UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Geológica - Geotecnia

ESTIMACIÓN DE RESERVAS EN BASE AL ANÁLISIS GEOQUÍMICO EN LA CONCESIÓN NOELIA PRIMERA EN EL PROYECTO HORIZONS CAÑETE - LIMA 2023

TESIS

Presentada por:

Bach. Sandra Carolina Puma Lovón

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO GEÓLOGO – GEOTÉCNICO

TACNA – PERÚ

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia
Escuela Profesional de Ingeniería Geológica-Geotecnia

HOJA DE JURADO

TESIS

ESTIMACIÓN DE RESERVAS EN BASE AL ANÁLISIS GEOQUÍMICO EN LA CONCESIÓN NOELIA PRIMERA EN EL PROYECTO HORIZONS CAÑETE - LIMA 2023

Presentado por el bachiller Sandra Carolina Puma Lovón
Para optar el título profesional de Ingeniero Geólogo-Geotécnico

Tesis sustentada y aprobada el 22 de diciembre del 2025 (RF N°573 y 734-2025-FIAG/UNJBG)
con el siguiente jurado:

Presidente : _____
Mgr. Ing. GLORIA MARINA CHOQUE MACHACA

Secretario : _____
Ing. JONATHAN FARAZ DAWIS ZAVALETA CURASI

Vocal : _____
Mgr. Ing. FREDY CLETO CABRERA OLIVERA

Asesor de Tesis : _____
Ing. HISMAEL TIBURCIO RODRÍGUEZ ILLACHURA

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, HISMAEL TIBURCIO RODRÍGUEZ ILLACHURA, en mi condición de ASESOR acreditado con Resolución de Facultad N° 778-2024-FIAG/UNJBG del 22 de Octubre del 2024, de la tesis denominada: **"ESTIMACIÓN DE RESERVAS EN BASE AL ANÁLISIS GEOQUÍMICO EN LA CONCESIÓN NOELIA PRIMERA EN EL PROYECTO HORIZONS CAÑETE - LIMA 2023"**. Presentado por **Bachiller Sandra Carolina Puma Lovón**. Para optar el grado académico y/o titulo profesional de INGENIERO GEÓLOGO GEOTÉCNICO.

Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y similitud de trabajos de investigación y producción intelectual de la UNJBG; en respuesta a lo solicitado en el oficio N° 384-2025-SAA-FIAG/UNJBG y considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual TURNITIN, cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es 8 %. Por lo que CERTIFICO LA SIMILARIDAD de la tesis y/o trabajo enunciado líneas arriba, la cual esta expedita para continuar con los trámites para optar el título profesional de **INGENIERO GEÓLOGO GEOTÉCNICO**, según corresponda para su publicación en el Repositorio Institucional.

Tacna, 22 de diciembre del 2025.



Huella dactilar

FIRMA ASESOR
Nombres y apellidos: Hismael Tiburcio Rodríguez Illachura
DNI: 80027763



Huella dactilar

FIRMA AUTOR
Nombres y apellidos: Sandra Carolina Puma Lovón
DNI: 46822264

DEDICATORIA

A mi padre Félix Puma, a mi madre Ana Lovón a mis hermanos Percy y Jose Luis, que siempre están a mi lado y me animan a ser mejor persona todos los días.

AGRADECIMENTOS

A mi facultad de geología y geotecnia.

A mis profesores por su enseñanza.

A Cia. Minera Horizons S.A.C., que me proporcionó todos los materiales necesarios para poder concretar la tesis.

A mi compañero de vida, por su apoyo y ánimo incondicional.

ÍNDICE

DEDICATORIA ..... **ii**
AGRADECIMENTOS ..... **iii**
ÍNDICE DE TABLAS ..... **ix**
ÍNDICE DE FIGURAS ..... **xi**
RESUMEN ..... **xiii**
ABSTRACT ..... **xiv**
INTRODUCCIÓN **15**
CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES **17**
1.1. Ubicación y Accesibilidad 17
1.1.1. Ubicación 17
1.1.2. Accesibilidad 18
1.2. Clima 18
1.3. Relieve 18
1.4. Temperatura 18
1.5. Precipitación 19
1.6. Recurso Hídrico 19
1.7. Flora 19
1.8. Fauna 19
CAPITULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **20**
2.1. Descripción de la realidad problemática 20
2.2. Formulación del Problema 20
2.2.1. Problema General 20
2.2.2. Problemas Específicos 20
2.3. Justificación e importancia de la investigación 21
2.4. Objetivos de la Investigación 21
2.4.1. Objetivo general 21
2.4.2. Objetivos específicos 21
2.5. Hipótesis 22

2.5.1. Hipótesis General 22
2.5.2. Hipótesis Especificas 22
2.6. Variables e Indicadores 22
2.6.1. Variables 22
2.6.2. Indicadores 22
2.7. Operacionalización de Variables 23
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO 25
3.1. Antecedentes de la Investigación 25
3.2. Propiedad Minera 26
3.3. Bases Teóricas 28
3.3.1. Prospección 28
3.3.2. Geoquímica 28
3.3.3. Mineralogía 28
3.3.4. Veta 29
3.3.5. Muestreo en Canales 29
3.3.6. Trinchera 30
3.3.7. Isovalores 31
3.3.8. Concentración promedio de elementos en la corteza terrestre 31
3.3.9. Clarke 31
3.3.10. Factor de enriquecimiento 33
3.3.11. Anomalía Geoquímico 33
3.3.12. Métodos de interpolación 34
3.3.12.1. Kriging 34
3.3.12.2. Inverso a la distancia 35
3.3.14. Ley de Mineral 36
3.3.14. Outliers (Valores Atípicos) 36
3.3.15. Clavos de Mineralización 37
3.3.16. Capping 37
3.3.17. Análisis Geoquímico 38
3.3.18. Recurso Mineral 38

3.3.19. Reserva Mineral 39
3.3.19. Reserva probada 39
3.3.20. Reserva Probable 40
3.3.21. Normas de cubicación 40
CAPITULO IV. ASPECTO GEOLÓGICO 50
4.1. Geología Regional 50
4.1.1. Geomorfología Regional 50
4.1.1.1. Zona Costera 51
4.1.1.2. Zona intermedia 51
4.1.2. Geología Estructural Regional 51
4.1.2.1. Segundo episodio Estructural - Tectogénesis Moderada seguida por Epirogénesis y Tectónica de Fractura de fines del Cretáceo - Fase Peruana de Steinmann 52
4.1.3. Estratigrafía Regional 52
4.1.3.1. Zona Marginal y Occidental de la Cuenca Mesozoica 53
4.1.3.2. Zona de la Costa 54
4.1.3.2.1. Formación Marcavilca 54
4.1.3.3. Parte Baja del Flanco Occidental Andino 54
4.1.3.3.1. Formación Pucusana 55
4.1.3.3.2. Grupo Quilmaná 55
4.1.3.4. Zona de Cobertura Cenozoica 55
4.1.3.4.1. Formación Paracas 56
4.1.3.4.2. Formación Pocotó 56
4.1.3.4.3. Formación Cañete 56
4.1.3.5. Depósitos Aluviales 56
4.1.3.6. Depósitos Marinos 57
4.1.3.7. Depósitos Eólicos 57
4.1.3.8. Rocas intrusivas 57
4.1.3.8.1. Super Unidad Linga 57
4.1.4. Metalogénia Regional 58
4.2. Geología Local 58

4.2.1. Geomorfología Local 58
4.2.2. Geología Estructural Local 59
4.2.3. Litoestratigrafía Local 59
4.2.4. Geología económica – Estructuras mineralizadas 60
4.2.5 Formación de los valores atípicos (outliers) 60
CAPÍTULO V. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 62
5.1. Tipo de la Investigación 62
5.2 Nivel de la Investigación 62
5.3. Diseño de la Investigación 62
5.4. Población y muestra 63
5.4.1. Población 63
5.4.2. Muestra 63
5.5 Fases de la Investigación 64
5.6. Técnicas de Recolección de Información 65
5.6.1. Técnica del análisis documental 65
5.6.2. Técnica Observación 65
5.7 Instrumentos de Recolección de Información 66
5.7.1. Informes y reportes 66
5.7.2. Fichas de Investigación 66
5.8. Técnicas de Análisis e Interpretación de Datos 66
CAPÍTULO VI. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS 67
6.1 Evaluación de estructuras mineralizadas en la concesión Noelia Primera .. 67
6.1.1. Evaluación veta Rubí – potencias y leyes 67
6.1.2. Evaluación veta Néstor – potencias y leyes 71
6.2. Evaluación veta Principal – potencias y leyes 76
6.3. Evaluación veta Faraona – potencias y leyes 80
6.3.1. Muestreo en labores mineras de la veta Faraona 84
6.3.2 Galería 377 NW 84
6.3.3. Galería 372 NW 85
6.3.4. Galería 358 NW 86

6.3.5. Galería 337 NW 87
6.3.6. Galería 320 NW 88
6.3.7. Galería 318 NW 91
6.3.8. Galería 310 NW 94
6.3.9. Muestreos en afloramientos veta Faraona 96
6.4. Geoquímica 98
6.4.1. Estadística Univariada por Oro 98
6.4.2. Factor de Enriquecimiento 103
6.4.3 Isovalores 104
6.4.3.1 Comparación de métodos de interpolación 104
6.4.4. Determinación de Capping 116
6.4.4.1. Valor Atípico Superior 116
6.4.5 Clasificación de contenido de leyes 117
6.5. Estimación de Reservas y recurso mineral 118
6.5.1 Reservas probadas 118
6.5.1.1 Cálculo de reservas 118
6.5.2 Reservas probables 122
6.5.2.1 Cálculo de reservas 122
6.6. Resumen de reservas veta Faraona 126
CONCLUSIONES 127
RECOMENDACIONES 129
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 130
ANEXOS 135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Acceso al proyecto Horizons 18
Tabla 2 Matriz de operacionalización de variables 23
Tabla 3 Contenido normal de elementos químicos la corteza terrestre 32
Tabla 4 Presentación de informes sobre los resultados de la exploración. 44
Tabla 5 Estimación y presentación de informes sobre reservas de mena 46
Tabla 6 Datos de muestras en veta Rubí – Gal 360 NW. 69
Tabla 7 Datos de muestras en veta Néstor – Sn 330 N-S. 73
Tabla 8 Datos trinchera vera Néstor – Nv. 360. 74
Tabla 9 Datos de muestra en veta principal. 78
Tabla 10 Potencia y leyes galería 377 NW veta Faraona. 84
Tabla 11 Potencia y leyes galería 372 NW veta Faraona. 85
Tabla 12 Potencia y leyes galería 358 NW veta Faraona 86
Tabla 13 Potencia y leyes galería 337 NW veta Faraona. 87
Tabla 14 Potencia y leyes galería 320 NW veta Faraona. 88
Tabla 15 Potencia y leyes galería 318 NW veta Faraona. 91
Tabla 16 Potencia y leyes galería 310 NW veta Faraona. 94
Tabla 17 Muestreo en trinchera 01. 96
Tabla 18 Muestreo en trinchera 02. 96
Tabla 19 Muestreo en trinchera 03. 97
Tabla 20 Data total cruda 98
Tabla 21 Data Total con capping 117
Tabla 22 Promedio de potencia y leyes de las reservas probadas. 119
Tabla 23 Área reserva probada. 120
Tabla 24 Volumen reserva probada. 121
Tabla 25 Tonelaje reserva probada. 121
Tabla 26 Promedio de potencia y leyes de las reservas probables superior. 123

Tabla 27 Área reserva probable superior. 123
Tabla 28 Volumen reserva probable superior. 124
Tabla 29 Tonelaje reserva probable superior. 124
Tabla 30 Promedio de potencia y leyes de las reservas probables inferior. 124
Tabla 31 Área reserva probable inferior. 125
Tabla 32 Volumen reserva probable inferior. 125
Tabla 33 Tonelaje reserva probable inferior. 126
Tabla 34 Resumen de reservas en veta Faraona. 126

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 *Plano ubicación general proyecto Horizons* 17
Figura 2 *Plano de Propiedad minera* 27
Figura 3 *Veta en mineral* 29
Figura 4 *Muestreo en canales* 30
Figura 5 *Asociación entre resultados de Exploración, Recursos y Reservas minerales.* 39
Figura 6 *Asociación entre resultados de Exploración, Recursos y Reservas minerales.* 42
Figura 7 *Estructuras mineralizadas* 61
Figura 8 *Plano de muestreo Veta Rubí* 68
Figura 9 *Galería Rubí Nv. 360* 70
Figura 10 *Plano de muestreo veta Néstor.* 72
Figura 11 *Galería Néstor.* 75
Figura 12 *Plano de muestreo veta principal.* 77
Figura 13 *Galería principal* 79
Figura 14 *Plano esquemático longitudinal veta Faraona.* 81
Figura 15 *Plano esquemático Frontal veta Faraona.* 82
Figura 16 *Plano general de ubicación de muestras veta Faraona.* 83
Figura 17 *Galería 377 NW* 84
Figura 18 *Galería 372 NW* 85
Figura 19 *Galería 358 NW.* 86
Figura 20 *Galería 337 NW* 87
Figura 21 *Galería 320 NW veta Faraona.* 90
Figura 22 *Galería 318 NW veta Faraona.* 93
Figura 23 *Galería 310 NW veta Faraona* 95
Figura 24 *Galería 377 NW veta Faraona.* 97
Figura 25 *Normal QQPlot* 99

Figura 26 *Histograma de oro* 100
Figura 27 *Dispersión de oro* 101
Figura 28 *Potencias Vs. Ley de Oro* 102
Figura 29 *Boxplot* 103
Figura 30 *Inversa a la distancia al cubo Nv. 310* 105
Figura 31 *Kriging ordinario Nv. 310* 107
Figura 32 *Inversa a la distancia al cubo Nv. 318* 108
Figura 33 *Kriging ordinario Nv. 318* 109
Figura 34 *Inversa a la distancia al cubo Nv.320* 110
Figura 35 *Kriging ordinario Nv. 320* 111
Figura 36 *Inversa a la distancia al cubo Nv.337* 112
Figura 37 *Kriging ordinario Nv. 337* 113
Figura 38 *Inversa a la distancia al cubo Nv.358* 114
Figura 39 *Kriging ordinario Nv. 358* 115
Figura 40 *Reserva de mineral probado.* 118
Figura 41 *Reserva mineral probable.* 122

RESUMEN

La presente investigación de tesis que tiene como título: “Estimación de Reservas en base al Análisis Geoquímico en la Concesión Noelia Primera en el proyecto Horizons, cañete - lima 2023” tuvo como objetivo general identificar las estructuras mineralizadas de la concesión Noelia Primera con la finalidad de evaluar y estimar el tonelaje que contengan reserva de mineral.

En la metodología, la investigación fue de tipo aplicada, de enfoque cuantitativo, de nivel explicativo y de diseño no experimental, observacional con una población conformada por la concesión Noelia Primera y como muestra las estructuras mineralizadas identificadas mediante el mapeo y análisis geoquímico. Se realizaron trabajo de campo y gabinete.

Finalmente, se concluye en el descarte de algunas estructuras mineralizadas por su poca continuidad, bajas leyes o costos de rehabilitación. Así tambien se realizó la selección de una estructura mineral a la cual se desarrolló el análisis geoquímico que permitió verificar la continuidad de zonas anómalas mayores a 15 g/t en los diferentes niveles por medio de los isovalores, que influyó en la clasificación del bloque para el cálculo de reservas. Así mismo se determinó un capping conservador de 37 g/t para realizar el cálculo de reservas.

Palabras claves: Estructuras mineralizadas, geoquímica, cálculo de reservas.

ABSTRACT

The present thesis research whose title is: “Estimation of Reserves based on the Geochemical Analysis in the Noelia Primera Concession in the Horizons project, Cañete - Lima 2023” had the general objective of Identifying the mineralized structures of the Noelia Primera concession with the purpose to evaluate and estimate the tonnage containing mineral reserves.

The research methodology was applied, quantitative, explanatory, and non-experimental, with an observational design. The population consisted of the Noelia Primera mining concession, and the sample comprised the mineralized structures identified through mapping and geochemical analysis. Both fieldwork and office work were conducted.

Finally, some mineralized structures were discarded due to their lack of continuity, low grades, or rehabilitation costs. A mineralized structure was also selected for geochemical analysis, which verified the continuity of anomalous zones exceeding 15 g/t at different levels using isovalues. This influenced the block's classification for reserve calculations. A conservative capping of 37 g/t was also determined for the reserve calculations.

Keywords: targets, mineralized structure, geochemistry, block estimation, costs.

INTRODUCCIÓN

Minera Horizons es un proyecto que se encuentran ubicadas en el departamento de Lima, provincia de Cañete distrito de Quilmaná al suroeste del cuadrángulo de Lunahuaná, a la fecha tiene tres concesiones mineras con un área total de 1000 Has, para el presente estudio de investigación se evaluará específicamente la concesión Noelia Primera con un área total de 200 Has. en dicha concesión se tienen identificadas un conjunto de estructuras mineralizadas que en conjunto tienen un rumbo promedio de Norte-Sur con buzamientos de 60° a 75° al Este, algunas de estas vetas han sido exploradas y explotadas antiguamente por distintos propietarios; en el presente estudio se realizará una estimación de reservas de las estructuras mineralizadas identificadas dentro del área circunscrita en la concesión, cuales son veta Faraona, Rubí, Néstor y Principal, a fin de determinar el potencial económico y justificar a las gerencias proyectos de inversión a mediano plazo en los mejores targets evaluados.

Metalogenéticamente, el yacimiento se encuentra dentro de la octava zona de los depósitos de Cu-Fe-Au del Cretácico (CFE-IOCG). Los depósitos circundantes incluyen las minas Condestable y Hulk, entre otras. Estos depósitos se encuentran principalmente en rocas intrusivas correspondientes al batolito costero.

El estudio incluye una fase analítica, que inicialmente consiste en la recopilación y revisión de los datos existentes, y posteriormente en la actualización

y generación de la base de datos histórica tras convertir el datum original PSAD '56 a coordenadas UTM WGS '84.

En la etapa de trabajos de campo, se desarrolló mapeo geológico - estructural, de las estructuras mineralizadas que forman parte del proyecto Horizons. Se realizaron trincheras para facilitar el mapeo y muestreo geoquímico respectivamente.

Finalmente se completa el estudio con una etapa interpretativa, en la cual se concluirá con la elección de las mejores estructuras, que justifique motivar al accionista a realizar un proyecto de inversión.

CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES

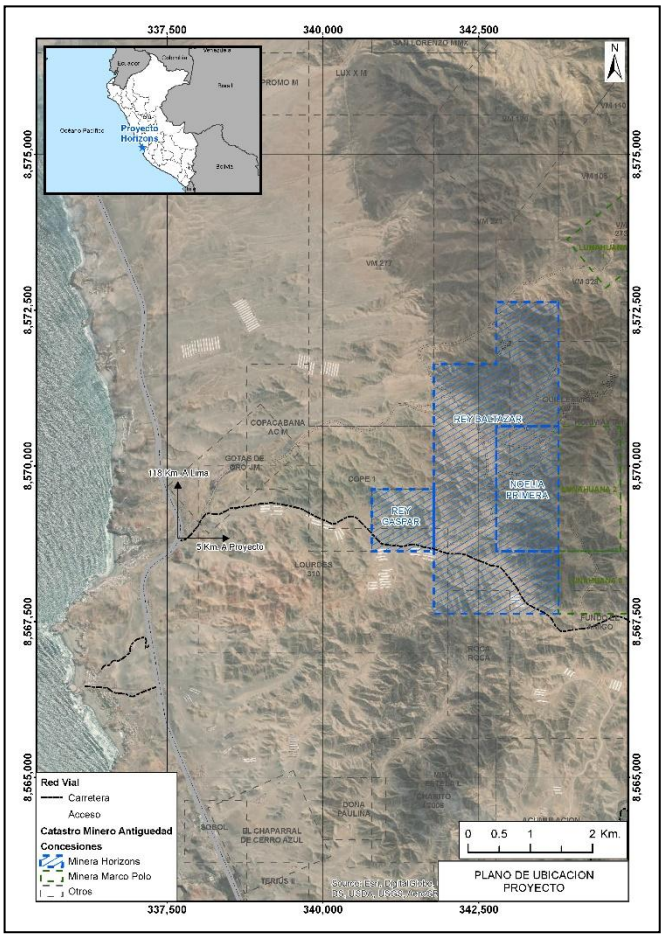
1.1. Ubicación y Accesibilidad

1.1.1. Ubicación

La propiedad minera se ubica geográficamente en el distrito de Quilmaná, provincia de Cañete, departamento de Lima a 150 msnm.

Figura 1

Plano ubicación general proyecto Horizons



Nota: Elaboración propia

1.1.2. Accesibilidad

La vía principal de acceso desde el departamento de Lima es por la Panamericana Sur hasta el Ingreso o desvió al distrito Quilmaná, para luego ingresar por trocha afirmada hacia el centro del proyecto, con una distancia aproximada a la zona de estudio de 127 kilómetros.

Tabla 1

Acceso al proyecto Horizons

Rutas	Condición de la vía	Distancia	Tiempo
Lima – Cruce Quilmaná.	Asfaltada	115 km	1 h 40 min.
Cruce Quilmaná – Ingreso a pullas.	Asfaltada	10	15 min.
Ingreso a Pullas - Centro del Proyecto	Trocha afirmada.	2	10 min.

Nota: Elaboración propia

1.2. Clima

El clima de la zona de estudio tiene el clima de la costa, se caracteriza por tener a un clima muy seco y semi-cálido, su temperatura promedio entre de 19 y 27 °C normalmente (La cruz, 2022).

1.3. Relieve

El relieve en la zona de estudio presenta relieve moderadamente accidentado característico paisajes de la costa, con una altitud que va desde 200 a 500 msnm, con una pendiente entre 2 a 3% N – S (La cruz, 2022).

1.4. Temperatura

En la zona de estudio en tiempo de verano se tiene una temperatura entre 24 grados centígrados a más y en invierno entre los 14 y 20 grados centígrados. Así mismo estación de invierno la humedad relativa es de 87 porciento en promedio mensual y en verano es 81 porciento (La cruz, 2022).

1.5. Precipitación

Presenta humedad que varía desde los 79% en verano, hasta los 85 % en invierno, con una precipitación media anual de 72 mm, siendo las mayores precipitaciones en los meses de invierno (La cruz, 2022).

1.6. Recurso Hídrico

Es de carácter superficial, el proyecto de investigación se encuentra dentro de las cuencas del rio Cañete y rio de Omas (Asia), quien pertenece a la región hidrográfica del pacifico (Autoridad Nacional del Agua – ANA, 2014).

1.7. Flora

Es muy diversa, en la parte alta de las lomas donde existe vegetación típica de la costa, se puede encontrar el cactus gigantón y pastos pequeños (Autoridad Nacional del Agua – ANA, 2014).

1.8. Fauna

Encontramos una gran variedad de aves en las zonas altas, en esta zona se encuentran granjas de aves de corral para el consumo humano. También, presenta ganado ovino, vacuno y porcino criados para consumo humano (Autoridad Nacional del Agua – ANA, 2014).

CAPITULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Descripción de la realidad problemática

La minería peruana a nivel nacional tiene gran potencial de materias primas en toda su extensión, Sucre (2019) el requerimiento de materia primas va impulsada en el mundo por el crecimiento constante poblacional y la introducción de materias primas están los minerales metálicos y no metálicos que tiene diferentes usos industriales. Es por ello que el presente proyecto se trata de determinar reservas de minerales mediante el análisis geoquímico.

Por esta razón, el muestreo geoquímico y las técnicas analíticas son cruciales para el presente estudio, ya que son cruciales para la selección de estructuras con reservas minerales. Además, es necesario destacar la estimación de reservas basada en análisis geoquímicos en la concesión Noelia Primera del Proyecto Horizons.

2.2. Formulación del Problema

2.2.1. Problema General

¿Cuántas son las reservas en base al análisis geoquímico en la concesión Noelia primera en el proyecto Horizons cañete - lima 2023?

2.2.2. Problemas Específicos

- ¿Se puede determinar la concentración y distribución del elemento de interés en base al análisis geoquímico de las vetas en la concesión Noelia Primera en el proyecto Horizons, Cañete - Lima 2023?

- ¿Cuánto incide el análisis geoquímico en el cálculo de reservas en la concesión Noelia Primera en el proyecto Horizons, Cañete - Lima 2023?

2.3. Justificación e importancia de la investigación

El presente estudio de tesis se justifica de manera práctica porque al realizar el análisis geoquímico de las estructuras este tendrá un efecto directo en la estimación del tonelaje con contenido de mineral aurífero, a la vez permitirá elegir la mejor o las mejores estructuras que motiven a los accionistas a realizar futuras inversiones y el desarrollo de operaciones mineras con rentabilidad económica, considerando también la alta cotización coyuntural de los precios de Au y Cu en el mercado mundial.

2.4. Objetivos de la Investigación

2.4.1. Objetivo general

Calcular las reservas en base al análisis geoquímico en la concesión Noelia Primera en el proyecto Horizons, Cañete - Lima 2023.

2.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la concentración y distribución del elemento de interés en base al análisis geoquímico de las vetas en la concesión Noelia Primera en el proyecto Horizons, Cañete - Lima 2023.
- Determinar si el análisis geoquímico incide en el cálculo de reservas en la concesión Noelia Primera en el proyecto Horizons, Cañete - Lima 2023.

2.5. Hipótesis

2.5.1. Hipótesis General

- El análisis geoquímico permite calcular de manera confiable las reservas minerales en la concesión Noelia Primera del proyecto Horizons, Cañete – Lima 2023..

2.5.2. Hipótesis Especificas

- La concentración y distribución del elemento de interés se obtiene en base al análisis geoquímico de las vetas en la concesión Noelia Primera en el proyecto Horizons, Cañete - Lima 2023.
- El análisis geoquímico incide en el cálculo de reservas en la concesión Noelia Primera en el proyecto Horizons, Cañete - Lima 2023.

2.6. Variables e Indicadores

2.6.1. Variables

Variable independiente

- X: Análisis geoquímico.

Variable dependiente

- Y: Estimación de reservas.

2.6.2. Indicadores

Se consideran dos indicadores variables independiente y tres indicadores para la variable dependiente.

2.7. Operacionalización de Variables

Tabla 2

Matriz de operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Unidad de medida	Tipo de variable
Independiente (X): Análisis geoquímico	Concentración del elemento de interés	Ley promedio (Au, Ag, Pb, Zn, etc.)	g/t	Continua
	Comportamiento estadístico	Percentiles (P10, P50, P90), media geométrica, CV	—	Continua
	Calidad de datos	Densidad de muestreo, número de muestras por bloque	n / muestras/ha	Continua
Dependiente (Y): Estimación de reservas	Reservas probadas	Tonelaje de mineral (probadas)	Tn	Continua
	Reservas probables	Tonelaje de mineral (probables)	Tn	Continua
	Recursos potenciales	Tonelaje de mineral (recursos)	Tn	Continua
	Calidad del mineral	Ley promedio asociada	g/t	Continua
Variable de control (Z): Geometría y estructura de vetas	Continuidad y extensión	Longitud y potencia de veta	m	Continua
	Orientación estructural	Rumbo y buzamiento	grados	Continua
	Intersecciones estructurales	Densidad de fracturas o zonas de cruce	%	Continua

Nota: Elaboración propia.

En la Tabla 2 de la presente investigación que es la matriz de operacionalización de variables del estudio se observa que la variable independiente corresponde al Análisis geoquímico, la cual tiene como finalidad el de cuantificar la concentración de elementos metálicos de interés mediante indicadores estadísticos representativos como leyes, percentiles y parámetros de capping.

La variable dependiente es la estimación de reservas, la cual se expresada en tonelaje y ley promedio de la veta con contenido de minerales para este caso mineral aurífero, la cual depende directamente de la información geoquímica obtenida en el campo y procesada en gabinete.

Adicionalmente, se considera una variable de control la cual tiene como Geometría y estructura de vetas, que incorpora los parámetros geométricos como son la longitud, potencia, rumbo y buzamiento de la estructura mineralizada en la zona de estudio que es la concesión Noelia primera del proyecto minero Horizons.

CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de la Investigación.

A inicios del presente siglo las actuales propiedades mineras de Minera Horizons, pertenecieron a la Cía. Minera Cerro Azul, propiedad de Carlos Emilio Rospigliosi, esta empresa inició la explotación de vetas angostas constituida por mineralización de óxidos con menas de Au-Cu en ganga de cuarzo y óxidos de hierro, principalmente Hematita. En el año 2002 la Compañía Minera Cerro Azul, firmó un contrato de cesión de derechos mineros con la Compañía Minera Cobre RR S.A. por 7 años, alcanzando una producción del orden de 1 tonelada/día con Ley promedio de 1 Onz-Au/Ton. La misma que no arrojaba ganancias (J. La Cruz, 2000); en ese mismo año, la Compañía Minera Balaclava evaluó las vetas auríferas de la unidad minera y propuso un acuerdo para inyectar capital y reestructurar las operaciones de la unidad minera, centrando su interés en la explotación de las vetas Alfa y Faraona, esta última sin explotar a la fecha.

Minera Horizons S.A.C. reinicia la explotación formal de las vetas auríferas de la unidad Minera el año 2010, simultáneamente a los trabajos de explotación se realizaron diversos estudios y visitas técnicas, a cuyos reportes internos hemos tenido acceso en el presente trabajo, en dichos reportes se describen trabajos orientados a la producción, incremento de reservas, así como al reconocimiento y exploración de las vetas reconocidas por los trabajos de cateos y explotación

previos. Las actividades de explotación y producción de la unidad se paralizaron en el año 2014, por agotamiento de recursos accesibles.

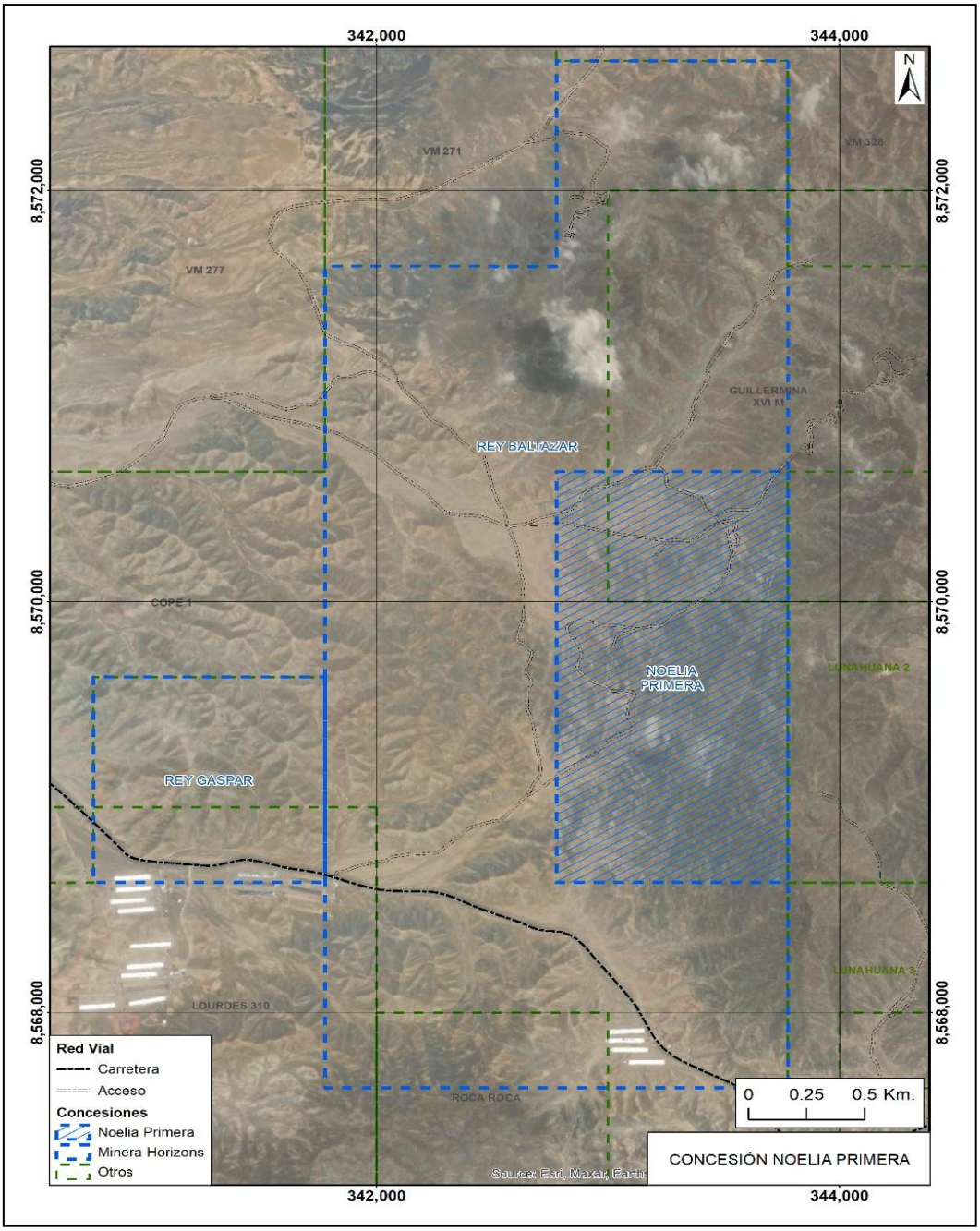
Según Valenzuela y Buendía (2020) realizaron su estudio de investigación titulado Evaluación geológica para el cálculo de reservas y estimación de recursos minerales del prospecto minero Chaupiloma 2007, tuvieron como objetivo calcular las reservas y estimar los recursos minerales. El estudio se basó en métodos científicos aplicados y un diseño descriptivo. La población inicial consistió en el área minera de Chaupiloma y su muestra de la Galería 710 SE – Nv. 443, el afloramiento a ubicado encima de la galería, el resultado de los autores fue un total de reservas preliminares de 106,513. 14 TM frente a un yacimiento con minerales de Cu marginales ya que la mineralización se presentaba de forma diseminada dentro de los cuerpos de cuarzo lechoso, dando posibilidades al yacimiento de ser favorables siempre en cuando las leyes mejoren en profundidad.

3.2. Propiedad Minera

El área del proyecto está cubierta por las concesiones mineras Rey Baltazar (700 Hás), Rey Gaspar (100 Hás) y Noelia Primera (200 Hás); sumando en total 1,000 Hás; todas ellas propiedad de Minera.

Figura 2

Plano de Propiedad minera



Nota: Elaboración propia.

3.3. Bases Teóricas

3.3.1. Prospección

Consiste en buscar yacimientos minerales. Se basa en que la composición de la materia de la corteza terrestre varía en las proximidades del yacimiento. Se aplican diversas técnicas geoquímicas para determinar los parámetros geoquímicos. La evaluación de los yacimientos se realiza mediante campañas sistemáticas de muestreo geoquímico en rocas o suelos, seguidas del análisis de las muestras en el laboratorio (LLamoca, 2022).

3.3.2. Geoquímica

La geoquímica se encarga del estudio en referente a la evolución, origen y distribución de los elementos que constituyen la corteza terrestre y se presentan en forma de mineral dentro de los diferentes tipos de roca, también los seres vivos, el agua y en la atmósfera los contienen. Tiene como finalidad determinar las cantidades que existen en la naturaleza por técnicas de análisis, que sirve para hallar el origen, edad y estructura de la Tierra. (Ingeoexpert, 2021).

3.3.3. Mineralogía

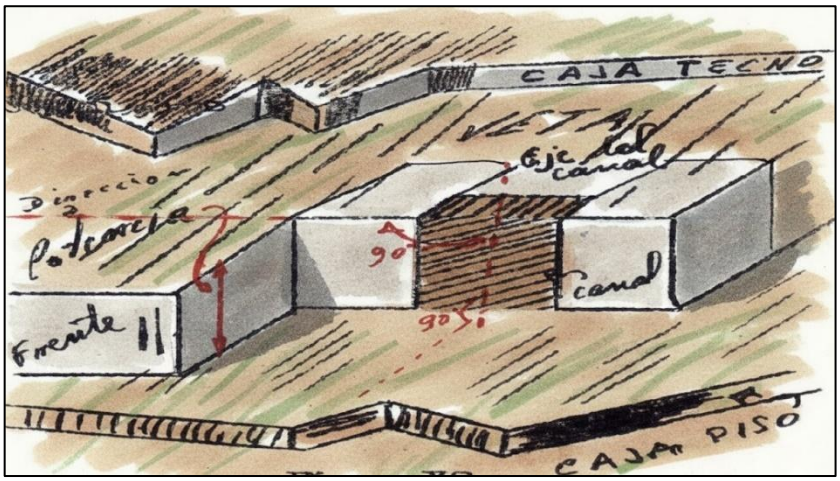
La mineralogía se centra en el estudio de minerales en términos de origen, composición química, estructura cristalina y propiedades físicas, así mismo los identifica y clasifica aportando información para aplicaciones geológicas, ambientales e industriales. (Leiva, 2024).

3.3.4. Veta

Es una formación de mineral que se presenta cuando los minerales se precipitan y rellenan una fractura o fisura en la roca huésped. Las vetas son importantes porque pueden concentrar minerales valiosos y son a menudo objetivos de exploración y explotación minera. (Stephen, 2020).

Figura 3

Veta en mineral



Nota: Tomado de Stephen, (2020).

3.3.5. Muestreo en Canales

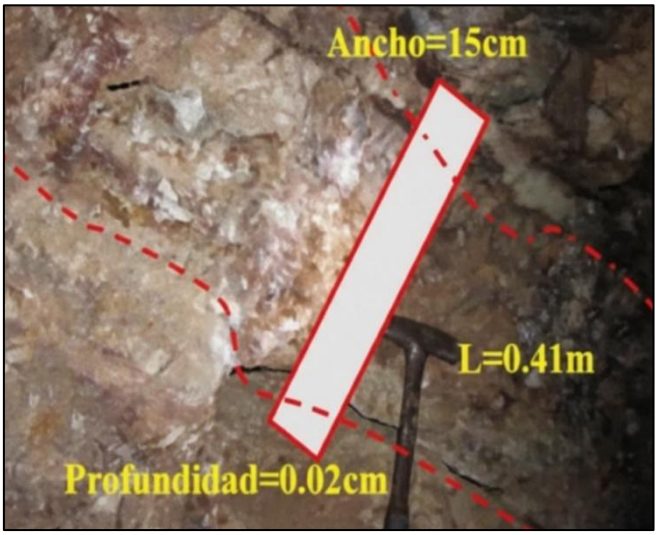
También se le conoce como muestreo de surcos, es el método más usado en la exploración y prospección geológica. En este método, la muestra se toma de un corte o surco rectangular de una longitud específica. El muestreo se realiza con un cincel y una palanca. Idealmente, el canal se marca con una cuchilla de diamante y la muestra se toma con un cincel y una palanca. El corte que se realiza debe ser

perpendicular a la estructura mineral ya sea veta, vetilla o manto. Por lo tanto, la recomendación es marcar la dirección y la longitud de la estructura con contenido de mineral para luego ejecutar el canal. Se requiere un peso aproximado de 3 kilogramos.

Este tipo de muestreo se utilizó para las vetas en el área prospectiva (LLamoca, 2022).

Figura 4

Muestreo en canales



Nota: Elaboración propia.

3.3.6. Trinchera

se realiza mediante una excavación en la que se abren zanjas perpendiculares al eje principal de la estructura para exponer capas de roca para investigaciones geológicas. (Blas & Damián, 2021).

3.3.7. Isovalores

Los isovalores son el estudio de las concentraciones elementales que ilustran a los geólogos mineros los posibles canales a través de los cuales se han extruido y transportado las soluciones mineralizadas. En la actualidad las compañías mineras ejecutan estos estudios para realizar el modelo geológico de sus yacimientos y comprender la dirección del paso del fluido mineralizante. Los isovalores son secciones transversales que pueden utilizarse para estudiar la movilidad y la deposición de diversos elementos.

3.3.8. Concentración promedio de elementos en la corteza terrestre

La concentración media de elementos químicos en la corteza terrestre se expresa habitualmente en ppm (partes por millón) o porcentaje en peso. Este valor sirve de referencia para comparar muestras de rocas o minerales. La distribución de elementos en la corteza terrestre no es homogénea; sin embargo, este valor medio sirve de base para cálculos como el factor de Clark o la determinación de anomalías geoquímicas (Rollinson, 2007).

3.3.9. Clarke

El valor Clarke es la concentración media de un elemento químico en la corteza terrestre, conocido como abundancia normal, expresada en porcentaje en peso o en partes por millón. Este valor lo propuso Frank Wigglesworth Clarke a finales del siglo XIX. En geoquímica, es una herramienta fundamental para calcular

factores de enriquecimiento y para interpretar anomalías geoquímicas en prospección minera (Levinson, 1974).

Tabla 3

Contenido normal de elementos químicos la corteza terrestre

Elemento	Símbolo	Abundancia (ppm)	Elemento	Símbolo	Abundancia (ppm)
Bromo	Br	1,8	Mercurio	Hg	0,02
Cadmio	Cd	0,1	Molibdeno	Mo	1,5
Calcio	Ca	33 000	Niobio	Nb	20
Carbono	C	230	Níquel	Ni	75
Cerio	Ce	81	Oro	Au	0,003
Cesio	Cs	3	Oxígeno	O	473 000
Cinc	Zn	2	Paladio	Pd	0,01
Circonio	Zr	150	Plata	Ag	0,05
Cloro	Cl	130	Platino	Pt	0,0005
Cobalto	Co	25	Plomo	Pb	10
Cobre	Cu	50	Potasio	K	25 000
Cromo	Cr	100	Renio	Re	0,0006
Escandio	Sc	13	Rubidio	Rb	150
Estaño	Sn	80	Selenio	Se	0,1
Estroncio	Sr	300	Silicio	Si	291 000
Flúor	F	600	Sodio	Na	25 000
Fósforo	P	900	Talio	Tl	0,45
Galio	Ga	26	Tantalio	Ta	2
Germanio	Ge	2	Telurio	Te	0,002
Hafnio	Hf	3	Titanio	Ti	4 400
Hierro	Fe	46 500	Torio	Th	10
Indio	In	0,1	Uranio	U	2,5
Lantano	La	25	Vanadio	V	150
Litio	Li	30	Volframio	W	1
Magnesio	Mg	17 000	Yodo	I	0,15
Manganeso	Mn	1 000	—	—	—

Nota: Tomado de ROSE et al. (1979).

3.3.10. Factor de enriquecimiento

El factor de enriquecimiento es un índice geoquímico que expresa el grado en que la concentración de un elemento en una muestra excede su abundancia media en la corteza terrestre (valor de Clarke). Su cálculo es la relación entre la ley (ley de corte) y el valor de referencia Clarke para ese elemento. (Levinson, 1974).

$$F.E. = \frac{Ley\ de\ corte}{Clarke}$$

Donde:

F.E. = Factor de Enriquecimiento

Ley de corte: Es la ley mínima económica para explotar un mineral para este estudio en g/t de oro.

Clarke: Es la abundancia promedio de un elemento en la corteza terrestre para este estudio el mineral de oro

3.3.11. Anomalía Geoquímico

Es una desviación de la disposición geoquímica normal correspondiente a un entorno determinado. Se representa mediante datos numéricos que permiten distinguirlos de otro grupo más amplio. Ésta se detecta, al tener encontrarse un desvío significativo de este fondo. Estrictamente hablando, un depósito mineral, como fenómeno raro y anómalo, es en sí mismo una anomalía geoquímica. (Griem-Klee, 2016)

3.3.12. Métodos de interpolación

Los métodos de interpolación son procedimientos matemáticos que permiten estimar valores desconocidos dentro de un conjunto de datos espaciales conocidos, siendo fundamentales en la estimación de reservas minerales. Entre los métodos más empleados se encuentran el de inverso de la distancia al cuadrado (IDW), krigeado ordinario, cada uno con diferentes niveles de precisión y complejidad según la naturaleza del depósito. Estos métodos permiten representar de manera continua la distribución de leyes metálicas, facilitando la toma de decisiones en exploración y planificación minera. (Isaaks & Srivastava, 1989).

El método del krigeado es considerado uno de los más robustos debido a que incorpora la estructura de variabilidad espacial mediante el análisis geoestadístico, lo cual permite generar modelos más confiables de distribución de leyes. Además, reduce la incertidumbre al estimar el error asociado a cada bloque o punto estimado, siendo ampliamente utilizado en minería moderna. (Journel & Huijbregts, 1978).

3.3.12.1. Kriging

Es una técnica de interpolación que permite estimar valores desconocidos en ubicaciones específicas a partir de los datos próximos. Se caracteriza por producir predicciones sin sesgo y con varianza mínima. Para ello, se utiliza la siguiente formulación matemática del Kriging Ordinario, presentada por Mesić (2016).

$$\hat{Z}(so) = \sum_{i=1}^{N} \lambda_i . Z(S_I)$$

Donde:

$Z\ (S_I)$= El valor medido en la ubicación i

λ_i= Una ponderación desconocida para el valor medido en la ubicación

SO = La ubicación de la predicción

N = La cantidad de valores medidos

3.3.12.2. Inverso a la distancia

Este es un método tradicional para estimar menas. Consiste en aplicar un factor de ponderación a cada muestra que rodea el centro de un bloque mineral. Este factor de ponderación es el inverso de la distancia entre cada muestra y el centro del bloque y suele oscilar entre 1 y 3 (Olortegui, 2021). Formula inverso a la distancia:

$$Z^*(x) = \sum_{i=1}^{N} (li * \lambda i)$$

Donde:

$Z^*(x)$ = Depende de li y tambien de λi

li =Es independiente, variable conocida.

λi = Depende de “di”

3.3.14. Ley de Mineral

La ley de mineral representa la concentración de un elemento económico (por ejemplo, plata, plomo o zinc) dentro del mineral extraído, expresada generalmente en porcentaje (%) o gramos por tonelada (g/t). Esta medida es crucial para determinar la rentabilidad de un depósito y definir los límites de corte económico. Una ley alta indica una concentración superior al promedio que justifica una explotación inmediata, mientras que una ley baja requiere mayor volumen o reducción de costos para ser rentable. (Hustrulid, 2001).

El análisis y control de leyes permite identificar zonas de enriquecimiento o empobrecimiento dentro del cuerpo mineralizado. Las variaciones de ley en un depósito suelen relacionarse con factores geológicos como la permeabilidad de la roca, la temperatura de los fluidos mineralizantes o la estructura tectónica que controla la mineralización. (Bateman & Jensen, 1981).

3.3.14. Outliers (Valores Atípicos)

Los outliers o valores atípicos son observaciones que difieren significativamente del resto de los datos y pueden alterar los resultados de estimación si no se tratan adecuadamente. En geología económica, estos valores pueden representar tanto errores analíticos como zonas de mineralización excepcionalmente alta. Por ello, es esencial analizarlos para decidir si deben excluirse o ponderarse en la modelización geoquímica. (David, 1977).

El tratamiento de outliers implica el uso de técnicas estadísticas como la transformación logarítmica o el recorte de valores extremos. Esto permite estabilizar la variabilidad de los datos y evitar sesgos en la interpolación o en la estimación de reservas. (Rossi & Deutsch, 2014).

3.3.15. Clavos de Mineralización

Los clavos de mineralización son zonas dentro de una veta o cuerpo mineralizado donde las leyes metálicas alcanzan valores significativamente superiores al promedio. Estas concentraciones suelen originarse por variaciones estructurales o cambios en las condiciones fisicoquímicas de los fluidos mineralizantes, como la temperatura o el pH. La identificación de clavos es fundamental para la planificación minera, pues concentran gran parte del valor económico del yacimiento. (Sillitoe, 2010).

El estudio de los clavos se apoya en la cartografía estructural, análisis de leyes y muestreos detallados a lo largo de las vetas. Su reconocimiento permite definir zonas de alta productividad y orientar futuros trabajos de exploración. (Guilbert & Park, 2007).

3.3.16. Capping

Consiste en disminuir los valores considerados atípicos elevados, ayuda a que estos no influyan o distorsione la estimación. (Buscaglione, 2016).

3.3.17. Análisis Geoquímico

El análisis geoquímico es una herramienta esencial para determinar la composición química de las rocas y minerales, identificando elementos traza y asociaciones metálicas que ayudan a comprender la génesis del depósito. En exploración minera, este análisis permite delimitar zonas anómalas y establecer la distribución espacial de los metales de interés. (Rose, Hawkes & Webb, 1979).

El uso de métodos geoquímicos modernos, como la espectrometría de absorción atómica (AAS) o la fluorescencia de rayos X (XRF), ha permitido obtener resultados precisos y confiables sobre la concentración de metales. Estos datos son la base para elaborar mapas de isovalores, determinar relaciones metal-metal y realizar inferencias sobre el flujo de soluciones mineralizantes. (Govett, 1983).

3.3.18. Recurso Mineral

Se entiende como la concentración del material de interés económico que está presente en la corteza de la tierra, en cantidades que tengan una significativa probabilidad razonable de ser extraídas económicamente rentable.

El volumen, ley, características geológicas, ubicación y la continuidad de un recurso mineral se determinan basándose en evidencia y conocimiento detallado geológico específico.

Los Recursos Minerales se dividen de acuerdo a la confianza del conocimiento geológico, estas categorías son llamados; Inferidos, Indicados y medidos. (Blas & Damián, 2021).

3.3.19. Reserva Mineral

La reserva de mineral es una parte explotable de un recurso mineral con valor económico, ya sea medido o indicado; incluyendo la dilución del material y considerando las pérdidas asociadas que puedan suceder en la extracción del material. Así mismo se efectúan las evaluaciones necesarias donde se incluyen estudios como los de factibilidad considerando ajustes por factores razonablemente de orden metalúrgico, económico, de mercado, legal, ambiental y social. Estas reservas se subdividen en orden ascendente a certeza en Reservas Probables y Reservas Probadas. (Blas & Damián, 2021).

Figura 5

Asociación entre resultados de Exploración, Recursos y Reservas minerales.



Nota: código JORC.

3.3.19. Reserva probada

Es la fracción más económica que se explota en un Recurso Mineral Medido. Incluye la dilución y pérdidas posibles cuando se extrae el material y se realizan cálculos apropiados que pueden apoyarse en estudios de factibilidad y

tienen en cuenta aspectos técnicos metalúrgicos, mineros, económicos, legales, de mercado, sociales, ambientales e institucionales. En la presentación de un informe, estos cálculos demuestran que la explotación de esta fracción puede ser justificada de manera razonable. (BVL – Venture Exchange, 2012).

3.3.20. Reserva Probable

Es la parte explotable de un Recurso Mineral Indicado, y en ocasiones de un Recurso Mineral Medido. Considera la dilución de material y tolerancias de pérdidas que pueden ocurrir durante la extracción, y que se han realizado cálculos apropiados donde pueden incluir estudios de factibilidad y consideran factores mineros, metalúrgicos, económicos, de mercado, legales, ambientales, sociales y gubernamentales. Cuando se presenta el informe estos cálculos demuestran que la extracción podría justificarse.

En grado de confianzas una Reserva Probable es menor a una reserva probada (BVL – Venture Exchange, 2012).

3.3.21. Normas de cubicación

Al incluir información sobre reservas de mineral en un informe público, la empresa debe incluir la documentación preparada por personal cualificado. Tras dicha divulgación, dicho personal debe otorgar a la empresa su consentimiento por escrito para incluir los datos obtenidos en el informe público, en el mismo formato y contexto en que aparecen en dicho informe.

La estimación de reservas minerales suele ser un trabajo en equipo, involucrado en la recopilación de data y otro equipo involucrado en el proceso de la estimación.

El actual cálculo para las reservas se realiza para toda mina, y a continuación se detalla:

• Muestreo sistemático.

• Corrección de leyes: erráticos, error de muestreo.

• Dilución de las leyes: anchos muestras, anchos mínimos a explotar, tipos de cajas, sistemas de explotación.

• Dimensionar bloques de mineral: criterio geológico y geométrico.

• Clasificación de reservas minerales: seguridad, accesibilidad, valor.

• Determinar reservas de minerales.

Para determinar tonelaje de las reservas, se realiza el cálculo mediante el muestreo, el cual se representa en planos a diversas escalas. Estos planos de muestreo se crean a partir de túneles y afloramientos. El muestreo subterráneo se realiza sistemáticamente; estos puntos se toman a lo largo de toda la estructura, obteniendo muestras con una composición representativa.

Al realizar el muestreo sobre una veta uniforme en potencia como en ley, determina que el ensayo tenga una mínima variación, y se comprueba con la ejecución de muestras.

a) Terminología para presentar informes

Los informes públicos sobre reservas de Mena deberán utilizar solamente los términos establecidos en la Figura 6.

Figura 6

Asociación entre resultados de Exploración, Recursos y Reservas minerales.



Nota: código JORC

La Figura 6 describe el marco para clasificar las estimaciones de tonelaje y ley de metales, reflejando diversos grados de confianza, ya sea geológica, de evaluación técnica y/o económica. La estimación de reservas de mineral puede ser ejecutado por un geólogo con base en información geo científica y con aportes que dan otras disciplinas. Las reservas de mineral, un subconjunto modificado de los recursos minerales indicados y medidos (mostradas en líneas discontinuas en la Figura 6), necesitan la consideración de factores que afecten la recuperación, incluyendo factores mineros, económicos, metalúrgico, ambientales, de mercado, legales, sociales y regulatorios. En la mayoría de los casos, su estimación requiere la participación de múltiples disciplinas.

- Los informes públicos sobre recursos minerales o reservas de mena deben incluir una descripción del tipo de yacimiento y su mineralización.

- Las empresas deben divulgar información relevante sobre el estado y las características de un yacimiento mineral que pueda afectar significativamente su valor económico. Cualquier cambio significativo en sus recursos minerales o reservas de mena debe notificarse con prontitud.
- Las empresas deben revisar e informar públicamente sobre sus recursos minerales y reservas de mena anualmente.
- A lo largo del Código, "ley" puede sustituirse por "contenido" y "volumen" por "tonelaje" cuando corresponda. Las estimaciones de reservas de mena no son cálculos precisos, y el tonelaje y el contenido de metal en los informes públicos deben reportarse de forma que reflejen el orden de precisión de las estimaciones, redondeando a la cifra significativa más cercana.

La disposición de los criterios de la Tabla 4 muestra un enfoque sistemático habitual para la exploración y la evaluación.

Tabla 4

Presentación de informes sobre los resultados de la exploración.

PRESENTACIÓN DE INFORMES SOBRE LOS RESULTADOS DE LA EXPLORACIÓN ***(los criterios enumerados en el listado anterior se aplican también a este grupo)***	
Situación de la titulación y tenencia de tierras	Se proporciona información sobre el tipo, nombre o número de código, ubicación y titulación de los derechos mineros, incluyendo acuerdos o asuntos relevantes con terceros, como joint ventures, sociedades, derechos y regalías importantes, así como intereses de título originario. Asimismo, se consideran restricciones relacionadas con lugares históricos, zonas inhóspitas, parques nacionales o áreas ambientales. Además, se evalúa la seguridad de la tenencia en el momento de la preparación del informe, junto con cualquier impedimento conocido para obtener una licencia de operación en la zona.
Exploración efectuada por otros	Reconocimiento y evaluación de la exploración efectuada por terceros.
Geología	Tipo de depósito o yacimiento mineral, mineralización y su estilo, geología del depósito o yacimiento
Métodos de agregación de datos	Al informar los resultados de la exploración, es fundamental declarar las técnicas utilizadas, tales como promedios ponderados, cercenamiento o truncamiento de contenidos metálicos máximos o mínimos, así como los cortes de contenido metálico. Asimismo, cuando los tramos agregados incluyen pequeños segmentos de alto contenido metálico combinados con tramos más largos de bajo contenido, se debe especificar el procedimiento aplicado para dicha agregación y presentar ejemplos representativos. Además, es necesario manifestar claramente los supuestos empleados en cualquier cálculo o informe de valores de metal equivalente.
Relación entre potencias de la mineralización y longitud	Estas relaciones resultan especialmente importantes al presentar informes sobre los resultados de exploración. En caso de conocerse la geometría del yacimiento en relación con el ángulo de sondaje, se debe informar sobre su naturaleza. Por el contrario, si no se conoce y únicamente se reporta la longitud del sondaje, esto debe indicarse claramente, por ejemplo, como “longitud del sondaje, anchura verdadera desconocida”.

de intersecciones	
Diagramas	Siempre que sea posible, se deben incluir mapas y secciones, incorporando las escalas correspondientes, y además, se deben presentar tabulaciones de las intersecciones relacionadas con cualquier descubrimiento material que se reporte, siempre que dichos diagramas contribuyan a clarificar el informe de manera significativa.
Presentación de informes equilibrados	Cuando no sea posible presentar un informe completo de todos los resultados de exploración, se debe proporcionar un informe representativo, indicando tanto los contenidos metálicos bajos como los altos de las potencias, con el fin de evitar que los resultados de la exploración se presenten de manera engañosa.
Otros datos sustantivos de la exploración	Se deben reportar todos aquellos datos de exploración que sean significativos y materiales, incluyendo, entre otros, las observaciones geológicas, los resultados de estudios geofísicos y de muestreo geoquímico, así como las características de las muestras en cuanto a volumen, tamaño y método de tratamiento. Además, deben incluirse los resultados de pruebas metalúrgicas y la presencia de sustancias potencialmente nocivas o contaminantes.
Trabajos adicionales	Se debe describir la naturaleza y escala de los trabajos de exploración planificados, incluyendo, por ejemplo, pruebas destinadas a determinar extensiones laterales, estimaciones de profundidad o perforaciones realizadas en un cuadrilátero o malla a gran escala.

Nota: BVL – Venture Exchange. (2012)

Tabla 5

Estimación y presentación de informes sobre reservas de mena

ESTIMACIÓN Y PRESENTACIÓN DE INFORMES SOBRE RESERVAS DE MENA *(los criterios enumerados en el primer grupo, y cuando son relevantes, en otros grupos anteriores, se aplican también a este grupo)*	
Criterio	**Descripción**
Estimación de Recursos Minerales para su conversión a Reservas de Mena	Descripción de la estimación del Recurso Mineral que sirve como fundamento para su conversión a Reserva de Mena; asimismo, se incluye una declaración explícita que precisa si los Recursos Minerales se presentan de manera adicional a las Reservas de Mena o, en su defecto, si se encuentran incorporados dentro de estas.
Contenido metálico de corte o parámetros	Fundamento para definir el contenido metálico de corte o parámetros de calidad, incluyendo, cuando aplica, la base de las fórmulas de metal equivalente, pudiendo expresarse en términos de valor del producto.
Factores de minado o explotación supuestos	Factores considerados para la conversión del Recurso Mineral en Reserva de Mena. Asimismo, se describe la selección, naturaleza y pertinencia del o de los métodos de minado o explotación adoptados, junto con otros parámetros mineros relevantes, incluyendo consideraciones asociadas a la remoción inicial de estéril y aspectos operacionales relacionados. De igual manera, se exponen los supuestos asumidos respecto de los parámetros geotécnicos, tales como los ángulos y dimensiones de los tajos, así como aquellos vinculados al control del contenido metálico y a la perforación previa al inicio de la producción. Además, se presentan los principales supuestos incorporados en el modelo de Recurso Mineral utilizado para la optimización del tajo, cuando ello resulta aplicable, también se consideran los factores de minado como recuperación, el ancho mínimo de explotación empleado y los requerimientos de infraestructura asociados a los métodos de explotación seleccionados.
Factores metalúrgicos o supuestos	Descripción del proceso metalúrgico propuesto y su idoneidad para el tipo de mineralización, indicando además si se trata de una tecnología probada o innovador. Asimismo, se sintetiza la naturaleza, cantidad y representatividad de las pruebas metalúrgicas realizadas, junto con los factores de recuperación considerados. También, se exponen los márgenes aplicados para elementos potencialmente nocivos y,

ESTIMACIÓN Y PRESENTACIÓN DE INFORMES SOBRE RESERVAS DE MENA *(los criterios enumerados en el primer grupo, y cuando son relevantes, en otros grupos anteriores, se aplican también a este grupo)*	
	cuando corresponda, se señala la existencia de ensayos a gran escala o en plantas piloto, precisando en qué medida dichas muestras resultan representativas del yacimiento.
Factores de costos o ganancias	Deriva de los costos operacionales proyectado en relación al capital, así como los supuestos considerados para su estimación y los vinculados a los ingresos, incluyendo el contenido metálico de cabeza, los precios, la tasa de cambio, costos de transporte y tratamiento, además de las penalidades aplicables, entre otros factores. Adicionalmente, se incorporan las consideraciones y márgenes adoptados respecto de las regalías pagaderas al Estado y al sector privado.
Evaluación del mercado	Análisis de la demanda y oferta, considerando el actual stock, así como las tendencias de consumo y factores que podrían influir a futuro. Además, evaluación de clientes y competidores, identificando ventajas y desventajas del producto. Desarrollar pronósticos de precios y volúmenes, sustentados en criterios técnicos y de mercado y para minerales industriales, definición de especificaciones del cliente con pruebas y requisitos de aceptación previos al contrato.
Otros	Evaluación del impacto de riesgos naturales, ambientales, legales, sociales, de mercado, de infraestructura y gubernamentales sobre la viabilidad del proyecto y la estimación de las Reservas de Mena. Además, revisión del estado de los títulos, concesiones, permisos y aprobaciones clave necesarios para el desarrollo del proyecto.
Clasificación	Criterios para clasificar las Reservas de Mena por nivel de confianza, asegurando que reflejen la opinión de la Persona Calificada, e identificación de las Reservas Probadas derivadas de Recursos Medidos.
Auditorías o exámenes	Resultados de cualquier auditoría o examen de las estimaciones de Reservas de Mena.

Nota: BVL – Venture Exchange. (2012**).**

b) Determinación de la ley promedio

Cada bloque tiene una ley, que se calcula dividiendo el total de finos entre el ancho total. La ley de cada bloque también se determina con base en las leyes medidas en las áreas abiertas adyacentes. Esto tiene en cuenta que la ley promedio del bloque depende de la longitud de cada lado, es decir:

$$Ley\ promedia = \sum (L\ x\ ancho\ x\ Ley) / \sum (L\ x\ Ancho)$$

c) Determinación de ancho promedio

La potencia o también llamado ancho de la veta mineralizada no es uniforme. Para determinar el ancho promedio, se suman los anchos medidos y se dividen entre el número de muestras. Para el ancho de cada bloque, se determinan los anchos promedio a lo largo de los bordes y se multiplican por la longitud. La suma de estos productos se divide entre la suma de las distancias dentro de ese bloque., o sea:

$$Potencia\ media = \sum (L\ x\ Ancho) / \sum L$$

d) Determinación del área

El área del bloque se determina aplicando las fórmulas geométricas correspondientes según la forma que presente cada sección. En este caso, los bloques están representados por figuras simples, principalmente trapecios rectángulos y rectángulos; por tanto, para cada bloque se calcula su área utilizando la fórmula geométrica de ellos.

e) Cálculo de volumen

El volumen se determina multiplicando el área de los bloques por el espesor promedio de cada uno. Es importante asegurar una pendiente; los bloques deben

dibujarse a nivel de la veta. De igual manera, los bloques regulares se multiplican uno junto al otro para obtener el área; el volumen de los bloques se calcula con la siguiente fórmula:

Volumen = Área x Promedio de potencia

Al final se conoce el P.E. (peso específico) del mineral, que se obtuvo por medios netamente geológicos, para este caso del Proyecto Horizons desde 2.50, por consiguiente, se calcula el tonelaje del bloque con la siguiente fórmula:

Tonelaje = Volumen x Peso específico.

Analizadas las muestras y calculadas las leyes promedio correspondientes, comienza la fase de estimación de reservas. Lo que implica calcular la cantidad de mineral presente en el yacimiento estudiado con el menor margen errado posible.

f) Métodos clásicos y geométricos para determinar reservas

Estos son los más utilizados y se basan en la interpretación de la diferencia entre dos puntos de muestreo adyacentes, que determina la construcción de bloques geométricos a los que se les asignan valores promedio para la estimación de reservas.

g) Método Geométrico de bloques Regulares

Este método permite dividir el yacimiento en bloques con formas geométricas simples y calcular volúmenes y tonelajes mediante fórmulas básicas. Por su simplicidad y aplicabilidad en cuerpos mineralizados de geometría conocida. (Peters, 1978).

CAPITULO IV. ASPECTO GEOLÓGICO

4.1. Geología Regional

El proyecto Horizontes está ubicado geomorfológicamente en zonas planas correspondiente a la zona costera y zona intermedia, cerros con una altitud que va de los 350 m a 800m. Los objetivos de exploración identificados en el presente estudio están ubicados en rocas ígneas intrusivas del Cretácico que forman la Superunidad Linga del batolito costero, la Formación Marcavilca y la Formación Pucusana (Salazar & Landa 1993).

4.1.1. Geomorfología Regional

El área pertenece geomorfológicamente a la cordillera de la costa y parte de la cordillera occidental. Se tiene la presencia de los ríos Cañete, Omas y Mala; estos recorren en sentido noreste-suroeste, y originan valles angostos hacia la zona andina, y hacia la costa terminan en abanicos aluviales grandes; en la cordillera de la costa, el relieve varía desde los 400 - 2200 metros sobre nivel del mar (Ver anexo 2).

Está conformada la geomorfología por dos grandes unidades: Zona Costera, Zona Intermedia.

4.1.1.1. Zona Costera

Consisten en zonas costeras moderadamente someras, compuestas por grandes abanicos aluviales y zonas de antiguas terrazas marinas. Están orientadas de noroeste a sureste y se caracterizan por acantilados costeros.

4.1.1.2. Zona intermedia

Está formada por la Cordillera de la Costa, con una altitud de 350 m a 1.800 m sobre el nivel del mar. Está compuesta en gran parte por rocas sedimentarias, volcánicas e intrusivas que cortan las rocas precedentes y están cubiertas por rocas de origen volcánico. Esta unidad geomorfológica está disectada por dos grandes ríos, el río Cañete, Omas y el río Mala. Sus aguas generalmente tienen vertientes hacia el oeste. Presenta valles mayoritariamente secos y moderadamente profundos. También tiene un relieve moderadamente variado, con quebradas y valles maduros en ambientes desérticos y pequeñas elevaciones. En su conjunto, esta unidad morfológica tiene una dirección noroeste-sureste y puede distinguirse fácilmente de la zona costera.

4.1.2. Geología Estructural Regional

La evolución andina se refleja en una serie de episodios de cinco pisos estructurales bien definidos, marcados por importantes discordancias de tipo orogénico y epirogénico, evidenciando los distintos momentos de deformación y

levantamiento que han modelado el relieve actual, la zona de estudio se encuentra representada en el segundo episodio estructural.

4.1.2.1. Segundo episodio Estructural - Tectogénesis Moderada seguida por Epirogénesis y Tectónica de Fractura de fines del Cretáceo - Fase Peruana de Steinmann

Abarca terreno cretácico que resulta por la sedimentación de una cuenca epicontinental en proceso de subsidencia. Las variaciones de estratigrafía resultantes se dan en los sectores del este y oeste, debido a la influencia del Umbral Cordillerano Hercínico, que se desarrolla en la Cordillera Oriental y la Cordillera de la Costa. Este episodio geotectónico está asociado a un magmatismo efusivo correspondiente a las facies volcano-sedimentarias del margen occidental de la cuenca epicontinental-nerítica cretácica, que se desarrolló en la franja costera y parte inferior del flanco andino diseccionado y está evidenciado por el Grupo Quilmaná. Teniendo otro episodio que corresponde a la intrusión de plutones en el Cretácico Tardío a Eoceno Medio. (INGEMMET, 1993)

4.1.3. Estratigrafía Regional

Se cree que, en la zona costera, las rocas del basamento y las rocas del Paleozoico Superior se encuentran a una profundidad como extensiones sumergidas de las rocas metamórficas expuestas en las montañas costeras hacia el sur. Porque existe evidencia de que la sedimentación mesozoica que se originó en el macizo

paleozoico al oeste de la costa actual, se proponen las siguientes zonas estratigráficas, de oeste a este:

4.1.3.1. Zona Marginal y Occidental de la Cuenca Mesozoica

- En la base, se encuentran rocas volcano-sedimentarias del Miembro Puente Piedra superior.
- En el centro, se identifica parcialmente una gruesa capa clástica y calcárea, correlacionada con las formaciones del Área de Lima, ya que está perturbada por rocas batolitas intrusivas y cubierta mayormente por material cuaternarios. Por esta razón, las formaciones fueron identificadas de forma local, pero no se han evidenciado regionalmente. Las rocas lutáceas, conocidas como Formación Asia, dominan las llanuras basales, superpuestas al Grupo llamado Morro Solar, compuesto por las Formaciones como son: Marcavilca, Salto del Frayle, La Herradura. y la Formación Pucusana. Por encima se ubican las capas calcáreas correspondiente al Pamplona y Atocongo al norte, así como el Grupo Imperial al sur.
- La parte superior es representada por la serie volcano-sedimentaria de la Formación Chilca y el Grupo Quilmaná.

4.1.3.2. Zona de la Costa

En la región costera, el Grupo Morro Solar aflora en la playa Cerro Colorado y el cerro San Andrés y se extiende hasta Aspitia, donde se evidencia las siguientes formaciones:

4.1.3.2.1. Formación Marcavilca

La base está compuesta por areniscas y cuarcitas de color blanco y gris claro, con puntuales depósitos de pizarra. Por encima de ésta se encuentran gruesas capas de piedra caliza, una intercalación de pizarra, arenisca y cuarcita, en su mayoría de color marrón, y en forma subordinada algunas capas de roca volcánica gris alterada. Esta formación está cubierta superficialmente por depósitos eólicos, pero su espesor se estima en 200 m. Asimismo, en el lado oriental, existe una conexión con la serie clástica, que se presenta como un remanente dentro de las rocas intrusivas del batolito costero, así como con la secuencia de la zona de cuenca en la parte superior del flanco andino occidental. (Salazar & Landa 1993).

4.1.3.3. Parte Baja del Flanco Occidental Andino

El Grupo Morro Solar, aflora en zonas como Omas, Santa Cruz, Pacarán y Zuñiga, está compuesto por tres formaciones: Salto del Fraile, La Herradura y Marcavilca. Estas rocas se formaron durante el Cretáceo Inferior. Los afloramientos muestran areniscas, lutitas y calizas, levemente deformados por fallas e intrusiones

ígneas. Se han encontrado fósiles marinos como ammonites, lo que confirma su origen marino con influencia continental.

4.1.3.3.1. Formación Pucusana

Está compuesta por rocas del tipo sedimentarias y tobas piroclásticas con erupciones puntuales en unidades volcánicas que se tiene afloramiento en Pucusana. La base de esta secuencia no está expuesta, pero se cree que se encuentra bajo el Grupo Solar Morro.

4.1.3.3.2. Grupo Quilmaná

En la base se aprecia una secuencia volcano-sedimentaria en su mayoría de rocas volcánicas en la parte superior, aparentemente con una correlación con el Grupo Imperial. El techo está expuesto y se desconoce su relación con alguna unidad reciente. Aflora en las estribaciones de los andes, cerca de llanuras costeras entre Quilmaná y Chincha. También está presente en la zona baja del lado occidente andino remanente de la intrusión batolítica en el Valle de Omas (La Yesera – San Andrés), Pócoto, la Quebrada de Huatiana y al sureste del Rancho San Juan en el Valle de Chincha. El nombre proviene del cerro Huayaullo, al este del distrito de Quilmaná.

4.1.3.4. Zona de Cobertura Cenozoica

La estratigrafía que se encuentra en esta área es de origen volcánico-sedimentario y está distribuido en la zona costanera.

4.1.3.4.1. Formación Paracas

Aflora en el cerro llamado Candela, en la provincia de San Vicente de Cañete. Está compuesta por arenisca gris, arenisca calcárea parda, arenisca laminada y arenisca verdosa en capas de 3 cm de espesor, alternadas con algunos horizontes de lutita verdosa. Se desconoce su piso, y el techo es parcialmente cubierto por material conglomerados de la Formación litológica Cañete.

4.1.3.4.2. Formación Pocotó

Está constituido por sedimentos continentales y tobas que se encuentran en los cerros al norte y este de la ciudad de Quilmaná, encontrándose la mejor exposición en la zona superior de los flancos del Valle de Pocotó.

4.1.3.4.3. Formación Cañete

Consiste en una serie de conglomerados semi-consolidados con clastos redondeados compuesta de diferentes litologías en una matriz arenoso-limosa con leve presencia de sedimentos arenoso-limosos. Estos se encuentran en una discordancia angular que recubre la Formación Paracas y rocas más antiguas. Esta formación está en el continente y representa los abanicos aluviales más antiguos; su edad se atribuye al Pleistoceno.

4.1.3.5. Depósitos Aluviales

Están representados por los abanicos aluviales de los ríos Chincha, Cañete, Pócoto, Mala, Momas y Chilca, así como por los depósitos aluviales de los arroyos

que desembocan en las llanuras costeras. Generalmente forman una capa continua, ya que los abanicos aluviales están anastomosados y, en ocasiones, tapados por depósitos eólicos.

4.1.3.6. Depósitos Marinos

Consisten en pequeñas terrazas escalonadas que alcanzan hasta 8 m sobre el nivel del mar. En el interior, están cubiertas por depósitos aluviales o asociadas a escarpes costeros aflorantes. En ocasiones, son destruidas por la actividad humana.

4.1.3.7. Depósitos Eólicos

Se encuentran en las llanuras costeras y en las laderas de la parte baja del frente andino occidental, en algunos casos incluso en altitudes de hasta 1.500 m sobre el nivel del mar.

4.1.3.8. Rocas intrusivas

4.1.3.8.1. Super Unidad Linga

Representado por el Plutón Quilmaná, un cuerpo de aproximadamente 14 km de ancho ubicado entre la ciudad de Quilmaná y Punta Lobos-C. Azul. Las litologías más comúnmente identificadas son monzodioritas, que gradúan en menor medida en monzogranitos y granodioritas. Se han encontrado cuerpos de monzogranito adicionales en los cerros de Quilmaná al sur de Coayllo y en la quebrada de Pócoto, 4 km al este de la ciudad de Nueva Roma, así como en los cerros de Cabracancha, Culebrilla y Mirador (más al sur en el cuadrángulo de

Chincha). También se han reconocido rocas de monzogranito a lo largo del margen occidental del batolito. La Superunidad Linga intersecta rocas del Cretácico Inferior y el Grupo Quilmaná, que, con una edad de 134,23 millones de años, se asigna al Cretácico Superior (INGEMMET, 1993).

4.1.4. Metalogénia Regional

La mineralización está asociada a las diversas fases orogénicas del ciclo geotectónico andino, están emplazados en intrusivos del batolito de, como se evidencia en el distrito de Cata en Omas encontrándose mineralización de sulfuros, óxidos de cobre y vetas angostas de oro con óxidos de hierro (Ver anexo 2, Plano Metalogenético).

4.2. Geología Local

La concesión Noelia Primera se encuentra entre pampas de arena y colinas de rocas intrusiva. Emplazado principalmente en el ante-arco de la costa peruana con importante presencia del batolito de la costa.

Se evidencia la ocurrencia de tres eventos tectónicos que afectaron las diversas litologías y también a las estructuras mineralizadas existentes como las vetas angostas con contenido de Oro. (Ver anexo 2, Plano Geológico Local).

4.2.1. Geomorfología Local

Se encuentra en la zona de pampa costanera con presencia de mantos de arena, conforme se recorre hacia el Este se evidencia la transición a la zona

intermedia con cerros con altitudes de 350. A 700m. Presenta colinas y lomadas de Rocas intrusivas y montañas de roca intrusiva.

4.2.2. Geología Estructural Local

Las principales estructuras reconocidas tanto en superficie como en las labores subterráneas, corresponden a dos eventos tectónicos que afectaron las diversas litologías y también a las estructuras mineralizadas, estructuralmente está afectada por sistemas de primer orden (NO-SE) de un segundo orden (NE-SO), así como por sus componentes de distensión (N-S) a los que pertenecerían las estructuras de vetas. (Ver anexo 1, foto geología estructural local).

4.2.3. Litoestratigrafía Local

La concesión Noelia Primera está emplazado en el ante-arco de la costa peruana, caracterizado por eventos intrusivos de carácter regional que en su composición contienen minerales magnéticos principalmente magnetita y Pirrotita; las estructuras mineralizadas (vetas) así como los nuevos targets de exploración reconocidos en el presente estudio, son hospedados por rocas ígneas intrusivas de edad Cretáceo superior que por su composición varían de Monzonita-Tonalita y granodiorita, las cuales conforman la Superunidad Linga del Batolito Costanero, sobre las cuales descansan en discordancia erosional una secuencia de tobas cristalolíticas con estratificación de bajo ángulo al NE, esta zona ha sido instruida

por cuerpos sub-volcánicos andesíticos. Por último, se tiene áreas extensas con cobertura cuaternaria.

4.2.4. Geología económica – Estructuras mineralizadas

El depósito asociado a estas estructuras mineralizadas es un depósito epitermal-mesotérmico, aurífero, de origen hidrotermal, con vetas delgadas, en forma de rosario, de cuarzo, pirita, Fe-Ox, oro y/o carbonato de cobre. Se encuentra en un entorno de rocas intrusivas batolíticas predominantemente costeras, donde la monzodiorita es la roca litológica predominante. En la zona superficial, la presencia de malaquita en las vetas indica que han sufrido un proceso de oxidación supérgena.

4.2.5 Formación de los valores atípicos (outliers)

Los *outliers* o valores atípicos son observaciones que se alejan significativamente del patrón general de un conjunto de datos. Su presencia puede distorsionar los resultados estadísticos y afectar la interpretación de los análisis. Estos valores pueden originarse por diversas causas, entre las que destacan los errores de medición o registro, la variabilidad natural del proceso estudiado y la existencia de subpoblaciones con comportamientos distintos. En estudios geológicos o mineros, los *outliers* suelen deberse a variaciones abruptas en las leyes de mineralización, cambios litológicos, fallas estructurales o concentraciones localizadas de metales preciosos. Por ello, es fundamental identificarlos mediante herramientas estadísticas, como los diagramas de caja, el rango intercuartílico o los

análisis de desviación estándar, para decidir si deben ser corregidos, eliminados o considerados como parte de la variabilidad natural del yacimiento (Montgomery & Runger, 2014).

Figura 7

Estructuras mineralizadas



Nota: Elaboración propia.

En la figura 7 se observa en la parte superior izquierda, la veta Rubí, Néstor, Principal y Faraona, estas vetas mineralógicamente tienen como composición común Cuarzo con Óxidos de Hierro y pirita diseminada con oro.

CAPÍTULO V. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología empleada consiste en las siguientes fases:

5.1. Tipo de la Investigación

Según Tamayo y Tamayo (2003) la investigación será del tipo aplicada, la llamada investigación dinámica se basa en la investigación básica para abordar la realidad a partir de aportaciones teóricas; También se llama encontrar el resultado inmediato.

5.2 Nivel de la Investigación

De acuerdo con Arias (2006), el estudio de investigación será de nivel explicativo. Ya que busca la razón de lo sucedido a través de la relación causa-efecto; también es responsable de demostrar las causas (Análisis Geoquímico) como de los efectos (Estimación de Reservas) mediante la contrastación de una hipótesis.

5.3. Diseño de la Investigación

De acuerdo con Arias (2006), el diseño de la investigación será no experimental, observacional ya que no se manipularán deliberadamente las variables de estudio. En este sentido, se observará y analizará la variable independiente (Análisis Geoquímico) tal como se presenta en su contexto natural, con el propósito de determinar su relación e influencia sobre la variable dependiente (Estimación de Reservas).

5.4. Población y muestra

5.4.1. Población

Según Balestrini (2006), es un conjunto finito o infinito de elementos que tienen características comunes. Su elección está relacionado a demostrar los alcances del estudio en investigación. En razón de lo anterior, la población será todos los puntos de muestreos posibles dentro del área de la concesión Noelia Primera distribuidos sistemáticamente en una malla regular en el 2023

5.4.2. Muestra

Según Balestrini (2006), una muestra es una parte de la población, Su selección debe ser lo más pertinente posible para permitir la investigación basada en sus características específicas y posibilitar su generalización a toda la población seleccionada.

Con base en lo anterior, la muestra será conformada por muestreos específicos dentro de las vetas Faraona, Rubí y Néstor, considerando dimensiones mínimas para su desarrollo.

Formula de la cantidad de muestra:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{e^2 \cdot (N-1) + Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}$$

Donde

n = Tamaño de muestra requerido.

N = Tamaño de la población finita.

Z = Valor Z asociado al nivel de confianza deseado (ej. 1.96 para 95%).

p = Proporción estimada de la característica de interés (usar $p = 0.5$ para máxima variabilidad).

e = Margen de error aceptable (ej. 0.05 para 5%).

5.5 Fases de la Investigación

El desarrollo de la presente investigación se estructuró en tres fases principales: trabajo de gabinete, trabajo de campo y trabajo de interpretación y cálculo de reservas, descritas a continuación:

Etapa 1: Trabajo de gabinete

En esta etapa se recopiló y revisó la información existente del área de estudio, incluyendo planos geológicos, topográficos e informes técnicos previos. Asimismo, se diseñó el plan de muestreo geoquímico considerando la ubicación de las vetas, accesibilidad y características estructurales de la concesión Noelia Primera. Esta fase permitió definir la estrategia de campo y los parámetros de análisis.

Etapa 2: Trabajo de campo

Durante el trabajo de campo se ejecutaron las siguientes actividades:

- Reconocimiento geológico de la zona de estudio.
- Levantamiento de datos estructurales y registro de las vetas mineralizadas.
- Toma sistemática de muestras de canal y chip en puntos representativos de las vetas.

- Georreferenciación de los puntos de muestreo mediante GPS.

  Las muestras obtenidas fueron rotuladas y enviadas a laboratorio acreditado para su análisis geoquímico, con el fin de determinar la concentración de los elementos metálicos de interés.

Etapa 3: Trabajo de interpretación y estimación de reservas

En esta etapa se procesaron los resultados de laboratorio utilizando hojas de cálculo y software especializado. Se realizaron análisis estadísticos para identificar tendencias, zonas anómalas y la distribución espacial de los metales. Finalmente, se aplicaron métodos de estimación de reservas basados en la ley promedio y el volumen de las estructuras mineralizadas, elaborando mapas de isovalores y tablas de resumen que sustentan la estimación final de reservas en la concesión Noelia Primera.

5.6. Técnicas de Recolección de Información

5.6.1. Técnica del análisis documental

Se clasificarán de forma imparcial con relación a la variable dependiente (Estimación de Reservas), siendo ésta la necesaria para evidenciar el efecto causado mediante el análisis geoquímico y evaluación de las estructuras mineralizadas.

5.6.2. Técnica Observación

Esta técnica nos permite observar el comportamiento in situ de las estructuras mineralizadas en la concesión Noelia Primera del proyecto.

5.7 Instrumentos de Recolección de Información

5.7.1. Informes y reportes

Se acondicionarán informes y reportes que se ejecuten en la Estimación de Reservas en Base al Análisis Geoquímico en la Concesión Noelia Primera en Proyecto Horizons, cañete - lima 2023; ya que estos darán conocimiento para el análisis de las leyes, característica de las estructura y tonelaje.

5.7.2. Fichas de Investigación

Para el presente estudio se encuentra dividido en: catalogación del proceso de evaluación geoquímica de las estructuras (bibliográfica), información relevante (publicaciones), fuentes de información y transcripciones específicas de autores (textual), resumen más experiencia.

5.8. Técnicas de Análisis e Interpretación de Datos

Será llevada a cabo con la eliminación necesaria de datos falsos e inequívocos, la clasificación necesaria para agrupar los datos a través de la distribución, la tabulación necesaria a través de categorías y dimensiones, interpretación necesaria a través de tablas y gráficos estadísticos.

En razón a lo anterior, para corroborar la hipótesis de la presente investigación será llevada a cabo mediante teoría y cálculos.

CAPÍTULO VI. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Evaluación de estructuras mineralizadas en la concesión Noelia Primera

Para realizar el muestreo en la zona de estudio de la Concesión Noelia primera, se realizaron levantamientos topográficos con estación total, GPS y brújula de mano, estos levantamientos se hicieron en superficie como también en interior mina de las vetas Rubí, Néstor, principal y Faraona, la cuales fueron identificadas en la zona de estudio para ser evaluadas. (Ver anexos del 5 al 8)

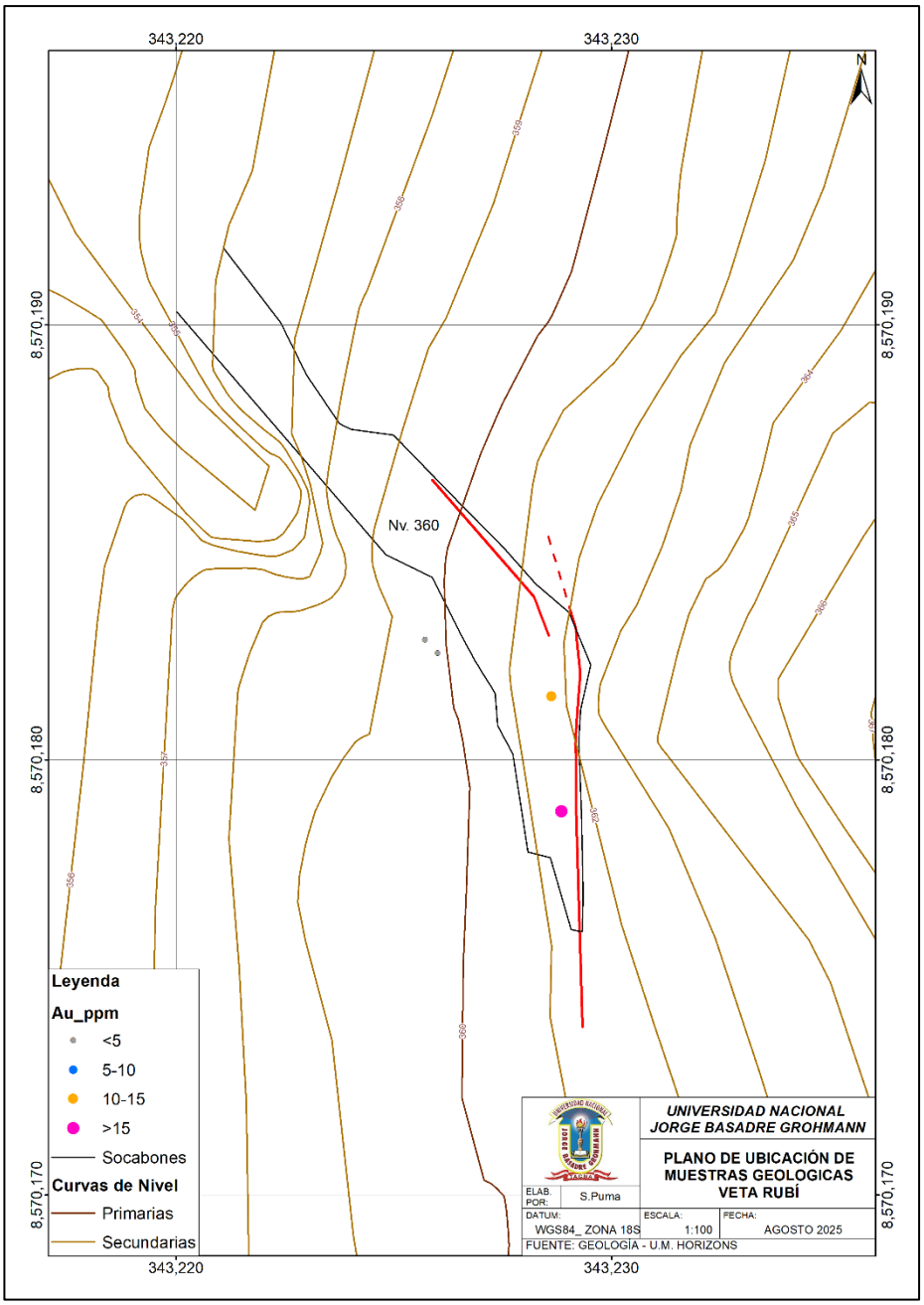
En la concesión Noelia Primera del proyecto Horizons se cuenta con laboreos antiguos como galerías no mayores a 20 m de longitud con sección 1.2 m x 1.5 m promedio realizadas sobre veta; se realizó el muestreo de estas labores.

6.1.1. Evaluación veta Rubí – potencias y leyes

La veta Rubí ha sido reconocida por laboreos mineros antiguos, en este caso por una galería realizada en veta de sección 1,0 ancho por 1,2 de altura con una longitud de 8 metros de corto recorrido, debido al comportamiento discontinuo de la mineralización; se tomaron muestras en los tramos considerables económicos.
A continuación, se presenta los resultados obtenidos.

Figura 8

Plano de muestreo Veta Rubí



Nota: Área de geología Minera Horizons.

Tabla 6

Datos de muestras en veta Rubí – Gal 360 NW.

Muestra	Ubicación	Potencia (m)	Au_ppm
M-1	Gal 360	0,05	10,86
M-2	Gal 360	0,04	24,53
M-3	Gal 360	0,08	0,06
M-4	Gal 360	0,03	0,29

Nota: Elaboración propia.

En la Tabla 6 se presentan las muestras tomadas en la veta Rubí en la Galería 360 NW muestran leyes de oro muy variables, con valores que van desde 0,06 ppm hasta 24,53 ppm. Esto evidencia que en este sector la mineralización aurífera es irregular y de distribución poco homogénea.

La muestra M-2, con 24,53 ppm, presenta el valor más alto, indicando un enriquecimiento puntual dentro de la veta, sin embargo su potencia es de 0, 04 m. Por otro lado, las muestras M-3 (0,06 ppm) y M-4 (0,29 ppm) registran contenidos de oro muy bajos, lo que refleja que la vetilla presenta sectores empobrecidos y con escasa continuidad de mineralización. La muestra M-1 (10,86 ppm) sugiere un valor intermedio pero aún dentro de un patrón de alta variabilidad.

En conjunto, los resultados muestran que la veta Rubí en la Gal. 360 NW posee una mineralización de oro altamente dispersa, caracterizada por valores aislados de alta ley y predominio de zonas de baja ley. Esto indica que, en este tramo, la veta

presenta baja continuidad económica y un comportamiento mineral irregular, el cual se descartó como labor de interés.

Figura 9

Galería Rubí Nv. 360



Nota: Elaboración propia.

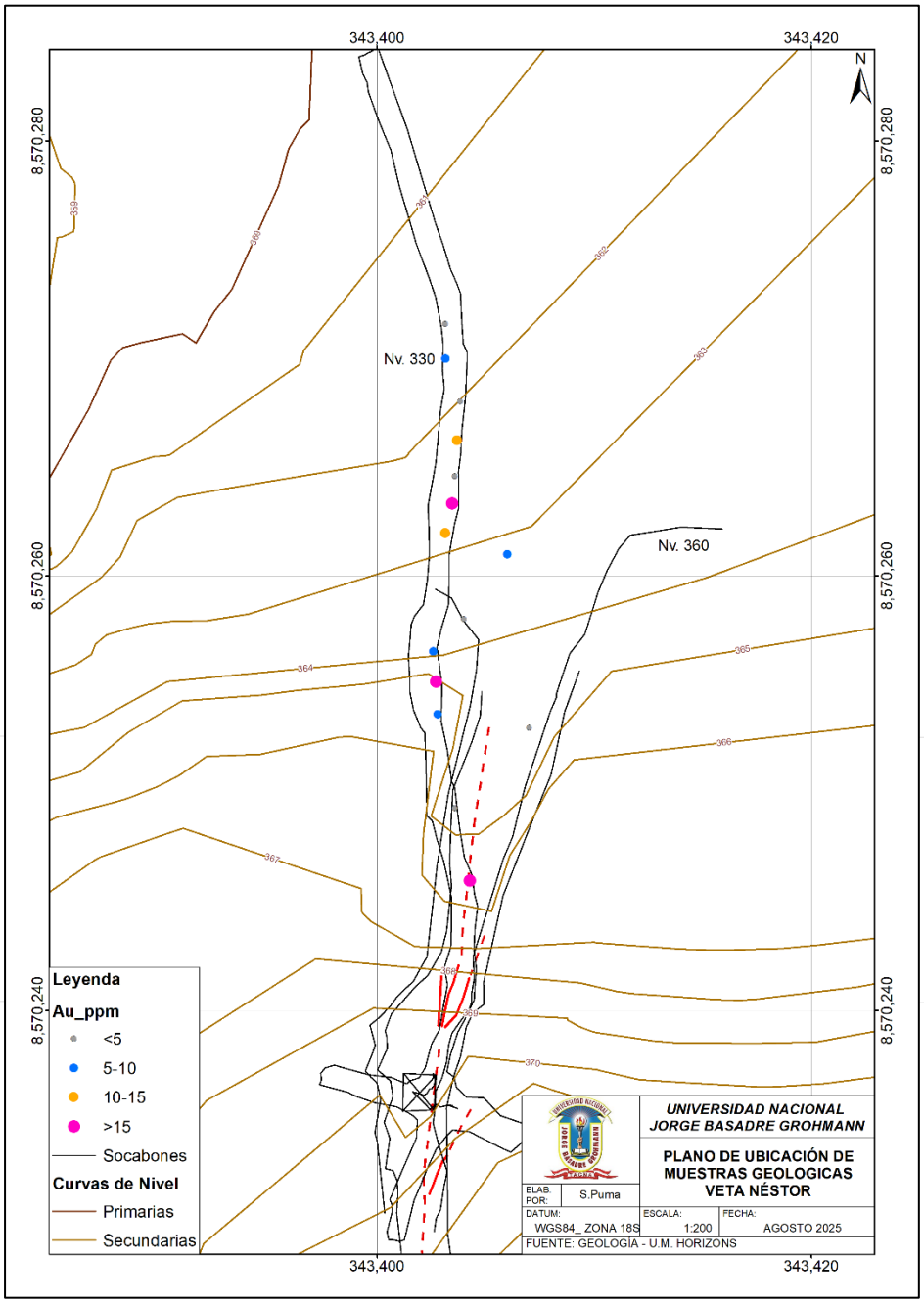
6.1.2. Evaluación veta Néstor – potencias y leyes

Esta veta ha sido reconocida mediante diversos laboreos mineros, entre los cuales destacan una galería principal de aproximadamente 30 metros de longitud y un subnivel de 90 metros que ha sido explotado en dirección hacia la superficie. Asimismo, se identificó un pique con una profundidad cercana a los 30 metros, acompañado de un subnivel adicional de 50 metros ubicado en una cota inferior dentro del mismo pique. Toda estas labores evidencia un trabajo previo de explotación artesanal que en su totalidad ha afectado notablemente la estabilidad del macizo rocoso, generando colapsos y hundimientos debido a métodos de explotación inadecuados y sin criterios técnicos por profesionales.

Durante el recorrido y evaluación detallada se pudo verificar que la veta presenta anchos muy reducidos, notable discontinuidad y variaciones irregulares en su geometría, características típicas de vetas tipo rosario, estas condiciones dificultan la continuidad minera y aumentan la complejidad en la estimación de reservas. No obstante, se procedió a realizar un programa de muestreos sistemáticos en todas las zonas que se encontraban accesibles y seguras, se verifico que esta veta estaba explotada en su totalidad hacia superficie.

Figura 10

Plano de muestreo veta Néstor.



Nota: Área de geología minera Horizons.

Tabla 7

Datos de muestras en veta Néstor – Sn 330 N-S.

Muestra	Ubicación	Potencia (m)	Au_ppm
M-5	Sn 330	0,10	17,99
M-6	Sn 330	0,10	1,10
M-7	Sn 330	0,10	5,92
M-8	Sn 330	0,10	15,43
M-9	Sn 330	0,10	8,95
M-10	Sn 330	0,09	11,77
M-11	Sn 330	0,17	25,23
M-12	Sn 330	0,04	14,73
M-13	Sn 330	0,10	177
M-14	Sn 330	0,20	7,03
M-15	Sn 330	0,20	3,25
M-16	Sn 330	0,25	0,25

Nota: Elaboración propia.

En la tabla 7 se muestran que la mineralización de oro en el subnivel 330 es altamente variable, con leyes que van desde valores muy bajos M-16 = 0,25 ppm hasta valores extremadamente altos M13= 177 ppm puntual. Esta gran variabilidad indica que el oro no está distribuido de manera uniforme en la veta.

Se observan muestras de alta ley como M-13 = 177 ppm, M-11 = 25,23 ppm, M-5 = 17,99 ppm y M-8 = 15,43 ppm, lo que evidencia zonas puntuales de enriquecimiento de oro, en comparación a las muestras anteriores se ve otras muestras con leyes bajas, como M-6 = 1,10 ppm, M-15 = 3,25 ppm y M-16 = 0,25 ppm, reflejando sectores pobres o con escasa mineralización.

En conjunto, los datos confirman un yacimiento de oro de distribución irregular, típico de vetas angostas donde el contenido metálico presenta concentraciones elevadas en algunos puntos y disminuye abruptamente en otros, teniendo tramos puntuales con moderado contenido de oro, no manteniendo continuidad, por lo cual se descartó como labor de interés.

Tabla 8

Datos trinchera vera Néstor – Nv. 360.

Muestra	Ubicación	Potencia (m)	Au_ppm
M-17	Trinchera	0,10	5,74
M-18	Trinchera	0,10	0,61
M-19	Trinchera	0,10	1,98

Nota: Elaboración propia.

Las muestras tomadas en la zona de trinchera muestran leyes de oro bajas a moderadas, con valores que van desde 0,61 ppm hasta 5,74 ppm. Esto indica que en esta zona la mineralización aurífera es menos intensa en comparación con el subnivel 330.

La muestra M-17 presenta la ley más alta (5,74 ppm), lo que sugiere un pequeño enriquecimiento local. Sin embargo, las muestras M-18 (0,61 ppm) y M-19 (1,98 ppm) evidencian un contenido de oro reducido, reflejando que la veta en esta zona presenta baja continuidad de altas leyes.

En conjunto, los resultados muestran que la trinchera contiene oro de baja ley y menor variabilidad, lo que indica una mineralización más uniforme pero menos rica.

Figura 11

Galería Néstor.



Nota: Elaboración propia.

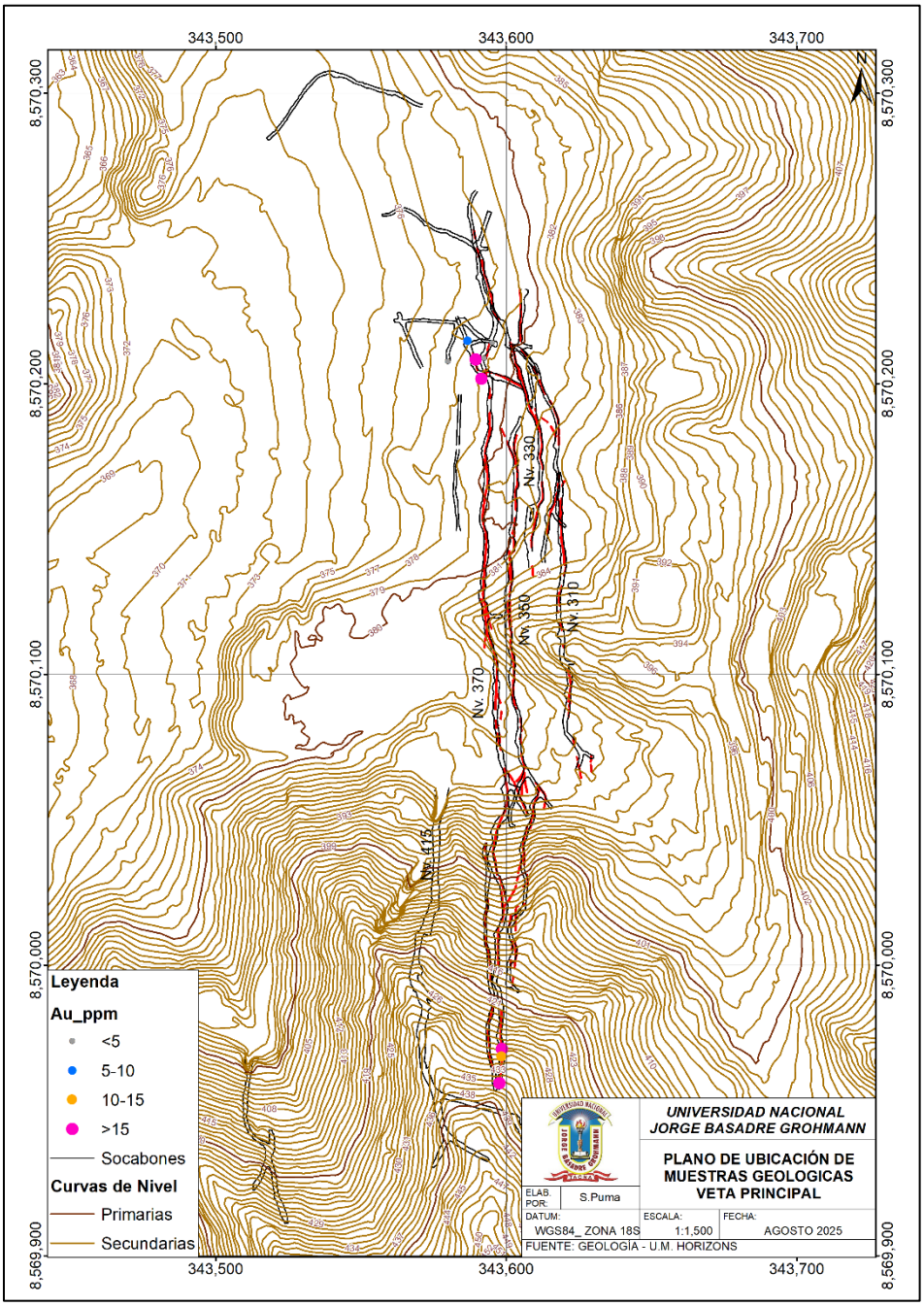
6.2. Evaluación veta Principal – potencias y leyes

Esta veta es una de las más exploradas y desarrolladas en la concesión Noelia Primera, con una longitud explotada de 300 m y una profundidad de 105 m, presentó clavos mineralizados centrales; los cuales han sido totalmente explotados, en el nivel 310 hacia superficie, la mineralización de óxidos y mixtos llegaron a su base, pasando a ensamble de sulfuros con disminución drástica de las leyes de Au; esta veta es hospedada por rocas monzodioríticas magnéticas del Batolito de la Costa, el ensamble mineral lo constituye cuarzo oquerozo, con óxidos de Fe y Cu-secundario, con espesores que varían de 0,05 a 0,25 m históricamente.

En las galerías en el nivel 370 al Norte se recolecto 04 muestras y en el nivel 350 se recolectó 5 muestras, con la finalidad de tener referencia del mineral extraído anteriormente, ver (figura 15); y tabla 9 donde se presentan las leyes obtenidas en campo.

Figura 12

Plano de muestreo veta principal.



Nota: Área geología minera Horizons.

Tabla 9

Datos de muestra en veta principal.

Muestra	Ubicación	Potencia (m)	Au_ppm
M-20	Gal 370	0,08	16,56
M-21	Gal 370	0,05	18,43
M-22	Gal 370	0,05	5,70
M-23	Gal 370	0,08	0,44
M-24	Gal 350	0,10	0,55
M-25	Gal 350	0,15	0,17
M-26	Gal 350	0,05	24,03
M-27	Gal 350	0,06	12,75
M-28	Gal 350	0,10	18,07

Nota: Elaboración propia.

En la tabla 9 se muestran los resultados de la galería 370, las muestras M-20, M-21 y M-22 muestran contenidos de oro moderados a altos (5,70 – 18,43 ppm), lo que indica una presencia significativa de mineralización aurífera en ciertos puntos. Sin embargo, la muestra M-23 registra un valor muy bajo de 0,44 ppm, evidenciando una marcada variabilidad y posible discontinuidad del oro en este tramo.

En la galería 350, las leyes de oro muestran la misma tendencia irregular: valores muy bajos en M-24 y M-25 (0,55 y 0,17 ppm), pero también valores muy altos en otras zonas, como en M-26, M-27 y M-28 (12,75 – 24,03 ppm). Esto sugiere que la mineralización en esta galería es altamente heterogénea, con sectores aislados de ley elevada pero puntual y alternando con zonas de baja presencia de oro. Considerando costos de rehabilitación de galería y la poca potencia de la veta,

teniendo en cuenta que es una labor que ha sido explotada en su totalidad, se da por descartada esta labor.

Figura 13

Galería principal



Nota: Elaboración propia.

6.3. Evaluación veta Faraona – potencias y leyes

La veta Faraona es una estructura mineralizada; la cual se muestra expuesta en afloramiento en algunos tramos (otros tramos están cubierta por material cuaternario), tiene rumbo promedio NNW-SSE y un ángulo que buza entre los 65 y 75 grados al Este, la veta se encuentra hospedada en rocas monzodioríticas del Batolito de la Costa, con contenidos de mineral cuarzo oquerozo, con óxidos de Hierro y pirita diseminada, con valores de Au que son económico.

La extensión en longitud de esta estructura supera los 200 metros, la misma que ha sido reconocida en corto recorrido por siete niveles subterráneos y trincheras preparadas con excavadora, que han permitido prolongar la exposición de la estructura. Tal como se observa en los mapas de superficie, sección longitudinal de la estructura, mapas de muestreo de labores subterráneas, considero a la veta Faraona como la más importante para generar reservas y recursos minerales de mediana a alta ley; teniendo en cuenta la longitud de afloramiento, espesor promedio de la estructura (0,30 m), cota base de la mineralización de óxidos 310 m.s.n.m.

En razón a lo anterior realizaremos en esta veta se desarrollará el análisis de la veta para la estimación de reservas, empleando la media ponderada con el fin de obtener valores representativos y coherentes con la distribución de las muestras.

Figura 14

Plano esquemático longitudinal veta Faraona.



Nota: Elaboración propia.

Figura 15

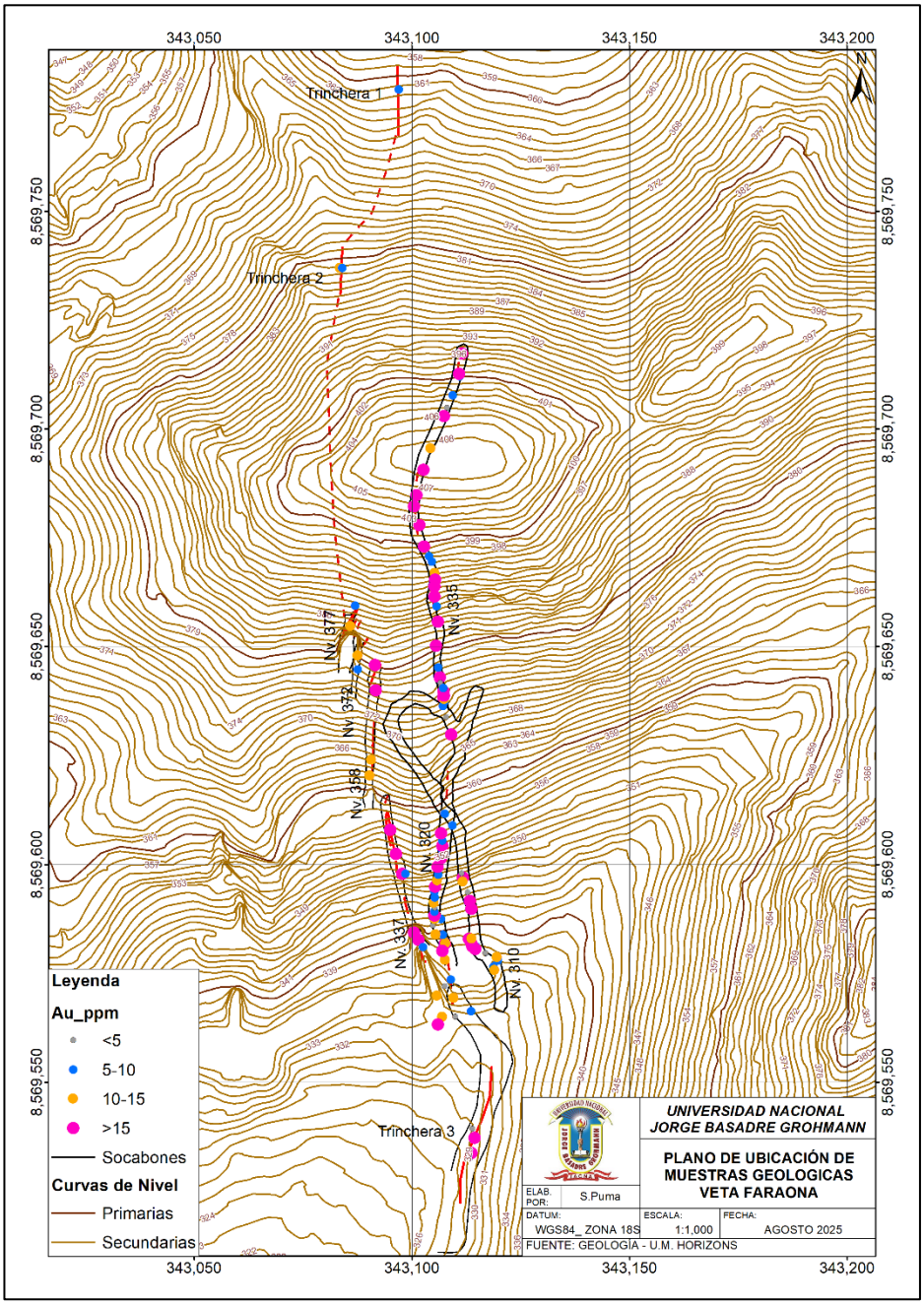
Plano esquemático Frontal veta Faraona.



Nota: Elaboración propia.

Figura 16

Plano general de ubicación de muestras veta Faraona.



Nota: Área geología minera Horizons.

6.3.1. Muestreo en labores mineras de la veta Faraona

A continuación, se detallan cada una de las labores desarrolladas en veta faraona.

6.3.2 Galería 377 NW

Esta labor tiene una longitud de 7 m, con sección 1,0 m x 1,2 m; en la galería se tomaron los siguientes muestreos, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 10

Potencia y leyes galería 377 NW veta Faraona.

Muestra	Ubicación	Potencia (m)	Au_ppm
M-29	Gal. 377	0,22	14,62
M-30	Gal. 377	0,25	6,22
Promedio ponderado		**0,24**	**10,15**

Nota: Elaboración propia.

Figura 17

Galería 377 NW



Nota: Elaboración propia.

6.3.3. Galería 372 NW

Esta labor tiene una longitud de 10 m, con sección 1,0 m x 1,2 m; en la galería se tomaron los siguientes muestreos, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 11

Potencia y leyes galería 372 NW veta Faraona.

Muestra	Ubicación	Potencia (m)	Au_ppm
M-31	Gal. 372	0,20	7,30
M-32	Gal. 372	0,18	12,22
Promedio ponderado		**0,19**	**9,63**

Nota: Elaboración propia.

Figura 18

Galería 372 NW



Nota: Elaboración propia.

6.3.4. Galería 358 NW

Esta labor tiene una longitud de 30 m, con sección 1,1 m x 1,3 m; en la galería se tomaron los siguientes muestreos, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 12

Potencia y leyes galería 358 NW veta Faraona

Muestra	Ubicación	Potencia (m)	Au_ppm
M-33	Gal. 358	0,32	10,61
M-34	Gal. 358	0,30	13,87
M-35	Gal. 358	0,45	16,50
M-36	Gal. 358	0,40	12,62
M-37	Gal. 358	0,42	17,55
Promedio ponderado		**0,38**	**14,50**

Nota: Elaboración propia.

Figura 19

Galería 358 NW.



Nota: Elaboración propia.

6.3.5. Galería 337 NW

Esta labor tiene una longitud de 35 m, con sección 1,2 m x 1,5 m; en la galería se tomaron los siguientes muestreos, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 13

Potencia y leyes galería 337 NW veta Faraona.

Muestra	Ubicación	Potencia (m)	Au_ppm
M-38	Gal. 337	0,20	16,96
M-39	Gal. 337	0,18	15,20
M-40	Gal. 337	0,25	8,96
M-41	Gal. 337	0,22	15,42
M-42	Gal. 337	0,24	9,09
M-43	Gal. 337	0,30	18,62
M-44	Gal. 337	0,28	22,60
Promedio ponderado		**0,24**	**15,48**

Nota: Elaboración propia.

Figura 20

Galería 337 NW



Nota: Elaboración propia.

6.3.6. Galería 320 NW

Esta labor tiene una longitud de 50 m, con sección 2.1 m x 2.4 m; en la galería se tomaron los siguientes muestreos, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 14

Potencia y leyes galería 320 NW veta Faraona.

Muestra	Ubicación	Potencia (m)	Au_ppm
M-45	Gal. 320	0,18	14,26
M-46	Gal. 320	0,15	2,65
M-47	Gal. 320	0,26	8,78
M-48	Gal. 320	0,22	13,71
M-49	Gal. 320	0,28	31,24
M-50	Gal. 320	0,32	2,35
M-51	Gal. 320	0,30	11,86
M-52	Gal. 320	0,38	7,51
M-53	Gal. 320	0,40	33,85
M-54	Gal. 320	0,40	14,92
M-55	Gal. 320	0,25	3,57
M-56	Gal. 320	0,26	9,54
M-57	Gal. 320	0,12	3,71
M-58	Gal. 320	0,31	7,13
M-59	Gal. 320	0,43	14,56
M-60	Gal. 320	0,38	18,27
M-61	Gal. 320	0,32	14,22
M-62	Gal. 320	0,36	3,38
M-63	Gal. 320	0,27	12,58
M-64	Gal. 320	0,30	51,25

M-65	Gal. 320	0,46	7,18
M-66	Gal. 320	0,50	0,83
M-67	Gal. 320	0,42	14,72
M-68	Gal. 320	0,38	9,43
M-69	Gal. 320	0,40	6,85
M-70	Gal. 320	0,30	9,78
M-71	Gal. 320	0,28	25,89
M-72	Gal. 320	0,25	14,23
M-73	Gal. 320	0,26	7,68
M-74	Gal. 320	0,30	18,52
M-75	Gal. 320	0,26	8,54
M-76	Gal. 320	0,16	22,78
M-77	Gal. 320	0,43	9,45
M-78	Gal. 320	0,30	18,42
M-79	Gal. 320	0,35	5,46
M-80	Gal. 320	0,38	24,66
M-81	Gal. 320	0,35	4,21
M-82	Gal. 320	0,45	9,42
Promedio ponderado		**0,32**	**12,99**

Nota: Elaboración propia.

Figura 21

Galería 320 NW veta Faraona.



Nota: Elaboración propia.

6.3.7. Galería 318 NW

Esta labor tiene una longitud de 90 m, con una sección 2,1 m x 2,4 m; en la galería se tomaron los siguientes muestreos, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 15

Potencia y leyes galería 318 NW veta Faraona.

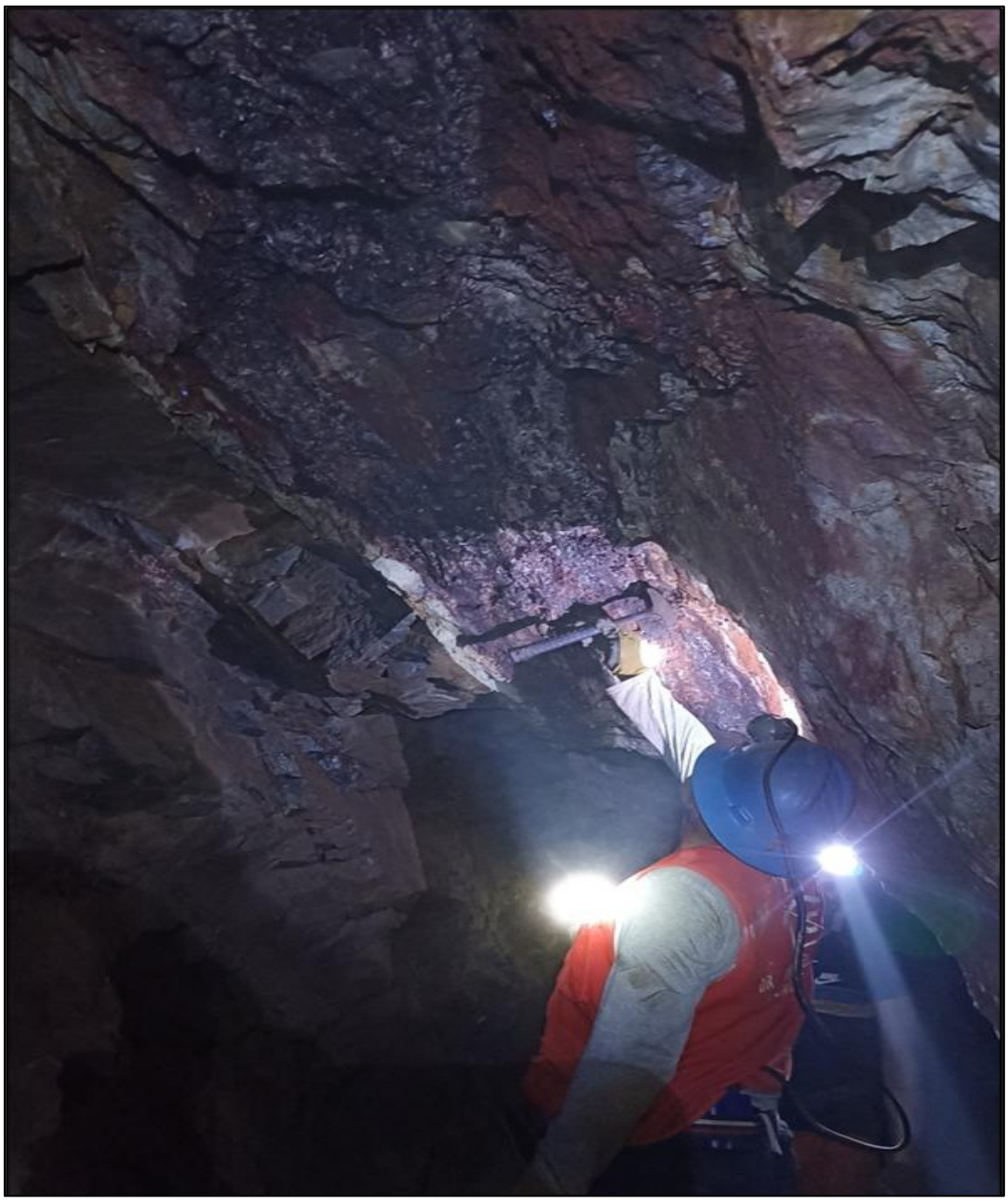
Muestra	Ubicación	Potencia (m)	Au_ppm
M-83	Gal. 318	0,33	72,40
M-84	Gal. 318	0,30	17,20
M-85	Gal. 318	0,25	36,80
M-86	Gal. 318	0,40	8,75
M-87	Gal. 318	0,63	31,50
M-88	Gal. 318	0,26	7,74
M-89	Gal. 318	0,15	24,78
M-90	Gal. 318	0,25	1,30
M-91	Gal. 318	0,60	17,60
M-92	Gal. 318	0,50	35,20
M-93	Gal. 318	0,50	6,20
M-94	Gal. 318	0,30	12,80
M-95	Gal. 318	0,68	6,92
M-96	Gal. 318	0,65	1,64
M-97	Gal. 318	0,65	3,76
M-98	Gal. 318	0,31	8,60
M-99	Gal. 318	0,21	22,43
M-100	Gal. 318	0,15	18,30
M-101	Gal. 318	0,30	10,00
M-102	Gal. 318	0,25	5,86

M-103	Gal. 318	0,42	11,90
M-104	Gal. 318	0,15	18,79
M-105	Gal. 318	0,25	19,85
M-106	Gal. 318	0,08	25,60
M-107	Gal. 318	0,21	9,71
M-108	Gal. 318	0,18	28,00
M-109	Gal. 318	0,12	51,50
M-110	Gal. 318	0,16	11,50
M-111	Gal. 318	0,25	228,26
M-112	Gal. 318	0,30	311,59
M-113	Gal. 318	0,10	1,80
M-114	Gal. 318	0,13	9,45
M-115	Gal. 318	0,12	125,0
M-116	Gal. 318	0,15	104,61
Promedio ponderado		**0,30**	**32,86**

Nota: Elaboración propia.

Figura 22

Galería 318 NW veta Faraona.



Nota: Elaboración propia.

6.3.8. Galería 310 NW

Esta labor tiene una longitud de 30 m, con sección 2.1 m x 2.4 m; en la galería se tomaron los siguientes muestreos, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 16

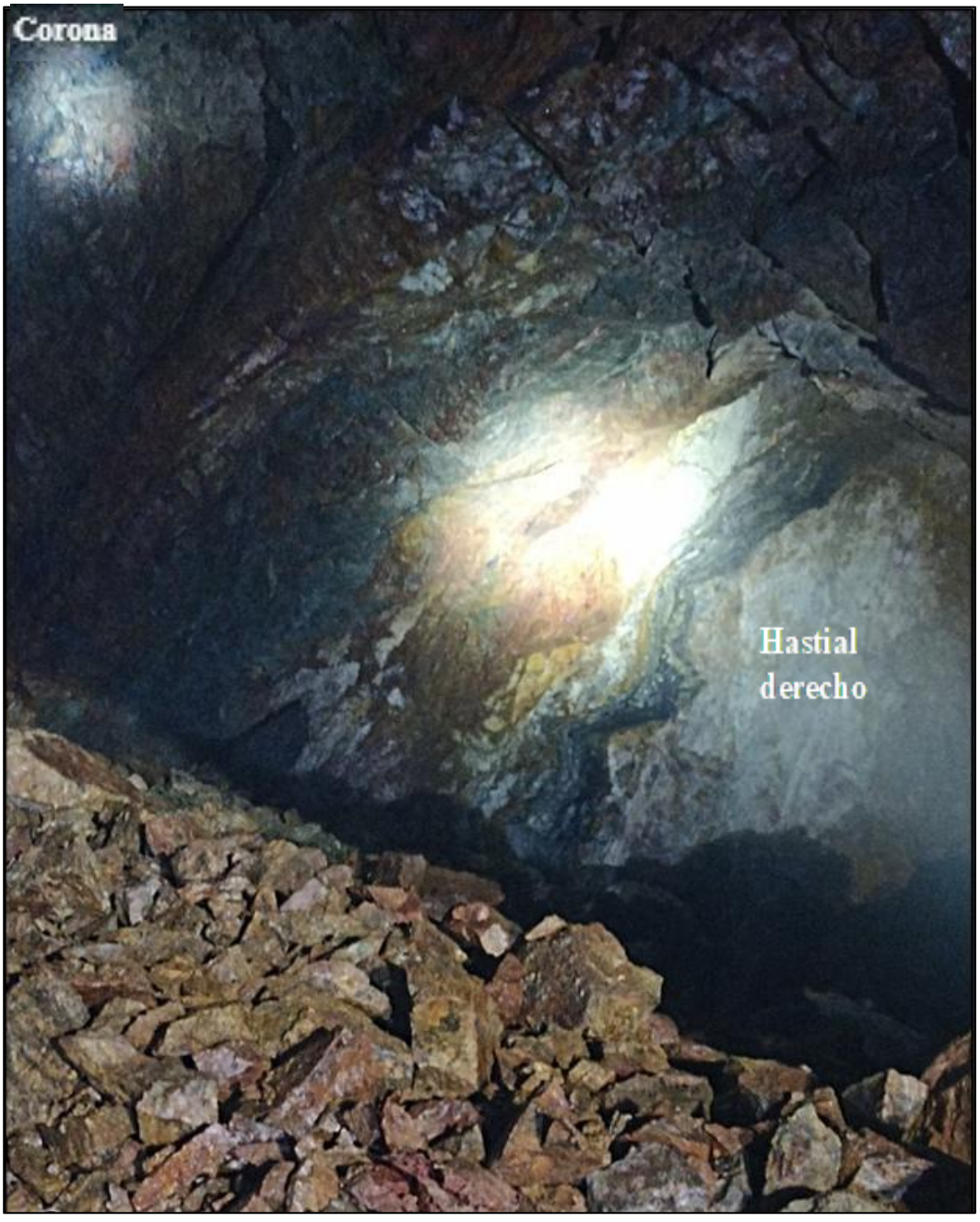
Potencia y leyes galería 310 NW veta Faraona.

Muestra	Ubicación	Potencia (m)	Au_ppm
M-117	Gal. 310	0,33	16,05
M-118	Gal. 310	0,50	16,28
M-119	Gal. 310	0,18	21,96
M-120	Gal. 310	0,14	0,81
M-121	Gal. 310	0,40	12,69
M-122	Gal. 310	0,40	0,64
M-123	Gal. 310	0,34	10,87
M-124	Gal. 310	0,18	8,94
M-125	Gal. 310	0,30	26,94
M-126	Gal. 310	0,17	5,58
M-127	Gal. 310	0,15	2,66
M-128	Gal. 310	0,34	15,39
M-129	Gal. 310	0,36	72,50
M-130	Gal. 310	0,25	106,90
M-131	Gal. 310	0,26	11,92
M-132	Gal. 310	0,12	0,60
M-133	Gal. 310	0,20	6,55
M-134	Gal. 310	0,50	9,29
M-135	Gal. 310	0,38	14,58
M-136	Gal. 310	0,43	3,13
M-137	Gal. 310	0,38	8,69
M-138	Gal. 310	0,24	2,89
M-139	Gal. 310	0,20	7,65
M-140	Gal. 310	0,25	13,56
Promedio ponderado		**0,28**	**17,26**

Nota: Elaboración propia.

Figura 23

Galería 310 NW veta Faraona



Nota: Elaboración propia.

6.3.9. Muestreos en afloramientos veta Faraona

Se realizó un muestreo en canales que abarcó toda la veta expuesta en la trinchera, con el propósito de verificar la continuidad de la veta Faraona.

Tabla 17

Muestreo en trinchera 01.

Muestra	Ubicación	Potencia (m)	Au_ppm
M-141	Trinchera 1	0,12	5,86

Nota: Elaboración propia.

Tabla 18

Muestreo en trinchera 02.

Muestra	Ubicación	Potencia (m)	Au_ppm
M-142	Trinchera 2	0,40	12,60
M-143	Trinchera 2	0,33	6,00
Promedio ponderado		**0.37**	**9,62**

Nota: Elaboración propia.

Tabla 19

Muestreo en trinchera 03.

Muestra	Ubicación	Potencia (m)	Au_ppm
M-144	Trinchera 3	0,25	2,12
M-145	Trinchera 3	0,32	177,09
M-146	Trinchera 3	0,20	25,10
M-147	Trinchera 3	0,26	2,71
Promedio ponderado		**0,26**	**61,09**

Nota: Elaboración propia.

Figura 24

Galería 377 NW veta Faraona.



Nota: Elaboración propia.

6.4. Geoquímica

De acuerdo a las evaluaciones realizadas a cada estructura mineralizada, determinando potencias de vetas, continuidad, tiempo y costos por rehabilitación de laboreos antiguos, es que se optó por descartar y profundizar estudios en las vetas Principal, Néstor y Rubí. Siendo la veta Faraona seleccionada como la de mayor interés económica debido a sus valores de oro, potencias, continuidad y accesibilidad.

6.4.1. Estadística Univariada por Oro

Tabla 20

Data total cruda

Data Total	
n	112
Mínimo	0,60
Mediana	12,40
Máximo	311,59
Rango	310,99
Media	21,61
Varianza	1550,73
Desviación Estándar	39,38
Coef. Variación	1,82
Coef. Sesgo	5,21

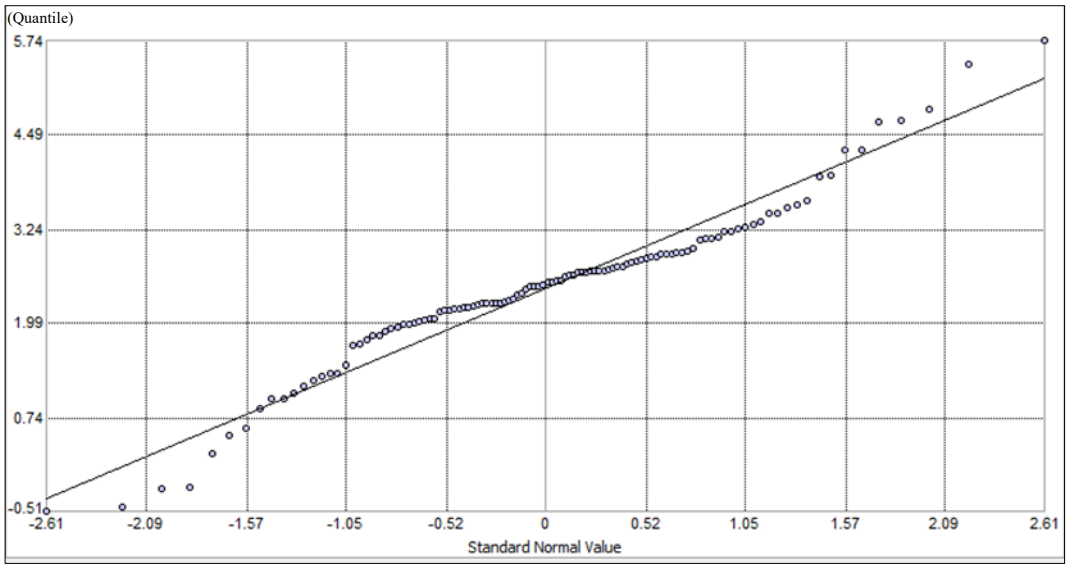
Nota: Elaboración propia.

En la tabla 20 se observa el análisis univariado por oro correspondiente a la estructura mineralizada Faraona, en la cual se obtuvo 112 muestras para análisis geoquímico, teniendo de la data cruda leyes variables, siendo 0,60 g/t como ley mínima y 311,59 g/t como máximo, teniendo una mediana de 12,40 g/t y una La

ley media obtenida es de 21,61 g/t, y su variación se debe a la presencia de valores anómalos altos. Estos valores anómalos, o *outliers*, son datos que se alejan significativamente del comportamiento general del conjunto y elevan artificialmente el promedio. La varianza refleja la gran dispersión presente, mientras que la desviación estándar confirma esta dispersión elevada debido a los outliers. El coeficiente de variación de 1,82 indica una alta variabilidad, y el coeficiente de sesgo de 5,21 muestra que la distribución es marcadamente asimétrica hacia la derecha, producto de esos valores extremadamente altos

Figura 25

Normal QQPlot



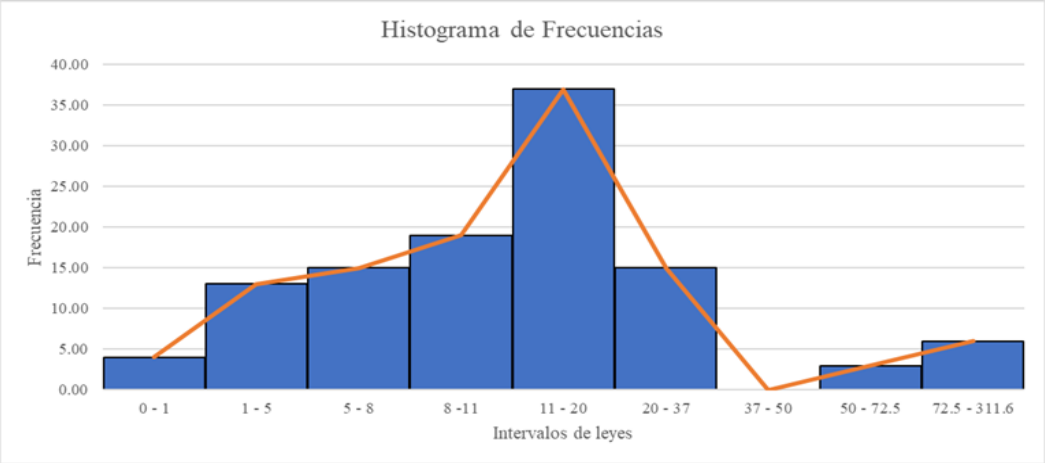
Nota: Elaboración propia.

En la figura 25 se presenta el gráfico Normal Q–Q Plot correspondiente a las leyes transformadas logarítmicamente. En este tipo de gráfico, los datos se comparan con

una distribución normal teórica. La alineación de la mayoría de los puntos alrededor de la línea diagonal indica que la mayor parte de la distribución presenta un comportamiento cercano a la normalidad. No obstante, en los cuartiles superiores los puntos se desvían por encima de la línea, lo que evidencia una asimetría positiva y la presencia de valores altos (outliers) que afectan la normalidad y generan cola hacia la derecha.

Figura 26

Histograma de oro

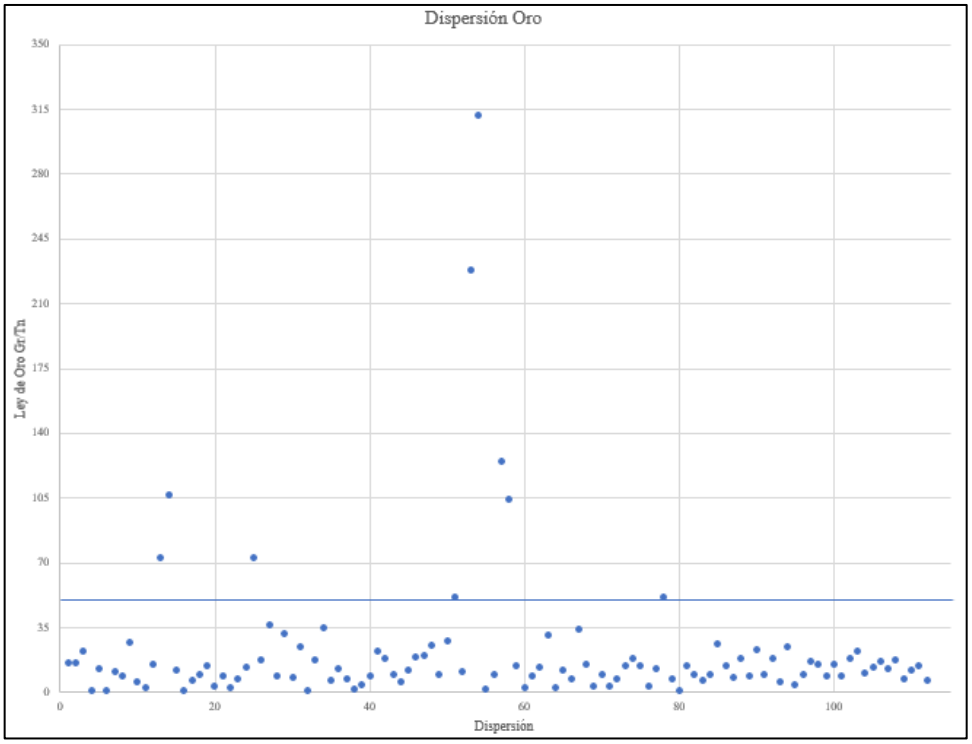


Nota: Elaboración propia

En la figura 26 se observa la distribución asimétrica con sesgo positivo debido a los valores atípicos altos u outliers, teniendo como punto de quiebre el intervalo de 37 a 50 g/t.

Figura 27

Dispersión de oro



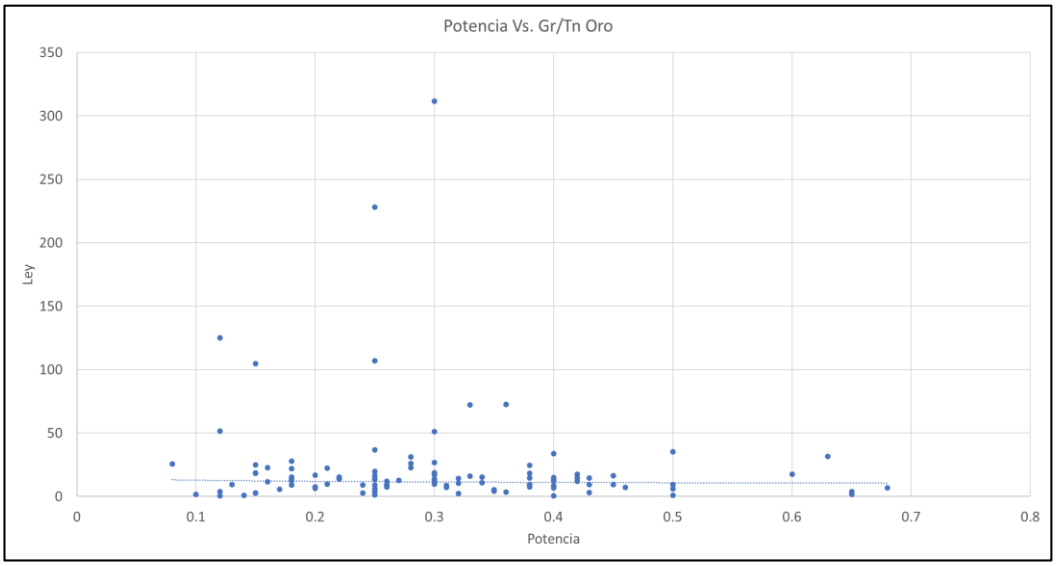
Nota: Elaboración propia.

En la figura 27 se muestra el diagrama de dispersión de las leyes de oro correspondientes a toda la población de muestras. Se observa que la mayor parte de los valores se concentra por debajo de los 10–15 g/t, lo que indica una distribución general de baja ley. Sin embargo, destacan varios puntos que superan ampliamente el promedio, evidenciándose valores atípicos (outliers) que sobrepasan los 50 g/t —línea horizontal de referencia— e incluso alcanzan valores extremadamente altos. Estos outliers generan una marcada dispersión en el conjunto de datos y confirman

la presencia de intervalos mineralizados de alta ley aislados dentro del cuerpo mineralizado.

Figura 28

Potencias Vs. Ley de Oro



Nota: Elaboración propia.

En la figura 28 se muestra que no se tiene correlación entre las potencias de veta y las leyes de oro, la ecuación utilizada fue y=a+bx

y= Ley de oro (g/t)

x = Potencia de veta (m)

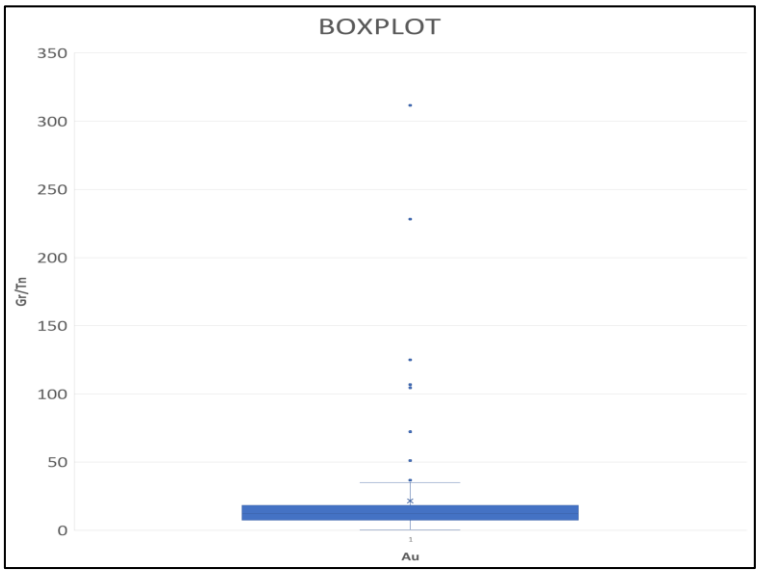
a= intercepto

b= pendiente

donde coeficiente de variación fue de 0,009 (nula), lo que es representado en el gráfico.

Figura 29

Boxplot



Nota: Elaboración propia.

En la figura 29 se observa que el 50% de los datos se encuentran entre los 7,35 g/t a 18,5 g/t y la mediana es de 12,4 g/t, también se pude determinar a partir de aproximadamente 37 g/t a más son valores atípicos altos.

6.4.2. Factor de Enriquecimiento

$$F.E. = \frac{Cut\ Off\ (Au_{Veta})}{Abundancia\ crustal\ promedio\ de\ Au}$$

$$F.E. = \frac{10{,}00\ ppm}{0{,}002\ ppm}$$

$$F.E. = 5000$$

El Factor de Enriquecimiento obtenido (5×10^3) ^{3} indica potencial mineralización aurífera, aunque sería necesario evaluar continuidad, volumen y ley promedio para determinar su viabilidad económica.

6.4.3 Isovalores

6.4.3.1 Comparación de métodos de interpolación

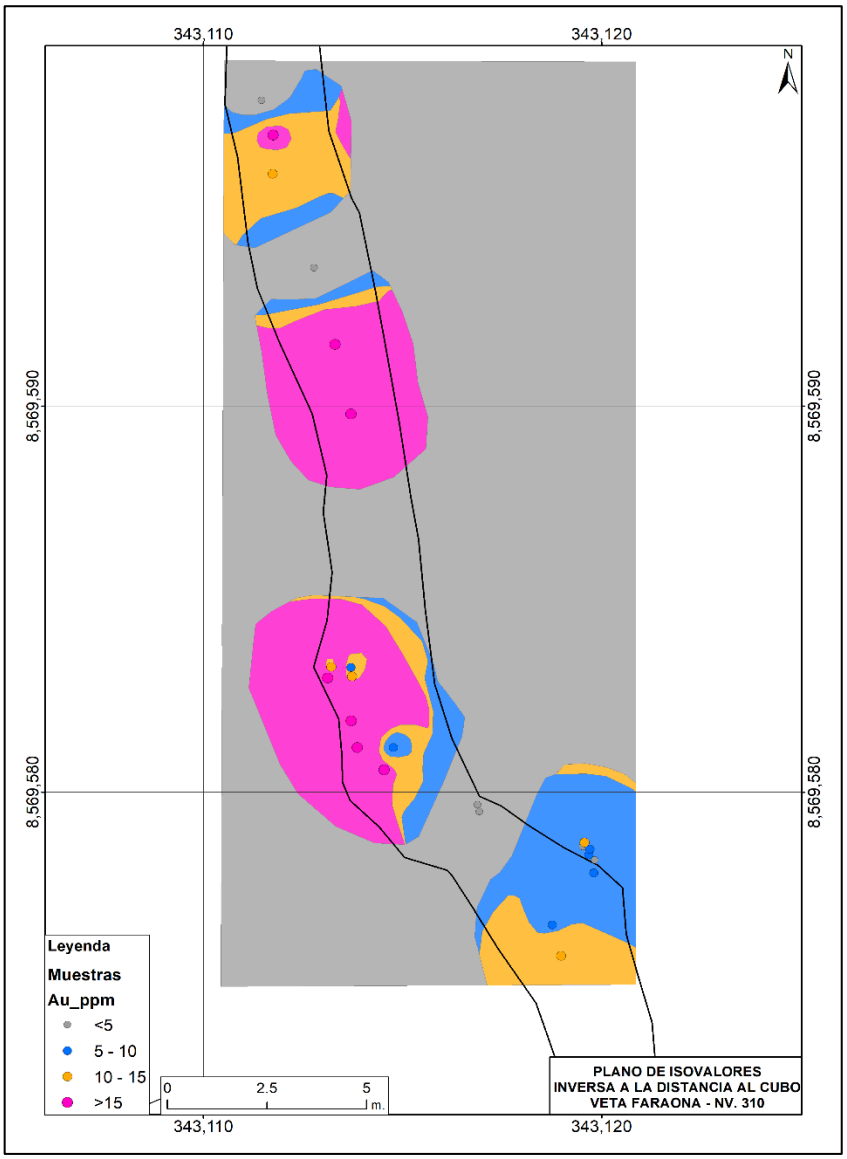
A continuación, se realizó mapas isovaloricos de la distribución de oro por 2 métodos:

- Inversa a la distancia al cubo: Es más sensible que el inverso a la distancia tradicional, asignando más peso a las muestras cercanas, cuya ponderación disminuye con el cubo de la distancia, siendo útil en diferenciar zonas de clavos de mayor ley. Sin embargo, es necesario tener datos de muestreo continuos y sin distancias con vacíos, ya que tiende a exagerar anomalías.
- Kriging ordinario: En caso de vetas angostas y zonas anisotrópicas, permitió ajustar mejor la dirección de mayor continuidad de la mineralización. Dando como resultado zonas restringidas con respecto a las leyes cercanas sin sobreestimar zonas en las que no se tiene muestras.

El aplicar ambos métodos, permitió observar que el inverso a la distancia al cubo es más simple y eficiente, sobre todo cuando se requiere visualizar zonas con anomalías altas de manera rápida, siendo su debilidad que genere transiciones abruptas entre zonas ricas y estéril que ocasiona la posible exageración de áreas con anomalías. A diferencia del Kriging ordinario, que ocupa más tiempo en procesar,

debido a los ajustes de parámetros. De este se obtiene áreas más reales y restringidas sin exagerar anomalía en zonas de poca cantidad de muestras o en las que no se tienen muestras.

Figura 30
Inversa a la distancia al cubo Nv. 310



Nota: Elaboración propia.

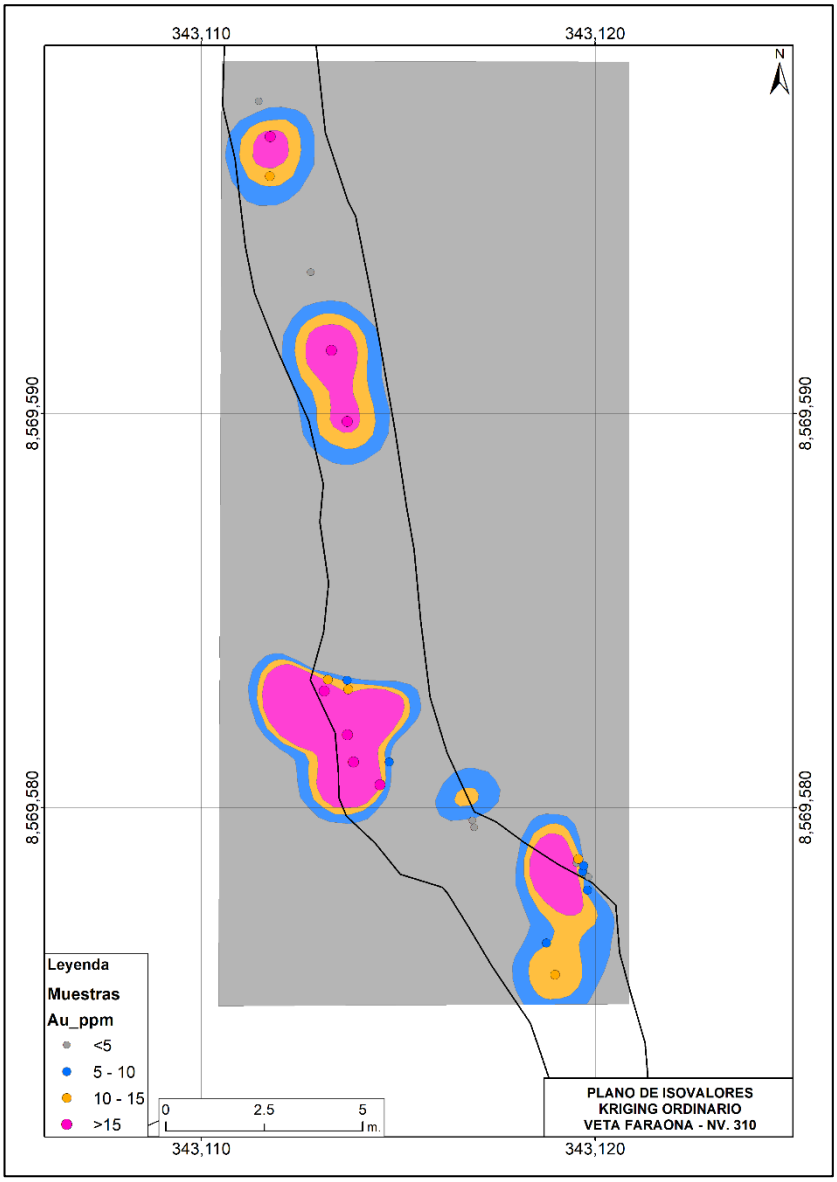
En la Figura 30 se presenta la interpolación por Inversa a la distancia al cubo (IDW^3) para el nivel 310, con la mineralización de oro representada por cuatro rangos coloreados según la ley (ppm):

- Magenta: anomalías altas (> 15 g/t). Se identifican dos zonas magenta claramente definidas en el sector sur de la estructura, que indican concentraciones significativas de oro (clavos mineralizados).
- Naranja: anomalías intermedias (≈ 10–15 g/t). Estas áreas rodean parcialmente los núcleos magenta y representan zonas con potencial económico moderado.
- Azul: valores bajos a moderados (≈ 5–10 g/t). Corresponden a la transición entre zonas enriquecidas y sectores empobrecidos.
- Gris: valores bajos (< 5 g/t). Se observan predominantemente hacia el área próxima a la quebrada, indicando empobrecimiento de la ley posiblemente por meteorización superficial y/o dilución por estructuras abiertas.

En conjunto, el mapa muestra una concentración preferencial del mineral hacia el sector sur, con núcleos de alta ley (magenta) aislados, y una disminución de las leyes hacia la quebrada (gris), lo que sugiere tanto control estructural como efectos superficiales sobre la distribución del oro.

Figura 31

Kriging ordinario Nv. 310

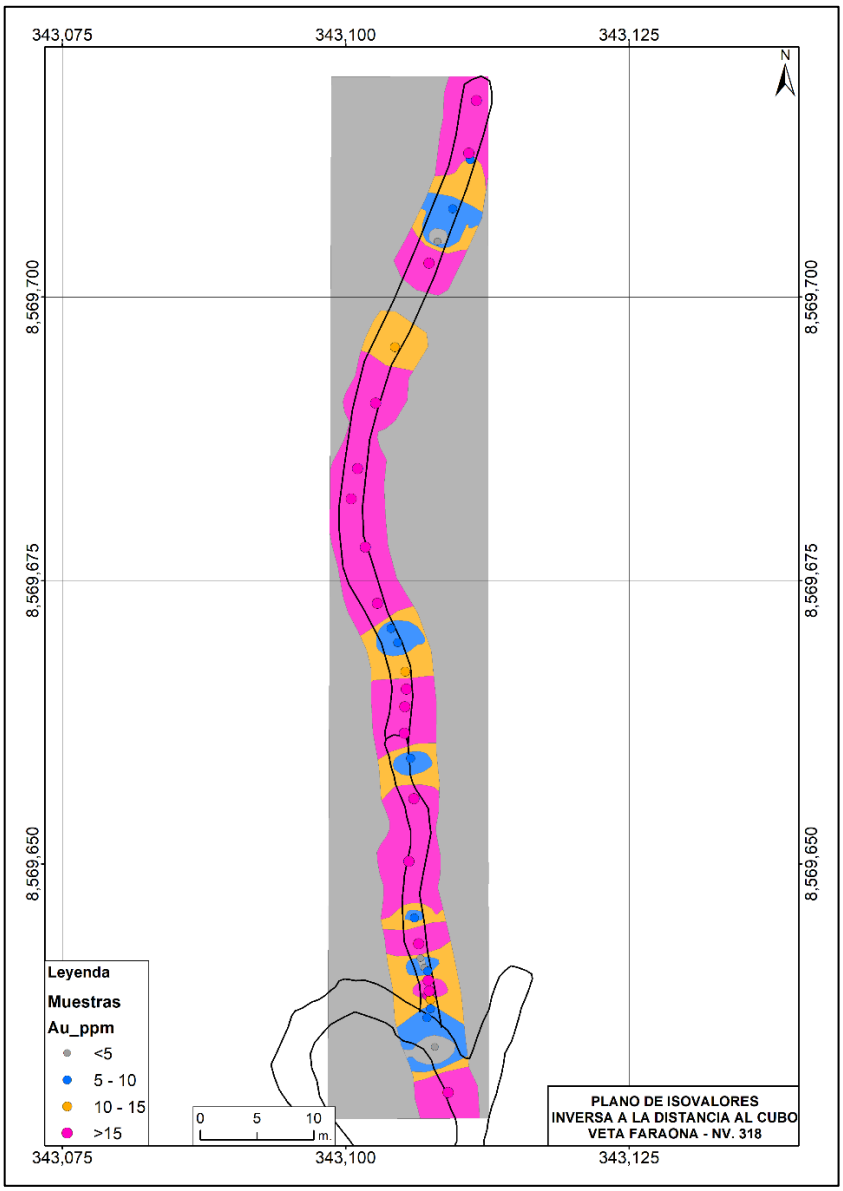


Nota: Elaboración propia.

En la figura 31 se observa zonas definidas de alta ley (>15 g/t) con una distribución espacial coherente y sin sobreestimar áreas sin muestras.

Figura 32

Inversa a la distancia al cubo Nv. 318

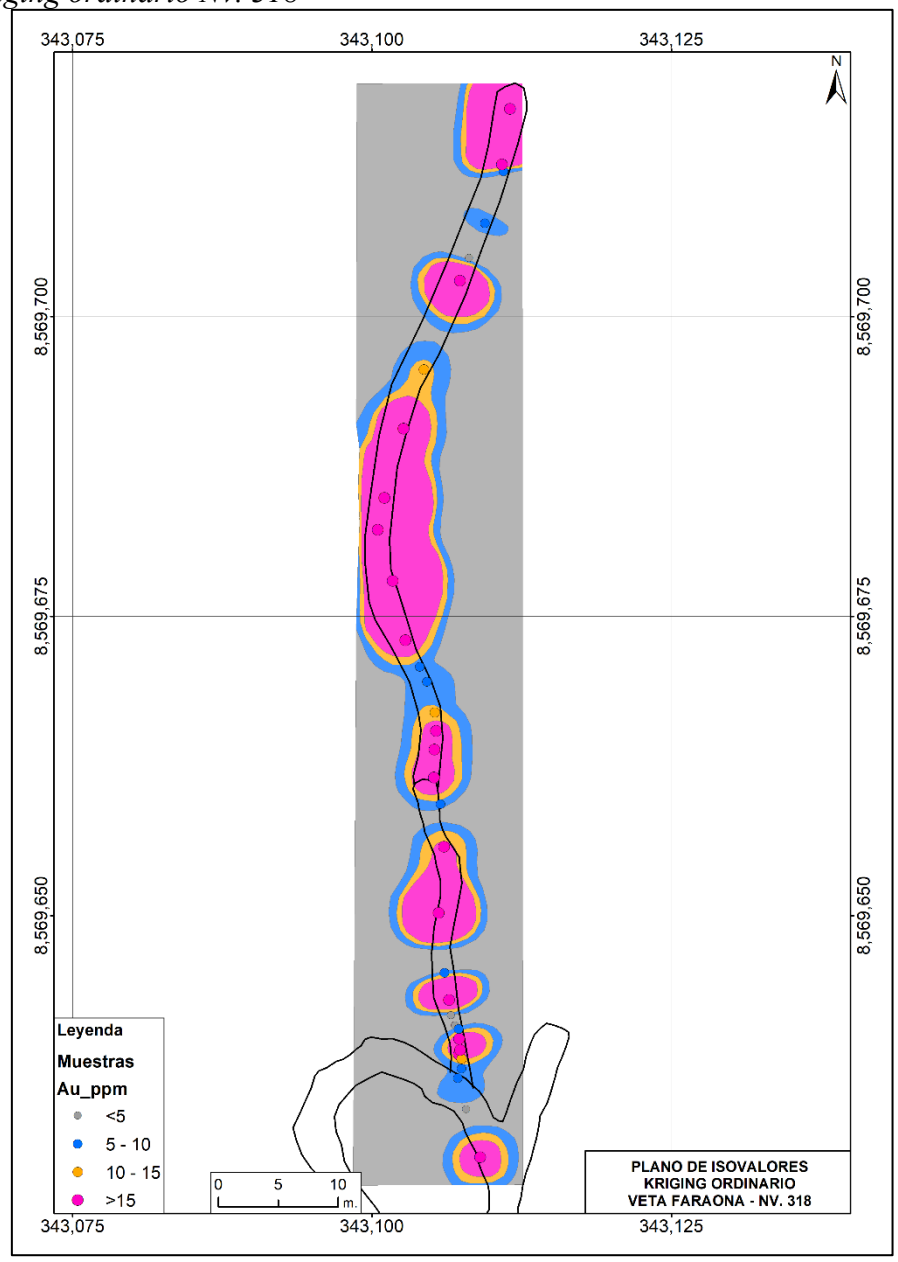


Nota: Elaboración propia.

En la figura 32 se observa 4 zonas con anomalías altas y 4 con anomalías intermedias, estas pertenecen a la zona norte reconocida de la estructura. Siendo concordante con las zonas de clavos mineral reconocidas en campo.

Figura 33

Kriging ordinario Nv. 318

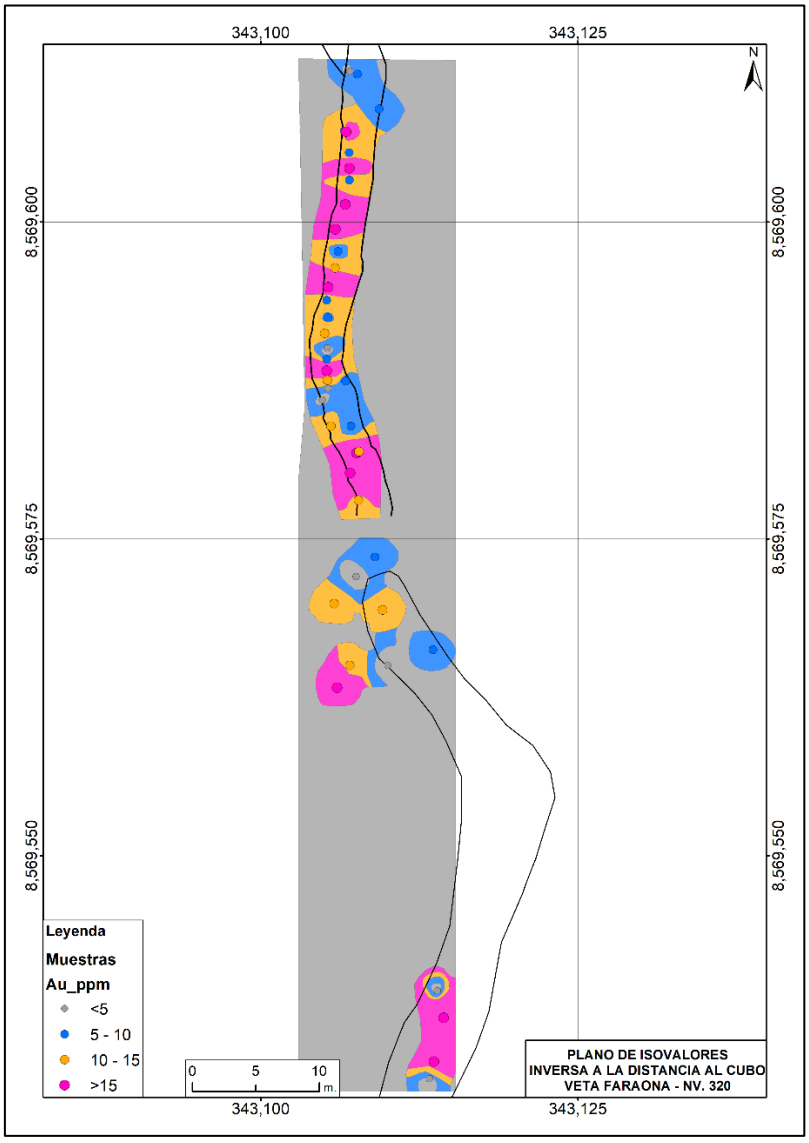


Nota: Elaboración propia.

En la figura 33 se observa zonas definidas de alta ley (>15 g/t) con una distribución espacial coherente con los clavos mineral en campo.

Figura 34

Inversa a la distancia al cubo Nv.320

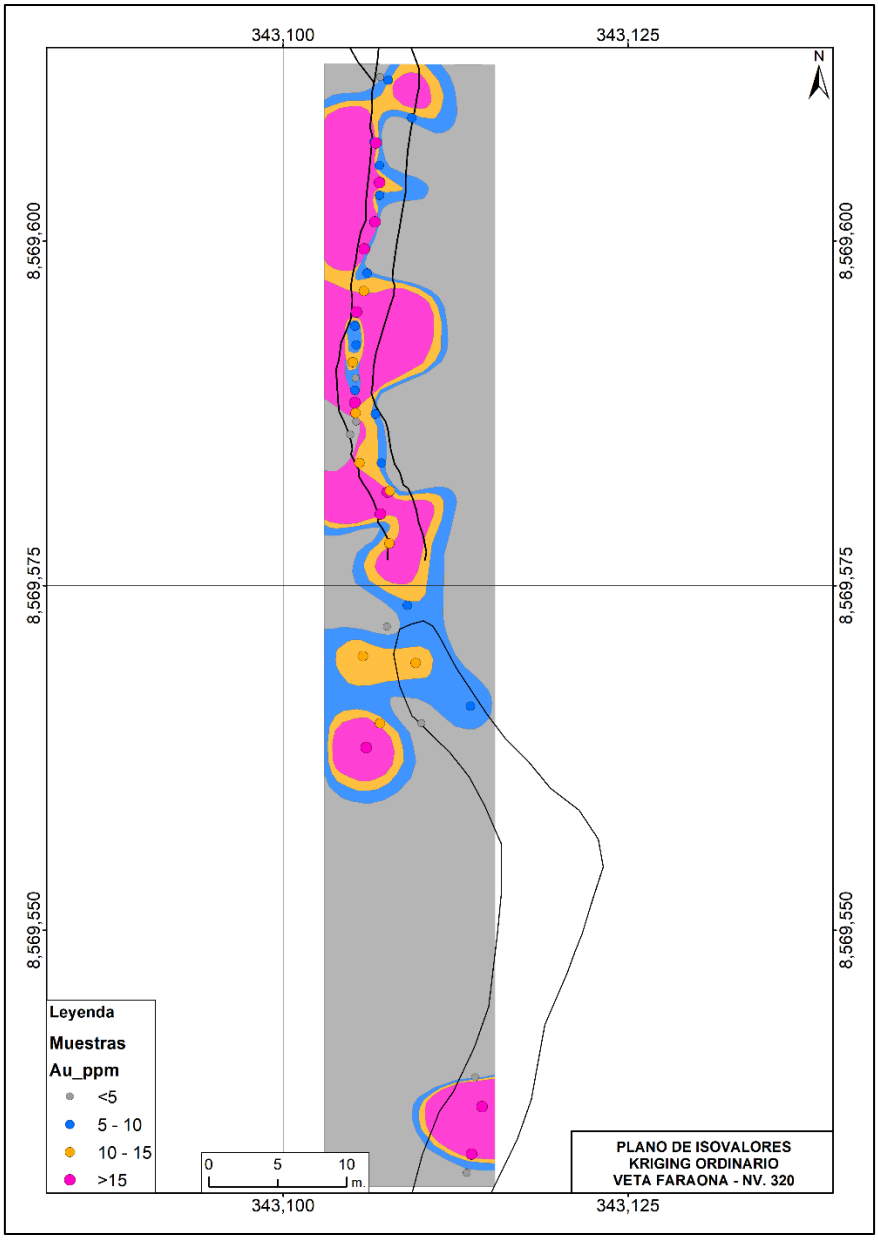


Nota: Elaboración propia.

En la figura 34 correspondiente al sur de la estructura, se observa variabilidad de áreas anómalas con tendencia a valores intermedios (10 g/t – 15 g/t), se tiene una zona anómala alta (>15 g/t) al extremo sur de la estructura.

Figura 35

Kriging ordinario Nv. 320

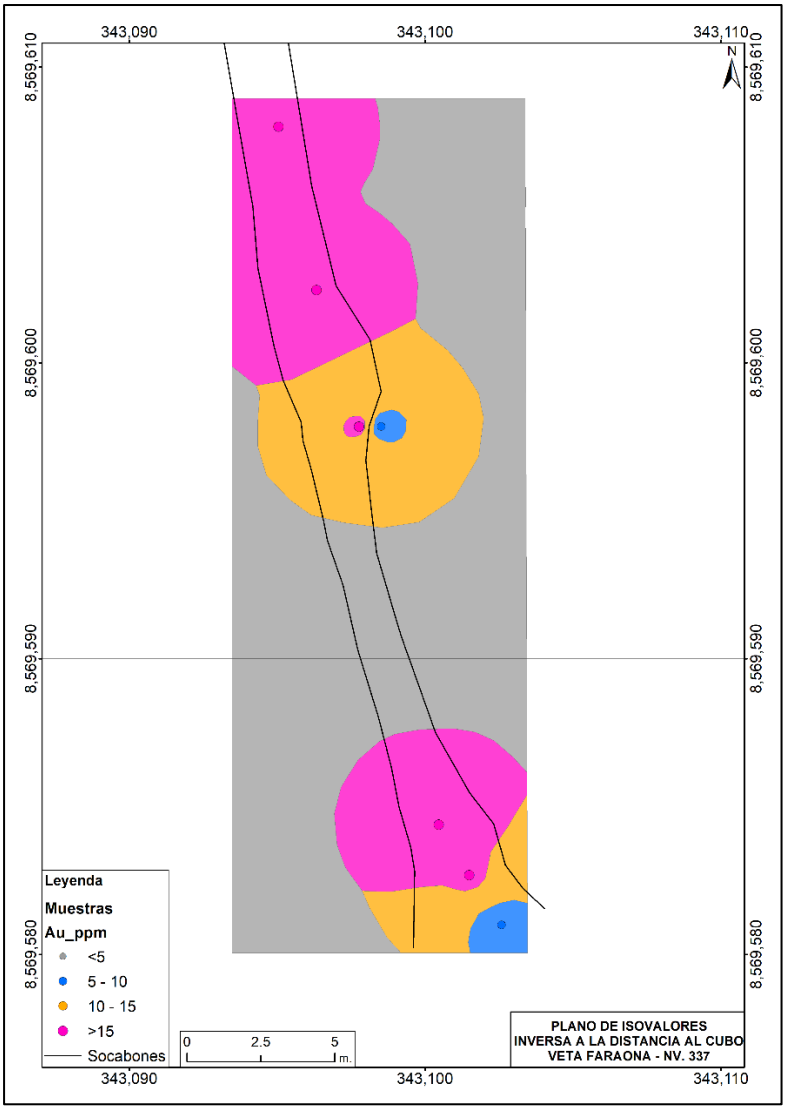


Nota: Elaboración propia.

En la figura 35 se observa zonas definidas de alta ley (>15 g/t) con una distribución espacial no representativas, generando áreas extensas continuas.

Figura 36

Inversa a la distancia al cubo Nv.337

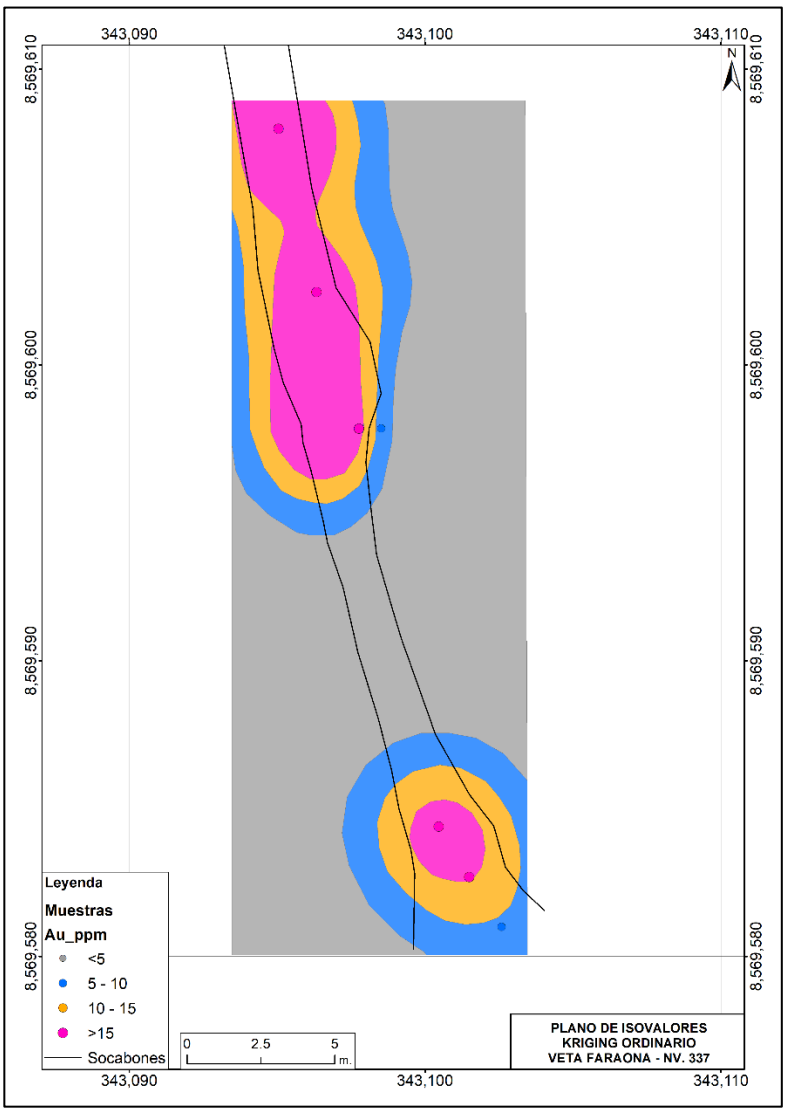


Nota: Elaboración propia.

En la figura 36 se observa zonas definidas de alta ley (>15 g/t) con una distribución relativamente representativa, considerando la baja densidad de muestras se visualiza con mayor claridad el efecto de la aplicación del método.

Figura 37

Kriging ordinario Nv. 337

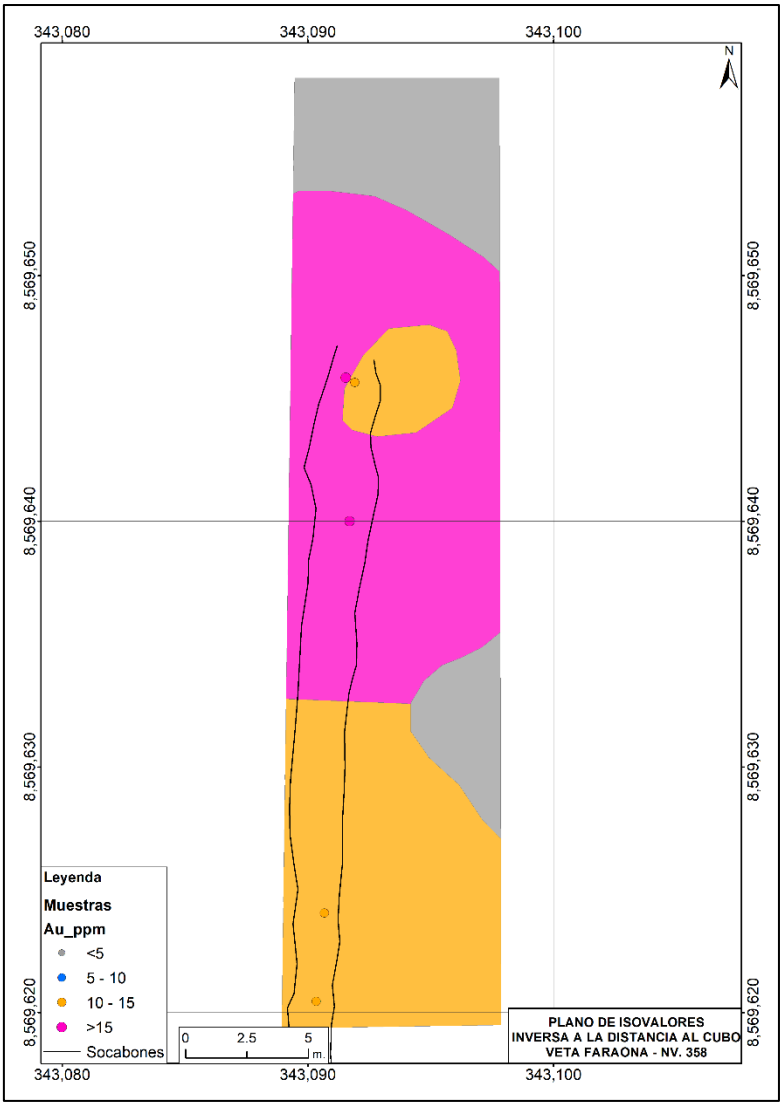


Nota: Elaboración propia.

En la figura 37 se observa zonas definidas de alta ley (>15 g/t) con una distribución relativamente representativa, se identifica la gradación de áreas anómalas en contraste con los datos de ley de las muestras.

Figura 38

Inversa a la distancia al cubo Nv.358

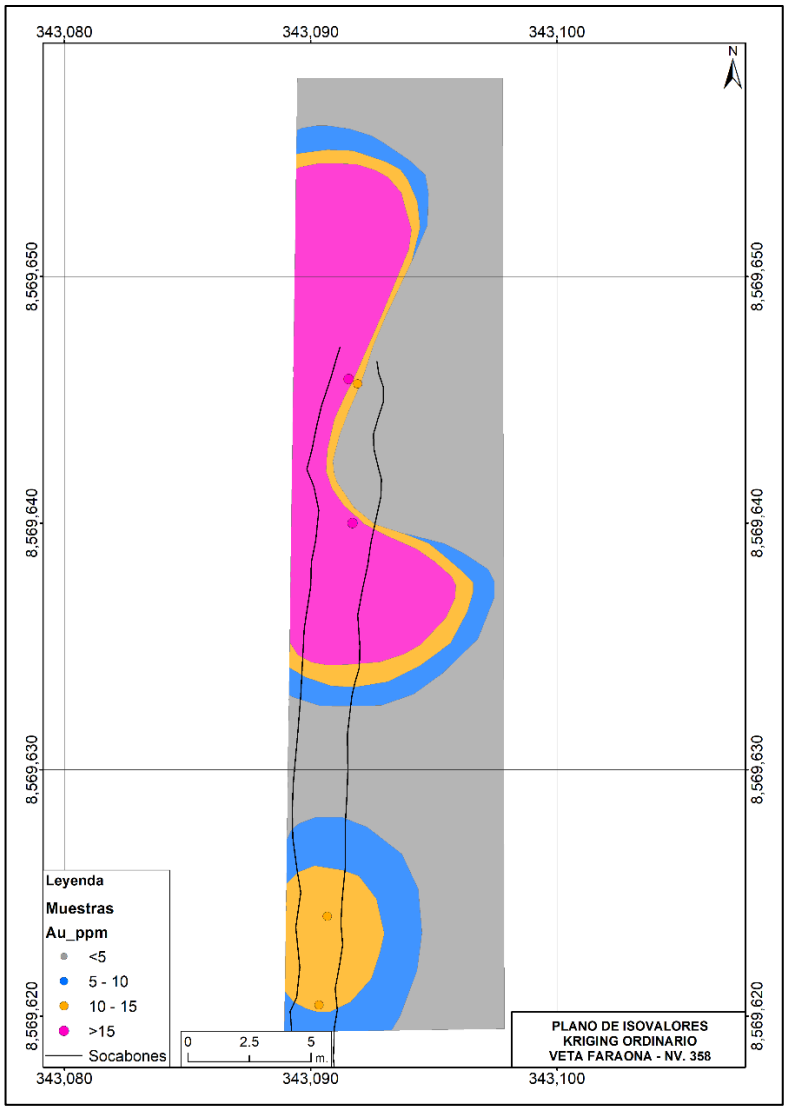


Nota: Elaboración propia.

En la figura 38 se observa 1 zonas de alta ley (>15 g/t) y una zona de media ley (10 g/t – 15 g/t), se refleja la influencia local aplicada por este método, con una caída de leyes hacia el norte, esto debido a la inexistencia de muestras por no contar con afloramiento ni continuidad de la labor en este nivel.

Figura 39

Kriging ordinario Nv. 358



Nota: Elaboración propia.

En la figura 39 se observa 1 zonas de alta ley (>15 g/t) que tiene como deficiencia la disminución abrupta en el contacto con las muestras; y una zona de media ley (10 g/t – 15 g/t) coherente.

6.4.4. Determinación de Capping

Para determinar el valor de Capping, se realizó 5 análisis, desarrollo de fórmula de valor atípico Superior, gráfico QQ-Normal (ver figura 25), Histograma (ver figura 26), dispersión (ver figura 27) y Boxplot (ver figura 29), se decidió determinar un valor conservador de 37 g/t.

6.4.4.1. Valor Atípico Superior

$$\text{VAS} = Q3 + (1{,}5 \times RI)$$
$$\text{RI} = Q3 - Q1$$
$$\text{VAS} = 34{,}93 \text{ g/t}$$

donde:

- Q1 (primer cuartil): Es el valor que separa el 25 % inferior de los datos del 75 % superior. En este estudio, Q1 = 7,46 g/t.
- Q3 (tercer cuartil): Es el valor que separa el 75 % inferior de los datos del 25 % superior. En este estudio, Q3 = 18,45 g/t.
- RI (rango intercuartílico): Es la diferencia entre el tercer y primer cuartil, es decir, $RI = Q3 - Q1$. Representa la dispersión central de los datos. En este caso, $RI = 18{,}45 - 7{,}46 = 10{,}99$g/t.
- VAS (valor atípico superior): Se calcula sumando al tercer cuartil 1,5 veces el rango intercuartílico, es decir, $VAS = 18{,}45 + (1{,}5 \times 10{,}99) = 34{,}93$g/t. Este valor indica un límite superior esperado; cualquier dato por encima de 34,93 g/t se considera atípico y, en el contexto del estudio, sirve como referencia para determinar el capping, es decir, el límite máximo de

ley que se usará para evitar que valores extremos influyan desproporcionadamente en los promedios de reserva.

Los cuartiles y el rango intercuartílico se calcularon directamente en Excel usando las funciones CUARTIL.INC para Q1 y Q3, y luego aplicando la fórmula del VAS

6.4.5 Clasificación de contenido de leyes

Tabla 21

Data Total con capping

Intervalos de leyes	
Ley Baja (Background interno (P25)	7,35
Ley media(Normal)	12,40
Ley enriquecida (Thershold)	18.50
Alta Ley	37,00

Nota: Elaboración propia.

En la tabla 21 se muestran una ley baja (7,35 g/t, P25): representa el 25 % inferior de las leyes y se considera el background interno de la veta, tambien la ley media (12,40 g/t): corresponde al valor típico o normal de la mineralización, tambien, ley enriquecida (18,50 g/t, Threshold): indica zonas con mayor contenido de metal que la media, cercanas al tercer cuartil (Q3). Así mismo una Alta ley (37,00 g/t, VAS): valores atípicos superiores que se utilizan para el capping y evitar que los valores extremos influyan en los promedios de reservas.

6.5. Estimación de Reservas y recurso mineral

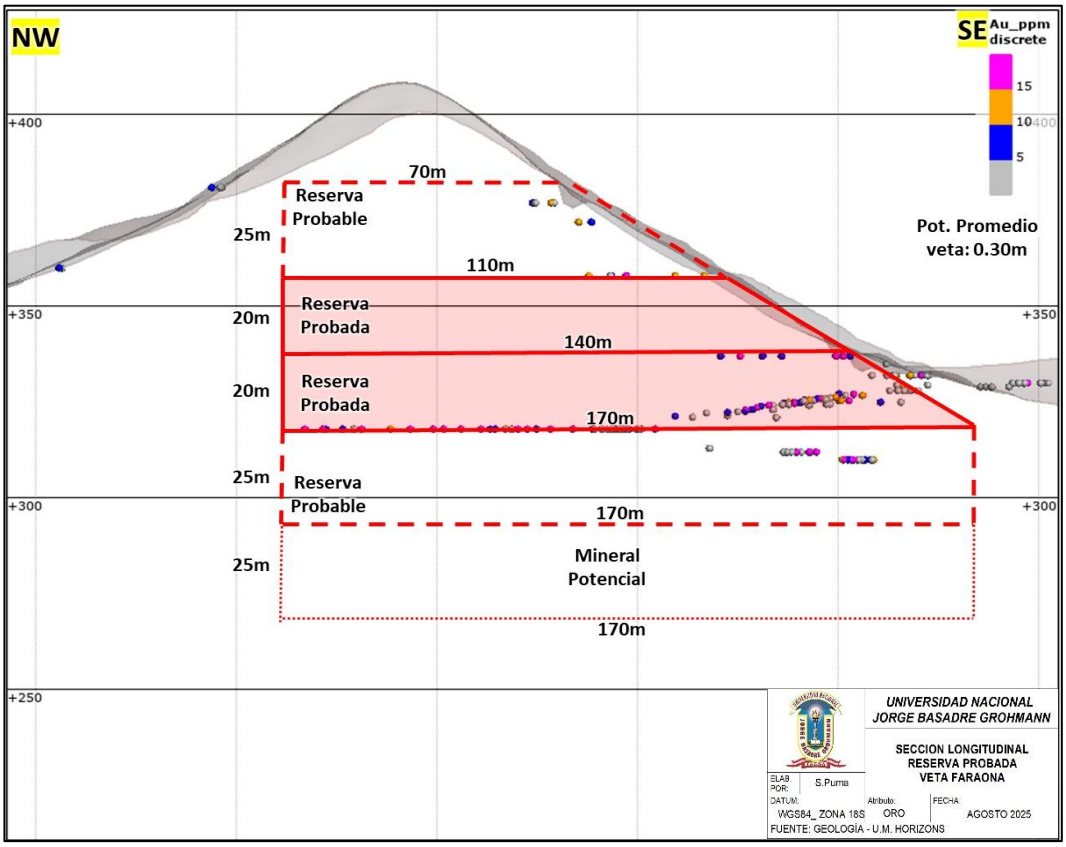
Para la estimación de reservas y recurso mineral en el presente estudio se han considerado muestreos de labores antiguas y actuales considerando un re-procesamiento de la data con el capping determinado.

6.5.1 Reservas probadas

6.5.1.1 Cálculo de reservas

Figura 40

Reserva de mineral probado.



Nota: Elaboración propia.

Tabla 22

Promedio (media aritmética) de potencia y leyes de las reservas probadas.

Muestras	Potencia	Unidad	Ley Au	Unidad
Gal. 358	0,38	m	14,23	g/t
Gal. 337	0,24	m	15,26	g/t
Gal. 320	0,32	m	12,71	g/t
Gal 318	0,30	m	18,71	g/t
Promedio	**0,31**	**m**	**14.88**	**g/t**

Nota: Elaboración propia.

Para realizar el cálculo del área la reserva probada de utilizó la siguiente fórmula.

$$Área = Altura\ x\ \frac{Long.Moyor + Long.Menor}{2}$$

Donde:

- Altura: Es la distancia perpendicular entre las dos bases (Longitud Mayor y Longitud Menor), tambien representa la dimensión vertical del bloque o la sección transversal del mineral.
- Longitud Mayor: Es la base más larga del trapecio, generalmente la medida superior o inferior más extensa de la sección, tambien indica el ancho máximo de la veta o bloque mineral.

- Longitud Menor: Es la base más corta del trapecio, generalmente la medida opuesta a la base mayor, tambien Representa el ancho mínimo de la sección.
- (Long.Mayor + Long.Menor)/2: Es el promedio de las longitudes de las bases, que se multiplica por la altura para obtener el área del trapecio, tambien esto permite calcular un área que aproxima la sección transversal del mineral, aunque no sea perfectamente rectangular.
- Área: Es el resultado final, que representa la superficie de la sección transversal del bloque mineral, tambien este valor se usa luego para calcular volúmenes y tonelajes.

Tabla 23

Área reserva probada.

Longitud Mayor	170,00	m
Longitud Menor	110,00	m
Altura	40,00	m
Área	**5600.00**	**m²**

Nota: Elaboración propia.

Para realizar el cálculo del volumen de la reserva probada de utilizó la siguiente fórmula.

$$Volumen = área\ x\ promdeio\ de\ potencia$$

Donde:

Volumen = cantidad de roca o mineral en m³.

Área = superficie ocupada por la mineralización en m².

Promedio = de potencia: espesor promedio del cuerpo mineralizado en metros (m).

Tabla 24

Volumen reserva probada.

Área	5600,00	m²
Promedio potencia	0,31	m
Volumen	**1733,43**	**m³**

Nota: Elaboración propia.

Para realizar el cálculo del tonelaje de la reserva probada de utilizo la siguiente formula.

$$Tonelaje = Volumen\ x\ peso\ especifico$$

Donde:

Tonelaje: cantidad de mineral en toneladas (t).

Volumen: m³, calculado como Área × Promedio de potencia.

Peso específico: densidad de la roca o mineral en t/m³ (a veces kg/m³, pero debes ajustar unidades).

Tabla 25

Tonelaje reserva probada.

Volumen	1733,43	m³
Peso Especifico	2,90	TM/m³
Tonelaje	**5026.95**	**TM**

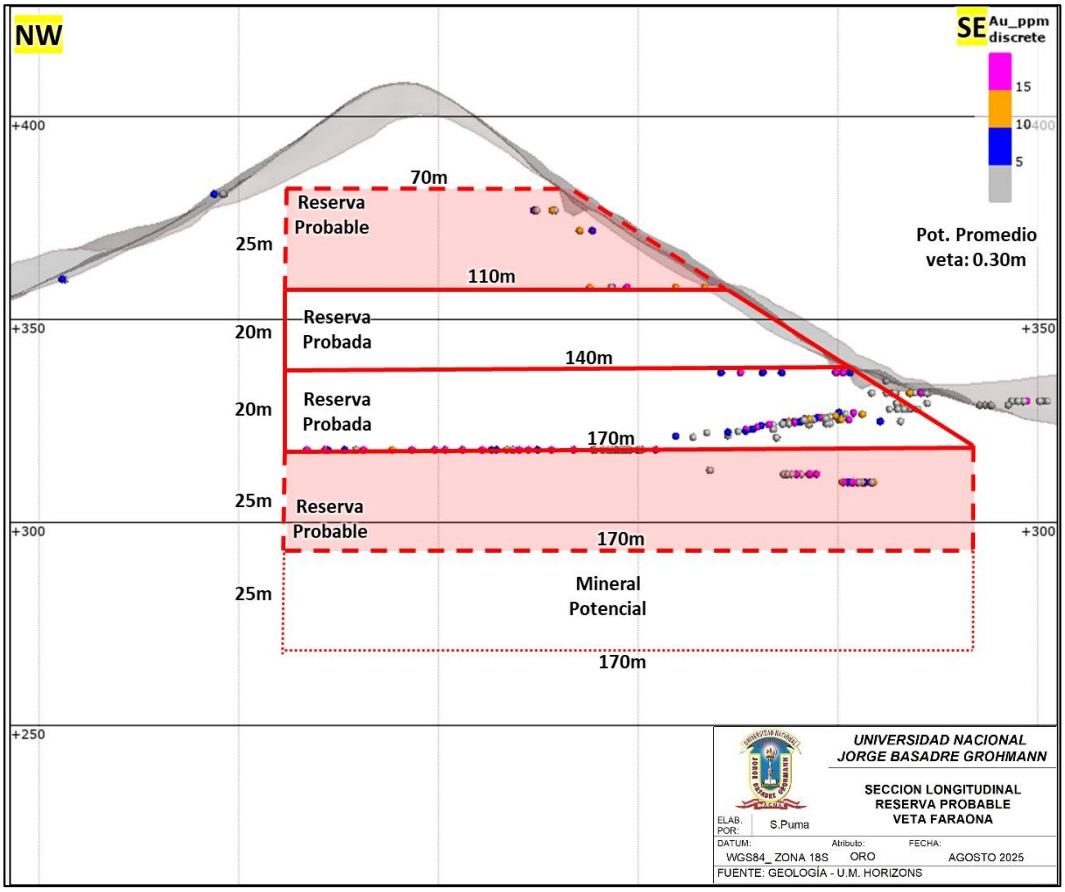
Nota: Elaboración propia.

6.5.2 Reservas probables

6.5.2.1 Cálculo de reservas

Figura 41

Reserva mineral probable.



Nota: Elaboración propia.

Tabla 26

Promedio (media aritmética) de potencia y leyes de las reservas probables superior.

Muestras	Potencia	Unidad	Ley Au	Unidad
Gal. 377	0,24	m	10,42	g/t
Gal. 372	0,19	m	9,76	g/t
Gal. 358	0,38	m	14,23	g/t
Promedio	**0.27**	**m**	**11,43**	**Gr/Tn**

Nota: Elaboración propia.

Para realizar el cálculo del área la reserva probable superior se utilizó la siguiente formula.

$$Área = Altura\ x\ \frac{Long.Moyor + Long.Menor}{2}$$

Tabla 27

Área reserva probable superior.

Longitud Mayor	110,00	m
Longitud Menor	70,00	m
Altura	25,00	m
Área	**2250,00**	**m²**

Nota: Elaboración propia.

Para realizar el cálculo del volumen de la reserva probable superior se utilizó la siguiente formula.

$$Volumen = área\ x\ promdeio\ de\ potencia$$

Tabla 28

Volumen reserva probable superior.

Área	2250,00	m²
Promedio potencia	0,27	m
Volumen	**602,25**	**m³**

Nota: Elaboración propia.

Para realizar el cálculo del tonelaje de la reserva probable superior se utilizó la siguiente formula.

$$Tonelaje = Volumen\ x\ peso\ especifico$$

Tabla 29

Tonelaje reserva probable superior.

Volumen	602,25	m³
Peso Especifico	2,90	TM/m³
Tonelaje	**1746,53**	**TM**

Nota: Elaboración propia.

Tabla 30

Promedio (media aritmética) de potencia y leyes de las reservas probables inferior.

Muestras	Potencia	Unidad	Ley Au	Unidad
Gal. 318	0,30	m	18,71	g/t
Gal. 310	0,28	m	12,15	g/t
Promedio	**0,29**	**m**	**14,83**	**g/t**

Nota: Elaboración propia.

Para realizar el cálculo del área la reserva probable superior se utilizó la siguiente formula.

$$Área = Longitud\ x\ Altura$$

Tabla 31

Área reserva probable inferior.

Longitud	170,00	m
Altura	25,00	m
Área	**4250,00**	**m²**

Nota: Elaboración propia.

Para realizar el cálculo del volumen de la reserva probable inferior se utilizó la siguiente formula.

$$Volumen = área\ x\ promdeio\ de\ potencia$$

Tabla 32

Volumen reserva probable inferior.

Área	4250,00	m²
Promedio potencia	0,29	m
Volumen	**1240,78**	**m³**

Nota: Elaboración propia.

Para realizar el cálculo del tonelaje de la reserva probable inferior se utilizó la siguiente formula.

$$Tonelaje = Volumen\ x\ peso\ especifico$$

Tabla 33

Tonelaje reserva probable inferior.

Volumen	1240,78	m^3
Peso Especifico	2,90	TM/m^3
Tonelaje	**3598,27**	**TM**

Nota: Elaboración propia.

6.6. Resumen de reservas veta Faraona

Tabla 34

Resumen de reservas en veta Faraona.

Bloque	Tonelaje	Unidad	Ley	Unidad
Reserva Probada	5026,95	TM	14,88	g/t
Reserva Probable Superior	1746,53	TM	11,43	g/t
Reserva Probable Inferior	3598,27	TM	14,83	g/t

Nota: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. El análisis geoquímico permitió determinar la concentración y distribución de los elementos metálicos de interés en las vetas evaluadas, evidenciando zonas con mayor contenido mineral, las cuales se identificaron como sectores favorables para la estimación de reservas.
2. Se comprobó que el análisis geoquímico incide directamente en el cálculo de reservas, al proporcionar datos cuantitativos y cualitativos precisos sobre la ley de los minerales, permitiendo una estimación confiable de los recursos en la concesión Noelia Primera.
3. La recolección de muestras y registro de potencias de veta por estructuras, así como la evaluación de la accesibilidad y rehabilitación de labores antiguas, sirvió para descartar las estructuras de las vetas Rubí, Néstor y Principal.
4. Los valores de oro son variables a lo largo de la estructura, típico en vetas angostas, donde existen zonas con leyes bajas menores a 7,35 g/t y altas con leyes mayores a 37 g/t y en tramos cortos con valores anómalos de hasta 311, 59 g/t, correspondiente a los tramos de clavo mineral.
5. El análisis geoquímico permitió verificar la continuidad de zonas anómalas mayores a 15 g/t en los diferentes niveles por medio de los isovalores, que influyó en la clasificación del bloque para el cálculo de reservas.
6. Al comparar los dos métodos de interpolación para realizar los isovalores, se concluyó que, a pesar de las deficiencias de datos en ciertos niveles, el método

de Kriging es el más adecuado y realista, sin sobreestimar al no tener muestras adyacentes.

7. La clasificación de rangos de leyes, permitió proyectar partes de la veta de mayor interés.
8. Mediante los isovalores se determinó 2 tramo con mayor concentración de oro con continuidad vertical.
9. Se determinó un capping conservador de 37 g/t para realizar el cálculo de reservas.
10. Se determino una reserva probada de 5026,95 toneladas, con una ley de 14,88 g/t, tambien una reserva probable superior de 1746,53, con una ley de 11.43 g/t toneladas y una reserva probable superior de 3598,27 toneladas, con una ley de 14,83 g/t.
11. Se confirma la hipótesis general y las dos hipótesis específicas, al demostrarse que:

    (1) la geoquímica define la distribución del oro (Au) en las vetas mineralizadas

    (2) esta información incide directamente en la cubicación y clasificación del material, contribuyendo a una estimación confiable y técnicamente sustentada de las reservas.

RECOMENDACIONES

1. Realizar la geofísica IP (polarización inducida) en la zona de estudio para la identificación estructuras con mineral por su respuesta de cargabilidad.

2. Realizar sondajes diamantinos para determinar con mayor precisión la continuidad y volumen del mineral identificado en la zona.

3. Realizar la planificación estratégica con análisis de costos considerando Capex y Opex para explotar el recurso identificado.

4. Realizar la exploración continuando hacia el norte del nivel 318, debido a la anomalía alta que quedó abierta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arias, F. (2006) *El proyecto de investigación.* Caracas, Venezuela: editorial Episteme, 2006.

Asociación de Servicios de Geología y Minería Iberoamericana. (2023). *Manual de Metodologías Geoquímicas*. https://es.scribd.com/document/ 729131603/ Manual-MetodologiasGeoquimicas-ASGMI

Autoridad Nacional del Agua – ANA. (2014). *Evaluación y ordenamiento de los recursos hídricos en la cuenca del río Cañete* (Informe técnico). https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/3897

Bateman, A. M., & Jensen, M. L. (1981). *Economic Mineral Deposits* (3rd ed.). John Wiley & Sons.

Blas, A. & Damián, E. (2021), *Evaluación geológica para el cálculo de reservas y estimación de recursos minerales del prospecto minero Calmar*. [Tesis de licenciatura. Universidad Continental]. Repositorio CONTIENTAL. https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11537

Buscaglione Blu, V. A. (2016). *Aplicación de truncación para la estimación de leyes* [Tesis de licenciatura, Universidad de Chile]. Repositorio UCHILE. https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/142074

BVL – Venture Exchange (2003), Código de estándares de reporte para informar sobre recursos minerales y reservas de mena. Aprobados en Sesión de Directorio Nro. 774/03 http://biblioteca.unmsm.edu.pe/redlieds/Recursos/archivos/Legislacion/Peru/seccion6%20con%20el%20Link.pdf

David, M. (1977). *Geostatistical Ore Reserve Estimation*. Elsevier Scientific Publishing Company.

Geocatmin. (2024). *Datos generales de derecho minero.* https://digital.ingemmet.gob.pe/serviciosdigitales/app/sidemcat/consulta/d

etalle;codDm=010203105

Govett, G. J. S. (1983). *Handbook of Exploration Geochemistry, Volume 3: Rock Geochemistry in Mineral Exploration*. Elsevier.

Guilbert, J. M., & Park, C. F. (2007). *The Geology of Ore Deposits* (Waveland Press ed.). Waveland Press.

Geovirtual2. (s.f.). *Geología económica, una introducción*. Recuperado de https://www.geovirtual2.cl/geologiageneral/ggcap13.htm

Griem-Klee, H. (2016). *Anomalía geoquímica*. En *Prospección geológica para oro mediante análisis geoquímico de suelos*. https://1library.co/article/anomal%C3%ADa-geoqu%C3%ADmica-prospecci%C3%B3n-geol%C3%B3gica-mediante-an%C3%A1lisis-geoquimico-suelos.qo5gw50y

Hartman, H. & Other. (2020). *Mining Handbook SME. Denver Colorado USA*. https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-smeminingreferencehandbook2ndedition.pdf

Heller A. & Tapia, B. (2021). *Terminología para reportes de recursos minerales y reservas de menas.* Instituto de Ingenieros de minas del Perú. https://revistamineria.com.pe/raiz/terminologia-para-reportes-de-recursos-minerales-y-reservas-de-mena.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*, Edición 6° D.F., México: McGraw Hill Interamericana.

Hustrulid, W. (2001). *Underground Mining Methods: Engineering Fundamentals and International Case Studies*. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (SME).

Ingemmet (2023), *Boletín serie B: Geología Económica N°86, Compendio de minería y yacimientos minerales en el Perú.* Ingemmet. https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/4751

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. (1993). Geología de los cuadrángulos

de Mala (26-j), Lunahuaná (26-k), Tupe (26-l), Conayca (26-m), Chincha (27-k), Tantará (27-l) y Castrovirreyna (27-m) (Boletín N.° 44, Serie A: Carta Geológica Nacional). INGEMMET. https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/P-1152.pdf

Isovalores. (s.f.). *Isovalores.* Scribd, recuperado 20 de marzo 2025 https://es.scribd.com/document/549795792/isovalores

Isaaks, E. H., & Srivastava, R. M. (1989). *An Introduction to Applied Geostatistics*. Oxford University Press.

Journel, A. G., & Huijbregts, C. J. (1978). *Mining Geostatistics*. Academic Press.

Join Ore Reserves Committee. (1988), *the JORC Code. 2012 Edition*. (fecha de consulta: 2024, mayo 17).

Klein, C. & Dutrow, B. (2017). *Manual de mineralogía de danna*. 24ava. Edición. Editorial Jhon Wiley & Sons.

La cruz, J. (2022). *Proyecto aurífero Quilmaná – Perfil de inversión. Informe Interno de compañía*. Horizons S.A.C.

Leiva, A. (2024). *Manual de mineralogía Danna.* https://www.academia.edu/10105783/Manual_de_mineralog%C3%ADa_Dana

Levinson, A. A. (1974). Introduction to exploration geochemistry (2nd ed.) Calgary: Applied Publishing Ltd.

Llamoca, G. (2022). *Prospección geológica del proyecto minero Cielo en el Valle de Supe. Barranca -Lima*. Repositorio UNMSM [Tesis de licenciatura Universidad Mayor de San Marcos]. https://cybertesis.unmsm.edu.pe/item/8c5a4d45-4a04-44c6-9427-dc19d084ada6

Luncano, R (2019), *Cubicación de Reservas. Scribd.* https://es.scribd.com/document/223085134/Cubicacion-deReservas.

Mesić Kiš, I. (2016). *Comparison of Ordinary and Universal Kriging interpolation techniques on a depth variable (a case of linear spatial*

trend), case study of the Šandrovac Field. Rudarsko-geološko-naftni zbornik, 31(2), 41-58.

Minería space. (2023). *Métodos de estimación de reservas de mineral.* https://mineria.space/metodos-de-estimacion-de-reservas-de-mineral-tutorial/

Montgomery, D., & Runger, G. (2014). *Applied statistics and probability for engineers* (6th ed.). Wiley.

Olortegui, Y. (2021). *Kriging ordinario e inverso a la distancia.* Informe. Universidad nacional de Moquegua. https://es.scribd.com/document/536169108/Kriging-Ordinario-y-Inverso-a-La-Distancia

Peters, W. C. (1978). Exploration and mining geology. John Wiley & Sons.

Ridley, J. (2013) *Ore Deposit Geology.* Mega. https://mega.nz/file/Io4jCaJB#mLx1b0TrWRGQlr6vA0LMcpO4cqf-Qs6TknDQANS0xY0.

Rollinson, H. (2007). Using geochemical data: Evaluation, presentation, interpretation (2nd ed.). Routledge.

Rose, A. W., Hawkes, H. E., & Webb, J. S. (1979). *Geochemistry in Mineral Exploration* (2nd ed.). Academic Press.

Rossi, M. E., & Deutsch, C. V. (2014). *Mineral Resource Estimation*. Springer.

Rumbo minero. (2023). Fitch proyecta caída en los precios de metales en 2024, a excepción del oro, Revista Rumbo Minero. https://www.rumbominero.com/peru/noticias/internacionales/fitch-precios-de-metales-oro/

Sillitoe, R. H. (2010). *Porphyry Copper Systems*. *Economic Geology*, 105(1), 3–41. https://doi.org/10.2113/gsecongeo.105.1.3

Salazar H. & y Landa C. (1993). *Geología de los cuadrángulos de Mala, Lunahuaná, Tupe, Conayca, Chincha, Tantara y Castrovirreyna. Ingemmet*. https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/164.

Sucre, C. (2019). *El consumo global de materias primas se duplicará hasta 2050. https*://www.eleconomista.net/actualidad/El-consumo-global-de-materias-primas-se-duplicara-hasta-2050-segun-el-BID-20190812-0014.html

Tamayo, M. (2003). *el proceso de investigación científica*. Editorial Limusa. (fecha de consulta: 2024, mayo 01).

Valdivia, M. (2018) *Muestreo en Geología.* https://es.scribd.com/ presentation/293692767/muestreo-engeologia. (fecha de consulta: 2024, mayo 14).

Valenzuela, G., & Marmanillo, C. (2020). *Evaluación geológica para el cálculo de* reservas *y estimación de recursos minerales del prospecto minero Chaupiloma 2007* [Tesis de licenciatura, Universidad Continental]. Repositorio CONTINENTAL. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/7892/3/IV_FIN_110_TE_Valenzuela_Buendia_2020.pdf

ANEXOS

Anexo 1

- Matriz de consistencia

Matriz de Consistencia.

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Diseño metodológico
Problema general - ¿Cuántas son las reservas en base al análisis geoquímico en la concesión Noelia primera en el proyecto Horizons, Cañete – Lima 2023? **Problemas específicos** - ¿Se puede determinar la concentración y distribución del elemento de interés en base al análisis geoquímico de las vetas en la concesión Noelia Primera en el proyecto Horizons, Cañete - Lima 2023? - ¿Cuánto incide el análisis geoquímico en el cálculo de reservas en la concesión Noelia Primera en el proyecto Horizons, Cañete - Lima 2023?	**Objetivo general** - Calcular las reservas en base al análisis geoquímico en la concesión Noelia primera en el proyecto Horizons, Cañete -Lima 2023. **Objetivos específicos** - Determinar la concentración y distribución del elemento de interés en base al análisis geoquímico de las vetas en la concesión Noelia Primera en el proyecto Horizons, Cañete - Lima 2023. - Determinar si el análisis geoquímico incide en el cálculo de reservas en la concesión Noelia Primera en el proyecto Horizons, Cañete - Lima 2023.	**Hipótesis general** - El análisis geoquímico permite realizar el cálculo de reservas en la concesión Noelia primera en el proyecto Horizons, Cañete - lima 2023. **Hipótesis específica** - La concentración y distribución del elemento de interés se obtiene en base al análisis geoquímico de las vetas en la concesión Noelia Primera en el proyecto Horizons, Cañete - Lima 2023. - El análisis geoquímico incide en el cálculo de reservas en la concesión Noelia Primera en el proyecto Horizons, Cañete - Lima 2023.	**Variables Independientes** - Análisis geoquímico. **Variable Dependiente** - Estimación de reservas. **Variable de control (z)** - Geometría y estructuras de vetas	**Indicadores de X** - Dimensiones de las vetas en metros - Leyes de mineral **Indicadores de Y** - Tonelaje de mineral, Leyes. **Indicadores de Z** - Grados - Metros - Porcentaje	**Tipo:** Aplicada (Tamayo y Tamayo, 2003). **Nivel:** Explicativo (Arias, 2006). **Diseño:** no experimental observacional (Arias, 2006). **Población:** constituirá por todos los puntos de muestreo posibles dentro de la concesión Noelia Primera sistemáticamente en una malla regular, en el año 2023. **Muestra:** conformada por muestreos específicos dentro de las vetas faraona, rubí y Néstor, considerando dimensiones mínimas para su desarrollo. **Técnicas:** Análisis documental y observación **Instrumentos:** Reportes e informes y fichas de investigación. **Análisis e interpretación de datos:** Depuración, clasificación, tabulación e interpretación en tablas y gráficos estadísticos.

Anexo 2: Trabajos de campo

- Geología estructural local
- Extracción de muestra
- Oro en Puruña

Geología estructural local



Extracción de muestra



Oro en puruña



Anexo 4: Trabajo de gabinete

- Base de datos muestras geoquímicas

BASE DE DATOS - MUESTRAS GEOQUÍMICAS				
Muestra	**Ubicación**	**Potencia (m)**	**Au_ppm**	**Veta**
M1	Gal 360	0.05	10.86	Rubí
M2	Gal 360	0.04	24.53	Rubí
M3	Gal 360	0.08	0.06	Rubí
M4	Gal 360	0.03	0.29	Rubí
M-5	Sn 330	0.10	17.99	Néstor
M-6	Sn 330	0.10	1.10	Néstor
M-7	Sn 330	0.10	5.92	Néstor
M-8	Sn 330	0.10	15.43	Néstor
M-9	Sn 330	0.10	8.95	Néstor
M-10	Sn 330	0.09	11.77	Néstor
M-11	Sn 330	0.17	25.23	Néstor
M-12	Sn 330	0.04	14.73	Néstor
M-13	Sn 330	0.10	1.77	Néstor
M-14	Sn 330	0.20	7.03	Néstor
M-15	Sn 330	0.20	3.25	Néstor
M-16	Sn 330	0.25	0.25	Néstor
M-17	Trinchera	0.10	5.74	Néstor
M-18	Trinchera	0.10	0.61	Néstor
M-19	Trinchera	0.10	1.98	Néstor
M-20	Gal 370	0.08	16.56	Principal
M-21	Gal 370	0.05	18.43	Principal
M-22	Gal 370	0.05	5.70	Principal
M-23	Gal 370	0.08	0.44	Principal
M-24	Gal 350	0.10	0.55	Principal
M-25	Gal 350	0.15	0.17	Principal
M-26	Gal 350	0.05	24.03	Principal
M-27	Gal 350	0.06	12.75	Principal
M-28	Gal 350	0.10	18.07	Principal
M-29	Gal. 377	0.22	14.62	Veta Faraona
M-30	Gal. 377	0.25	6.22	Veta Faraona
M-31	Gal. 372	0.2	7.3	Veta Faraona
M-32	Gal. 372	0.18	12.22	Veta Faraona
M-33	Gal. 358	0.32	10.61	Veta Faraona
M-34	Gal. 358	0.3	13.87	Veta Faraona
M-35	Gal. 358	0.45	16.5	Veta Faraona
M-36	Gal. 358	0.4	12.62	Veta Faraona

BASE DE DATOS - MUESTRAS GEOQUÍMICAS				
Muestra	**Ubicación**	**Potencia (m)**	**Au_ppm**	**Veta**
M-37	Gal. 358	0.42	17.55	Veta Faraona
M-38	Gal. 337	0.2	16.96	Veta Faraona
M-39	Gal. 337	0.18	15.2	Veta Faraona
M-40	Gal. 337	0.25	8.96	Veta Faraona
M-41	Gal. 337	0.22	15.42	Veta Faraona
M-42	Gal. 337	0.24	9.09	Veta Faraona
M-43	Gal. 337	0.3	18.62	Veta Faraona
M-44	Gal. 337	0.28	22.6	Veta Faraona
M-45	Gal. 320	0.18	14.26	Veta Faraona
M-46	Gal. 320	0.15	2.65	Veta Faraona
M-47	Gal. 320	0.26	8.78	Veta Faraona
M-48	Gal. 320	0.22	13.71	Veta Faraona
M-49	Gal. 320	0.28	31.24	Veta Faraona
M-50	Gal. 320	0.32	2.35	Veta Faraona
M-51	Gal. 320	0.3	11.86	Veta Faraona
M-52	Gal. 320	0.38	7.51	Veta Faraona
M-53	Gal. 320	0.4	33.85	Veta Faraona
M-54	Gal. 320	0.4	14.92	Veta Faraona
M-55	Gal. 320	0.25	3.57	Veta Faraona
M-56	Gal. 320	0.26	9.54	Veta Faraona
M-57	Gal. 320	0.12	3.71	Veta Faraona
M-58	Gal. 320	0.31	7.13	Veta Faraona
M-59	Gal. 320	0.43	14.56	Veta Faraona
M-60	Gal. 320	0.38	18.27	Veta Faraona
M-61	Gal. 320	0.32	14.22	Veta Faraona
M-62	Gal. 320	0.36	3.38	Veta Faraona
M-63	Gal. 320	0.27	12.58	Veta Faraona
M-64	Gal. 320	0.3	51.25	Veta Faraona
M-65	Gal. 320	0.46	7.18	Veta Faraona
M-66	Gal. 320	0.5	0.83	Veta Faraona
M-67	Gal. 320	0.42	14.72	Veta Faraona
M-68	Gal. 320	0.38	9.43	Veta Faraona
M-69	Gal. 320	0.4	6.85	Veta Faraona
M-70	Gal. 320	0.3	9.78	Veta Faraona
M-71	Gal. 320	0.28	25.89	Veta Faraona
M-72	Gal. 320	0.25	14.23	Veta Faraona

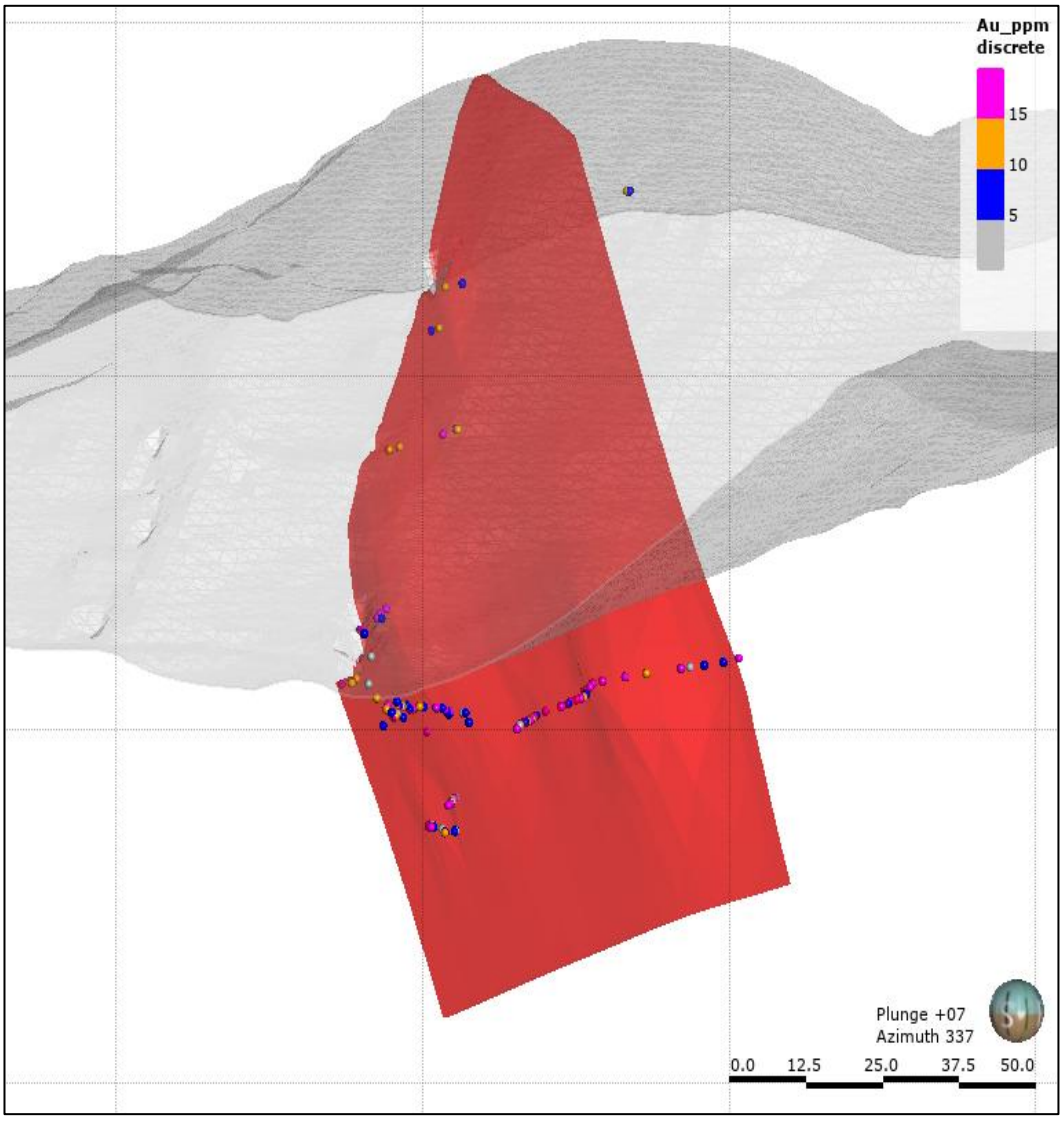
BASE DE DATOS - MUESTRAS GEOQUÍMICAS				
Muestra	**Ubicación**	**Potencia (m)**	**Au_ppm**	**Veta**
M-73	Gal. 320	0.26	7.68	Veta Faraona
M-74	Gal. 320	0.3	18.52	Veta Faraona
M-75	Gal. 320	0.26	8.54	Veta Faraona
M-76	Gal. 320	0.16	22.78	Veta Faraona
M-77	Gal. 320	0.43	9.45	Veta Faraona
M-78	Gal. 320	0.3	18.42	Veta Faraona
M-79	Gal. 320	0.35	5.46	Veta Faraona
M-80	Gal. 320	0.38	24.66	Veta Faraona
M-81	Gal. 320	0.35	4.21	Veta Faraona
M-82	Gal. 320	0.45	9.42	Veta Faraona
M-83	Gal. 318	0.33	72.4	Veta Faraona
M-84	Gal. 318	0.3	17.2	Veta Faraona
M-85	Gal. 318	0.25	36.8	Veta Faraona
M-86	Gal. 318	0.4	8.75	Veta Faraona
M-87	Gal. 318	0.63	31.5	Veta Faraona
M-88	Gal. 318	0.26	7.74	Veta Faraona
M-89	Gal. 318	0.15	24.78	Veta Faraona
M-90	Gal. 318	0.25	1.3	Veta Faraona
M-91	Gal. 318	0.6	17.6	Veta Faraona
M-92	Gal. 318	0.5	35.2	Veta Faraona
M-93	Gal. 318	0.5	6.2	Veta Faraona
M-94	Gal. 318	0.3	12.8	Veta Faraona
M-95	Gal. 318	0.68	6.92	Veta Faraona
M-96	Gal. 318	0.65	1.64	Veta Faraona
M-97	Gal. 318	0.65	3.76	Veta Faraona
M-98	Gal. 318	0.31	8.6	Veta Faraona
M-99	Gal. 318	0.21	22.43	Veta Faraona
M-100	Gal. 318	0.15	18.3	Veta Faraona
M-101	Gal. 318	0.3	10	Veta Faraona
M-102	Gal. 318	0.25	5.86	Veta Faraona
M-103	Gal. 318	0.42	11.9	Veta Faraona
M-104	Gal. 318	0.15	18.79	Veta Faraona
M-105	Gal. 318	0.25	19.85	Veta Faraona
M-106	Gal. 318	0.08	25.6	Veta Faraona
M-107	Gal. 318	0.21	9.71	Veta Faraona
M-108	Gal. 318	0.18	28	Veta Faraona

BASE DE DATOS - MUESTRAS GEOQUÍMICAS				
Muestra	**Ubicación**	**Potencia (m)**	**Au_ppm**	**Veta**
M-109	Gal. 318	0.12	51.5	Veta Faraona
M-110	Gal. 318	0.16	11.5	Veta Faraona
M-111	Gal. 318	0.25	228.26	Veta Faraona
M-112	Gal. 318	0.3	311.59	Veta Faraona
M-113	Gal. 318	0.1	1.8	Veta Faraona
M-114	Gal. 318	0.13	9.45	Veta Faraona
M-115	Gal. 318	0.12	125	Veta Faraona
M-116	Gal. 318	0.15	104.61	Veta Faraona
M-117	Gal. 310	0.33	16.05	Veta Faraona
M-118	Gal. 310	0.25	16.28	Veta Faraona
M-119	Gal. 310	0.18	21.96	Veta Faraona
M-120	Gal. 310	0.14	0.81	Veta Faraona
M-121	Gal. 310	0.4	12.69	Veta Faraona
M-122	Gal. 310	0.4	0.64	Veta Faraona
M-123	Gal. 310	0.34	10.87	Veta Faraona
M-124	Gal. 310	0.18	8.94	Veta Faraona
M-125	Gal. 310	0.3	26.94	Veta Faraona
M-126	Gal. 310	0.17	5.58	Veta Faraona
M-127	Gal. 310	0.15	2.66	Veta Faraona
M-128	Gal. 310	0.34	15.39	Veta Faraona
M-129	Gal. 310	0.36	72.5	Veta Faraona
M-130	Gal. 310	0.25	106.9	Veta Faraona
M-131	Gal. 310	0.26	11.92	Veta Faraona
M-132	Gal. 310	0.12	0.6	Veta Faraona
M-133	Gal. 310	0.2	6.55	Veta Faraona
M-134	Gal. 310	0.5	9.29	Veta Faraona
M-135	Gal. 310	0.38	14.58	Veta Faraona
M-136	Gal. 310	0.43	3.13	Veta Faraona
M-137	Gal. 310	0.38	8.69	Veta Faraona
M-138	Gal. 310	0.24	2.89	Veta Faraona
M-139	Gal. 310	0.2	7.65	Veta Faraona
M-140	Gal. 310	0.25	13.56	Veta Faraona
M-141	Trinchera 1	0.12	5.86	Veta Faraona
M-142	Trinchera 2	0.4	12.6	Veta Faraona
M-143	Trinchera 2	0.33	6	Veta Faraona
M-144	Trinchera 3	0.25	2.12	Veta Faraona

BASE DE DATOS - MUESTRAS GEOQUÍMICAS				
Muestra	**Ubicación**	**Potencia (m)**	**Au_ppm**	**Veta**
M-145	Trinchera 3	0.32	177.09	Veta Faraona
M-146	Trinchera 3	0.2	25.1	Veta Faraona
M-147	Trinchera 3	0.26	2.71	Veta Faraona

Anexo 5: Vista isométrica

- Modelo de dominio veta Faraona


Au_ppm
discrete
15
10
5
Plunge +07
Azimuth 337
0.0
12.5
25.0
37.5
50.0

Anexo 6: Planos

- Plano geológico regional.
- Plano geomorfológico.
- Plano metalogénico.
- Plano geológico local.
- Plano de ubicación de las muestras geológicas veta Rubí.
- Plano de ubicación de las muestras geológicas veta Néstor.
- Plano de ubicación de las muestras geológicas veta Principal.
- Plano de ubicación de muestras geológicas veta Faraona.
- Plano de isovalores Nivel 310 – Inverso a la distancia al cubo
- Plano de isovalores Nivel 310 – Kriging Ordinario
- Plano de isovalores Nivel 318 – Inverso a la distancia al cubo
- Plano de isovalores Nivel 318 – Kriging Ordinario
- Plano de isovalores Nivel 320 – Inverso a la distancia al cubo
- Plano de isovalores Nivel 320 – Kriging Ordinario
- Plano de isovalores Nivel 337 – Inverso a la distancia al cubo
- Plano de isovalores Nivel 337 – Kriging Ordinario
- Plano de isovalores Nivel 358 – Inverso a la distancia al cubo
- Plano de isovalores Nivel 358 – Kriging Ordinario
- Plano de ubicación de línea de sección de veta Faraona.