


Figura 18

Análisis de muestras de duplicados gruesos en el proyecto Claribel.

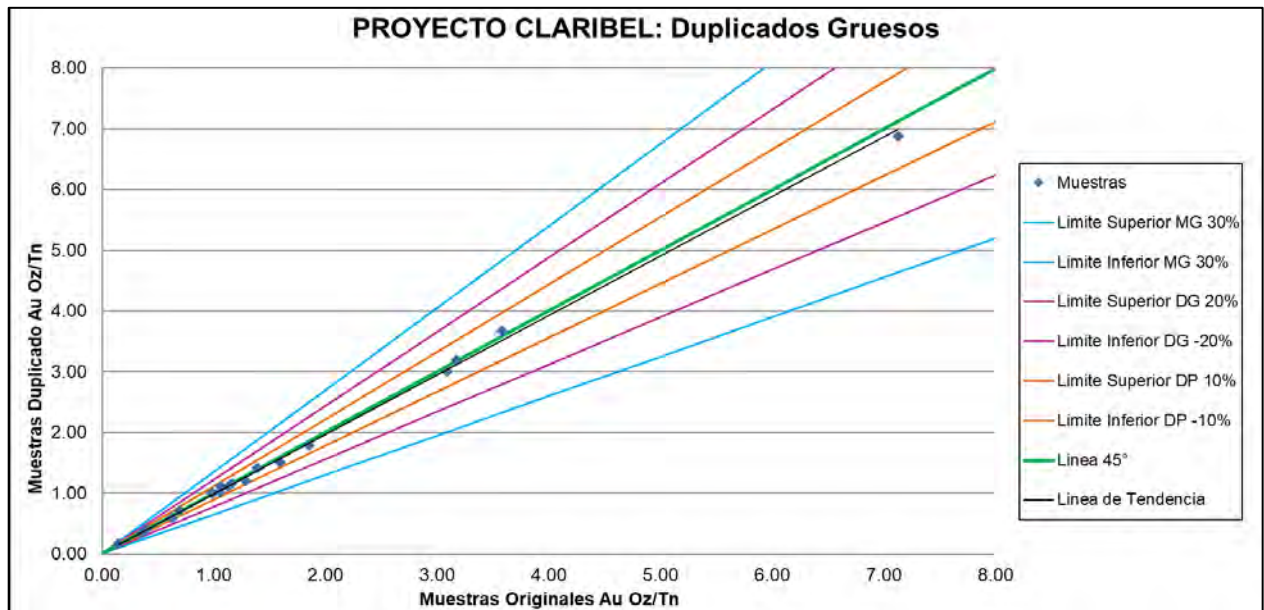
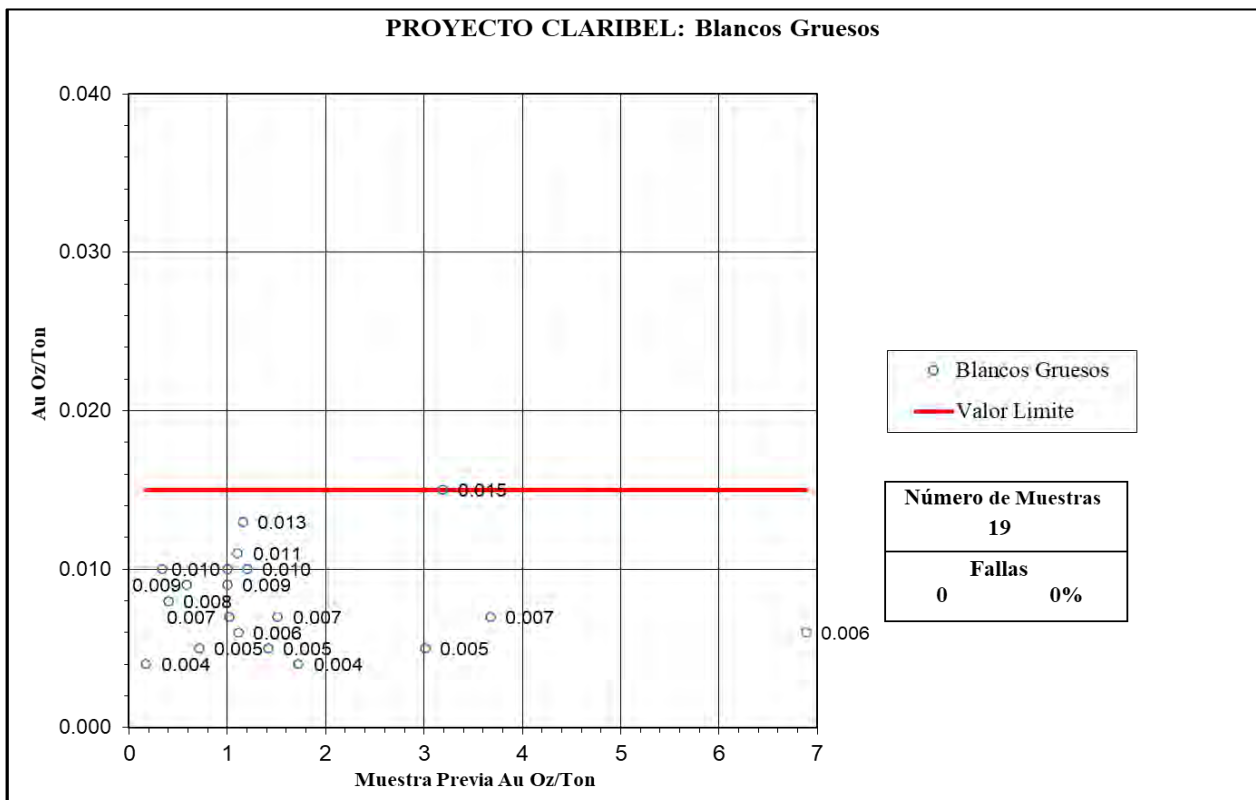


Figura 19

Análisis de muestras de blancos gruesos en el proyecto Claribel.



5.3.6. Análisis de resultados

Luego de realizar el control y aseguramiento de la calidad en el proyecto minero Ticta a través de la inserción de muestras control como son blancos, gemelas y duplicados y hacer el análisis mediante los gráficos anteriores, se puede llegar determinar de que los valores obtenidos de las muestras no presentan alguna anomalía que requiera realizar alguna inspección a los procedimientos químico analíticos ni de muestreo de testigos de perforación diamantina, asegurando de esta manera la veracidad de las muestras originales así como el análisis químicos de las mismas y la aprobación de su respectivo uso para la estimación de recursos minerales del yacimiento aurífero Claribel.

Este tipo de análisis es de gran ayuda para evitar casos de alteración de resultados como el tan conocido caso internacional de Brex, ya que una manipulación de resultados de leyes de minerales pone en riesgo capitales económicos por parte de empresas que desean invertir en el país o en el caso de empresas nacionales las cuales no cuentan con buen respaldo financiero como lo harían las empresas transnacionales.

CAPÍTULO VI

MODELAMIENTO GEOLÓGICO

6.1. Introducción

El concepto de modelamiento geológico si bien ha despegado innegablemente entre las grandes empresas mineras, esto aún no se ve reflejado en lo que concierne a la pequeña minería, quizás por falta de capacitación o por temas de presupuesto, ya que la implementación de una área de modelamiento requiere la contratación de personal calificado, la compra de licencias de softwares de modelamiento 3D, entre otras, pero considero que se puede buscar otras salidas para ir introduciendo poco a poco esta importante especialidad e ir aprovechando todos los beneficios que nos puede brindar.

Es por ello que para la realización de este trabajo de investigación se decide utilizar los diferentes softwares y conocimientos aprendidos a lo largo de mi experiencia profesional que, aunque todavía no es bastante, considero que es la necesaria para generar información suficiente para poder reevaluar una zona con potencial minero y plantear la realización de estudios más detallados y sofisticados en la zona.

6.2. Base de datos de perforación diamantina y muestreo de la veta Claribel

Al término de la campaña de perforación diamantina, el logueo geológico y el muestreo de cores respectivo en la concesión minera Ticla, se procedió a realizar la digitalización de toda

la información obtenida para armar la base de datos final que nos servirá para la elaboración del modelamiento geológico de la veta Claribel.

Dicha base de datos se divide en 4 archivos cuyos nombres son:

- **COLLAR:** cuya información corresponde al nombre de los sondeos realizados durante toda la campaña de perforación diamantina, así como a sus coordenadas XYZ que nos darán la ubicación geo espacial y la profundidad máxima perforada por cada sondeo.
- **SURVEY:** donde se guardará información como son los nombres de los sondeos, su profundidad máxima y el azimut e inclinación con que fueron perforados para saber la orientación de cada sondeo y definir si hubo desviación.
- **ASSAY:** aquí se almacena la información concerniente a las leyes de los muestreos realizados de uno o más minerales en interés, para el presente caso se realizó el análisis químico por oro, siendo las unidades de las leyes reportadas en onzas por tonelada y que dicha información nos servirá para la estimación de recursos minerales.
- **LITOLOGY:** almacena información correspondiente al logeo geológico realizado a los testigos de perforación diamantina, contiene información del nombre de los sondeos, tramos de inicio y fin de las diferentes litologías atravesadas, el nombre de las mismas y un código asignado a cada tipo de litología para el procesamiento en el software especializado.

6.3. Importación de la base de datos en software especializado

Para el manejo de la base de datos y la generación del modelo geológico final de la veta Claribel se utilizó el software Leapfrog Geo 5.1.4 debido al gran dinamismo que posee y a la gran variedad de formas en las que se pueden generar sólidos 3D. Las figuras 21 y 22 muestran la superficie generada y la inserción de los sondeos realizados.

Figura 21

Leyes de Au de los impactos alcanzados en la campaña de perforación diamantina.

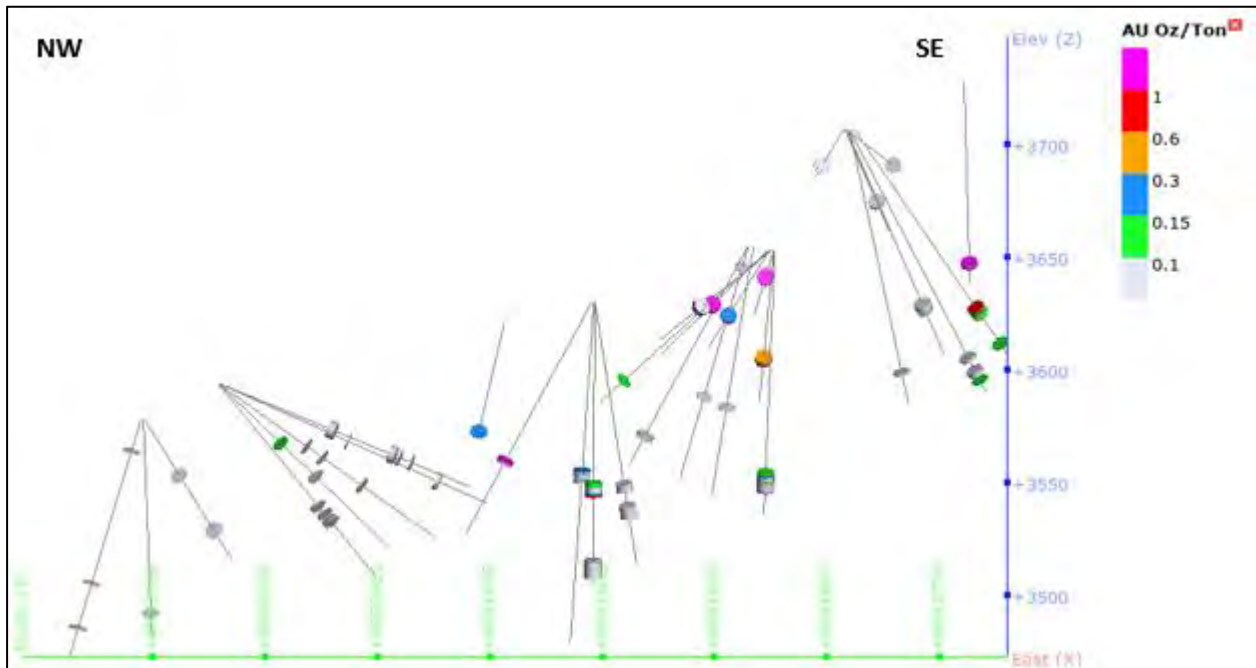
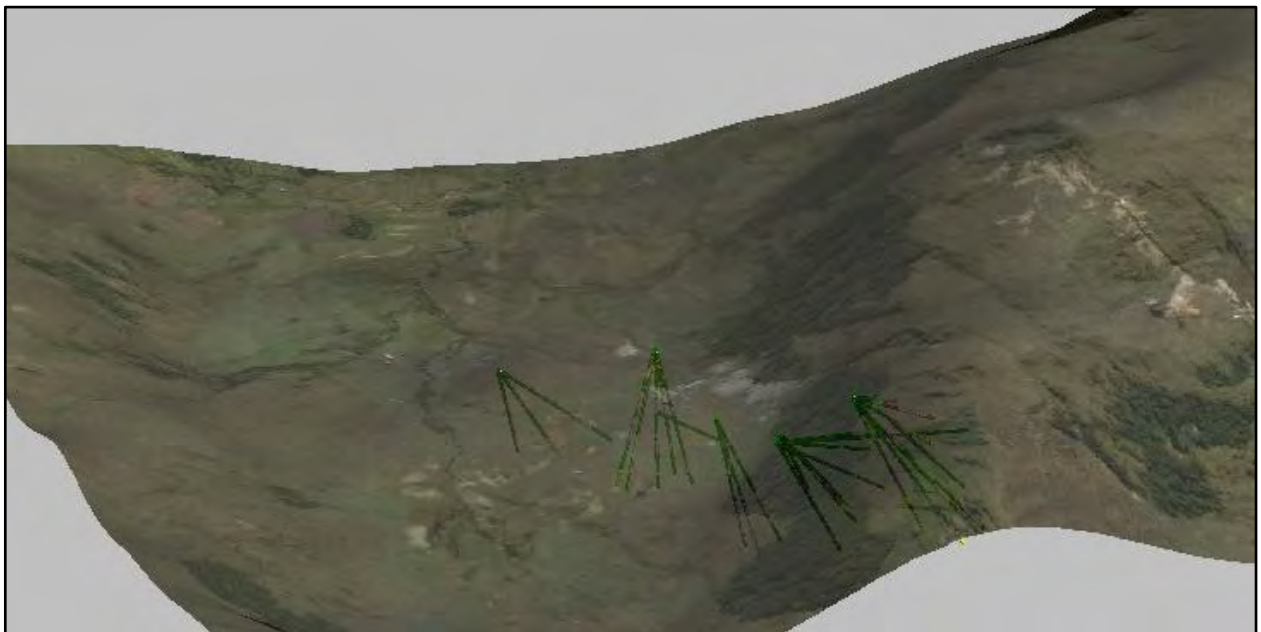


Figura 20

Importación de datos de sondaje y generación de superficie 3D.



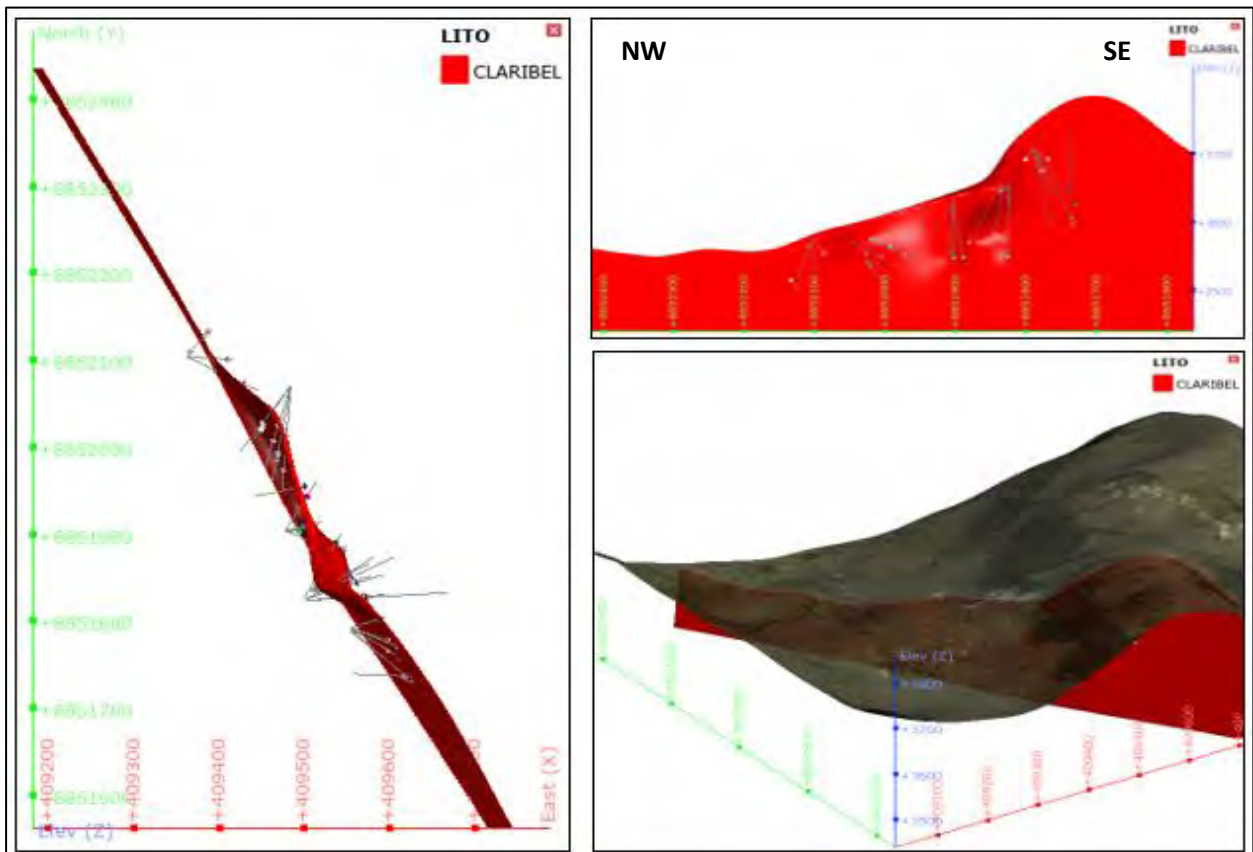
6.4. Creación del modelo geológico implícito de la veta Claribel

Si bien el modelamiento implícito es de gran ayuda a la hora de generar sólidos, pues ahorra bastante tiempo en el procesamiento de datos, estos no pueden ser aceptados completamente sin antes haber pasado una revisión respectiva por el personal calificado.

Para la veta Claribel se realizó un modelado implícito generando de manera rauda el sólido que se presenta en la figura 23, el cual fue generado en el software Leapfrog Geo, sin embargo, este sólido solo fue una primera etapa que sirvió como base para la creación del sólido final de la veta Claribel, considerando criterios geológicos que ayudó a darle un sentido más realista a la estructura mineralizada.

Figura 22

Modelo implícito de la veta Claribel con vistas en planta, sección y 3D.



6.5. Reajuste del modelo geológico implícito

Si bien el modelado implícito es de gran ayuda, este tipo de procedimiento no considera criterios geológicos como son la continuidad, profundización, buzamiento de la veta medida en cateos realizados por mineros artesanales, entre otros; es por ello que se tiene que realizar una validación al modelo generado por el software.

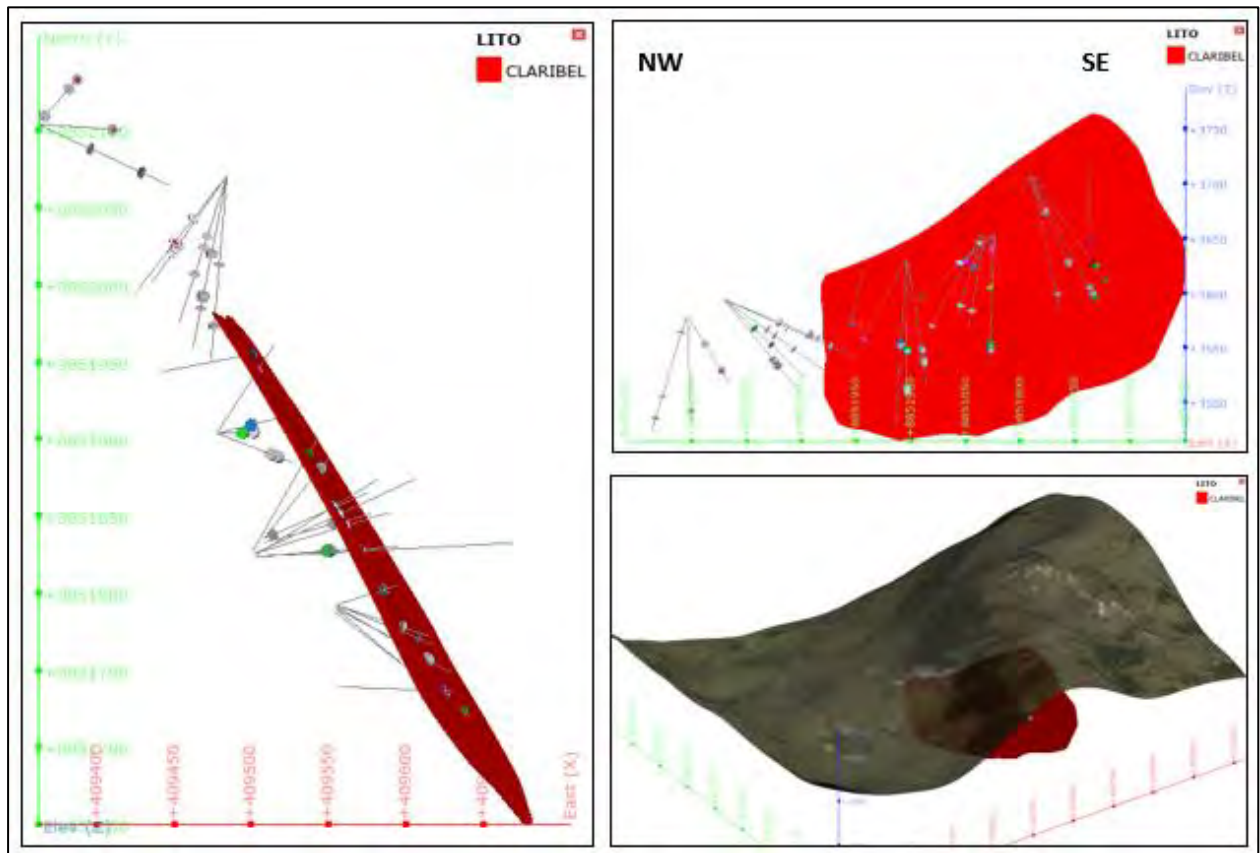
- Como primer ajuste se realizó la categorización de las estructuras mineralizadas que se impactaron durante la perforación de los sondajes diamantinos y que fueron descritas en el logeo geológico, ya que el software considera todas ellas como una sola estructura y realiza el modelado sin considerar que pueden corresponder a diferentes vetas.
- Seguidamente se realizó el contorno de la veta Claribel, tanto en longitud como en profundidad, considerando únicamente la información con la que se cuenta e información de sondajes de perforación diamantina.
- También se reajustó la estructura con la información de buzamiento obtenido en los cateos, la cual oscila entre 80 a 85° al NE.

6.6. Generación del modelo geológico final de la veta Claribel

Una vez realizado los ajustes necesarios al modelo implícito y dándole el criterio geológico respectivo, se realizó el procesamiento en el software Leapfrog Geo, y ya con los parámetros definidos se generó el modelado final de la veta aurífera Claribel tal y como se aprecia en la figura 24, siendo la geometría de la veta: 380 metros de largo en promedio, 200 metros de profundidad en promedio y 0.40 a 0.50 metros de potencia.

Figura 23

Modelo geológico final de la veta Claribel con vistas en planta, este y 3D.



CAPÍTULO VII

GEOESTADÍSTICA Y ESTIMACIÓN DE RECURSOS MINERALES

7.1. Código de JORC

Desarrollado por el Comité Conjunto de Reservas de Mineral (Join Ore Reserves Committee – JORC), corresponde a un código para la exposición o presentación de informes acerca de objetivos y resultados de exploración, recursos y reservas de minerales, en dicho código se constituye las directrices, los estándares mínimos y recomendaciones para la presentación de dichos informes. (The Joint Ore Reserves Committee of The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, pág. 2, 2024)

7.2. Concepto de recurso mineral según el código de JORC

Es la ocurrencia o concentración de un material con interés económico que se encuentra dentro de la corteza terrestre y que posee una ley y cantidad suficientes para planificar y desarrollar una extracción.

Las características como continuidad, ubicación, ley, cantidad y demás aspectos geológicos de un recurso mineral son calculados, estimados e interpretados a partir de evidencia geológica, como son mapeos, muestreo, logueo de sondajes, entre otros. (The Joint Ore Reserves Committee of The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, pág. 18, 2024)

7.3. Clasificación de recursos minerales según el código de JORC

7.3.1. Recurso mineral inferido

Es parte del recurso mineral en donde la ley y cantidad se estiman a partir de datos de muestreo y evidencias geológicas limitadas; dicha evidencia es suficiente para suponer mas no para verificar la continuidad geológica y de leyes. Dichas evidencias corresponden a trabajos de exploración como toma de datos en afloramientos, trincheras, laboreos pequeños, algunos sondajes, excavaciones, entre otros.

El recurso de mineral inferido posee un bajo nivel de confianza y no se debe convertir a reserva de mineral, pero si puede ser elevado a recurso de mineral indicado mediante trabajos exploratorios más detallados. (The Joint Ore Reserves Committee of The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, pág. 19, 2024)

7.3.2. Recurso mineral indicado

Es aquel recurso donde la cantidad, ley, densidad y demás características físicas se estiman con un nivel de confianza suficiente para sustentar un planeamiento de minado y evaluación de viabilidad económica. La información geológica para sustentar este recurso se deriva de una exploración detallada y confiable en afloramientos, trincheras, labores, sondajes con mayor información y es suficiente para asumir la continuidad geológica y de ley de una estructura de interés.

El recurso mineral indicado posee un menor nivel de confianza que el recurso mineral medido y solo puede ser convertido a una reserva mineral probable. (The Joint Ore Reserves Committee of The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, pág. 19, 2024)

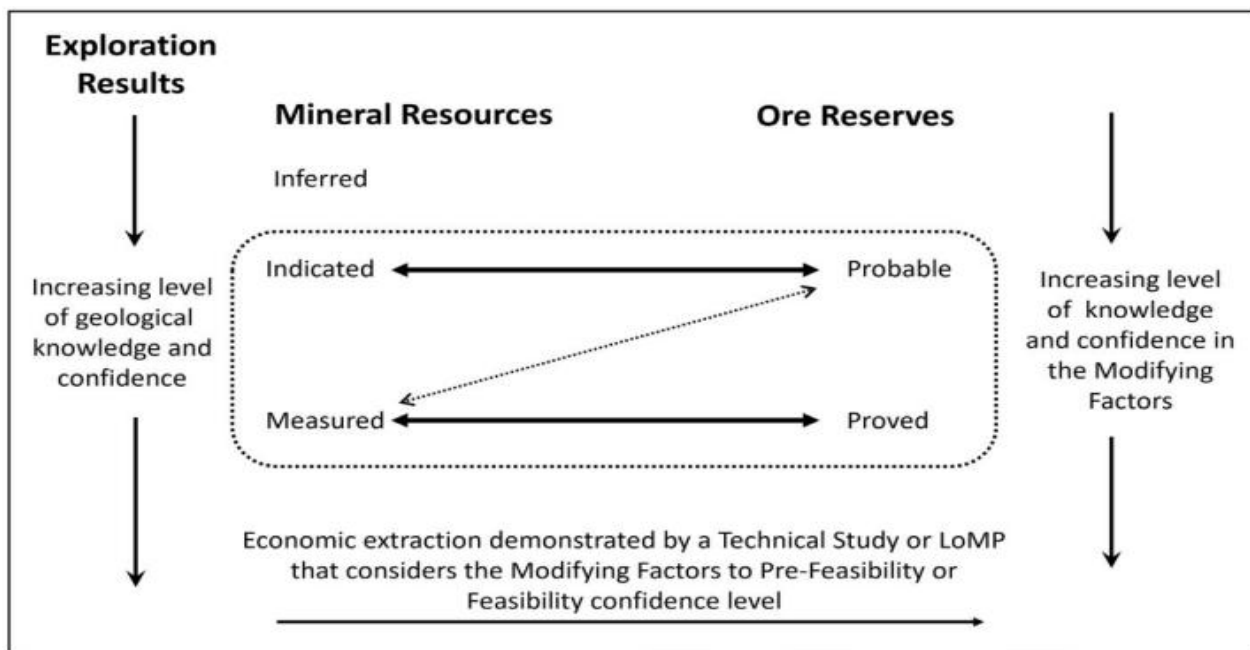
7.3.3. Recurso mineral medido

Es el recurso mineral donde la cantidad, ley y demás características físicas se estiman con suficiente confianza para permitir y sustentar un planeamiento de minado detallado y la evaluación final de viabilidad económica de un depósito de mineral. La evidencia geológica para sustentar este recurso mineral es la exploración detallada con técnicas apropiadas en afloramientos, trincheras, labores mineras y suficientes sondajes con información más precisa y validada.

El recurso de mineral medido cuenta con un mayor nivel de confianza frente a los recursos de minerales indicados e inferidos y puede ser convertido a reserva de mineral probado o en ciertas circunstancias reserva de mineral probable. (The Joint Ore Reserves Committee of The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, pág. 20, 2024). La figura 25 muestra la relación entre los diferentes recursos existentes con las reservas, según el código JORC.

Figura 24

Relación general entre resultados de exploración, recursos minerales y reservas de mena.



Nota. Adaptado de THE JORC CODE, THE JOINT ORE RESERVES COMMITTEE OF THE AUSTRALASIAN INSTITUTE OF MINING AND METALLURGY, (p. 11), 2024.

7.4. Los métodos tradicionales de estimación de recursos minerales

Se dividen en globales y locales, siendo el interés de los primeros en estimar la ley y el tonelaje de todo el yacimiento; mientras que los locales tienen por interés estimar la ley media de zonas dentro del yacimiento y focalizar las zonas de alto y bajo contenido del mineral de interés. (Alfaro, pág. 03, 2007) Dentro de los métodos tenemos:

7.4.1. La media aritmética:

Este método se basa en estimar la ley media de un sector donde se promedian las leyes de todos los datos que se encuentran dentro del sector de interés. En este método todos los datos tienen el mismo peso, es muy simple y fácil de calcular, produce resultados no deseados cuando existe agrupamiento de datos y no funciona bien en estimaciones locales. (Alfaro, págs. 04 - 05, 2007)

7.4.2. Polígonos de influencia

Se basa en asignar a cada punto o zona la ley del dato más próximo a este y para estimar una zona de interés se ponderan las leyes de los datos por el área o volumen de influencia. Este método se considera complicado, funciona mejor que la media aritmética, posee dificultad a la hora de implementar en tres dimensiones y no se considera el más adecuado para estimaciones locales pues asigna la misma ley a todos los bloques que están dentro del mismo polígono. (Alfaro, pág. 06, 2007)

7.4.3. Inverso de la distancia

Este método asigna mayor peso a las muestras que se encuentran cercas unas de otras y menor peso a las muestras alejadas. El método de inverso a la distancia se adapta mejor en estimación es locales que globales, pero no funciona bien con datos agrupados, así mismo les atribuye demasiado peso a las muestras cercanas al centro de gravedad y además no toma en

cuenta el tamaño ni la forma de una zona en interés ya que dos zonas con el mismo centroide, pero de diferentes tamaños y formas pueden poseer la misma ley de mineral. (Alfaro, págs. 07 - 09, 2007)

Todos estos métodos clásicos presentados si bien pueden servir como un primer panorama al cálculo de recursos minerales, no deben ser considerados de manera final para la evaluación de un proyecto minero, debido a que son demasiado empíricos, geométricos y que no consideran la estructura del fenómeno mineralizado, es decir la continuidad de las leyes (regulares y erráticas), así como la presencia de anisotropía, vale decir las direcciones con alta probabilidad de variación de leyes económicas, entre otras consideraciones.

7.5. Método geoestadístico

7.5.1. Variable regionalizada

Se entiende por variable regionalizada a la función que representa una variación dentro del espacio correspondiente a una magnitud, la cual está asociada a un fenómeno natural, es por ello que la geoestadística vendría siendo como la aplicación de los conceptos de la variable regionalizada en la estimación de los recursos minerales. (Alfaro, pág. 16, 2007)

Para el proyecto que se está investigando, la variable regionalizada vendría a ser las leyes de oro las cuales varían dentro de un espacio que sería la veta Claribel que está asociada al fenómeno natural de la mineralización de elementos químicos como es el caso del oro.

7.5.2. Campo y soporte

Se denomina a campo como el lugar o zona donde se estudia a la variable regionalizada y pueden existir más de un campo para una variable regionalizada como es el caso de una estructura mineralizada con presencia de óxidos y sulfuros. (Alfaro, pág. 23, 2007)

En cuanto al soporte corresponde al volumen de la muestra la cual va a definir la variable regionalizada y para su estudio el soporte debe poseer el mismo tamaño, para ello en caso de tener soportes irregulares es necesario regularizar o compositar el soporte. (Alfaro, pág. 25, 2007)

Ambos términos aplicados al proyecto de investigación corresponderían como campo a la veta Claribel porque es el área o zona donde se realizará el estudio de la variable regionalizada que son las leyes de oro, mientras que el soporte sería los testigos de sondajes diamantinos que se utilizaran para el cálculo de recursos minerales

7.5.3. Kriging

Estimador geoestadístico cuyo objetivo coincide con los estimadores clásicos, pero toma en consideración la continuidad espacio temporal, así como la anisotropía que existen en los datos. El kriging es considerado un interpolador lineal, pero para el cálculo de sus ponderaciones es necesario conocer el variograma de los datos. (Condal et al., pág. 112, 2021)

Existen ciertas ventajas que hacen al kriging el más usado actualmente, entre ellas se tiene:

- Es un buen interpolador insesgado en un punto y posee el mejor promedio móvil en un bloque ponderado.
- Este método proporciona estimaciones óptimas e imparciales, minimizando el error existente.
- El método considera la correlación espacial entre los datos para modelar, permitiendo una interpolación más precisa frente a otros métodos más simples como la distancia inversa ponderada (IDW).
- Considera la incertidumbre además de la predicción del valor, el kriging brinda una medida de la incertidumbre asociada a la estimación, lo que permite evaluar la fiabilidad de los resultados.

- El método posee flexibilidad ya que se puede adaptar a diferentes modelos de variogramas y puede manejar datos con tendencias espaciales, lo que lo hace práctico para estimación de los diferentes tipos de yacimientos existentes.

Así también existen desventajas en el método geoestadístico de kriging.

- El método de kriging posee una dependencia de datos al requerir una cantidad necesaria de datos y una óptima cobertura espacial para que los parámetros del variograma puedan ser estimados.
- Tiene una sensibilidad por los valores atípicos o altos erráticos en los datos, los cuales pueden influir considerablemente en el variograma y en las estimaciones de este método, por lo que es necesario normalizar los valores atípicos y transformar las variables sesgadas.
- Para la implementación del método de kriging es necesario una gran cantidad de recursos tecnológicos para el procesamiento de los datos obtenidos en campo, especialmente para grandes conjuntos de datos.
- Posee cierto grado de sensibilidad a las suposiciones o interpretaciones realizadas al modelo generado, como al variograma.

Existen diferentes tipos de kriging, relacionados a cada circunstancia en particular y dependiendo de la información con la que se cuente; por mencionar algunos de ellos tenemos el kriging simple, ordinario, de bloques, universal, no lineal, entre otros. (Condal et al., pág. 112, 2021)

Para el presente proyecto de investigación en la parte de estimación de recursos minerales de la veta Claribel se utilizó el método geoestadístico del kriging ordinario, esto debido a que este tipo de interpolador trabaja con datos de soporte constante, como lo serían las muestras de los sondeos diamantinos una vez realizados la composición correspondiente.

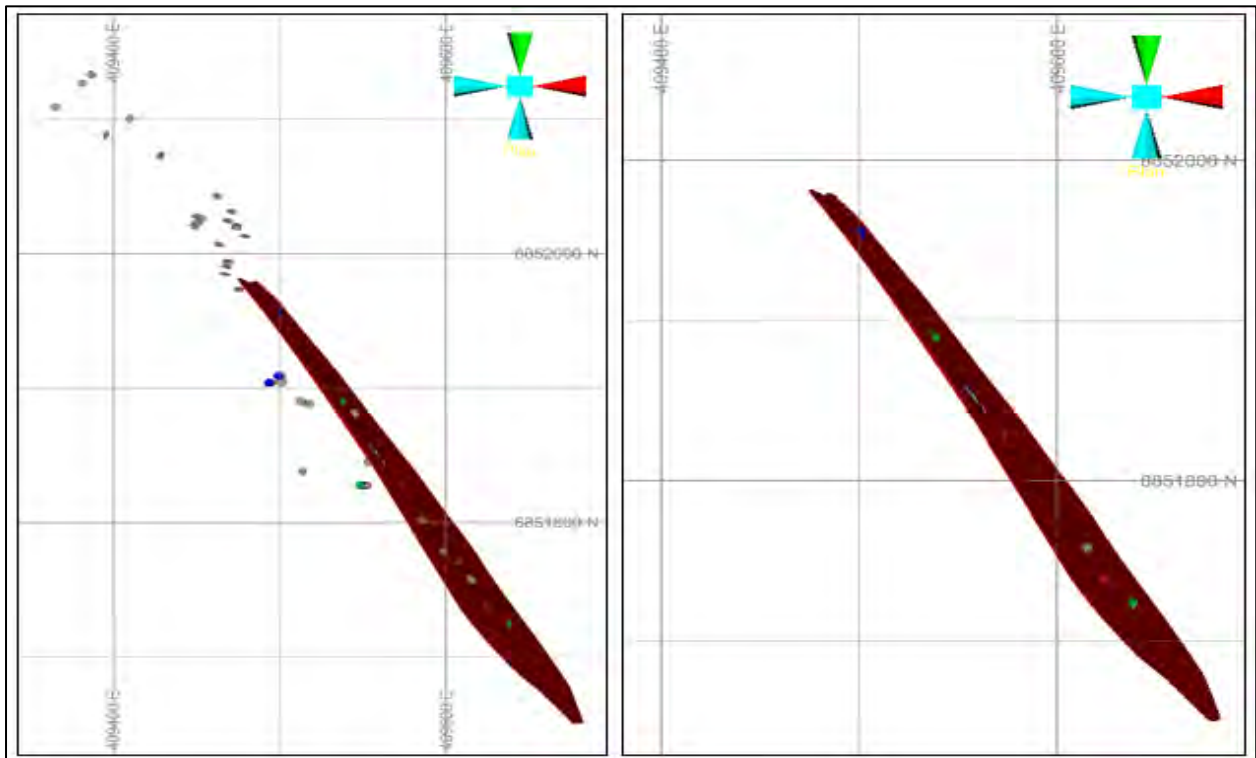
7.6. Análisis exploratorio de datos

Se realiza un estudio de los datos de muestras, se obtiene las estadísticas básicas, la consistencia de los datos, suprimiendo los errores que puedan existir e identificando de que distribuciones proceden, así mismo determinar si existe alguna correlación entre los datos disponibles. (Condal et al., pág. 18, 2021)

Para el inicio del análisis de los datos obtenidos en el logueo y muestreo de los sondajes diamantinos perforados dentro de la concesión minera Ticla se tuvo que realizar un proceso de separación entre los sondajes vinculados al modelo de la veta Claribel de los que no, tal como se puede apreciar en la figura 26, esto para poder realizar un análisis únicamente con los datos necesarios y evitar que información ajena a nuestra zona de interés pueda alterar los resultados obtenidos al momento de realizar la estimación de recursos minerales. A partir de este capítulo se trabajó con los softwares Datamine RM y Minitab.

Figura 25

Intersección de sondajes vinculados al modelo de la veta Claribel.



7.6.1. Distribución experimental de datos

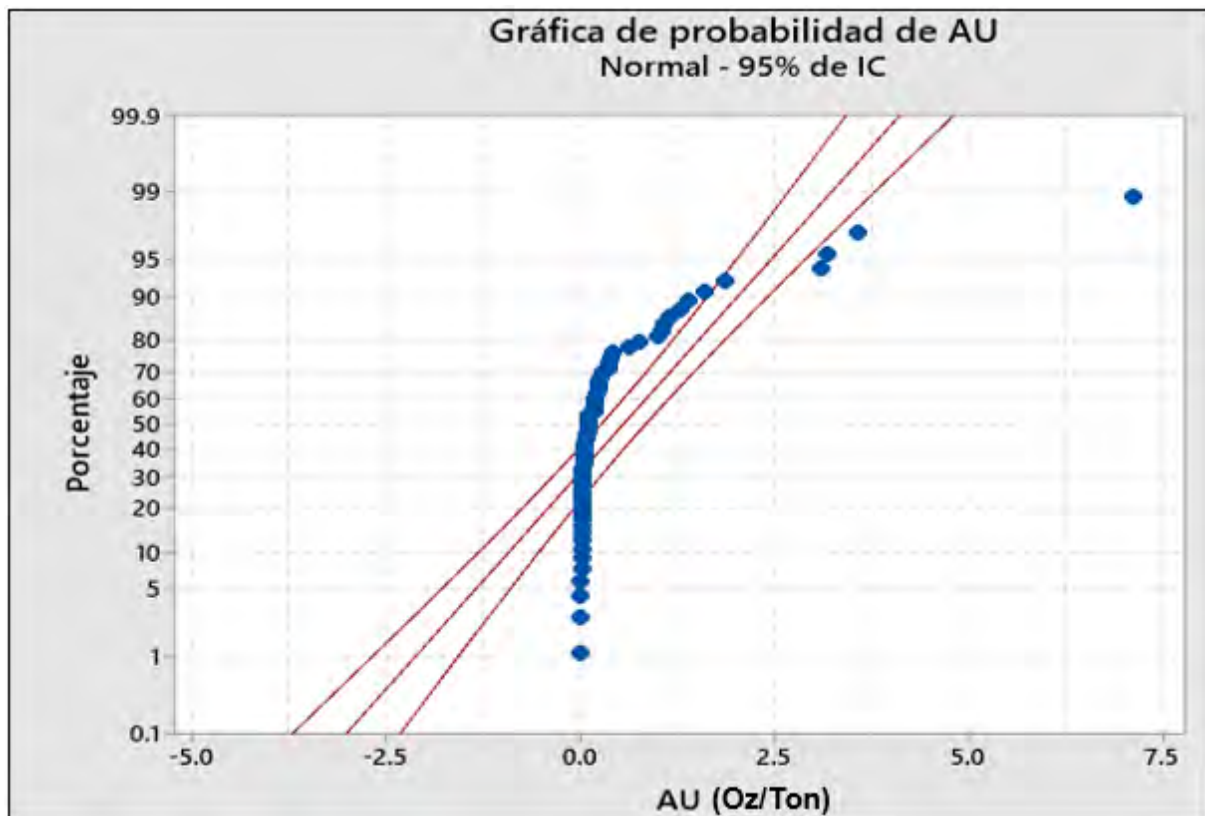
Para tener un primer panorama del comportamiento de los datos, se procedió a realizar un análisis de la distribución de los datos de las leyes obtenidas de la veta Claribel, siendo así que se utilizaron las siguientes:

- **Análisis de probabilidad**

Se realizó este análisis por medio de la gráfica de probabilidades, este tipo de gráficos permite saber si existe uno o más comportamientos de los datos analizados, para el presente trabajo se aplicaría cuando la mena se comporte de diferente manera al cambiar sus condiciones como pueden ser la mineralización, la alteración, la roca caja, alguna presencia de falla, entre otras, que altere el comportamiento inicial, es decir pueda aumentar o disminuir la ley de oro de la veta Claribel.

Figura 26

Gráfica de probabilidad de las muestras de oro de la veta Claribel.



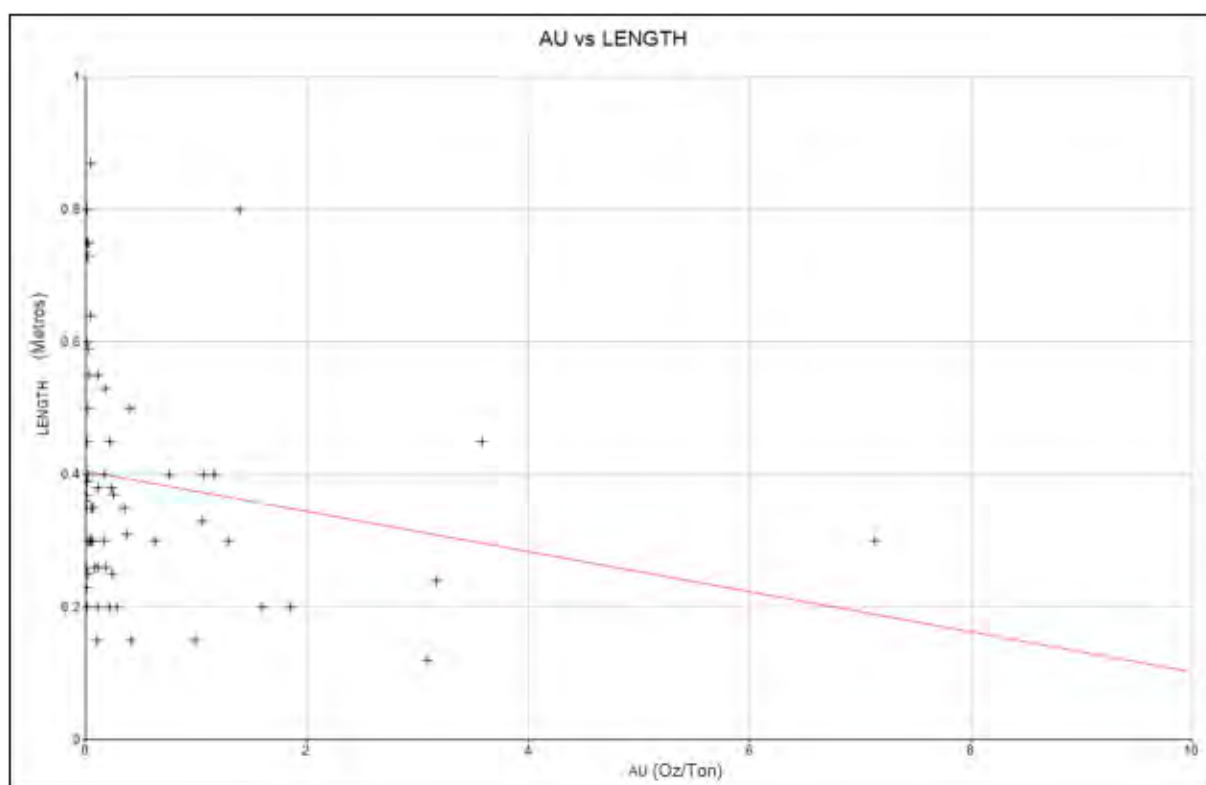
En la figura 27 se muestra el comportamiento de las leyes de oro de la veta Claribel, donde se aprecia un solo comportamiento de los datos, lo que equivaldría a decir que no se presentó variaciones considerables en todo el tramo de la veta identificada y esto es correcto pues durante el logueo no se evidenció la presencia de nueva mineralización asociada, alteración o la presencia de una nueva roca caja.

- **Dispersión de datos**

La dispersión de datos muestra la relación existente entre 2 datos de interés y para el presente caso se realizó entre las leyes de oro y la potencia de las muestras obtenidas de los sondajes diamantinos, tal como se muestra en la figura 28.

Figura 27

Gráfico de dispersión entre las leyes de oro vs la potencia de las muestras de la veta Claribel.



La figura del gráfico anterior nos muestra que existe una relación inversa entre ambos valores, esto debido a que la línea de regresión tiene un comportamiento descendente, quiere decir que mientras la potencia de la veta sea mayor, menor serán las leyes que se obtenga y viceversa y

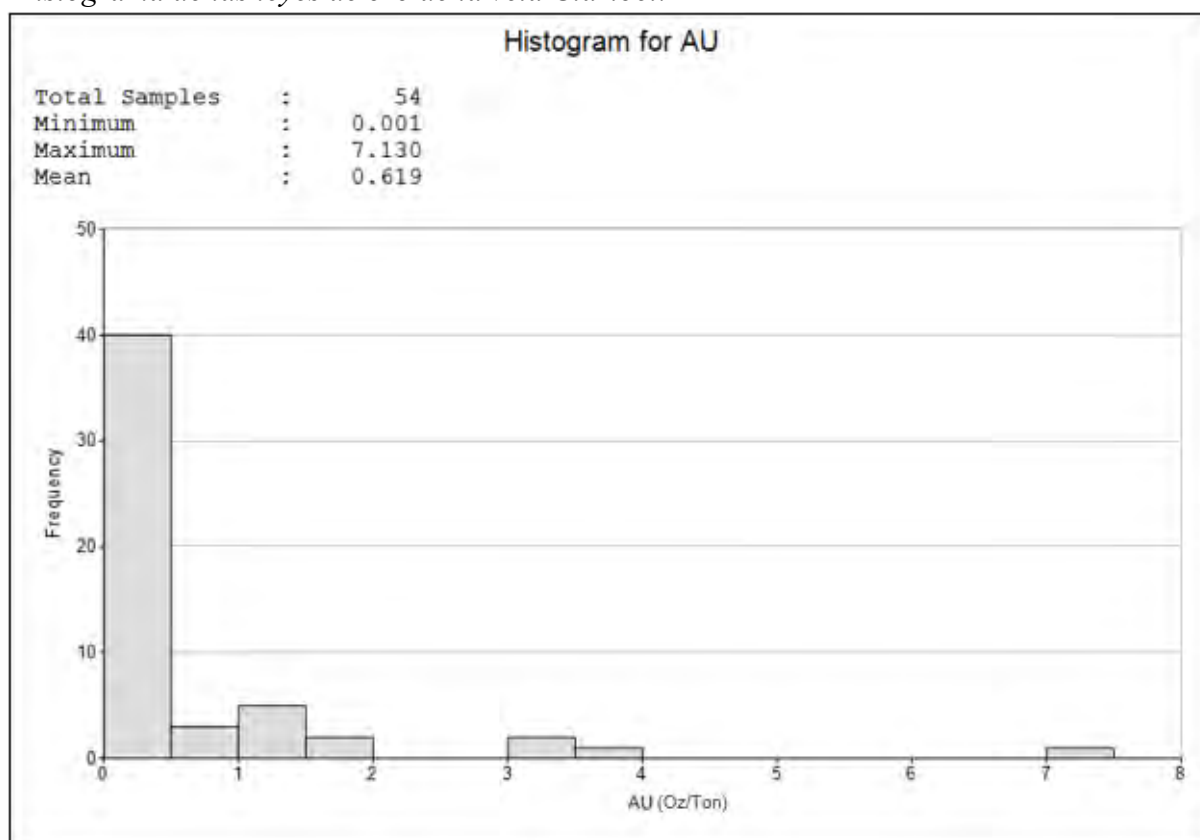
esto en yacimientos vetiformes de oro se cumple en un buen número de casos, ya que la mayor concentración de oro se da en espacios reducidos como es el caso de las vetas angostas de oro de la franja Nazca – Ocoña, ubicada en la costa sur del territorio nacional.

- **Histograma**

Este tipo de representación de datos muestra la frecuencia u ocurrencia que existe entre los valores de una variable, para el caso a estudiar se utilizó los valores de las leyes de oro dado que se quiere conocer el comportamiento del mismo y saber si se tienen valores alejados de la mayor frecuencia que podrían ya evidenciar la presencia de valores atípicos, tal y como podemos evidenciar en la siguiente figura.

Figura 28

Histograma de las leyes de oro de la veta Claribel.



La figura 29 del gráfico del histograma de las leyes de la veta Claribel nos muestran que la mayor ocurrencia de datos se encuentra entre los valores 0 y 2 onzas aproximadamente y

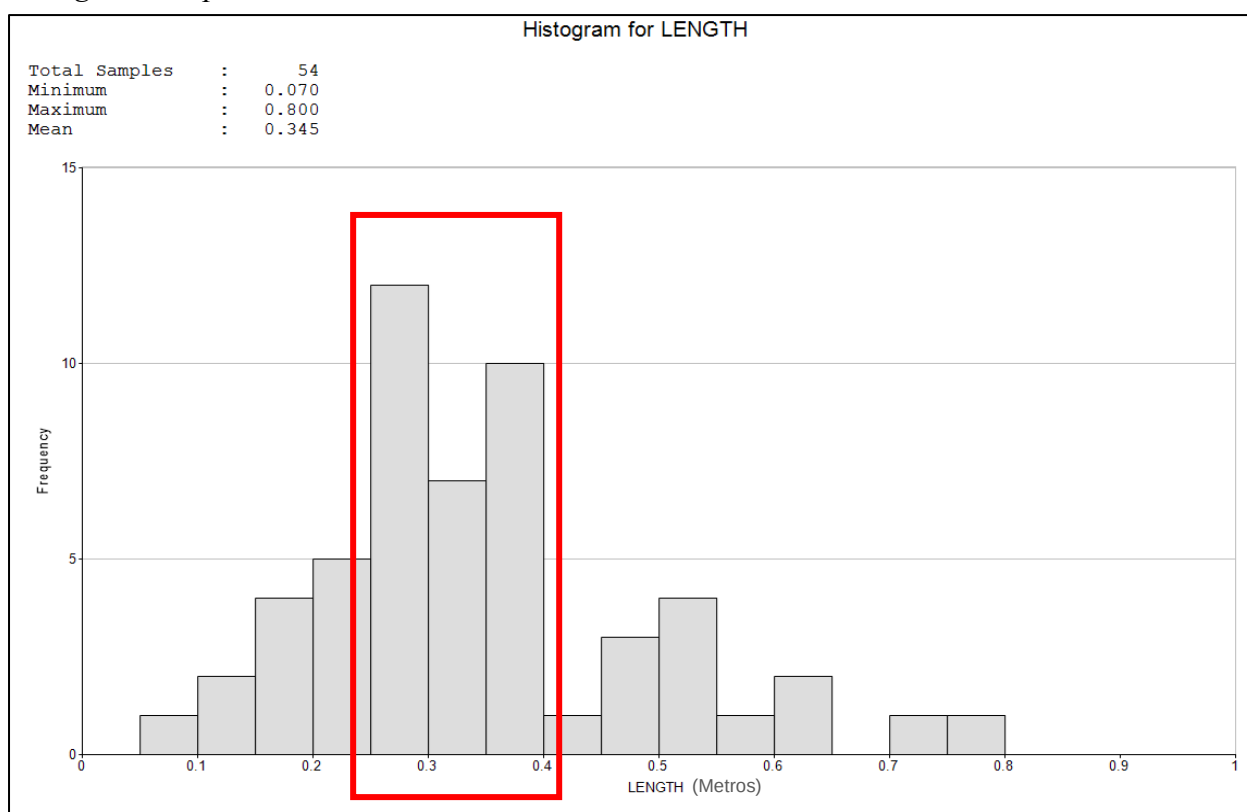
además de ellos se evidencia la existencia de valores que se encuentran fuera de la zona de mayor ocurrencia con valores entre 3 a 4 y hasta 7 onzas de oro por tonelada, lo que podría interpretarse como valores atípicos o altos erráticos, teniendo que realizar un capping para que no tenga tanta influencia al momento de la estimación de recursos minerales.

7.6.2. Datos compositados

Dado que la mayor concentración de potencias se encontraba entre 0.25 y 0.40, se usó el valor de 0.25 para la composición de los datos debido a que el valor presenta un mejor manejo a la hora de la realización del modelo de bloques, así mismo a la irregularidad que presenta la estructura mineralizada, como lo muestra el histograma de potencias en la figura 30.

Figura 29

Histograma de potencias de las muestras de la veta Claribel.

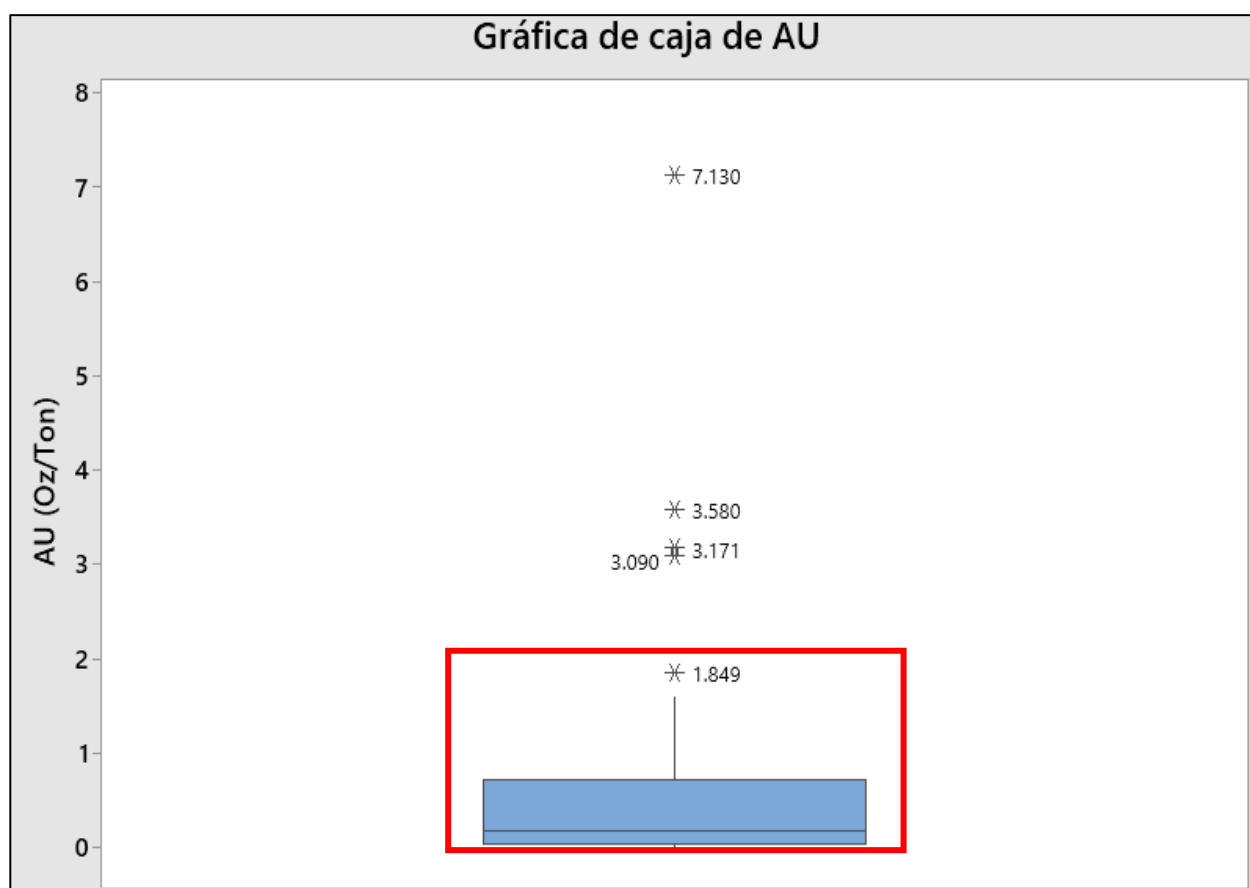


7.6.3. Valores atípicos – outliers

Se consideran valores atípicos a los valores que se encuentran fuera del rango de mayor concentración de una población de datos; para el presente proyecto se utilizó para su determinación el boxplot o grafica de cajas, dándonos como resultados 04 valores fuera del rango limite, es por ello que dichos valores se consideran altos erráticos y deberán ser regularizados o capeados para que estos no influyan en una sobrestimación al momento de realizar el cálculo de recursos minerales de la veta aurífera Claribel, se consideró como límite superior el valor de 1.849 por la cercanía a la población y para no realizar una subestimación y así poder equilibrar ambos riesgos.

Figura 30

Boxplot o gráfica de cajas de las muestras de la veta Claribel.

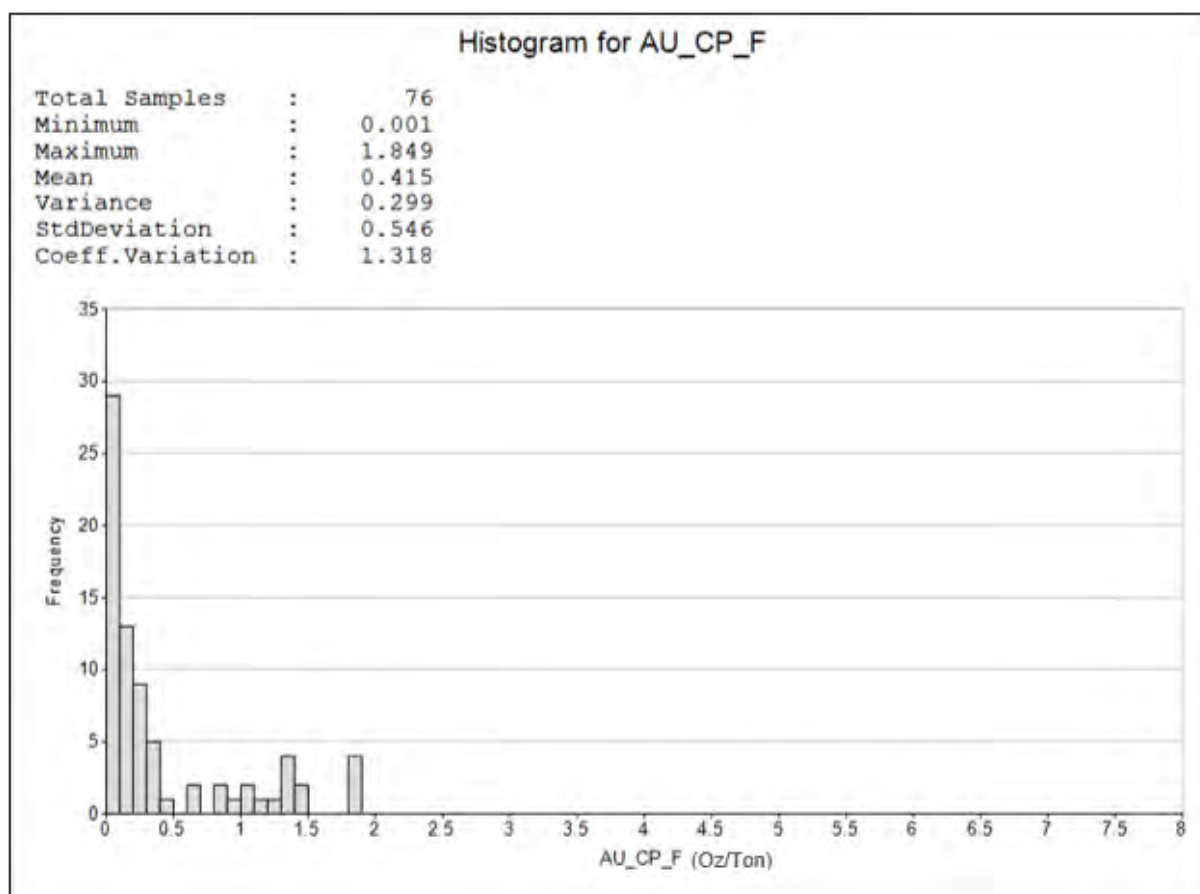


7.6.4. Regularización de las muestras – capping

Una vez identificado los valores atípicos mediante el gráfico de cajas se procedió a realizar el capping, el cual consiste en la estandarización o normalización de valores los cuales se encuentran fuera de la distribución normal de valores. Por tal motivo todos aquellos valores por encima de 1.849 fueron considerados outliers, es así que se tiene un total de 04 valores atípicos, los cuales para la realización del capping fueron reemplazados por 1.849. En la figura 32 se muestra el nuevo histograma con las leyes de oro capeadas.

Figura 31

Histograma de leyes de oro capeadas de la veta Claribel.



7.7. Análisis estructural geoestadístico – variografía

7.7.1. Variograma

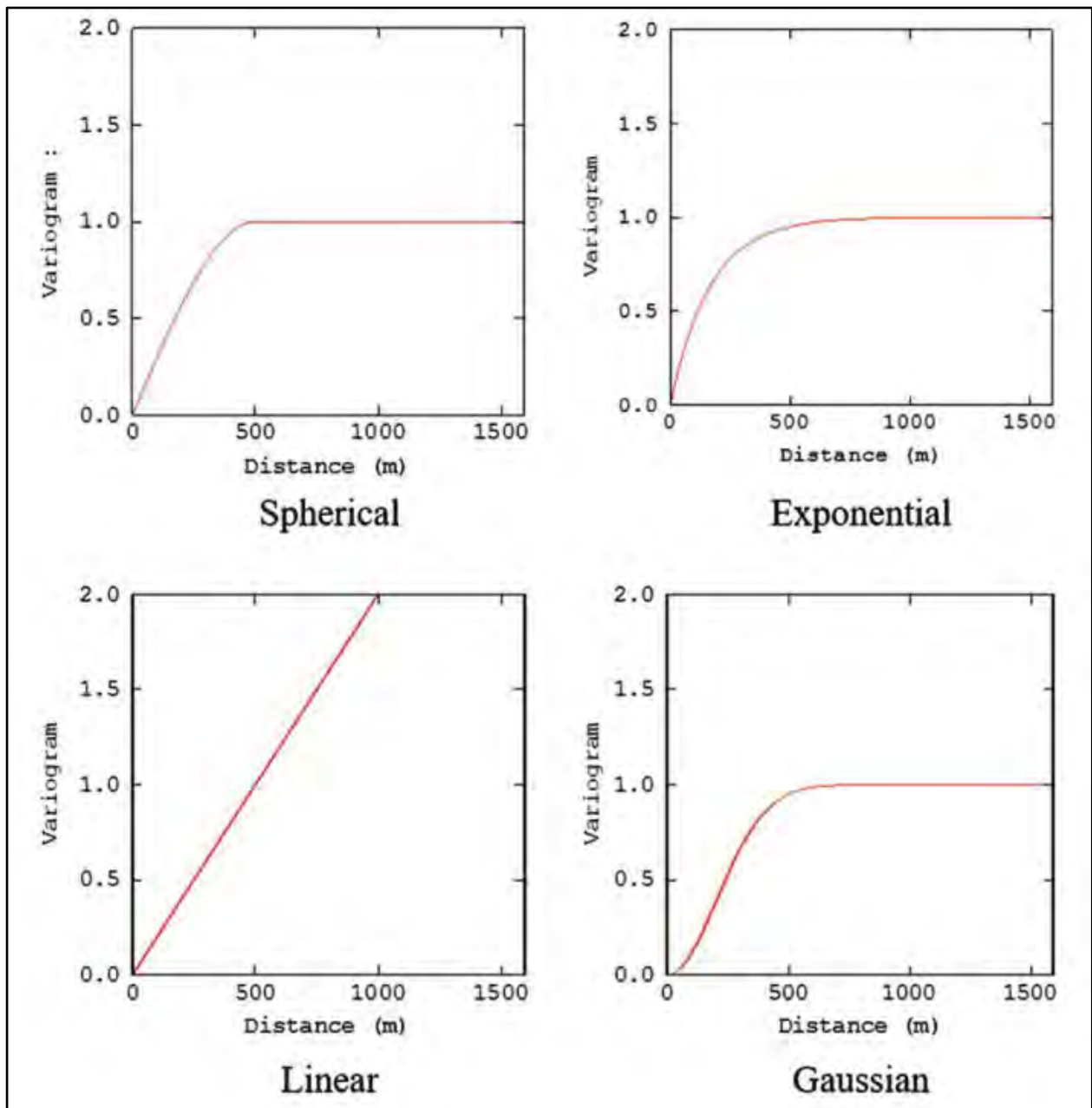
Es considerada la herramienta de la geoestadística más utilizada dentro del rubro minero que representa la definición cuantitativa de las continuidades espaciales de las diferentes características geológicas como pueden ser leyes de mineralización, acumulación o concentración de elementos químicos, entre otros. (Abzalov, pág. 239, 2016)

Existen diferentes modelos de variogramas tales como el variograma esférico, exponencial, lineal y gaussiano, tal como se muestra en la figura 33. Para el presente estudio de investigación se eligió el modelo de variograma esférico pues es el más usado para estructuras tabulares y el que mejor representa la discontinuidad e irregularidad de los valores de oro existentes en la estructura mineralizada.

El variograma indica las más importantes características del comportamiento espacial de la variable que se está estudiando y es la parte primordial del análisis estructural, además de que posee un estimador conocido como el variograma experimental. (Segura, pág. 43, 2011 – 2012). En la figura 33 se muestra los diferentes tipos de variogramas existentes.

Figura 32

Modelos de variogramas.



Nota. Adaptado de APPLIED MINING GEOLOGY, (p. 251), Marat Absalov, 2016, editorial Springer.

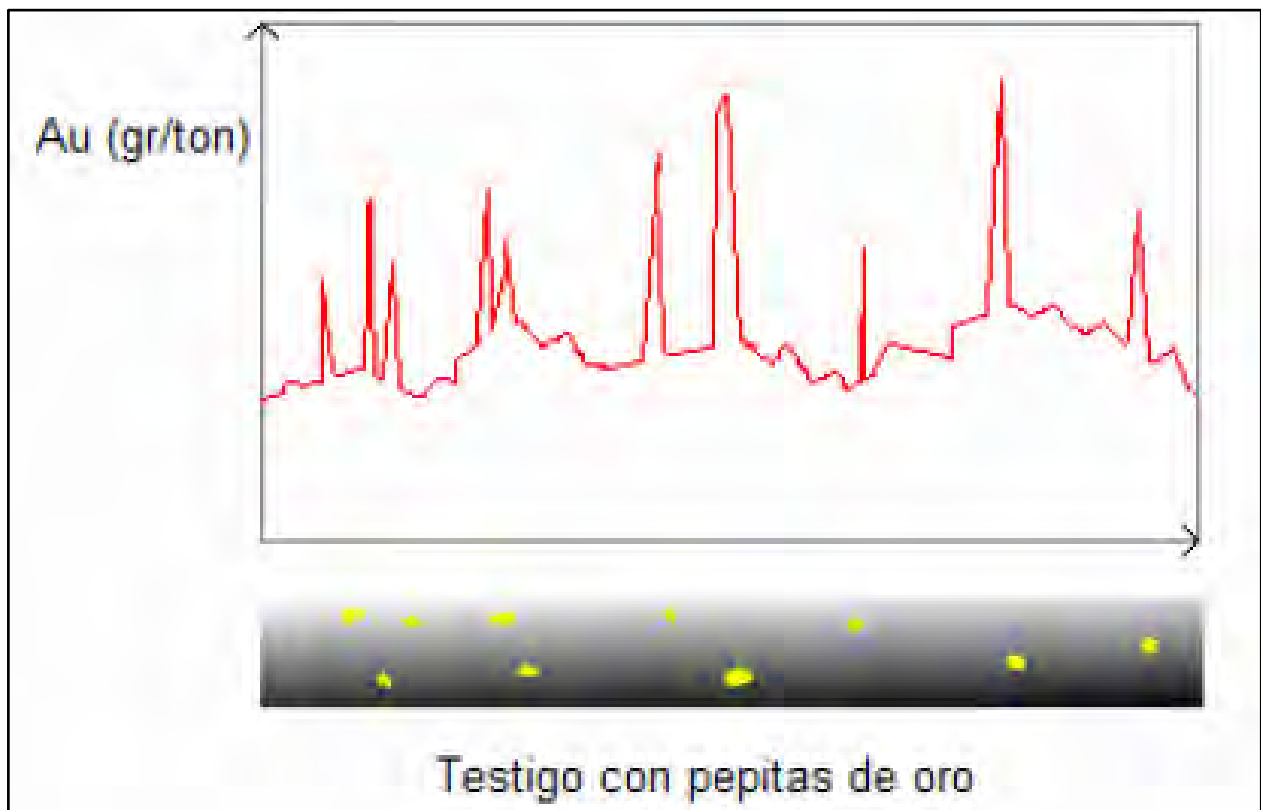
7.7.2. Efecto de pepita

A través de la historia este efecto se debe a la aparición errática de pepitas de oro en las muestras de un mineral, sin embargo, este efecto se da cuando existen discontinuidades a pequeñas distancias, es decir existe un cambio brusco en el paso de una ley de una muestra de mineral a otra muestra más próxima. (Obernuy, pág. 29, 2004).

En la figura 34 se puede apreciar los valores de leyes existentes en el testigo y el cambio tan fuerte a pequeñas distancias debido a la presencia de granos o muchas veces parches de oro macroscópico.

Figura 33

Efecto pepita en un testigo de un yacimiento de oro.



Nota. Adaptado de GEOESTADÍSTICA PARA LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA, (p. 48), Jorge Segura, 2011 – 2012.

El efecto pepita presente en la veta Claribel posee un valor de 0.10, este valor aparentemente bajo corresponde al buen desempeño que se realizó durante los trabajos de muestreo y a la implementación de un buen control de calidad, no presentándose anomalías tal y como se mostraron en las figuras de los gráficos de control de calidad.

7.7.3. Anisotropía

Esta característica aparece cuando los variogramas generados son diferentes en direcciones distintas, ya que existen direcciones más favorables que otras dentro del yacimiento minero, es por ello que es recomendable calcular bastantes variogramas en distintas direcciones. (Villanueva, pág. 44, 2001)

Para la veta Claribel se generaron 8 variogramas, eligiéndose el que poseía la dirección 0° de azimut y 0° de buzamiento, por ser el que poseía mayor cantidad de muestras, así como el mejor alcance.

7.7.4. Modelo de variograma experimental de la veta Claribel

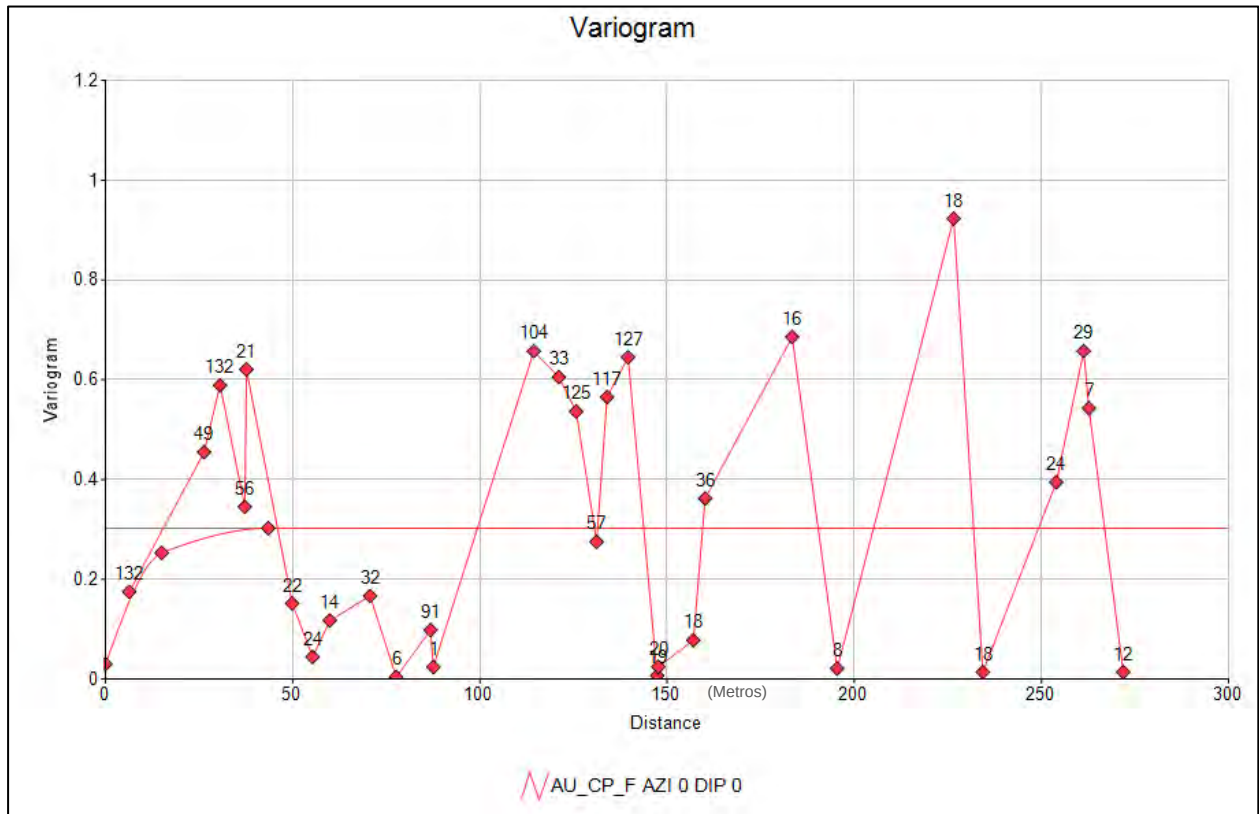
El variograma de la veta Claribel al ser una estructura aurífera, presenta gran cantidad de discontinuidades en cuanto a los valores de oro que posee pudiendo variar de altas a bajas leyes en distancias cortas, es por ello que presenta un comportamiento con existencia de micro variaciones además de discontinuidad en el origen, es así que los yacimientos de oro son conocidos por presentar el efecto pepita.

Para la realización del modelamiento del variograma experimental de la estructura de interés se utilizaron los datos de sondaje compositados y capeados, dándole un ajuste al efecto pepita

presente en los datos iniciales teniendo como valor final 0.03; para ello se utilizó el software Datamine RM, tal y como se muestra en la figura 35.

Figura 34

Modelo de variograma experimental de la veta Claribel.

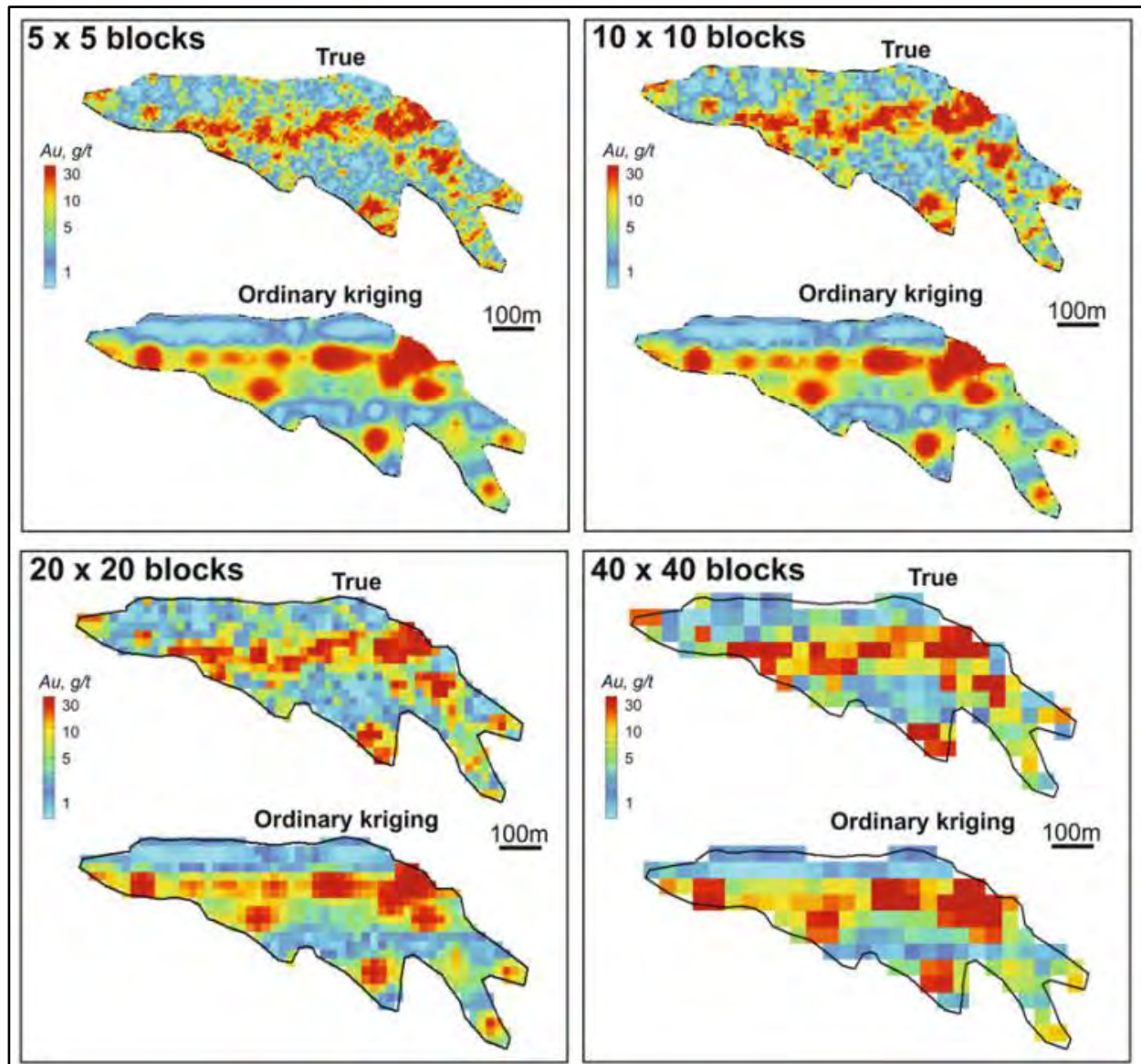


7.8. Modelo de bloques

Es una técnica de modelado la cual es muy relevante para la geología minera donde las estructuras minerales están contenidas por bloques rectangulares que representan con más precisión la forma y el volumen de dichas estructuras. (Abzalov, pág. 279, 2016)

Figura 35

Modelos de bloques con diferentes medidas.



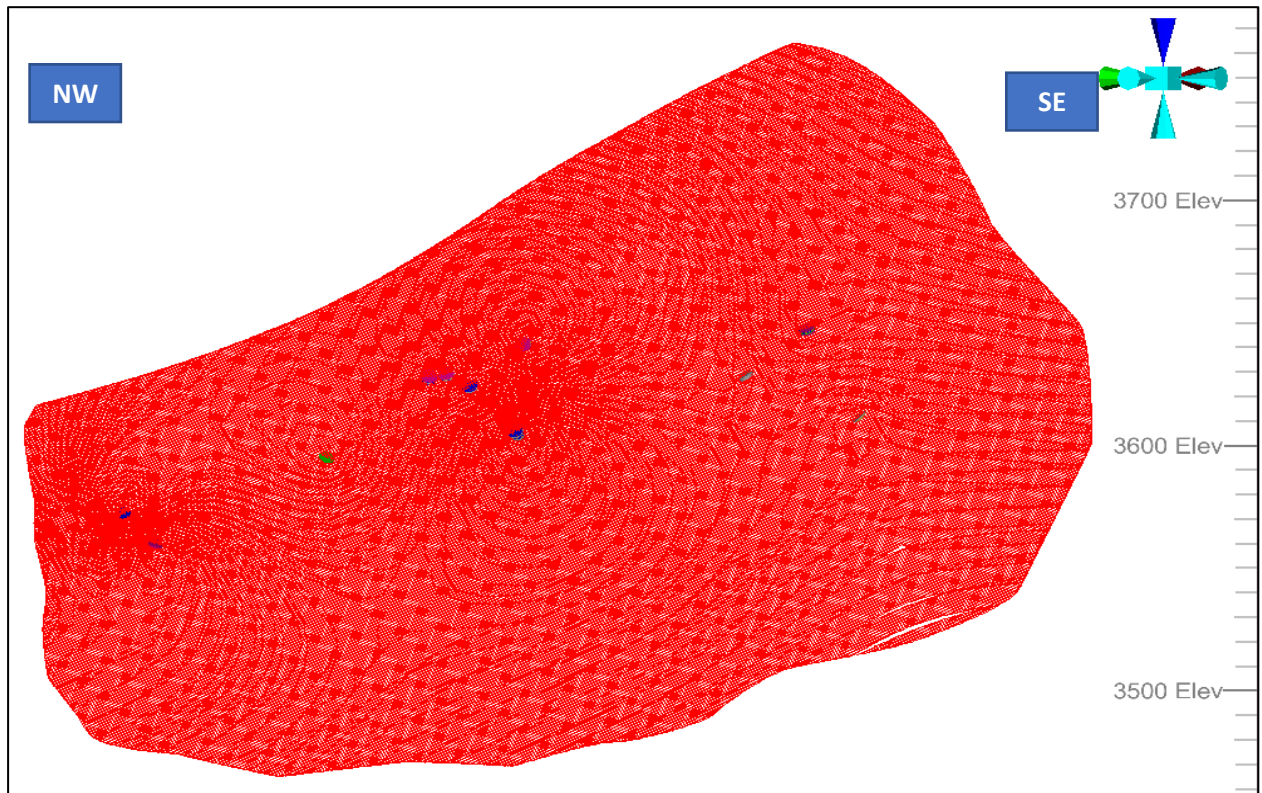
Nota. Adaptado de APPLIED MINING GEOLOGY, (p. 283), Marat Abzalov, 2016, editorial Springer.

Para la realización del modelo de bloques de la veta Claribel se utilizó el software Datamine RM, generándose bloques de 1x1x1 y sub bloques de 0.25x0.25x0.25 como se puede apreciar en la figura 37, esto debido a que la estructura mineralizada corresponde a una veta angosta de

oro con potencias que van desde los 25 cm en zonas estranguladas hasta los 3 metros en zonas conocidas como clavos mineralizados.

Figura 36

Modelo de bloques de la veta Claribel.



7.9. Estimación de bloques por el método de kriging

Considerado como uno de los métodos más comunes para calcular la estimación de los bloques, la cual consiste en discretizar un bloque en varios puntos los cuales serán estimados mediante el método geoestadístico del kriging. Esta técnica es robusta, proporciona buenos resultados y es mayormente utilizado en los programas informáticos de la geología minera. (Abzalov, pág. 279, 2016)

Este método consiste en usar los valores de leyes de las muestras de cores o testigos, obtenidas mediante la perforación diamantina en la concesión minera Ticola para determinar las leyes de

las zonas no perforadas y por consiguiente no muestreadas de la veta aurífera Claribel, utilizando la correlación espacial existente entre cada core o testigo impactado en la veta; en otras palabras es calcular o estimar el valor de mineral aurífero en zonas no impactadas por la perforación y por ende no muestreadas a partir de datos de leyes de las muestras de testigos impactados en la veta Claribel, basándose en la relación espacial y la influencia que existe entre muestras cercanas con respecto a las leyes que se busca conocer.

El kriging posee una dependencia espacial puesto que considera que valores de muestras más cercanas son más similares que las que se encuentran más alejadas y esto se demuestra mediante la realización del variograma que describe la varianza entre muestras en base a la distancia entre ellos, así como también la cantidad de muestras, ya que una mayor densidad implica una interpolación con mayor precisión.

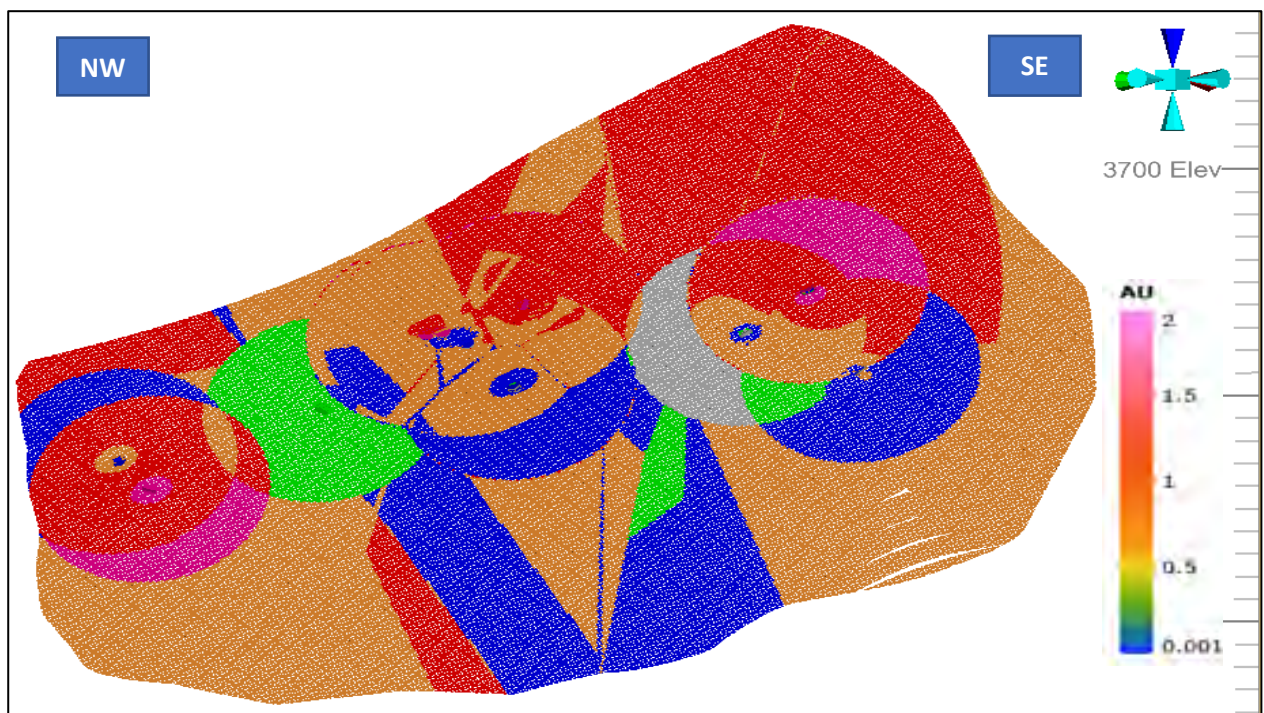
El método de Kriging también posee una relación temporal, ya que se puede aplicar para monitorear cambios de algún fenómeno a lo largo del tiempo como puede ser la contaminación de algún cuerpo de agua, pero para el presente proyecto esto no se puede aplicar ya que como es de conocimiento general para los profesionales de la ingeniería geológica, los yacimientos demoran millones de años en generarse por lo que no sería posible realizar algún tipo de monitoreo geoestadístico.

Para la generación de estimación de bloques por el método del kriging ordinario de la veta se utilizó el software Datamine RM, donde se puede apreciar en la figura 38 que existe dos zonas con presencia de mineralización económica hacia los extremos de la veta, mientras que hacia el centro se tienen leyes de oro regulares; esto podría suponer que en el lado derecho se encontraría el inicio de un clavo mineralizado o zona de mayor concentración de oro.

Cabe aclarar que la aparente distribución irregular de leyes como se muestra en la figura siguiente no significa que la estimación este mal realizada, sino que a falta de más sondajes y por ende de más muestras que permitan un mayor reconocimiento en cuanto a la geometría y la variabilidad de las leyes es que se torna de esa manera y es mediante técnicas de validación que se corrobora la confiabilidad de la estimación realizada, la cual se mostrará en el siguiente ítem. Así mismo también influye el tipo de vista que ofrece el software, ya que como se podrá apreciar en la parte de validación visual, el software Leapfrog ofrece un tipo de vista más estético comparado con el software de Datamine RM.

Figura 37

Estimación del modelo de bloque mediante kriging ordinario.



7.10. Validación del modelo de bloques

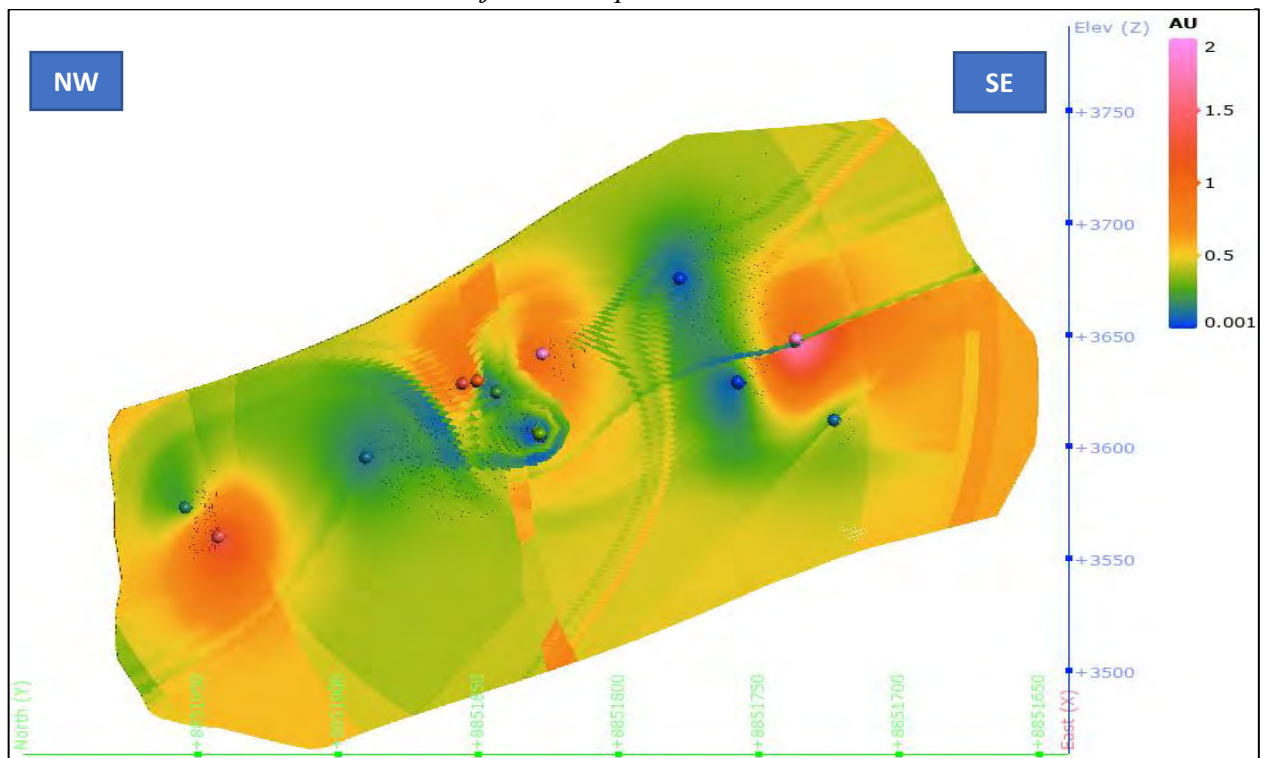
7.10.1. Validación visual

Consiste en realizar una inspección visual entre los datos reales como canales, sondajes, interpretaciones geológicas y el modelo de bloques y/o modelamiento de la estructura mineralizada en las diferentes vistas como son planta, sección transversal y longitudinal; con el fin de revisar que las leyes de los datos reales guarden relación con la estimación realizada en las zonas con mayor y menor población de muestras. (Mamani, pág. 146, 2020)

Para el caso de estudio se puede apreciar que las zonas donde se ubican las muestras de los sondajes guardan relación con los colores correspondientes a la estimación realizada, por lo que los datos generados pueden considerarse confiables en una primera instancia, tal y como se puede apreciar en la figura 39.

Figura 38

Validación visual mediante los sondajes interceptados.



7.10.2. Validación cruzada

Esta técnica se basa en suprimir continuamente un dato puntual del conjunto de datos y estimar la ubicación dada donde no se realizó el muestreo utilizando los datos restantes, dicho procedimiento se repite continuamente para los diferentes datos con los que se cuentan y las estimaciones se comparan con las muestras que han sido eliminadas. Trazar los valores estimados versus los valores verdaderos nos permitirá cuantificar y diagnosticar los sesgos presentes. Este método es popular entre geólogos de recursos y es ampliamente usado en la validación de recursos mineros, cuanto más se aleja la pendiente de la unidad, mayor es el sesgo condicional de la estimación. (Abzalov, pág. 312, 2016)

Otra definición según Bustillo y López es que consiste en la realización de un krigeage de puntos, donde cada uno de ellos se va cambiando sucesivamente por uno a estimar, tal es que así al concluir se obtiene un conjunto de datos estimados en valores conocidos, pudiéndose de esta manera establecer una relación entre ambos tipos de valores, lo que daría una medida de los errores que se pudieran cometer, este proceso permitirá definir que parámetros del variograma son los mejores para una correcta estimación de recursos. (Bustillo y López, pág. 161, 1996)

Para el presente caso de estudio, se usó la técnica de validación cruzada con los valores obtenidos por medio de la estimación de kriging ordinario versus los datos capeados obtenidos del muestreo de testigos de sondajes de la veta Claribel y se puede apreciar en la figura 40 la existencia de un coeficiente de correlación de 0.65, lo que indicaría una correlación positiva alta – moderada entre ambos grupos de valores, esto de acuerdo a las tablas 5 y 6, lo cual considero que con una segunda campaña de perforación el valor del coeficiente de correlación se acercaría más a 1.

Tabla 5

Interpretación del coeficiente de correlación de Pearson según Udo.

VALOR r	FUERZA DE CORRELACION
$0.0 < 0.1$	No hay correlación
$0.1 < 0.3$	Poca correlación
$0.3 < 0.5$	Correlación media
$0.5 < 0.7$	Correlación alta
$0.7 < 1$	Correlación muy alta

Nota. Adaptado de ESTADÍSTICAS: UNA INTRODUCCIÓN COMPRENSIBLE, (p. 213),
Udo Kuckartz et al, 2013, editorial Springer.

Tabla 6

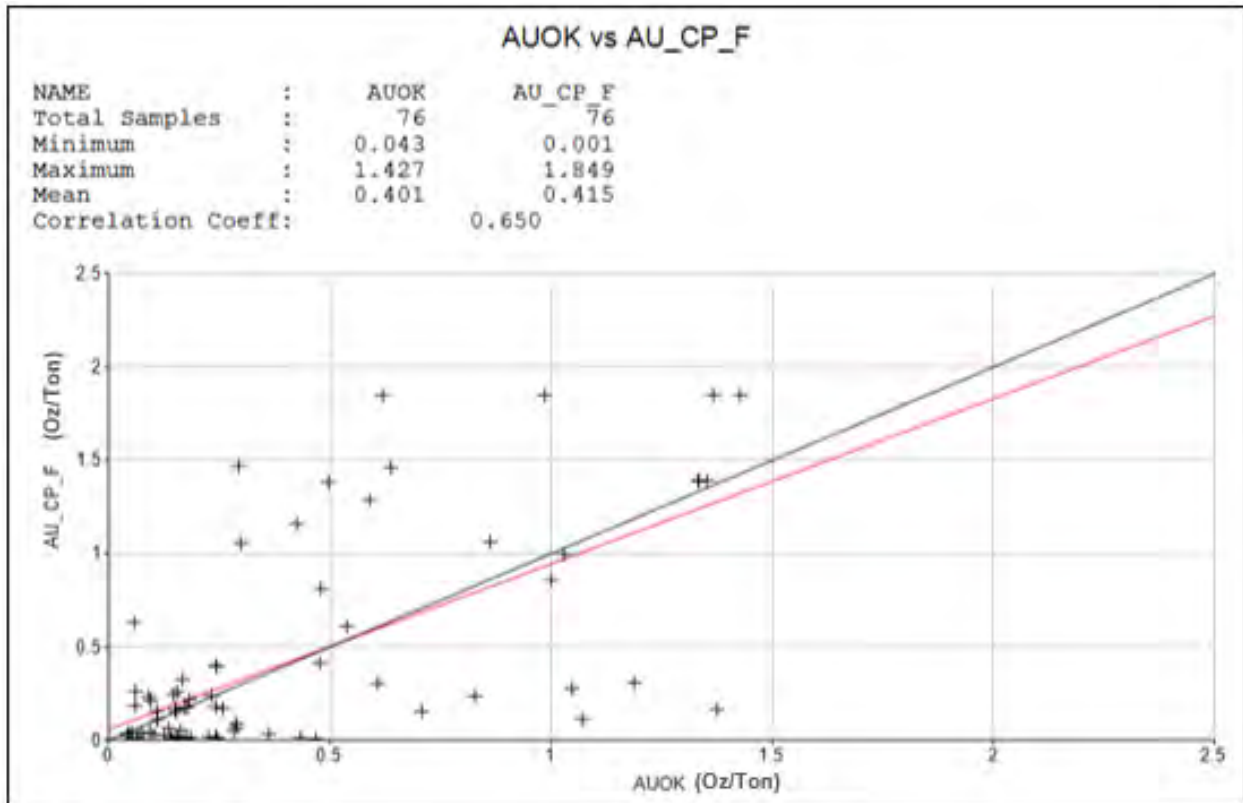
Interpretación del coeficiente de correlación de Pearson según Rowntree

Coefficient	Interpretation
0.0 to 0.2	Very weak, negligible
0.2 to 0.4	Weak, low
0.4 to 0.7	Moderate
0.7 to 0.9	Strong, high, marked
0.9 to 1.0	Very strong, very high

Nota. Adaptado de STATISTICS WITHOUT TEARS A PRIMER FOR NON
MATHEMATICIANS, (p. 170), Rowntree Dereek, 1981, editorial biblioteca del congreso de
Estados Unidos.

Figura 39

Validación cruzada entre los valores estimados versus los valores originales capeados.



7.11. Categorización de recursos minerales

Una vez terminado con el modelamiento del variograma, modelo de bloques y estimación de recursos por medio del kriging, se procedió a realizar la categorización de recursos minerales correspondientes a la veta Claribel en la concesión minera Ticla, la cual consiste en clasificar los valores de oro estimados según el código de JORC para recursos minerales, vale decir recursos medidos, indicados e inferidos.

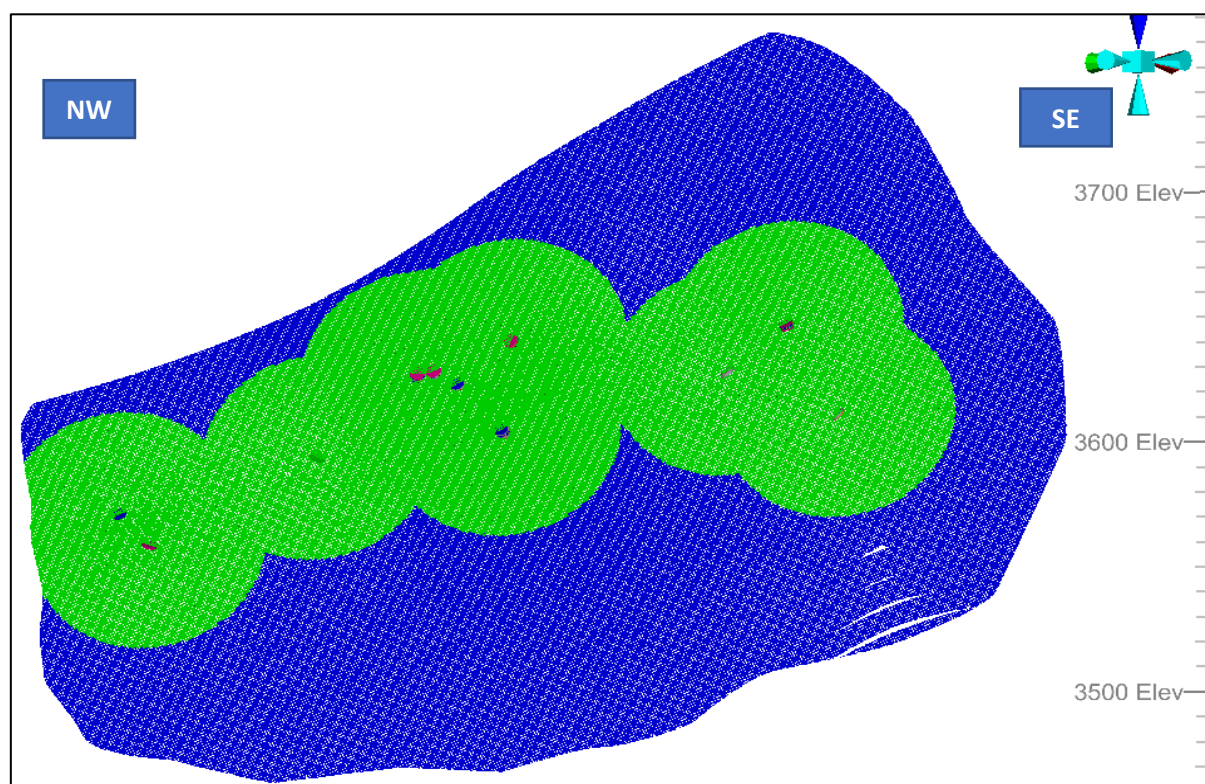
Para el caso de la veta Claribel se consideró la categorización de recursos indicados e inferidos, esto por la cantidad de información con la que se cuenta y por el distanciamiento entre cada muestra de sondaje, no pudiendo cumplirse con lo mencionado en el código de JORC para la categorización de recurso medido que indica que la evidencia geológica para sustentar un

recurso medido es la exploración detallada con información de afloramientos, trincheras, labores mineras y suficientes sondajes con información más detallada. Como es de conocimiento la veta Claribel cuenta con 31 sondajes impactados algunos más cerca de otros dependiendo de las leyes de oro obtenidas en el análisis químico, dentro de los cuales solo fueron utilizados 12 para la estimación de recursos minerales debido al contenido de oro que poseían, es por ello que se consideró solo los recursos indicados e inferidos, tal y como se muestra en la figura 41.

Otro parámetro utilizado fueron los radios de búsqueda, para la categorización de los recursos indicados oscilan entre los 30 a 40 metros dependiendo de la influencia de las muestras más cercanas, así como las dimensiones de los blocks que serían minados, esto en coordinación con el área de operaciones, mientras que para los recursos inferidos fue entre 50 a 100 metros.

Figura 40

Categorización de recursos minerales de la veta Claribel.



7.12. Reporte de leyes y tonelaje de mineral

El último paso luego de haber realizado el modelado de la veta, la estimación del modelo de bloques, la validación de la estimación y la categorización de los recursos minerales es el reporte de leyes y tonelaje de mineral de la veta Claribel ubicado en la concesión minera Ticla, esto con la finalidad de conocer con cuanto de stock de mineral se cuenta y la ley de oro que posee para así saber si es viable o no una segunda campaña de perforación y determinar recursos medidos e ir realizando un plan de minado a largo plazo.

Los resultados obtenidos fueron de 30 566.56 toneladas de recursos indicados con una ley de oro de 0.516 Oz/Ton, mientras que los recursos inferidos fueron de 28 967.45 toneladas con una ley de oro de 0.496 Oz/Ton, dicho resultados se muestran en la tabla 7 y fueron hallados en el software Datamine RM.

Teniendo estos resultados es posible plantear diferentes panoramas como la vida útil de la mina, la cual para una empresa de pequeña minería como compañía minera HGZ con una producción proyectada de 80 a 100 toneladas por día, tendría una vida aproximada de 4.57 años, lo que convierte al proyecto minero Ticla en un yacimiento con gran potencial considerando las dimensiones de la veta Claribel la cual solo tiene una profundidad promedio de 200 metros

Tabla 7

Reporte de tonelaje y leyes de la veta Claribel.

RECURSOS	VOLUMEN (m3)	TONELAJE (Ton)	DENSIDAD (Kg/m3)	LEY AU (Oz/Tn)
INDICADOS	30,566.56	85,586.37	2.80	0.516
INFERIDOS	28,967.45	81,108.85	2.80	0.496
TOTAL	59,534.01	166,695.22	2.80	0.506

CAPITULO VIII

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Una vez finalizado todos los trabajos geológicos y geoestadísticos para la evaluación de recursos minerales de la veta Claribel, se realizó el análisis de los resultados obtenidos:

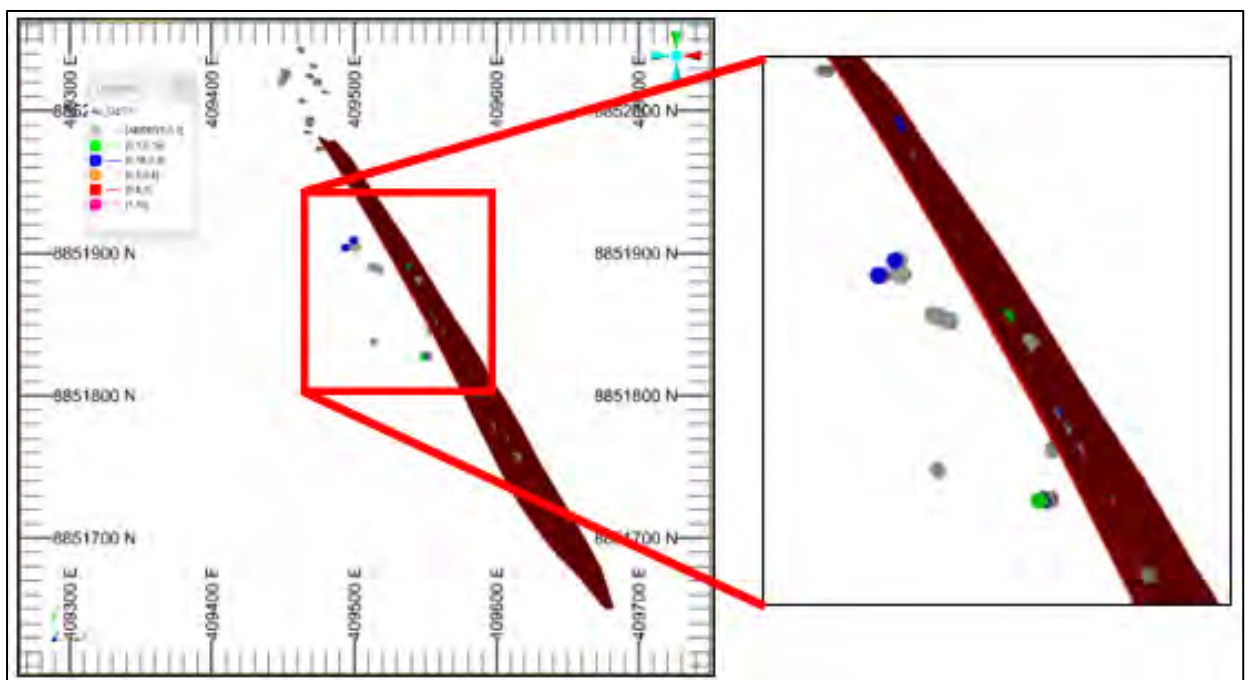
- Se muestran los resultados finales en la tabla 07 donde se obtuvieron 30 566.56 toneladas de mineral con una ley de oro de 0.516 Oz/Ton correspondiente a recurso indicado, lo que es un muy buen indicativo del potencial de la veta Claribel y esto nos permitiría plantear una segunda campaña de perforación con sondajes más específicos y orientados a transformar los recursos indicados en medidos para luego poder convertirlos en reservas de mineral.
- Como recursos inferidos se tienen 28 967.45 toneladas de mineral con una ley de oro de 0.496 Oz/Ton, esta ley la cual no se encuentra muy lejos de los recursos indicados nos mostraría que falta realizar más exploración en diferentes zonas de la veta para validar dicha ley o en el mejor de los casos incrementar dicho valor ya que solo son estimaciones basados en datos conocidos pero que se encuentran algo alejados de las zonas que no han sido exploradas mediante sondajes.
- Entre recursos indicados e inferidos se tiene un total de 166 695.22 toneladas de mineral con una ley de oro de 0.506 Oz/Ton y teniendo como referencia que dicho proyecto pertenece a una empresa minera del rubro de la pequeña minería y que la explotación planteada por parte del área de planeamiento seria del tipo convencional, se tiene un

aproximado de 80 a 100 toneladas por día. Esto equivaldría a decir que, conociendo el tonelaje calculado los recursos minerales de la veta Claribel tendrían un tiempo de vida de 1667 días aproximadamente, es decir 4.57 años, un tiempo de vida óptimo considerando que solo se tienen reconocidos un aproximado de 380 metros de veta de largo con tan solo 200 metros de veta en profundidad y hallándose a 3600 m.s.n.m. el potencial de la veta Claribel es evidente.

- Como último punto, pero no menos importante se evidenció la presencia de una posible segunda estructura mineralizada durante los trabajos de logueo, muestreo de los testigos de sondajes diamantinos y modelamiento geológico de la estructura mineralizada, tal y como se puede evidenciar en la figura 42, lo que podría ser un ramal de la estructura principal o una segunda veta paralela a la veta Claribel, teniéndose así nuevos trabajos por realizarse tanto de perforación diamantina como de logueo geológico, muestreo, análisis químico, mineralógico, de modelamiento y estimación de nuevos recursos, entre muchos más.

Figura 41

Posible segunda estructura mineralizada paralela o ramificación de la veta Claribel.



CONCLUSIONES

1. Después de los trabajos realizados en la veta Claribel se puede concluir que el yacimiento posee un alto potencial aurífero ya que se identificó una zona de buena mineralización hacia el lado sur este con leyes que llegan hasta las 2 Oz/Ton en algunas muestras a tan solo 200 metros de profundidad.
2. Se determinó mediante el logueo geológico que el yacimiento posee como roca caja a la granodiorita metamorfozada y la mineralización se encuentra dentro de la zona de cizallamiento, pasando a ser una guía o control estructural principal.
3. Se elaboró el modelo de la veta Claribel con 12 sondajes realizados dentro de la concesión minera Ticla, dando como resultado un total de 166 695.22 toneladas de mineral estimado con una extensión aproximada de 380 metros de largo y 200 metros de profundidad.
4. Se implementó la geoestadística como método de estimación de recursos minerales para la veta Claribel y los resultados obtenidos fueron los esperados ya que este método además de colocarse a la vanguardia de la minería moderna permite tener un mejor manejo de los datos obtenidos, así como una mejor visualización de la estructura mineralizada al trabajar con software 3D.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar una segunda campaña de perforación diamantina con el objetivo de verificar la continuidad de la mineralización en cotas inferiores en la zona sur este de la veta modelada, otro de los objetivos sería conocer su extensión longitudinal en el lado noroeste buscando nuevas zonas con altos valores de oro y así tener alguna referencia sobre el distanciamiento de los clavos mineralizados.
2. Teniendo un primer panorama sobre el contexto geológico de la veta Claribel a través del logueo de testigos de sondajes diamantinos, se sugiere la realización de algunos estudios adicionales como petro mineralógicos, inclusiones fluidas, difracción de rayos x, análisis geo metalúrgico, que ayuden a un mejor aprovechamiento del yacimiento.
3. Es recomendable la realización de sondajes infill que permitan una mayor aproximación a la geometría y a la potencia real de la veta para así poder realizar un mejor modelamiento de la estructura y así obtener un mejor cálculo del tonelaje como también una mejor estimación de recursos minerales.
4. Se sugiere continuar con el uso de métodos geoestadísticos para el cálculo de recursos minerales en la veta Claribel en una segunda campaña de perforación diamantina para poder así poder determinar los recursos medidos.
5. Se recomienda realizar estudios geofísicos con fines de incrementar la información concerniente a la zona de estudio y poder identificar anomalías que conlleven a la identificación de nuevas zonas mineralizadas.

BIBLIOGRAFIA

- Acosta, J., et al., (2020). – *Memoria mapa metalogenético del Perú 2020*. Instituto Geológico Minero Metalúrgico.
- Alfaro Sironvalle, M., (2007). – *Estimación de Recursos Mineros*.
- Abzalov, M., (2016). – *Applied Mining Geology*.
- Bernuy, O., (2004). – *Geoestadística y aplicaciones mineras*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.
- Bustillo Revuelta, M., López Jimeno, C., (1996). – *Recursos Minerales Tipología Prospección, Evaluación, Explotación, Mineralurgia e Impacto Ambiental*.
- Compañía Minera HGZ SAC (2021). *Informe de viabilidad del mineral, proyecto Ticla*.
- Condal Beretta, A., Morgado Flores, A., Gonzales Leiva M., (2021). – *Geoestadística en el ámbito de las ciencias de la tierra*.
- De la cruz W, J., Valencia M, M., Boulaugger R, E., (1996). – *Geología de los cuadrángulos de Aguaytia, Panao y Pozuzo, hojas: 19l, 20l, 21l, boletín N°80, serie A: Carta Geológica Nacional*. Instituto Geológico Minero Metalúrgico.
- Espinoza Montreuil, J., (2018). – *Caracterización geológica y metodología de estimación de recursos en vetas angostas del batolito de Pataz*. Licenciatura. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

- Kuckartz, U., et al., (2013). – *Estadísticas: Una introducción comprensible*.
- Lambert Barrientos, A., (2006). – *Manual de muestreo para exploración, minería subterránea y rajo abierto*.
- Mamani Turpo, L., (2020). – *Procesos de estimación de recursos minerales y aplicación de los métodos geoestadísticos aplicado en los cuerpos mineralizados 1, 2 y 5 en la unidad Cerro Lindo*. Licenciatura. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Ministerio de Energía y Minas (2024). – *Boletín estadístico minero, edición N° 04-2024*.
- Oyarzun Muñoz, J., (2019). – *Principios de geología y exploración minera*.
- Peña, A., (2016), – *Manual de control de calidad*. Compañía de minas Buenaventura S.A.A.
- Peña, A., (2017), – *Procedimientos de modelamiento geológico y estimación de Recursos*. Compañía de minas Buenaventura S.A.A.
- Pérez Riaño, S., (2016). – *Aplicación de geoestadística como metodología para la estimación de recursos de un yacimiento sedimentario (Minas Pazdelrio S.A.)*. Licenciatura. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Rowntree, D., (1981). – *Statistics without tears a primer for non mathematicians*.
- Segura Davila, J., (2011-2012). - *Geoestadística para la enseñanza universitaria*.
- The Joint Ore Reserves Committee of The Australasian Institute of Mining and Metallurgy (2024). *The JORC code, 2024 Edition. – Australasian Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves*.

Tito Mamani, C., (2021). – *Estimación de recursos mineros por el método geoestadístico del sistema de vetas Vicente en la unidad minera San Rafael – Minsur, Puno*. Licenciatura. Universidad Nacional del Altiplano.

Valentín Toribio, E., (2018). – *Las labores subterráneas en la exploración geológica de reservas mineralizadas del proyecto Chunumarca*. Licenciatura. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

Vera Palomino, A., (2017). – *Estudio geoeconómico y evaluación geoestadística de la veta Túnel 4, unidad minera Arcata – Condesuyos – Arequipa*. Licenciatura. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.

Villanueva Núñez, R., (2001). – *Geoestadística*.

WEBGRAFIA

Diacore. (2023, 8 de agosto). Deje de hacer corridas o galerías de exploración, asegure su inversión en perforación diamantina, diámetro de muestra representativa 36.5mm, 30m [Imagen]. Facebook.

<https://www.facebook.com/share/p/M3kVAUFHzhPZvu7A/?mibextid=qi2Omg>

ANEXOS

- Matriz de consistencia.
- Formatos de control de muestras (QA QC).
- Hoja de logueo geológico.
- Data de sondajes de perforación diamantina.

Tabla 8

Matriz de consistencia del proyecto de investigación.

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOESTADÍSTICO DE LA VETA AURÍFERA CLARIBEL EN LA CONCESIÓN MINERA TICLA PARA LA EVALUACIÓN DE SUS RECURSOS MINERALES, HUANCABAMBA; OXAPAMPA – PASCO.				
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables Independientes	Metodología
¿Cuál es la evaluación de los recursos minerales de la veta aurífera Claribel utilizando métodos geoestadísticos y geológicos?	Realizar una evaluación de recursos minerales de la veta aurífera Claribel en la concesión minera Ticla utilizando métodos geoestadísticos y geológicos.	Con la información del logueo geológico y de las leyes del muestreo de testigos diamantinos se realizará un modelo geológico preliminar y se calculará el tonelaje aproximado y mediante métodos geoestadísticos se elaborará una estimación de recursos minerales para así determinar el potencial aurífero del yacimiento de mineral.	• Veta Claribel.	El tipo de investigación utilizado en este trabajo es descriptivo, analítico, puesto que se basa en la recopilación bibliográfica, toma de datos de campo, análisis de los mismos e interpretación de resultados y posee un enfoque de investigación mixto (cualitativo y cuantitativo), ya que desde el punto de vista geológico se trabaja con datos no numéricos y se busca una interpretación para comprender el fenómeno existente, mientras que a partir de la geoestadística se busca estimar la cantidad más exacta posible de recursos minerales existentes en la estructura mineralizada.
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variables Dependientes	
1. ¿Cuál es el contexto geológico de la zona de estudios? 2. ¿Cuál es modelo geológico de la veta Claribel? 3. ¿Cómo ayuda la geoestadística en la estimación de recursos minerales?	1. Determinar el contexto geológico de la zona de estudio que ayude en la mejor comprensión del comportamiento del yacimiento aurífero. 2. Elaborar el modelo de la veta Claribel para el cálculo de la estimación del tonelaje de recursos minerales. 3. Implementar la geoestadística como un mejor método de estimación de recursos minerales.	1. Geológicamente la zona de estudio presenta un ambiente favorable para la ocurrencia de mineralización aurífera. 2. Se cuenta con información de sondeos diamantinos (logueo, muestreo, levantamiento topográfico, etc) para la realización del modelamiento geológico de la veta Claribel. 3. La estimación geoestadística posee un grado de confiabilidad mayor frente a los métodos tradicionales pues considera factores empíricos (leyes de oro) como espaciales (variabilidad mineralógica de la veta).	• Recursos minerales.	
			Indicadores • Dimensiones de la veta. • Tipo de litología encajonante. • Tipo de mineralogía asociada. • Tipo de estructuras asociadas. • Cantidad de mineral (tonelaje). • Leyes de mineral (Oz Au/Ton).	

Tabla 9

Formato de control de muestras blancas.

PROYECTO CLARIBEL			Title		PROYECTO CLARIBEL: Blancos Gruesos		
Control de Calidad de Muestras			Y Axis:	Au Oz/Ton	X Axis:	Muestra Previa Au Oz/Ton	
Blancos Gruesos		A				Adjust A Range to Cell \$34	
Analysis for		Au	Oz/Ton		Adjust Axis Scales and Tags if required		
			Safe Value	0.015			
			Range Coarse Blank		Range Previous Sample		
			Min	0.004	Min	0.172	
			Max	0.015	Max	6.883	
			Failure Rate	0%			
			Failures	0			
Muestra Previa			Blancos Gruesos			n	19
Lab			Lab	A	A	Valor Limite	Status
Certificate	Sample Nr.	Au	Certificate	Nr.	Au	Au	
		Oz/Ton			Oz/Ton	Oz/Ton	
1	2	3	4	5	6	7	8
	CL-010	1.202		CL-011	0.010	0.015	
	CL-014	1.510		CL-015	0.007	0.015	
	CL-018	0.590		CL-019	0.009	0.015	
	CL-032	1.723		CL-033	0.004	0.015	
	CL-037	1.105		CL-038	0.011	0.015	
	CL-042	3.191		CL-043	0.015	0.015	
	CL-051	1.155		CL-052	0.013	0.015	
	CL-064	0.335		CL-065	0.010	0.015	
	CL-067	1.005		CL-068	0.010	0.015	
	CL-078	1.019		CL-079	0.007	0.015	
	CL-098	1.112		CL-099	0.006	0.015	
	CL-107	3.008		CL-108	0.005	0.015	
	CL-112	6.883		CL-113	0.006	0.015	
	CL-116	3.672		CL-117	0.007	0.015	
	CL-134	1.412		CL-135	0.005	0.015	
	CL-159	0.172		CL-160	0.004	0.015	
	CL-162	1.001		CL-163	0.009	0.015	
	CL-249	0.711		CL-250	0.005	0.015	
	CL-255	0.402		CL-256	0.008	0.015	

Nota. Adaptado de COMPAÑÍA MINERA HGZ, área de geología, 2021.

Tabla 10

Formato de control de muestras duplicadas.

ANALISIS DE DUPLICADOS DE MUESTRAS DEL PROYECTO CLARIBEL										
Fecha	Muestra Original	Muestra Duplic	Original (Oz Au/Ton)	Duplicado (Oz Au/Ton)	Diferencia (Oz Au/Ton)	Varianza Relativa	%Acumulado Datos	Diferencia Relativa	Promedio	Diferencia Relativa
17/11/2022	CL-002	CL-010	1.29	1.20	0.09	0.002332	5.26	0.00117	1.24	6.83
17/11/2022	CL-004	CL-014	1.60	1.51	0.09	0.001533	10.53	0.00077	1.55	5.54
17/11/2022	CL-005	CL-018	0.63	0.59	0.04	0.001947	15.79	0.00097	0.61	6.24
17/11/2022	CL-026	CL-032	1.85	1.78	0.07	0.000660	21.05	0.00033	1.82	3.63
17/11/2022	CL-028	CL-037	1.06	1.11	-0.04	0.000715	26.32	0.00036	1.08	-3.78
28/05/2023	CL-030	CL-042	3.17	3.19	-0.02	0.000020	31.58	0.00001	3.18	-0.63
28/05/2023	CL-049	CL-051	1.16	1.16	0.01	0.000018	36.84	0.00001	1.16	0.60
28/05/2023	CL-057	CL-064	0.35	0.34	0.02	0.001088	42.11	0.00054	0.34	4.66
28/05/2023	CL-061	CL-067	0.99	1.01	-0.02	0.000146	47.37	0.00007	1.00	-1.71
28/05/2023	CL-069	CL-078	1.05	1.02	0.04	0.000570	52.63	0.00029	1.04	3.38
28/05/2023	CL-096	CL-098	1.13	1.11	0.02	0.000129	57.89	0.00006	1.12	1.61
28/05/2023	CL-100	CL-107	3.09	3.01	0.08	0.000362	63.16	0.00018	3.05	2.69
9/07/2023	CL-105	CL-112	7.13	6.88	0.25	0.000621	68.42	0.00031	7.01	3.53
9/07/2023	CL-106	CL-116	3.58	3.67	-0.09	0.000322	73.68	0.00016	3.63	-2.54
9/07/2023	CL-132	CL-134	1.39	1.41	-0.02	0.000123	78.95	0.00006	1.40	-1.57
9/07/2023	CL-148	CL-159	0.15	0.17	-0.02	0.009336	84.21	0.00467	0.16	-13.66
9/07/2023	CL-152	CL-162	0.98	1.00	-0.02	0.000225	89.47	0.00011	0.99	-2.12
10/08/2023	CL-242	CL-249	0.69	0.71	-0.02	0.000449	94.74	0.00022	0.70	-3.00
10/08/2023	CL-248	CL-255	0.40	0.40	0.00	0.000050	100.00	0.00003	0.40	-1.00

Nota. Adaptado de COMPAÑÍA MINERA HGZ, área de geología, 2021.

Tabla 11

Formato de control de muestras gemelas.

ANÁLISIS DE GEMELAS DEL PROYECTO MINERO TICLA										
Fecha	Muestra Original	Muestra Duplic	Original (Oz Au/Ton)	Duplicado (Oz Au/Ton)	Diferencia (Oz Au/Ton)	Varianza Relativa	%Acumulado Datos	Diferencia Relativa	Promedio	Diferencia Relativa
17/11/2022	CL-008	CL-022	0.25	0.19	0.06	0.035798	2.70	0.01790	0.22	26.76
17/11/2022	CL-009	CL-023	0.18	0.13	0.05	0.042417	5.41	0.02121	0.15	29.13
17/11/2022	CL-024	CL-025	0.11	0.12	-0.01	0.005351	8.11	0.00268	0.12	-10.34
17/11/2022	CL-027	CL-036	0.11	0.13	-0.02	0.017380	10.81	0.00869	0.12	-18.64
17/11/2022	CL-029	CL-041	0.75	0.71	0.05	0.001892	13.51	0.00095	0.73	6.15
17/11/2022	CL-031	CL-044	0.17	0.16	0.01	0.000928	16.22	0.00046	0.16	4.31
17/11/2022	CL-045	CL-050	0.22	0.21	0.01	0.000400	18.92	0.00020	0.21	2.83
17/11/2022	CL-053	CL-062	0.41	0.40	0.01	0.000249	21.62	0.00012	0.40	2.23
17/11/2022	CL-056	CL-063	0.22	0.23	-0.01	0.000996	24.32	0.00050	0.22	-4.46
17/11/2022	CL-058	CL-066	0.11	0.11	0.00	0.000673	27.03	0.00034	0.11	-3.67
17/11/2022	CL-072	CL-080	0.28	0.30	-0.02	0.001913	29.73	0.00096	0.29	-6.19
17/11/2022	CL-077	CL-081	0.23	0.25	-0.01	0.001701	32.43	0.00085	0.24	-5.83
28/05/2023	CL-083	CL-097	0.35	0.37	-0.02	0.001697	35.14	0.00085	0.36	-5.83
28/05/2023	CL-102	CL-109	0.37	0.36	0.02	0.000856	37.84	0.00043	0.36	4.14
28/05/2023	CL-103	CL-110	0.18	0.16	0.02	0.005540	40.54	0.00277	0.17	10.53
28/05/2023	CL-104	CL-111	0.11	0.13	-0.02	0.009193	43.24	0.00460	0.12	-13.56
28/05/2023	CL-120	CL-122	0.17	0.19	-0.02	0.007387	45.95	0.00369	0.18	-12.15
28/05/2023	CL-121	CL-123	0.24	0.23	0.01	0.001100	48.65	0.00055	0.23	4.69
28/05/2023	CL-124	CL-126	0.21	0.23	-0.02	0.003378	51.35	0.00169	0.22	-8.22
28/05/2023	CL-151	CL-161	0.19	0.217	-0.03	0.008802	54.05	0.00440	0.20	-13.27
28/05/2023	CL-158	CL-166	0.10	0.10	0.01	0.001315	56.76	0.00066	0.10	5.13
28/05/2023	CL-175	CL-177	0.13	0.14	-0.01	0.003893	59.46	0.00195	0.14	-8.82
28/05/2023	CL-182	CL-183	0.06	0.07	-0.01	0.014102	62.16	0.00705	0.07	-16.79
9/07/2023	CL-186	CL-187	0.01	0.008	0.00	0.024691	64.86	0.01235	0.01	22.22
9/07/2023	CL-195	CL-199	0.044	0.051	-0.01	0.010859	67.57	0.00543	0.05	-14.74
9/07/2023	CL-196	CL-200	0.02	0.02	0.00	0.005540	70.27	0.00277	0.02	-10.53
9/07/2023	CL-204	CL-205	0.05	0.06	-0.01	0.004535	72.97	0.00227	0.05	-9.52
9/07/2023	CL-209	CL-210	0.04	0.04	0.00	0.001461	75.68	0.00073	0.04	-5.41
9/07/2023	CL-217	CL-221	0.041	0.047	-0.01	0.009298	78.38	0.00465	0.04	-13.64
9/07/2023	CL-230	CL-236	0.054	0.041	0.01	0.037452	81.08	0.01873	0.05	27.37
9/07/2023	CL-231	CL-237	0.07	0.06	0.01	0.010368	83.78	0.00518	0.06	14.40
9/07/2023	CL-234	CL-238	0.05	0.07	-0.02	0.040816	86.49	0.02041	0.06	-28.57
9/07/2023	CL-235	CL-239	0.13	0.16	-0.03	0.017701	89.19	0.00885	0.14	-18.82
10/08/2023	CL-243	CL-251	0.108	0.111	0.00	0.000375	91.89	0.00019	0.11	-2.74
10/08/2023	CL-244	CL-252	0.106	0.119	-0.01	0.006677	94.59	0.00334	0.11	-11.56
10/08/2023	CL-246	CL-253	0.114	0.124	-0.01	0.003531	97.30	0.00177	0.12	-8.40
10/08/2023	CL-247	CL-254	0.102	0.117	-0.02	0.009383	100.00	0.00469	0.11	-13.70

Nota. Adaptado de COMPAÑÍA MINERA HGZ, área de geología, 2021.

Formato de logueo geológico.

Nota. Adaptado de COMPAÑÍA MINERA HGZ, área de geología, 2021

Nota. Adaptado de COMPAÑÍA MINERA HGZ, área de geología, 2021

Tabla 12

Base de datos de sondeos de perforación diamantina en la concesión Ticla.

BHID	X	Y	Z	FROM	TO	LONGITUD	AU	SAMPLE	LITO	COD	LENGTH	AZ	BZ
CLA-S001	409527.559	8851840.02	3640.74243	0	63.1	100.7	-		GND	6	63.1	58	23
CLA-S001	409552.266	8851855.46	3628.37579	63.1	63.3	100.7	0.011	CL-001	ZC	8	0.2	58	23
CLA-S001	409552.461	8851855.58	3628.27811	63.3	63.6	100.7	1.287	CL-002	CLARIBEL	9	0.3	58	23
CLA-S001	409552.656	8851855.7	3628.18043	63.6	63.8	100.7	0.011	CL-003	CLARIBEL	9	0.2	58	23
CLA-S001	409552.812	8851855.8	3628.10228	63.8	64	100.7	1.596	CL-004	CLARIBEL	9	0.2	58	23
CLA-S001	409553.008	8851855.92	3628.0046	64	64.3	100.7	0.628	CL-005	CLARIBEL	9	0.3	58	23
CLA-S001	409553.152	8851856.01	3627.93231	64.3	64.37	100.7	-		CLARIBEL	9	0.07	58	23
CLA-S001	409553.296	8851856.1	3627.86003	64.37	64.67	100.7	0.018	CL-006	CLARIBEL	9	0.3	58	23
CLA-S001	409553.609	8851856.3	3627.70374	64.67	65.17	100.7	0.016	CL-007	CLARIBEL	9	0.5	58	23
CLA-S001	409553.948	8851856.51	3627.53377	65.17	65.54	100.7	0.25	CL-008	CLARIBEL	9	0.37	58	23
CLA-S001	409554.3	8851856.73	3627.35794	65.54	66.07	100.7	0.177	CL-009	CLARIBEL	9	0.53	58	23
CLA-S001	409556.001	8851857.79	3626.50614	66.07	69.9	100.7	-		ZC	8	3.83	58	23
CLA-S001	409569.518	8851866.24	3619.74063	69.9	100.7	100.7	-		GND	6	30.8	58	23
CLA-S002	409518.11	8851857.39	3624.83984	0	90.05	108.8	-		GND	6	90.05	30	38
CLA-S002	409536.402	8851889.07	3596.25776	90.05	92.85	108.8	-		ZC	8	2.8	30	38
CLA-S002	409537.062	8851890.21	3595.22653	92.85	93.4	108.8	0.11	CL-024	CLARIBEL	9	0.55	30	38
CLA-S002	409537.328	8851890.67	3594.81095	93.4	94.2	108.8	-		ZC	8	0.8	30	38
CLA-S002	409540.362	8851895.93	3590.07036	94.2	108.8	108.8	-		GND	6	14.6	30	38
CLA-S003	409537.724	8851825.46	3647.41836	0	69.7	167.9	-		GND	6	69.7	87	10
CLA-S003	409572.095	8851827.26	3641.34936	69.7	69.9	167.9	1.849	CL-026	CLARIBEL	9	0.2	87	10
CLA-S003	409572.322	8851827.27	3641.30942	69.9	70.16	167.9	0.107	CL-027	CLARIBEL	9	0.26	87	10
CLA-S003	409572.646	8851827.29	3641.25211	70.16	70.56	167.9	1.064	CL-028	CLARIBEL	9	0.4	87	10
CLA-S003	409573.039	8851827.31	3641.18265	70.56	70.96	167.9	0.754	CL-029	CLARIBEL	9	0.4	87	10
CLA-S003	409573.354	8851827.32	3641.12709	70.96	71.2	167.9	3.171	CL-030	CLARIBEL	9	0.24	87	10
CLA-S003	409573.62	8851827.34	3641.0802	71.2	71.5	167.9	0.166	CL-031	CLARIBEL	9	0.3	87	10
CLA-S003	409575.39	8851827.43	3640.76764	71.5	74.8	167.9	-		ZC	8	3.3	87	10
CLA-S003	409622.793	8851829.91	3632.39779	74.8	167.9	167.9	-		GND	6	93.1	87	10
CLA-S004	409531.435	8851834.57	3638.79211	0	67.9	101.8	-		GND	6	67.9	73	25
CLA-S004	409560.946	8851843.59	3624.40196	67.9	68.1	101.8	0.215	CL-045	CLARIBEL	9	0.2	73	25
CLA-S004	409561.141	8851843.65	3624.30687	68.1	68.35	101.8	0.015	CL-046	CLARIBEL	9	0.25	73	25
CLA-S004	409561.444	8851843.74	3624.15895	68.35	68.8	101.8	0.011	CL-047	CLARIBEL	9	0.45	73	25
CLA-S004	409561.791	8851843.85	3623.98991	68.8	69.15	101.8	0.006	CL-048	CLARIBEL	9	0.35	73	25
CLA-S004	409562.116	8851843.95	3623.83142	69.15	69.55	101.8	1.162	CL-049	CLARIBEL	9	0.4	73	25
CLA-S004	409563.273	8851844.3	3623.26723	69.55	71.82	101.8	-		ZC	8	2.27	73	25
CLA-S004	409577.249	8851848.57	3616.45251	71.82	101.8	101.8	-		GND	6	29.98	73	25
CLA-S005	409535.461	8851825.91	3629.32206	0	79.75	113.6	-		GND	6	79.75	86	36
CLA-S005	409567.702	8851828.16	3605.84004	79.75	79.9	113.6	0.408	CL-053	CLARIBEL	9	0.15	86	36
CLA-S005	409567.985	8851828.18	3605.63432	79.9	80.45	113.6	0.023	CL-054	CLARIBEL	9	0.55	86	36
CLA-S005	409568.348	8851828.21	3605.36981	80.45	80.8	113.6	0.065	CL-055	CLARIBEL	9	0.35	86	36
CLA-S005	409568.671	8851828.23	3605.1347	80.8	81.25	113.6	0.219	CL-056	CLARIBEL	9	0.45	86	36
CLA-S005	409568.994	8851828.26	3604.89959	81.25	81.6	113.6	0.351	CL-057	CLARIBEL	9	0.35	86	36
CLA-S005	409569.216	8851828.27	3604.73794	81.6	81.8	113.6	0.107	CL-058	CLARIBEL	9	0.2	86	36
CLA-S005	409569.538	8851828.29	3604.50283	81.8	82.4	113.6	0.006	CL-059	CLARIBEL	9	0.6	86	36
CLA-S005	409569.922	8851828.32	3604.22363	82.4	82.75	113.6	0.051	CL-060	CLARIBEL	9	0.35	86	36
CLA-S005	409570.124	8851828.33	3604.07669	82.75	82.9	113.6	0.988	CL-061	CLARIBEL	9	0.15	86	36
CLA-S005	409582.572	8851829.2	3595.0101	82.9	113.6	113.6	-		GND	6	30.7	86	36
CLA-S006	409528.857	8851838.02	3641.29681	0	63.23	123.8	-		GND	6	63.23	65	22
CLA-S006	409555.431	8851850.41	3629.44988	63.23	63.25	123.8	-		GND	6	0.02	65	22
CLA-S006	409555.579	8851850.48	3629.38432	63.25	63.58	123.8	1.054	CL-069	CLARIBEL	9	0.33	65	22
CLA-S006	409555.843	8851850.6	3629.26632	63.58	63.88	123.8	0.044	CL-070	CLARIBEL	9	0.3	65	22
CLA-S006	409556.137	8851850.74	3629.13521	63.88	64.28	123.8	0.019	CL-071	CLARIBEL	9	0.4	65	22
CLA-S006	409556.389	8851850.86	3629.02283	64.28	64.48	123.8	0.282	CL-072	CLARIBEL	9	0.2	65	22
CLA-S006	409556.583	8851850.95	3628.93667	64.48	64.74	123.8	0.003	CL-073	CLARIBEL	9	0.26	65	22
CLA-S006	409556.847	8851851.07	3628.81867	64.74	65.11	123.8	0.007	CL-074	CLARIBEL	9	0.37	65	22

CLA-S006	409557.154	8851851.21	3628.68194	65.11	65.47	123.8	0.001	CL-075	CLARIBEL	9	0.36	65	22
CLA-S006	409557.431	8851851.34	3628.55832	65.47	65.77	123.8	0.056	CL-076	CLARIBEL	9	0.3	65	22
CLA-S006	409557.717	8851851.48	3628.43095	65.77	66.15	123.8	0.233	CL-077	CLARIBEL	9	0.38	65	22
CLA-S006	409582.099	8851862.85	3617.56174	66.15	123.8	123.8	-		GND	6	57.65	65	22
CLA-S009	409525.508	8851825.28	3603.63783	0	107.54	128.9	-		GND	6	107.54	85	65
CLA-S009	409548.2	8851827.27	3554.78784	107.54	107.8	128.9	0.13	CL-082	VT	1	0.26	85	65
CLA-S009	409548.318	8851827.28	3554.53407	107.8	108.1	128.9	0.35	CL-083	VT	1	0.3	85	65
CLA-S009	409548.587	8851827.3	3553.95404	108.1	109.08	128.9	-		ZC	8	0.98	85	65
CLA-S009	409548.842	8851827.32	3553.40572	109.08	109.31	128.9	0.16	CL-084	ZC	8	0.23	85	65
CLA-S009	409549.221	8851827.36	3552.59004	109.31	110.88	128.9	0.02	CL-085	ZC	8	1.57	85	65
CLA-S009	409549.6	8851827.39	3551.77437	110.88	111.11	128.9	0.21	CL-086	VT	1	0.23	85	65
CLA-S009	409549.726	8851827.4	3551.50247	111.11	111.48	128.9	0.02	CL-087	VT	1	0.37	85	65
CLA-S009	409549.878	8851827.41	3551.1762	111.48	111.83	128.9	0.37	CL-088	VT	1	0.35	85	65
CLA-S009	409550.057	8851827.43	3550.79102	111.83	112.33	128.9	0.14	CL-089	VT	1	0.5	85	65
CLA-S009	409550.259	8851827.45	3550.356	112.33	112.79	128.9	0.02	CL-090	VT	1	0.46	85	65
CLA-S009	409550.419	8851827.46	3550.0116	112.79	113.09	128.9	0.33	CL-091	VT	1	0.3	85	65
CLA-S009	409550.566	8851827.47	3549.69439	113.09	113.49	128.9	0.02	CL-092	ZC	8	0.4	85	65
CLA-S009	409550.72	8851827.49	3549.36359	113.49	113.82	128.9	0.04	CL-093	ZC	8	0.33	85	65
CLA-S009	409551.238	8851827.53	3548.24883	113.82	115.95	128.9	0.02	CL-094	ZC	8	2.13	85	65
CLA-S009	409551.785	8851827.58	3547.07063	115.95	116.42	128.9	0.01	CL-095	ZC	8	0.47	85	65
CLA-S009	409552.01	8851827.6	3546.58576	116.42	117.02	128.9	1.13	CL-096	VT	1	0.6	85	65
CLA-S009	409554.637	8851827.83	3540.93039	117.02	128.9	128.9	-		GND	6	11.88	85	65
CLA-S011	409590.226	8851737.91	3687.74721	0	101.97	114.8	-		GND	6	101.97	92	51
CLA-S011	409622.33	8851736.79	3648.0778	101.97	102.09	114.8	3.09	CL-100	CLARIBEL	9	0.12	92	51
CLA-S011	409622.45	8851736.78	3647.93014	102.09	102.35	114.8	0.08	CL-101	CLARIBEL	9	0.26	92	51
CLA-S011	409622.629	8851736.78	3647.70865	102.35	102.66	114.8	0.37	CL-102	CLARIBEL	9	0.31	92	51
CLA-S011	409622.808	8851736.77	3647.48717	102.66	102.92	114.8	0.18	CL-103	CLARIBEL	9	0.26	92	51
CLA-S011	409623.01	8851736.77	3647.23848	102.92	103.3	114.8	0.11	CL-104	CLARIBEL	9	0.38	92	51
CLA-S011	409623.224	8851736.76	3646.97425	103.3	103.6	114.8	7.13	CL-105	CLARIBEL	9	0.3	92	51
CLA-S011	409623.459	8851736.75	3646.68282	103.6	104.05	114.8	3.58	CL-106	CLARIBEL	9	0.45	92	51
CLA-S011	409624.481	8851736.71	3645.41996	104.05	106.85	114.8	-		ZC	8	2.8	92	51
CLA-S011	409627.862	8851736.6	3641.2428	106.85	114.8	114.8	-		GND	6	7.95	92	51
CLA-S012	409471.35	8851949.16	3596.59462	0	75.4	78.9	-		GND	6	75.4	79	39
CLA-S012	409500.263	8851954.78	3572.74338	75.4	75.8	78.9	0.17	CL-120	CLARIBEL	9	0.4	79	39
CLA-S012	409500.511	8851954.83	3572.53885	75.8	76.05	78.9	0.24	CL-121	CLARIBEL	9	0.25	79	39
CLA-S012	409500.968	8851954.92	3572.16126	76.05	77	78.9	-		ZC	8	0.95	79	39
CLA-S012	409502.056	8851955.13	3571.26448	77	78.9	78.9	-		GND	6	1.9	79	39
CLA-S017	409484.176	8851905.02	3609.96769	0	41.7	157.6	-		GND	6	41.7	76	74
CLA-S017	409490.675	8851906.64	3586.60903	41.7	48.6	157.6	-		DQ APL	3	6.9	76	74
CLA-S017	409495.436	8851907.83	3569.49858	48.6	77.3	157.6	-		GND	6	28.7	76	74
CLA-S017	409499.347	8851908.8	3555.44012	77.3	77.85	157.6	0.21	CL-124	VT	1	0.55	76	74
CLA-S017	409499.468	8851908.83	3555.00756	77.85	78.2	157.6	0.04	CL-125	ZC	8	0.35	76	74
CLA-S017	409499.581	8851908.86	3554.59902	78.2	78.7	157.6	-		ZC	8	0.5	76	74
CLA-S017	409499.729	8851908.9	3554.07033	78.7	79.3	157.6	0.04	CL-127	ZC	8	0.6	76	74
CLA-S017	409499.849	8851908.93	3553.63776	79.3	79.6	157.6	0.04	CL-128	ZC	8	0.3	76	74
CLA-S017	409499.949	8851908.95	3553.27729	79.6	80.05	157.6	0.03	CL-129	ZC	8	0.45	76	74
CLA-S017	409500.07	8851908.98	3552.84472	80.05	80.5	157.6	0.04	CL-130	ZC	8	0.45	76	74
CLA-S017	409500.29	8851909.04	3552.05168	80.5	81.7	157.6	-		FALLA	5	1.2	76	74
CLA-S017	409500.645	8851909.13	3550.778	81.7	83.15	157.6	0.05	CL-131	VT	1	1.45	76	74
CLA-S017	409501.561	8851909.35	3547.48568	83.15	88.55	157.6	-		ZC	8	5.4	76	74
CLA-S017	409502.677	8851909.63	3543.47242	88.55	91.5	157.6	-		FALLA	5	2.95	76	74
CLA-S017	409503.566	8851909.85	3540.27622	91.5	95.2	157.6	-		DQ APL	3	3.7	76	74
CLA-S017	409504.262	8851910.03	3537.77694	95.2	96.7	157.6	-		FALLA	5	1.5	76	74
CLA-S017	409512.606	8851912.11	3507.78558	96.7	157.6	157.6	-		DQ APL	3	60.9	76	74
CLA-S018	409485.028	8851915.16	3610.62251	0	45.9	122.8	-		GND	6	45.9	33	57

CLA-S018	409492.088	8851926.03	3590.66215	45.9	47.6	122.8	-		DQ APL	3	1.7	33	57
CLA-S018	409494.676	8851930.02	3583.34475	47.6	63.35	122.8	-		GND	6	15.75	33	57
CLA-S018	409497.286	8851934.04	3575.96445	63.35	65.2	122.8	-		ZC	8	1.85	33	57
CLA-S018	409497.575	8851934.48	3575.14675	65.2	65.3	122.8	-		FALLA	5	0.1	33	57
CLA-S018	409497.694	8851934.67	3574.81128	65.3	66	122.8	-		DQ APL	3	0.7	33	57
CLA-S018	409498.925	8851936.56	3571.33079	66	73.6	122.8	-		GND	6	7.6	33	57
CLA-S018	409501.454	8851940.46	3564.18113	73.6	83.05	122.8	-		DQ APL	3	9.45	33	57
CLA-S018	409502.974	8851942.8	3559.88294	83.05	83.85	122.8	1.39	CL-132	CLARIBEL	9	0.8	33	57
CLA-S018	409503.3	8851943.3	3558.9604	83.85	85.25	122.8	0.03	CL-133	ZC	8	1.4	33	57
CLA-S018	409504.309	8851944.85	3556.10892	85.25	90.65	122.8	-		ZC	8	5.4	33	57
CLA-S018	409505.918	8851947.33	3551.55914	90.65	96.1	122.8	-		DQ APL	3	5.45	33	57
CLA-S018	409510.234	8851953.98	3539.35648	96.1	119.75	122.8	-		GND	6	23.65	33	57
CLA-S018	409514.001	8851959.78	3528.70536	119.75	121.5	122.8	-		DQ APL	3	1.75	33	57
CLA-S018	409514.454	8851960.47	3527.42639	121.5	122.8	122.8	-		GND	6	1.3	33	57
CLA-S019	409480.071	8851902.65	3626.54717	0	7.8	127.6	-		GND	6	7.8	111	66
CLA-S019	409481.58	8851902.07	3622.91583	7.8	7.95	127.6	-		FALLA	5	0.15	111	66
CLA-S019	409486.118	8851900.33	3611.99896	7.95	31.7	127.6	-		GND	6	23.75	111	66
CLA-S019	409490.798	8851898.53	3600.73951	31.7	32.6	127.6	-		DQ APL	3	0.9	111	66
CLA-S019	409491.671	8851898.2	3598.63836	32.6	36.3	127.6	-		GND	6	3.7	111	66
CLA-S019	409492.725	8851897.79	3596.10327	36.3	38.15	127.6	-		DQ APL	3	1.85	111	66
CLA-S019	409499.617	8851895.15	3579.52242	38.15	72.6	127.6	-		GND	6	34.45	111	66
CLA-S019	409506.348	8851892.56	3563.32983	72.6	73.6	127.6	-		FALLA	5	1	111	66
CLA-S019	409509.271	8851891.44	3556.29553	73.6	88	127.6	-		ZC	8	14.4	111	66
CLA-S019	409512.138	8851890.34	3549.39826	88	88.7	127.6	0.04	CL-138	VT	1	0.7	111	66
CLA-S019	409512.385	8851890.25	3548.80445	88.7	89.3	127.6	0.03	CL-139	VT	1	0.6	111	66
CLA-S019	409512.831	8851890.08	3547.73104	89.3	91.05	127.6	0.02	CL-140	ZC	8	1.75	111	66
CLA-S019	409513.268	8851889.91	3546.68046	91.05	91.6	127.6	0.05	CL-141	VT	1	0.55	111	66
CLA-S019	409514.065	8851889.6	3544.76202	91.6	95.25	127.6	-		ZC	8	3.65	111	66
CLA-S019	409514.986	8851889.25	3542.54667	95.25	96.45	127.6	-		DQ APL	3	1.2	111	66
CLA-S019	409515.603	8851889.01	3541.06216	96.45	98.5	127.6	-		ZC	8	2.05	111	66
CLA-S019	409516.106	8851888.82	3539.85171	98.5	99.1	127.6	0.04	CL-142	VT	1	0.6	111	66
CLA-S019	409516.382	8851888.71	3539.18939	99.1	99.95	127.6	0.03	CL-143	FALLA	5	0.85	111	66
CLA-S019	409516.78	8851888.56	3538.23017	99.95	101.2	127.6	0.02	CL-144	ZC	8	1.25	111	66
CLA-S019	409517.189	8851888.4	3537.2481	101.2	102.1	127.6	0.04	CL-145	ZC	8	0.9	111	66
CLA-S019	409517.644	8851888.23	3536.15185	102.1	103.6	127.6	0.05	CL-146	ZC	8	1.5	111	66
CLA-S019	409518.1	8851888.05	3535.0556	103.6	104.5	127.6	0.01	CL-147	ZC	8	0.9	111	66
CLA-S019	409518.508	8851887.9	3534.07353	104.5	105.75	127.6	-		DQ APL	3	1.25	111	66
CLA-S019	409522.438	8851886.39	3524.61834	105.75	125.2	127.6	-		GND	6	19.45	111	66
CLA-S019	409526.283	8851884.91	3515.36869	125.2	126	127.6	-		DQ APL	3	0.8	111	66
CLA-S019	409526.739	8851884.74	3514.27244	126	127.6	127.6	-		GND	6	1.6	111	66
CLA-S020	409478.77	8851903.28	3626.76971	0	6.5	128.2	-		GND	6	6.5	88	79
CLA-S020	409479.456	8851903.31	3623.23585	6.5	7.2	128.2	-		FALLA	5	0.7	88	79
CLA-S020	409479.838	8851903.32	3621.2726	7.2	10.5	128.2	-		GND	6	3.3	88	79
CLA-S020	409480.162	8851903.33	3619.60383	10.5	10.6	128.2	-		FALLA	5	0.1	88	79
CLA-S020	409483.747	8851903.46	3601.14924	10.6	48.1	128.2	-		GND	6	37.5	88	79
CLA-S020	409487.961	8851903.6	3579.45528	48.1	54.8	128.2	-		DQ APL	3	6.7	88	79
CLA-S020	409489.072	8851903.64	3573.7373	54.8	59.75	128.2	-		GND	6	4.95	88	79
CLA-S020	409489.553	8851903.66	3571.25869	59.75	59.85	128.2	-		FALLA	5	0.1	88	79
CLA-S020	409489.592	8851903.66	3571.06237	59.85	60.15	128.2	-		DQ APL	3	0.3	88	79
CLA-S020	409490.044	8851903.68	3568.731	60.15	64.6	128.2	-		DQ AND	2	4.45	88	79
CLA-S020	409491.041	8851903.71	3563.602	64.6	70.6	128.2	-		GND	6	6	88	79
CLA-S020	409491.632	8851903.73	3560.55896	70.6	70.8	128.2	-		FALLA	5	0.2	88	79
CLA-S020	409491.866	8851903.74	3559.35646	70.8	73.05	128.2	-		GND	6	2.25	88	79
CLA-S020	409492.438	8851903.76	3556.41158	73.05	76.8	128.2	-		DQ APL	3	3.75	88	79
CLA-S020	409493.2	8851903.79	3552.48507	76.8	81.05	128.2	-		GND	6	4.25	88	79

CLA-S020	409493.83	8851903.81	3549.2457	81.05	83.4	128.2	0.15	CL-148	VT	1	2.35	88	79
CLA-S020	409494.149	8851903.82	3547.60148	83.4	84.4	128.2	0.04	CL-149	ZC	8	1	88	79
CLA-S020	409494.359	8851903.83	3546.52169	84.4	85.6	128.2	0.05	CL-150	ZC	8	1.2	88	79
CLA-S020	409494.578	8851903.83	3545.39282	85.6	86.7	128.2	0.19	CL-151	VT	1	1.1	88	79
CLA-S020	409494.793	8851903.84	3544.28849	86.7	87.85	128.2	0.98	CL-152	VT	1	1.15	88	79
CLA-S020	409496.185	8851903.89	3537.12261	87.85	101.3	128.2	-		ZC	8	13.45	88	79
CLA-S020	409497.486	8851903.94	3530.423	101.3	101.5	128.2	-		FALLA	5	0.2	88	79
CLA-S020	409498.912	8851903.99	3523.08534	101.5	116.25	128.2	-		ZC	8	14.75	88	79
CLA-S020	409500.37	8851904.04	3515.57589	116.25	116.8	128.2	0.04	CL-153	VT	1	0.55	88	79
CLA-S020	409500.442	8851904.04	3515.20778	116.8	117	128.2	-		VT	1	0.2	88	79
CLA-S020	409500.604	8851904.04	3514.3734	117	118.5	128.2	0.05	CL-154	VT	1	1.5	88	79
CLA-S020	409500.852	8851904.05	3513.09728	118.5	119.6	128.2	0.04	CL-155	ZC	8	1.1	88	79
CLA-S020	409501.128	8851904.06	3511.67392	119.6	121.4	128.2	0.05	CL-156	ZC	8	1.8	88	79
CLA-S020	409501.319	8851904.07	3510.6923	121.4	121.6	128.2	0.02	CL-157	ZC	8	0.2	88	79
CLA-S020	409501.405	8851904.07	3510.25056	121.6	122.3	128.2	0.02	CL-157	FALLA	5	0.7	88	79
CLA-S020	409501.548	8851904.08	3509.51434	122.3	123.1	128.2	0.02	CL-157	ZC	8	0.8	88	79
CLA-S020	409501.767	8851904.08	3508.38547	123.1	124.6	128.2	0.1	CL-158	VT	1	1.5	88	79
CLA-S020	409502.254	8851904.1	3505.88232	124.6	128.2	128.2	-		GND	6	3.6	88	79
CLA-S021	409508.379	8851835.88	3653.55468	0	1.6	116.95	-		GND	6	1.6	39	55
CLA-S021	409508.686	8851836.26	3652.8584	1.6	1.7	116.95	-		FALLA	5	0.1	39	55
CLA-S021	409511.649	8851839.92	3646.13316	1.7	18.02	116.95	-		GND	6	16.32	39	55
CLA-S021	409517.163	8851846.72	3633.62061	18.02	32.25	116.95	-		GND	6	14.23	39	55
CLA-S021	409519.894	8851850.1	3627.42373	32.25	33.15	116.95	-		DQ APL	3	0.9	39	55
CLA-S021	409520.57	8851850.93	3625.88782	33.15	36	116.95	-		GND	6	2.85	39	55
CLA-S021	409521.103	8851851.59	3624.67957	36	36.1	116.95	-		FALLA	5	0.1	39	55
CLA-S021	409524.559	8851855.86	3616.83619	36.1	55.15	116.95	-		GND	6	19.05	39	55
CLA-S021	409528.015	8851860.13	3608.99281	55.15	55.25	116.95	-		FALLA	5	0.1	39	55
CLA-S021	409533.583	8851867	3596.35739	55.25	86	116.95	-		GND	6	30.75	39	55
CLA-S021	409539.458	8851874.26	3583.02569	86	87.8	116.95	-		DQ AND	2	1.8	39	55
CLA-S021	409540.938	8851876.08	3579.66716	87.8	94.2	116.95	-		GND	6	6.4	39	55
CLA-S021	409542.156	8851877.59	3576.90253	94.2	94.55	116.95	-		SILIFICACION	7	0.35	39	55
CLA-S021	409542.49	8851878	3576.14481	94.55	96.05	116.95	-		GND	6	1.5	39	55
CLA-S021	409543.058	8851878.7	3574.85465	96.05	97.7	116.95	-		DQ APL	3	1.65	39	55
CLA-S021	409543.919	8851879.77	3572.90097	97.7	100.82	116.95	-		GND	6	3.12	39	55
CLA-S021	409544.627	8851880.64	3571.29543	100.82	101.62	116.95	0.02	CL-167	ZC	8	0.8	39	55
CLA-S021	409544.852	8851880.92	3570.78346	101.62	102.07	116.95	0.02	CL-168	VT	1	0.45	39	55
CLA-S021	409545.062	8851881.18	3570.30835	102.07	102.78	116.95	-		VT	1	0.71	39	55
CLA-S021	409545.244	8851881.4	3569.89468	102.78	103.08	116.95	0.03	CL-169	VT	1	0.3	39	55
CLA-S021	409545.455	8851881.66	3569.41548	103.08	103.95	116.95	-		GND	6	0.87	39	55
CLA-S021	409545.919	8851882.23	3568.36287	103.95	105.65	116.95	-		DQ APL	3	1.7	39	55
CLA-S021	409548.04	8851884.85	3563.55035	105.65	115.7	116.95	-		GND	6	10.05	39	55
CLA-S021	409550.025	8851887.31	3559.04501	115.7	116.65	116.95	-		DQ APL	3	0.95	39	55
CLA-S021	409550.251	8851887.58	3558.53304	116.65	116.95	116.95	-		GND	6	0.3	39	55
CLA-S022	409511.016	8851836.42	3649.93806	0	10.19	125.85	-		GND	6	10.19	66	54
CLA-S022	409513.867	8851837.69	3645.64218	10.19	10.62	125.85	0.02	CL-170	VT	1	0.43	66	54
CLA-S022	409532.889	8851846.16	3616.98275	10.62	81.04	125.85	-		GND	6	70.42	66	54
CLA-S022	409551.89	8851854.62	3588.35568	81.04	81.39	125.85	0.03	CL-171	VT	1	0.35	66	54
CLA-S022	409552.711	8851854.98	3587.11789	81.39	84.1	125.85	-		GND	6	2.71	66	54
CLA-S022	409553.721	8851855.43	3585.59694	84.1	85.15	125.85	-		DQ AND	2	1.05	66	54
CLA-S022	409554.943	8851855.98	3583.75642	85.15	88.65	125.85	-		GND	6	3.5	66	54
CLA-S022	409556.057	8851856.47	3582.07771	88.65	89.3	125.85	-		DQ APL	3	0.65	66	54
CLA-S022	409557.238	8851857	3580.29788	89.3	93.05	125.85	-		GND	6	3.75	66	54
CLA-S022	409558.339	8851857.49	3578.63939	93.05	93.4	125.85	-		DQ APL	3	0.35	66	54
CLA-S022	409559.077	8851857.82	3577.52699	93.4	95.8	125.85	-		GND	6	2.4	66	54
CLA-S022	409559.775	8851858.13	3576.47527	95.8	96	125.85	-		DQ APL	3	0.2	66	54

CLA-S022	409561.373	8851858.84	3574.06844	96	101.75	125.85	-		GND	6	5.75	66	54
CLA-S022	409563.078	8851859.6	3571.49982	101.75	102.35	125.85	-		SILICIFICACION	7	0.6	66	54
CLA-S022	409564.595	8851860.27	3569.21434	102.35	107.4	125.85	-		GND	6	5.05	66	54
CLA-S022	409566.232	8851861	3566.74684	107.4	108.45	125.85	-		SILICIFICACION	7	1.05	66	54
CLA-S022	409567.843	8851861.72	3564.31979	108.45	113.4	125.85	-		GND	6	4.95	66	54
CLA-S022	409571.879	8851863.52	3558.24003	113.4	123.48	125.85	-		SILICIFICACION	7	10.08	66	54
CLA-S022	409575.221	8851865	3553.2039	123.48	125.85	125.85	-		GND	6	2.37	66	54
CLA-S023	409514.296	8851834.35	3644.89882	0	22.3	131.19	-		GND	6	22.3	75	57
CLA-S023	409520.293	8851835.96	3635.33798	22.3	22.8	131.19	-		SILICIFICACION	7	0.5	75	57
CLA-S023	409526.514	8851837.63	3625.4207	22.8	45.95	131.19	-		GND	6	23.15	75	57
CLA-S023	409532.617	8851839.26	3615.69212	45.95	46	131.19	-		FALLA	5	0.05	75	57
CLA-S023	409534.418	8851839.74	3612.81967	46	52.8	131.19	-		GND	6	6.8	75	57
CLA-S023	409539.535	8851841.11	3604.6636	52.8	65.45	131.19	-		EPIDOTIZACION	4	12.65	75	57
CLA-S023	409542.888	8851842.01	3599.31708	65.45	65.55	131.19	-		FALLA	5	0.1	75	57
CLA-S023	409543.591	8851842.2	3598.19745	65.55	68.12	131.19	-		EPIDOTIZACION	4	2.57	75	57
CLA-S023	409547.129	8851843.15	3592.55739	68.12	79	131.19	-		GND	6	10.88	75	57
CLA-S023	409550.972	8851844.18	3586.4309	79	82.73	131.19	-		EPIDOTIZACION	4	3.73	75	57
CLA-S023	409552.305	8851844.54	3584.30487	82.73	84.07	131.19	-		GND	6	1.34	75	57
CLA-S023	409552.75	8851844.66	3583.5962	84.07	84.42	131.19	0.02	CL-172	VT	1	0.35	75	57
CLA-S023	409552.913	8851844.7	3583.33621	84.42	84.69	131.19	0.001	CL-173	ZC	8	0.27	75	57
CLA-S023	409552.986	8851844.72	3583.2188	84.69	84.7	131.19	-		ZC	8	0.01	75	57
CLA-S023	409553.121	8851844.75	3583.00494	84.7	85.2	131.19	-		EPIDOTIZACION	4	0.5	75	57
CLA-S023	409553.378	8851844.82	3582.59399	85.2	85.68	131.19	-		SILICIFICACION	7	0.48	75	57
CLA-S023	409555.338	8851845.35	3579.46994	85.68	92.65	131.19	-		GND	6	6.97	75	57
CLA-S023	409557.224	8851845.85	3576.4633	92.65	92.85	131.19	-		SILICIFICACION	7	0.2	75	57
CLA-S023	409558.71	8851846.25	3574.09406	92.85	98.3	131.19	-		GND	6	5.45	75	57
CLA-S023	409560.328	8851846.69	3571.51515	98.3	99	131.19	-		SILICIFICACION	7	0.7	75	57
CLA-S023	409561.512	8851847	3569.62814	99	102.8	131.19	-		GND	6	3.8	75	57
CLA-S023	409562.616	8851847.3	3567.86693	102.8	103.2	131.19	-		SILICIFICACION	7	0.4	75	57
CLA-S023	409563.261	8851847.47	3566.83956	103.2	105.25	131.19	-		GND	6	2.05	75	57
CLA-S023	409566.617	8851848.37	3561.48884	105.25	115.96	131.19	-		SILICIFICACION	7	10.71	75	57
CLA-S023	409572.01	8851849.82	3552.89247	115.96	125.75	131.19	-		GND	6	9.79	75	57
CLA-S023	409574.887	8851850.59	3548.30494	125.75	126.9	131.19	-		SILICIFICACION	7	1.15	75	57
CLA-S023	409576.318	8851850.97	3546.02376	126.9	131.19	131.19	-		GND	6	4.29	75	57
CLA-S025	409482.127	8852068.08	3591.50808	0	6.52	120.1	-		GND	6	6.52	218	37
CLA-S025	409480.332	8852065.78	3589.31146	6.52	7.3	120.1	-		FALLA	5	0.78	218	37
CLA-S025	409479.772	8852065.06	3588.62539	7.3	8.8	120.1	-		SILICIFICACION	7	1.5	218	37
CLA-S025	409479.096	8852064.2	3587.79789	8.8	10.05	120.1	-		GND	6	1.25	218	37
CLA-S025	409478.722	8852063.72	3587.34051	10.05	10.32	120.1	-		FALLA	5	0.27	218	37
CLA-S025	409476.719	8852061.16	3584.88812	10.32	18.2	120.1	-		GND	6	7.88	218	37
CLA-S025	409472.692	8852056	3579.95925	18.2	26.7	120.1	-		SILICIFICACION	7	8.5	218	37
CLA-S025	409467.989	8852049.98	3574.20289	26.7	37.33	120.1	-		GND	6	10.63	218	37
CLA-S025	409465.211	8852046.43	3570.80264	37.33	38	120.1	-		DQ AND	2	0.67	218	37
CLA-S025	409464.456	8852045.46	3569.87885	38	40.4	120.1	-		SILICIFICACION	7	2.4	218	37
CLA-S025	409463.263	8852043.93	3568.41945	40.4	42.85	120.1	-		ZC	8	2.45	218	37
CLA-S025	409462.531	8852043	3567.52275	42.85	43.38	120.1	0.03	CL-174	VT	1	0.53	218	37
CLA-S025	409462.31	8852042.71	3567.25193	43.38	43.75	120.1	0.13	CL-175	VT	1	0.37	218	37
CLA-S025	409461.1	8852041.16	3565.77146	43.75	48.3	120.1	-		ZC	8	4.55	218	37
CLA-S025	409459.121	8852038.63	3563.34916	48.3	51.8	120.1	-		SILICIFICACION	7	3.5	218	37
CLA-S025	409457.818	8852036.96	3561.75435	51.8	53.6	120.1	-		GND	6	1.8	218	37
CLA-S025	409456.798	8852035.66	3560.50558	53.6	55.95	120.1	-		EPIDOTIZACION	4	2.35	218	37
CLA-S025	409455.569	8852034.08	3559.00104	55.95	58.6	120.1	-		GND	6	2.65	218	37
CLA-S025	409454.868	8852033.19	3558.14346	58.6	58.8	120.1	-		SILICIFICACION	7	0.2	218	37
CLA-S025	409454.565	8852032.8	3557.77334	58.8	59.83	120.1	-		GND	6	1.03	218	37
CLA-S025	409452.39	8852030.02	3555.11031	59.83	67.65	120.1	-		ZC	8	7.82	218	37

CLA-S025	409450.283	8852027.32	3552.53153	67.65	68.4	120.1	0.01	CL-176	CLARIBEL	9	0.75	218	37
CLA-S025	409447.788	8852024.13	3549.47732	68.4	77.8	120.1	-		ZC	8	9.4	218	37
CLA-S025	409445.324	8852020.97	3546.46223	77.8	78.42	120.1	-		SILICIFICACION	7	0.62	218	37
CLA-S025	409443.886	8852019.13	3544.70192	78.42	83.65	120.1	-		GND	6	5.23	218	37
CLA-S025	409442.399	8852017.23	3542.88143	83.65	84.47	120.1	-		DQ AND	2	0.82	218	37
CLA-S025	409439.94	8852014.08	3539.87235	84.47	93.65	120.1	-		GND	6	9.18	218	37
CLA-S025	409437.642	8852011.14	3537.05887	93.65	93.82	120.1	-		FALLA	5	0.17	218	37
CLA-S025	409434.47	8852007.08	3533.17716	93.82	106.55	120.1	-		GND	6	12.73	218	37
CLA-S025	409430.701	8852002.26	3528.56425	106.55	109.15	120.1	-		SILICIFICACION	7	2.6	218	37
CLA-S025	409427.37	8851997.99	3524.48695	109.15	120.1	120.1	-		GND	6	10.95	218	37
CLA-S026	409482.624	8852068.56	3591.28171	0	5.85	119.9	-		GND	6	5.85	215	45
CLA-S026	409481.397	8852066.8	3589.14271	5.85	6.05	119.9	-		SILICIFICACION	7	0.2	215	45
CLA-S026	409481.204	8852066.53	3588.80684	6.05	6.8	119.9	-		GND	6	0.75	215	45
CLA-S026	409481.032	8852066.28	3588.50632	6.8	6.9	119.9	-		FALLA	5	0.1	215	45
CLA-S026	409479.612	8852064.25	3586.03144	6.9	13.8	119.9	-		GND	6	6.9	215	45
CLA-S026	409477.726	8852061.56	3582.7434	13.8	16.2	119.9	-		SILICIFICACION	7	2.4	215	45
CLA-S026	409477.219	8852060.84	3581.85951	16.2	16.3	119.9	-		FALLA	5	0.1	215	45
CLA-S026	409473.792	8852055.94	3575.88446	16.3	33.1	119.9	-		GND	6	16.8	215	45
CLA-S026	409470.264	8852050.9	3569.73263	33.1	33.7	119.9	-		SILICIFICACION	7	0.6	215	45
CLA-S026	409469.848	8852050.31	3569.00785	33.7	35.15	119.9	-		GND	6	1.45	215	45
CLA-S026	409469.381	8852049.64	3568.19468	35.15	36	119.9	-		DQ AND	2	0.85	215	45
CLA-S026	409469.199	8852049.38	3567.87648	36	36.05	119.9	-		FALLA	5	0.05	215	45
CLA-S026	409468.043	8852047.73	3565.86122	36.05	41.7	119.9	-		GND	6	5.65	215	45
CLA-S026	409466.573	8852045.63	3563.29796	41.7	43.3	119.9	-		SILICIFICACION	7	1.6	215	45
CLA-S026	409463.714	8852041.55	3558.31286	43.3	55.8	119.9	-		GND	6	12.5	215	45
CLA-S026	409461.008	8852037.69	3553.59646	55.8	56.64	119.9	-		SILICIFICACION	7	0.84	215	45
CLA-S026	409459.7	8852035.82	3551.31604	56.64	62.25	119.9	-		GND	6	5.61	215	45
CLA-S026	409458.234	8852033.72	3548.75985	62.25	63.87	119.9	-		SILICIFICACION	7	1.62	215	45
CLA-S026	409456.216	8852030.84	3545.24199	63.87	72.2	119.9	-		GND	6	8.33	215	45
CLA-S026	409453.874	8852027.5	3541.15845	72.2	75.42	119.9	-		ZC	8	3.22	215	45
CLA-S026	409453.142	8852026.45	3539.88212	75.42	75.81	119.9	0.01	CL-178	CLARIBEL	9	0.39	215	45
CLA-S026	409452.915	8852026.13	3539.48614	75.81	76.54	119.9	0.002	CL-179	ZC	8	0.73	215	45
CLA-S026	409451.954	8852024.75	3537.8103	76.54	80.55	119.9	-		ZC	8	4.01	215	45
CLA-S026	409450.984	8852023.37	3536.12031	80.55	81.32	119.9	0.01	CL-180	VT	1	0.77	215	45
CLA-S026	409450.214	8852022.27	3534.77681	81.32	84.35	119.9	-		ZC	8	3.03	215	45
CLA-S026	409449.532	8852021.3	3533.58887	84.35	84.68	119.9	0.01	CL-181	ZC	8	0.33	215	45
CLA-S026	409449.178	8852020.79	3532.97015	84.68	86.1	119.9	-		ZC	8	1.42	215	45
CLA-S026	409448.808	8852020.26	3532.32668	86.1	86.5	119.9	0.06	CL-182	VT	1	0.4	215	45
CLA-S026	409448.372	8852019.64	3531.56654	86.5	88.25	119.9	-		ZC	8	1.75	215	45
CLA-S026	409447.334	8852018.16	3529.75635	88.25	91.62	119.9	-		SILICIFICACION	7	3.37	215	45
CLA-S026	409444.724	8852014.43	3525.20612	91.62	101.12	119.9	-		GND	6	9.5	215	45
CLA-S026	409442.38	8852011.08	3521.11904	101.12	103.18	119.9	-		SILICIFICACION	7	2.06	215	45
CLA-S026	409439.089	8852006.38	3515.38087	103.18	117.35	119.9	-		GND	6	14.17	215	45
CLA-S026	409436.002	8852001.97	3509.99979	117.35	118.4	119.9	-		SILICIFICACION	7	1.05	215	45
CLA-S026	409435.485	8852001.23	3509.09823	118.4	119.9	119.9	-		GND	6	1.5	215	45
CLA-S027	409482.932	8852066.86	3591.22527	0	8.1	120.9	-		GND	6	8.1	198	34
CLA-S027	409481.886	8852063.64	3588.94097	8.1	8.17	120.9	-		FALLA	5	0.07	198	34
CLA-S027	409480.663	8852059.87	3586.27082	8.17	17.65	120.9	-		GND	6	9.48	198	34
CLA-S027	409479.147	8852055.21	3582.96319	17.65	20	120.9	-		SILICIFICACION	7	2.35	198	34
CLA-S027	409478.836	8852054.25	3582.28377	20	20.08	120.9	-		FALLA	5	0.08	198	34
CLA-S027	409477.667	8852050.65	3579.73106	20.08	29.13	120.9	-		GND	6	9.05	198	34
CLA-S027	409476.45	8852046.9	3577.07489	29.13	29.58	120.9	-		DQ AND	2	0.45	198	34
CLA-S027	409476.012	8852045.56	3576.11867	29.58	32.55	120.9	-		GND	6	2.97	198	34
CLA-S027	409475.589	8852044.26	3575.196	32.55	32.88	120.9	-		SILICIFICACION	7	0.33	198	34
CLA-S027	409474.968	8852042.34	3573.83996	32.88	37.4	120.9	-		GND	6	4.52	198	34

CLA-S028	409468.808	8851992.95	3562.11247	83.7	84.57	121.65	0.044	CL-195	CLARIBEL	9	0.87	191.17	22
CLA-S028	409468.664	8851992.22	3561.81279	84.57	85.3	121.65	0.018	CL-196	CLARIBEL	9	0.73	191.17	22
CLA-S028	409468.451	8851991.14	3561.36701	85.3	86.95	121.65	-		GND	6	1.65	191.17	22
CLA-S028	409468.244	8851990.09	3560.93621	86.95	87.6	121.65	0.004	CL-197	GND	6	0.65	191.17	22
CLA-S028	409467.701	8851987.34	3559.80303	87.6	93	121.65	-		GND	6	5.4	191.17	22
CLA-S028	409467.184	8851984.73	3558.72603	93	93.35	121.65	0.007	CL-198	GND	6	0.35	191.17	22
CLA-S028	409467.101	8851984.3	3558.55184	93.35	93.93	121.65	-		GND	6	0.58	191.17	22
CLA-S028	409466.849	8851983.03	3558.02739	93.93	96.15	121.65	-		SILICIFICACION	7	2.22	191.17	22
CLA-S028	409466.52	8851981.36	3557.33999	96.15	97.6	121.65	-		GND	6	1.45	191.17	22
CLA-S028	409466.334	8851980.42	3556.95227	97.6	98.22	121.65	-		SILICIFICACION	7	0.62	191.17	22
CLA-S028	409465.387	8851975.62	3554.97622	98.22	108.15	121.65	-		GND	6	9.93	191.17	22
CLA-S028	409464.414	8851970.7	3552.94772	108.15	109.05	121.65	-		DQ AND	2	0.9	191.17	22
CLA-S028	409463.201	8851964.56	3550.41913	109.05	121.65	121.65	-		GND	6	12.6	191.17	22
CLA-S029	409483.917	8852068.48	3593.11598	0	2.38	130.25	-		GND	6	2.38	184.9	24
CLA-S029	409483.672	8852065.62	3591.83883	2.38	6.28	130.25	-		EPIDOTIZACION	4	3.9	184.9	24
CLA-S029	409483.332	8852061.65	3590.06546	6.28	11.1	130.25	-		GND	6	4.82	184.9	24
CLA-S029	409483.122	8852059.21	3588.97337	11.1	11.65	130.25	-		SILICIFICACION	7	0.55	184.9	24
CLA-S029	409483.013	8852057.93	3588.40394	11.65	13.9	130.25	-		GND	6	2.25	184.9	24
CLA-S029	409482.923	8852056.89	3587.93619	13.9	13.95	130.25	-		FALLA	5	0.05	184.9	24
CLA-S029	409482.838	8852055.88	3587.48878	13.95	16.1	130.25	-		GND	6	2.15	184.9	24
CLA-S029	409482.73	8852054.63	3586.92952	16.1	16.7	130.25	-		SILICIFICACION	7	0.6	184.9	24
CLA-S029	409482.612	8852053.26	3586.31535	16.7	19.12	130.25	-		GND	6	2.42	184.9	24
CLA-S029	409482.487	8852051.79	3585.6605	19.12	19.92	130.25	-		SILICIFICACION	7	0.8	184.9	24
CLA-S029	409482.164	8852048.03	3583.97661	19.92	27.4	130.25	-		GND	6	7.48	184.9	24
CLA-S029	409481.869	8852044.58	3582.43915	27.4	27.48	130.25	-		FALLA	5	0.08	184.9	24
CLA-S029	409481.793	8852043.7	3582.04461	27.48	29.34	130.25	-		SILICIFICACION	7	1.86	184.9	24
CLA-S029	409481.511	8852040.42	3580.57629	29.34	34.7	130.25	-		GND	6	5.36	184.9	24
CLA-S029	409481.275	8852037.66	3579.34388	34.7	35.4	130.25	-		DQ AND	2	0.7	184.9	24
CLA-S029	409480.584	8852029.6	3575.74223	35.4	52.41	130.25	-		GND	6	17.01	184.9	24
CLA-S029	409479.875	8852021.32	3572.04499	52.41	53.58	130.25	-		DQ AND	2	1.17	184.9	24
CLA-S029	409479.772	8852020.12	3571.5081	53.58	55.05	130.25	-		GND	6	1.47	184.9	24
CLA-S029	409479.695	8852019.23	3571.10746	55.05	55.55	130.25	-		SILICIFICACION	7	0.5	184.9	24
CLA-S029	409479.587	8852017.97	3570.54413	55.55	57.82	130.25	-		GND	6	2.27	184.9	24
CLA-S029	409479.339	8852015.08	3569.25275	57.82	61.9	130.25	-		ZC	8	4.08	184.9	24
CLA-S029	409479.158	8852012.97	3568.31115	61.9	62.45	130.25	0.01	CL-201	VT	1	0.55	184.9	24
CLA-S029	409479.07	8852011.94	3567.8495	62.45	64.17	130.25	-		ZC	8	1.72	184.9	24
CLA-S029	409478.697	8852007.59	3565.90734	64.17	72	130.25	-		GND	6	7.83	184.9	24
CLA-S029	409478.349	8852003.53	3564.09126	72	73.1	130.25	-		DQ AND	2	1.1	184.9	24
CLA-S029	409478.011	8851999.59	3562.33212	73.1	80.65	130.25	-		GND	6	7.55	184.9	24
CLA-S029	409477.687	8851995.81	3560.64416	80.65	81.4	130.25	-		SILICIFICACION	7	0.75	184.9	24
CLA-S029	409477.155	8851989.6	3557.86819	81.4	94.3	130.25	-		GND	6	12.9	184.9	24
CLA-S029	409476.624	8851983.41	3555.10238	94.3	95	130.25	-		SILICIFICACION	7	0.7	184.9	24
CLA-S029	409476.378	8851980.54	3553.82116	95	100.6	130.25	-		GND	6	5.6	184.9	24
CLA-S029	409476.105	8851977.36	3552.39758	100.6	102	130.25	-		SILICIFICACION	7	1.4	184.9	24
CLA-S029	409475.936	8851975.38	3551.51293	102	104.95	130.25	-		GND	6	2.95	184.9	24
CLA-S029	409475.791	8851973.69	3550.76046	104.95	105.7	130.25	0.035	CL-202	VT	1	0.75	184.9	24
CLA-S029	409475.743	8851973.12	3550.50625	105.7	106.2	130.25	0.044	CL-203	VT	1	0.5	184.9	24
CLA-S029	409475.7	8851972.62	3550.28255	106.2	106.8	130.25	0.05	CL-204	VT	1	0.6	184.9	24
CLA-S029	409475.126	8851965.93	3547.29303	106.8	120.9	130.25	-		ZC	8	14.1	184.9	24
CLA-S029	409474.211	8851955.26	3542.52405	120.9	130.25	130.25	-		GND	6	9.35	184.9	24
CLA-S030	409363.367	8852103.07	3577.36255	0	1.35	111.2	-		GND	6	1.35	114.95	34
CLA-S030	409363.939	8852102.81	3576.93756	1.35	1.52	111.2	-		SILICIFICACION	7	0.17	114.95	34
CLA-S030	409365.047	8852102.29	3576.11275	1.52	4.3	111.2	-		GND	6	2.78	114.95	34
CLA-S030	409366.13	8852101.79	3575.30751	4.3	4.4	111.2	-		FALLA	5	0.1	114.95	34
CLA-S030	409366.581	8852101.58	3574.972	4.4	5.5	111.2	-		GND	6	1.1	114.95	34

Nota. Adaptado de COMPAÑÍA MINERA HGZ, área de geología, 2021.