UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

T E S I S

Mapeo geológico e identificación de targets para el incremento de reservas en la unidad minera Yaruchagua - Santa Ana de Tusi – Pasco Perú - 2023

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Geólogo

Autor:

Bach. Jacob Fernando DOMINGUEZ NIETO

Asesor:

Mg. Luis Arturo LAZO PAGÁN

Cerro de Pasco – Perú - 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

T E S I S

Mapeo geológico e identificación de targets para el incremento de reservas en la unidad minera Yaruchagua - Santa Ana de Tusi – Pasco Perú - 2023

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Favio Máximo MENA OSOSRIO	Mg. Vidal Victor CALSINA COLQUI
PRESIDENTE	**MIEMBRO**

Mg. Eder Guido ROBLES MORALES

MIEMBRO

Universidad Nacional Daniel Alcides

Carrión Facultad de Ingeniería

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 259-2025-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

Mapeo geológico e identificación de targets para el incremento de reservas en la unidad minera Yaruchagua - Santa Ana de Tusi – Pasco Perú - 2023

Apellidos y nombres del tesista:

Bach. Jacob Fernando DOMINGUEZ NIETO

Apellidos y nombres del Asesor:

Mg. Luis Arturo, LAZO PAGÁN

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Geológica

Índice de Similitud

23 %

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 28 de abril del 2025

Firma Digital UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN [AVANZADA]

Firmado digitalmente por PALOMINO ISIDRO Ruben Edgar FAU 20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 28.04.2025 19:40:37 -05:00

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a Dios por acompañarme en los momentos más difíciles que me tocaron afrontar y superar día a día.

A mis padres Jacob Benjamín Dominguez Dávila y Janet Faviola Nieto Alcantara quienes pusieron su fe y confianza en mi desde que inicie mi carrera profesional. Estaré siempre agradecido por su apoyo incondicional.

A mi familia quien siempre tuvo grandes expectativas en mí y la alegría de darles la satisfacción de que seguirá siendo de esa manera.

A mis mentores quienes me incentivaron a mejorar cada día y me inculcaron la pasión que requiere esta carrera.

AGRADECIMIENTO

La presente tesis titulada “Mapeo geológico e identificación de targets para el incremento de reservas en la unidad minera Yaruchagua - Santa Ana de Tusi - Pasco – Perú – 2023” no hubiese sido posible sin el apoyo de la empresa GLORE PERU S.A.C. Por ello mi mayor agradecimiento al Superintendente de Geología, el Ing. Jhoseth Huacac Delgado, quien me dio la oportunidad de formar parte del área de geología y destacarme en ella.

A mis mentores, los ingenieros Rolando Huanca - Gianfranco Chávez - Artemio Palomino, quienes me apoyaron en mi proceso de aprendizaje, me impartieron sus conocimientos y me incentivaron a superarme cada día.

A todos los colaboradores del área de geología quienes me apoyaron y estuvieron siempre presentes de manera incondicional.

A todo el personal de Staff de las áreas de Operaciones Mina, Seguridad, Mantenimiento, Planeamiento, Tópico y Administración que me brindaron su apoyo durante mi etapa de desarrollo profesional en la empresa.

Y a las amistades que hice a lo largo de mi camino en la empresa, que con sus anécdotas y recomendaciones me ayudaron a forjar una personalidad más sólida y competente en el mundo laboral.

RESUMEN

El proyecto de investigación titulado "Mapeo geológico e identificación de targets para el incremento de reservas en la unidad minera Yaruchagua - Santa Ana de Tusi Pasco - 2023", se ubica en el distrito de Santa Ana de Tusi, Provincia Daniel Alcides Carrión – Región Pasco, tiene como objetivo ampliar las reservas de mineral a través de una caracterización detallada del área de estudio, en combinación con la identificación de zonas potenciales para nuevas exploraciones. Esta investigación se centra en aplicar técnicas avanzadas de mapeo geológico para caracterizar las formaciones litológicas y estructuras geológicas presentes, que pueden influir en la distribución de los cuerpos mineralizados. El proceso incluye la recopilación de datos de campo, el análisis petrográfico y geoquímico de las muestras recolectadas, y la integración de información que permita identificar patrones estructurales asociados a la mineralización. La identificación de objetivos de exploración se realiza a través del análisis de los controles estructurales y la asociación de tipos de alteraciones, así como la evaluación de los resultados geoquímicos obtenidos. Con estos resultados, se propone la exploración en áreas que presentan un potencial significativo para el incremento de las reservas minerales, con el fin de optimizar la vida útil de la mina y mejorar la sostenibilidad de las operaciones. Este proyecto tiene un impacto significativo al contribuir a una mayor comprensión de la geología regional y al identificar oportunidades de explotación minera en el área de Santa Ana de Tusi, lo cual beneficia a la unidad minera Yaruchagua en términos de planificación estratégica y sostenibilidad económica**.**

Palabras clave. Cuerpos mineralizados, geoquímica, mapeo geológico, reservas minerales, targets.

ABSTRACT

The research project, titled "Geological Mapping and Target Identification for Reserve Increases in the Yaruchagua - Santa Ana de Tusi, Pasco Mining Unit - 2023," located in the Santa Ana de Tusi District, Daniel Alcides Carrión Province, Pasco Region, aims to expand mineral reserves through a detailed characterization of the study area, combined with the identification of potential areas for further exploration. This research focuses on applying advanced geological mapping techniques to characterize the lithological formations and geological structures present, which may influence the distribution of mineralized bodies.

The process includes field data collection, petrographic and geochemical analysis of the collected samples, and the integration of information to identify structural patterns associated with mineralization. In addition, 3D geological modeling methods will be used to generate a robust model that visualizes the distribution and extent of the mineralized zones. Exploration targets are identified through the analysis of structural controls and the association of alteration types, as well as the evaluation of the geochemical results obtained. Based on these results, exploration is proposed in areas that present significant potential for increasing mineral reserves, with the goal of optimizing the mine's life and improving the sustainability of operations.

This project has a significant impact by contributing to a better understanding of the regional geology and identifying mining opportunities in the Santa Ana de Tusi area, which benefits the Yaruchagua mining unit in terms of strategic planning and economic sustainability.

Keywords: Ore bodies, geochemistry, geological mapping, mineral reserves, targets.

INTRODUCCIÓN

El incremento de reservas minerales es un objetivo clave en la industria minera, ya que permite asegurar la continuidad de las operaciones y la sostenibilidad económica a largo plazo. En el contexto actual, marcado por la creciente demanda de recursos minerales y la competencia internacional en el sector minero, la identificación precisa de nuevas zonas mineralizadas dentro de áreas previamente explotadas se convierte en un aspecto estratégico. La unidad minera Yaruchagua, ubicada en Santa Ana de Tusi, Pasco, Perú, representa un yacimiento de importancia en la región, cuya explotación requiere de estudios exhaustivos para garantizar el máximo aprovechamiento de los recursos.

La zona de estudio se caracteriza por una compleja geología dominada por estructuras geológicas y tipos de alteraciones hidrotermales que favorecen la mineralización de metales base y preciosos, como el plomo, zinc y plata. El presente proyecto de investigación tiene como objetivo central realizar un mapeo geológico detallado de la unidad minera Yaruchagua, utilizando técnicas avanzadas de cartografía, análisis estructural y geoquímica, a fin de identificar objetivos exploratorios que permitan incrementar las reservas mineras. Este enfoque es esencial para optimizar las actividades de explotación minera en función de la identificación de nuevas zonas con potencial económico.

El desarrollo de esta investigación se sustenta en la aplicación de métodos integrados que incluyen la recolección de datos de campo, el análisis petrográfico, la interpretación geoquímica y el modelamiento geológico tridimensional (3D). Estas herramientas permiten una caracterización minuciosa de las litologías y estructuras controlantes de la mineralización, contribuyendo así a la identificación de los factores geológicos clave que influyen en la distribución espacial de los cuerpos de mineral. La

interpretación de esta información es fundamental para proponer objetivos de exploración que, en términos de proximidad y características geológicas, tengan una alta probabilidad de contener nuevas zonas mineralizadas.

Se han identificado dos diferentes targets de exploración, primero, el target Vero, consiste en un epitermal de intermedia sulfuración de Ag-Cu-Au conformado por diferentes zonas con vetas principales y sus estructuras asociadas, las cuales han sido denominadas: María 1, Belinda, María 2 y 3, Vero, Elsa, Carolina, Merian y Brechada. Segundo, el target Mina representa un epitermal de baja sulfuración de Ag-Pb-Zn, el cual es un emplazamiento diorítico porfirítico, este generó mineralización a través de estructuras fiders tipo vetas principalmente y otras secundarias tipo vetillas y venillas.

Basados en un criterio geológico de exploración y operación minera, el área de geología de Yaruchagua ha programado 5045 m de perforación diamantina planificados con sondajes de perforación de primera, segunda y tercera prioridad.

De acuerdo con criterios geológicos de exploración se sugiere programar sondajes de perforación a mediano y largo plazo en vetas Brechada, Deysi, Reyna, Milagros, Karla y Merian; existen evidencias hidrotermales en el contexto de su emplazamiento.

Este estudio consta de los siguientes capítulos:

El Capítulo 1 “Comprende las siguientes partes: identificación y determinación del problema, formulación de objetivos, razones y limitaciones del target.

El Capítulo 2 " Incluye las siguientes partes: esencia estudiado teórico, observación de conceptos, filiación de supuestos y variables, y recientemente observación operativa".

El Capítulo 3 "cubre: tipos de investigación, métodos de investigación, diseño de investigación, poblaciones y muestras, métodos e instrumentos de recopilación de datos, métodos de análisis y procesamiento de datos, procesamiento de datos estadísticos,

selección de herramientas de investigación, validación y confiabilidad, y pautas éticas".

Los cuatro capítulos incluyen: Resultados y discusión que abarcan las siguientes secciones: leyenda del trabajo, disección y hermenéutica de resultados, testimonio de hipótesis e inclusión de resultados". Finalmente, Ver conclusiones, recomendaciones, referencias y anexos.

ÍNDICE

DEDICATORIA.

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema 1

1.2. Delimitación de la investigación 4

1.3. Formulación del problema 4

1.3.1. Problema general 4

1.3.2. Problemas específicos 4

1.4. Formulación de objetivos 5

1.4.1. Objetivo general 5

1.4.2. Objetivos específicos 5

1.5. Justificación de la investigación 5

1.6. Limitaciones de la investigación 6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio 7

2.1.1. A nivel Internacional 7

2.1.2. A nivel Nacional 9

2.1.3. A nivel Local 12

2.2. Bases teóricas – científicas 15
2.2.1. Mapeo geológicos e identificación de targets. 15
2.2.2. Geología Regional Litología 27
2.2.3. Geología Local 27
2.2.4. Geología Estructural 28
2.2.5. Geología Económica. 29
2.3. Definición de términos básicos 31
2.4. Formulación de Hipótesis 32
2.4.1. Hipótesis general 32
2.4.2. Hipótesis Específicas 32
2.5. Identificación de Variables 32
2.6. Definición operacional de variables e indicadores 33

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación 34
3.2. Nivel de investigación 34
3.3. Métodos de investigación 35
3.4. Diseño de investigación 35
3.5. Población y muestra 35
3.5.1. Población 35
3.5.2. Muestra 35
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 36
3.6.1. Técnicas 36
3.6.2. Instrumentos 36
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de

investigación 36
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos. 36
3.9. Tratamiento estadistico 36
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica. 36

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo 37
4.1.1. Ubicación y accesibilidad 37
4.1.2. Propiedad Minera 39
4.1.3. Antecedentes 40
4.1.4. Recursos 40
4.1.5. Geomorfología 40
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados 41
4.2.1. Marco Geológico Regional Litología 41
4.2.2. Geología Local Rocas Metamórficas 50
4.2.3. Geología Estructural Fallas 51
4.2.4. Geología Económica 53
4.3. Prueba de Hipótesis 98
4.3.1. Hipótesis General 98
4.4. Discusión de resultados 98
CONCLUSIONES
RECOMENDACIONES
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Definición Operacional de Variables 31

Tabla 2.Ubicación 36

Tabla 3.Veta María 55

Tabla 4.Veta Yuli 56

Tabla 5.Veta Ely 56

Tabla 6.Veta María 2 57

Tabla 7.Veta María 3 57

Tabla 8.Veta Belinda 58

Tabla 9.Veta Silvana 58

Tabla 10.Veta Vero 59

Tabla 11.Veta Vero 2 60

Tabla 12.Veta Isabel 60

Tabla 13.Veta Candelaria 61

Tabla 14.Veta Elsa 61

Tabla 15.Veta Carolina 1 62

Tabla 16.Veta Carolina 2 62

Tabla 17.Veta Carolina 3 63

Tabla 18.Veta Brechada 63

Tabla 19.Veta Merian 64

Tabla 20.Veta Milagros 66

Tabla 21.Veta Reyna 66

Tabla 22.Veta Karla 67

Tabla 23.Veta Luz 67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.Afloramiento rocoso 17

Figura 2.Información ayuda a corroborar y afinar el “sketch”..... 18

Figura 3. Uso de la brújula u algún dispositivo digital que entregue los rumbos y buzamientos de la mejor manera posible..... 20

Figura 4.Datos de rumbos y buzamientos más los trazos de lineamientos, fallas, pliegues

. 22

Figura 5. Clasificación y nomenclatura de rocas plutónicas 23

Figura 6. Minerales y facies más abundantes de las rocas magmáticas… 24

Figura 7. Cronología esquemática de vetillas…..... 25

Figura 8.Ubicación U.M Yaruchagua 37

Figura 9.Concesiones GLORE PERU S.A.C. 38

Figura 10.Plano Morfoestructural 39

Figura 11.Geología Regional..... 40

Figura 12.Fallas regionales y ubicación de UMY 46

Figura 13.Dominios Estructurales y ubicación de UMY 47

Figura 14.Metalogenia..... 48

Figura 15.Litología y Estructuras 49

Figura 16.Target Mina..... 51

Figura 17.Plano de Alteración Hidrotermal y ubicación de muestras..... 54

Figura 18.Inspección de estructuras asociadas 65

Figura 19.Plano de Vetas..... 68

Figura 20.Geoquímica Ag Total..... 70

Figura 21.Geoquímico Ag Vetas..... 70

Figura 22.Geoquímico Pb Total 72
Figura 23.Geoquímico Pb Vetas 72
Figura 24.Geoquímico Zn Total 73
Figura 25.Geoquímico Zn Vetas 74
Figura 26.Geoquímico Cu Total 75
Figura 27.Geoquímico Cu Vetas 75
Figura 28.Geoquímico Au Total 77
Figura 29.Geoquímico Au Vetas 78
Figura 30.Geoquímico Sb Total 79
Figura 31.Geoquímico Sb Vetas 80
Figura 32.Geoquímico As Total 81
Figura 33.Geoquímico As Vetas 82
Figura 34.Geoquímico Bi Total 84
Figura 35.Geoquímico Bi Vetas 84
Figura 36.Geoquímico Sn Total 85
Figura 37.Geoquímico Sn Vetas 85
Figura 38.Geoquímico W Total 87
Figura 39.Geoquímico W Vetas 87
Figura 40.Efectos Supérgenos 89
Figura 41.Plataformas y sondajes 89
Figura 42.Zona en evaluación Cataleya - Katherine 95

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

La unidad minera Yaruchagua, ubicada en Santa Ana de Tusi, Pasco, Perú, es una operación de larga trayectoria dedicada a la explotación de metales como plomo, zinc y plata. Sin embargo, el agotamiento progresivo de sus reservas minerales representa una amenaza para la sostenibilidad de la operación a mediano y largo plazo. A pesar de la existencia de estructuras geológicas favorables en la zona, la falta de un mapeo geológico detallado y una adecuada identificación de objetivos de exploración ha limitado el descubrimiento de nuevos cuerpos mineralizados.

En este contexto, surge la necesidad de aplicar métodos de cartografía geológica, análisis estructural y geoquímica para identificar nuevas zonas con potencial mineralógico. La ausencia de un modelo geológico actualizado y de un programa sistemático de exploración restringe la capacidad de la mina para reponer sus reservas, comprometiendo su continuidad operativa.

Limitación de la investigación

El problema central del estudio se define como: "La insuficiente identificación de nuevos cuerpos mineralizados en la unidad minera Yaruchagua debido a la falta de un mapeo geológico detallado y una evaluación estructural y geoquímica integrada, lo que limita el incremento de reservas y afecta la planificación a largo plazo de la operación minera."

Este problema se fundamenta en los siguientes aspectos:

Limitada exploración geológica: No se han realizado estudios recientes de mapeo geológico detallado que permitan actualizar la información sobre las estructuras y litologías que controlan la mineralización en Yaruchagua.

Desconocimiento de objetivos de exploración: La falta de identificación precisa de targets con potencial mineralizado impide enfocar los esfuerzos de exploración en zonas estratégicas.

Impacto en la sostenibilidad minera: Sin el descubrimiento de nuevas reservas, la mina enfrenta el riesgo de reducción en su producción y vida útil.

Pregunta de Investigación

A partir del problema identificado, se plantea la siguiente pregunta central de investigación:

¿De qué manera la aplicación de un mapeo geológico detallado y la identificación de objetivos de exploración pueden contribuir al incremento de reservas minerales en la unidad minera Yaruchagua?

Este estudio busca responder a esta interrogante mediante la integración de técnicas geológicas, estructurales y geoquímicas que permitan mejorar la identificación de nuevas zonas mineralizadas y optimizar la planificación minera.

El proyecto se encuentra en la franja epitermal de Au-Ag del Eoceno y depósitos polimetálicos del Eoceno - Oligoceno y Mioceno, conformando parte de un grupo variado de tipos de depósitos, dentro de los que incluyen: epitermales, skarns y pórfido.

El estudio geológico de exploración realizado en Yaruchagua comprende la combinación de las metodologías de mapeo a detalle por cuadrángulos y geoquímica multielementar, el equipo de exploración ha logrado alcanzar un nivel estándar en la investigación geológica del yacimiento.

Avance total de mapeo en las concesiones de Yaruchagua hasta el momento es del 25% de un total de 531 Hectáreas.

Se han identificado dos diferentes targets de exploración, primero, el target Vero, consiste en un epitermal de intermedia sulfuración de Ag-Cu-Au conformado por diferentes zonas con vetas principales y sus estructuras asociadas, las cuales han sido denominadas: María 1, Belinda, María 2 y 3, Vero, Elsa, Carolina, Merian y Brechada. Segundo, el target Mina, representa un epitermal de baja sulfuración de Ag-Pb-Zn, el cual es un emplazamiento diorítico porfirítico, este generó mineralización a través de estructuras fiders tipo vetas principalmente y otras secundarias tipo vetillas y venillas.

Basados en un criterio geológico de exploración y operación mina, el área de geología de Yaruchagua ha programado 5045 m de perforación diamantina planificados con sondajes de perforación de primera, segunda y tercera prioridad. De acuerdo con criterios geológicos de exploración se sugiere programar sondajes de perforación a mediano y largo plazo en vetas Brechada, Deysi, Reyna, Milagros, Karla y Merian; existen evidencias hidrotermales en el contexto de su emplazamiento.

El objetivo principal del proyecto es la búsqueda de estructuras mineralizadas y la determinación de su potencial geológico y económico, lo cual servirá para tener una mejor apreciación de la cantidad de recursos de mineral que existe en el yacimiento e incrementar las reservas minerales.

1.2. Delimitación de la investigación

a) Temporal

Se realizó la investigación en el año 2023.

b) Espacial

El proyecto de investigación que realizo en la Unidad Minera Yaruchagua - Santa Ana de Tusi - Pasco Perú.

c) Conceptual

Se desarrolla la búsqueda teórica de Mapeo Geológico e identificación de targets para el incremento de reservas.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿De qué manera la aplicación de un mapeo geológico detallado y la identificación de targets de exploración pueden contribuir al incremento de reservas minerales en la unidad minera Yaruchagua?

1.3.2. Problemas específicos

a. ¿De qué manera las características geológicas influirán en el Incremento de reservas en la unidad minera Yaruchagua - Santa Ana de Tusi - Pasco Perú 2023?

b. ¿En qué grado las características estructurales determinarán su potencial geológico y económico en la unidad minera Yaruchagua - Santa Ana de Tusi - Pasco Perú 2023?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar cómo influye el mapeo geológico e identificación de targets para Incrementa de reservas en la unidad minera Yaruchagua - Santa Ana de Tusi - Pasco Perú 2023.

Aplicar un mapeo geológico detallado y la identificación de objetivos de exploración mediante el análisis estructural y geoquímico preliminar, el cual permitirá reconocer estructuras minerales en la unidad minera Yaruchagua.

1.4.2. Objetivos específicos

a. Demostrar como las características geológicas influirán en el Incremento de reservas en la unidad minera Yaruchagua - Santa Ana de Tusi - Pasco Perú 2023.
b. Establecer como las características estructurales determinarán su potencial geológico en la unidad minera Yaruchagua - Santa Ana de Tusi - Pasco Perú 2023.

1.5. Justificación de la investigación

La presente investigación se justifica porque se planifica determinar la búsqueda de estructuras mineralizadas y demostrar su potencial geológico y económico, el cual servirá para tener una mejor apreciación de la cantidad de recursos de minerales que existe en el yacimiento minero.

La importancia de la presente investigación se basa en resaltar las técnicas geológicas como mapeo geológico para poder reconocer las unidades litológicas, alteraciones hidrotermales y lineamientos estructurales presentes en el área, que sirvieron para definir los sistemas metalogenéticos locales y la mineralización de vetas, brechas y pórfidos.

1.6. Limitaciones de la investigación

La limitante que se presenta en la realización del proyecto de investigación es que la identificación de targets no abarca a la totalidad del proyecto.

Los problemas sociales que se tiene con la comunidad han hecho que la etapa de exploraciones y la minería informal cercana a la zona han dificultado la ejecución de los trabajos.

Uso de data antigua como única guía para continuar con la recopilación de datos en gabinete, la cual se encontraba con muchos errores los cuales se tuvieron que filtrar para un adecuado procesamiento de datos y ejecución de planos geoquímicos referenciales que se ajustaron para una mayor fidelidad del proyecto.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. A nivel Internacional

Según Vásquez (2017) en su trabajo de investigación titulado" Cartografía geoquímica multi-elemental de sedimentos fluviales. aplicación al análisis del potencial metalogénico de la zona de Macará (Escala 1:100 000)". Primero se realizó un análisis geoestadístico global y luego por ambientes geológicos para los elementos: Cu, Pb, Zn, Au, Ag, Hg, As, Sb, Mo, W y Ba, con lo cual se determinó el umbral anomálico y valor de fondo geoquímico para cada elemento en ambos escenarios. Las anomalías obtenidas han sido correlacionadas con la litología, estructuras, indicios de mineralización y alteraciones, lo que permitió establecer el contexto metalogénico de la zona fronteriza sur del Ecuador y definir 16 áreas con potencial presencia de recursos minerales. La zona occidental del área, litológicamente constituida por rocas predominantemente volcánicas de afinidad toleítica, presenta tres áreas favorables para la ocurrencia de depósitos tipo VMS relacionadas a asociaciones de los elementos Pb-Zn-Ag-Ba-

Hg y Cu- Pb-Ba, entre las cuales está Sabiango. Dentro de esta misma zona, se determinó cinco áreas prospectivas con afinidad a mineralización epitermal por las asociaciones Cu- Zn-Sb, Cu-Ag; Au-Hg-Sb-W, Hg-As-Sb-W, Zn-Pb-Hg y Cu- Zn-Mo-Hg-As; y tres áreas con potencial para mineralización tipo pórfido de Cu y Cu-Mo por las asociaciones de Cu-Mo-Ag-Ba-As, Au-W y Ag-Mo; genéticamente podrían estar relacionadas a cuerpos intrusivos menores de composición diorítica y pórfido- andesítica. Dentro de la franja volcánica oriental se definieron asociaciones de Cu-Zn-Sb, Au-Pb-As y Au-Zn-Ba-W que delimitan cinco áreas prospectivas con predisposición a la ocurrencia de depósitos tipo epitermal y pórfido posiblemente hospedados en secuencias volcánicas y volcanoclásticas.

Según Santiago (2022) en su trabajo de investigación titulado “Definición de targets de exploración a partir del análisis de imágenes multiespectrales (ASTER) y análisis geoquímico de sedimentos fluviales de la zona de Chaguarpamba (Loja)”. El presente estudio se desarrollas sobre el área limitada por la carta 1:50000 de Chaguarpamba (Loja), con el objetivo de proponer posibles targets de exploración minera, mediante la correlación de información geológica, geoquímica y multiespectral. A partir de la información geoquímica del proyecto SENESCYT (muestreo de sedimentos fluviales) y aplicando el método de Kriging Ordinario se generaron resultados para elementos mayores (Au, Cu, Ag, Pb y V), Pathfinder (Co, As, Sb, Mo y Zn) y otros elementos indicadores (Ni y Cr). Las anomalías obtenidas fueron correlacionadas entre sí, definiendo 6 zonas potencialmente prospectivas con características de depósitos tipo pórfido y epitermal. Así mismo, aplicando técnicas espectrales como combinación de bandas RGB, cocientes de bandas, índices

litológicos y la técnica de mapeo espectral, se obtuvo como resultante tres áreas con posible presencia de alteraciones hidrotermales (argílica avanzada, argílica-filica y propilítica). En base a lo reportado y aplicando el sistema de folios, se establecieron cuatro targets de exploración, coincidentes entre anomalías geoquímicas y técnicas espectrales, relacionados a depósitos epitermal y pórfidos. El contexto geológico indica que la mineralización en el área podría asociarse al emplazamiento de varios cuerpos intrusivos y al aporte de rocas asociadas al arco continental Sacapalca.

2.1.2. A nivel Nacional

Según Zeballos (2014) en su trabajo de investigación titulado "Geología y aplicación geoquímica en la exploración del depósito SKARN Huacravilca" El presente estudio tiene como objetivo llegar a comprender los patrones geológicos, estructurales, petrográficos, mineralógicos, litológicos y geoquímicos del Proyecto Huacravilca, con la finalidad de postular y elaborar un modelo geológico preliminar, así como la evolución geológica del yacimiento, para contribuir a la exploración de depósitos de tipo Skarn (Cu-Au) relacionados a pórfidos de Cu, en la franja metalogenética de Andahuaylas-Yauri. La documentación obtenida consistió básicamente en reportes antiguos de propietarios antiguos que trabajaron con el Banco Minero de ese entonces, reportes internos, planos geológicos a distintas escalas, perfiles geológicos, boletines geológicos, fotografías aéreas, imágenes satelitales, publicaciones y revistas geológicas etc. Esta información fue clasificada dando prioridad a los datos que involucraban directamente al tema de estudio. El Proyecto Huacravilca tiene características geológicas de un Skarn de Hien· o (Magnetita) con mineralización de Fe-Cu-Au, circunscrito a rocas metamórficas producto

de la intrusión de facies magmáticas de granodiorita, monzodiorita y micro diorita. Las estructuras favorables de mineralización económica presentan un rumbo EW relacionados a cuerpos de Skarn que dan leyes de Cu de 100 a 10,000 ppm, las estructuras NE-SW relacionadas a vetas auríferas dando valores favorables. Los recursos prospectivos de Huacravilca indicados por 21 O muestras de geoquímica, dan un potencial económicamente rentable. Los Recursos de Huacravilca podrían incrementar en zonas donde las rocas volcánicas post- mineral cubren al intrusivo en contacto con rocas calcáreas. El Proyecto Huacravilca se correlaciona con varios Proyectos avanzados como Las Bambas, los Chancas, Constancia y hasta Tintaya. Todos estos se encuentran en el cinturón del Batolito de Abancay (Andahuaylas-Yauri) que es geológica y económicamente productivo, por lo que no estaría descartada la hipótesis que dicho prospecto esté relacionado a un depósito tipo pórfido de Cu-Mo.

Según Huanca (2022) en su trabajo de investigación titulado "Mapeo Geológico - estructural y validación de datos geoquímicos en mina El Baron" Huarochirí Lima" El trabajo consistió en el mapeo geológico superficial e interior mina de los 5 niveles topográficos, mapeo geomecánico en interior mina, clasificación RMR 89 (Bieniawski), validación geoquímica, el muestreo sistemático y de canchas de mineral. Se ha definido el contacto de 2 litologías principales: Caliza con la roca volcánica de composición andesítica. La alteración que predomina en la mina es una propilitización asociada a la roca volcánica y silicificación principalmente asociada a las estructuras vetiformes. El yacimiento consiste en una mineralización de metales base en un sistema de vetas, con rumbo NE-SO, se reconocieron 3 estructuras principales El Barón 1, El Barón 2 y El Barón 3 con minerales como: galena, calcopirita, pirita y esfalerita. Se realizo el

mapeo geomecánico en los niveles 3 y 4 donde se situaron 11 estaciones, la calidad de roca fue entre Regular y Buena. En las campañas realizadas se hizo un muestreo sistemático en estructuras mineralizadas y canchas, 539 canales de cajas y vetas, 13 muestras selectivas, y 41 muestras de canchas. Se obtuvo un total de 593 muestras.

Según Chara (2017) en su trabajo de investigación titulado "Geología económica del yacimiento minero aurífero Mina Orión, Chala-Arequipa". El objetivo del presente trabajo de investigación es determinar las características geológicas, mineralógicas, estructurales y geoquímicas que presenta el yacimiento aurífero Mina Orión, lo cual permitió determinar la continuidad de las estructuras mineralizadas. Para cumplir con los objetivos se ha realizado diferentes tipos de investigación tales como: mapeo geológico, muestreo geoquímico, análisis petrográfico y mineragráfico, perforación diamantina, y estimación de reservas y recursos. La formación geológica se encuentra ubicada en el segmento de Arequipa del Batolito de la Costa, que van desde el Mesozoico hasta el Cenozoico, está dentro de la franja de yacimientos auríferos filonianos Nazca-Ocoña perteneciente a la Provincia Metalogénica Occidental, Sub- provincia Cuprífera de la costa. Según estudios Petrográficos, la secuencia volcánica sedimentaria está compuesta por una intercalación de lavas andesíticas, areniscas cuarzosas y limolitas, pertenecientes a las formaciones Guaneros y Yauca, intruidas por las súper unidades Linga y Tiabaya caracterizadas por monzonitas y dioritas. La metalogenia del área de estudio está caracterizada por la ocurrencia de vetas mesotermales de Au-Ag- (Cu), emplazados en el intrusivo y lavas andesíticas. Las vetas predominantes tienen rumbo N40°-60°W con buzamiento de 40°-65° NE, y existen fallas con rumbo S50°-60°W, son fallas de

naturaleza dextral-normal. En estas estructuras se forman concentraciones o “clavos” irregulares con mineralización económica. La estimación de reservas dio como resultado 14,047.00 TM con una ley de 10.26 grAu/T, y en recursos se tiene 24,066.00 TM con una ley de 8.12 grAu/T, la misma que corresponde al 31 de julio del 2015.

2.1.3. A nivel Local

Según Hermitaño (2020) en su trabajo de investigación titulado “Análisis geológico a través de Imagen Satelital Aster del cuerpo Gloria en zonas aledañas para la exploración Browfield en la Unidad Minera Shuntur SAC” ASTER cubre una amplia región espectral con 14 bandas, desde el visible al infrarrojo térmico, con una alta resolución espacial, espectral y radiométrica. El subsistema VNIR obtiene imágenes del visible e infrarrojo cercano (0.52-0.86 mm) en tres bandas con una resolución espacial de 15 metros, además tiene una banda adicional que permite visión estereoscópica y la generación del modelo digital de terreno de cada escena. El subsistema SWIR registra la información en 6 bandas del infrarrojo de onda corta (1.600-2.430 mm) con una resolución espacial de 30 metros. El subsistema TIR obtiene datos en 5 bandas de la región del infrarrojo térmico (8.125-11.65 mm) con una resolución espacial de 90 metros. La combinación RGB 3 2 1 como las más adecuadas para el mapeo de distintas unidades geológicas. La combinación RGB 4 6 9 se utilizó para la identificación de zonas de alteración hidrotermal debido a que, en general, los minerales que componen las alteraciones argílicas presentan una firma espectral características, con picos de absorción en las bandas 5 (alunita, caolinita) y 6 (caolinita, montmorillonita, etc.) y reflectancia en la banda 4. Se realizaron cocientes de

bandas, índices espectrales y clasificaciones para delimitar de las zonas de alteración hidrotermal en las áreas de denuncio.

Según Córdova (2023) en su trabajo de investigación titulado “Cartografía e identificación de targets para el incremento de reservas en la Unidad Minera de Suyckutambo de Brexia Goldplata – Perú - 2021” el objetivo principal del proyecto es determinar como la cartografía e identificación de targets influirán en el incremento de reservas en la Unidad Minera de Suyckutambo de Brexia Goldplata, para ello se han trazado objetivos específicos de qué manera las características geológicas influirán en el incremento de reservas en la Unidad Minera de Suyckutambo de Brexia Goldplata y en qué grado las características estructurales determinarán su potencial geológico y económico en la Unidad Minera de Suyckutambo de Brexia Goldplata. Las técnicas para la obtención de datos fueron: (1) Levantamiento de planos topográficos a escala 1/1000 (2) Mapeo geológico a escala 1/1000. Los instrumentos fueron: Plano topográfico, plano geológico, libreta de apuntes, PETS de muestreo. La metodología empleada comprendió en la ejecución y elaboración de estudios de geología, geología estructural, mineralogía, que nos servirá para determinar la calidad propuesta de exploración para el incremento de recursos minerales en el yacimiento. Técnicas analíticas e interpretación de toda la información obtenida en las diferentes etapas de trabajo y elaboración del proyecto de investigación Llegando de esta manera a los resultados y discusiones siguientes: La evaluación de las condiciones geológicas, el yacimiento está emplazado en la faja volcánica de la cordillera occidental de los Andes del sur del Perú, al borde noroeste de la caldera de Cailloma, donde afloran rocas sedimentarias y volcánicas desde el Jurásico hasta el reciente. El depósito se caracteriza por un sistema de vetas de

tendencia NE-SW, E-W y NW-SE intruyendo a rocas del Grupo Tacaza de edad Mioceno Inferior. La zona de estudio se encuentra metalogenética y estructuralmente dentro del distrito de Caylloma, en el cual se emplazan yacimientos epitermales de baja e intermedia sulfuración en rocas volcánicas miocénicas, con valores económicos de Au y Ag; considerando solamente al proyecto Suyckutambo se han encontrado anomalías de Au y Ag en brechas tectónicas y vetas de cuarzo adularia. En el área afloran rocas volcánicas terciarias representadas por andesitas, tobas y aglomerados que corresponden a las formaciones Orcopampa e Ichoccollo, las cuales presenta dislocamiento por el tectonismo Incaico - Quechua, el cual facilitó la intrusión de hipoabisales y brechas intrusivas y con ello migración de fluido hidrotermal para la conformación de vetas. La roca andesita de color verde grisáceo es de gran importancia desde el punto de vista económico, ya que las vetas se han emplazado en dicha roca. Asociadas al fracturamiento de la zona, se presenta un sistema de vetas casi paralelas en dirección, las cuales han sido formada por tensión y cizallamiento, posiblemente durante la última etapa del levantamiento de los Andes, las cuales fueron rellenadas por soluciones mineralizantes. El afloramiento de la veta Santa Úrsula lleva un rumbo promedio N35W/85SW y una longitud promedio de 2300 m, con potencia variable entre 1.20 m a 14 metros en superficie. Esta veta ha sido explotada gradualmente desde la época colonial, del año de 1953 se tiene el primer informe describiéndolos niveles +40, 0 y -40. En la veta Santa Úrsula se identificó varias zonas con potencial de mineralización adicional, las cuales pueden ser exploradas con labores que, de confirmar potencial, pueden dar tonelaje a corto plazo. El potencial de tonelaje adicional es 92,000 TM de mineral de Au y Ag.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. Mapeo geológicos e identificación de targets.

En los trabajos de campo vinculados a la geología los geólogos tenemos la necesidad de realizar el cartografiado de diferentes elementos planares y lineares propios de la naturaleza. Este cartografiado, también conocido como mapeo geológico, implica que el geólogo tenga la suficiente experiencia en la orientación, observación, identificación, medición y ploteo de los rasgos geológicos sobre una base topográfica (o satelital). Siendo tales rasgos litológicos y estructurales, cuyas mediciones corresponden a los rumbos/buzamientos de estratos, flancos/ejes de pliegues, planos de falla, foliaciones y otros que en conjunto conforman una representación relativamente compleja de la realidad. Desde la simple visualización de estratos, superficies de erosión, discordancias angulares/progresivas hasta la identificación de geometrías falladas y plegadas, un geólogo es capaz de recopilar todas las piezas de un rompecabezas que varía según la ubicación geográfica. Muy aparte de que este proceso pueda parecer meramente técnico y monótono desde la perspectiva de un profesional no geólogo, el asunto es que el mapeo geológico involucra habilidades de proyección y de superposición tridimensional de objetos, sumadas lógicamente a un conjunto de técnicas unipersonales que son pulidas con el paso del tiempo. El mapeo geológico requiere de un cierto grado de conocimiento en las disciplinas más básicas de la geología. La topografía, teledetección, petrología de rocas sedimentarias/ ígneas/ metamórficas, estratigrafía, geología estructural y geología económica son las más indispensables;

La metodología de trabajo es relevante para la adquisición de datos ya que dicha información al ser objetiva debe contar con orden, claridad y

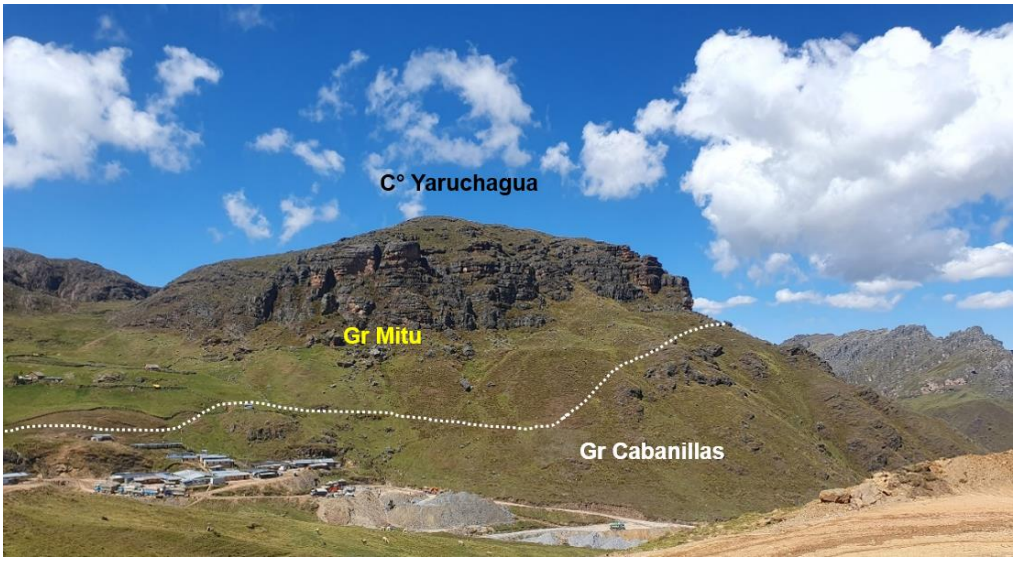
coherencia, características que lógicamente hacen que la información perdure en el tiempo. Esta metodología se basa en la observación, identificación, medición, ploteo, procesamiento, análisis e interpretación de datos provenientes del mapeo geológico. De los cuales a continuación nos enfocaremos en los cuatro primeros ya que se limitan al recojo de datos más no a interpretaciones que de un modo u otro consumirían tiempo valioso en campo.

1. **Observación:**

   Corresponde a la visualización del afloramiento rocoso en cuestión (Fig. 1). Implica la localización geográfica del afloramiento, detección preliminar de litologías y representación mental de las orientaciones de posibles estructuras. Se observan las primeras relaciones de contacto (P. Ej. Contactos netos, transicionales, discordantes, etc.) con la meta de obtener un esquema general del afloramiento. En el caso del mapeo geológico orientado a la geología estructural o aplicado a la exploración es muy importante tener bien definida la asociación de estructuras. Considerando prioritariamente las divergencias de fallas y de los mismos planos axiales de pliegues que suelen seguir la regla de las "V". O en el caso del tipo de mapeo que se realiza con énfasis en alteraciones hidrotermales, donde se trata de detectar qué alteraciones están presenten según anomalías de color de pendientes rocosas y/o coloraciones atípicas en corrientes de agua. En ambas situaciones, así como en otras similares, suelen realizarse dibujos orientados o "sketchs" geológicos sobre una libreta de campo los cuales tratan de representar a "primera vista" la geología del sitio. Tales representaciones puedan variar de un geólogo a otro, por lo que es común que se produzcan discusiones -estrictamente académicas- que traten de dilucidar

qué se está observando. Igualmente, dependiendo de la experiencia de cada geólogo, este proceso puede ser relativamente rápido por lo que una forma de acostumbrar nuestro "ojo geológico" es por medio de la constante práctica de campo por parte del profesional especialista en la rama de la geología y exploración y su destreza en el campo para tomar y obtener datos correctos de las estructuras correspondientes que crea conveniente.

Figura 1. *Afloramiento rocoso; Cerro Yaruchagua, contacto entre Grupo Mitu y Cabanillas (vista al SE).*



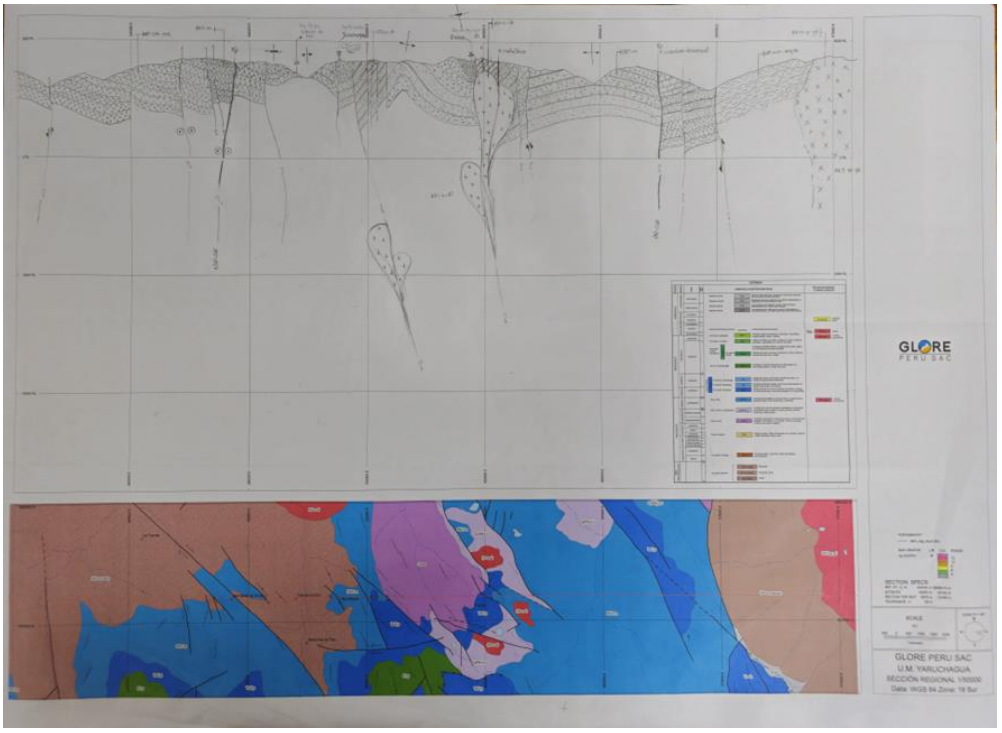
Fuente: Propia.

2. Identificación

Consiste en la verificación de los rasgos geológicos observados en el proceso anterior. Se lleva a cabo mediante la determinación litológica en el mismo afloramiento haciendo uso de la picota y lupa de mano. En este sentido, se determinan las litologías y particularmente las relaciones de contacto entre ellas (P. Ej. Tonalitas que cortan a areniscas cuarzosas, tobas en discordancia sobre filitas, calizas replegadas en chevron, etc.). Esta última información ayuda a corroborar y afinar el "sketch" realizado en la observación (Fig. 2). En comparación al proceso anterior y a los próximos a

mencionar, la identificación de campo es la más crucial ya que de ella dependerá la cantidad y sobre todo la calidad y coherencia de la información a medir. Su dificultad está en directa relación con el grado de conocimiento de geólogo quien no es necesario que sea un especialista, pero como se mencionó anteriormente, deberá ser un conocedor decente de los rasgos geológicos más importantes del área de trabajo.

Figura 2. *Información ayuda a corroborar y afinar el "sketch"; Elaboración de sección regional para la U.M. Yaruchagua.*



Fuente: Propia

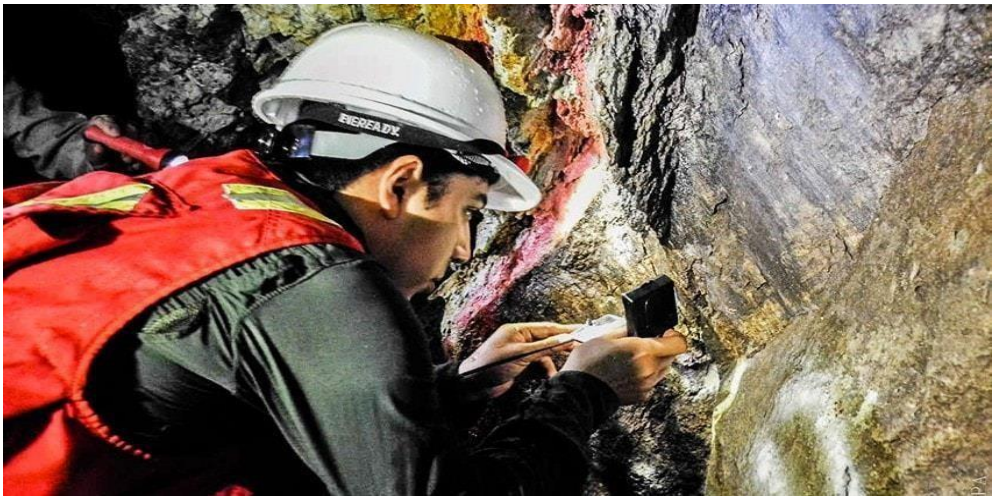
3. Medición

Al contar con la litología, relaciones de campo y asociación estructural definidas, se procede a establecer las magnitudes y direcciones a las orientaciones de los elementos planares/lineares (P. Ej. Estratos, fallas, etc.). Para esto, se hace uso de la brújula u algún dispositivo digital que entregue los rumbos y buzamientos de la mejor manera posible (Fig. 3). Clásicamente, la realización de esta tarea se realiza por medio de brújulas

cuadrantales/azimutales de las cuales la más usada es el tipo Brunton, aunque existen otras opciones como las Silva o Suunto; pero hoy en día son los mismos celulares mediante aplicaciones (Clino, Rocklogger, Strike and Dip, etc.) los que también entregan mediciones que se acercan muy bien a los datos extraídos por las brújulas. Asimismo, existen múltiples notaciones para el registro del rumbo y buzamiento de un mismo tipo de dato. En ocasiones el rumbo se mide de forma cuadrantal (N60ºE, S45ºO, N80ºO), con valores de buzamiento entre 0º y 90º (80ºNO, 65ºSE, 30ºNE), respectivamente; en otras de forma puramente azimutal con valores que varían entre los 0º y 360º (60º, 225º, 280º) o entre los 0º y 180º (60º, 45º, 100º) con buzamientos entre 0º y 90º, pero denotados de forma cuadrantal (80ºNO, 65ºSE, 30ºNE); de forma más extendida mediante el uso de la reglade la mano derecha (RHR: Right- Hand Rule) con valores de azimut de 0º- 360º y buzamientos de 0º-90º sin notaciones cuadrantales; mientras que en geotecnia mediante el valor entre los 0º y 90º del buzamiento (dip) y las posibles direcciones 0º-360º del buzamiento (dip direction). Debido a estas formas de notación es que los rumbos y buzamientos de un mismo tipo de dato pueden llegar a ser confundidos y hasta considerarse mutuamente incorrectos, lógicamente porque cada notación no es igual que otra. Cabe recordar que cada notación es una convención con la que un geólogo o un grupo de geólogos deciden trabajar en un proyecto. Lo más importante es entender que un mismo tipo de dato puede estar representado arbitrariamente de distintas formas, pero más aún, es importante entender su orientación geométrica que sin importar su notación sobre un mapa se verá cartografiada de la misma manera. Debido a que la medición de datos es un

proceso muy técnico y puntual, se le podría considerar como un procedimiento bastante sencillo. Y en parte es así, no obstante, puede llegar a complicarse debido a varios factores: poca accesibilidad al sitio donde mejor aflore el plano a medir, ambigüedad en la identificación del plano que se está midiendo, pobre determinación de las direcciones de buzamientos de los planos, así como por una mala técnica en el manejo de la brújula.

Figura 3. *Uso de la brújula u algún dispositivo digital que entregue los rumbos y buzamientos de la mejor manera posible.*



Fuente: Propia.

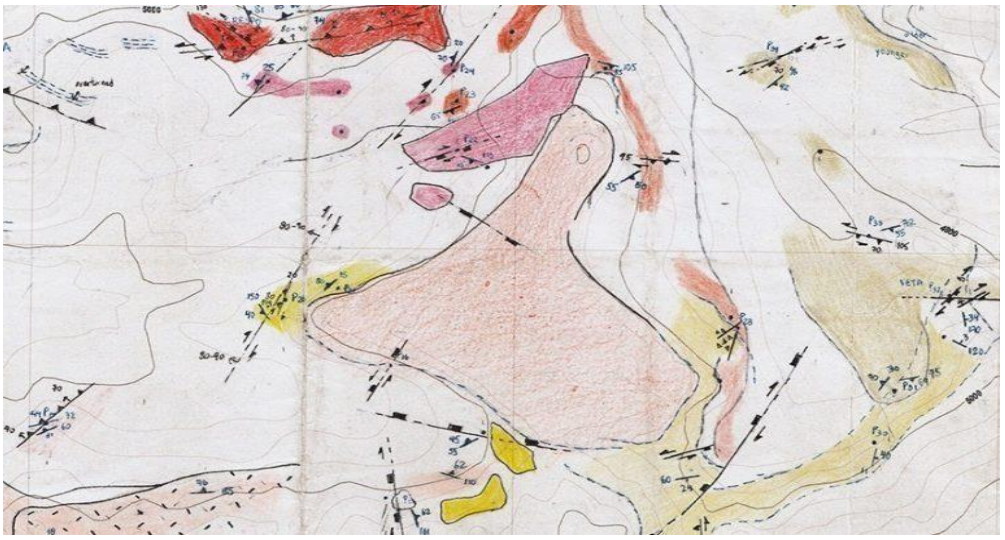
4. Ploteo de datos.

Es el proceso más sencillo de todos los descritos, y aunque requiere cierta práctica y habilidades unipersonales de orientación, trata sobre plasmar en el mapa topográfico todas las características geológicas obtenidas en la visualización- identificación-medición de datos. Todos los puntos de observación, datos de rumbos y buzamientos más los trazos de lineamientos/fallas/pliegues se dibujan a mano tomando como referencia a las curvas de nivel (Fig. 4). Los dibujos se bosquejan de forma manual con el uso de lápices, lapiceros de tinta líquida, estilógrafos, borradores y colores que representen un tipo de roca o edad geológica en especial. Otra

herramienta de suma utilidad es el protractor que sirve para el trazo de los ángulos y simbología de rumbos y buzamientos de planos. Las elevaciones de las curvas (P. Ej. en metros) posibilitan la localización en el afloramiento, pero a su vez permiten conocer con cierta exactitud las relaciones de corte 3D entre las geoformas y los distintos estratos o superficies de falla cartografiadas. Los afloramientos rocosos quedan representados por polígonos cuyos colores se asignan según su tipo de roca o edad, mientras que las líneas correspondientes a la proyección horizontal de estratos, planos de falla u otros elementos planares se representan como líneas. Un error que suele ocurrir durante el mapeo es colorear -de buenas a primeras- los alrededores del sitio donde se acaba de realizar un punto de observación. Esto es así porque en los alrededores no necesariamente se exhibirá la misma litología ni estructuras que se registraron en el punto mencionado. Por este motivo es que suele recomendarse que para pintar una zona específica del mapa primero se revise un conjunto de puntos de observación para tenerla seguridad de cerrar un polígono que pertenezca a un mismo tipo de roca en particular; además de que también se aplique la regla de las "V" tanto para un adecuado mapeo local como para la extrapolación de datos hacia zonas alejadas. Por otro lado, una cualidad del cartografiado que suele ser menospreciada es que el mapa es el marco de referencia en el que los datos estructurales medidos, poco a poco, van tomando forma hasta generar asociaciones más o menos complejas que respetan la persistencia, espaciamiento y escala de las estructuras. Estas tres últimas características son necesarias al momento de construir secciones 2D y modelos 3D, específicamente en la extrapolación de fallas que puedan o

no estar en contacto con determinados niveles estratigráficos. Sin embargo, no siempre son incluidas en el mapeo ya que suelen describirse puntualmente en las libretas de campo y que, a diferencia de un mapa, una libreta no confiere una idea espacial de los cambios de espesor de una zona de daño (cizalla), variaciones de los ángulos de rumbo/buzamiento de una falla ni tampoco de su asociación geométrica con otras adyacentes. De hecho, la mayor fortaleza de utilizar un mapa radica en que obliga al geólogo a pensar en 3D, de modo que los rasgos geológicos de campo puedan ser más fáciles de plasmar sobre las curvas de nivel. Obviamente, esto se traduce en una mayor productividad debido a que el mapeo es directo por día de trabajo; además de que permiten cotejar el mapa resultante con otros realizados en estudios anteriores. Respecto a los trabajos de vanguardia que se hacen hoy en día, el concepto de "mapa" posee además un trasfondo digital. Los mapas en físico (papel) están siendo sustituidos por celulares y tablets "rugged" que brindan rapidez al momento del mapeo y procesamiento de datos en gabinete. De hecho, todo avance tecnológico es bienvenido mientras que se tenga la experiencia necesaria en geología de campo y se conozca a cabalidad los fundamentos del mapeo geológico. Lógicamente, la experiencia del geólogo impactará en la cantidad/calidad de datos que sean recogidos y que, a la vez, sean los más representativos de la realidad.

Figura 4. *Datos de rumbos y buzamientos más los trazos de lineamientos, fallas, pliegues; Afloramientos rocosos de Grupo Mitu.*

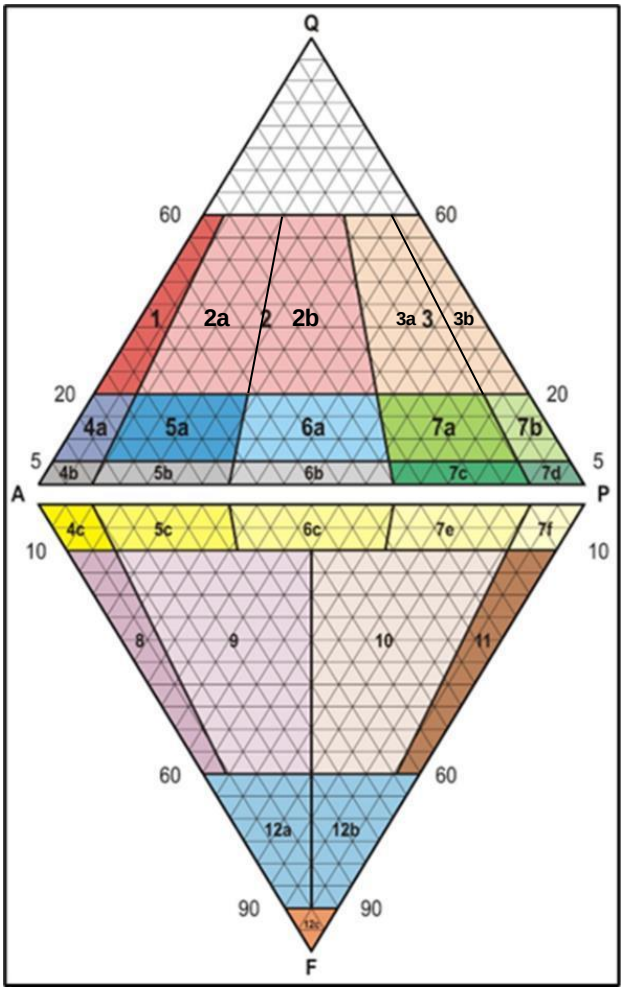


Fuente: Propia.

Hasta este punto, se ha explicado cómo sentar las bases de un mapeo geológico adecuado, independientemente de la escala y sesgos que pueden tenerse en campo. En una próxima publicación se explicará a detalle el procesamiento, análisis e interpretación de datos provenientes del mapeo geológico y cómo estos tienen impacto en estudios más especializados.

5. Estudios Petromineragráficos

Figura 5. *Clasificación y nomenclatura de rocas plutónicas; y de (2) rocas volcánicas de acuerdo con su contenido modal de minerales, usando el diagrama QAPF (basado en Streckeisen 1976): Q= cuarzo; A= Feldespato alcalino; P= Plagioclasas; F= feldespatoides*



1: Riolita o feldespatos alcalinos
2: Riolita
- 2a: Riolita
- 2b: Riodacita

3: Dacita
- 3a: Dacita
- 3b: Plagiodacita

4: Traquita de feldespatos alcalinos
- 4a: Cuarzo traquita alcalina
- 4b: Traquita alcalina

4c: Traquita alcalina con foides
5: Traquita
- 5a: Cuarzo-traquita
- 5b: Traquita
- 5c: Traquita con feldespatoides

6: Latita
- 6a: Cuarzo-latita
- 6b: Latita
- 6c: Latita con feldespatoides

7: Andesitas y basaltos
- 7a: Cuarzo latiandesita
- 7b: Cuarzoandesita
- 7c: Latiandesita
- 7d: Andesita / Basalto toleítico
- 7e: Mugearita
- 7f: Hawalita alcalina / Basalto alcalino

8: Fonolita
9: Fonolita tefrítica
10: Tefrita fonollítica
11: Tefrita / Basanita
12: Foidita
- 12a: Fonolita nefelínica / Fonolita leucítica
- 12b: Tefrita nefelínica / Tefrita leucítica
- 12c: Foidita

Fuente: Según recomendación de la IUGS (Le Maitre, 1989)

Figura 6. *Minerales y facies más abundantes en las facies Magmáticas; – Hidrotermales para Rocas Tipo Pórfidos: cz= cuarzo; FPKs= Feldespato potásicos; PGLs= Plagioclasas; ad= adularia; ab= albita.*

MINERALES Y FASES MAS ABUNDANTES EN LAS FACIES MAGMÁTICO-HIDROTERMALES

Nombre	Fórmula	Abreviatura	Observaciones
Plagioclasas	$CaAl_2Si_2O_8$ $NaAlSi_3O_8$	**PGLs-I**	De origen magmático, componente principal de las magmatitas y porfiritas básicas a intermedias.
		PGLs-II	De origen magmático, uno de los componentes principales de la matriz de porfiritas básicas a intermedias.
		ab (PGLs-III)	Como corona de PGLs-Io venilla; generalmente albita.
Cuarzo	SiO_2	**cz-I**	Magmático, como fenocristales redondeados generalmente corroidos.
		cz-II	Componente de la matriz en porfiritas; +/- recristalizado por procesos hidrotermales.
		cz-III, IV, etc	Hidrotermal, rellenando cavidades y tipos de venillas (A, B, D); a veces masivo.
Feldespatos potásicos.	$KAlSi_3O_8$	**FPKs-I**	De origen magmático, componente principal de las magmatitas y porfiritas alcalinas y de composición intermedia a ácida.
		FPKs-II	De origen magmático, uno de los componentes principales de la matriz de porfiritas alcalinas y de composición intermedia a ácida.
		FPKs-III	En masas y venillas, y/o halos de alteración; típico de la alteración hidrotermal potásica y relacionadas.
		ad	FPKs-III (adularia) típico de ambientes hidrotermales de baja sulfuración y similares; frecuentemente acompañado de cuarzo hidrotermal (cz III).

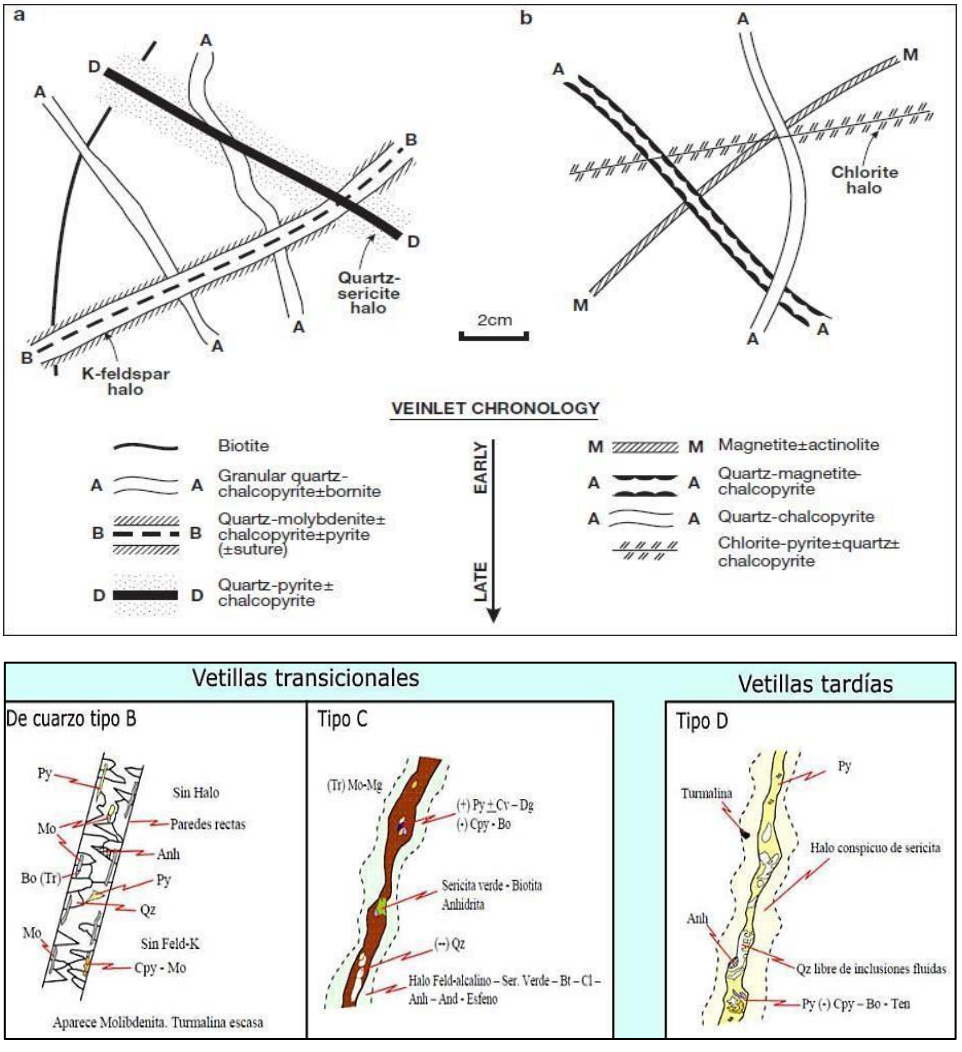
Este es el esquema institucionalizado desde los primeros reportes petrográficos (década de los 80) para Yanacocha y Pierina; actualmente empleados de manera difundida en muchos otros proyectos y operaciones; no sólo epitermales HS, sino pórfidos de Cu-Au-Mo., ad: Adularia; ab (albita secundaria)

Modificado de S. Canchaya

Fuente: S. Canchaya

Figura 7. *Cronología esquemática de secuencias típicas de vetillas en (a). Depósitos de pórfidos Cu-Mo y (b). Depósitos de pórfidos Cu-Au asociados con intrusiones calco-alcalinas. Depósitos tipo Pórfido Cu-Au hospedados por las intrusiones alcalinas son típicamente de vetillas pobres (Barr et al, 1976; Lang et al, 1995; Sillitoe, 2000, 2002). La alteración de fondo entre venillas es principalmente potásica, que es probable que contenga más feldespato potásico en los pórfidos ricos en Mo que en los ricos en Au. Nótese la ausencia común de venillas de tipo B y D en pórfidos ricos en Au y enriquecimiento de vetillas M (magnetita), A, y venillas de clorita en pórfidos ricos en Mo. Nomenclatura de vetillas*

a.- Pórfidos Cu-Mo **b.- Pórfidos Cu-Au**



Fuente: Gustafson y Hunt (1975; Tipos A, B y D) y Arancibia y Clark (1996, tipo M).

2.2.2. Geología Regional Litología

Yaruchagua, regionalmente se encuentra ubicada en rocas del grupo Excelsior compuestas principalmente de areniscas cuarzosas con laminación sesgada, y rocas del grupo Mitu compuesto por conglomerados, areniscas y lutitas principalmente. Estas rocas fueron intruídas por intrusivos antiguos del Cretácico- Paleógeno y otras más recientes del Cenozoico **(Figura 11)**.

Metalogenia y Tectónica

Metalogénicamente, la unidad minera se encuentra en la franja epitermal de Au-Ag del eoceno y depósitos polimetálicos del eoceno-oligoceno y mioceno. Se observan yacimientos del tipo polimetálicos con superposición epitermal como Vinchos, Cerro de Pasco, Colquijirca, entre otros.

Mineralización

En esta franja metalogénica se encuentran depósitos metálicos de diversos tipos como epitermales Au-Ag, polimetálicos Pb-Zn (Ag), además de pórfidos Cu-Mo, skarns Pb-Zn-Cu, todos ellos relacionados con eventos magmáticos-metalogenéticos que se desarrollaron entre el Eoceno y el Mioceno

2.2.3. Geología Local

Rocas Metamórficas

En Yaruchagua se han identificado rocas metamorficas del grupo Excelsior, las cuales presentan características lutáceas, y con estratificación centimétrica, presenta plegamiento débil a moderado, son la roca caja de intrusivos mineralizantes

Además, sobre yaciendo en discordancia angular al grupo Excelsior se tiene a los conglomerados y sedimentos del grupo Mitu, con posición por lo general subhorizontales buzando entre 15° a 30° al sur.

Rocas Intrusivas

Yaruchagua presenta la intrusión de un cuerpo diorítico, el cuál es considerado como el responsable de la mineralización en la zona de operaciones mina, posee una geometría tabular paralela a los sedimentos estratificados del grupo Excelsior, buza hacia el noreste entre 20° a 50°. Además, con respecto a la presencia de este tipo de roca en la zona denominada como target Vero, no se lo ha identificado superficialmente en campo, pero existen evidencias muy claras de su presencia a profundidad.

2.2.4. Geología Estructural

Fallas

Se ha considerado en Yaruchagua fallas principales y fallas secundarias, las primeras son las estructuras más resaltantes en un análisis de ortofotografía satelital y las segundas son las que hemos podido identificar en campo realizando el mapeo superficial, se observa un lineamiento de las fallas principales con dirección noreste y casi norte-sur correspondiendo a las fallas Vero y Chosica respectivamente, estas fallas están delimitando bloques litológicos que se manifiestan a manera de horst y grabens. Estructuras secundarias como la falla Yaruchagua delimitan a la intrusiva diorita porfirítica al sureste de su afloramiento, así como la falla principal Chosica delimita a este intrusivo al oeste de su afloramiento. Estas fallas secundarias poseen direcciones noroeste principalmente, noreste y este-oeste.

Fracturas

El complejo sistema de fallas en Yaruchagua ha generado la presencia de fracturas en diferentes direcciones en todos los tipos de roca existentes, estas estructuras no se encuentran mineralizadas, generalmente fueron identificadas en

los alrededores de los focos hidrotermales de los denominados target Vero y target Mina.

Vetas

Concordante al sistema de fallas se han identificado vetas en diferentes direcciones, se consideró potencias mayores a 3 cm como este tipo de estructura. En campo se posee vetas con direcciones noreste principalmente, noroeste, norte-sur y este-oeste. Más adelante son descritas cada una de las vetas encontradas en campo. Existen venillas con potencias menores a 0.5 cm y vetillas con potencias entre 0.5 cm y 3 cm que han generado cuerpos mineralizados, en superficie resulta difícil delimitarlos, pero en interior mina ha sido más fácil su identificación. La generación de estos cuerpos puede estar caracterizada por un sistema de venillas o vetillas paralelos o entrecruzados. Este tipo de estructura está más relacionada al target denominado mina (ver Figura 16).

2.2.5. Geología Económica.

Con los trabajos de campo realizados, se subdividió el área mapeada en dos targets de exploración: Vero y Mina, los cuales se detallan a continuación:

Target Vero

Contexto Geológico

Vero está caracterizado por presentar sedimentos lutáceos con posición generalmente buzando al noreste entre 40° y 85°, los cuales están sobreyacidos por sedimentos conglomerádicos buzando por lo general al sur entre 15° a 30°. En superficie no se ha observado presencia de rocas intrusivas, sólo en algunos sondajes antiguos se observó este tipo de roca, además existen manifestaciones de diferentes tipos de estructuras como de vetas, vetillas, venillas paralelas, venillas entrecruzadas y brechas.

Estructuras

Tanto en los tipos de roca del grupo Excelsior como en los del grupo Mitu, el target Vero posee un sistema estructural principal de orientación NW, otros secundarios de dirección NE y E-O. Siguiendo estos lineamientos se han emplazado diferentes tipos de estructuras del tipo vetas, brechas, venillas entrecruzadas y vetillas. Existen manifestaciones de estos tipos de estructuras con características focalizadas asociadas a las principales vetas observadas, fueron denominadas las zonas de María 1, María 2 y 3, Belinda, Vero, Elsa, Carolina, Merian y Brechada.

Emplazamiento intrusivo: Fases intrusivas y relación geométrica

Observación superficial macroscópica insitu de roca intrusiva en el target Vero no ha sido identificado, pero sí posiblemente manifestaciones de este tipo de roca y sus huellas de emplazamiento de estructuras, alteración, mineralización y geoquímica. En sondajes antiguos fue posible el logueo de intrusivo diorítico de ninguna a muy débil textura porfirítica de grano fino Inter digitado con las rocas sedimentarias del grupo Excelsior.

Alteración: Tipos y patrones

En lo que corresponde a los sedimentos de los grupos Mitu y Excelsior por lo general se presenta una alteración argílica con minerales observados macroscópicamente de arcilla-pirita-arsenopirita-cuarzo-clorita-epídota, de intensidad débil a moderada, es irregular, la cual es directamente proporcional al aumento o disminución de estructuras mineralizadas en sus zonas de influencia, en campo se observan zonas con mayor y menor intensidad de alteración.

En las rocas del grupo Mitu la alteración está restringida en su mayor parte a estructuras mineralizadas tipo veta, con una intensidad moderada. Presenta una

alteración débil, mayormente relacionadas a las estructuras tipo venillas entrecruzadas y vetillas.

La alteración argílica presente en el grupo Excelsior afecta la composición de roca, focalizada en zonas con mayor abundancia estructural de venillas entrecruzadas y vetillas, con intensidad moderada, tornándola de coloración blanquecina, es decir, es más diseminada o pervasiva. También, presenta zonas con esta alteración moderada sólo restringida a estructuras mineralizadas de tipo veta (ver Figura 19).

2.3. Definición de términos básicos

Caldera: Es un gran hueco similar a un caldero que se forma poco después del vaciado de una cámara de magma en una erupción volcánica. Cuando grandes volúmenes de magma entran en erupción en un corto período de tiempo, se pierde el soporte estructural de la roca sobre la cámara de magma.

Identificación de targets: El target nos permite hacer recopilaciones muy completas vinculando los datos históricos con la geofísica aérea y terrestre, y nuestros datos geoquímicos y de perforación más recientes. Representa información importante de manera gráfica tanto para los inversionistas como para los geólogos.

Mapeo geológico: Es la representación de la distribución, naturaleza y geometría de los materiales que componen la capa más externa de la Tierra. También, el mapeo geológico es una forma de adquisición y representación de conocimiento. Por todo ello, es un requisito fundamental para la investigación geológica. Es imprescindible en minería, obras públicas, ordenación territorial, aguas subterráneas, previsión de riesgos, etc.

Yacimientos epitermales: Los yacimientos epitermales se encuentran relacionados a ambientes geológicos volcánicos continentales y volcánicos submarinos en zonas de subducción Se los considera muchas veces como la parte superior de un sistema de mineralización mucho más grande y complejo que empieza con la formación de los depósitos tipo pórfidos de cobre.

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El mapeo geológico e identificación de targets permitirá incrementar las reservas en la unidad minera Yaruchagua - Santa Ana de Tusi - Pasco Perú 2023.

2.4.2. Hipótesis Específicas

a) Las características geológicas permitirán incrementar las reservas en la unidad minera Yaruchagua - Santa Ana de Tusi - Pasco Perú 2023.

b) Las características estructurales permitirán determinar su potencial geológico y económico en la unidad minera Yaruchagua - Santa Ana de Tusi - Pasco Perú 2023.

2.5. Identificación de Variables

2.5.1. Variables independientes

Mapeo geológico e identificación de targets.

2.5.2. Variables dependientes

Incremento de reservas.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 1. *Operacionalización de variables*

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Variable independiente : Mapeo geológico e identificación de targets**.**	Los mapas geológicos son herramientas importantes utilizadas por los geólogos para representar la distribución y las características de y características geológicas de la superficie de la Tierra. Estos mapas son esenciales para comprender la historia geológica, los procesos tectónicos y recursos naturales de un área determinad. *Fuente sugerida*: Cox, SF (2005)	Es un proceso de análisis e interpretación de datos geológicos, estructurales y geoquímicos para seleccionar zonas de interés con potencial de contener cuerpos mineralizados.	Características geológicas Características estructurales y potencial geológico	Litología Mineralización Geología estructural	Plano de Mapeo geológico para identificar targets Vero y target Mina.
Variable dependiente: Incremento de reservas	Según Oyarzun (2011), El incremento de reservas es fundamental para la sostenibilidad de la operación minera, ya que permite extender la vida útil del proyecto y maximizar el aprovechamiento de los recursos natural.	Se medirá mediante la estimación y validación de nuevos volúmenes de mineral económicamente explotable identificados, utilizando el mapeo geológico y la identificación de targets de exploración	Volumen de mineral adicional Ley de mineral Ubicación geoespacial de reservas incrementales.	- Leyes del mineral - Incremento de reservas - Zonas de enriquecimiento	Formato de cubicación Formato de muestreo Muestreo de vetas indicadas en el proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

Será explorativo, descriptivo y aplicativo porque mediante el mapeo geológico e identificación de targets se determinará zonas de interés económico. Así mismo se describirá las características geológicas, estructurales de la litología y la mineralización en la zona del proyecto. Será aplicada por que los datos recolectados en campo, el análisis y la interpretación de los resultados servirán para determinar el tipo de yacimiento y el origen de la mineralización de las vetas de la zona del proyecto.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación utilizado es de tipo exploratorio, porque a través del mapeo e identificación de targets, se identificarán áreas de interés económico. De igual forma, se describirá la litología y características estructurales geológicas mineralizadas del área del proyecto.

3.3. Métodos de investigación

Método deductivo se basa en la lógica y la demostración para probar la validez de una teoría o hipótesis previa. Por la naturaleza de relación al ideal geológico, para el proyecto de tesis considero que se basara en la tomade datos de campo, la cual es de manera puntual, objetiva y sistemática, Y de manera secuencial a este trabajo se indagara aspectos del cómo son o como se encuentran la proposición de las variables estudiadas y la frecuencia con que acontece un hecho geológico natural o precisando, mediante enfoques de observación transversal o longitudinal los hechos geológicos (Hernández Sampieri et al., 2018)

3.4. Diseño de investigación

El diseño está basado en un análisis de datos geológicos y estructurales como una sola variable, que nos permite realizar una evaluación para solucionar el problema de determinar zonas de interés económico y el origen de las estructuras mineralizadas, determinándose por ello una investigación de diseño pre- experimental.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población son todas las estructuras mineralizadas como las vetas (23), que se presentan en el área del proyecto.

3.5.2. Muestra

La muestra son los afloramientos muestreados de las vetas, que se encuentran en la zona de estudio, obteniendo 115 muestras. Se realizó un muestreo sistemático para aprovechar los puntos de afloramientos de las estructuras.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

- Observaciones de campo: Levantamiento de planos topográficos a escala 1/1000, Mapeo geológico a escala 1/1000, Toma de datos estructurales.

3.6.2. Instrumentos

- Plano topográfico
- Plano geológico
- Libreta de apuntes
- PETS de muestreo.
- Equipo de geólogo para la toma de datos
- Uso y validación de datos geoquímicos elaborados previamente.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Análisis documental: Revisión y recopilación de estudios geológicos existentes en el distrito Minero.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Técnicas analíticas e interpretación de toda la información obtenida en las diferentes etapas de trabajo y elaboración del proyecto de investigación.

3.9. Tratamiento estadistico

Para el tratamiento estadístico se utilizó la Correlación de Pearson y Regresión Lineal.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica.

El proyecto se enmarca en el compromiso de no realizar actividades que involucran impactos negativos en el ambiente en la zona del proyecto.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

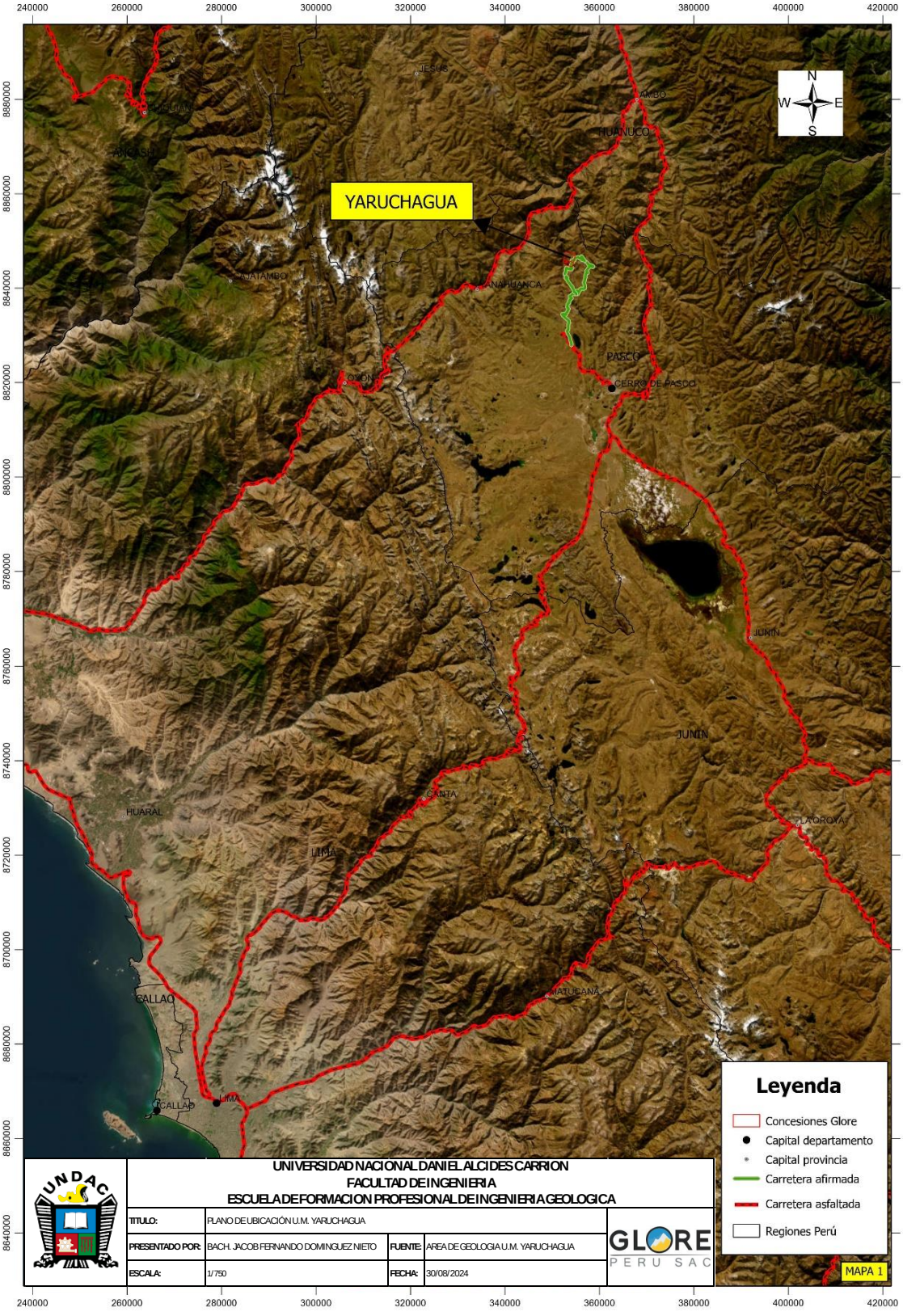
4.1.1. Ubicación y accesibilidad

Desde la ciudad de Lima a la unidad minera Yaruchagua, los tramos a recorrer son los siguientes:

Tabla 2. *Ubicación*

Tramo	Kms	Tiempo	Carretera
Lima - Canta - Cerro de Pasco	267	5h 30 min	Asfaltada
Cerro de Pasco - Yaruchagua	50	1h 30 min	Asfaltada-Afirmada

Figura 8. *Ubicación U.M. Yaruchagua.*

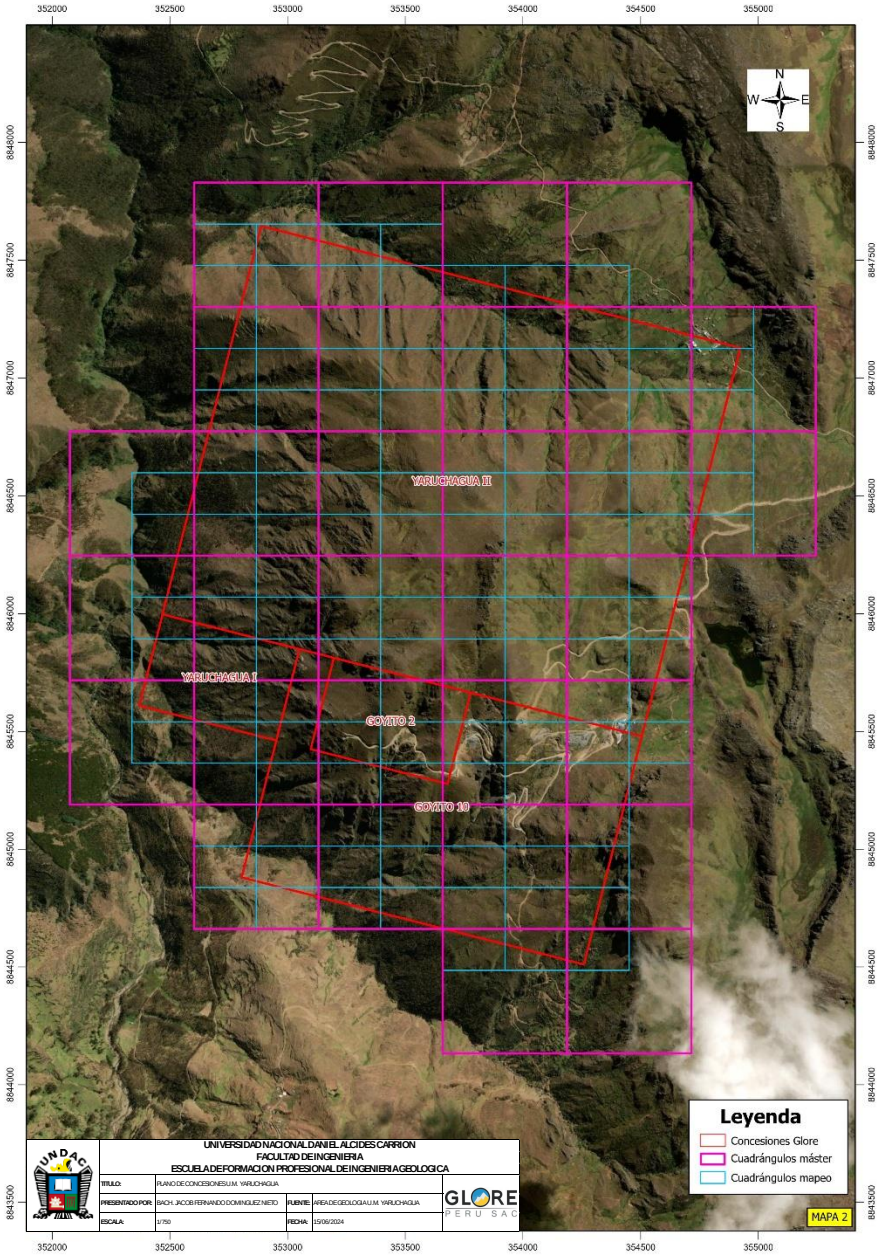


4.1.2. Propiedad Minera

Las concesiones mineras de Glore Perú SAC, en el cual se realiza trabajos de operación y exploración en la unidad minera Yaruchagua son: Goyito 10, Goyito 2, Yaruchagua I y Yaruchagua II; siendo un total de 531 Hectáreas (Figura 6).

En las propiedades mineras de Yaruchagua se aplicó la metodología exploratoria de mapeo geológico a detalle por cuadrángulos.

Figura 9. *Concesiones GLORE PERU S.A.C.*



4.1.3. Antecedentes

Información anterior antes del inicio de los trabajos de exploración superficial presentados en este informe, incluyeron: mapeo y muestreo geológico detallado, trabajos geofísicos de magnetometría e inducción polarizada: cargabilidad y resistividad, así como algunos sondajes de perforación incompletos e irreconocibles.

4.1.4. Recursos

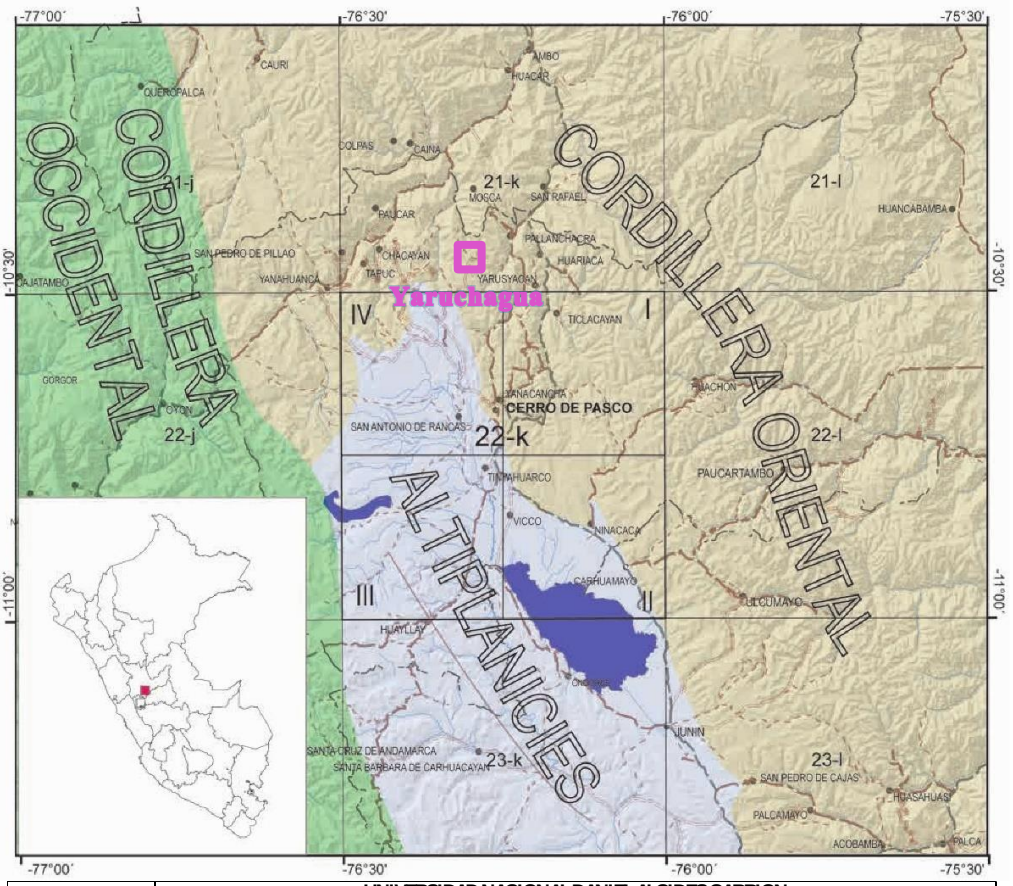
Para la realización de los trabajos exploratorios superficiales desde diciembre del 2022 hasta la presentación de este informe el proceso exploratorio ha sido progresivo desde el recurso humano de profesionales en exploración hasta las herramientas y materiales de trabajo. Este proceso exploratorio en cuanto al recurso humano actualmente continua, y cabe mencionar además que el área de exploraciones está actualmente adecuado a una metodología de trabajo.

4.1.5. Geomorfología

Regionalmente Yaruchagua se localiza en la parte este de la cordillera occidental del Perú donde la geomorfología relativamente plana es conocida como las altiplanicies del centro del Perú, las cuales se extienden sobre grabens y horst estructurales.

Dentro de las concesiones de la unidad minera se presenta una geomorfología moderadamente agreste, producto del sistema estructural andino de la zona.

Figura 10. *Plano Morfoestructural*



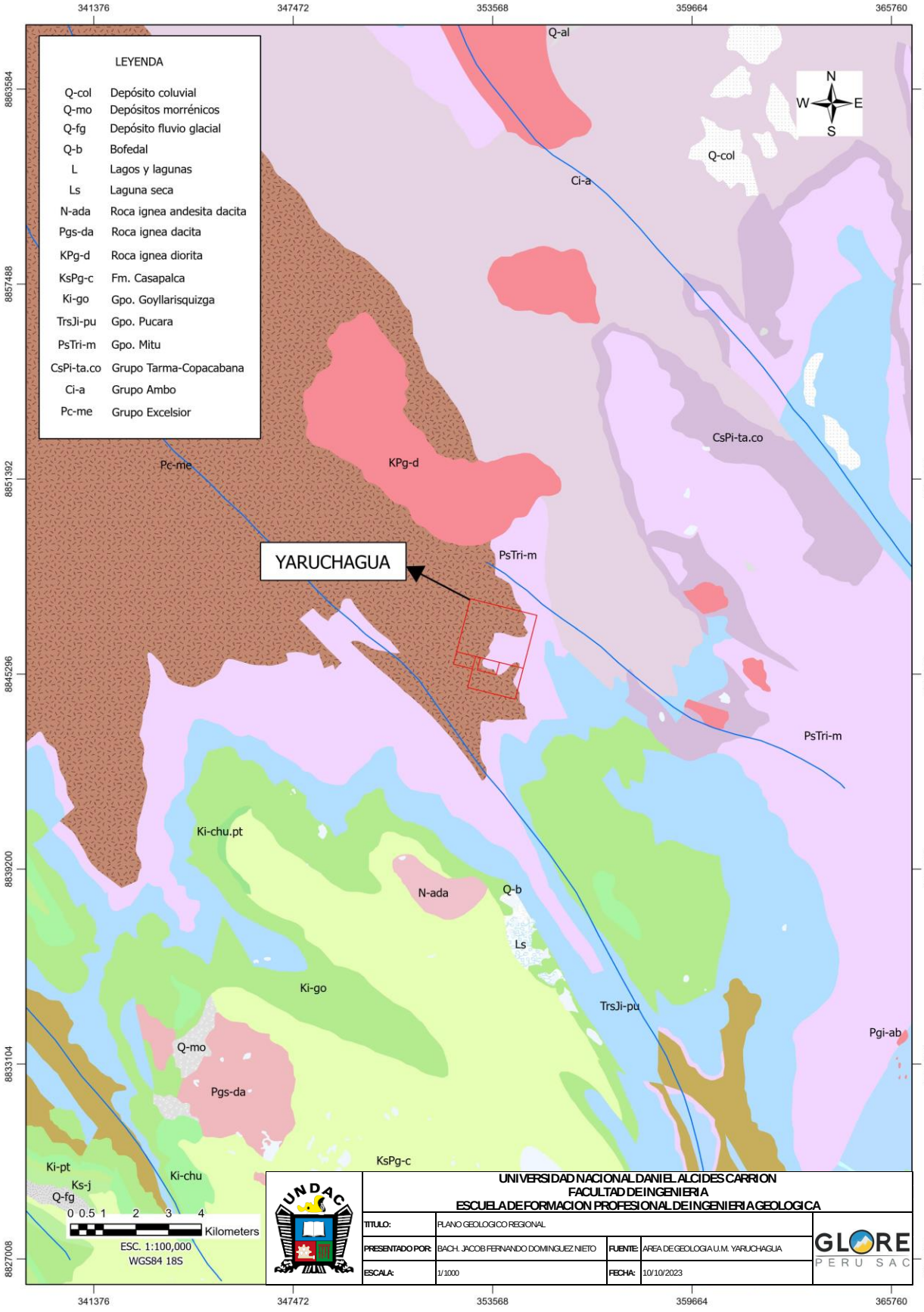
UNDAC	UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA				GLORE PERU SAC
	TITULO:	PLANO MORFOESTRUCTURAL			
	PRESENTADO POR:	BACH. JACOB FERNANDO DOMINGUEZ NIETO	FUENTE:	AREA DE GEOLOGIA U.M. YARUCHAGUA	
	ESCALA:	1/1000	FECHA:	12/11/2022	

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Marco Geológico Regional Litología

Yaruchagua, regionalmente se encuentra ubicada en rocas del grupo Excelsior compuestas principalmente de areniscas cuarzosas con laminación sesgada, y rocas del grupo Mitu compuesto por conglomerados, areniscas y lutitas principalmente. Estas rocas fueron intruídas por intrusivos antiguos del cretácico-paleógeno y otras más recientes del cenozoico (ver Figura 11.)

Figura 11. *Geología Regional*



Devónico Superior (382 M.A) – (359 M.A)

- **Grupo Excelsior:** El Grupo Excélsior, ampliamente expuesto en el cuadrángulo de Ambo (Hoja 22-k), corresponde a depósitos sedimentarios del Devónico Superior. Esta unidad estratigráfica está compuesta predominantemente por pizarras negras, filitas, esquistos micáceos, y areniscas cuarzosas, con un grado bajo de metamorfismo. Estratigráficamente, el Grupo Excélsior se dispone en discordancia angular sobre unidades más antiguas del Paleozoico Inferior, como formaciones ordovícicas y silúricas, y es a su vez cubierto en discordancia por el Grupo Ambo, de edad carbonífera, marcando una transición importante en la evolución geodinámica de la región central andina.

Carbonífero Inferior (359 M.A) – (323 M.A)

- **Grupo Ambo:** El Grupo Ambo es una unidad sedimentaria del Carbonífero Inferior (Mississipiano), ampliamente expuesta en el cuadrángulo de Ambo, Huánuco. Estratigráficamente, se dispone en discordancia angular sobre unidades paleozoicas más antiguas, como el Grupo Excélsior. Está compuesto por una alternancia de lutitas negras carbonosas, areniscas cuarzosas y conglomerados, con intercalaciones de limonitas. Las lutitas presentan fósiles vegetales, mientras que las areniscas muestran estructuras sedimentarias como gradación normal y granocreciente. Esta sucesión sugiere un ambiente de depósito fluvial a deltaico, con influencias marinas en ciertos niveles.

Carbonífero Superior (323 M.A) – (298 M.A)

- **Grupo Tarma:** El Grupo Tarma es una unidad sedimentaria del Carbonífero Superior, correspondiente al Pensilviano. En el cuadrángulo

de Ambo, esta unidad se encuentra suprayaciendo en discordancia angular al Grupo Ambo y está cubierta por unidades del Pérmico, como el Grupo Mitu, marcando así una transición importante en la evolución tectosedimentaria del área central andina. está compuesto por una sucesión de calizas grises micríticas, lutitas negras y grises, y areniscas cuarzosas finas a medianas, en ocasiones cementadas con carbonato cálcico.

Pérmico Superior - Triásico (260 M.A) – (237 M.A)

- **Grupo Mitu:** El Grupo Mitu es una unidad geológica que se presenta descansando en discordancia angular sobre unidades más antiguas, como el Complejo del Marañón y el Grupo Excélsior. Está compuesto por una secuencia de rocas sedimentarias y volcánicas, caracterizadas por su coloración rojiza a morada. Está conformado por secuencias de areniscas rojas oscuras, conglomerados rojizos y verdosos, así como volcánicos de coloración rojiza a morada.

Triásico Superior – Jurásico Inferior (237 M.A) – (174 M.A)

- **Grupo Pucara:** Se presenta suprayaciendo en discordancia angular al Grupo Mitu y está cubierto por unidades jurásicas superiores, como la Formación Sarayaquillo. El Grupo Pucará está compuesto predominantemente por calizas grises micríticas, dolomitas, lutitas y margas, con intercalaciones de evaporitas en algunas secciones. Estas rocas presentan estructuras sedimentarias como laminación paralela, bioturbación y, en algunos casos, fósiles marinos bien preservados.

Cretácico Inferior (145 M.A) – (113 M.A)

- **Grupo Goyllarisquizga:** El Grupo Goyllarisquizga es una unidad litoestratigráfica del Cretácico Inferior sobreyaciendo en discordancia

angular a unidades más antiguas como el Grupo Pucará. Este grupo está compuesto predominantemente por areniscas cuarzosas de grano medio a grueso, con intercalaciones de conglomerados y arcillitas de colores rojizos, marrones, grises y verdosos. Las areniscas conglomerádicas se presentan principalmente en la base de la secuencia. Este grupo a su vez se encuentra dividido en 3 formaciones, las cuales son: Formación Chimú, Formación Santa-Carhuaz, Formación Farrat.

Cretácico - Paleógeno (100 M.A) – (60 M.A)

- **Formación Casapalca:** La Formación Casapalca es una unidad geológica del Cretácico Superior al Paleógeno, que aflora en el cuadrángulo de Ambo. Se encuentra en discordancia erosional sobre unidades más antiguas, como la Formación Chúlec, y es suprayacida por unidades volcánicas del Cenozoico, como la Formación Tantará. Esta formación está compuesta principalmente por yesos fibrosos de coloración negra y blanca en la base, areniscas rojas finas a medianas, con laminación cruzada, lodolitas y lutitas de coloraciones rojizas y conglomerados y lentes calcáreos en algunas secciones.

Metalogenia:

Metalogénicamente, la unidad minera se encuentra en la franja epitermal de Au-Ag del eoceno y depósitos polimetálicos del Eoceno, Oligoceno y Mioceno. Se observan yacimientos del tipo polimetálicos con superposición epitermal como Vinchos, Cerro de Pasco, Colquijirca, entre otros (Figura 14).

Esta franja se caracteriza por ser la más compleja debido a que se encuentran depósitos minerales de varios tipos como pórfidos de Cu-Mo, skarns de Pb-Zn-Cu, epitermales de Au-Ag y polimetálicos Pb-Zn (Ag) relacionados

con intrusiones. Dichos depósitos se relacionan con tres eventos magmáticos, registrados en los periodos 39-33 Ma (Eoceno), 31-25 Ma (Oligoceno) y 20-10 Ma (Mioceno). La distribución espacial y temporal de dichos depósitos está controlada por las reactivaciones de las fallas NO-SE y N-S de los sistemas La Oroya-Huancavelica y Cerro de Pasco-Ayacucho.

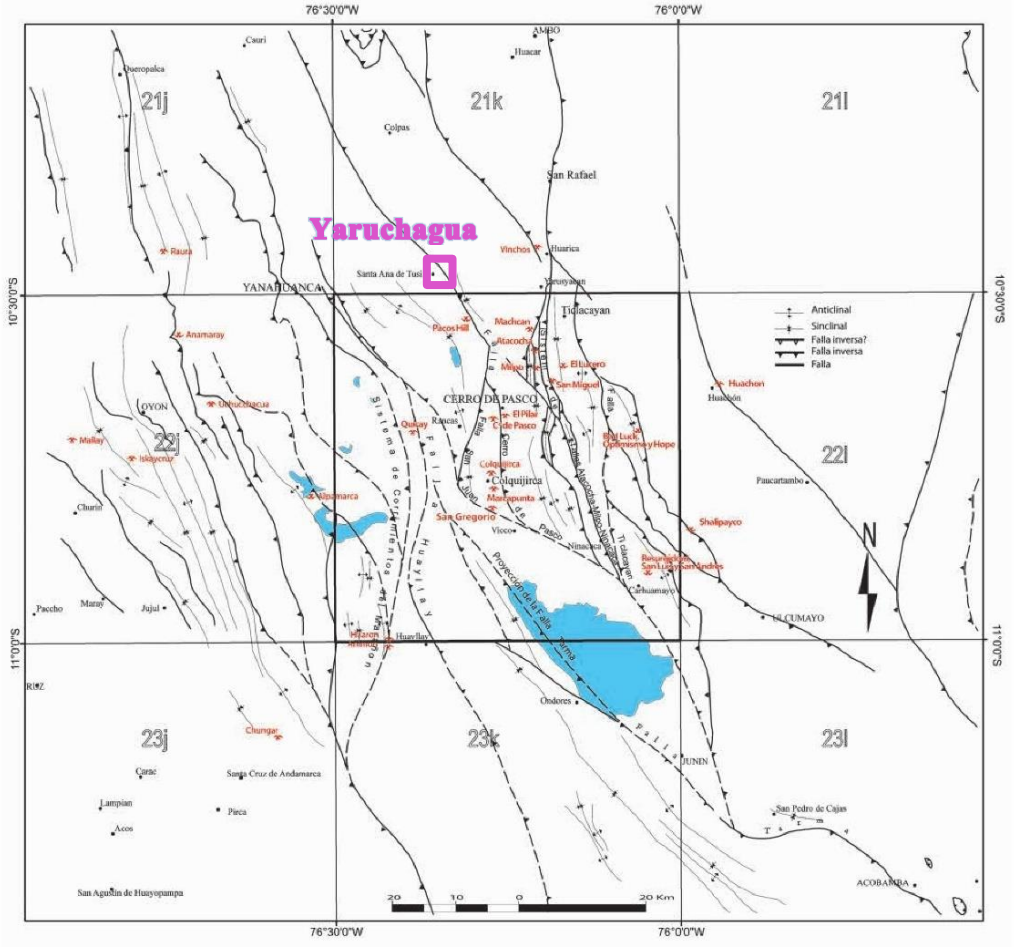
El depósito más antiguo conocido hasta la fecha es el epitermal de Au-Ag de Quicay, con una edad de mineralización en el rango de 37 y 35 Ma (Noble y McKee, 1999). Quicay se relaciona con la actividad magmática del Oligoceno, manifestada principalmente por el emplazamiento de cuerpos intrusivos de composiciones variables entre dioritas y granodioritas.

Según los reportes de edades radiométricas K/Ar de Soler y Bonhome (1988), la época metalogenética para los depósitos de Pb-Zn-Cu se encontraría entre 29 y 26 Ma. Por otro lado, las intrusiones miocénicas ~20 Ma se asocian con las mineralizaciones de Pb-Zn-Cu, es el caso de los depósitos Anita, Asunción, Chanchamina y otros del Perú central.

Tectónica

El sistema de fallas presentes forma parte de un sistema estructural que controlaron y controlan la evolución geodinámica de cuencas sedimentarias, el emplazamiento de magmatismo y la mineralización. Por lo general, son fallas que se originaron desde el Paleozoico Superior.

Figura 12. *Fallas regionales y ubicación de UMY*



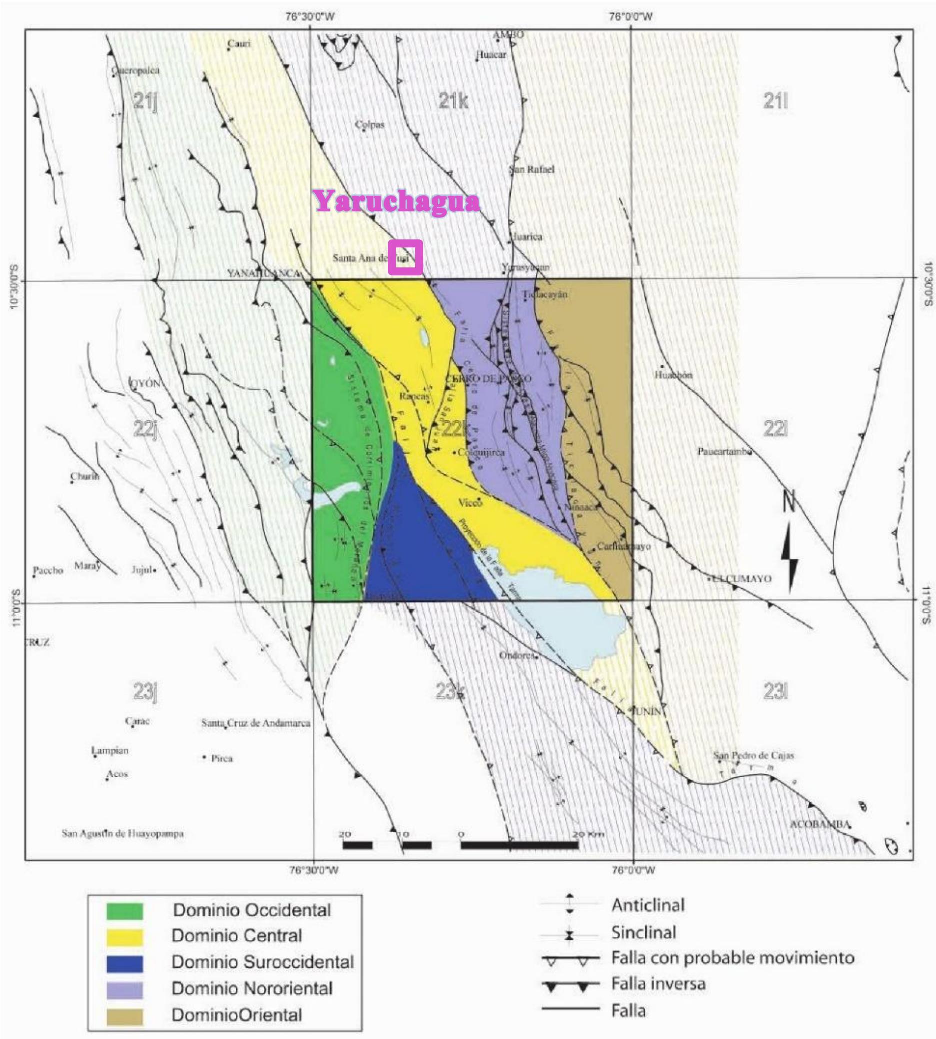
(Fuente: Cuadrángulo de la hoja de Cerro de Pasco 22-k, Boletín N°144-A 2011, INGEMMET).

Las fallas presentes en esta zona delimitan dominios estructurales que forman parte de los bloques estructurales regionales, los cuales son los Dominio Occidental, Suroccidental, Central, Nororiental y Oriental (ver Figura 13). Es de especial interés el Dominio Central debido a que ahí se ubica UMY.

El dominio central Se encuentra limitado por las fallas Huayllay y Cerro de Pasco, y la proyección de la falla Tarma. La mayor parte de este dominio corresponde a la planicie del lago Junín. Tienen dirección NO-SE y buzamiento casi vertical, y son convergentes hacia el SE. Los niveles de despegue son aparentemente profundos debido a que hacen aflorar a rocas del Paleozoico Inferior. Los pliegues son alargados y paralelos a la dirección de las fallas.

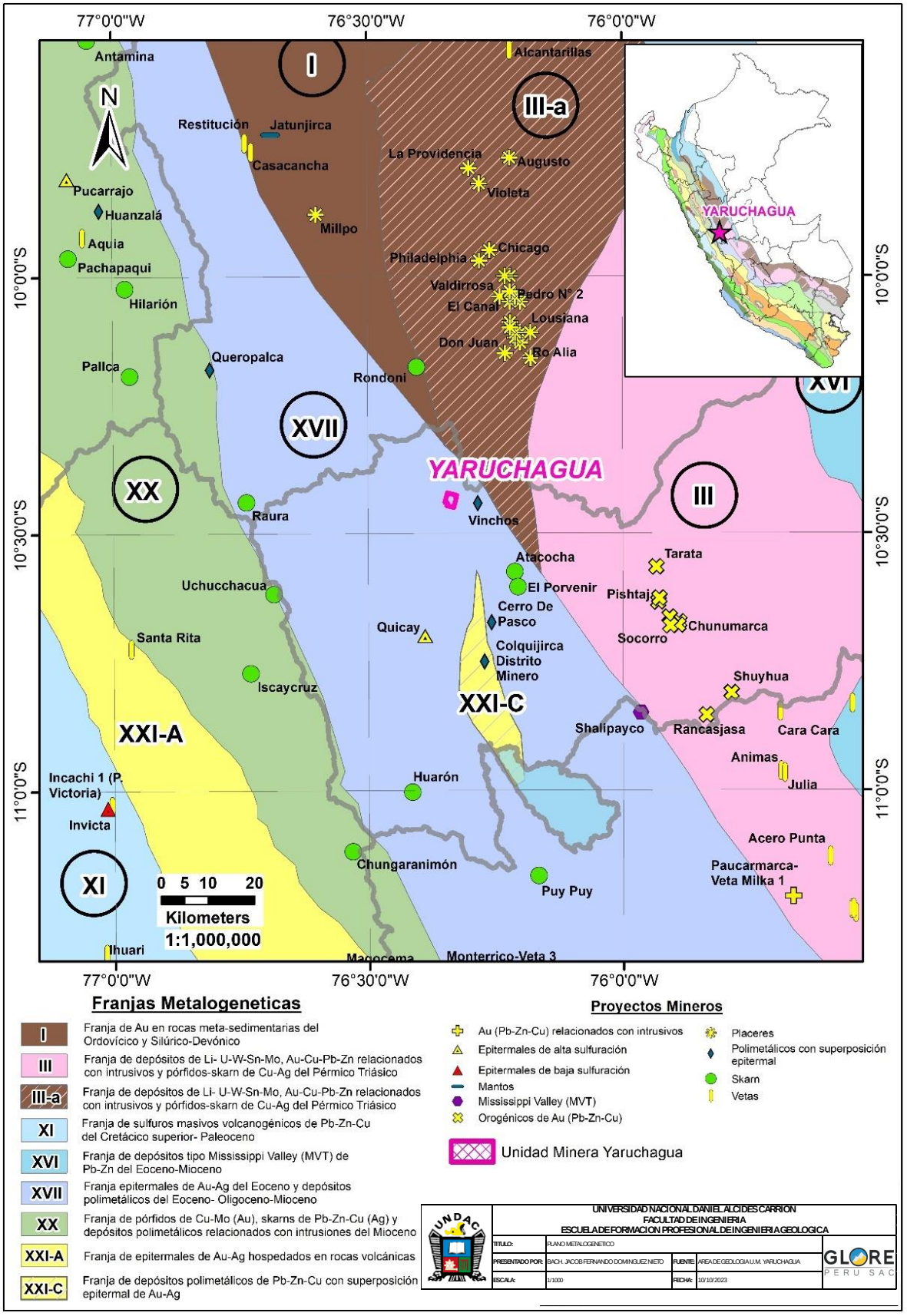
El magmatismo en este sector fue en dos eventos. El primero evento es del Eoceno compuesto por los stocks de Quicay, Cerro Racco, Canguish, entre otros (28-35Ma) y las tobas de la Formación Calera. El segundo evento es del Mioceno Medio y está ubicado en la parte oriental y se conforma de los complejos volcánicos de Cerro de Pasco, Colquijirca y Yanamate (15 a 13Ma).

Figura 13. *Dominios Estructurales y ubicación de UMY*



(Fuente: Cuadrángulo de la hoja de Cerro de Pasco 22-k, Boletín N°144-A 2011, INGEMMET).

Figura 14. *Metalogenia*



4.2.2. Geología Local Rocas Metamórficas

En Yaruchagua se han identificado rocas sedimentarias del grupo Excelsior, las cuales presentan características lutáceas, y con estratificación centimétrica, presenta plegamiento débil a moderado, son la roca caja de intrusivos mineralizantes.

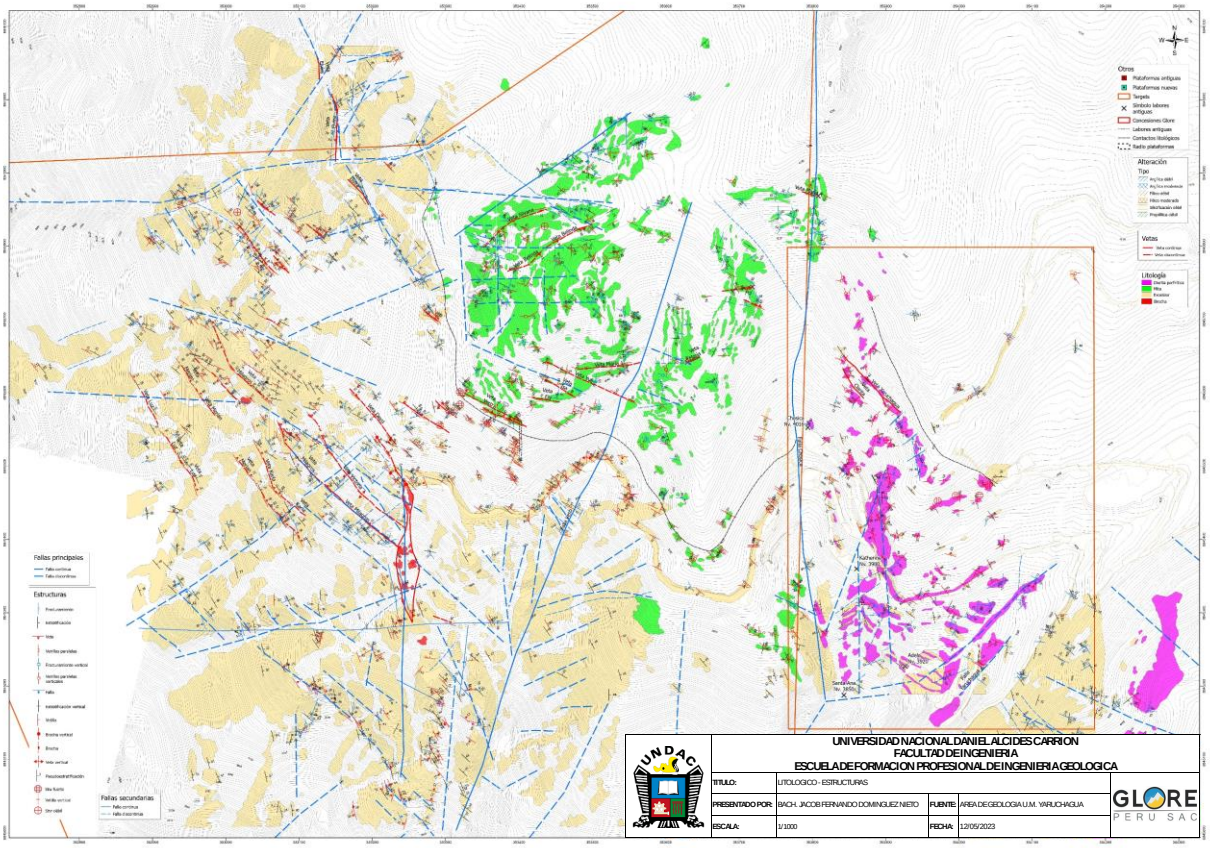
Además, sobre yaciendo con discordancia angular al grupo Excelsior se tiene a los conglomerados y sedimentos del grupo Mitu, con posición por lo general subhorizontales buzando entre 15° a 30° al sur.

Rocas Intrusivas

Yaruchagua presenta la intrusión de un cuerpo diorítico, el cuál es considerado como el responsable de la mineralización en la zona de operaciones mina, posee una geometría tabular paralela a los sedimentos estratificados del grupo Excelsior, buza hacia el noreste entre 20° a 50°.

Además, con respecto a la presencia de este tipo de roca en la zona denominada como target Vero, no se lo ha identificado superficialmente en campo, pero existen evidencias muy claras de su presencia a profundidad.

Figura 15. *Litología y Estructuras*



4.2.3. Geología Estructural Fallas

Se ha considerado en Yaruchagua fallas principales y fallas secundarias, las primeras son las estructuras más resaltantes en un análisis de ortofotografía satelital y las segundas son las que hemos podido identificar en campo realizando el mapeo superficial, se observa un lineamiento de las fallas principales con dirección noreste y casi N - S correspondiendo a las fallas Vero y Chosica respectivamente, estas fallas están delimitando bloques litológicos que se manifiestan a manera de horst y grabens. Estructuras secundarias como la falla Yaruchagua delimitan al intrusivo diorítico porfirítico al SE de su afloramiento, así como la falla principal Chosica delimita a este intrusivo al O de su afloramiento. Estas fallas secundarias poseen direcciones NO principalmente, NE y E - W (Figura 15).

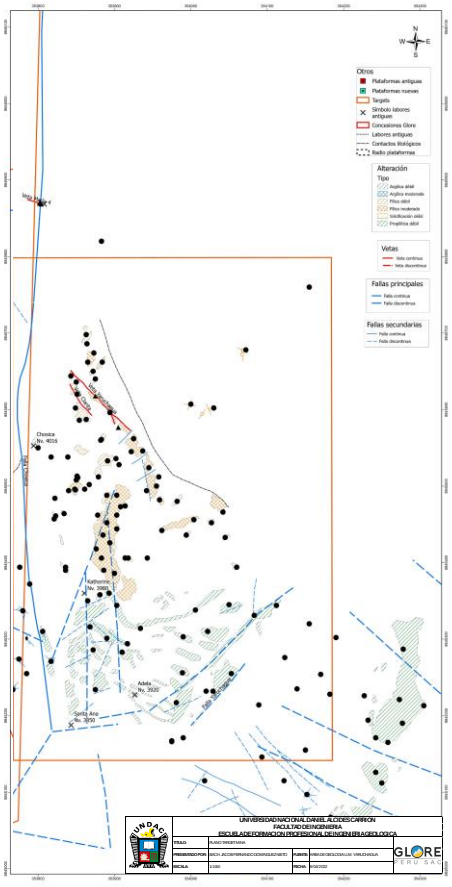
Fracturas

El complejo sistema de fallas en Yaruchagua ha generado la presencia de fracturas en diferentes direcciones en todos los tipos de roca existentes, estas estructuras no se encuentran mineralizadas, generalmente fueron identificadas en los alrededores de los focos hidrotermales de los denominados target Vero y target Mina.

Vetas

Concordante al sistema de fallas se han identificado vetas en diferentes direcciones, se consideró potencias mayores a 3 cm como este tipo de estructura. En campo se posee vetas con direcciones noreste principalmente, noroeste, norte-sur y este-oeste. Más adelante son descritas cada una de las vetas encontradas en campo.

Figura 16. *Target Mina*



Cuerpos

Existen venillas con potencias menores a 0.5 cm y vetillas con potencias entre 0.5 cm y 3 cm que han generado cuerpos mineralizados, en superficie resulta difícil delimitarlos, pero en interior mina ha sido más fácil su identificación. La generación de estos cuerpos puede estar caracterizada por un sistema de venillas o vetillas paralelos o entrecruzados. Este tipo de estructura está más relacionada al target denominado Mina.

4.2.4. Geología Económica

La mineralización En el target Vero se define tanto en las rocas del Grupo Mitu como en las de Grupo Excelsior. Generalmente se observan sulfuros grises (Calcosina) – calcopirita – trazas de pirrotita.

En el target mina posee un ensamble de Galena – Pirrotita – Baritina – Pirita – Cuarzo – Sulfuros grises.

Con los trabajos de campo realizados, se subdividió el área mapeada en estos dos targets de exploración, los cuales se detallan a continuación los cuales explican a detalle los puntos de cada Target:

4.2.4.1. Target Vero

Contexto geológico

Vero está caracterizado por presentar sedimentos lutáceos con posición generalmente buzando al noreste entre 40 y 85 grados, los cuales están sobre yacidos por sedimentos conglomerádicos buzando por lo general al sur entre 15 a 30 grados. En superficie no se ha observado presencia de rocas intrusivas, sólo en algunos sondajes antiguos se observó este tipo de roca, además existen manifestaciones de diferentes

tipos de estructuras como de vetas, vetillas, venillas paralelas, venillas entrecruzadas y brechas.

Estructuras

Tanto en los tipos de roca del grupo Excelsior como en los del Mitu, el target Vero posee un sistema estructural principal de orientación NO, otros secundarios de dirección NE y E - O. Siguiendo estos lineamientos se han emplazado diferentes tipos de estructuras del tipo vetas, brechas, venillas entrecruzadas y vetillas. Existen manifestaciones de estos tipos de estructuras con características focalizadas asociadas a las principales vetas observadas, fueron denominadas las zonas de María 1, María 2 y 3, Belinda, Vero, Elsa, Carolina, Merian y Brechada.

Emplazamiento intrusivo: Fases Intrusivas y relación geométrica.

Observación superficial macroscópica insitu de roca intrusiva en el target Vero no ha sido identificado, pero sí posiblemente manifestaciones de este tipo de roca y sus huellas de emplazamiento de estructuras, alteración, mineralización y geoquímica. En sondajes antiguos fue posible el logueo de intrusivo diorítico de ninguna a muy débil textura porfirítica de grano fino Inter digitado con las rocas sedimentarias del grupo Excélsior.

Alteración: Tipos y Patrones

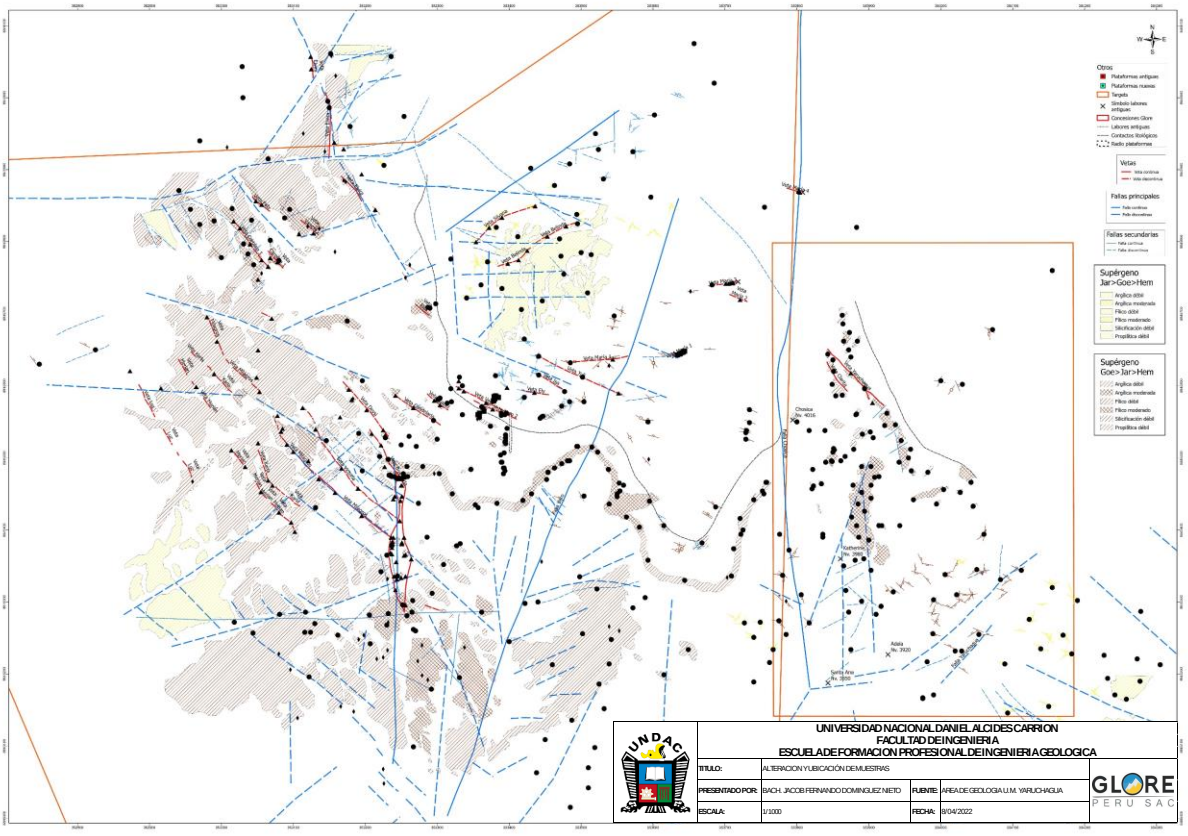
En lo que corresponde a los sedimentos de los grupos Mitu y Excelsior por lo general se presenta una alteración argílica con minerales observados macroscópicamente de arcilla-pirita- arsenopirita-cuarzo-clorita-epídota, de intensidad débil a moderada, es irregular, la cual es directamente proporcional al aumento o disminución de estructuras

mineralizadas en sus zonas de influencia, en campo se observan zonas con mayor y menor intensidad de alteración (Fig. 10).

En las rocas del grupo Mitu la alteración está restringida en su mayor parte a estructuras mineralizadas tipo veta, con una intensidad moderada. Presenta una alteración débil, mayormente relacionadas a las estructuras tipo venillas entrecruzadas y vetillas (Fig. 13).

La alteración argílica presente en el grupo Excelsior afecta la composición de roca, focalizada en zonas con mayor abundancia estructural de venillas entrecruzadas y vetillas, con intensidad moderada, tornándola de coloración blanquecina, es decir, es más diseminada o pervasiva. También, presenta zonas con esta alteración moderada sólo restringida a estructuras mineralizadas de tipo veta.

Figura 17. *Plano de Alteración Hidrotermal y ubicación de muestras*



Mineralización

La mineralización tanto en las rocas del grupo Mitu como en las del grupo Excelsior por lo general se observan sulfuros grises – calcopirita - trazas pirrotita.

Áreas de Interés

Dentro del target Vero se subdividieron diferentes zonas de interés, las cuales están relacionadas a una estructura principal de veta, juntamente con otras vetas asociadas y de menor importancia, así tenemos.

Zona María 1 y Estructuras asociadas.

Veta María 1

Coordenada 353637 E, 8845645 N, aflora 100 m de recorrido, posee Azimut 249°, 78° buzamiento, potencia 0.33 m, ensamble sulfuros grises con trazas de cuarzo, presencia de óxidos de hierro 10- 20% goetita>jarosita>hematita (6:3:1), roca caja conglomerados con débil-moderada alteración argílica.

Tabla 3. *Veta María*

VETA MARÍA 1								
ID	**Muestra**	**Muestreo**	**Potencia (m)**	**Au (ppm)**	**Ag (ppm)**	**Cu (ppm)**	**Pb (ppm)**	**Zn (ppm)**
1	4037	Canal	0.2	0.765	1331.0	846.0	3794.0	354.0
2	980	Canal	0.4		4017.0	1024.0	13200.0	437.0
3	981	Canal	0.35		2488.0	797.0	2534.0	131.0
4	982	Canal	0.3		1722.0	707.0	8407.0	206.0
5	983	Canal	0.4		1027.0	568.0	22800.0	144.0
6	984	Canal	0.36		775.0	628.0	14600.0	590.0
7	985	Canal	0.3		1809.0	808.0	14600.0	1667.0

Veta Yuli

Coordenada 353497 E, 8845611 N, aflora 130 m de recorrido, posee Azimut 300°, 80° de buzamiento, potencia 0.05 m, ensamble cuarzo - sulfuros grises – arsenopirita – calcopirita - pirrotita, roca caja conglomerados con débil - moderada alteración débil argílica.

Tabla 4. *Veta Yuli*

VETA YULI								
ID	**Muestra**	**Muestre o**	**Potencia (m)**	**Au (ppm)**	**Ag (ppm)**	**Cu (ppm)**	**Pb (ppm)**	**Zn (ppm)**
1	4273	Canal	0.05	0.029	8.5	296.0	510.0	1050.0

Veta Ely

Coordenada 353436 E, 8845590 N, aflora 60 m de recorrido, posee Azimut 284°, 60° de buzamiento, potencia 0.18 m, ensamble cuarzo con presencia de óxidos de hierro 15-30% goetita>jarosita>hematita (5:3:2), roca caja conglomerados con débil alteración argílica.

Tabla 5. *Veta Ely*

VETA ELY								
ID	**Muestra**	**Muestreo**	**Potencia (m)**	**Au (ppm)**	**Ag (ppm)**	**Cu (ppm)**	**Pb (ppm)**	**Zn (ppm)**
1	4276	Canal	0.1	0.005	0.7	490.0	753.0	537.0
2	4277	Canal	0.25	0.012	2.2	709.0	57.0	51.4

Zona María 2 y 3

Veta María 2

Coordenada 353720 E, 8845721 N, aflora 23 m de recorrido, posee Azimut 295°, 67° de buzamiento, potencia 0.6 m, posee panizo con 10% óxidos de hierro goetita > jarosita > hematita (6:3:1), no se observa sulfuros grises.

Tabla 6. *Veta María 2*

VETA MARÍA 2								
ID	**Muestra**	**Muestreo**	**Potencia (m)**	**Au (ppm)**	**Ag (ppm)**	**Cu (ppm)**	**Pb (ppm)**	**Zn (ppm)**
1	979	Canal	0.6		13.1	11.0	246.0	312.0

Veta María 3

Coordenada 353697 E, 8845740 N, aflora 40 m de recorrido, posee Azimut 80°, 90° de buzamiento, potencia 0.35 m, ensamble sulfuros grises, presencia de óxidos de hierro 5% jarosita>goetita (8:2), roca caja conglomerados con débil alteración argílica.

Tabla 7. *Veta María 3*

VETA MARÍA 3								
ID	**Muestra**	**Muestreo**	**Potencia (m)**	**Au (ppm)**	**Ag (ppm)**	**Cu (ppm)**	**Pb (ppm)**	**Zn (ppm)**
1	4137	Canal	0.6	0.005	24.3	12.2	4478.0	1578.0
2	4138	Canal	0.4	0.017	79.4	97.7	6449.0	1125.0
3	4139	Canal	0.3	0.008	27.3	15.0	5625.0	436.0
4	4140	Canal	0.3	0.006	11.3	7.1	3731.0	126.0
5	4141	Canal	0.2	0.005	26.4	22.6	3136.0	1814.0
6	4142	Canal	0.3	0.069	324.0	54.5	55500.0	495.0

Zona Belinda y estructuras asociadas

Veta Belinda

Coordenada 353436 E, 8845798 N, aflora 120 m de recorrido, posee Azimut 51°, 79° de buzamiento, potencia 0.17 m, ensamble cuarzo-sulfuros grises-arsenopirita-calcopirita, presencia de débil óxidos de hierro goetita>jarosita>hematita (7:2:1), roca caja conglomerados con débil-moderada alteración argílica.

Tabla 8. *Veta Belinda*

VETA BELINDA								
ID	**Muestra**	**Muestreo**	**Potencia (m)**	**Au (ppm)**	**Ag (ppm)**	**Cu (ppm)**	**Pb (ppm)**	**Zn (ppm)**
1	4016	Canal	0.06	0.478	253.0	3799.0	11400.0	534.0
2	4017	Canal	0.12	0.613	796.0	5950.0	31700.0	259.0
3	4018	Canal	0.15	0.393	511.0	10600.0	9895.0	226.0
4	4019	Canal	0.3	0.454	325.0	788.0	893.0	84.1
5	4020	Canal	0.2	0.624	2854.0	2909.0	31000.0	689.0

Veta Silvana

Coordenada 353386 E, 8845838 N, aflora 100 m de recorrido, posee Azimut 47°, 78° de buzamiento, potencia 0.07 m, ensamble cuarzo- clorita-sulfuros grises-arsenopirita-calcopirita, presencia de débil óxidos de hierro jarosita>goetita>hematita (6:3:1), roca caja conglomerados con débil alteración argílica.

Tabla 9. *Veta Silvana*

VETA SILVANA								
ID	**Muestra**	**Muestreo**	**Potencia (m)**	**Au (ppm)**	**Ag (ppm)**	**Cu (ppm)**	**Pb (ppm)**	**Zn (ppm)**
1	4083	Canal	0.08	0.408	1120.0	5284.0	3610.0	38.0
2	4087	Canal	0.08	0.773	369.0	2862.0	529.0	11.1
3	4090	Canal	0.07	0.53	101.0	1485.0	800.0	10.1
4	4094	Canal	0.04	0.411	14.0	898.0	115.0	126.0

Zona Vero y estructuras asociadas

Veta Vero

Coordenada 353354 E, 8845800 N, aflora 85 m de recorrido, posee Azimut 296°, 62° de buzamiento, potencia 0.52 m, ensamble cuarzo – clorita - trazas epidota – arsenopirita - calcopirita, presencia de débil óxidos verdes de cobre, roca caja conglomerados con débil- moderada alteración argílica.

Tabla 10. *Veta Vero*

VETA VERO								
ID	**Muestra**	**Muestreo**	**Potencia (m)**	**Au (ppm)**	**Ag (ppm)**	**Cu (ppm)**	**Pb (ppm)**	**Zn (ppm)**
1	4072	Canal	0.8	0.289	49.6	4067.0	58.0	12.2
2	6144	Canal	0.2	1.11	71.3	142.0	743.0	14.8
3	6132	Canal	0.6	0.01	17.4	529.0	242.0	11.3
4	4074	Canal	0.38	0.258	29.7	239.0	80.0	10.8
5	4075	Canal	0.6	0.236	46.3	820.0	42.0	9.3

Veta Vero 2

Coordenada 353380 E, 8845568 N, aflora 65 m de recorrido, posee Azimut 295°, 82° de buzamiento, potencia 0.14 m, ensamble sulfuros grises-trazas de cuarzo-trazas calcopirita, presencia de trazas de óxidos verdes de cobre y trazas de óxidos de Fe goetita>jarosita>hematita (6:3:1), roca caja conglomerados con débil- moderada alteración argílica.

Tabla 11. *Veta Vero 2*

VETA VERO 2								
ID	**Muestra**	**Muestreo**	**Potencia (m)**	**Au (ppm)**	**Ag (ppm)**	**Cu (ppm)**	**Pb (ppm)**	**Zn (ppm)**
1	6140	Canal	0.15	3.845	50.7	3470.0	190.0	0.3
2	4071	Canal	0.07	3.957	76.7	3486.0	273.0	11.1
3	6139	Canal	0.15	2.51	71.3	1324.0	270.0	2.1
4	6135	Canal	0.2	1.736	441.0	37900.0	1675.0	127.0
5	6136	Canal	0.15	5.141	182.0	12200.0	964.0	40.8

Veta Isabel

Coordenada 353299 E, 8845576 N, aflora 37 m de recorrido, posee Azimut 117°, 88° de buzamiento, potencia 0.14 m, ensamble cuarzo-sulfuros grises-pirita-calcopirita, presencia de débil óxidos de Fe goetita>hematita (8:2), roca caja sedimentos lutáceos con débil- moderada alteración argílica.

Tabla 12. *Veta Isabel*

VETA ISABEL								
ID	**Muestra**	**Muestreo**	**Potencia (m)**	**Au (ppm)**	**Ag (ppm)**	**Cu (ppm)**	**Pb (ppm)**	**Zn (ppm)**
1	4067	Canal	0.08	0.112	43.5	11900.0	223.0	43.2
2	6147	Canal	0.2	0.202	89.3	19000.0	543.0	38.5

Veta Candelaria

Coordenada 353273 E, 8845565 N, aflora 75 m de recorrido, posee Azimut 299°, 70° de buzamiento, potencia 0.15 m, ensamble cuarzo-sulfuros grises-arsenopirita-trazas calcopirita, presencia de débil- moderado óxidos de hierro hematita>goetita>jarosita (7:3:1), roca caja sedimentos del grupo Excelsior con débil-moderada alteración argílica.

Tabla 13. *Veta Candelaria*

VETA CANDELARIA								
ID	**Muestra**	**Muestreo**	**Potencia (m)**	**Au (ppm)**	**Ag (ppm)**	**Cu (ppm)**	**Pb (ppm)**	**Zn (ppm)**
1	4290	Canal	0.1	0.772	23.9	4003.0	194.0	11.0
2	4068	Canal	0.2	0.105	2.4	970.0	2157.0	282.0

Zona Elsa

Veta Elsa

Coordenada 353279 E, 8845705 N, aflora 25 m de recorrido, posee Azimut 311°, 74° de buzamiento, potencia 0.10 m, ensamble cuarzo-clorita-sulfuros grises-calcopirita-arsenopirita, roca caja sedimentos grupo Excelsior con débil-moderada alteración argílica.

Tabla 14. *Veta Elsa*

VETA ELSA								
ID	**Muestra**	**Muestreo**	**Potencia (m)**	**Au (ppm)**	**Ag (ppm)**	**Cu (ppm)**	**Pb (ppm)**	**Zn (ppm)**
1	4076	Canal	0.15	1.295	60.1	7470.0	113.0	6.2
2	4077	Canal	0.06	8.429	87.1	7197.0	383.0	66.9
3	9903	Canal	0.1	4.617	539.0	8897.1	7196.0	36.5

Zona Carolina y estructuras asociadas

Veta Carolina 1

Coordenada 353078 E, 8845772 N, aflora 30 m de recorrido, posee Azimut 137°, 85° de buzamiento, potencia 0.25 m, ensamble cuarzo – clorita - sulfuros grises - óxidos de hierro hematita > jarosita (3:1), roca caja conglomerados con débil-moderada alteración argílica.

Tabla 15. *Veta Carolina 1*

VETA CAROLINA 1								
ID	**Muestra**	**Muestreo**	**Potencia (m)**	**Au (ppm)**	**Ag (ppm)**	**Cu (ppm)**	**Pb (ppm)**	**Zn (ppm)**
1	4284	Canal	0.25	1.36	101.0	1273.0	108.0	33.3

Veta Carolina 2

Coordenada 353073 E, 8845772 N, aflora 15 m de recorrido, posee Azimut 298°, 76° de buzamiento, potencia 0.10 m, ensamble sulfuros grises con cuarzo drúsico – arsenopirita - trazas calcopirita, roca caja sedimentos grupo Excelsior con débil-moderada alteración argílica.

Tabla 16*. Veta Carolina 2*

VETA CAROLINA 2								
ID	**Muestra**	**Muestreo**	**Potencia (m)**	**Au (ppm)**	**Ag (ppm)**	**Cu (ppm)**	**Pb (ppm)**	**Zn (ppm)**
1	4291	Canal	0.1	1.663	53.8	1433.0	6.0	7.6

Veta Carolina 3

Coordenada 353043 E, 8845791 N, aflora 80 m de recorrido, posee Azimut 326°, 78° de buzamiento, potencia 0.06 m, ensamble cuarzo con sulfuros grises con óxidos de hierro goetita > jarosita (8:2), roca caja sedimentos grupo Excelsior con alteración argílica débil.

Tabla 17. *Veta Carolina 3*

VETA CAROLINA 3								
ID	**Muestra**	**Muestreo**	**Potencia (m)**	**Au (ppm)**	**Ag (ppm)**	**Cu (ppm)**	**Pb (ppm)**	**Zn (ppm)**
1	6077	Canal	0.05	0.817	66.2	3710.0	24.0	11.3
2	6076	Canal	0.05	0.122	7.2	472.0	20.0	11.3
3	6074	Canal	0.05	0.616	11.2	1312.0	47.0	10.9
4	6072	Canal	0.1	0.405	52.5	1026.0	22.0	15.6
5	6059	Canal	0.04	0.239	34.9	1302.0	11.0	11.0

Zona Brechada

Veta Brechada

Coordenada 353246 E, 8845390 N, aflora 180 m de recorrido, posee Azimut 355°, 80° de buzamiento, potencia 1.0 m, presencia de óxidos de hierro 30-40% goetita>jarosita>hematita (6:3:1), roca caja sedimentos del grupo Excelsior con débil-moderada alteración argílica.

***Tabla 18**. Veta Brechada*

VETA BRECHADA								
ID	**Muestra**	**Muestreo**	**Potencia (m)**	**Au (ppm)**	**Ag (ppm)**	**Cu (ppm)**	**Pb (ppm)**	**Zn (ppm)**
1	4188	Canal	0.2	0.006	2.0	799	435.0	117.0
2	4198	Canal	0.2	0.016	18.2	604	230.0	62.4
3	4213	Canal	2.0	0.005	1.1	760	39.0	41.4
4	4214	Canal	0.7	0.005	0.3	2582	20.0	22.1
5	4215	Canal	2.0	0.005	0.8	666	475.0	26.4
6	4216	Canal	0.7	0.006	0.8	1463	382.0	29.4
7	4223	Canal	0.5	0.449	42.0	5294	63.0	31.9
8	6151	Canal	0.8	0.007	1.6	363	152.0	48.0
9	6152	Canal	2.0	0.015	1.1	897	124.0	14.8
10	6153	Canal	1.2	0.064	1.3	414	209.0	27.1
11	9809	Canal	0.2	0.033	20.2	1157	180.0	89.5
12	9817	Canal	0.2	0.005	1.0	2215	71.0	39.4
13	9819	Canal	0.4	0.071	0.6	1272	50.0	9.4
14	9825	Canal	0.2	0.005	0.7	390	67.0	25.8
15	9826	Canal	0.2	0.005	3.3	1249	255.0	16.1
16	9827	Canal	0.4	0.005	0.8	707	69.0	17.1
17	9830	Canal	1.0	0.01	1.1	931	121.0	25.6
18	9866	Canal	0.7	0.005	1.1	981	20.0	20.4
19	9867	Canal	0.4	0.015	1.0	597	51.0	29.0
20	9868	Canal	0.5	0.012	1.0	1153	30.0	13.7
21	9869	Canal	0.5	0.043	0.8	524	41.0	47.6
22	9870	Canal	0.4	0.015	1.4	1630	14.0	95.7
23	9871	Canal	0.4	0.186	1.3	606	27.0	73.3
24	9872	Canal	0.5	0.036	0.9	1277	34.0	14.7
25	9873	Canal	0.5	0.005	0.5	836	171.0	87.9
26	9874	Canal	0.4	0.005	0.9	892	52.0	42.3
27	9876	Canal	0.4	0.005	0.6	2612	49.0	42.1
28	9877	Canal	0.5	0.005	0.5	900	80.0	11.8
29	9878	Canal	0.4	0.005	0.4	813	51.0	80.2
30	9879	Canal	0.5	0.005	0.2	245	12.0	24.9
31	9880	Canal	0.4	0.005	0.5	1142	41.0	214.0
32	9881	Canal	0.5	0.005	0.5	807	46.0	54.2
33	9896	Canal	0.2	0.005	0.7	2339	17.0	28.9

Zona Merian y estructuras asociadas

Veta Merian

Coordenada 353055 E, 8845452 N, aflora 150 m de recorrido, posee Azimut 321°, 69° de buzamiento, potencia 0.22 m, presencia de óxidos de hierro hematita>goetita>jarosita (6:3:1) con esporádico cuarzo, roca caja sedimentos con débil-moderada alteración argílica.

Tabla 19. *Veta Merian*

VETA MERIAN								
ID	**Muestra**	**Muestreo**	**Potencia (m)**	**Au (ppm)**	**Ag (ppm)**	**Cu (ppm)**	**Pb (ppm)**	**Zn (ppm)**
1	9939	Canal	0.2	0.148	13.0	1369	54.0	29
2	9940	Canal	0.25	0.26	22.9	671	10.0	7
3	9941	Canal	0.2	0.005	0.8	2624	9.0	23
4	9944	Canal	0.4	0.005	0.7	3128	21.0	25
5	9946	Canal	0.2	0.005	0.5	1440	17.0	40
6	9947	Canal	0.15	0.03	1.0	2439	17.0	23
7	9960	Canal	0.15	0.018	0.6	879	10.0	23

Veta Milagros

Coordenada 353100 E, 8845508 N, aflora 360 m de recorrido, posee Azimut 312°, 70° de buzamiento, potencia 0.27 m, mayormente presenta óxidos de hierro hematita>jarosita>goetita (6:3:1) con textura débil brechada y trazas de cuarzo, roca caja limos con débil-moderada alteración argílica.

Figura 18. *Inspección de estructuras asociadas.*

Tabla 20. *Veta Merian*

VETA MILAGROS								
ID	**Muestra**	**Muestreo**	**Potencia (m)**	**Au (ppm)**	**Ag (ppm)**	**Cu (ppm)**	**Pb (ppm)**	**Zn (ppm)**
1	4170	Canal	0.4	0.009	0.6	455	69.0	39.6
2	4172	Canal	0.1	0.062	10.7	1860	228.0	70.7
3	4173	Canal	0.5	0.023	4.6	1167	131.0	74.9
4	4222	Chip	0.2	0.033	1.5	500	68.0	61.6
5	9897	Canal	0.3	0.005	0.9	1595	34.0	33.7
6	9898	Canal	0.4	0.005	1.3	1948	225.0	83.7
7	9899	Canal	0.2	0.075	3.2	1856	129.0	90.6
8	9900	Canal	0.3	0.022	1.8	586	34.0	29.6
9	9938	Canal	0.2	0.023	1.1	3958	95.0	41.5
10	9949	Canal	0.1	0.053	2.3	767	141.0	25.9
11	9952	Canal	0.15	0.164	35.3	1060	5.0	5.7
12	9956	Canal	0.2	0.052	12.0	180	7.0	5.5
13	9962	Canal	0.4	0.005	0.9	998	9.0	5.2

Veta Reyna

Coordenada 353173 E, 8845477 N, aflora 180 m de recorrido, posee Azimut 249°, 85° de buzamiento, potencia 0.43 m, presenta óxidos de hierro goetita>hematita>jarosita (6:3:1) con trazas de cuarzo y sulfuros, presenta textura brechada, roca caja sedimentos con débil- moderada alteración argílica

Tabla 21. *Veta Reyna*

VETA REYNA								
ID	**Muestra**	**Muestreo**	**Potencia (m)**	**Au (ppm)**	**Ag (ppm)**	**Cu (ppm)**	**Pb (ppm)**	**Zn (ppm)**
1	4220	Chip	N/A	0.046	3.5	518.0	663.0	52.8
2	4221	Chip	N/A	0.005	0.3	1199.0	38.0	33.0
3	9963	Canal	0.4	0.017	3.3	1348.3	47.0	27.3
4	9964	Canal	0.5	0.01	1.6	1886.6	47.0	170.7

Veta Karla

Coordenada 353637 E, 8845645 N, aflora 100 m de recorrido, posee Azimut 249°, 78° de buzamiento, potencia 0.33 m, ensamble sulfuros grises con trazas de cuarzo, presencia de óxidos de hierro 10- 20%

goetita>jarosita>hematita (6:3:1), roca caja conglomerados con débil-moderada alteración argílica.

Tabla 22. *Veta Karla*

VETA KARLA								
ID	**Muestra**	**Muestreo**	**Potencia (m)**	**Au (ppm)**	**Ag (ppm)**	**Cu (ppm)**	**Pb (ppm)**	**Zn (ppm)**
1	9942	Canal	0.3	0.005	1.9	3522.0	24.0	28.0
2	9943	Canal	0.3	0.006	2.5	3929.5	15.0	17.2
3	9948	Canal	0.2	0.006	1.0	1344.1	22.0	42.4
4	9961	Canal	0.2	0.007	0.8	1346.4	31.0	12.2

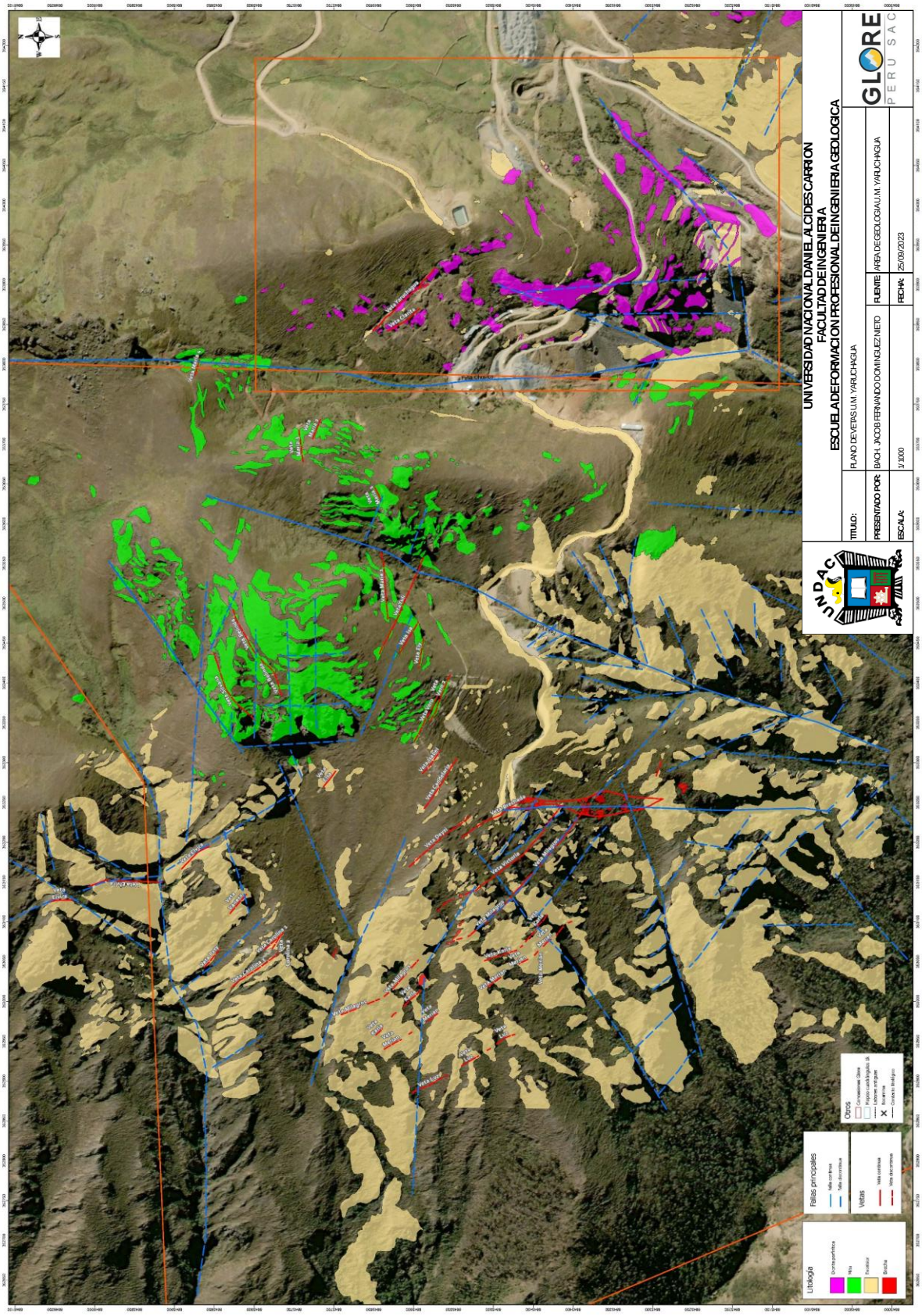
Veta Luz

Coordenada 352942 E, 8845501 N, aflora 120 m de recorrido, posee Azimut 330°, 73° de buzamiento, potencia 0.15 m, presencia de óxidos de hierro hematita>goetita (8:2) con trazas de cuarzo y trazas de calcopirita, roca caja sedimentos limos con débil-moderada alteración argílica.

Tabla 23*. Veta Luz*

VETA LUZ								
ID	**Muestra**	**Muestreo**	**Potencia (m)**	**Au (ppm)**	**Ag (ppm)**	**Cu (ppm)**	**Pb (ppm)**	**Zn (ppm)**
1	9937	Canal	0.05	0.005	0.5	5271.5	8.0	39.7
2	9958	Canal	0.25	0.017	9.9	129.1	5.0	4.3

Figura 19. *Plano de Vetas*

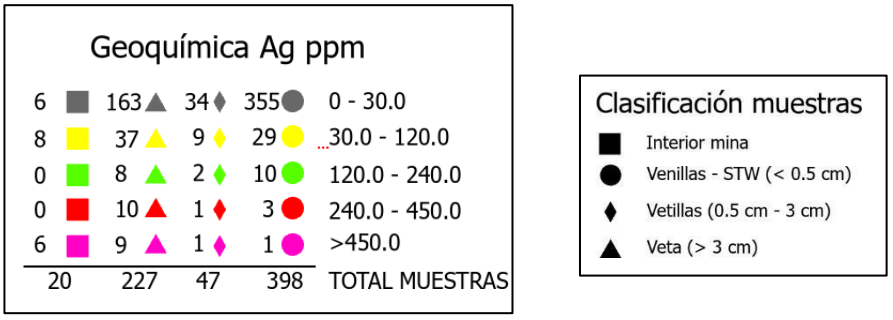


Geoquímica – Reporte Ing. Carlos Collado Medina

Bajo criterios interpretativos de prospección geoquímica multielementar se eligieron diez elementos huellas representativos asociados a yacimientos polimetálicos: Ag, Pb, Zn, Cu, Au, Sb, As, Bi, Sn, W.

Geoquímica Ag

La Ag, posee los siguientes rangos geoquímicos y número de muestras según su tipo de clasificación estructural.



En Vero, se observa que la Ag en estructuras tipo veta posee una tendencia de rangos geoquímicos de valores más altos hacia las zonas topográficas más elevadas, donde afloran las rocas sedimentarias del grupo Mitu, siendo las vetas más representativas: veta María 1 con valores desde 775 ppm hasta 4017 ppm en 7 muestras y la veta Belinda con valores desde 253 ppm hasta 2854 ppm en 5 muestras de veta (Fig. 18 y 19).

A medida que desciende la elevación topográfica, y se empieza a tener como roca de caja los sedimentos del grupo Excelsior los rangos geoquímicos en Ag poseen una tendencia de menor valor, se mencionan las vetas más representativas: veta Vero con 17 ppm a 71 ppm en 5 muestras y veta Vero 2 con 51 ppm a 441 ppm en 5 muestras de veta (Fig. 18 y 19).

En la parte más profunda de la zona Vero, representada por los afloramientos principalmente de la veta Brechada con valores de 0.2 ppm a 42

ppm en 33 muestras y veta Milagros con valores desde 0.6 ppm a 35 ppm en 13 muestras, los rangos geoquímicos de Ag disminuyen aún más (Fig. 20 y 21).

Figura 20. *Geoquímica Ag Total*

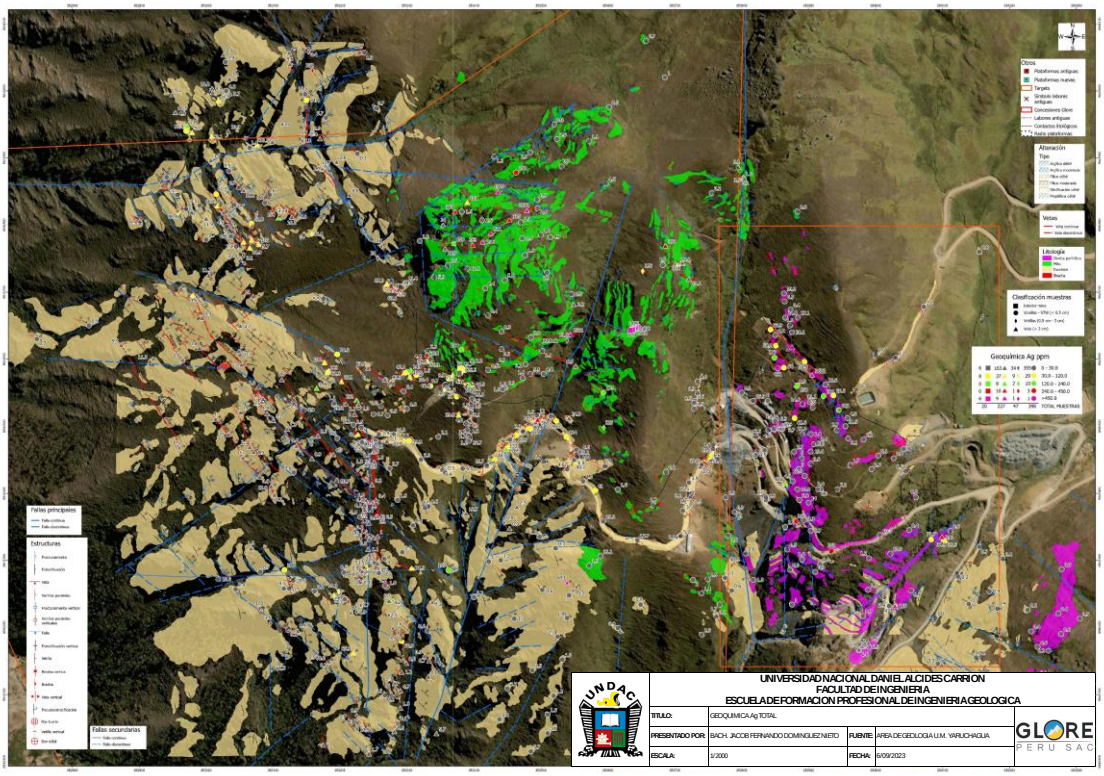
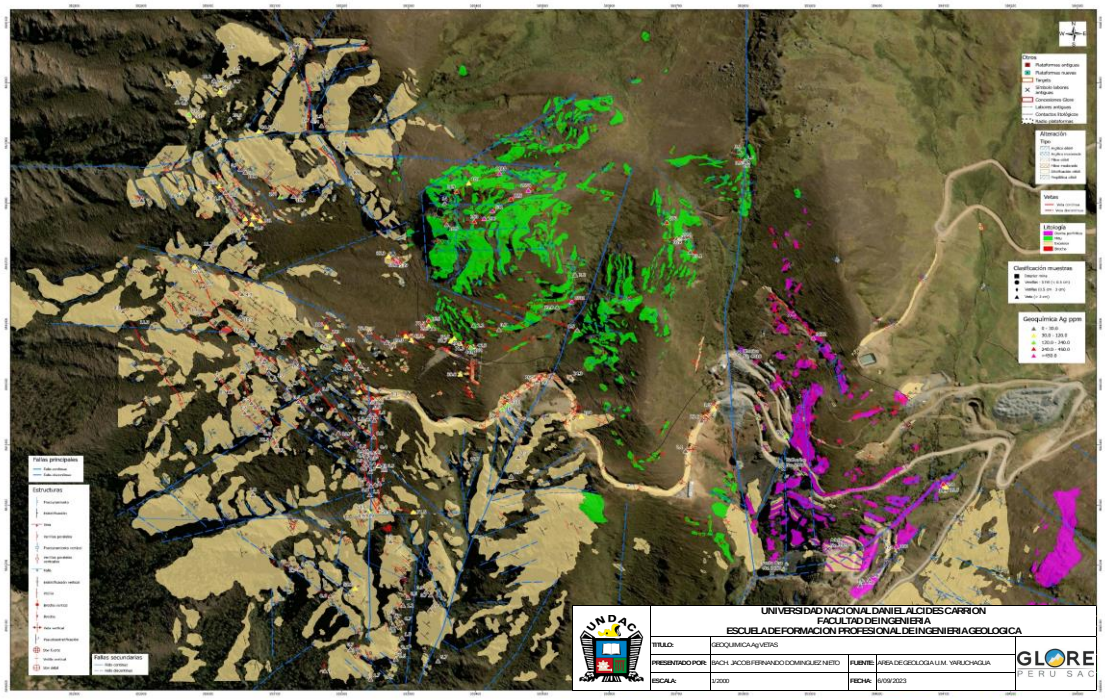
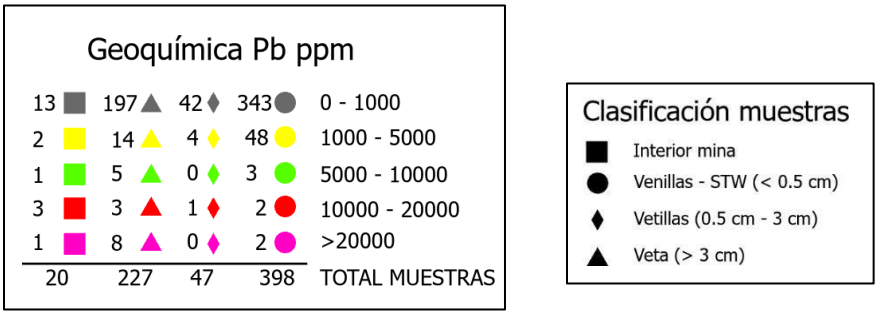


Figura 21. *Geoquímico Ag Vetas*



Geoquímica Pb

Se presentan los valores geoquímicos clasificados de acuerdo con su tipo de estructura para el caso del Pb:



El Pb en la zona del target Vero posee sus más representativos valores en las vetas: Belinda desde 893 ppm hasta 31700 ppm en 5 muestras, en la veta María 1 posee desde 2534 ppm hasta 22800 ppm en 7 muestras, en la veta María 3 desde 3136 ppm hasta 55500 ppm en 6 muestras (Fig. 20 y 21).

A niveles inferiores según los rangos geoquímicos de exploración establecidos, se registraron valores anómalos bajos puntuales en las estructuras de este target (Fig. 22 y 23).

Figura 22. *Geoquímico Pb Total*

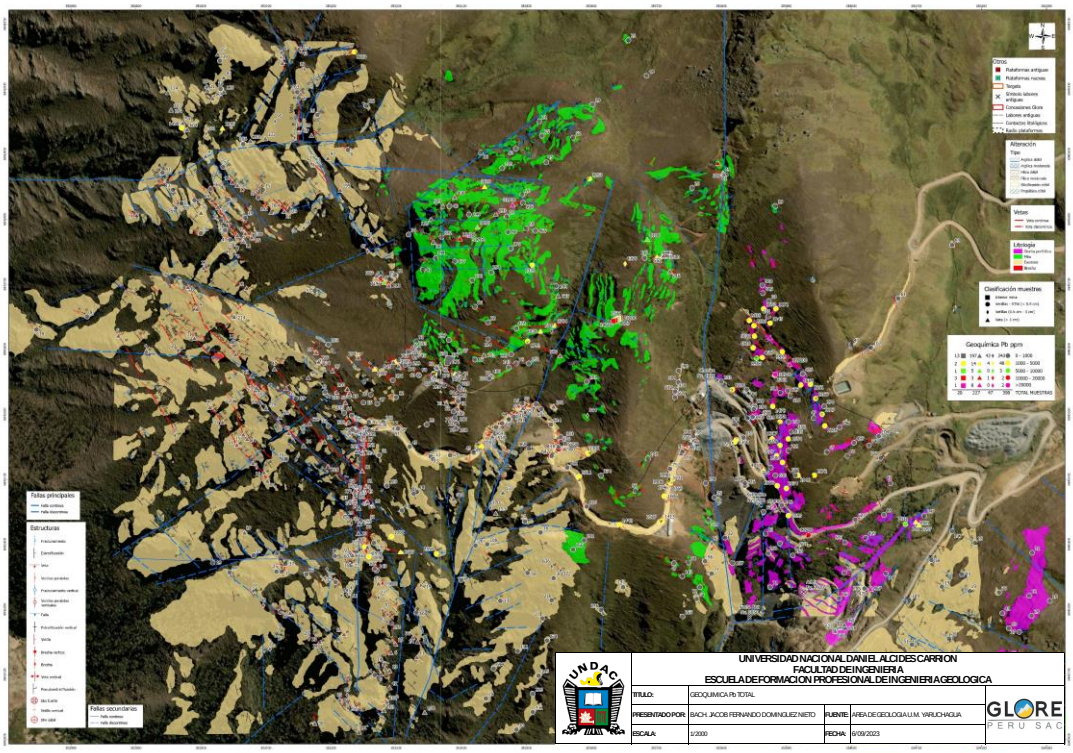
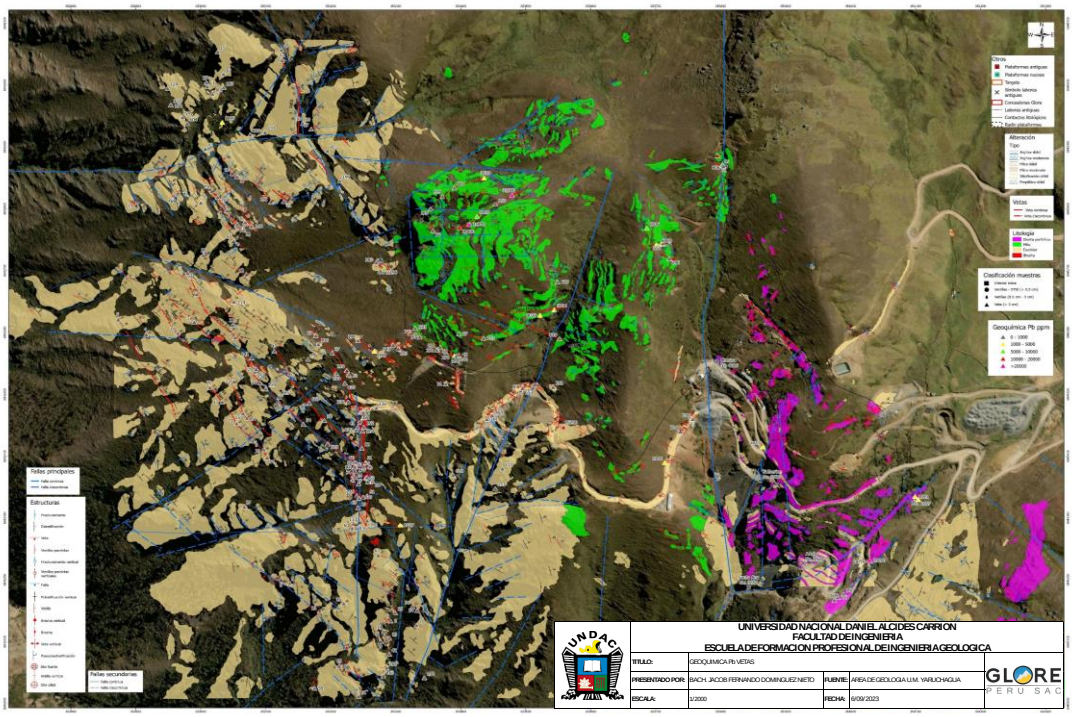
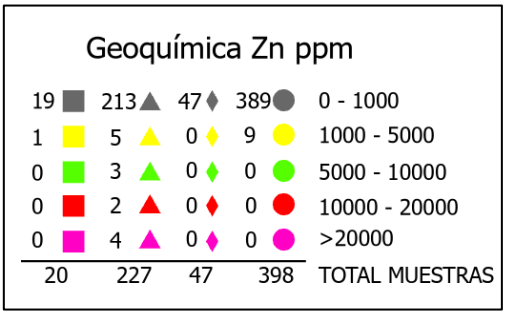


Figura 23. *Geoquímico Pb Vetas*



Geoquímica Zn

Se presentan los rangos geoquímicos y tipo de estructura para el caso del Zn:



En el caso del Zn, en el target Vero sólo se presenta de manera esporádica con valores anómalos bajos, lo más representativo observado es la geoquímica presente en la veta María 3 desde 126 ppm hasta 1814 ppm en 6 muestras (Fig. 24 y 25).

Figura 24. *Geoquímico Zn Total*

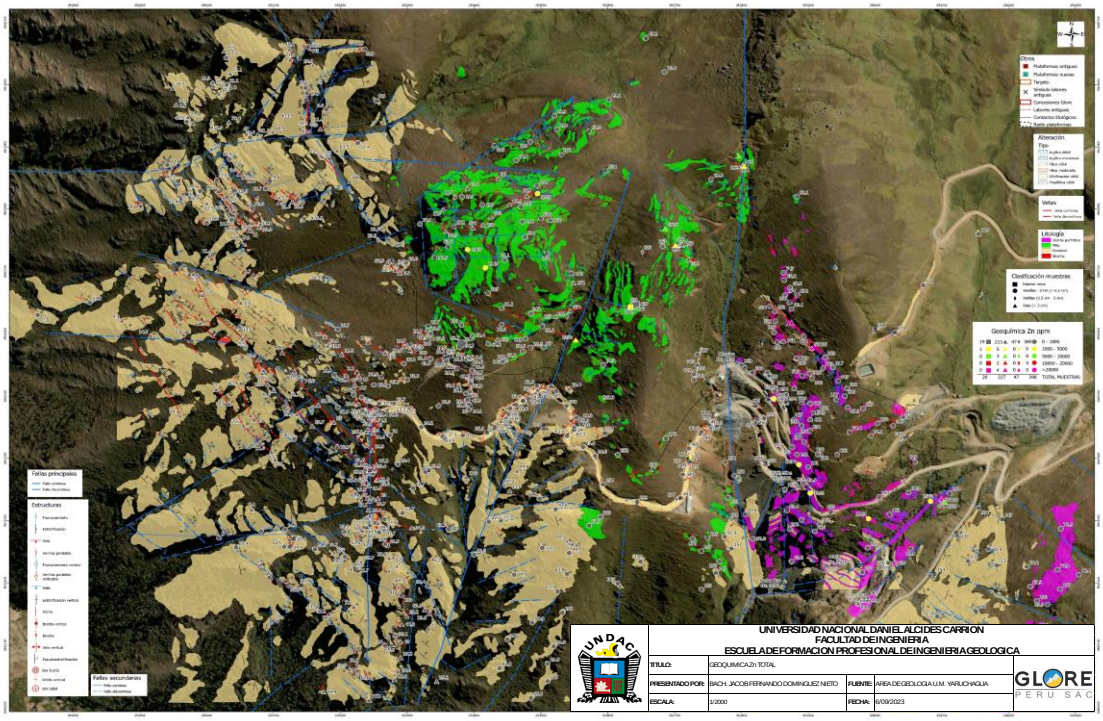
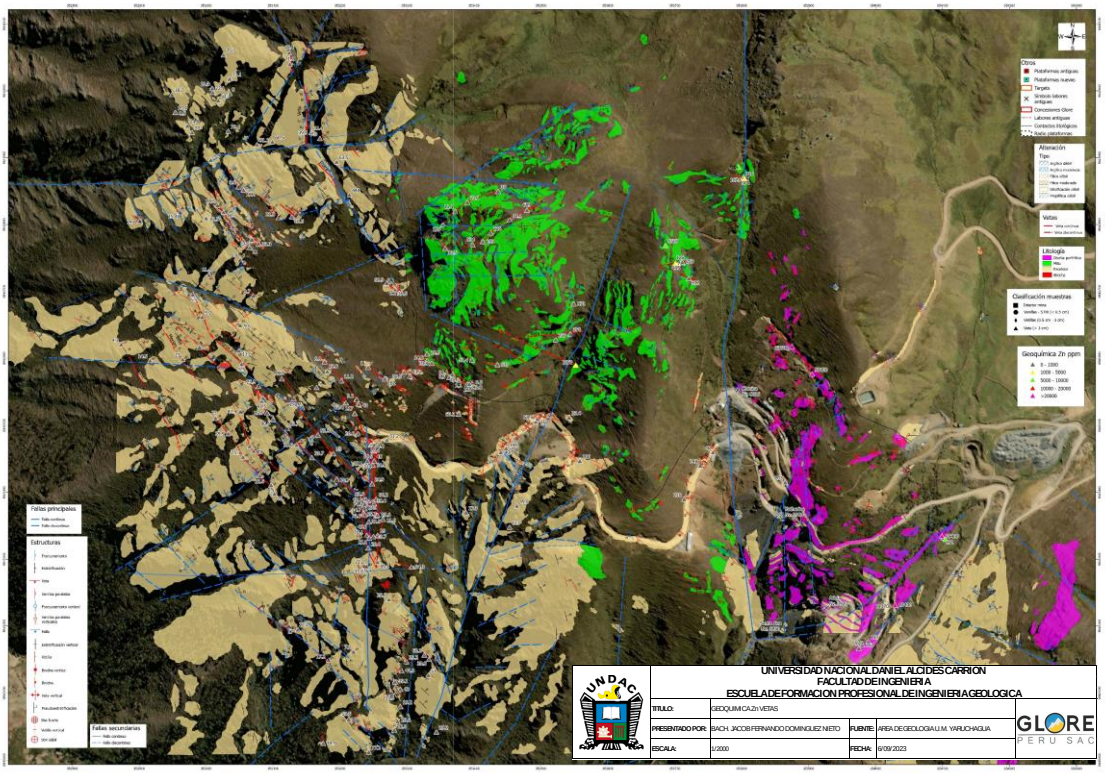
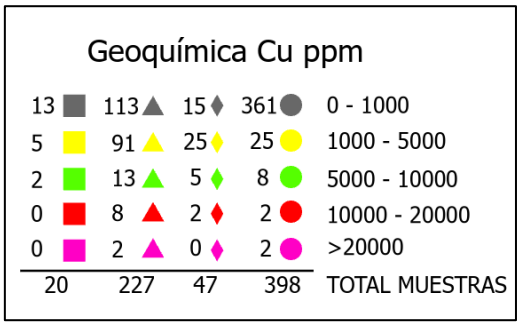


Figura 25. *Geoquímico Zn Vetas*



Geoquímica Cu

Los rangos geoquímicos con respecto al tipo de estructura aplicados para el Cu son los siguientes:



El Cu presenta una delimitación muy clara desde la falla Vero hacia el oeste en todo el target Vero. Este elemento se presenta con valores anómalos en toda el área del target, mayor aún en las estructuras tipo veta. Los valores más representativos se observan en la veta Vero 2 desde 1324 ppm hasta 37900 ppm en 5 muestras, en la veta Vero desde 142 ppm hasta 4067 ppm en 5 muestras, veta Isabel desde 11900 ppm hasta 19000 ppm en 2 muestras, veta Belinda desde788 ppm hasta 10600 ppm en 5 muestras, veta Elsa desde 7197 ppm hasta 8897 ppm en 3 muestras, veta Merian desde 671 ppm hasta 3128ppm en 7 muestras, veta Brechada desde 245 ppm hasta 5294 ppm en 33 muestras, veta Carolina 3 desde 472 ppm hasta 3710 ppm en 5 muestras (Fig. 26 y 27).

Figura 26. *Geoquímico Cu Total*

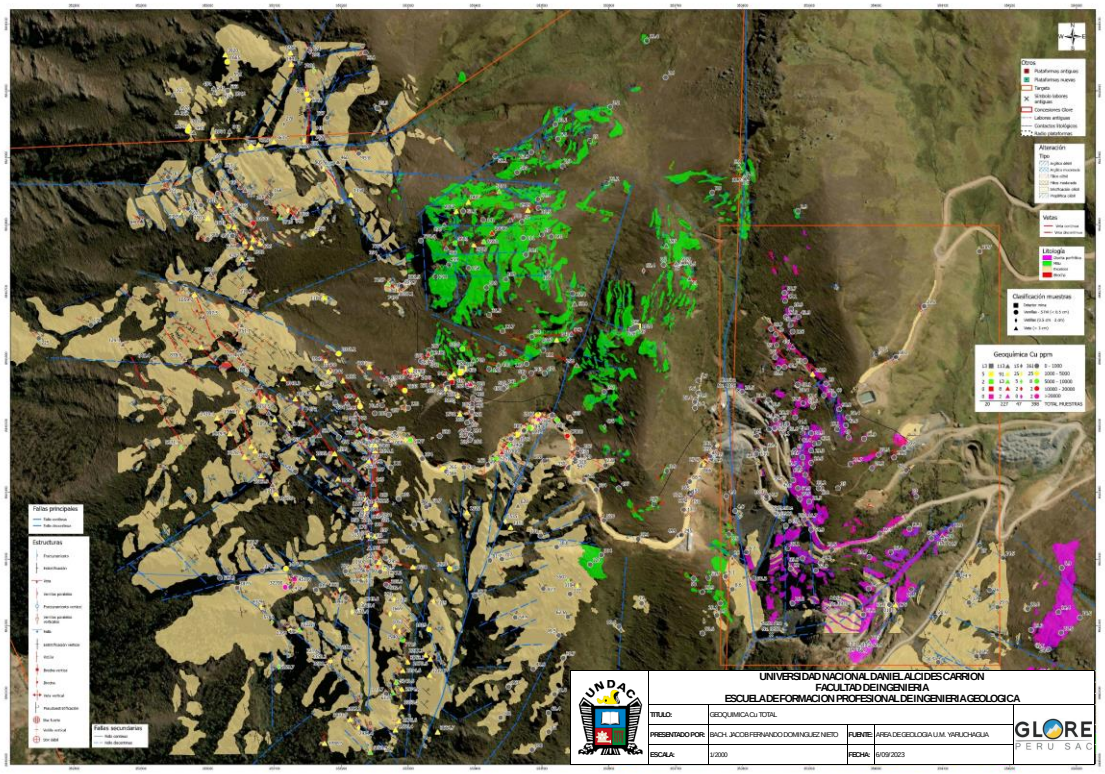
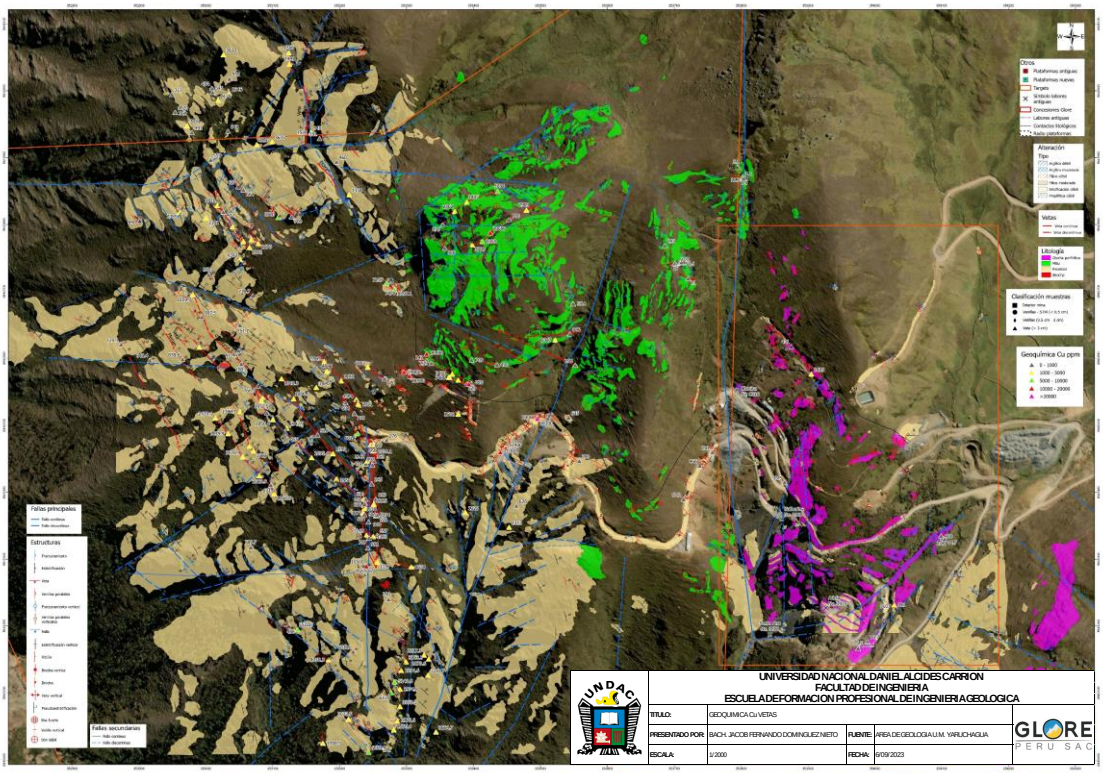
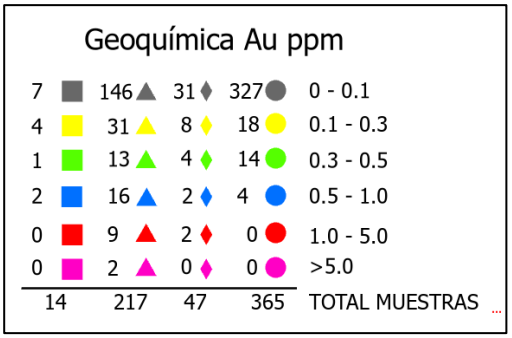


Figura 27 *Geoquímico Cu Vetas*



Geoquímica Au

La clasificación de las muestras respecto al tipo de estructura y su geoquímica se presenta en los siguientes cuadros:



La distribución de la geoquímica del Au está moderadamente distribuida en Vero, observándose los valores más anómalos en la parte intermedia de altitud del target, correspondiente a la zona de Vero 2, Vero, Elsa, Carolina. Vero 2 posee valores desde 1.7 ppm a 5.1 ppm en 5 muestras, Vero posee valores desde 0.2 ppm a 1.1 ppm en 5 muestras, Elsa posee valores desde 1.3 ppm hasta 8.4 ppm en 3 muestras, Carolina 1 y Carolina 2 con 1 muestra cada una poseen valores de 1.4 ppm y 1.7 ppm respectivamente, Carolina 3 posee valores desde 0.1 ppm a 0.8 ppm en 5 muestras (Fig. 28 y 29).

Valores de Au con menores leyes que las anteriores y mayor altitud corresponden a la veta Belinda con valores desde 0.4 ppm a 0.6 en 5 muestras y veta Silvana con valores desde 0.4 hasta 0.8 en 4 muestras (Fig. 28 y 29).

La veta Brechada a menores altitudes posee valores desde 0.005 ppm hasta 0.4 ppm en 33 muestras, geoquímica de muy baja ley (Fig. 28 y 29).

Figura 28. *Geoquímico Au Total*

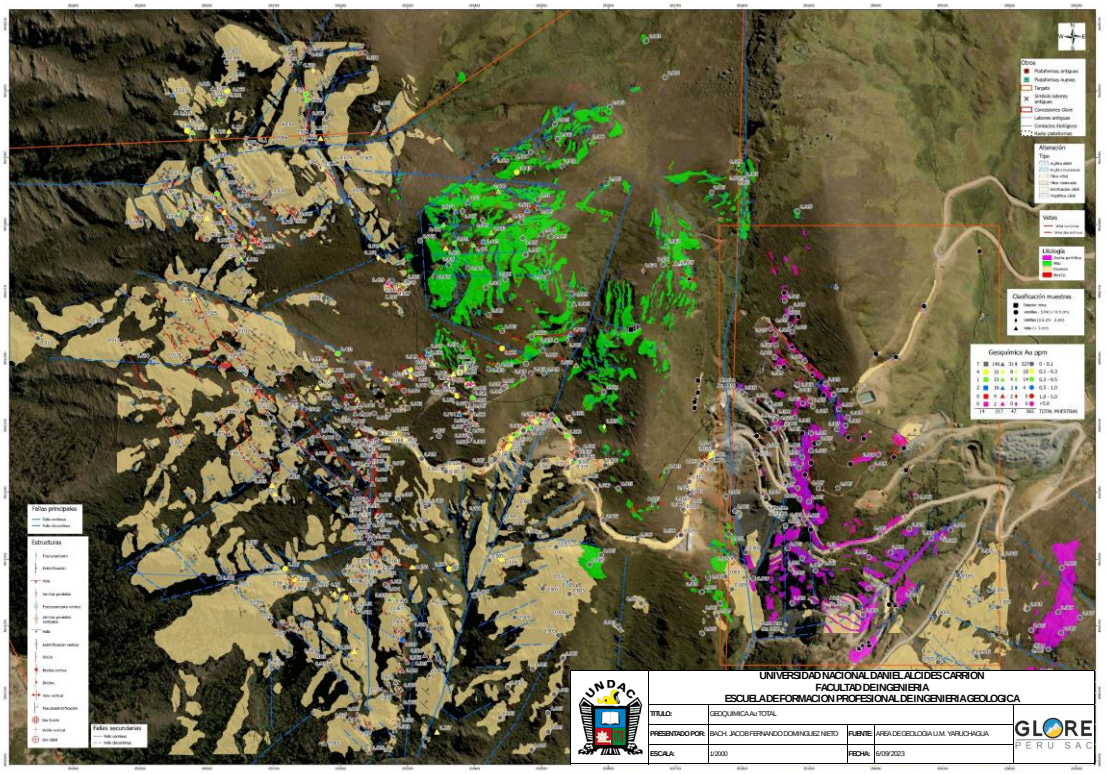
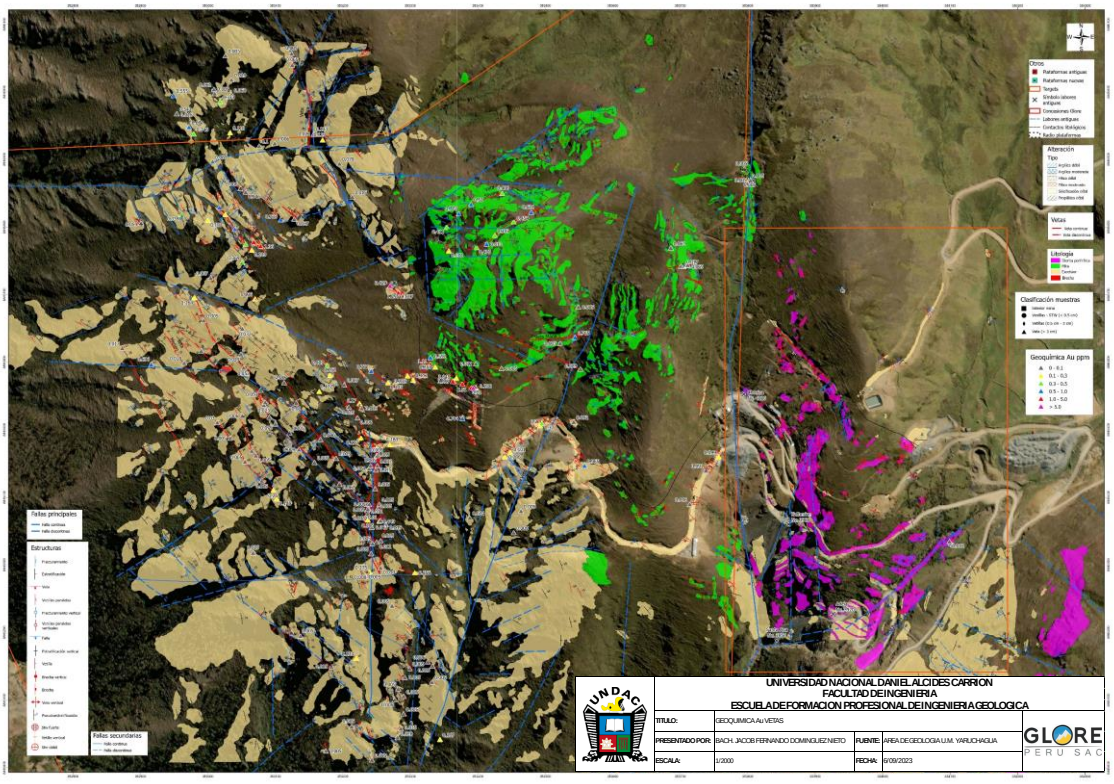
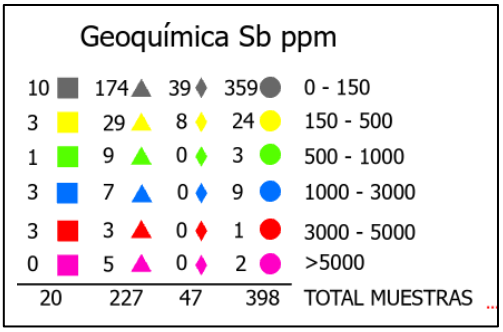


Figura 29. *Geoquímico Au Vetas*



Geoquímica Sb

El Sb posee los siguientes rangos geoquímicos clasificados de acuerdo con su tipo de estructura:



Este elemento está distribuido con sus valores más anómalos hacia la zona de mayor altura, y está mayormente precipitado en las vetas: Belinda, con valores desde 610 ppm hasta 8296 ppm en 5 muestras, veta María 1 con valores desde 1335 ppm hasta 4581 ppm en 7 muestras (Fig. 30 y 31).

Valores menores se presentan en la zona intermedia de altitud en Vero, así tenemos a la veta Elsa con valores desde 169 ppm hasta 7190 ppm, veta Vero 2 con geoquímica desde 141 ppm hasta 625 ppm en 5 muestras, en la veta Vero tenemos valores desde 91 ppm hasta 432 ppm en 5 muestras, veta Isabel con valores desde 168 ppm hasta281 ppm (Fig. 30 y 31).

Figura 30. *Geoquímico Sb Total*

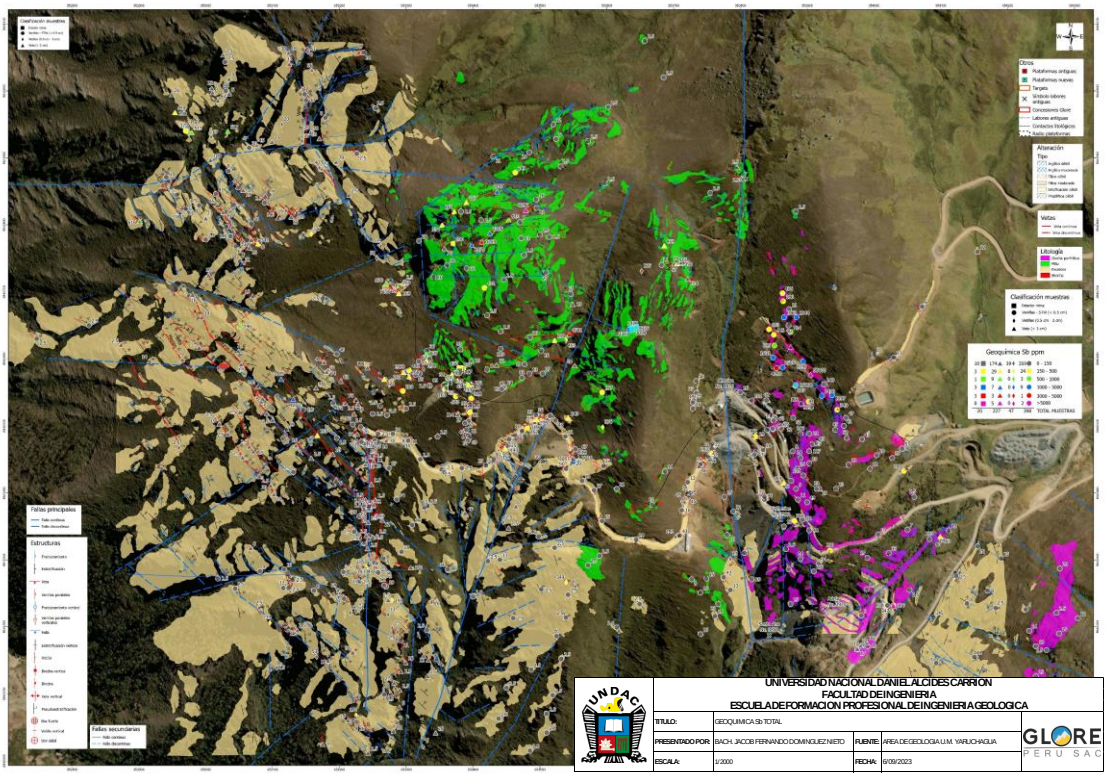
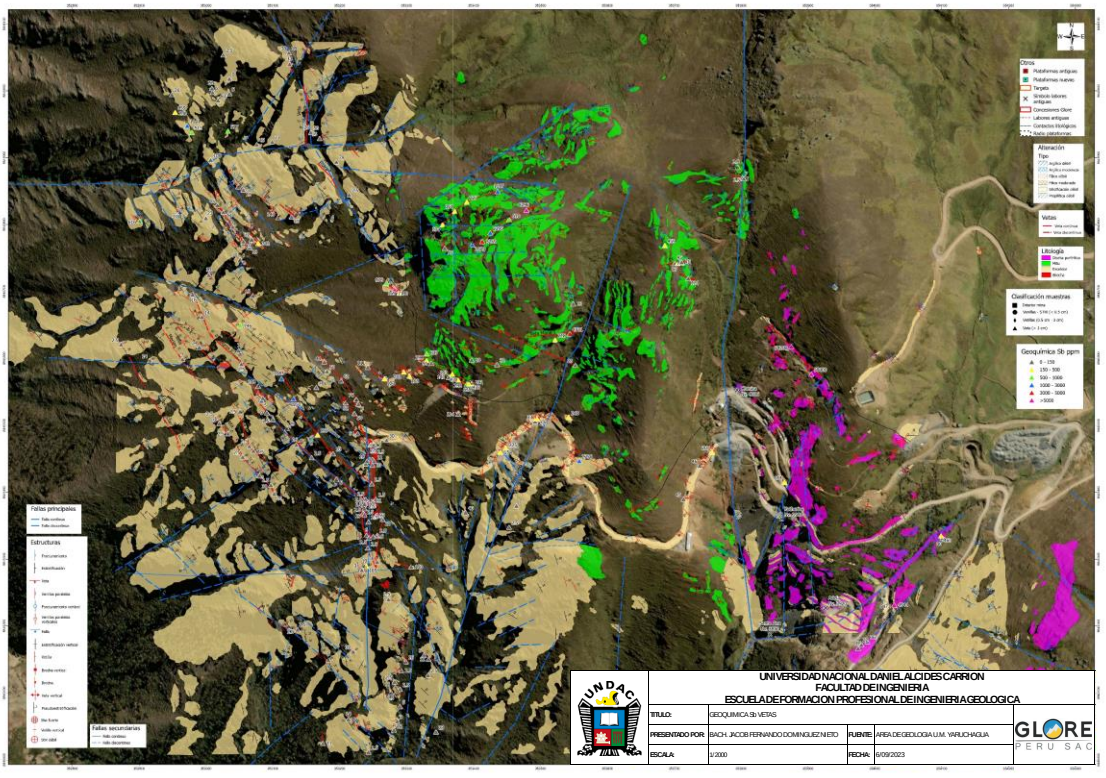
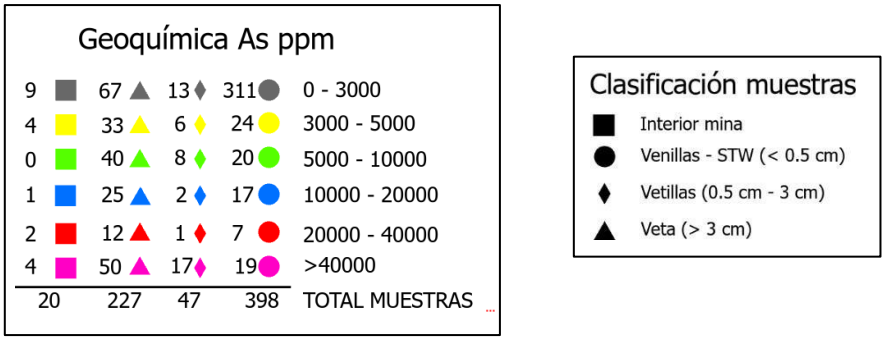


Figura 31. *Geoquímico Sb Vetas*



Geoquímica As

Los rangos geoquímicos del As están representados en los siguientes gráficos de acuerdo con su clasificación estructural:



La geoquímica del As está claramente delimitada desde la falla Vero hacia el oeste. Por lo general toda la zona de Vero presenta valores muy altos de este elemento, dentro de ellos los de mayor valor se presentan hacia la parte media topográficamente del target, esta geoquímica está representada por las vetas: Vero 2, con valores desde 281000 ppm hasta 300000 ppm en 5 muestras, la veta Vero con geoquímica desde 11000 ppm hasta 114300 ppm, veta Isabel desde 264200 ppm hasta 282400 ppm en 2 muestras, veta Deysi desde 59100 ppm hasta 101000 ppm en 3 muestras, veta Elsa desde 161900 hasta 287200 en 3 muestras, Carolina 1 con 118000 ppm en solo una muestra, Carolina 2 con 147500 ppm en solo una muestra, Carolina 3 con valores desde 7173 ppm hasta 183700 ppm (Figura 32 y 33).

Hacia la parte superior topográfica se presentan valores altos en las vetas, pero disminuyen en la roca caja, estas vetas representativas son: Belinda con geoquímica desde 27500 ppm hasta 105700 ppm en 5 muestras, veta Silvana con 13200 ppm a 158200 ppm (Figura 32 y 33).

En la zona baja del target los valores de As disminuyen respecto a los de las partes más superiores, pero no dejan de mostrar altos valores geoquímicos, está representado por veta Brechada desde 1054ppm hasta 233200 ppm en 33 muestras, veta Merian con valores desde4242 ppm hasta 42200 ppm (Figura 32 y 33).

Figura 32. *Geoquímico As Total*

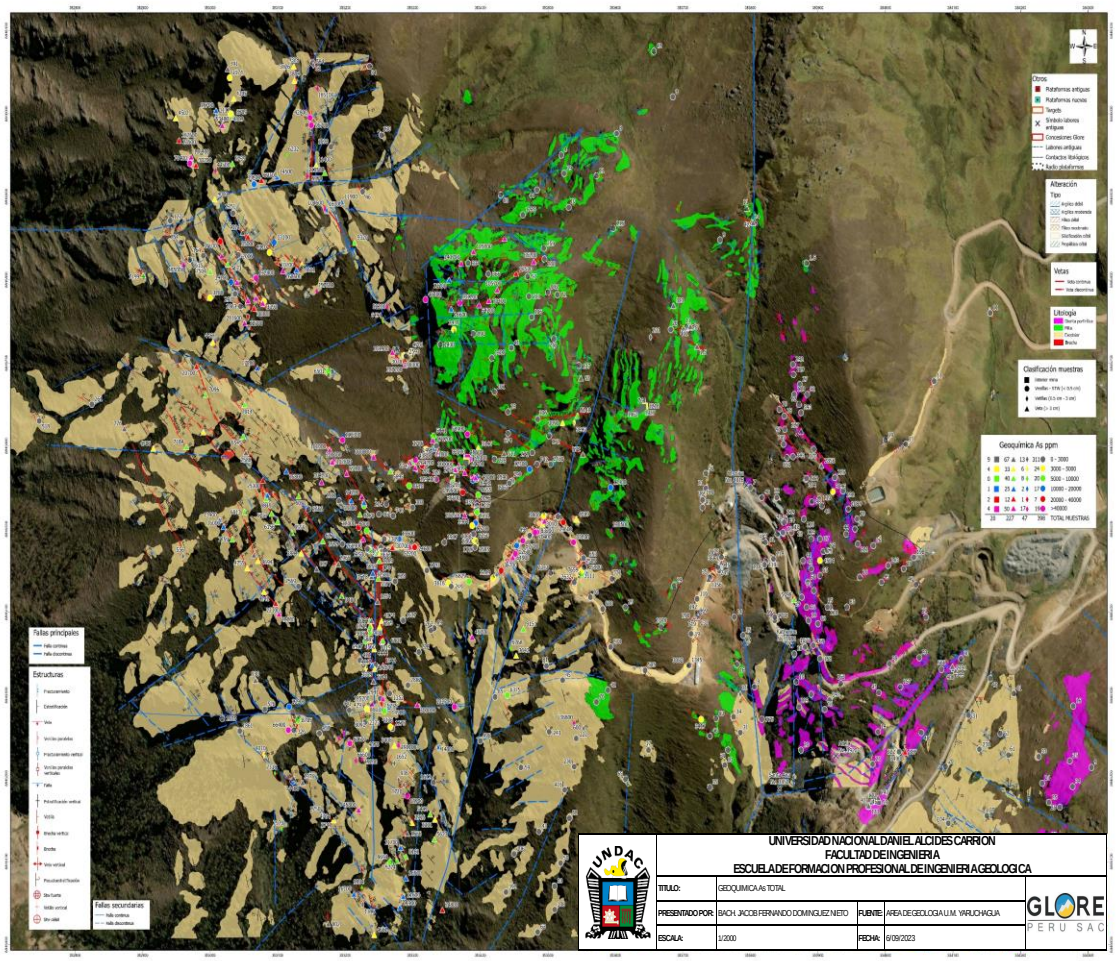
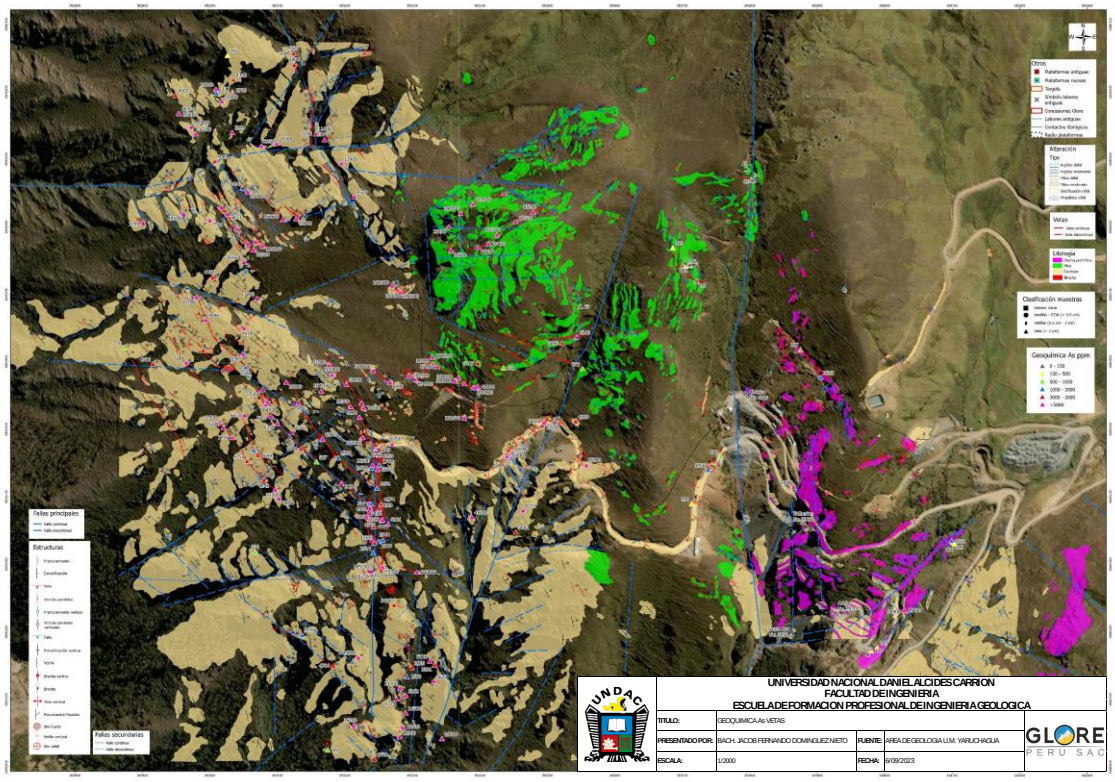
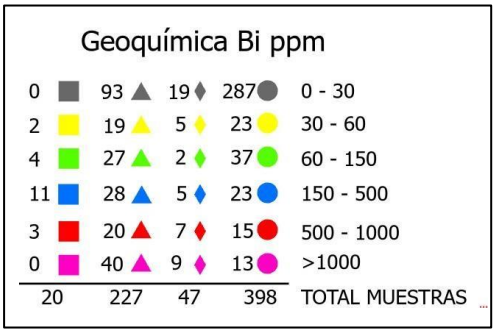


Figura 33. *Geoquímico As Vetas*



Geoquímica Bismuto

Se presentan en los siguientes gráficos la clasificación del Bi de acuerdo con sus rangos de valores y tipo de estructuras:



El Bi posee lo valores más altos hacia la parte intermedia de elevación topográfica, está representado por las vetas Vero 2 con valores desde 2849 ppm hasta 20900 ppm en 5 muestras, veta Isabel desde 5505 ppm hasta 9962 pm en 2 muestras, veta Elsa desde 603 ppm hasta 3785 ppm en 3 muestras, veta Vero con

geoquímica desde243 ppm hasta 1788 ppm en 5 muestras, Carolina 3 desde 318 ppm hasta 1230 ppm en 5 muestras (Fig. 34 y 35).

Hacia la parte superior de manera general los valores de este elemento son ligeramente menores, la veta representativa es Belinda desde 728 ppm hasta 4267 ppm con 5 muestras y Silvana desde 1387 ppm hasta 6151 ppm en 4 muestras (Fig. 34 y 35).

En la zona topográfica inferior los valores de Bi presentan los menores valores del target, pero no dejan de ser anómalos, están representados por las vetas: Brechada con geoquímica desde 5 ppm hasta 1136 ppm en 33 muestras, veta Merian desde 2.5 ppm hasta 1641 ppmnen 7 muestras (Fig. 34 y 35).

Figura 34. *Geoquímico Bi Total*

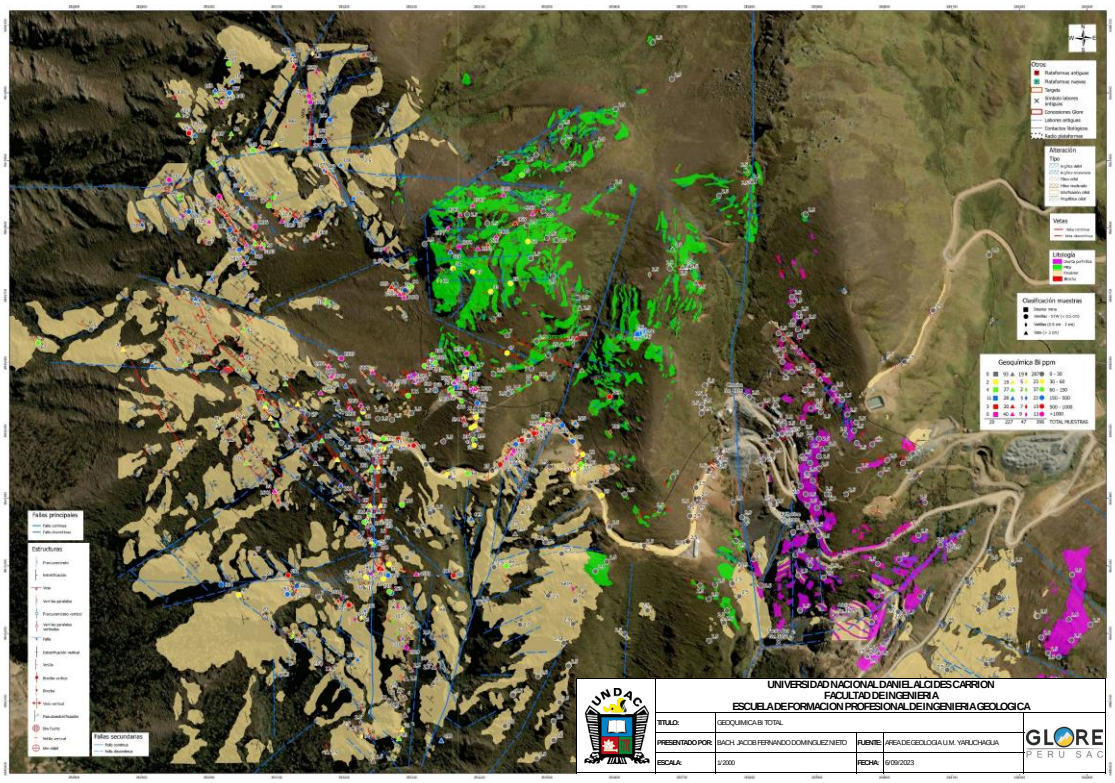
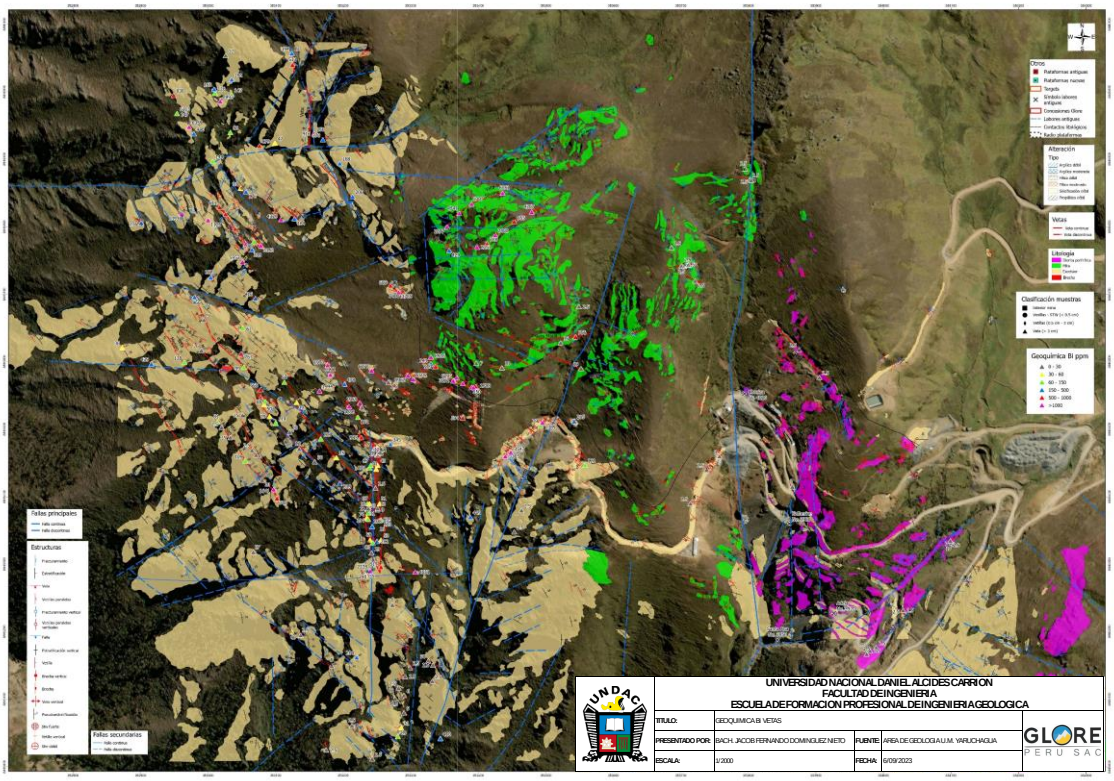
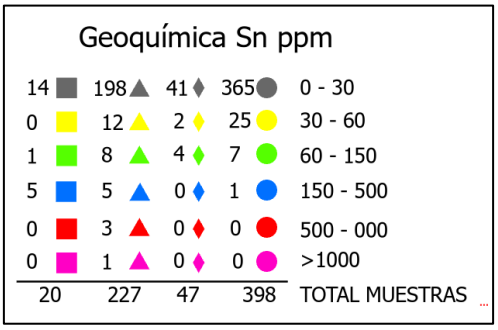


***Figura 35**. Geoquímico Bi Vetas*



Geoquímica Sn

La clasificación geoquímica y estructural es como sigue:



El Sn está principalmente distribuido en la parte alta de Vero, está representada por las vetas: María 1 con geoquímica desde 27 ppm hasta 453 ppm en 7 muestras, Belinda con valores desde 85 ppm hasta360 ppm en 5 muestras (Fig. 36 y 37).

***Figura 36**. Geoquímico Sn Total*

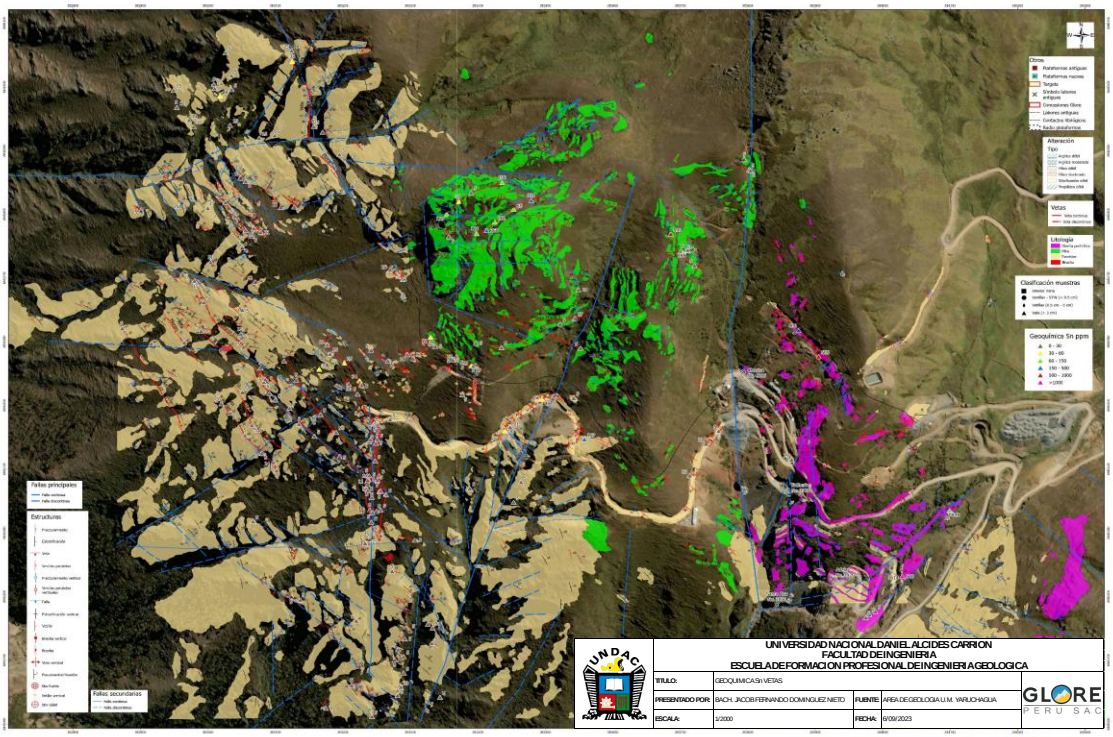
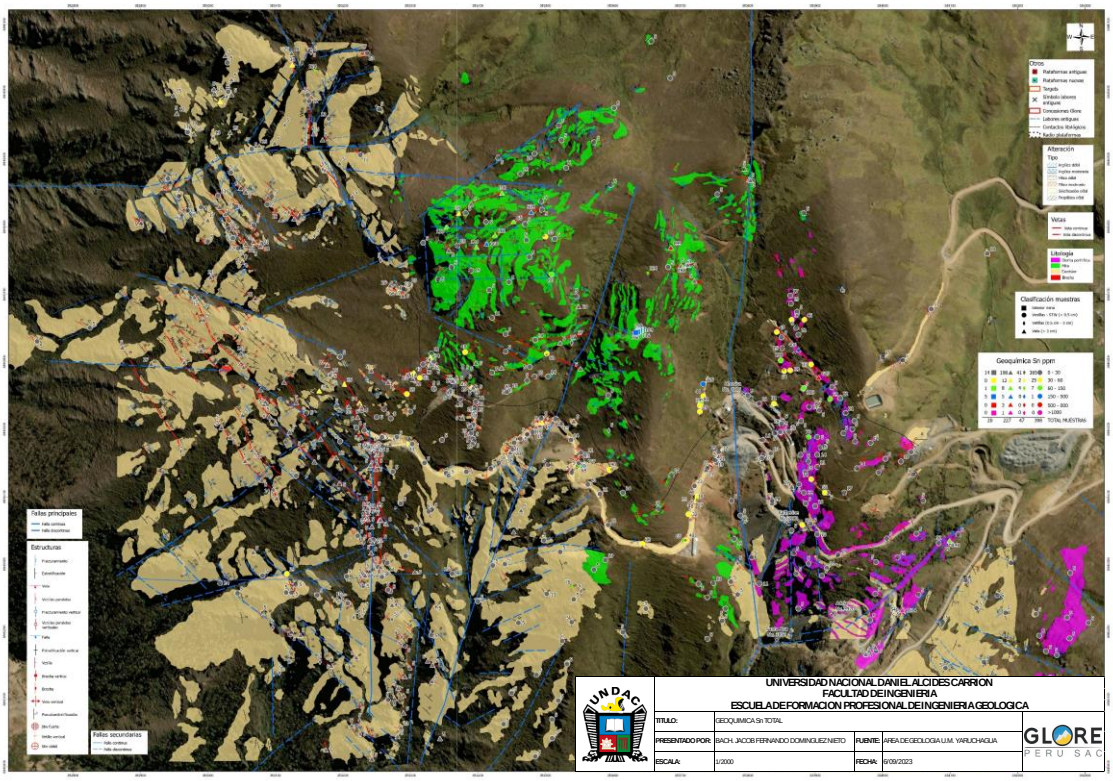
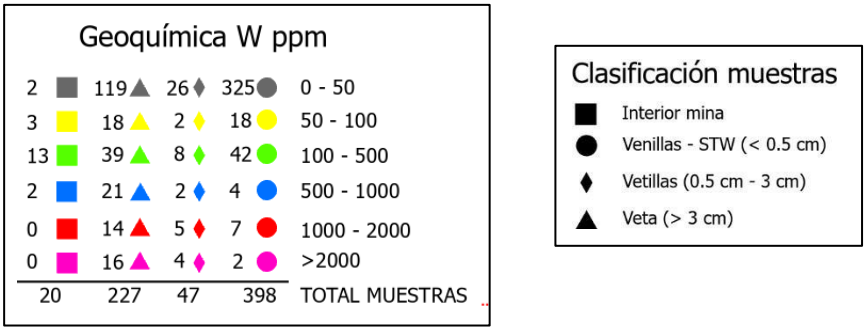


***Figura 37.** Geoquímico Sn Vetas*



Geoquímica W

Se presenta a continuación la clasificación geoquímica y estructural de las muestras:



El W presenta una distribución desde la falla Vero hacia el oeste. Los mayores valores se encuentran en la zona media de altitud del target, está representado por las vetas: Vero 2 con geoquímica desde 1385 ppm hasta 8052 ppm en 5 muestras, veta Vero desde 241 ppm hasta 4666 ppm en 5 muestras, Isabel con valores desde 590 ppm hasta 5229 ppm en 2 muestras (Fig. 38 y 39).

En la parte alta presenta valores ligeramente menores con las vetas: Belinda, desde 363 ppm hasta 1053 ppm en 5 muestras. (Fig. 36 y 37). En la parte inferior topográfica muestra valores aún más bajos, como los obtenidos para la veta Brechada con valores desde 10 ppm hasta 321 ppm en 33 muestras, en la veta Merian se tienen desde 10 ppm hasta 3360 ppm (Fig. 38 y 39).

***Figura 38**. Geoquímico W Total*

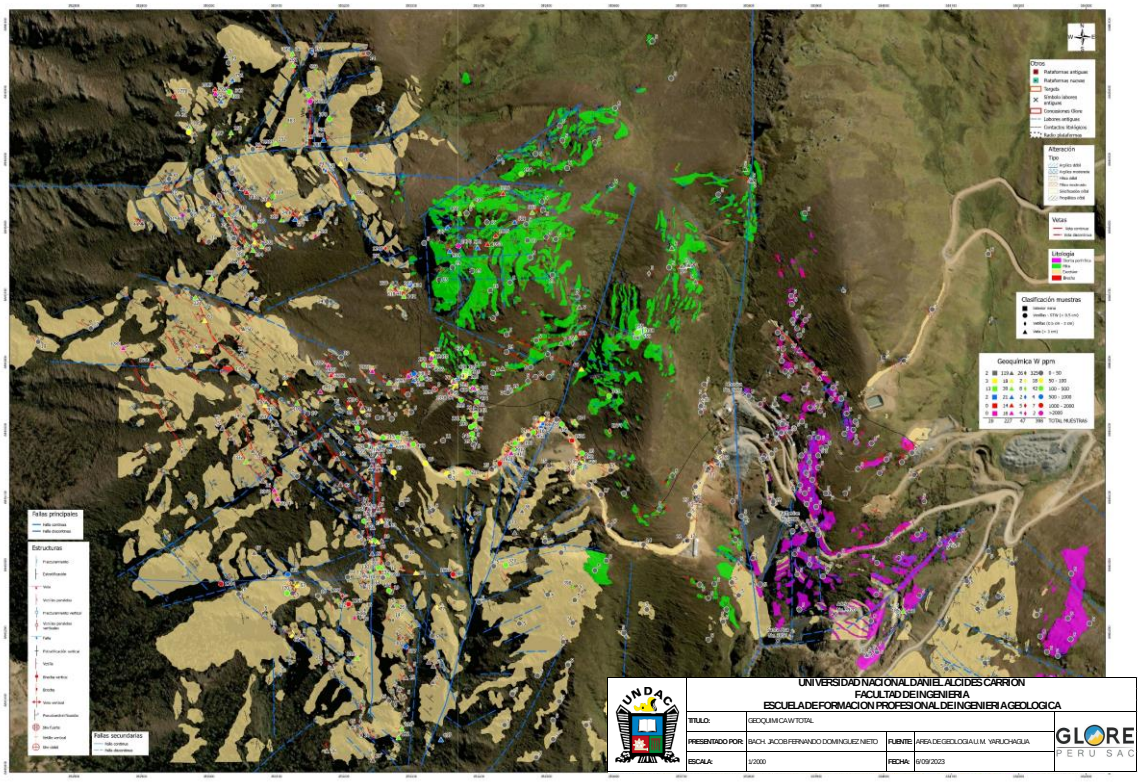
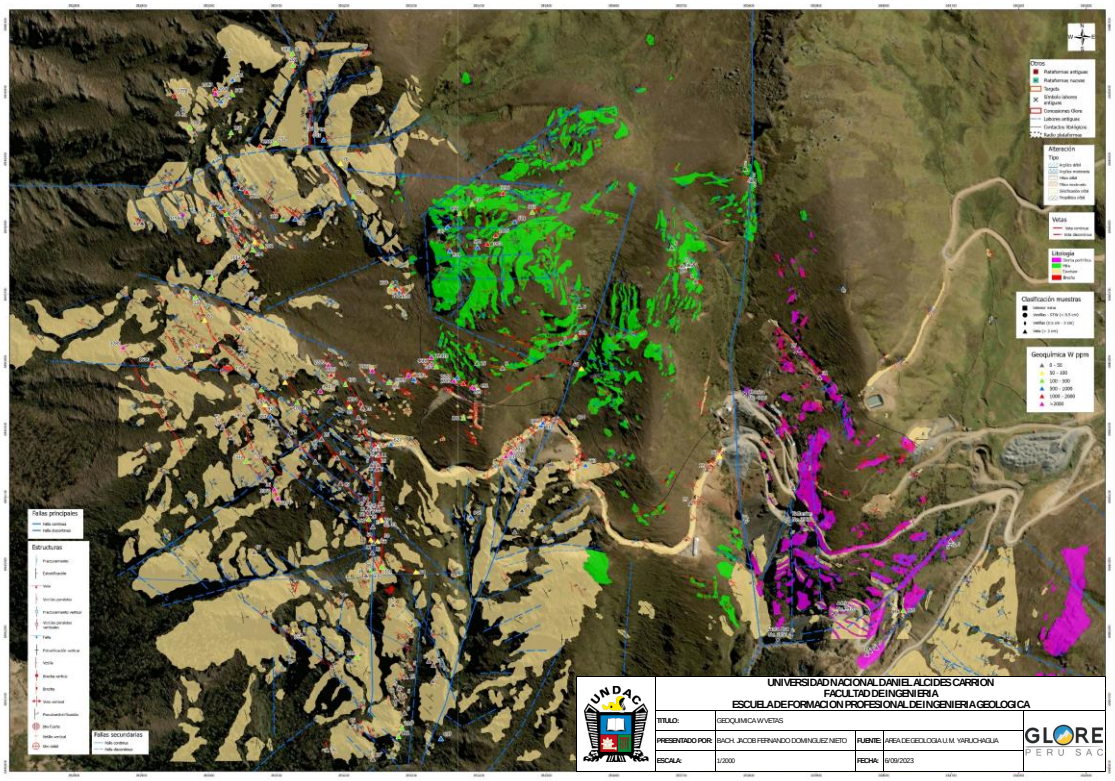


***Figura 39**. Geoquímico W Vetas*

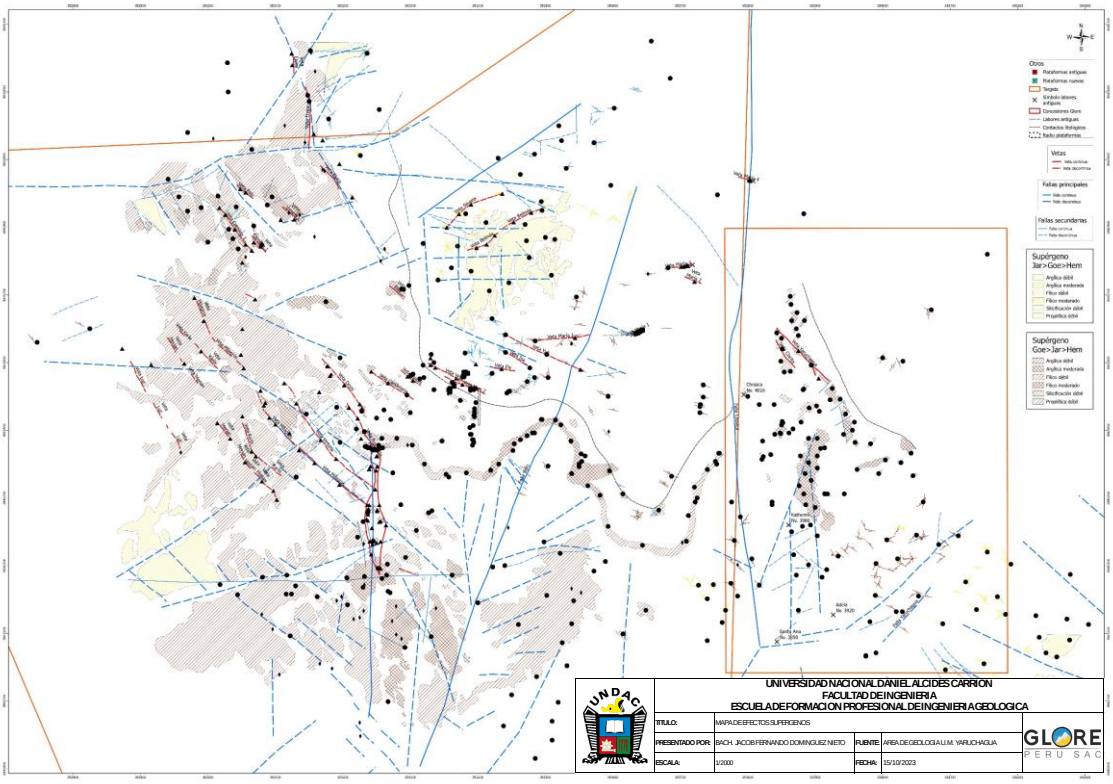


Efectos Supérgenos

En Vero, macroscópicamente, según el mapeo detallado realizado se han podido diferenciar dos tipos de anomalías de color: una más jarosítica de composición jarosita > goetita > hematita (5:4:1) y que está más relacionada a los conglomerados del grupo Mitu y otra más geotítica de composición goetita > jarosita > hematita (5:3:2) relacionada al tipo de roca de sedimentos del grupo Excelsior. Lo que nos sugiere que puede existir un cambio de ensamble mineralógico general en los diferentes afloramientos de estructuras en el target (Fig. 40).

Desde los niveles topográficos más superiores a los inferiores, es decir desde los afloramientos de roca de los sedimentos conglomerádicos del grupo Mitu hasta los sedimentos del grupo Excelsior, existe un aumento en el intemperismo de las estructuras mineralizadas tanto de vetas, vetillas y venillas en Vero, la preservación de estos tipos de estructuras en los niveles superiores han sido mejor preservados, estos procesos Supérgenos influyen en los resultados geoquímicos de laboratorio, por lo que hay que tomarlo en cuenta.

Figura 40. *Efectos Supérgenos*



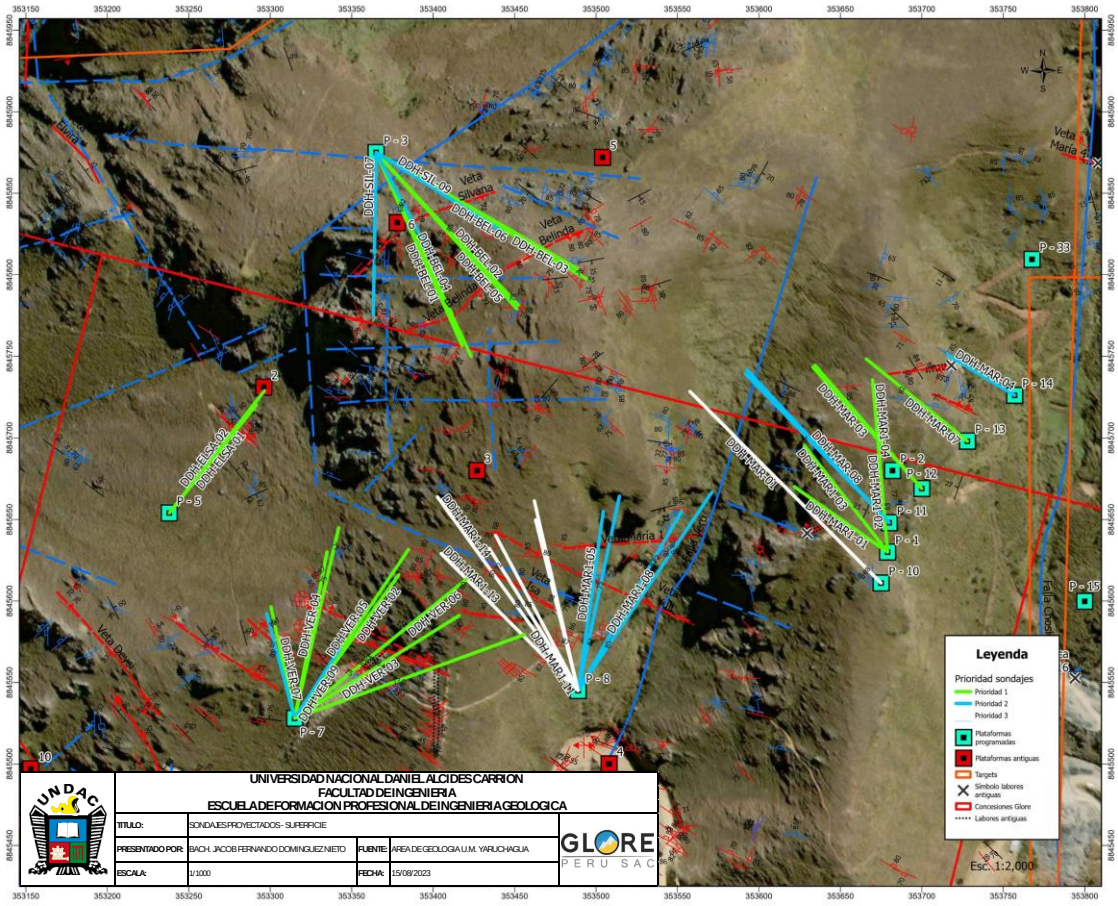
Consideraciones Genéticas

El target Vero está relacionado a un sistema hidrotermal del tipo epitermal de intermedia sulfuración, por sus características estructurales, alteración, ensamble mineralógico y geoquímicas.

Programa perforación

Con base en criterios geológicos y de operaciones mina, se ha programado el siguiente plan de perforación para el target Vero (Fig. 41):

Figura 41. *Plataformas y sondajes programados*



42.4.2. Target Mina

Contexto Geológico

Este target está caracterizado por un cuerpo tabular que intruye de forma paralela a los sedimentos del grupo Excelsior, de posición generalmente buzando al nor-este entre 20 a 50 grados. Es el responsable de las soluciones hidrotermales, y a través de fiders mineralizantes principales conductores de la mineralización en su emplazamiento ha originado diferentes tipos de estructuras.

Estructuras

En Yaruchagua superficialmente se han observado en un orden de mayor a menor importancia: vetas, venillas y vetillas. Las vetas

observadas poseen una orientación principal noroeste entre ellas vetas Yaruchagua y Clarita, existen otras de dirección noreste, las cuales no se han podido reconocer en un amplio recorrido.

Se han observado además venillas en diferentes direcciones, siendo la tendencia principal noreste, y secundarias noroeste y este- oeste. Se las identificó algunas veces siguiendo una orientación principal y otras veces como venillas entrecruzadas.

Emplazamiento intrusivo: fases intrusivas y relación geométrica

Se han identificado en campo hasta dos fases intrusivas de composición diorítica, una más con textura porfirítica que la otra. No se ha observado un emplazamiento claro de ambas fases, pueden haber intruido mezclándose entre ambas. Están paralelas a la estratificación del grupo Excelsior, y está delimitado por fallas: al oeste con la falla Chosica, al sureste por la falla Yaruchagua.

Este intrusivo posee dimensiones aproximadas de 440 m por 220 m en superficie con una potencia de emplazamiento de 150 m.

Alteración: Tipos y patrones

La diorita porfirítica en comparación con los sedimentos lutáceos y areniscas por lo general está más relacionada a la alteración Fílica con intensidades débil a moderado, se presentan mayores intensidades en vetas, vetillas, venillas y en las estructuras tipo stockwork, la mineralización diseminada en esta roca porfirítica es muy débil. La alteración y mineralización hipógena en las rocas sedimentarias está restringida a vetas, vetillas, stockwork y venillas. No existe

alteración y diseminación de mineralización generalizada en este tipo de roca, salvo estén en contacto con la diorita porfirítica.

Se observó la alteración tipo Fílica relacionado al intrusivo diorítico hacia el norte del cuerpo, y una alteración propilítica hacia el sur.

En cuanto a la alteración propilítica, se la identificó relacionada a una intensidad estructural débil.

Mineralización

Superficialmente posee un ensamble de galena-pirrotita-baritina-pirita-cuarzo- sulfuros grises.

Áreas de interés

Vetas

Veta Yaruchagua

Coordenada 353880 E, 8845612 N, aflora 110 m de recorrido, posee Azimut 311°, 67° buzamiento, potencia 0.30 m, presencia de panizo-sulfuros grises con 3% de óxidos de Fe, goetita > jarosita > hematita (7:2:1), roca caja diorita porfirítica con moderada alteración argílica.

VETA YARUCHAGUA							
I D	**Muestra**	**Muestreo**	**Potencia (m)**	**Ag (ppm)**	**Cu (ppm)**	**Pb (ppm)**	**Zn (ppm)**
1	974	Canal	0.1	3622	2409.0	137200	50400
2	975	Canal	0.32	2665	431.0	121700	53600

Veta Clarita

Coordenada 353853 E, 8845611 N, aflora no claramente 45 m de recorrido, posee Azimut 315°, 65° de buzamiento, presencia de débil óxidos de Fe, goetita = jarosita > hematita (4:4:2), roca caja diorita porfirítica con moderada alteración argílica. No se realizó muestreo.

Cuerpos

Superficialmente, se ha observado presencia de venillas y vetillas, unas veces asociada a estructuras principales y otras que originadas por el propio emplazamiento intrusivo en el sistema estructural Yaruchagua, unas son familias de venillas paralelas y otras entrecruzadas. Presencia de una intensidad fuerte de este tipo de estructuras asociadas a la roca diorita porfirítica, alteración y leyes geoquímicas favorables podrían formar cuerpos mineralizados con dimensiones desconocidas hasta el momento.

Cataleya

Probablemente este cuerpo esté presente en la zona norte del intrusivo porfirítico, presencia de alteración, venillas paralelas, venillas entrecruzadas, todas de intensidades moderadas, nos están indicando potencial de hidrotermalismo económico. Aún se están realizando trabajos sobre estas interpretaciones.

Katherine

Presenta evidencias geológicas hidrotermales mucho menores que la zona de Cataleya, por lo que se debe evaluar aún esta zona (ver Fig. 14).

Geoquímica Geoquímica Ag

En todo el emplazamiento del intrusivo porfirítico geoquímicamente la Ag presenta un claro zonamiento en su distribución, disminuyendo sus valores hacia el sur, presenta una tendencia de sus fluidos mineralizantes hacia el norte, denominada como la zona Cataleya. Esta anomalía posee valores moderados altos y presenta dimensiones de 120 m por 60 m.

En Katherine existe una anomalía pequeña geoquímica de plata de 60 m por 60 m.

Geoquímica Pb

El Pb presenta hacia el norte del intrusivo porfirítico una anomalía de mineralización, con valores mayormente moderados. Presenta una anomalía de 100 m por 60 m

Hacia la zona de Katherine presenta una anomalía moderada pequeña y hacia la parte sur del intrusivo los valores de este elemento son bajos.

Geoquímica Zn

El Zn posee valores bajos anómalos, dentro de ellos sus valores más altos están distribuidos hacia la zona Cataleya, al norte del cuerpo diorita porfirítica, posee valores desde 56 ppm hasta 766 ppm. Hacia el sur disminuyen sus valores progresivamente.

Hacia el sur en la zona Katherine muestra valores anómalos puntuales.

Geoquímica Cu

Posee valores muy bajos, no existen anomalías geoquímicas de este elemento, sin embargo, sus más altos valores están relacionados a la zona norte del cuerpo diorítico porfirítico, y disminuyen progresivamente al sur del intrusivo.

Geoquímica Au

No se observa anomalías geoquímicas (Mapa 15 y 16).

Geoquímica Sb

Presenta anomalías moderadas altas en la zona norte Cataleya del cuerpo intrusivo con valores desde 186 ppm hasta 4092 ppm, hacia el sur la anomalía disminuye, mostrándose sólo valores bajos puntuales de este elemento en la zona de Katherine

Geoquímica As

Este elemento muestra sólo algunos valores puntuales con valores geoquímicos anómalo moderado en el cuerpo intrusivo

Geoquímica Bi

El Bi no presenta valores anómalos en todo el intrusivo porfirítico.

Geoquímica Sn

Este elemento posee valores bajos anómalos, dentro de los cuales los de mayor geoquímica se encuentra hacia la zona de Cataleya con valores desde 5 ppm hasta 118 ppm, hacia el sur presenta una pequeña anomalía en la zona de Katherine

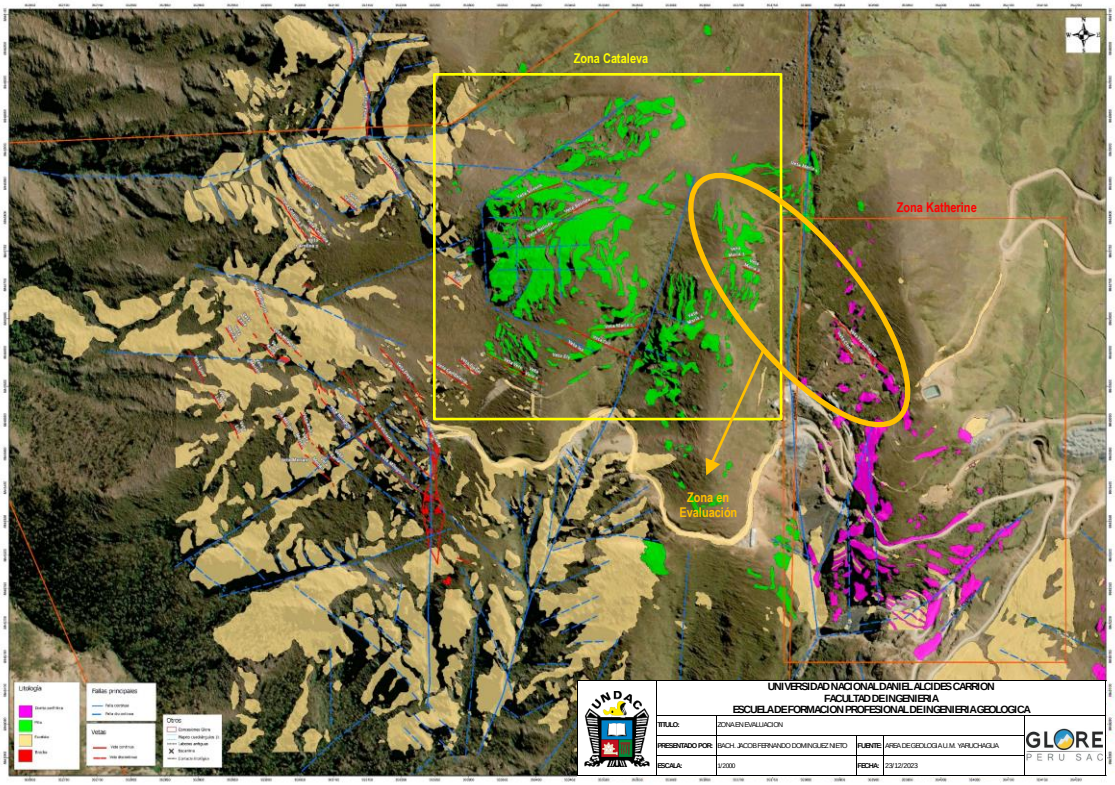
Geoquímica W

El W no posee anomalías geoquímicas en el intrusivo porfirítico.

Efectos Supérgenos

La oxidación de sulfuros posee una coloración por lo general goetita > jarosita > hematita, de intensidad más fuerte hacia el norte del intrusivo y a la vez más pervasiva. Hacia el sur del cuerpo la oxidación posee menor intensidad y está restringida a estructuras (ver Fig. 38.)

Figura 42. *Zona en Evaluación Cataleya – Katherine.*



Consideraciones genéticas

El target mina por sus características estructurales, alteración, mineralización, geoquímica, está relacionado a un epitermal de baja sulfuración. Posee diferencias significativas con el target Vero.

Programa de perforación

Una planificación de perforación en este target desde superficie aún no ha sido realizada, su estudio está en proceso.

4.3. Prueba de Hipótesis

4.3.1. Hipótesis General

El mapeo geológico e identificación de targets es viable para incrementar las reservas en la unidad minera Yaruchagua - Santa Ana de Tusi - Pasco Perú 2023.

H0: El mapeo geológico e identificación de targets no es viable para incrementar de reservas en la unidad minera Yaruchagua - Santa Ana de Tusi - Pasco Perú 2023

H1: El mapeo geológico e identificación de targets es viable para Incrementar de reservas en la unidad minera Yaruchagua - Santa Ana de Tusi - Pasco Perú 2023.

Aceptando la hipótesis alterna.

4.4. Discusión de resultados

- Los resultados obtenidos a partir del mapeo geológico detallado, el análisis estructural y la evaluación geoquímica indican que las características geológicas de la unidad minera Yaruchagua tienen un impacto significativo en la identificación de nuevos cuerpos mineralizados y, por ende, en el incremento de reservas.
- El análisis de las unidades litológicas presentes en la zona de estudio permitió identificar rocas favorables para la mineralización. Estas unidades actúan como control de la mineralización, favoreciendo la concentración de metales en vetas y estructuras secundarias.
- El estudio estructural reveló la presencia de fallas y fracturas que han servido como canales para la circulación de fluidos hidrotermales mineralizantes. Las zonas de intersección entre estructuras mayores y

menores muestran una mayor concentración de mineralización, lo que sugiere que el análisis estructural es clave para identificar nuevos targets de exploración.

- El mapeo estructural ha identificado sistemas de fallas y fracturas que controlan la distribución de los cuerpos mineralizados en Yaruchagua. Se determinó que las principales estructuras, incluyendo fallas de rumbo y fallas inversas, han influenciado la migración y deposición de fluidos hidrotermales ricos en plomo, zinc y plata.
- Las intersecciones de estructuras mayores y menores se han identificado como zonas con mayor concentración mineralizada, lo que indica que estos puntos representan targets prioritarios para exploración y posible explotación futura. Estos resultados coinciden con estudios previos en depósitos de tipo vetiforme y pórfidos, donde el control estructural juega un papel clave en la formación de cuerpos mineralizados (Sillitoe, 2010).

CONCLUSIONES

- Se demostró que el mapeo geológico y el análisis de características geológicas en la unidad minera Yaruchagua han permitido establecer un modelo exploratorio más preciso, favoreciendo la delimitación de nuevos cuerpos mineralizados, el cual contribuirá al incremento de reservas minerales en la operación haciendo trabajos de estimación posteriores (ver Anexo 13).
- El análisis estructural en Yaruchagua ha permitido establecer criterios clave para definir su potencial geológico y económico a partir de muestras analizadas y reconocimiento de estructuras, facilitando la toma de decisiones en la exploración y explotación minera, así como la planificación de futuras perforaciones para el incremento de reservas (Target Mina y Vero).
- Las fallas principales en Yaruchagua separan bloques litológicos, unos han ascendido y descendido a manera de horst y grabens, existen hasta tres bloques reconocidos en Yaruchagua separados por las fallas Chosica y Vero. Este comportamiento es un factor muy importante para el emplazamiento de intrusivos a diferentes profundidades y por consiguiente la generación de diferentes sistemas hidrotermales, siendo el target Vero asociado a un epitermal de intermedia sulfuración con ensamble Ag-Cu-Au, y el target mina a un epitermal de baja sulfuración con ensamble Ag-Pb-Zn.
- La mineralización del target Mina es generada por el emplazamiento de un intrusivo (Diorita) de considerables dimensiones (440 m largo x 220 m ancho x 150 m potencia) cuyas soluciones hidrotermales han sido canalizadas a través de fiders mineralizantes como vetas, y otras estructuras secundarias menores asociadas tipo vetillas y venillas, por lo que es conveniente identificar en campo este tipo de roca dentro de las concesiones de Glore Perú.

- En base a las dimensiones de las vetas definidas y caracterizadas en el target Vero, se llegan a estimar un cálculo inferido para las reservas hasta una profundidad de 50 m para cada una de las estructuras, llegándose a un calculo estimado de 89,478.46 Toneladas (ver Anexo 24).

RECOMENDACIONES

- Obtener los permisos adecuados y solucionar los problemas comunitarios para poder realizar los trabajos de mapeo y exploración de manera ininterrumpida y obtener resultados mucho más fidedignos al realizar el tratamiento de datos en gabinete.
- Realizar muestreos adecuados y verificados evitando enviar a personal no capacitado a realizar los mismo obteniendo resultados anómalos o poco relevantes en el procesamiento de datos.
- El Target mina es un Yacimiento único y poco convencional por lo que sería recomendable realizar estudios petrográficos y mineragráficos para un adecuado entendimiento del yacimiento y determinar la paragénesis de este.
- En base a todo el trabajo de mapeo geológico superficial, desde un punto de vista netamente económico para evaluar el incremento de recurso mineral a mediano y largo plazo en Yaruchagua, no se debe descartar la programación de perforación en las vetas identificadas en la parte inferior del target Vero, existen evidencias muy claras de actividad hidrotermal en la zona. Se sugiere la evaluación progresiva de todo el target Vero con sondajes de perforación, existe potencial geológico exploratorio, según el muestreo superficial, para poder realizarlo.
- Se recomienda el uso de una ley equivalente al momento de hacer las evaluaciones en la estimación ya que se observó que se discrimina el valor con respecto a la plata, sin tomar en consideración las perdidas tanto en Pb como en Zn.
- Se recomienda a la empresa la adquisición de un laboratorio especializado en la unidad para que analice los elementos esenciales de Ag, Pb, Zn; para recuperar los valores de los elementos indicados y que no se pierda y se vayan como desmonte. Ya que el laboratorio con el que se cuenta solamente analiza Ag.

- Usar una codificación de colores en base a la estructura publicada por el INGEMMET para las diferentes unidades litológicas, ya que la unidad minera cuenta con códigos de colores distintos para el mapeo en exploración superficial e interior mina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amorocho, G. (2015). Minería de datos: que es y 5 consejos para aprovecharla en las grandes empresas.

Calderón Méndez, N. (2006). *Minería de datos una Herramienta para la Toma de decisiones.*

Castillo Rojas, W. A. (2013). Inteligencia de Negocios. Minería de Datos III. Chile.

Chara Chambi, J. E. (2017). *Geología económica del yacimiento minero aurífero Mina Orión, Chala-Arequipa*. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO-PUNO.

Cordova, E. (2023). Cartografía e identificación de targets para el incremento de reservas en la Unidad Minera de Suyckutambo de Brexia Goldplata – Perú - 2021[UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN]. In Interciencia (Vol.1, Issue 1). http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/6050/Tesis_57389.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttp://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/10302%0Ahttp://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/414/1/T026_70261078_T.pdf

Devore, J. (2008). Probabilidad y Estadística para Ingenierías y Ciencias. México: Cengage Learning Editores.

Eduardo, A. (2015). Definición General del Método.

Garrido, P. M. (2012). Búsqueda de patrones en Bases de Datos y su aplicación en las PYMES.

Hermitaño, J. (2020). Análisis geológico a través de Imagen Satelital Aster del cuerpo Gloria en zonas aledañas para la exploración Browfield en la Unidad Minera Shuntur SAC. UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION.

Hernández Sampieri, R., Férnandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2018). Metodología de la Investigación (S. A. D. C. . McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES (ed.); Sexta).

Huanca, C. (2022). MAPEO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL Y VALIDACIÓN DE DATOS GEOQUÍMICOS EN MINA EL BARON" HUAROCHIRÍ LIMA [UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA]. In Caracterización Mineralógica E Implicancias Geometalúrgicas En El Yacimiento Pórfido-Skarn Del Batolito Andahuaylas-Yauri Tesis (Vol. 1, Issue 505). http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8672%0Ahttp://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1130/1/lopez_gj.pdf%0Ahttp://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5753%0Ahttp://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7104/Molleapaza Mamani_Joel_Neftali.pdf

Santiago, G. (2022). Definición de targets de exploración a partir del análisis de imágenes multiespectrales (ASTER) y análisis geoquímico de sedimentos fluviales de la zona de Chaguarpamba (Loja) (Issue 8.5.2017). UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.

Vásquez, M. (2017). CARTOGRAFÍA GEOQUÍMICA MULTI-ELEMENTAL DE SEDIMENTOS FLUVIALES. APLICACIÓN AL ANÁLISIS DEL POTENCIAL METALOGÉNICO DE LA ZONA DE MACARÁ (ESCALA 1:100 000). In Universidad Central Del Ecuador (Vol. 91). UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.

Zeballos, J. (2014). GEOLOGÍA Y APLICACIÓN GEOQUÍMICA EN LA EXPLORACIÓN DEL DEPOSITO SKARN HUACRAVILCA. UNIVERSIDADNACIONAL DE SAN AGUSTÍN.

Mejía, R. R., Tintaya, E. C., & Caillaux, V. S. C. (2011). Geología del cuadrángulo de Cerro de Pasco, hoja 22-k, escala 1:50,000 - [Boletín A 144]. En Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET eBooks. https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/106/6/A-144-Boletin_Cerro_de_Pasco-22k.pdf

Cobbing, E. J., Quispe, L. J. Q., & Maidana, M. P. (1996). Geología de los cuadrángulos de Ambo, Cerro de Pasco y Ondores. Hojas: 21-k, 22-k, 23-k – [Boletín A 77]. En Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET eBooks. https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/200/41/A077-Boletin_Ambo-21k_Cerro_de_Pasco-22k_Ondores-23k.pdf

ANEXOS

Anexo 1. *Instrumentos de Recolección de datos*

Anexo 2. *Ingreso a la bocamina Adela*

***Anexo 3**. Sala de logueo*

***Anexo 4.** Sala de mapeos geológicos*

Anexo 5. *Indicando la estructura mineralizada*

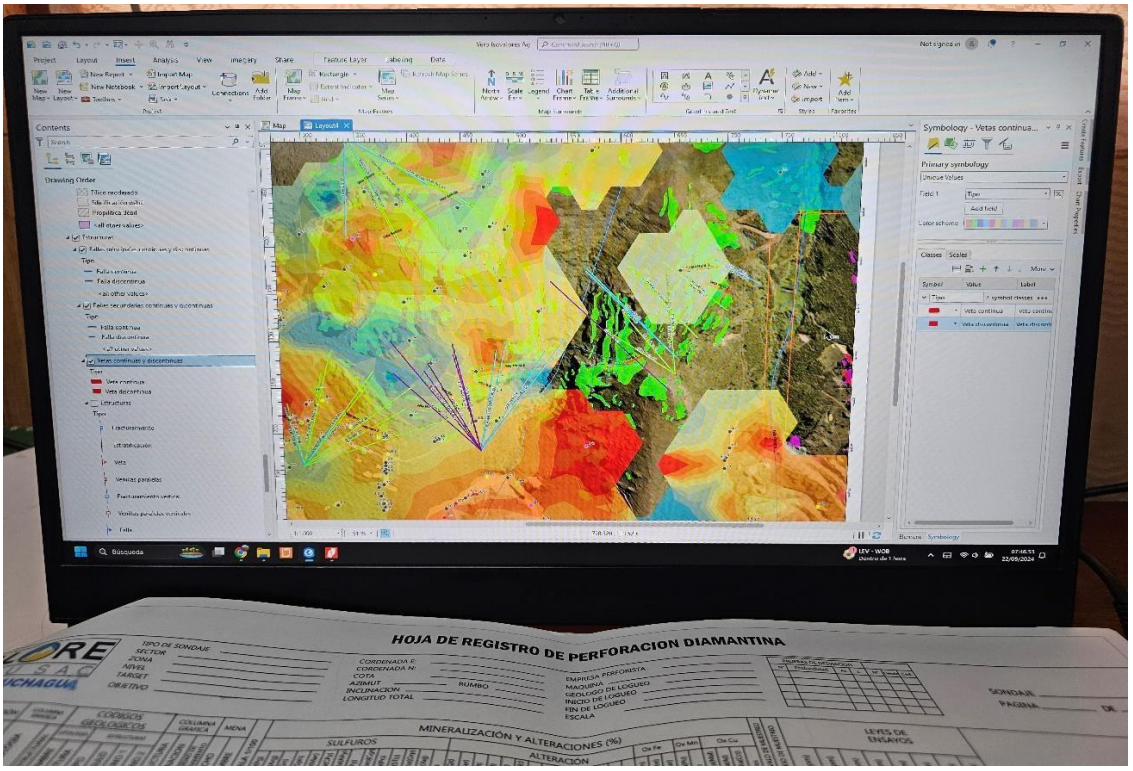
Anexo 6*. Enmallado para el Shocret*

Anexo 7*. Señalizando la estructura mineralizada con color rojo*

Anexo 8. *Mapeo geológico en interior mina*

Anexo 9. *Tomando datos de la brújula y distanciómetro*

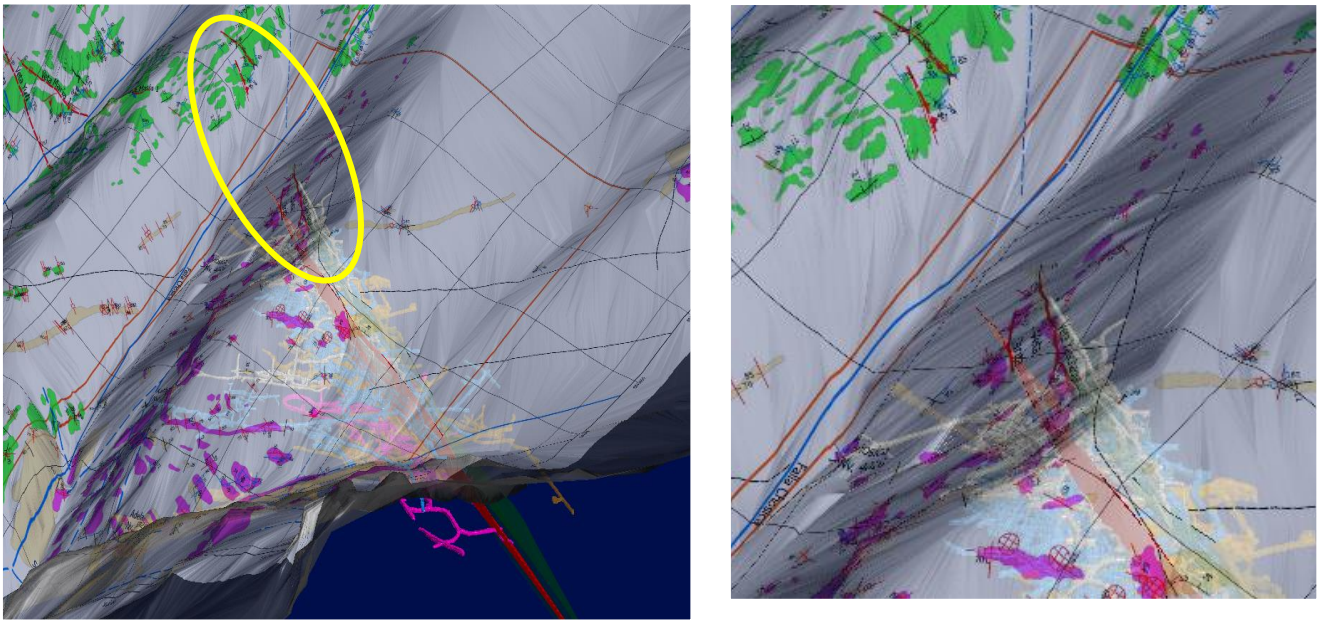
Anexo 10. Información de las perforaciones diamantinas



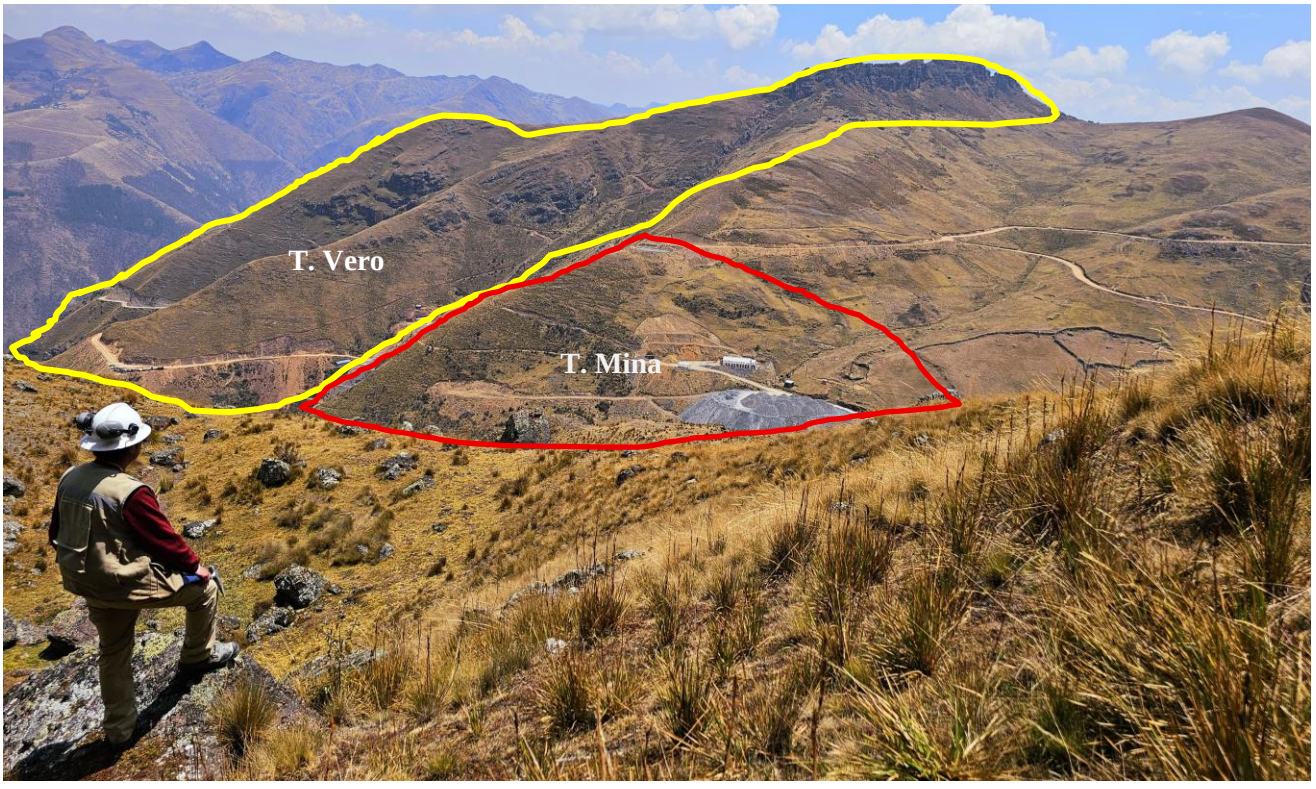
***Anexo 11**. Reunión de confraternidad con los colegas de staff.*

***Anexo 12**. Verificación de Cámara DDH con el personal en interior mina.*

Anexo 13. *Modelo exploratorio en base a interpretaciones del Target Vero.*

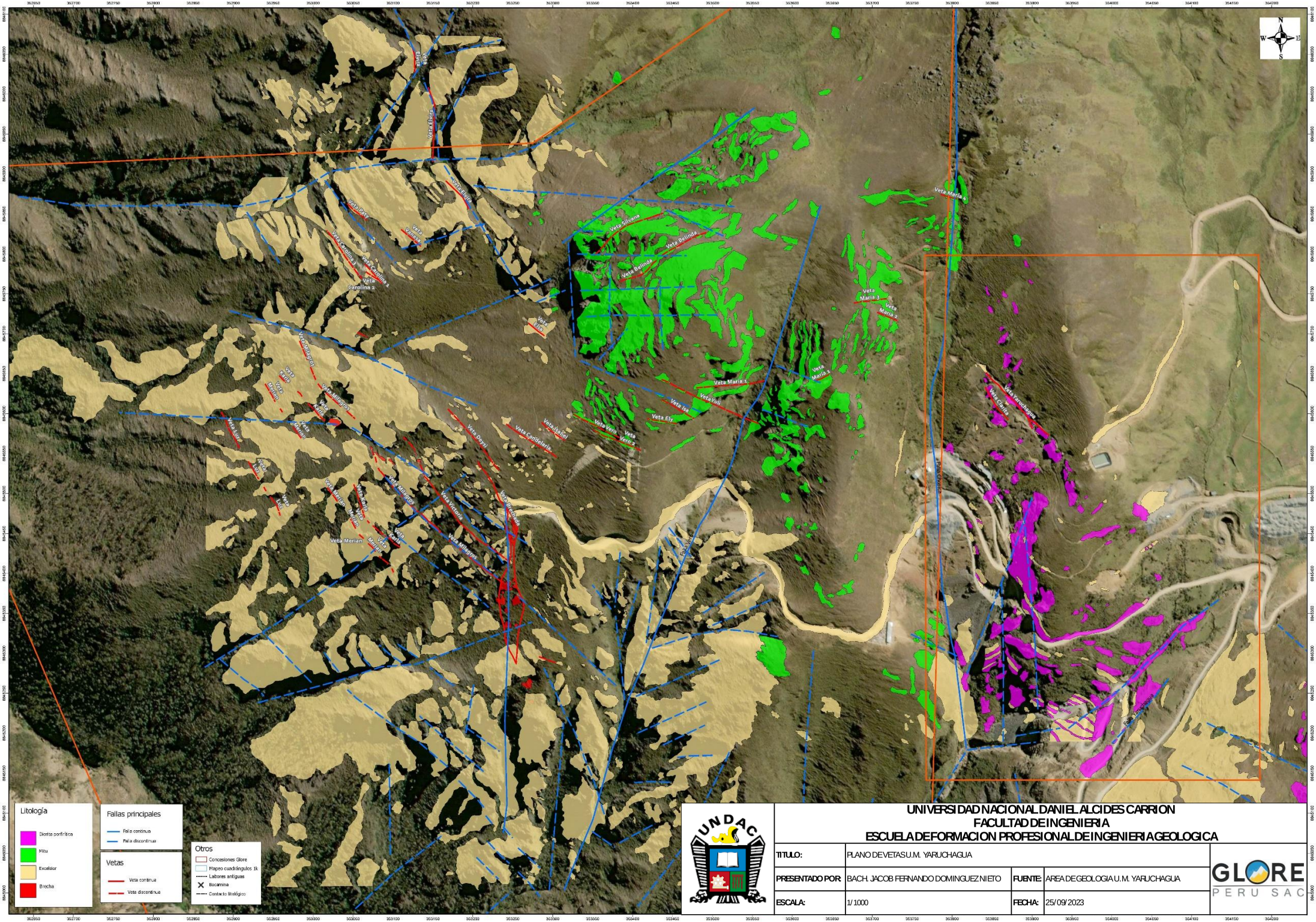


Anexo 14. *Vista al Noroeste del Target Vero - Mina.*



Anexo 15.

Plano de Vetas



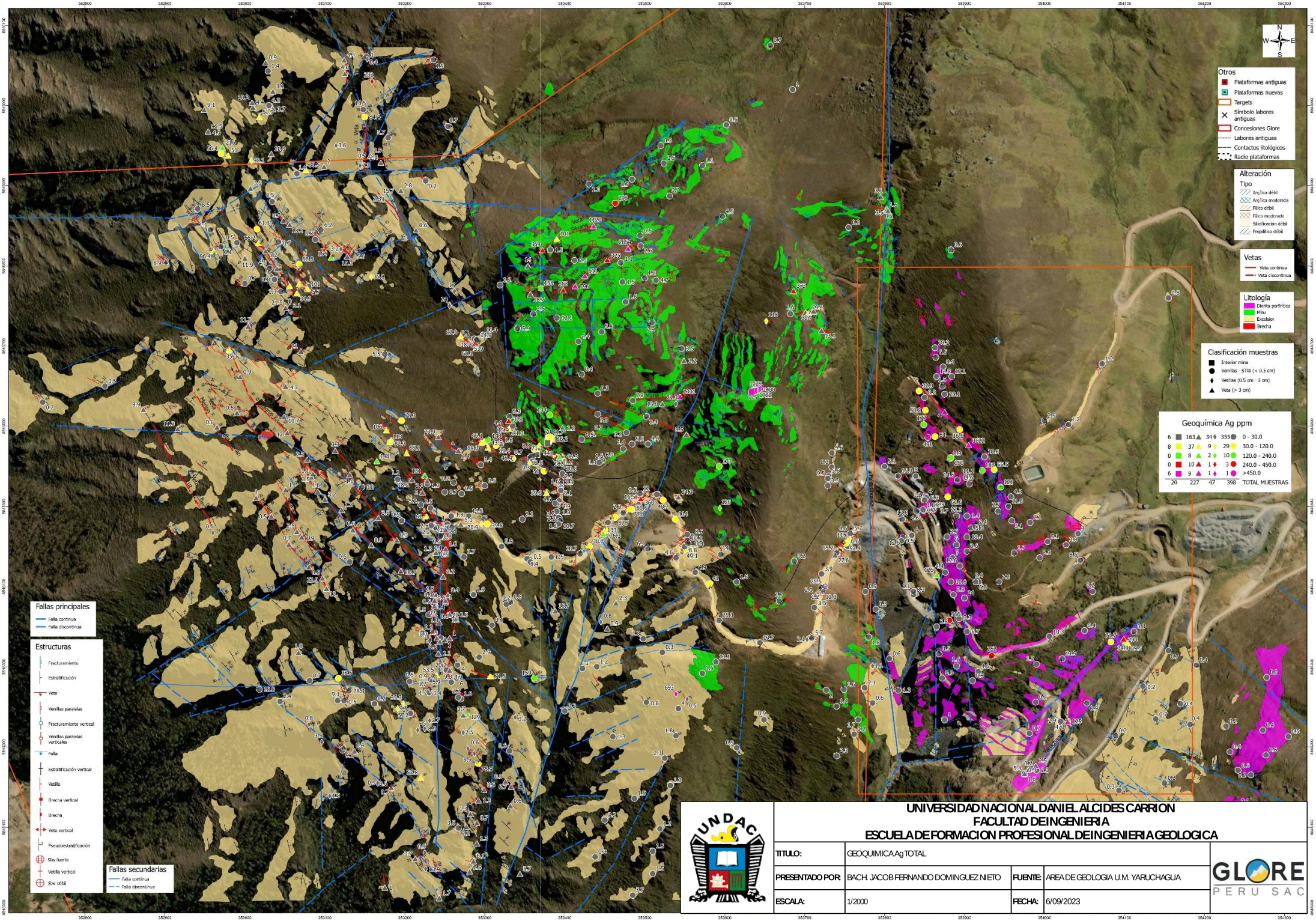
UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

TITULO:	PLANO DE VETAS U.M. YARUCHAGUA		
PRESENTADO POR:	BACH. JACOB FERNANDO DOMINGUEZ NIETO	FUENTE:	AREA DE GEOLOGIA U.M. YARUCHAGUA
ESCALA:	1/1000	FECHA:	25/09/2023

GLORE PERU SAC

Anexo 16.

Geoquímica Ag Total.



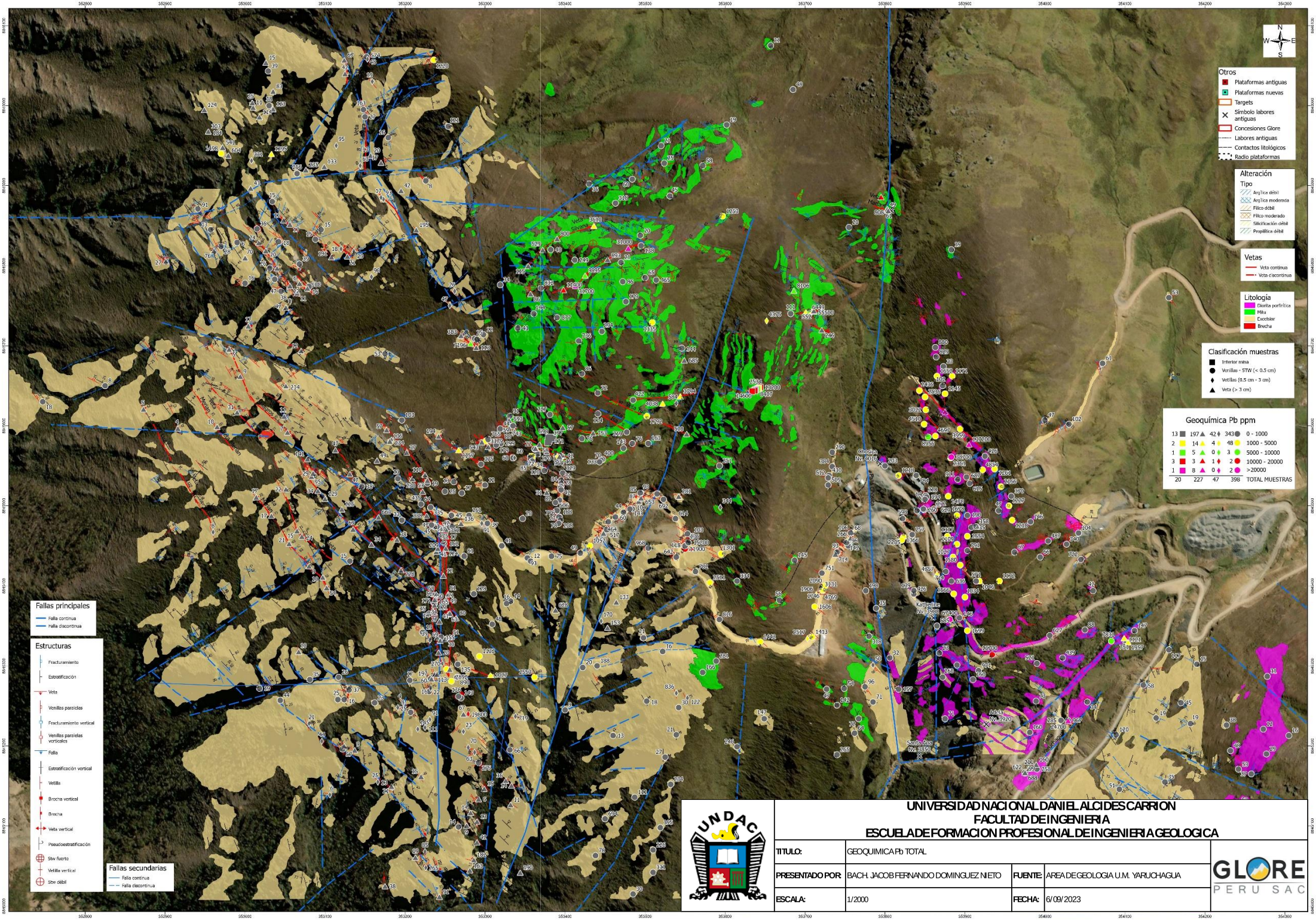
UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

TITULO:	GEOQUIMICA Ag TOTAL		
PRESENTADO POR:	BACH. JACOB FERNANDO DOMINGUEZ NIETO	FUENTE:	AREA DE GEOLOGIA U.M. YARUCHAGUA
ESCALA:	1/2000	FECHA:	6/09/2023

GLORE PERU SAC

Anexo 17.

Geoquímica Pb Total.



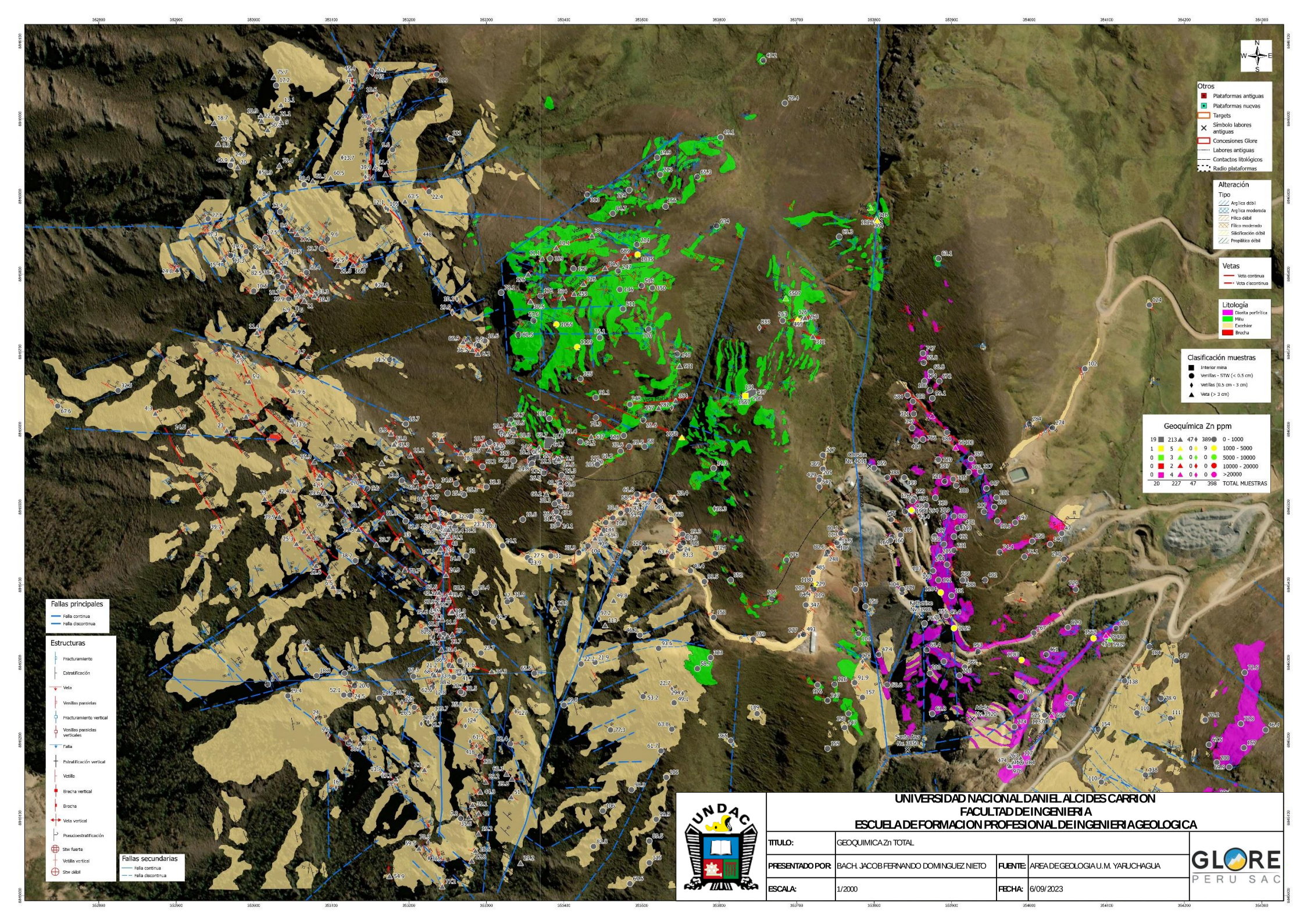
UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

TITULO:	GEOQUIMICA Pb TOTAL		
PRESENTADO POR:	BACH. JACOB FERNANDO DOMINGUEZ NIETO	FUENTE:	AREA DE GEOLOGIA U.M. YARUCHAGUA
ESCALA:	1/2000	FECHA:	6/09/2023

GLORE PERU SAC

Anexo 18.

Geoquímica Zn Total



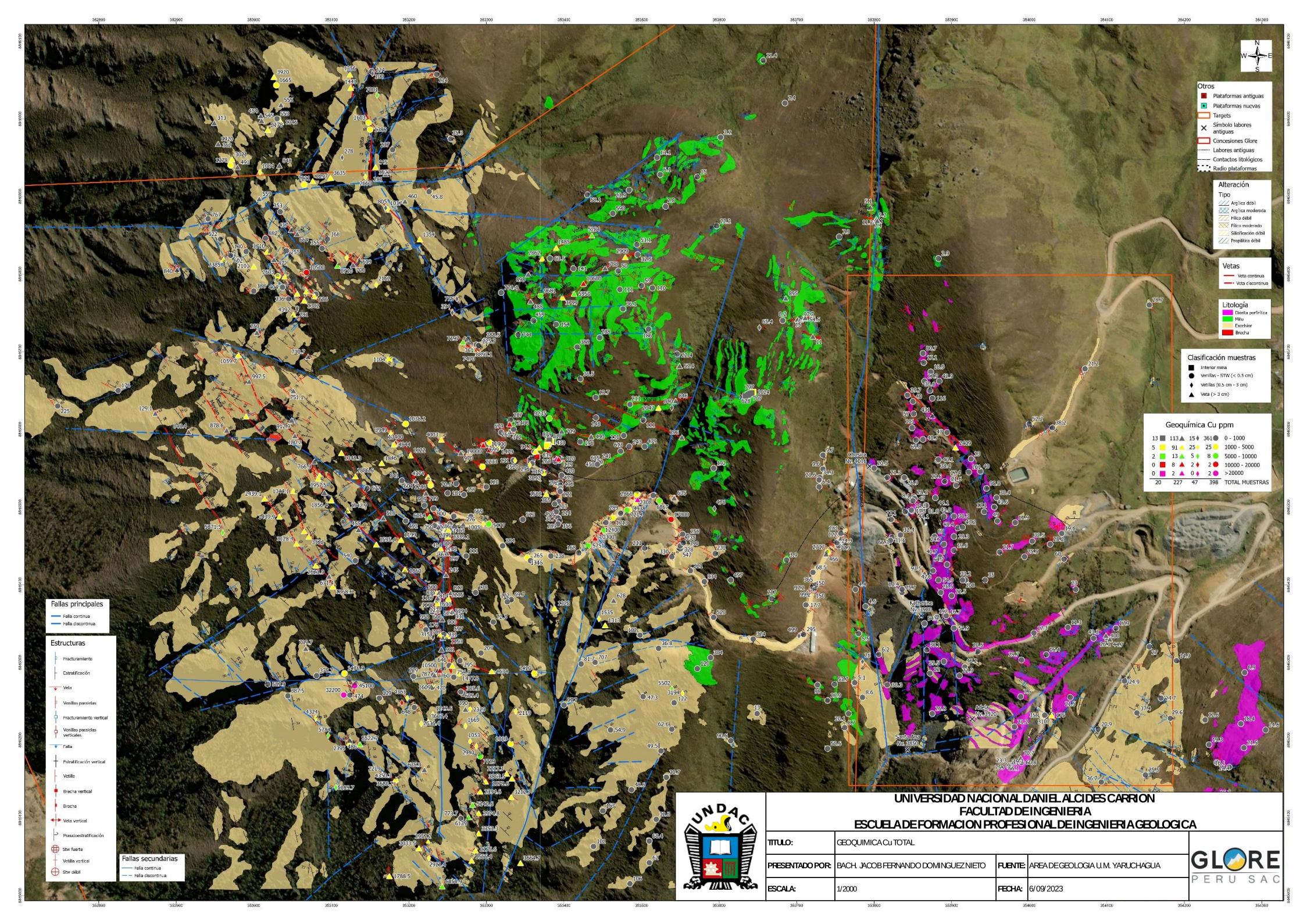
UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

TITULO:	GEOQUIMICA Zn TOTAL		
PRESENTADO POR:	BACH. JACOB FERNANDO DOMINGUEZ NIETO	FUENTE:	AREA DE GEOLOGIA U.M. YARUCHAGUA
ESCALA:	1/2000	FECHA:	6/09/2023

GLORE PERU SAC

Anexo 19.

Geoquímica Cu Total.



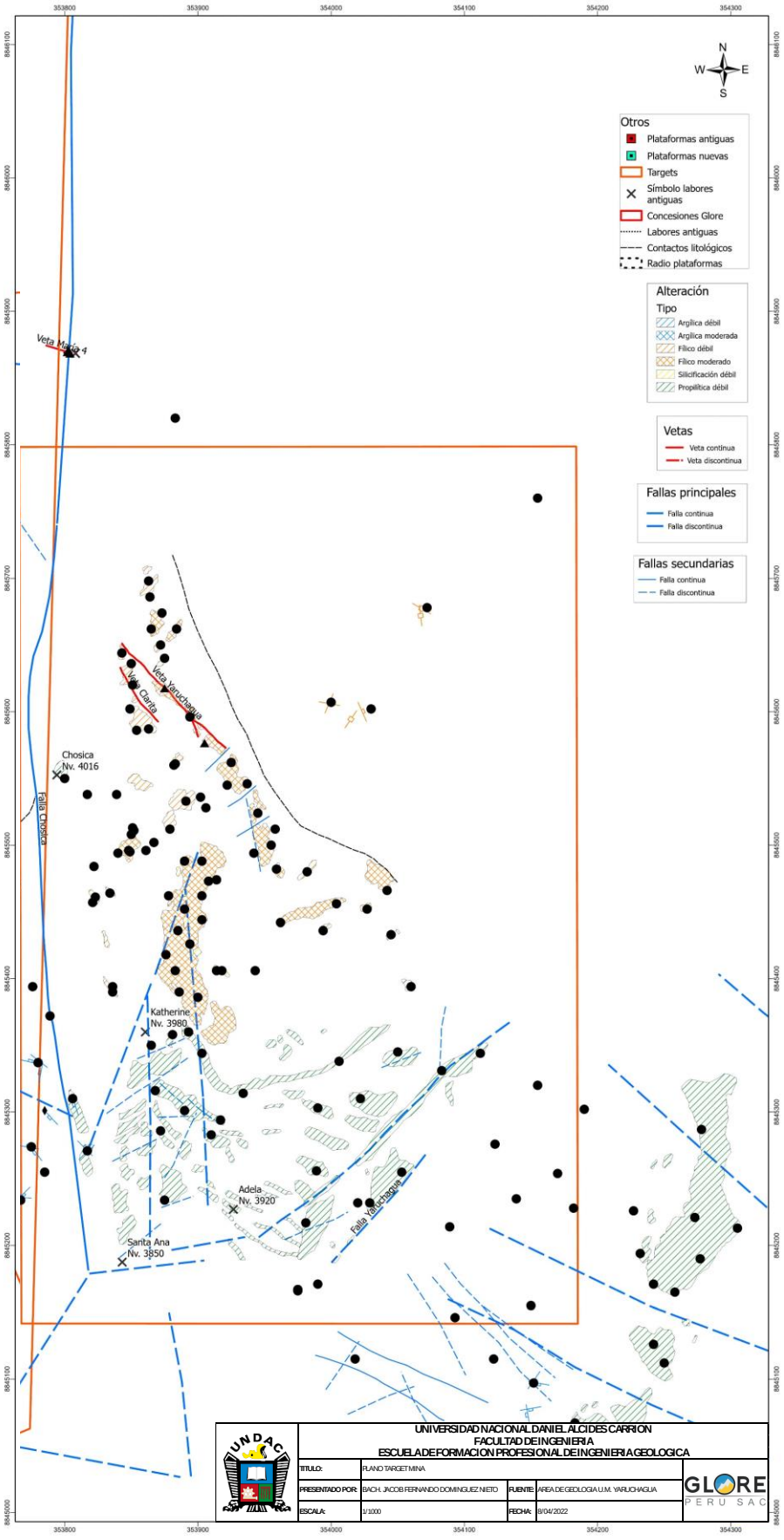
UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

TITULO:	GEOQUIMICA Cu TOTAL		
PRESENTADO POR:	BACH. JACOB FERNANDO DOMINGUEZ NIETO	FUENTE:	AREA DE GEOLOGIA U.M. YARUCHAGUA
ESCALA:	1/2000	FECHA:	6/09/2023

GLORE PERU SAC

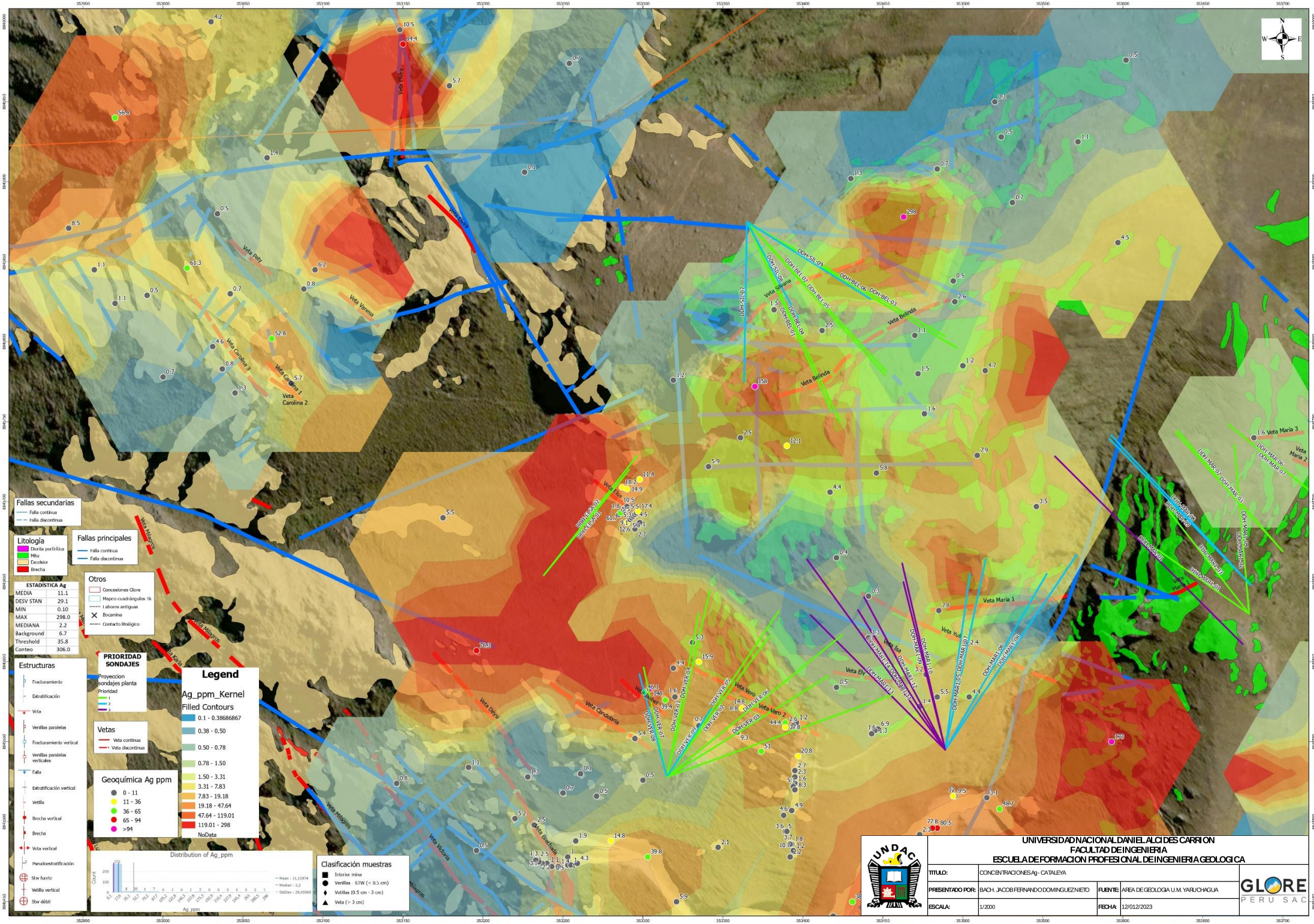
Anexo 20.

Target Mina.



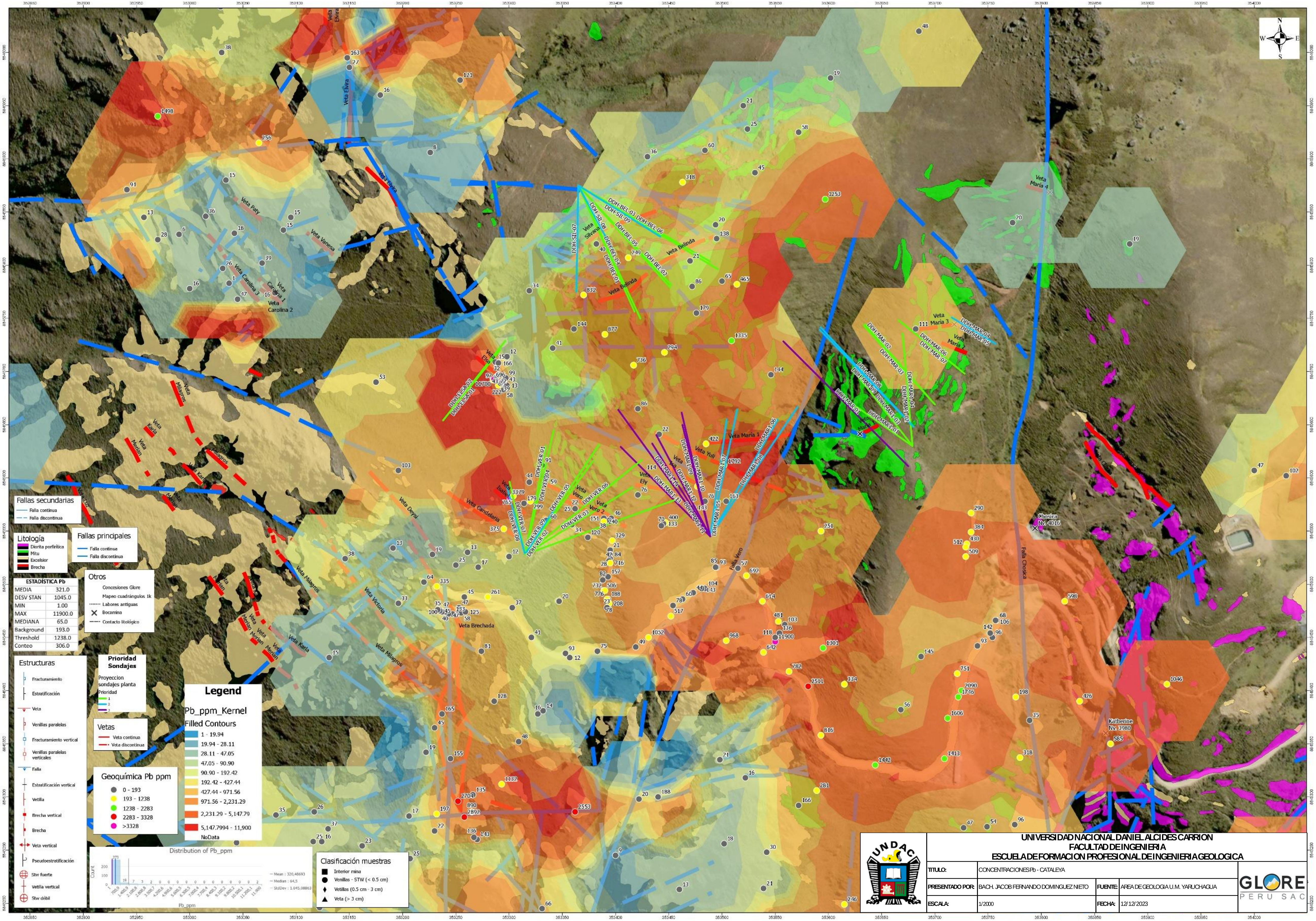
Anexo 21.

Concentraciones Ag - Cataleya


Fallas secundarias
Falla continua
Falla discontinua
Litología
Diorita porfirítica
Mitu
Excelsior
Brecha
Fallas principales
Falla continua
Falla discontinua
Otros
Concesiones Glore
Mapeo cuadrángulos 1k
Labores antiguas
Bocamina
Contacto litológico
ESTADÍSTICA Ag
MEDIA 11.1
DESV STAN 29.1
MIN 0.10
MAX 298.0
MEDIANA 2.2
Background 6.7
Threshold 35.8
Conteo 306.0
PRIORIDAD SONDAJES
Proyeccion sondajes planta
Prioridad
1
2
3
Estructuras
Fracturamiento
Estratificación
Veta
Venillas paralelas
Fracturamiento vertical
Venillas paralelas verticales
Falla
Estratificación vertical
Vetilla
Brecha vertical
Brecha
Veta vertical
Pseudoestratificación
Stw fuerte
Vetilla vertical
Stw débil
Vetas
Veta continua
Veta discontinua
Geoquímica Ag ppm
0 - 11
11 - 36
36 - 65
65 - 94
>94
Legend
Ag_ppm_Kernel
Filled Contours
0.1 - 0.38686867
0.38 - 0.50
0.50 - 0.78
0.78 - 1.50
1.50 - 3.31
3.31 - 7.83
7.83 - 19.18
19.18 - 47.64
47.64 - 119.01
119.01 - 298
NoData
Distribution of Ag_ppm
Clasificación muestras
Inferior mina
Venillas - STW (< 0.5 cm)
Vetillas (0.5 cm - 3 cm)
Veta (> 3 cm)
Veta Elvira
Veta Patri
Veta Vanesa
Veta Carolina 3
Veta Carolina 1
Veta Carolina 2
Veta Milagros
Veta Karla
Veta Deysi
Veta Victoria
Veta Condebarra
Veta Buchuda
Veta Belinda
Veta Sahana
Veta Vero
Veta Vero 2
Veta Isa
Veta Yuri
Veta Ely
Veta Maria 1
Veta Maria 2
Veta Maria 3
UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA
TITULO: CONCENTRACIONES Ag - CATALEYA
PRESENTADO POR: BACH. JACOB FERNANDO DOMINGUEZ NIETO
FUENTE: AREA DE GEOLOGIA U.M. YARUCHAGUA
ESCALA: 1/2000
FECHA: 12/012/2023
GLORE PERU SAC

Anexo 22.

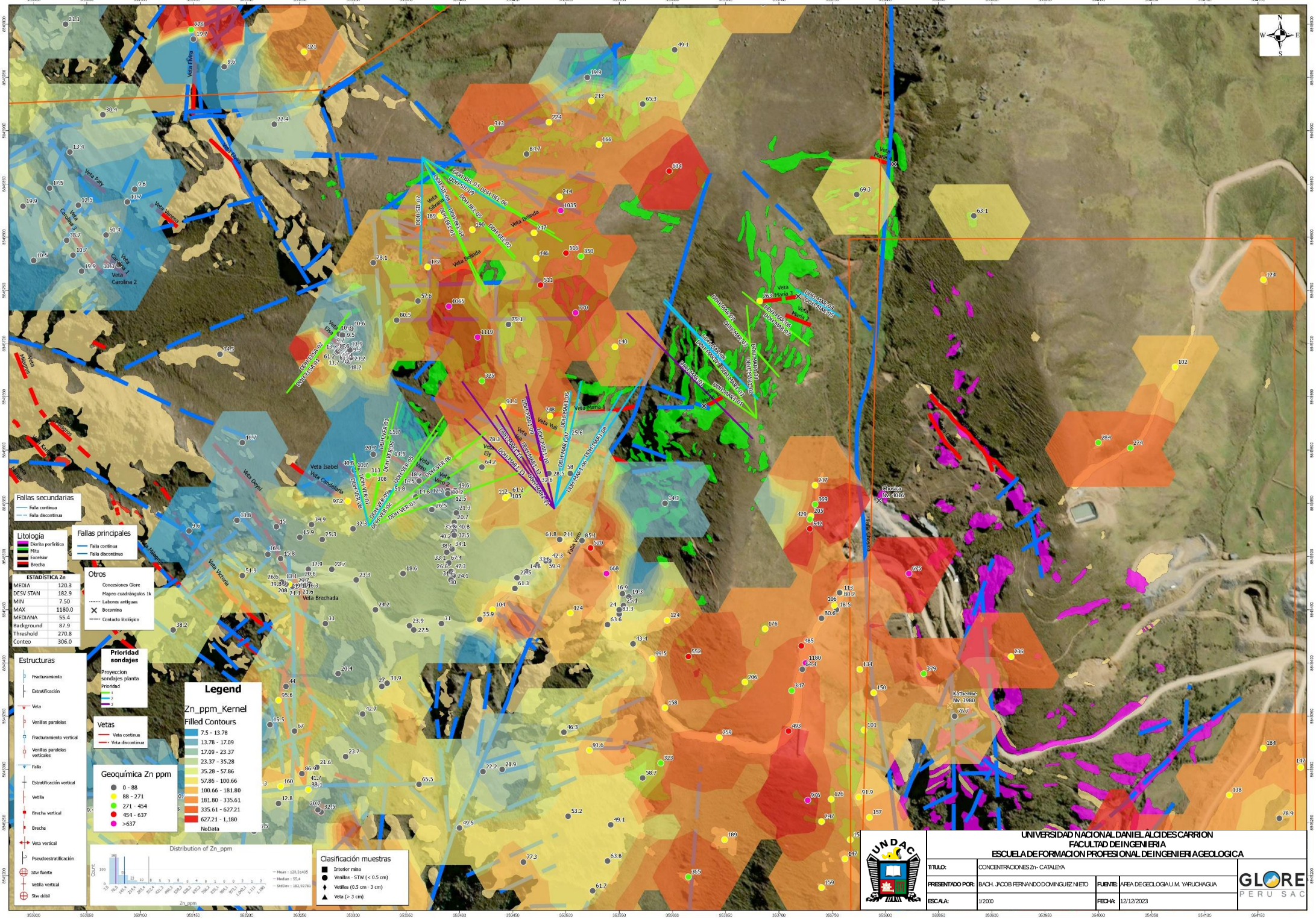
Concentraciones Pb - Cataleya


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA
UNDAC
TITULO: CONCENTRACIONES Pb - CATALEYA
PRESENTADO POR: BACH. JACOB FERNANDO DOMINGUEZ NIETO
FUENTE: AREA DE GEOLOGIA U.M. YARUCHAGUA
ESCALA: 1/2000
FECHA: 12/12/2023
GLORE PERU SAC
Fallas secundarias
Falla continua
Falla discontinua
Litología
Diorita porfirítica
Mitu
Excelsior
Brecha
Fallas principales
Falla continua
Falla discontinua
ESTADÍSTICA Pb
MEDIA 321.0
DESV STAN 1045.0
MIN 1.00
MAX 11900.0
MEDIANA 65.0
Background 193.0
Threshold 1238.0
Conteo 306.0
Otros
Concesiones Glore
Mapeo cuadrángulos 1k
Labores antiguas
Bocamina
Contacto litológico
Estructuras
Fracturamiento
Estratificación
Veta
Venillas paralelas
Fracturamiento vertical
Venillas paralelas verticales
Falla
Estratificación vertical
Vetilla
Brecha vertical
Brecha
Veta vertical
Pseudoestratificación
Stw fuerte
Vetilla vertical
Stw débil
Prioridad Sondajes
Proyeccion sondajes planta
Prioridad
1
2
3
Vetas
Veta continua
Veta discontinua
Legend
Pb_ppm_Kernel
Filled Contours
1 - 19.94
19.94 - 28.11
28.11 - 47.05
47.05 - 90.90
90.90 - 192.42
192.42 - 427.44
427.44 - 971.56
971.56 - 2,231.29
2,231.29 - 5,147.79
5,147.7994 - 11,900
NoData
Geoquímica Pb ppm
0 - 193
193 - 1238
1238 - 2283
2283 - 3328
>3328
Distribution of Pb_ppm
Count
Pb_ppm
Clasificación muestras
Interior mina
Venillas - STW (< 0.5 cm)
Vetillas (0.5 cm - 3 cm)
Veta (> 3 cm)
Falla Chosica
Falla Vero
Veta Brechada
Veta Victoria
Veta Milagros
Veta Karla
Veta Merian
Veta Elvira
Veta Paty
Veta Vanesa
Veta Carolina 2
Veta Carolina 3
Veta Deysi
Veta Candelaria
Veta Belinda
Veta María 4

Anexo 23.

Concentraciones Zn - Cataleya.

.



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

TITULO:	CONCENTRACIONES Zn- CATALEYA		
PRESENTADO POR:	BACH. JACOB FERNANDO DOMINGUEZ NIETO	FUENTE:	AREA DE GEOLOGIA U.M. YARUCHAGUA
ESCALA:	1/2000	FECHA:	12/12/2023

GLORE PERU SAC

Anexo 24.

Cálculo de Reservas.

N°	VETA	PROFUNDIDAD (50M)	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	VOLUMEN (m3)
1	MARÍA 1	50	100	0.33	1650
2	YULI	50	130	0.05	325
3	ELY	50	60	0.18	540
4	MARÍA 2	50	23	0.6	690
5	MARÍA 3	50	40	0.35	700
6	BELINDA	50	120	0.17	1020
7	SILVANA	50	100	0.07	350
8	VERO	50	85	0.52	2210
9	VERO 2	50	65	0.14	455
10	ISABEL	50	37	0.14	259
11	CANDELARIA	50	75	0.15	562.5
12	ELSA	50	25	0.1	125
13	CAROLINA 1	50	30	0.25	375
14	CAROLINA 2	50	15	0.1	75
15	CAROLINA 3	50	80	0.06	240
16	BRECHADA	50	180	1	9000
17	MERIAN	50	150	0.22	1650
18	MILAGROS	50	360	0.27	4860
19	REYNA	50	180	0.43	3870
20	KARLA	50	100	0.33	1650
21	LUZ	50	120	0.15	900
VOLUMEN TOTAL (m3)					**31506.5**

DENSIDAD (t/m3)	VOLUMEN TOTAL (m3)	RESERVAS (T)
2.84	31506.5	**89478.46**