

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA**

**GEOLÓGICA**



**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**Estudio geológico, proyecto de exploración y estimación de recursos  
minerales de la Veta Jazmín Unidad Minera Carahuacra–  
VOLCAN COMPAÑÍA MINERA SAA**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Geólogo**

**Autor:**

**Bach. Miguel Angel HUAMAN MALPARTIDA**

**Asesor:**

**Dr. Reynaldo MEJIA CACERES**

**Cerro de Pasco – Perú – 2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA**

**GEOLÓGICA**



**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**Estudio Geológico, Proyecto de Exploración y Estimación de  
recursos minerales de la Veta Jazmín Unidad Minera Carahuacra–  
VOLCAN COMPAÑÍA MINERA SAA**

**Sustentado y aprobado ante los miembros del jurado:**

---

Dr. Favio Máximo MENA OSORIO  
PRESIDENTE

---

Mg. Javier LOPEZ ALVARADO  
MIEMBRO

---

Mg. Eder Guido ROBLES MORALES  
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides  
Carrión Facultad de Ingeniería  
Unidad de Investigación

**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 114-2024-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:

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**Estudio Geológico, Proyecto de Exploración y Estimación de recursos minerales de la Veta Jazmín Unidad Minera Carahuacra-VOLCAN COMPAÑÍA MINERA SAA**

Apellidos y nombres de los tesisistas:

**Bach. HUAMAN MALPARTIDA, Miguel Angel**

Apellidos y nombres del Asesor:

**Dr. MEJIA CACERES, Reynaldo**

Escuela de Formación Profesional

**Ingeniería Geológica**

Índice de Similitud

**12 %**

**APROBADO**

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

Cerro de Pasco, 28 de mayo del 2024



Firmado digitalmente por MEJIA  
CACERES, Reynaldo FAU  
20154605049 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 28.05.2024 14:08:27 -05:00

## **DEDICATORIA**

A Dios,

A mis Padres,

A mi Alma Mater,

A mi amada esposa y mis queridos hijos.

## RESUMEN

La Mina Carahuacra es una Unidad Operativa de la UEA Yauli, perteneciente a Volcan Compañía Minera SAA., ahora con la adición de una transnacional minera GLENCORE en su unidad ZINC, está ubicada en el flanco oriental de la Cordillera Occidental de los Andes, en el centro de nuestro Perú.

La zona de interés de Carahuacra alberga una ocurrencia mineral económica en el flanco oeste del anticlinal de Chumpe, dentro de la formación Paria. Este anticlinal constituye el núcleo del domo de Yauli, reconocido por su importancia como metalotecto en la formación de numerosos yacimientos mineros adyacentes. Este domo está compuesto por las formaciones Excélsior, Paria, Goyllarisquisga y Machay, ordenadas de la más antigua a la más reciente. En la región de interés, se observan varias manifestaciones de rocas intrusivas de diferentes tamaños y disposiciones irregulares, que atraviesan la mayoría de las formaciones mencionadas anteriormente. Estas intrusiones son responsables de la migración de soluciones mineralizantes, dando origen a estructuras económicamente favorables a lo largo de la concesión operada por la Mina Carahuacra.

Dentro de los procesos mineros, la explotación subterránea ha sido una práctica fundamental a lo largo de los años. La necesidad de aumentar la producción, junto con el objetivo de obtener finos de mineral, ha llevado a una disminución de las reservas minerales del yacimiento con el tiempo. Para contrarrestar este efecto y aumentar las reservas, se realizan estudios y proyectos de exploración que incluyen avances horizontales (galerías) y perforaciones diamantinas en las diferentes estructuras del yacimiento. En este caso particular, se enfoca en la veta Jazmín, cuyo potencial geológico se considera altamente prometedor.

En el yacimiento, se han identificado dos etapas de mineralización hipogénica. La primera está caracterizada por la presencia de siderita, magnetita, hematita, cuarzo, pirita,

blenda, calcopirita y galena. La segunda etapa incluye cuarzo, siderita, galena, blenda y marcasita.

Las rocas que rodean las zonas de mineralización han experimentado alteraciones hidrotermales. En los materiales volcánicos, se observa una sericitización de moderada a fuerte, mientras que las calizas muestran diferentes grados de silicificación en función de la profundidad, Veta Jazmin se encuentra hospedado en ésta última litología expresando valores muy considerables de Zn, Pb, Cu y principalmente de Ag, catalogando a esta estructura como un claro potencial geológico.

**Palabras clave:** Mina Carahuacra, veta Jazmin, potencial geológico.

## ABSTRACT

The Carahuacra Mine is an Operating Unit of UEA Yauli, belonging to Volcan Compañía Minera SAA., now with the addition of a transnational mining GLENCORE in its ZINC unit, is located on the eastern flank of the Western Cordillera of the Andes, in the center of our Peru.

The Carahuacra zone of interest hosts an economic mineral occurrence on the western flank of the Chumpe anticline, within the Paria formation. This anticline constitutes the core of the Yauli dome, recognized for its importance as a metallotect in the formation of numerous adjacent mineral deposits. This dome is composed of the Excelsior, Paria, Goyllarisquisga and Machay formations, ordered from the oldest to the most recent. In the region of interest, several manifestations of intrusive rocks of different sizes and irregular dispositions are observed, which cross most of the formations mentioned above. These intrusions are responsible for the migration of mineralizing solutions, giving rise to economically favorable structures along the concession operated by the Carahuacra Mine.

Within mining processes, subway mining has been a fundamental practice over the years. The need to increase production, together with the objective of obtaining ore fines, has led to a decrease in ore reserves in the deposit over time. To counteract this effect and increase reserves, exploration studies and projects are carried out that include horizontal advances (drifts) and diamond drilling in the different structures of the deposit. In this particular case, the focus is on the Jazmín vein, whose geological potential is considered highly promising.

Two stages of hypogene mineralization have been identified in the deposit. The first is characterized by the presence of siderite, magnetite, hematite, quartz, pyrite, blende,

chalcopyrite and galena. The second stage includes quartz, siderite, galena, blende and marcasite.

The rocks surrounding the mineralization zones have undergone hydrothermal alterations. In the volcanic materials, a moderate to strong sericitization is observed, while the limestones show different degrees of silicification depending on the depth, Veta Jazmin is hosted in this last lithology expressing very considerable values of Zn, Pb, Cu and mainly Ag, cataloguing this structure as a clear geological potential.

**Keywords:** Carahuacra mine, Jazmin vein, geological potential.

## INTRODUCCIÓN

El centro minero de YAULI alberga variada geología, cuya información llevó a grandes geocientistas a estudiarlo por décadas y poder comprender su génesis y su influencia en la formación de grandes yacimientos ricos en minerales valiosos con altos variables de calidad.

Mina Carahuacra se encuentra enriquecida con estructuras mineralizadas de gran calidad producto de la influencia del domo de YAULI, cuya expresión se ve reflejado la configuración de mantos de gran magnitud, tales como el sistema PAULA; elongados cuerpos de configuración tubular, SISTEMA HUARIPAMPA, y estructuras de control típicos de un cizallamiento estructural producto de grandes esfuerzos tectónicos, Veta Mary, Veta ML, etc.

Veta Jazmín se encuentra hospedado en calizas del grupo PUCARA, y finaliza su proyección al contacto con el VOLCANICO CATALINA, es una estructura rica en Zn, Pb, Cu y principalmente en Ag, cuyo aporte es muy importante y significativa para la producción cotidiana de la Mina, y es ahí donde recae la importancia de darle continuidad geológica a esta estructura, mediante estudios que determinen su magnitud en zonas aún desconocidas y soportado por un programa de exploración, para finalmente determinar el potencial de recursos minerales presentes en proyección.

El alto tonelaje de aporte de esta estructura y la calidad de finos que aporta a la producción motiva a desarrollar este trabajo, el cual tiene como objetivo cuantificar el potencial de recursos minerales por recategorización y por ganancia de nuevos recursos producto de adición de información exploratoria.

## ÍNDICE

DEDICATORIA

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Título del trabajo de suficiencia profesional..... 1
- 1.2. Delimitación del trabajo de suficiencia profesional ..... 1
- 1.3. Fecha de inicio y fecha de término ..... 3

### II. PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO

- 2.1. Descripción del trabajo de suficiencia profesional ..... 4
- 2.2. Justificación ..... 5
- 2.3. Objetivos del trabajo de suficiencia profesional ..... 9

### III. MARCO TEÓRICO

- 3.1. Antecedentes ..... 10
- 3.2. Bases teóricas científicas ..... 13
- 3.3. Definición de términos básicos ..... 53

### IV. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

- 4.1. Intervención ..... 56
- 4.2. Programación específica ..... 60

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Plan de perforación – proyección 2022 .....	5
<b>Tabla 2</b> Gantt 2021; por litología y secuencia de desarrollo del programa DDH .....	8
<b>Tabla 3</b> Estadística de Base de Datos de Veta Jazmin .....	102
<b>Tabla 4</b> Comparativo volumétrico m <sup>3</sup> .....	104
<b>Tabla 5</b> Codificación por unidad operativa - VOLCAN .....	107
<b>Tabla 6</b> Parámetros de composito.....	113
<b>Tabla 7</b> Análisis de compósito - Sesgo aceptable del comparativo comp_length / comp_raw .....	114
<b>Tabla 8</b> Parámetros de modelo de bloques .....	119

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Mapa de Ubicación – Mina Carahuacra .....	2
<b>Figura 2</b> Vista de los Recursos de Veta Jazmin y los STOPES correspondiente a LOM 21 – 22 .....	6
<b>Figura 3</b> Vista en planta de la litología y estructuras mineralizadas .....	6
<b>Figura 4</b> Vista de resultados preliminares que indujeron a la incidencia de continuidad mineralógica .....	8
<b>Figura 5</b> Importante potencial mineralógico. Tramos mineralizados con alto contenido de Zn, Pb, Ag y Cu; sumado a ello la considerable potencia de la estructura .....	9
<b>Figura 6</b> Plano geológico y sección del domo de Yauli .....	17
<b>Figura 7</b> Columna Estratigráfica regional .....	25
<b>Figura 8</b> Plano estructural de Yauli, fuerzas de tensión y compresión .....	34

<b>Figura 9</b> Análisis local del comportamiento estructural.....	35
<b>Figura 10</b> Distribución geológica de las estructuras mineralizadas en el área de interés .....	37
<b>Figura 11</b> Carbonatos! .....	38
<b>Figura 12</b> Mineralización base, Carahuacra Mine.....	39
<b>Figura 13</b> Vista global de los controles regionales que influencia a la zona de interés y su origen .....	40
<b>Figura 14</b> Imagen general del distrito minero de Yauli.....	41
<b>Figura 15</b> Plano de Geología Local .....	42
<b>Figura 16</b> Sección longitudinal, formación Pucará – Control estructural .....	45
<b>Figura 17</b> Sistema de vetas, área de interés.....	46
<b>Figura 18</b> Marcado de canal, interior mina .....	57
<b>Figura 19</b> Personal con EPP completo .....	58
<b>Figura 20</b> Inspección de área de interés .....	61
<b>Figura 21</b> Inspección integral de la labor .....	62
<b>Figura 22</b> Canal diferenciado por estilo u ocurrencia de mineral, criterio Geológico ..	63
<b>Figura 23</b> Mineralización compleja, expresado en sistema de vetillas .....	64
<b>Figura 24</b> Delimitación de la estructura .....	65
<b>Figura 25</b> Ubicación de puntos topográficos referenciales .....	66
<b>Figura 26</b> Mineralización variada.....	67
<b>Figura 27</b> Toma de AV de estructuras .....	68
<b>Figura 28</b> Direccionamiento de estructura mineralizada.....	74
<b>Figura 29</b> Información detallada de leyes .....	75
<b>Figura 30</b> Consideraciones geológicas .....	75
<b>Figura 31</b> Vista longitudinal Veta Jazmín junto con el plan de perforación.....	79

<b>Figura 32</b> Segunda fase de expansión, proceso de RECATEGORIZACION de recursos, plan de perforación INFILL y RESOURCES .....	80
<b>Figura 33</b> Logueo optimizado, FUSION CLIENT.....	83
<b>Figura 34</b> Sala de CORES .....	84
<b>Figura 35</b> Toma de fotografías de los CORES de perforación diamantina.....	86
<b>Figura 36</b> Cadena de custodia, almacén de cajas con testigos de perforación diamantina .....	87
<b>Figura 37</b> Resultados positivos en taladros ejecutados. Leyes considerables de Zn, Pb, Cu y Ag.....	88
<b>Figura 38</b> Proyecto secuencial de perforación. ¿Proyección?.....	88
<b>Figura 39</b> Vista tridimensional del modelo litoestructural - Yauli.....	89
<b>Figura 40</b> Vista isométrica dela veta Jazmín y la información que lo compone.....	90
<b>Figura 41</b> Vista de la Veta Jazmín y la información de canales que lo compone.....	91
<b>Figura 42</b> Configuración tridimensional veta Jazmin .....	92
<b>Figura 43</b> Resultados de exploración .....	93
<b>Figura 44</b> Template de validación de información en cristal viewer .....	100
<b>Figura 45</b> Vista del Report Manager, aplicativo para la generación de tablas de base de Datos .....	101
<b>Figura 46</b> Vista de Veta Jazmin y la información que lo compone .....	103
<b>Figura 47</b> Gráfico de variación porcentual de volumen (%) (m3) .....	105
<b>Figura 48</b> Interfaz de Datamine y proceso de codificación.....	106
<b>Figura 49</b> Interfaz del software SUPERVISOR.....	108
<b>Figura 50</b> Histogramas por elemento .....	109
<b>Figura 51</b> Boxplots por elemento .....	109
<b>Figura 52</b> Archivos “Output” del proceso de Capeado .....	111

<b>Figura 53</b> Metodología TOPCUTT_Restricción capping Zn.....	111
<b>Figura 54</b> Metodología TOPCUTT_Restricción capping Pb.....	112
<b>Figura 55</b> Metodología TOPCUTT_Restricción capping Pb.....	112
<b>Figura 56</b> Metodología TOPCUTT_Restricción capping Ag .....	113
<b>Figura 57</b> Comparativo comp_length / comp_raw.....	114
<b>Figura 58</b> Declust determinado para la veta jazmín.....	115
<b>Figura 59</b> Vista isométrica de pesos – Decluster .....	115
<b>Figura 60</b> Primera dirección en función del AZIMUTH.....	116
<b>Figura 61</b> Segunda dirección en función del DIP.....	116
<b>Figura 62</b> Tercera dirección en función de la continuidad geológica (mineralógica, estructural, etc.) PLUNGE .....	117
<b>Figura 63</b> Análisis de continuidad – Snowden SUPERVISOR .....	117
<b>Figura 64</b> Análisis de continuidad – Snowden SUPERVISOR .....	118
<b>Figura 65</b> Parámetros variográficos .....	118
<b>Figura 66</b> Parámetro idealizado de modelo de bloques.....	119
<b>Figura 67</b> Block models generado a partir de la actualización del Wireframe .....	120
<b>Figura 68</b> Resultado de cálculo de PV (potencia de veta).....	121
<b>Figura 69</b> Vista de malla de triangulación “Thicknes” .....	121
<b>Figura 70</b> Resultado del cálculo de AV (ancho de veta).....	122
<b>Figura 71</b> Vista de modelo de bloques ploteado por PV.....	122
<b>Figura 72</b> Parámetros de estimación .....	123
<b>Figura 73</b> Parámetros de búsqueda.....	124
<b>Figura 74</b> Parámetros variográficos .....	124
<b>Figura 75</b> Leyes estimadas (OK, IDW, NN).....	124
<b>Figura 76</b> Validación Local de Interpolación.....	125

<b>Figura 77</b> Validación Global de Interpolación .....	126
<b>Figura 78</b> Laboratorio de determinación de densidad por desplazamiento de agua ...	127
<b>Figura 79</b> Análisis de regresión multivariada .....	128
<b>Figura 80</b> V. Jazmin categorizado, matemático y suavizado manual (criterio geológico).....	129

## **I. DATOS GENERALES**

### **1.1. Título del trabajo de suficiencia profesional**

Estudio Geológico, Proyecto de Exploración y Estimación de recursos minerales de la Veta Jazmín Unidad Minera Carahuacra – VOLCAN COMPAÑÍA MINERA SAA.

### **1.2. Delimitación del trabajo de suficiencia profesional**

#### **1.2.1. Delimitación Espacial**

##### **1.2.1.1. Ubicación**

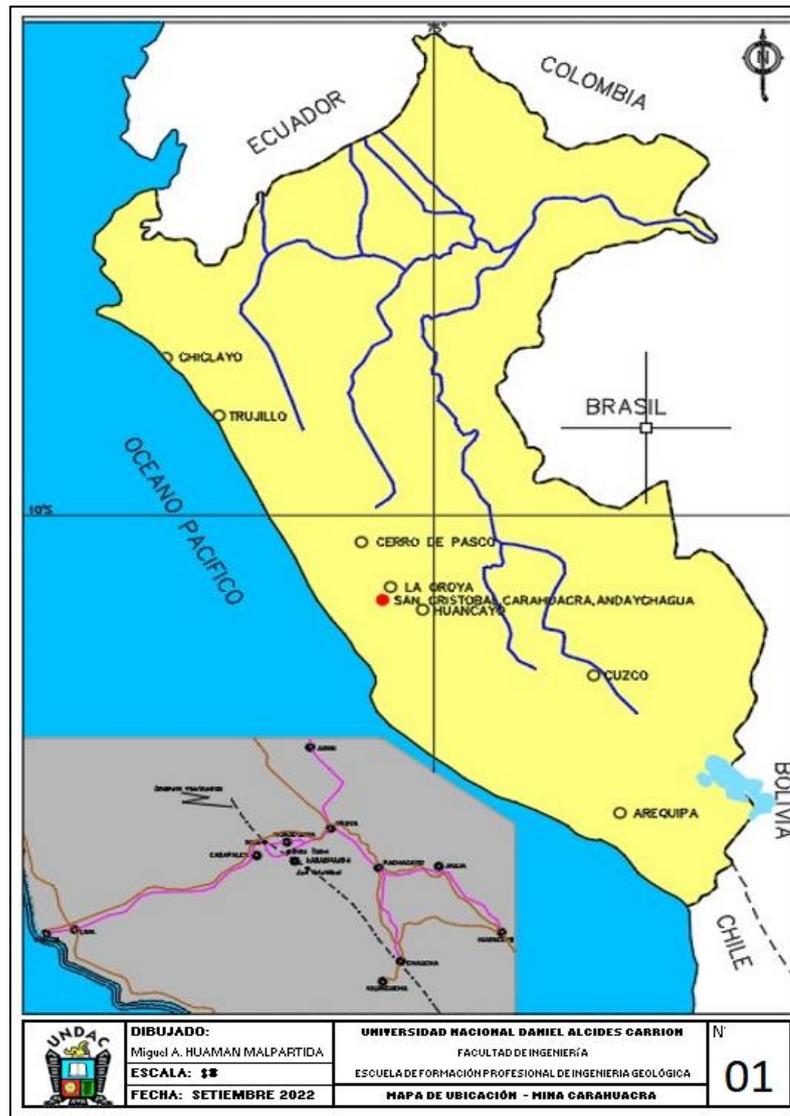
El área de producción de la UNIDAD YAULI SAA abarca las minas de San Cristóbal, Carahuacra y Andaychagua, situadas políticamente en el Distrito y Provincia de Yauli, Región Junín. Sus coordenadas geográficas son 76° 05' de longitud Oeste y 11° 43' de latitud Sur. En términos de coordenadas UTM, se encuentran a 388,000 Este y 8'704,000 Norte, utilizando el Datum WGS 84, Zona 18 S.

La altitud media de la unidad de producción Carahuacra, San Cristóbal y Andaychagua es de 4700 metros sobre el nivel del mar. Desde el punto de vista fisiográfico, estas minas se localizan en el flanco Este de

la Cordillera Occidental de los Andes Centrales Peruanos, justo al Oriente de la Divisoria Continental.

### Figura 1

Mapa de Ubicación – Mina Carahuacra



#### 1.2.1.2. Accesibilidad

Se accede a la zona mediante la Carretera Central, que se extiende desde la Ciudad de Lima hasta el Km 155, cerca de la localidad de Pachachaca. Desde allí, hay un desvío por una trocha afirmada que lleva a las minas de Carahuacra, San Cristóbal y Andaychagua, a una

distancia de 18 kilómetros. Además, el Ferrocarril Central cuenta con una estación en Yauli, situada a 12 kilómetros del área.

### **1.2.2. Delimitación temporal**

El presente trabajo de suficiencia profesional tuvo una duración de 07 meses.

### **1.3. Fecha de inicio y fecha de término**

Fecha de Inicio: Abril del 2022

Fecha de término: Octubre del 2022

## **II. PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO**

### **2.1. Descripción del trabajo de suficiencia profesional**

Durante mi experiencia el desarrollo de las actividades cotidianas se efectúa de la siguiente manera:

- Exploración de estructuras mineralizadas, incluyendo vetas, cuerpos y mantos tanto en el subsuelo como en la superficie, a lo largo del contacto entre el Volcánico Catalina (del Grupo Mitu) y las Calizas Pucará (dolomías), así como entre el Intrusivo y las Calizas Pucará (dolomías). Se realiza un recorrido completo por las áreas de interés para esta investigación.
- Mapeo geológico interior mina y superficie a escala 1:500 / 1:2500, labor denominado ORE CONTROL.
- Muestreo en interior mina y superficie. Desarrollado por puntos (muestreo común), rock chips, trincheras y canales en interior mina.
- Análisis petrográfico de muestras representativas procedentes de áreas mineralizadas, como vetas, cuerpos y mantos.
- Creación e interpretación de mapas geológicos que abarcan tanto el interior de la mina como la superficie.

- Revisión exhaustiva de la información geológica disponible (histórica) y su interpretación correspondiente para validar la composición de la base de datos.
- Planificación y ejecución de perforaciones diamantinas para investigar la continuidad de la mineralización en profundidad y en áreas no exploradas, con el objetivo de cuantificar los recursos minerales y evaluar su potencial económico.
- Elaboración de secciones transversales y secciones longitudinales a lo largo de secciones sistemáticas preestablecidas.
- Estimación de Recursos Minerales y categorización.

## 2.2. Justificación

La justificación se centra en poder garantizar la calidad de recursos en la Veta Jazmin mediante un proceso de exploración con sondajes diamantinos para cuantificar la RECATEGORIZACIÓN y posteriormente la consecución de nuevas zonas de alta confiabilidad que promuevan al desarrollo de niveles superiores.

El Plan de perforación elaborado el 2021 con proyección 2022 en la unidad minera Carahuacra se distribuye de la siguiente manera:

**Tabla 1**

Plan de perforación – proyección 2022

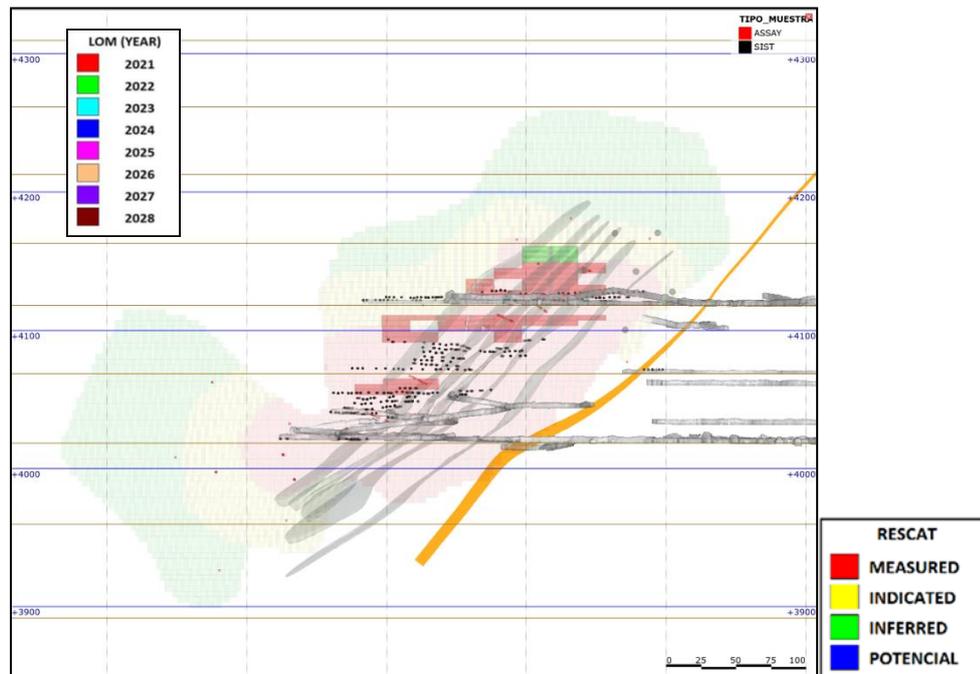
Carahuacra CATEGORIA	2021 BUDGET			2021 EJECUTADO MARZO			2021 ACUMULADO		
	Metros (m)	US\$ (MM)	Ton (MMt)	Metros (m)	US\$ (MM)	EJEMAR (%)	Metros (m)	US\$ (MM)	EJE/BUD (%)
Definition Drilling (MIR)	14,148	1.62	0.35	734	0.07	94%	1,629	0.07	12%
Exploration Drilling (IR)	7,403	0.81	0.29	0	0.00	0%	0	0.00	0%
Exploration Drilling (PM)	1,532	0.17	0.12	0	0.00	0%	0	0.00	0%
<b>Total Carahuacra</b>	<b>23,083</b>	<b>2.60</b>	<b>0.76</b>	<b>734</b>	<b>0.07</b>	<b>94%</b>	<b>1,629</b>	<b>0.07</b>	<b>7%</b>

- A marzo 2021, se perforo en los Sistemas Principal y Paula con un avance de 1629 m haciendo un 7% del Budget.

- El interés recae básicamente en desarrollar la amplitud de la veta Jazmin como posible potencial económicamente explotable.
- La veta Jazmin presenta 3 categorías de recursos mineral, Medido, indicado e inferido, en relación a la geoquímica se establecieron STOPES correspondientes al LOM 2021 y LOM 2022 los mismos que inducen al desarrollo y continuidad de investigación en esta estructura y convertirlo en una zona potencial económicamente viable.

**Figura 2**

Vista de los Recursos de Veta Jazmin y los STOPES correspondiente a LOM 21 – 22



En esta vista en planta se observa la importancia de la veta en estudio, se encuentra en una litología que ha sido favorable para otras estructuras de gran magnitud, he ahí que recae su importancia por darle detalle geológico a su nueva configuración.

**Figura 3**

## Vista en planta de la litología y estructuras mineralizadas



- En abril 2021 se suma una tercera máquina para el reconocimiento de la Veta Split ML entre el Nivel 1020 y 1070, se tiene un programa de 1,400 m.
- En superficie se inicia la perforación de los sondajes profundos de hasta 1250 m. con el objetivo de recopilar información para poder definir la continuidad de las estructuras.
- A continuación, presentamos el GANTT 2021

**Tabla 2**

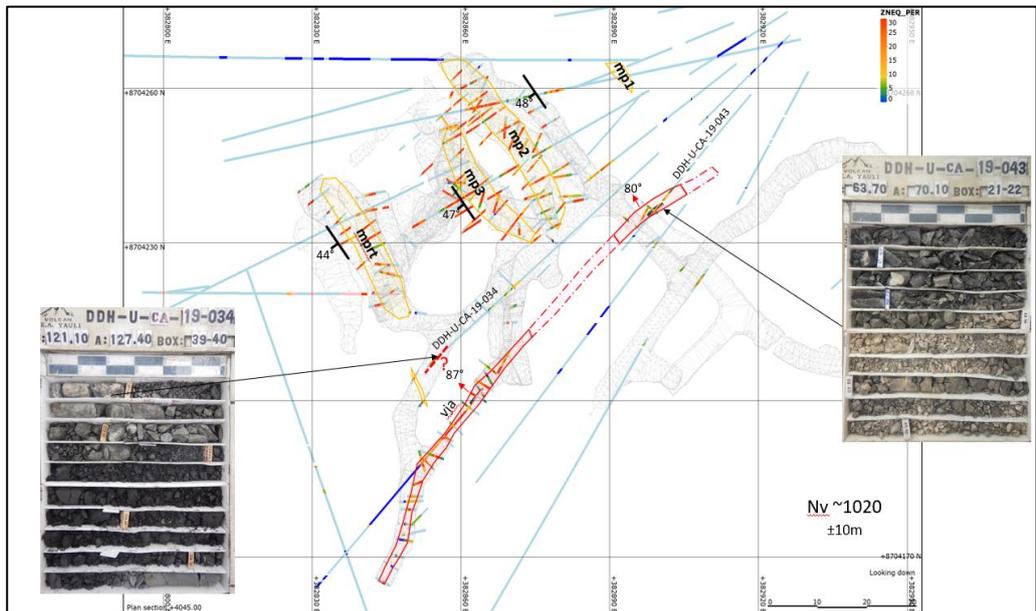
Gantt 2021; por litología y secuencia de desarrollo del programa DDH

ZONA	MAQUINA	metros	CAMARA	PRIORIDAD	STATUS	ACTIVIDADES	NV	VETA	FECHA INICIO	FECHA FIN	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Sep-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21	
CALIZAS	XRD-90-02	1,150	CA-113_Nv-920	1	100%	Estandarizada	920	Manto Principal	1-Mar-21	20-May-21	1	1	1								
		2,110	CA-202_Nv-920	1	80%	Sección 6x6x6, nicho, poza y servicios	920	Veta Jazmin	21-May-21	20-Oct-21	0	0	0	1	1	1	1	1			
	XRD90-06	1,050	CA-02_AC-310_Nv-970	1	90%	Sección 6x6x6, nicho, poza y servicios	970	Manto Poderosa	20-Mar-21	30-May-21	1	1	1								
		500	CA-151_BP-151_Nv-920	2	0%	Desarrollo de 20 metros, seccion 6x6x6, nicho, poza y servicios	920	Veta Feeder	1-Jun-21	5-Jul-21	0	0	0	1	1	1	1	1			
		420	CA-119_BP-151_Nv-920	2	0%	Desarrollo de 65 metros, seccion 6x6x6, nicho, poza y servicios	920	Manto Paula	5-Jul-21	5-Ago-21				1	1	1	1	1			
VOLCÁNICOS	XRD-80-06 (Bobcat)	1,830	CA-671_BP-671_Nv-1020	2	0%	Desarrollo de 65 metros, seccion 6x6x6, nicho, poza y servicios	1020	Veta Teresa	6-Ago-21	20-Dic-21						0	0	0	0	0	
		1,930	CA-381_AC-651_Nv-1070	1	20%	Desarrollo de 10 metros, seccion 6x6x6, nicho, poza y servicios	1070	Veta Ramal Mary	15-Mar-21	31-May-21	1	1	1				0	0	0	0	
		290	CA_AC-926_Nv-920	2	0%	Sección 6x6x6, nicho, poza y servicios	920	Veta Ml	1-Jun-21	15-Jun-21	0	0	0	1	1						
		360	CA_RP-750-1_Nv-920	2	0%	Sección 6x6x6, nicho, poza y servicios	920	Veta Ml	16-Jun-21	5-Jul-21			1	1							
		460	CA_RP-750-2_Nv-920	2	0%	Sección 6x6x6, nicho, poza y servicios	920	Veta Ml	6-Jul-21	31-Jul-21			1	1							
	XRD-90-M04	1,433	CA_Nv-1180	2	0%	Desarrollo de 20 metros, seccion 6x6x6, nicho, poza y servicios	1180	Veta Ruth	1-Ago-21	30-Sep-21						1	1				
		1,620	CA-200_RP-115_Nv-1360	1	100%	Desarrollo de 12 metros, seccion 6x6x6, nicho, poza y servicios	1360	V. Mary	1-Abr-21	5-Jun-21	1	1	1				0	0			
		870	CA-210_RP-650_Nv-1340	1	0%	Desarrollo de 15 metros, seccion 6x6x6, nicho, poza y servicios	1340	V. Mary	6-Jun-21	10-Jul-21				1	1						
		1,600	CA-212_RP-650_Nv-1340	1	0%	Desarrollo de 15 metros, seccion 6x6x6, nicho, poza y servicios	1340	V. Mary	11-Jul-21	14-Sep-21						0	0	0	0		
	XRD-90-M05	2,350	CA-121_AC-121_Nv-1340	1	0%	Limpieza de 35 metros, seccion 6x6x6, nicho, poza y servicios	1340	V. Fátima	15-Sep-21	20-Dic-21									1	1	1
		860	CA-691_RP-586_Nv-1180	1	90%	Sección 6x6x6, nicho, poza y servicios	1180	V. Susana	15-May-21	20-Jun-21		1	1								
		1,190	CA-3850_RP-3850_Nv-1180	1	0%	Sección 6x6x6, nicho, poza y servicios	1180	V. Susana	21-Jun-21	5-Ago-21			1	1							
		1,960	CA-437_BP-368_Nv-1220	1	0%	Desarrollo de 20 metros, seccion 6x6x6, nicho, poza y servicios	1220	V. Susana	6-Ago-21	30-Oct-21						1	1	1	1		

- Resultados preliminares de sondajes ejecutados.

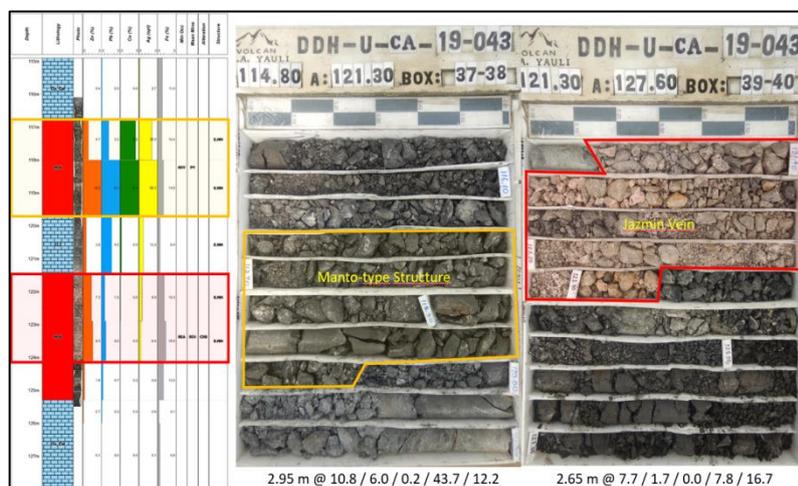
**Figura 4**

Vista de resultados preliminares que indujeron a la incidencia de continuidad mineralógica



## Figura 5

Importante potencial mineralógico. Tramos mineralizados con alto contenido de Zn, Pb, Ag y Cu; sumado a ello la considerable potencia de la estructura



### 2.3. Objetivos del trabajo de suficiencia profesional

- Fundamentar la configuración Geológica de la veta Jazmín y su entorno.
- Preparar el proyecto de exploración por avances y sondajes en la mina Carahuacra, a partir del nivel 920 en ascendencia.
- Familiarizarse con el procedimiento y la metodología empleados en el trabajo realizado.
- Analizar y comprender las características de la mineralización presente en vetas, cuerpos y mantos ubicados en las rocas compuestas por volcánicos, filitas y calizas.
- Estimar los recursos de la veta Jazmin.

### **III. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. Antecedentes**

La zona que abarca las minas Carahuacra, San Cristóbal y Andaychagua ha sido objeto de numerosas investigaciones debido a sus características geológicas y su significativo valor económico. Entre los estudios más importantes se encuentran los realizados por los geólogos Edwards, Dillingham y Stone entre 1920 y 1930, quienes establecieron las bases geológicas del área y elaboraron los primeros mapas geológicos.

Estas investigaciones en el distrito minero suscitaron el interés de muchos geólogos para interpretar su génesis, destacándose los trabajos pioneros de D. H. Mac Laughlin en 1924, J. V. Harrison en 1940 y W. Jenks en 1951.

Entre los años 1938 y 1949, numerosos geólogos evaluaron la zona en busca de pruebas de mineralización económica que justificaran la explotación de estos yacimientos. Entre los estudios más destacados se encuentran los de A. T. Snively y S. Ridge en 1944, quienes publicaron "Geología del Área de la Mina San Cristóbal", así como los trabajos de Wilson en 1963. Además, se realizaron informes privados por parte de varios geólogos de la Cerro de Pasco Copper

Corporation, incluyendo a N. Rivera, Lacy, Craton, H. Kobe y Terrones, en “Geología General y Metalogenia del Domo de Yauli”, A. Benavides, V. Petersen sobre “geología regional”; el trabajo más relevante es el de F. Megarst (1978), sobre el grupo Pucará tenemos a Szekely et al (1972), O. Palacios (1980); sobre mineralogía regional a G. C. Amstutz (1961), V. Petersen (1965),

D. Borkowsky (1975), H.W. Kobe (1977), Gunnesch et al (1990); sobre mineralización local a Snively (1946), P. A. Tosi (1956), W. A. Lyons (1968), J. C. Samana et al (1983), M. Bartlett (1984), M. Dalheimer (1985). En 1983 F. Vera estudió la “Reinterpretación Genética de la mineralogía en el Domo de Yauli”. Los geólogos de Centromin Perú S.A. contribuyeron significativamente al mejor conocimiento geológico de estos complejos depósitos minerales, lo que resultó en el establecimiento de Carahuacra como un activo centro minero.

José Yparraguirre (2005) identificó que en las rocas volcánicas, el relleno mineral tiene un origen hidrotermal y es de tipo epitermal, formado por procesos de fisuración con brechas. La secuencia de paragénesis comienza con la deposición de pirita, seguida por un largo período de mineralización del cuarzo. Luego, se depositaron minerales como esfalerita, calcopirita, cobre gris, galena, sulfosales de plomo y baritina, seguidos por rejalgar y oropimente. La segunda secuencia incluye pirita, cobres grises, sulfosales de plomo y estibina, y finalmente, se observan minerales supérgenos como melnikovita, anglesita, yeso, hematita y limonita. La veta muestra un zoneamiento vertical: la plata predomina en las zonas profundas, mientras que el zinc y el plomo son más abundantes en las partes superiores.

I. Fanlo, I. Subías, E. Mateo, A. Paniagua, B. García (2006) destacaron que la Cordillera Ibérica se caracteriza por la diversidad de sus yacimientos, tanto

desde una perspectiva mineralógica como tipológica. Existen depósitos filonianos de metales base, aunque pocas de estas minas han sido estudiadas mineralógicamente. En muchos yacimientos filonianos de la Cordillera Ibérica, el antimonio (Sb) y el arsénico (As) son los elementos predominantes, principalmente en forma de sulfosales. Este estudio preliminar describe y compara algunas de las mineralizaciones con sulfosales más destacadas de la región. Se encontraron diversas sulfosales, siendo los cobres grises comunes, con variedades ricas en antimonio, y solo la mina 'Ménsula' de Calcina contiene tenantita. Los cobres grises abarcan la serie de solución sólida tetraedrita-tenantita, junto con freibergita. La aparición de minerales como pirargirita, estefanita, polibasita, argentita y plata nativa sugiere condiciones de baja sulfidación, posiblemente debido a la pérdida de H<sub>2</sub>S durante la ebullición, la infiltración de agua meteórica con bajo azufre, o procesos de oxidación, indicados ocasionalmente por la presencia de barita en el yacimiento.

Mauricio Gonsalez Guillot y Cecilia Biel Soria (2004) describieron el yacimiento epitermal de Mina Martha, situado en el Macizo del Deseado en Santa Cruz, Argentina, donde ocurrieron eventos hidrotermales que formaron estructuras mineralizadas con oro y plata. Mina Martha es parte del sistema vetiforme Bacon y, junto con Cerro Vanguardia, está entre los siete depósitos de oro y plata en explotación en la actualidad. La mineralogía del yacimiento es compleja y poco común, con mineralización presente en vetas, agregados y brechas, siendo principalmente argentífera (sulfosales de plata) con oro y metales base asociados. Los minerales de plata incluyen tetraedrita-freibergita, pirargirita, miargirita, además de argentita, plata nativa, estefanita, polibasita y freislebenita en menor medida. El oro está asociado con la plata en forma de electrum. Los

sulfuros presentes abarcan pirita, calcopirita, marcasita, arsenopirita, esfalerita y galena.

## **3.2. Bases teóricas científicas**

### **3.2.1. Aspectos fisiográficos**

#### **3.2.1.1. Relieve**

El terreno examinado se caracteriza por un marcado proceso de intemperismo, que ha sido clave en la acción de los agentes erosivos, generando una serie de ciclos y procesos geomorfológicos. Esto ha modelado un paisaje diverso y abrupto, con una topografía que abarca desde llanuras amplias, que se extienden desde Yauli hasta La Oroya, hasta elevaciones y valles de distintas edades y estados de desarrollo.

#### **3.2.1.2. Geomorfología**

La zona estudiada se caracteriza por su gran altitud y relieve irregular, con altitudes que oscilan entre 4500 y 5200 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), siendo el Nevado Chumpe el punto más elevado. Según la clasificación altimétrica de J. P. Vidal (1948), estas áreas se encuentran en las regiones Puna (4100 a 4800 m.s.n.m.) y Janca (por encima de 4800 m.s.n.m.).

Se destacan los valles en forma de U de origen glaciario, como los valles glaciares de Carahuacra, Andaychagua, Chumpe y Yauli, que presentan distintas orientaciones, desde sureste a noroeste (SE a NW) en el caso de Carahuacra, de suroeste a noreste (SW a NE) en Andaychagua, y de suroeste a noreste (SW a NE) en el valle de Yauli, que se inicia en la laguna de Pomacocha. Estos valles son recorridos por pequeños ríos homónimos, de caudal permanente pero variable y poco torrentoso.

### **3.2.1.3. Hidrografía**

El agua desempeña un papel fundamental en la región, siendo un recurso natural crucial para múltiples actividades y para el equilibrio del ecosistema, que sustenta la vida vegetal y animal.

En la zona local, se destacan lagunas y ríos importantes. Por ejemplo, el río Andaychagua se origina en la laguna Lacsacocha, mientras que el río Yauli tiene su origen en la laguna Pomacocha, recibiendo aportes de afluentes como el río Carahuacra y quebradas de caudal variable. Todos estos ríos fluyen hacia el río Mantaro, que nace en las faldas del nevado Ticlio, atraviesa La Oroya y desemboca en la laguna Junín. A nivel regional, el Mantaro se une al río Apurímac, integrando la cuenca hidrográfica del Atlántico.

### **3.2.1.4. Drenaje**

La localidad es drenada por el río Carahuacra, que nace a 1.5 km al sureste de San Cristóbal y se alimenta del deshielo del nevado Chumpe. Este río fluye hacia el noroeste a través del valle de Carahuacra y desemboca en el río Yauli en un lugar conocido como Victoria. El río Yauli tiene su origen en la laguna Pomacocha, mientras que las aguas de la laguna Chumpe se utilizan en las operaciones mineras de San Cristóbal-Carahuacra.

### **3.2.1.5. Clima**

El clima predominante en la zona es frío y árido, común en áreas a una altitud superior a los 4500 metros sobre el nivel del mar. Se divide en dos estaciones bien marcadas: la temporada húmeda, de noviembre a abril, con nevadas y granizo, y temperaturas entre 15°C y 0°C, que varían

entre el día y la noche. La otra estación es la seca, el resto del año, con escasas precipitaciones y cielos despejados. Aunque pueden ocurrir nevadas esporádicas, las temperaturas pueden caer por debajo de los 0°C, especialmente en las primeras horas de la mañana.

#### **3.2.1.6. Vegetación**

Las condiciones climáticas de la región promueven el desarrollo de una vegetación dominada principalmente por gramíneas, siendo el "ichu" o paja de la puna la especie más común, alcanzando alturas de hasta un metro. Dado el clima extremo, no hay áreas cultivables en la zona, y los habitantes dependen de los recursos de los valles vecinos de Tarma y Mantaro.

Además del "ichu", hay otras especies vegetales en la región, aunque en menor medida. Algunas de estas plantas se utilizan con propósitos medicinales por la población local, como la Huila-Huila, la Escorzonera y la Huamanripa, así como arbustos como la Cunuca, la Huamanpinta y el Crespillo, junto con variedades rastreras como la Champa y la Yareta.

#### **3.2.2. Marco geológico regional**

La región central de Perú, dentro de la cordillera de los Andes, abarca unos 300 kilómetros y ha experimentado intensos procesos de plegamiento debido a la Orogenia Andina.

El distrito minero de San Cristóbal y Carahuacra se encuentra en el suroeste de una gran estructura regional en forma de domo, llamada el complejo Domal de Yauli. Este complejo incluye completamente los distritos de San Cristóbal y Morococha, donde se ubican depósitos minerales polimetálicos de

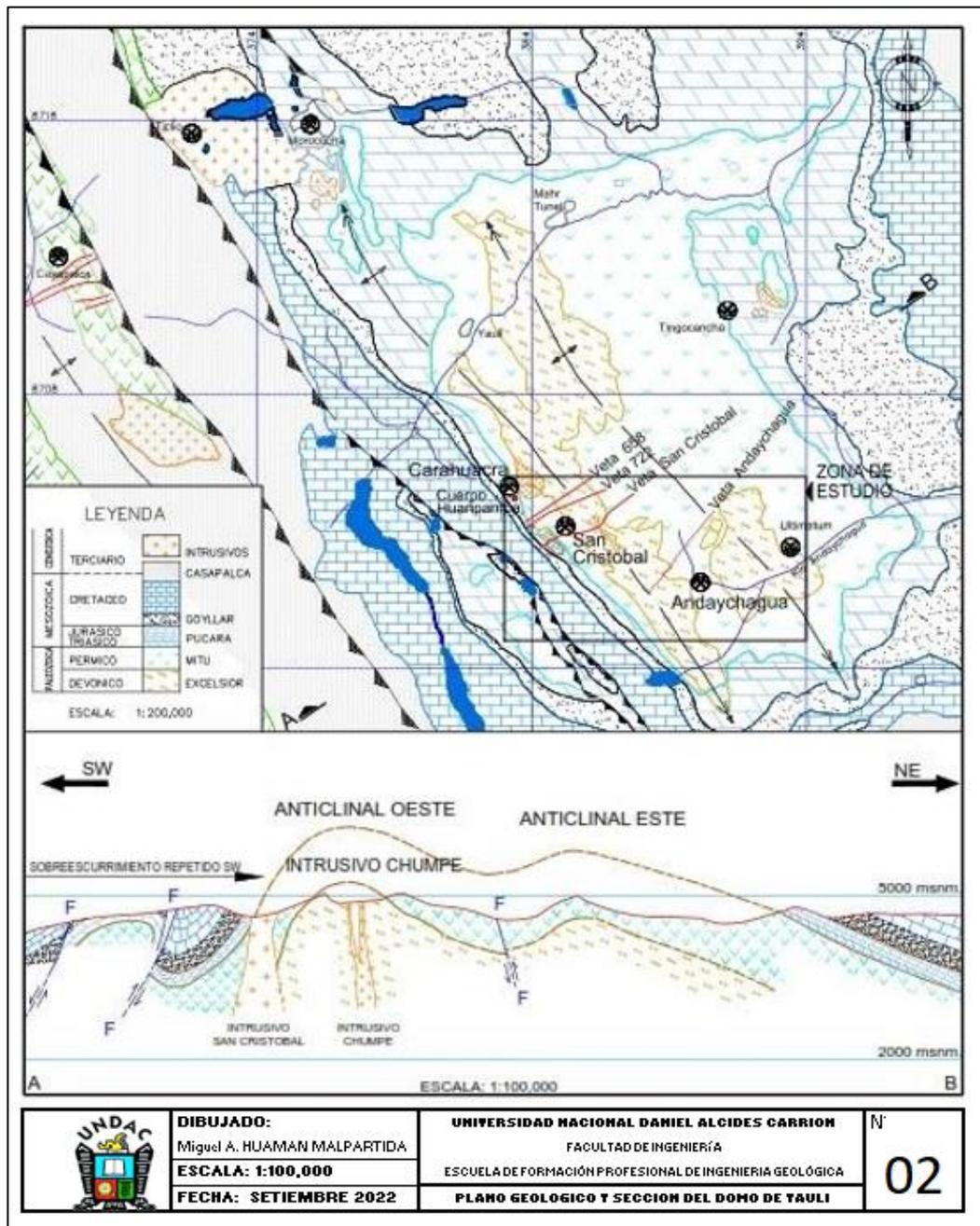
cobre, plomo, zinc y plata, próximos a las unidades mineras de San Cristóbal, Carahuacra, Andaychagua y Tíclio. Estas mineralizaciones están asociadas espacialmente con el extenso "sistema porfirítico" de Chumpe, caracterizado por intrusiones ácidas y una distribución regional de las mineralizaciones.

El Domo de Yauli tiene una forma rectangular y se orienta según los pliegues y fracturas del dominio andino, en dirección noroeste-sureste. En su centro se encuentra el "zócalo paleozoico" de rocas metamórficas, mientras que los flancos están cubiertos por rocas sedimentarias mesozoicas, como calizas de los grupos Pucará, Goyllarisquizga, Machay y formaciones Jumasha.

La presencia de cuerpos intrusivos y extrusivos indica una importante actividad ígnea en la zona.

**Figura 6**

Plano geológico y sección del domo de Yauli



### 3.2.2.1. Estratigrafía

En el área de investigación se detalla la sucesión de unidades estratigráficas que conforman el anticlinal de Chumpe, ordenadas por antigüedad desde el núcleo hacia los flancos, abarcando desde el Paleozoico hasta el Cretácico Superior.

**a) Grupo Excelsior (Silúrico-Devónico)**

Las rocas más antiguas en la región son las filitas del Grupo Excelsior, que forman el núcleo del anticlinal de Chumpe. Se encuentran al este de la mina Ultimátum y en ventanas tectónicas en la zona oeste de Tincocancha. Estas filitas, metamorfizadas a partir de lutitas, tienen un color que va de gris oscuro a negro, con tonos amarillentos debido a la impregnación de óxidos. Presentan lentes irregulares de cuarzo, llamadas boudinage.

La textura de las filitas es fina, con secciones de cuarzo blanco lechoso, y muestran alteraciones como sericitización, de color gris blanquecino, y cloritización, de color negro verdoso, alejadas de la zona de mineralización. Estas rocas están intensamente deformadas, con fracturamiento intenso y fallamientos curvos debido a su plasticidad.

La mineralización en este grupo fue descrita por H.WE. Kobe, quien identificó dos tipos: uno de tipo manto en la mina Ultimátum y Carahuacra (manto Viejecita), con mineralización de hierro, zinc, plomo y plata; y otro de tipo Estrato-Ligado, en el anticlinal de Ultimátum, con níquel, cobalto, arsénico (antimonio), hierro y azufre. Aunque la potencia total de este grupo no está determinada, se estima en 1800 metros según J. V. Harrison (1943), basándose en una secuencia similar en los alrededores de Tarma. Estas rocas se datan del Devónico, con presencia de fósiles crinoideos.

**b) Grupo Mítu (Pérmico)**

En la parte oriental del domo, hay una formación que emerge por encima de las filitas del Grupo Excelsior debido a la erosión. Esta formación consta de conglomerados gruesos, areniscas y limonitas arcóscicas en la base, con tonos rojizos y pardos, y volcanoclásticos riolíticos y derrames volcánicos irregulares en la parte superior, que varían desde andesíticos hasta dacíticos, así como tufos, conocidos localmente como Volcánicos Catalina.

La potencia del Grupo Mitu varía según la ubicación. Al oeste de la mina San Cristóbal, la potencia de los Volcánicos Catalina alcanza los 800 metros, en Morococha llega a los 760 metros, y en otros lugares puede ser de hasta 300 metros. F. Mégard (1979) estima la edad de esta formación entre el Pérmico medio y el Triásico inferior.

**c) Grupo Pucará (Triásico Superior-Liásico)**

En la región de Tincocancha, el Grupo Pucará, una sucesión de facies calcáreas, se compone principalmente de calizas y dolomías sedimentarias marinas que rodean completamente el Domo de Yauli, desde Suitucancha hasta Morococha y desde Tincocancha hasta San Cristóbal y Carahuacra. Estas formaciones se superponen de manera discordante y erosionada sobre la serie volcanoclástica del Grupo Mitu. En áreas como Pomacocha y Abascocha, en la parte occidental de la zona, estas capas se encuentran por encima de formaciones más recientes debido a fenómenos de sobreescorrimento.

En Tincocancha, la base de esta formación está compuesta por limolitas calcáreas que gradualmente se transforman en margas y calizas arcillosas. Alrededor de La Oroya, se ha determinado que el

Grupo Pucará tiene una potencia de 1400 metros. Sin embargo, en San Cristóbal, en la entrada de la Quebrada Tincocancha, S. Rosas (1994) ha medido la sección típica del Domo de Yauli, estimando un espesor de 452 metros e identificando las formaciones Chambará, Aramachay y Condorsinga.

**d) Formación Chambará (Triásico Superior)**

Se trata del estrato basal de la secuencia carbonatada del Grupo Pucará, que se compone de una serie terrígena seguida por capas calcáreas compuestas de calizas dolomíticas y dolomitas. Estas capas están separadas por estratos calcáreo-arcillosos y tufos de algunos centímetros de espesor. Las rocas calcáreas muestran una tonalidad gris claro que puede variar hasta el negro debido a la presencia de material orgánico. Además, se observa la presencia de brechas intraformacionales monogénicas en esta secuencia.

**e) Formación Aramachay (Jurásico Inferior)**

La Formación Aramachay se compone principalmente de pizarras limosas como componente predominante, seguidas de areniscas de grano fino, capas de calizas y chert. Las calizas se presentan en bancos que oscilan entre los 20 y 30 centímetros de espesor, a menudo de forma lenticular o en nódulos discoidales de hasta un metro de diámetro. Además, se pueden observar capas vulcano-detriticas en esta formación.

En términos generales, la litología característica de la Formación Aramachay consiste en calizas negras bituminosas laminadas, con la presencia de fósiles como amonites y ostrácodos bivalvos. Esta

formación se encuentra situada sobre la Formación Chambará en una disposición concordante.

**f) Formación Condorsinga (Jurásico Inferior)**

Se coloca de manera correlativa sobre la Formación Aramachay.

Su composición litológica está mayormente constituida por calizas oolíticas o bioclásticas, con una presencia significativa de chert en la mitad inferior de la formación. Se observan intercalaciones tufáceas de tonalidad gris claro, con un rango de granulometría que va desde fino hasta medio. Las calizas muestran una variedad de tonos que van desde el gris claro hasta el gris oscuro, siendo mayormente de grano fino, aunque se pueden encontrar áreas con una marcada brechación.

En esta formación, la mineralización es ampliamente reconocida en la región central del Perú. En la zona, se encuentran capas que se desarrollan en el límite superior de la Formación Aramachay y en la base de la Condorsinga, con espesores variables que van desde unos pocos centímetros hasta varios metros. La mineralogía predominante incluye esfalerita, hematita, minerales de plata, carbonatos como la siderita y la rodocrosita, entre otros.

**g) Grupo Goyllarisquizga (Cretácico Inferior-Valangiano-Aptiano)**

Estas capas se encuentran en posición discordante y corren paralelas a las calizas del Grupo Pucará, circundando el domo y situadas por debajo de las calizas de la formación Chúlec. Tienen un espesor aproximado de entre 80 y 100 metros y se dividen en dos unidades distintas: la primera está compuesta por lutitas, limolitas y areniscas finas arcillosas poco consolidadas, de tono marrón rojizo, con un

grosor que varía entre 20 y 40 metros; la segunda consiste en una alternancia de areniscas cuarzosas blancas y lutitas, que se tornan gradualmente más calcáreas hacia la parte superior, donde se encuentran las calizas Chúlec.

En la base de esta secuencia de lutitas y limolitas rojizas se aprecian derrames de diabasas que siguen la estratificación de manera concordante. Se estima que esta formación tiene una edad Neoconiano-Aptiana, según H. Salazar (1983).

#### **h) Grupo Machay (Cretácico Medio)**

Se encuentra expuesta tanto al sureste como al suroeste del área cartografiada. En estas direcciones, se ha logrado identificar las formaciones Chúlec y Pariatambo, las cuales se disponen de manera concordante sobre el Grupo Goyllar y por debajo de la formación Jumasha.

#### **i) Formación Chúlec**

Identificada inicialmente por Mac Laughlin en 1924 como parte del Grupo Machay, la formación Chúlec fue posteriormente reconocida como una formación independiente por Benavides en 1956. Está compuesta por una sucesión de rocas calcáreas que comienzan con estratos delgados a medianos de caliza margosa en la base, que cambian gradualmente a caliza arenosa, luego a caliza fosilífera y finalmente a caliza dolomítica fosilífera hacia la parte superior. Un estrato de caliza bioclástica tipo "grainstone" marca la transición entre la formación Chúlec y la formación Pariatambo. Se estima que tiene

un grosor de alrededor de 400 metros en las proximidades de la laguna Pullcacocha.

**j) Formación Pariatambo**

Inicialmente designada por Mac Laughlin en 1924 como la parte superior del Grupo Machay, ahora se considera una unidad geológica independiente. Esta formación se compone de estratos delgados de calizas bituminosas fosilíferas que exhiben una abundancia notable de amonites. Hacia el término de la formación, las calizas se entremezclan con niveles delgados irregulares y nódulos de chert negro en proximidad al contacto con la formación Jumasha. Se estima que su espesor varía entre 50 y 110 metros. De acuerdo con H. Salazar (1983), estas formaciones se sitúan en un rango de edad que abarca desde el Albiano medio hasta el Cenomaniano.

**k. Formación Jumasha**

Se sitúa en una posición en conformidad sobre la formación Pariatambo y se extiende hacia el este y oeste. Está constituida por estratos de calizas, dolomitas y dolomitas calcáreas de grosor medio a grueso, con presencia limitada de fósiles y tonos que varían desde el gris claro hasta el blanco y el gris amarillento. En la parte suroeste del domo y en la base de la secuencia, se pueden identificar flujos de basalto que siguen la disposición estratigráfica, con un grosor generalmente inferior a los 20 metros. De acuerdo con H. Salazar (1983), se estima que esta formación tiene una edad correspondiente al Cenomaniano.

**l) Formación Casapalca**

Se localiza en una posición de desacuerdo sobre la formación Jumasha y se ha mapeado al sur del domo, entre el cerro Ajhuí y la laguna Cuancocha. Está compuesta por secuencias de areniscas, limolitas, limolitas calcáreas y calizas con tonalidades rojizas en la base, mientras que hacia la parte superior se distinguen niveles delgados a medianos de calizas masivas sin fósiles y de tonalidad rojiza clara. Según investigaciones de F. Mégard (1979) y H. Salazar (1983), debido a sus relaciones estratigráficas y tectónicas, se estima que esta formación tiene una edad que va desde el Cretácico superior (Santoniano) hasta el Eoceno medio.

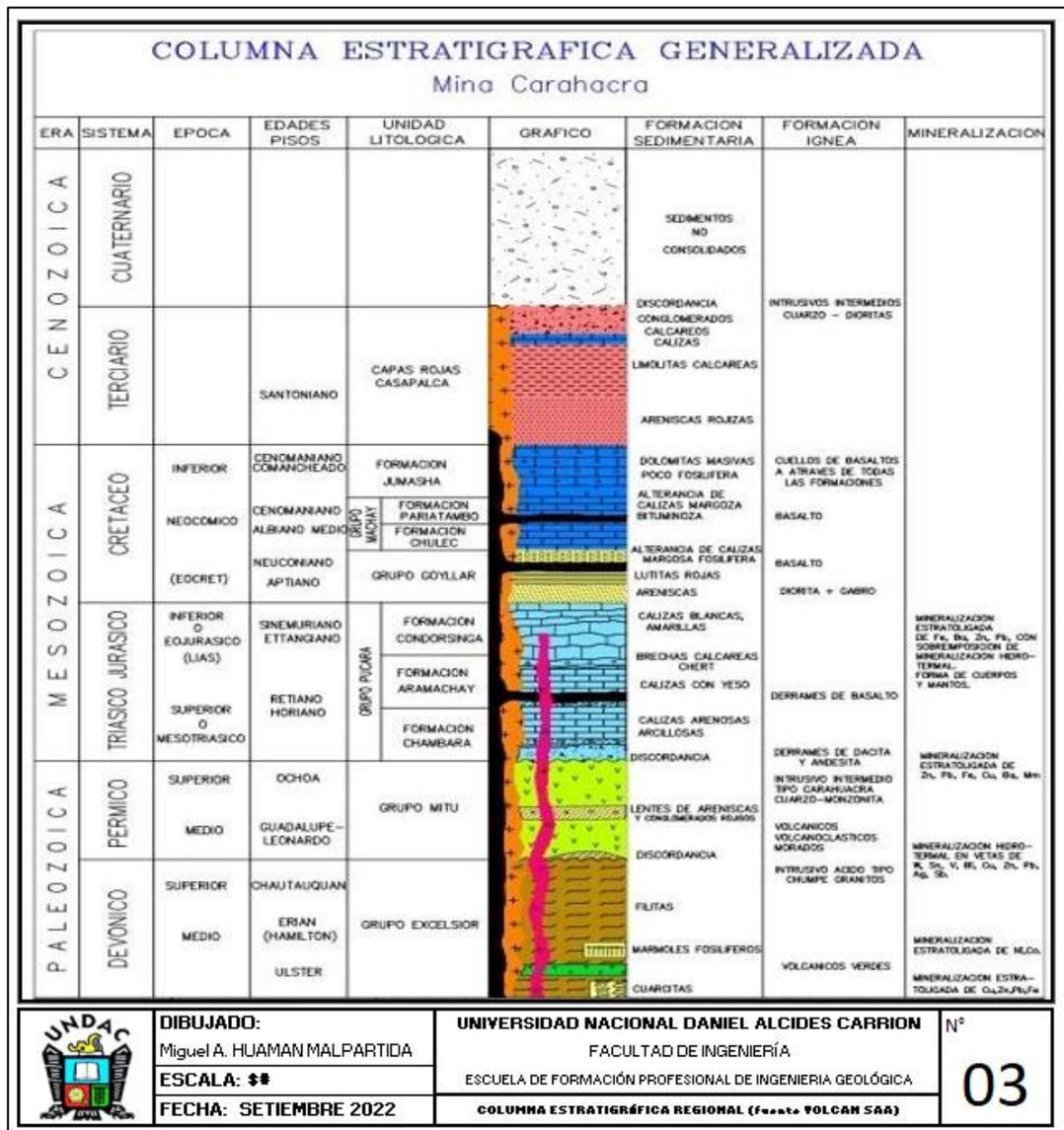
**m) Cuaternario**

Durante el cuaternario, la acción de los glaciares, el agua de lluvia y los vientos han causado una erosión intensa, resultando en la acumulación de sedimentos en los lechos de los valles y quebradas. Estos depósitos incluyen morrenas, aluviones y depósitos fluviales que pueden llegar a tener 15 a 20 metros de espesor.

Las morrenas están compuestas por fragmentos de diversos tamaños, desde pequeños hasta bloques de 2 metros de diámetro, evidenciando la acción glacial del Pleistoceno. Estos depósitos han formado presas naturales en las lagunas escalonadas locales.

Con una composición diversa que incluye rocas calcáreas, cuarcíticas, arenosas e ígneas, estos sedimentos están ligeramente cementados por arenas y arcillas, dándoles una apariencia compacta. Algunos sedimentos han sido transportados por el agua de escorrentía, convirtiéndose en depósitos fluviales glaciares.

**Figura 7**  
Columna Estratigráfica regional



**n) Rocas Ígneas (Permico)**

La actividad ígnea en el distrito comenzó en el Pérmico con las andesitas y dacitas de los volcanes Catalina, manifestándose como derrames lávicos. Durante el Mesozoico, se registraron eventos volcánicos esporádicos, como la intercalación de basaltos con calizas. La mayor actividad ígnea ocurrió hacia el final del Terciario, con las intrusiones monzoníticas en forma de stocks, que deformaron intensamente las rocas sedimentarias circundantes. También se

observa intrusión a través de diques de andesita y cuerpos de roca básica e intermedia que cortan transversalmente los sedimentos.

El Intrusivo Carahuacra se encuentra en el límite entre los volcanes Catalina y las filitas Excélsior, al norte de San Cristóbal. Con una naturaleza cuarzo-monzonítica, tiene una forma elongada en dirección noroeste-sureste, cubriendo aproximadamente 2 kilómetros cuadrados.

Inicialmente se creía que el intrusivo era un cuello volcánico, pero nuevas evidencias sugieren que es de origen terciario, ya que corta a los volcanes Catalina. La mineralización en las vetas ocurrió poco después de este período, como indican muestras datadas en 7.2 millones de años. En el área de San Cristóbal se identifican dos tipos de intrusivos: ácidos y básicos.

**o) Intrusivos ácidos**

En el distrito, se encuentran varios cuerpos de roca intrusiva, incluyendo stocks de monzonita cuarcífera y diques de alaskita, un tipo de granito que contiene cuarzo y feldespatos alcalinos. Uno de los stocks más destacados es el intrusivo Carahuacra, ubicado al este de la mina Carahuacra, con dimensiones de 1100 metros de largo por 800 metros de ancho. Este intrusivo atraviesa las Filitas Excélsior y los volcanes Catalina. Otro stock relevante es el intrusivo Chumpe, situado al sur del intrusivo Carahuacra, en el centro del Anticlinal de Chumpe. Es la cumbre más alta de la zona y está parcialmente cubierto por un glaciar. Se compone principalmente de monzonita cuarcífera de color gris claro, con una textura porfirítica donde

predominan ligeramente los feldespatos alcalinos sobre las plagioclasas, junto con una menor proporción de biotita y cuarzo.

Además de estos stocks, existen otros importantes en la región, como el intrusivo de Carahuacra y el intrusivo de Chumpe. El intrusivo de Carahuacra tiene dimensiones de 1.5 kilómetros de largo por 1.0 kilómetros de ancho, y aflora en la parte noroeste del área de San Cristóbal, en contacto con las filitas del Grupo Excélsior y los volcanes Catalina. Por su parte, el intrusivo de Chumpe constituye el pico más elevado en el área de San Cristóbal y se ubica a lo largo de la zona axial del anticlinal que lleva su nombre.

Además de los stocks, se identifican una serie de diques irregulares, paralelos y con buzamientos verticales, conocidos localmente como diques de alaskita. Estos intruyen las filitas del Grupo Excélsior a lo largo de la zona axial del anticlinal de Chumpe y están asociados en profundidad con el intrusivo de Chumpe. Desde el punto de vista petrográfico, estos diques consisten en granitos porfiríticos.

**p) Intrusivo San Cristóbal**

Es un intrusivo de naturaleza ácida que abarca desde cuarzo monzonita hasta cuarzo monzodiorita. A través del examen macroscópico de testigos de perforación diamantina, se establecieron las siguientes características:

A. Cuarzo monzonita: Se presenta en tonalidades que van desde el gris claro hasta el pardo en algunas áreas, con una textura porfídica afanítica. Contiene fenocristales subhedrales de plagioclasa (20-30%), cuarzo (5%), feldespato potásico (15-20%) y biotita (10-20%).

Se identifica la presencia de piritita diseminada (20%) y muestra una alteración argílica. Durante la alteración, las plagioclasas se convierten en caolinita, y las hornblendas en biotita y luego en sericita.

B. Monzonita: Exhibe tonos que varían entre el gris claro y el pardo en algunas áreas, con una textura porfídica afanítica. Contiene fenocristales subhedrales de plagioclasa (20-30%), feldespato potásico (20-30%) y biotita (15-20%). Se observa la presencia de piritita diseminada (25%) y una alteración argílica. Durante la alteración, las plagioclasas se transforman en caolinita, y las hornblendas en biotita y luego en sericita.

C. Cuarzo monzodiorita: Presenta tonos que van desde el gris hasta el marrón claro, con una textura porfídica. Contiene fenocristales subhedrales de plagioclasa (25-30%), cuarzo (5%) y biotita (15%), con feldespato potásico en algunas áreas (10%). Se observa la presencia de piritita diseminada y una alteración argílica. Durante la alteración, las plagioclasas se convierten en caolinita, y las biotitas en sericita. Esta formación ha sido datada en 4.1 millones de años en el campo Huaripampa.

**q) Intrusivos básicos**

Se han identificado en el área de Andaychagua y cerca del intrusivo Carahuacra. En Andaychagua, se encuentran en forma de un cuerpo elipsoidal de gabro, de aproximadamente 250 metros de longitud y 70 metros de ancho, que penetra en las filitas Excélsior. Además, hay un dique similar en composición en la fractura de la veta Andaychagua

dentro de las mismas filitas. Estos cuerpos intrusivos, de color negro verdoso y textura de grano grueso, están principalmente compuestos por plagioclasa cálcica, con una menor proporción de augita y olivino. Cerca del intrusivo Carahuacra, se observan diques de diabasa que discurren casi paralelos al eje del anticlinal de Chumpe, penetrando las filitas. También se han encontrado diques de composición intermedia, como andesitas. Estas últimas muestran tonos verdosos en superficies frescas y verdoso-blanquecinas en superficies expuestas, con una textura afanítica. Las plagioclasas sódicas a subcálcicas son predominantes, con una presencia menor de cuarzo y minerales ferromagnesianos. Estos intrusivos se han datado alrededor de los 3.1 millones de años.

### **3.2.3. Geología local**

Las vetas Mary, ML, y Yanina están emplazadas en las filitas del Grupo Excélsior, los volcanes del Grupo Mitu, las calizas del Grupo Pucará y el intrusivo Carahuacra. La veta Jazmin se encuentra alojada en las calizas del Grupo Pucará.

#### **3.2.3.1. Estratigrafía local**

##### **a) Grupo Excélsior (Devónico)**

En el nivel 820, se puede rastrear desde el Túnel Victoria en la dirección este de la veta Mary, desde los 65 metros hasta los 168 metros, y luego desde los 670 metros hasta los 750 metros. En el contexto de las filitas, se encuentra el intrusivo Carahuacra, que data del Pérmico, junto con otros intrusivos más pequeños de la misma época que el intrusivo Chumpe. Estos intrusivos sirvieron como la fuente para la formación de vetas y cuerpos en el área de Carahuacra.

Las filitas exhiben un tono gris oscuro a negro, con una dirección promedio de N 68° W y un buzamiento de 50° al suroeste.

**b) Grupo Mitu (Pérmico)**

En el nivel 820, se observa una discordancia erosional que yace sobre las filitas del Grupo Excélsior desde el Túnel Victoria hasta 750 metros al este, mientras que a 50 metros al oeste se encuentra en contacto con el Grupo Pucará. La parte inferior de esta unidad está constituida por conglomerados gruesos, areniscas y limolitas arcósicas, típicamente con tonalidades rojizas y pardas. En contraste, la parte superior está compuesta por volcanoclásticos con características riolíticas y derrames volcánicos irregulares que varían desde andesíticos hasta dacíticos.

**c) Grupo Pucara (Triásico Superior-Liásico)**

Principalmente, el Grupo Pucará se compone de una sucesión sedimentaria marina, dominada por facies carbonatadas como calizas y dolomías, que se depositaron sobre la serie volcanoclástica del Grupo Mitu mediante una discordancia erosional.

En el nivel 820 del Grupo Pucará, se han identificado varias formaciones, entre ellas Chambará, Aramachay y Córdorsinga. Estos sedimentos están compuestos principalmente por calizas y dolomías, con bancos delgados a medianos, presentando tonalidades grisáceas a gris claro. Se alternan o están intercaladas con tobas volcánicas, que han actuado como capas de sellado en algunos cuerpos minerales. Entre los cuerpos principales en la Mina de Carahuacra dentro de este

grupo se encuentran Principal Techo, Huaripampa, Lidia y 423, mientras que los mantos principales son Principal y Viejecita, 570.

**d) Grupo Goyllarisquizga**

La formación se caracteriza por una base de areniscas de tonalidad blanquecina, con presencia de niveles delgados de conglomerados en los estratos medios. Estas areniscas exhiben estratificación cruzada y sesgada, con un tamaño de grano que varía de medio a fino, y se estima que tienen una potencia de aproximadamente 90 metros. En la parte media de la formación, se encuentran lutitas bituminosas que contienen niveles de carbón y muestran estratificación laminar. Hacia la parte superior, las areniscas son de color rojo y de grano medio, con una fina capa de microconglomerado. En la cúspide de la formación, hay una alternancia de areniscas de tonos blancos y amarillentos, con fragmentos de origen fluvial dispersos en una matriz silíceo o arcillosa, presentando una compactación leve. Se observa frecuentemente la presencia de mantos de carbón intercalados con horizontes de lutitas bituminosas.

**e) Intrusivos**

A lo largo del anticlinal de Yauli, se observan pequeños stocks de monzonita cuarcífera y diques de andesita y diabasa. En Carahuacra, un dique de diabasa corta la apófisis norte del intrusivo Carahuacra y es visible en el Túnel Victoria sin alteraciones. El intrusivo Carahuacra se encuentra al este de la mina, intruyendo formaciones premesozoicas. Tiene una forma alargada en dirección N-S, con una longitud de 1,100 m y un ancho de 850 m, además de una apófisis de

550 m en su lado norte. Presenta una textura porfirítica y está compuesto predominantemente por feldespatos, con menor proporción de biotita y cuarzo en una matriz afanítica, identificado como cuarzo monzonita. Su datación es de 3.1 millones de años.

### **3.2.3.2. Geología estructural**

#### **a) Plegamiento**

La estructura regional dominante en el área es el Domo de Yauli. La Mina Carahuacra se sitúa en el flanco occidental de esta estructura, que se extiende longitudinalmente unos 35 kilómetros desde San Cristóbal hasta Morococha y transversalmente unos 10 kilómetros. El rumbo promedio de la estructura es N 40° O. Es asimétrica, con el flanco este buzando entre 30° y 40° y el flanco oeste entre 60° y 80°. Está compuesta por varios anticlinales y sinclinales, entre los cuales los anticlinales más importantes son el de Chumpe y el de Yauli (Ultimátum), cuyos ejes varían entre N 35° y 40° O. El anticlinal Chumpe se encuentra en el extremo oeste, con un flanco occidental que buza 55° al SO y un flanco oriental que buza 30° al NE. Su núcleo está compuesto por rocas del Grupo Excelsior, el flanco occidental por calizas Pucará y areniscas Goyllarisquizga, y el flanco oriental por rocas del Grupo Mitu y, sobre estas, las del Grupo Pucará. Este anticlinal es considerado el extremo suroeste del Domo de Yauli, donde se ha producido la mayor acción del plegamiento.

En la región se reconocen dos períodos principales de actividad tectónica. El primero, del Pérmico Inferior, conocido como Tectónica Tardihercínica, provocó un intenso plegamiento de las filitas

Excélsior. El segundo, denominado Tectónica Andina, afectó principalmente a las rocas mesozoicas y comenzó a fines del Cretácico, continuando durante el principio y mediados del Terciario. En la Cordillera de los Andes se identifican tres etapas de plegamiento: el "Peruano" a fines del Cretácico, antes de la deposición de las capas rojas; el "Incaico" a principios del Terciario, siendo el más intenso y seguido por un período de actividad ígnea; y finalmente el "Quechua" a mediados del Terciario.

#### **b) Fracturamiento**

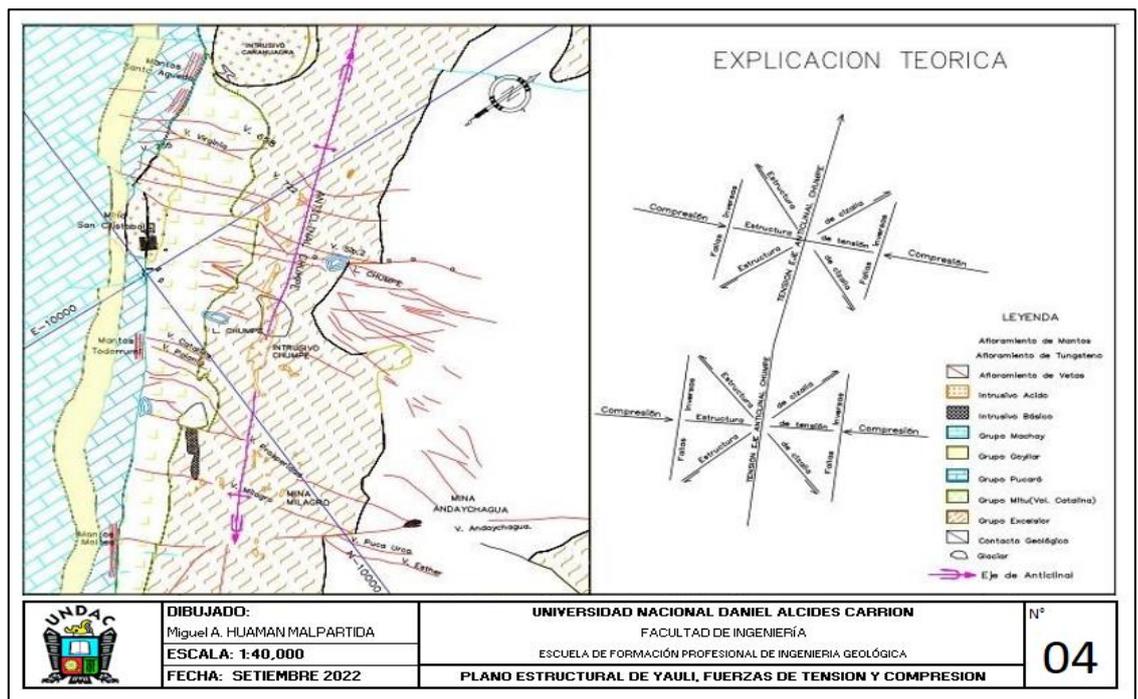
El sistema de fracturas observado en la Mina Carahuacra parece haber sido causado por fuerzas compresivas e intrusivas que contribuyeron a la formación del Domo de Yauli.

- Durante el plegamiento "Peruano" a finales del Cretácico, fuerzas compresivas con orientación NE - SO comenzaron a formar el anticlinal Chumpe. A medida que estas fuerzas aumentaron durante el plegamiento "Incaico", los estratos inferiores de caliza se deslizaron sobre los volcánicos subyacentes, generando múltiples fallas inversas y pliegues de arrastre. Es posible que las fallas inversas detectadas al oeste de San Cristóbal en las calizas del Grupo Pucará estén relacionadas con este sistema. Se sugiere que las fuerzas de compresión detenidas temporalmente crearon fracturas longitudinales paralelas al eje del anticlinal Chumpe, las cuales fueron rellenadas por diques de alaskita en el núcleo del anticlinal.

- A medida que las fuerzas compresivas continuaron actuando, surgieron fracturas de cizalla con orientación E - O, como las vetas principales San Cristóbal y Virginia al atravesar las filitas, formando la veta Prosperidad.
- Durante el Plegamiento "Quechua", el anticlinal Chumpe siguió siendo afectado por fuerzas compresivas, además de la intrusión de stocks de monzonita cuarcífera, resultando en un levantamiento y arqueamiento del anticlinal. Esto provocó fracturas de tensión, como las vetas Virginia, Ferramina, San Cristóbal, Catalina y Polonia, en la zona de los volcánicos.

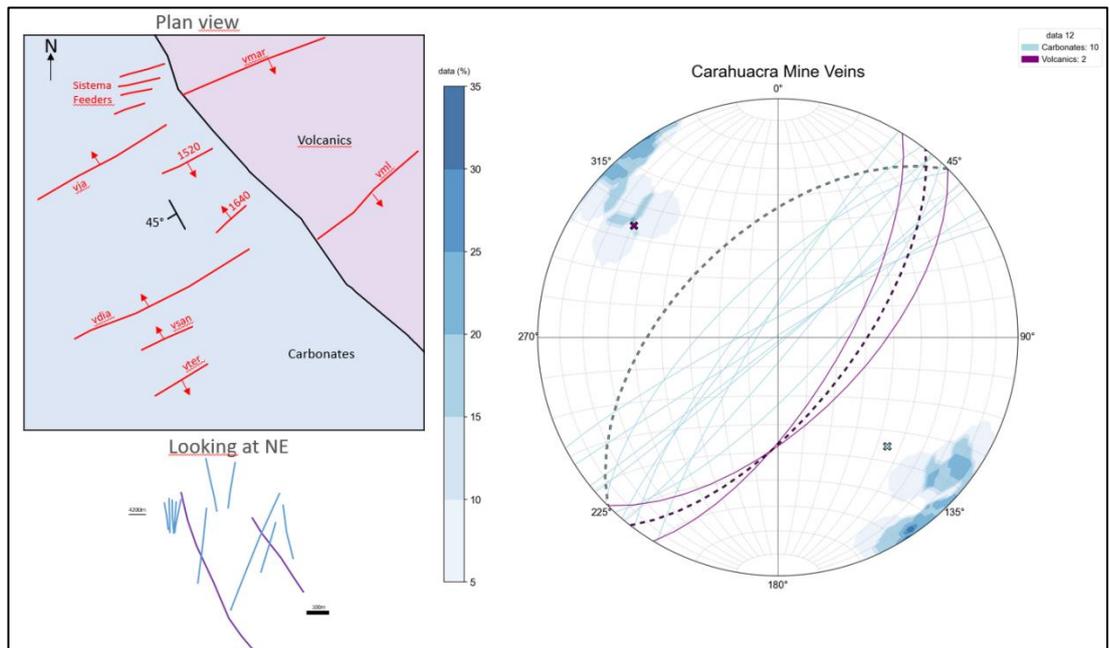
**Figura 8**

Plano estructural de Yauli, fuerzas de tensión y compresión



## Figura 9

### Análisis local del comportamiento estructural



Se observa en el gráfico anterior el comportamiento estructural variado en las diversas litologías, especialmente destacando el deterioro significativo experimentado por los carbonatos, principalmente las calizas. Este fenómeno contribuye a la comprensión del complejo estructural presente en la zona en análisis, indicando un elevado grado de actividad tectónica. Por otro lado, en los volcánicos, se observa un comportamiento más uniforme y sistemático.

#### 3.2.3.3. Geología económica

La complejidad geológica del área ha generado una variedad de depósitos minerales en toda la región. Tras la última fase del plegamiento "Quechua" y la formación de fracturas por tensión, comenzó el proceso de mineralización. Se sugiere que soluciones mineralizantes residuales, posiblemente provenientes de los stocks de monzonita cuarcífera,

penetraron en la región, dando lugar a la formación de vetas, mantos y cuerpos minerales. Sin embargo, recientemente se ha explorado la posibilidad de que los mantos se originen a partir de procesos exhalativos-sedimentarios (mineralización jurásica), que podrían haber ocurrido simultáneamente con la deposición de las calizas. Esto implicaría la contribución de minerales a partir de un filón o filones. Por otro lado, los cuerpos minerales se consideran como un sistema mixto entre ambos procesos (mineralización jurásica-terciaria).

#### **3.2.3.4. Ocurrencia de mineralización**

La mineralización se presenta en forma de vetas, mantos y cuerpos minerales en todo el distrito minero. Las vetas, que también se conocen como filones, se formaron principalmente por el relleno de fracturas, siendo más ricas en minerales aquellas que surgieron a lo largo de fracturas de tensión. Por otro lado, las fallas de cizalla, debido a su mayor componente de desplazamiento lateral, mostraron una mineralización deficiente o escasa. Estas estructuras se encuentran distribuidas en todo el distrito minero, con mayor desarrollo en los volcánicos del Grupo Mitu.

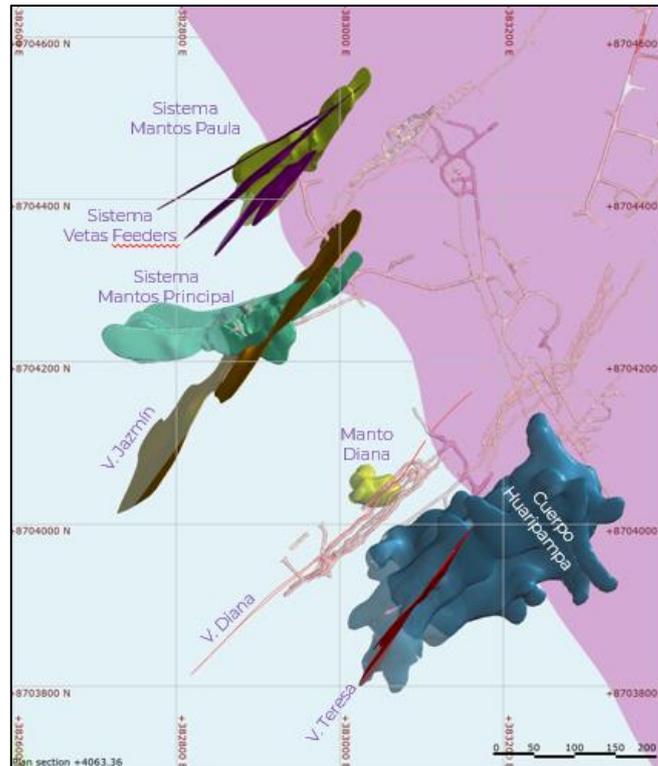
Los mantos se localizan en el flanco occidental del anticlinal, dentro de las calizas Pucará, y muestran una disposición concordante con la estratificación, especialmente desde el contacto con los volcánicos del Grupo Mitu.

Los cuerpos minerales, al igual que los mantos, se encuentran en el flanco occidental del anticlinal, también en las calizas Pucará. Estos

cuerpos se forman mediante la fusión de varios mantos o en la intersección de una veta con algún manto preexistente.

### Figura 10

Distribución geológica de las estructuras mineralizadas en el área de interés



#### 3.2.3.5. Mineralogía, paragénesis y textura

El mineral predominante es la esfalerita, que se encuentra asociada con galena, pirita y marcasita. La matriz mineralógica está compuesta principalmente por sílice en forma de chert de diversos colores, con cuarzo en una proporción menor. Además, se ha observado un enriquecimiento secundario que incluye óxidos de hierro y magnesio, así como presencia de plata nativa, argentita y pirargirita.

La secuencia es como sigue:

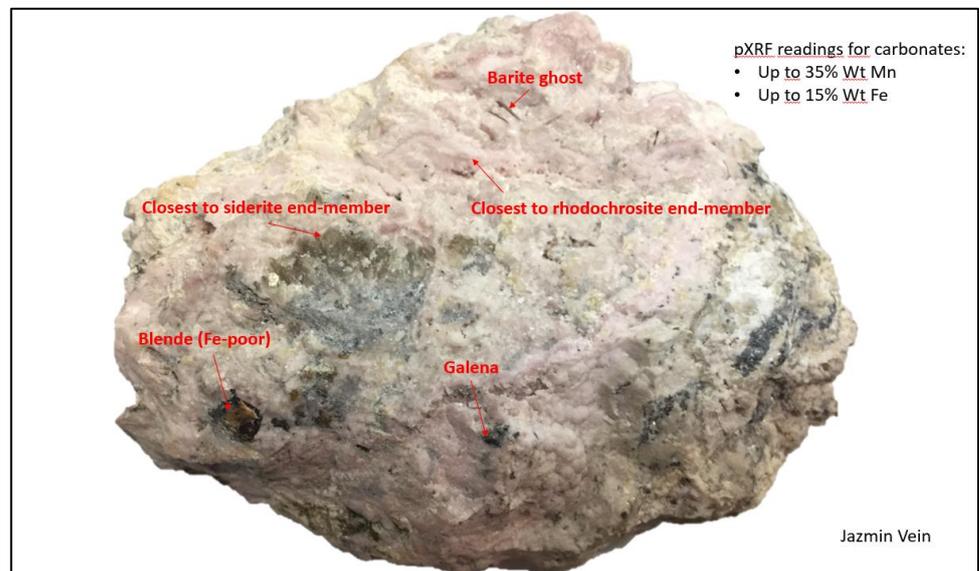
- Esfalerita ferrosa - chalcopirita
- Magnetita - Hematita - Pirita

- Pirita
- Galena
- Esfalerita
- Pirita
- Estibina – Jamesonita
- Cuarzo – Carbonatos
- Marcasita
- Yeso – Barita

La textura se caracteriza por dos aspectos distintivos: en primer lugar, el reemplazo de las calizas, y en segundo lugar, la presencia de fisuras y cavidades.

### Figura 11

Carbonatos!



## Figura 12

Mineralización base, Carahuacra Mine



### 3.2.3.6. Controles de mineralización

Los principales factores que influyen en la mineralización son de naturaleza estratigráfica y estructural.

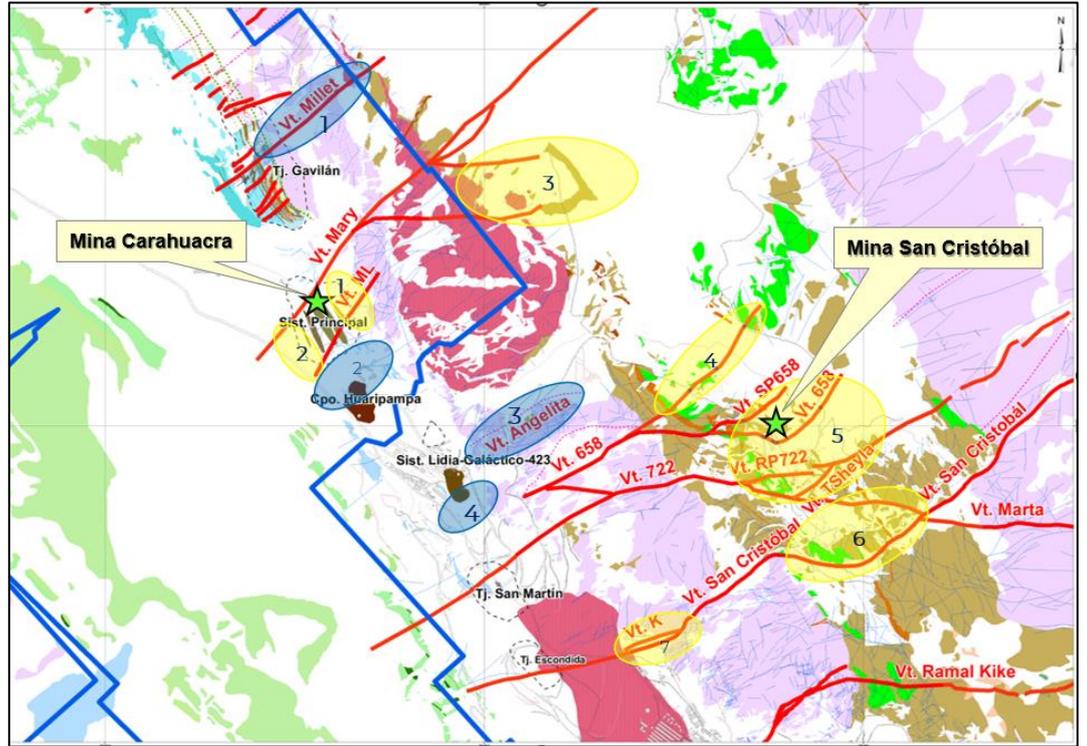
Desde una perspectiva estratigráfica, se observa que la mineralización ocurre principalmente en capas fracturadas que han experimentado silicificación o dolomitización. El contacto entre los volcánicos y las calizas Pucará es un factor crucial que controla la mineralización.

En cuanto al control estructural, se evidencia un intenso fracturamiento previo a la mineralización, con una orientación predominante de N 60° - 85°E. Este fracturamiento posiblemente contribuyó a la formación de los mantos minerales y facilitó el relleno de vetas. Es esencial dirigir las exploraciones hacia estas estructuras,



**Figura 14**

Imagen general del distrito minero de Yauli



**Figura 15**  
**Plano de Geología Local**



### **3.2.3.7. Sistema de vetas Carahuacra**

El grupo de vetas en el área de Carahuacra incluye varias estructuras notables, como Jazmín, Mary, Ramal Mary, Yanina, M.L., Ruth, Carmen y Lourdes, que tienen una extensión significativa, especialmente Mary y M.L. con aproximadamente 600m y 500m respectivamente.

La amplitud de estas vetas varía según el tipo de roca en diferentes secciones, con potencias que van desde unos pocos centímetros hasta 8.00m, mayormente siguiendo un estilo de veta Rosario.

Los minerales más comunes son esfalerita, galena, minerales de plata, pirita, hematita, cuarzo, carbonatos y baritina. Entre los carbonatos presentes se encuentran calcita, siderita y rodocrosita, mientras que los minerales de plata abarcan la tetraedrita con inclusiones de esfalerita y galena, además de trazas de otros minerales como hematita, marmatita, barita y marcasita, especialmente en las rocas volcánicas al este del túnel Victoria.

Estas vetas generalmente no se manifiestan en la superficie o tienen una exposición limitada, pero a mayor profundidad, aumentan tanto en potencia como en valores minerales.

Los minerales tienden a formar bandas paralelas dentro de las vetas, con una secuencia de paragénesis que sigue diversas combinaciones, incluyendo esfalerita-pirita-carbonatos, esfalerita-pirita-galena-carbonatos y esfalerita-pirita-cuarzo. La distribución de la pirita y la esfalerita disminuye hacia el este, pasando de una predominancia de

pirita cerca del contacto volcánico y filitas a principalmente trazas de pirita con cuarzo lechoso.

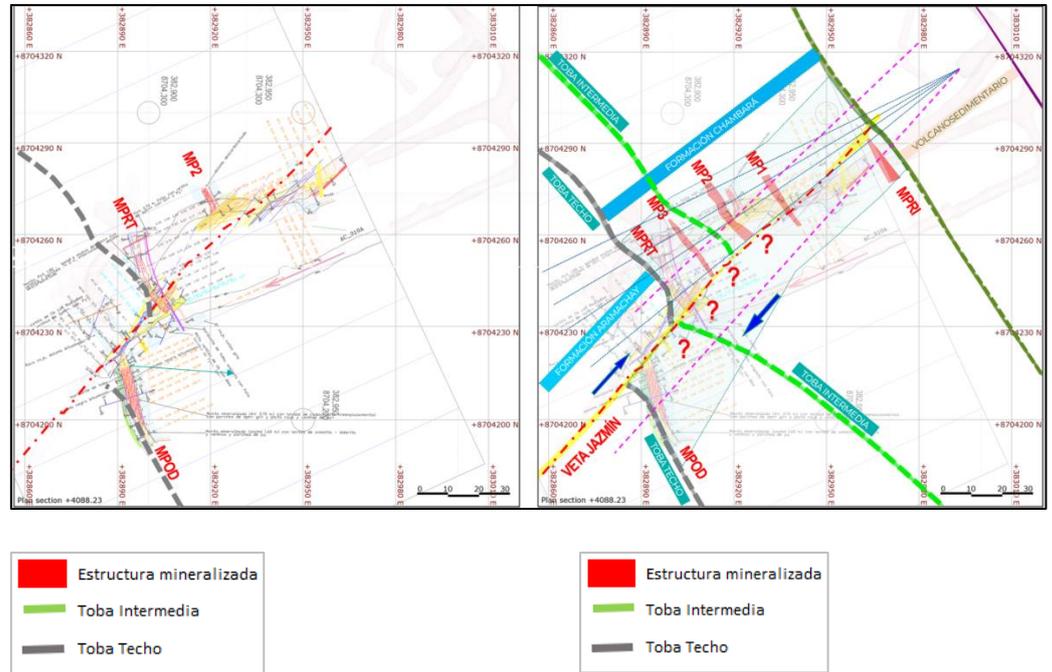
Se han identificado tres zonas de alteración: una zona de silicificación inmediata a la veta, que se extiende unos pocos decímetros, seguida por una zona de caolinización que alcanza hasta 20 metros, y una zona de cloritización que supera los 10 metros.

La mineralización en el Sistema de vetas Carahuacra está influenciada por controles estructurales, especialmente fracturas tensionales que facilitaron la circulación de soluciones mineralizantes. Las diferentes pulsaciones tectónicas contribuyeron a la diversidad de minerales presentes en las vetas a lo largo del sistema. El tipo de roca encajante también desempeña un papel importante, con cambios en el ensamblaje mineral que varían según la litología, como se observa en las vetas Yanina y ML, que exhiben distintos ensambles minerales en rocas volcánicas y filitas.



**Figura 17**

Sistema de vetas, área de interés



### 3.2.3.8. Mineralización en cuerpos

De forma paralela a las estratificaciones de caliza y tufos del Grupo Pucará, se aprecia una mineralización que inicialmente se manifiesta en forma de mantos, los cuales, a mayores profundidades, evolucionan hacia cuerpos minerales de una configuración irregular.

Es importante destacar que los mantos minerales emergen desde la interfaz entre las rocas volcánicas y las calizas, extendiéndose a lo largo de esta unión. Cuando estas estructuras atraviesan fracturas dentro del anticlinal, como el sistema de vetas 1920, 2020, 2050, Mary, Carmen, 1520, 1640, entre otras, pueden dar lugar a la formación de cuerpos minerales irregulares. Es notable que las formas tabulares superficiales de estos cuerpos se vuelven completamente irregulares en profundidad, con la parte superior de los cuerpos mineralizados a menudo terminando en mantos tabulares.

Estos cuerpos mineralizados están mayormente compuestos por esfalerita, marmatita, hematita, marcasita, pirita, siderita, barita, magnetita, galena y cuarzo.

La secuencia mineral y la zonificación requieren una definición precisa considerando el conjunto de cuerpos en el área. Hay una teoría que sugiere que estos cuerpos podrían tener un origen mixto, comenzando con una deposición exhalativa-sedimentaria, seguida de un enriquecimiento y concentración por removilización con aporte de mineral terciario.

El tipo y grado de alteración dependen del tipo de roca huésped. La caliza exhibe principalmente silicificación y dolomitización cerca de los estratos mineralizados, con recristalización moderada y piritización en áreas más alejadas. Además, se observan brechas de solución y estructuras cársticas. Por otro lado, las rocas volcánicas muestran silicificación intensa que evoluciona hacia sericitización, cloritización y argilitización, especialmente en zonas de fracturas transversales.

El origen de esta mineralización ha sido objeto de debate, con dos perspectivas: una singenética (exhalativa-sedimentaria) y otra epigenética. Observaciones y estudios sugieren que podría ser mixto, comenzando con una mineralización inicial singenética junto con las calizas, seguida de una mineralización terciaria que removilizó y concentró los mantos preexistentes.

Estudios de laboratorio de isótopos de Pb realizados en 1999 por el Dr. Robert Moritz de la Universidad de Ginebra indican que el plomo de las vetas y los cuerpos es contemporáneo y de una sola fuente de origen,

al igual que el zinc, lo que confirma que la mineralización es predominantemente epigenética.

### **3.2.3.9. Criterios modelamiento y estimación**

- **Recopilación de información**

La información de Perforación Diamantina comprende registros detallados de sondajes, donde se marcan los puntos de inicio, conocidos como collares, georreferenciados en coordenadas UTM y levantados con estación total. La desviación de los sondajes se registra mediante un dispositivo llamado REFLEX, proporcionando datos como azimuth y buzamiento por tramo, tomados aproximadamente cada 3 metros. Los registros geológicos detallan las características litológicas, de alteración y mineralización observadas en los sondajes, variando el tamaño de las muestras según los tramos mineralizados.

El muestreo en Canaletas se realiza en galerías principales y sub-niveles de explotación, recolectándose a medida que avanza la operación minera, con un espaciado mínimo de dos metros. Se levantan desde puntos topográficos conocidos utilizando instrumentos de medición como brújulas, cintas métricas y/o distanciómetros, registrándose en CAD para análisis posterior.

El Mapeo Geológico se lleva a cabo en todos los niveles principales a una escala de 1/250. Se registran los límites de la veta en relación con las alteraciones de las cajas, delimitando zonas con sulfuros y silicatos en las vetas, identificando también características estructurales como fallas y fracturas. La digitalización se realiza

mediante software CAD, registrando la posición y elevación de los elementos geológicos mapeados.

- **Validación de leyes**

Las muestras de sondajes y canaletas fueron sometidas a análisis en los laboratorios de Volcán, y posteriormente, estas muestras también fueron analizadas en SGS. Se verificó que los valores de las leyes mostraban una correspondencia satisfactoria entre ambos conjuntos de datos.

Dado que las muestras de sondajes y canaletas no estaban relacionadas entre sí, se optó por combinarlas en el proceso de estimación. Para ello, las muestras de sondajes y canaletas fueron agrupadas de manera que se minimizara la variabilidad, permitiendo su empleo conjunto en el proceso de estimación.

- **Interpretación geológica y generación de sólidos por dominios**

Se han interpretado secciones geológicas transversales cada 25 metros utilizando datos de sondajes, muestras de canaletas y planos geológicos para delimitar la estructura de la veta y sus ramificaciones. Los planos geológicos han sido interpretados según el progreso en cada nivel, empleando información de mapeo y muestras de canaletas. Estos datos se han utilizado para generar sólidos geológicos. Inicialmente se pensó en subdividir los dominios estructurales según las principales fallas, pero al no ser muy significativas, se descartó. Finalmente, se asignaron los dominios geológicos a los composites y al modelo de bloques.

- **Compositación**

El enfoque utilizado para la compositación ha consistido en aplicar un ancho máximo de 3.5 metros y un mínimo de 0.5 metros a todos los datos disponibles, tanto de sondajes como de canaletas. Se descartaron los tamaños inferiores al mínimo durante el proceso de interpolación. Los compósitos se generaron siguiendo la trayectoria de los sondajes y/o las canaletas, y posteriormente se codificaron según los dominios previamente definidos.

- **Análisis estadístico y geoestadístico**

Se llevó a cabo un análisis estadístico utilizando la información original, los datos compuestos y los compósitos categorizados según los dominios geológicos mencionados anteriormente. Se utilizaron diversos gráficos, incluyendo histogramas, curvas de probabilidad, boxplots y contacplots, para observar las propiedades y distribuciones estadísticas de los elementos.

Se identificaron valores extremos de leyes para cada dominio geológico a partir de gráficos de probabilidad e histogramas. Estos valores se caparon y se compararon con los datos originales antes de componerlos.

El análisis de boxplot reveló que los dominios geológicos tenían propiedades estadísticas similares para el zinc, lo que llevó a usar un solo dominio para la estimación. Sin embargo, para otros elementos como plomo, cobre y plata, se observaron diferencias en las propiedades estadísticas entre los dominios, por lo que se mantuvieron los dominios individuales.

Se empleó el análisis de contacplot para examinar la variabilidad entre los dominios y su influencia en los dominios adyacentes. Esto confirmó los dominios definidos con boxplot como los más adecuados para la estimación.

Finalmente, se realizó la variografía correspondiente para cada dominio que contaba con suficiente información de compósitos.

- **Modelo de bloques**

Se ha establecido un tamaño de bloque de 4 metros de largo, 4 metros de ancho y 4 metros de alto, en correspondencia con el ancho de las galerías, el progreso realizado y la altura promedio de las excavaciones. Los sólidos que representan los dominios geológicos han sido asignados al modelo de bloques mediante codificación.

- **Interpolación de leyes**

Para la interpolación de las leyes, se aplicaron varios métodos, como el kriging ordinario y el inverso a la distancia a la potencia tres y cuatro. También se utilizó el método del vecino más cercano para validar el modelo, asignando el valor del compósito más cercano al modelo de bloques. Este proceso se realizó en cuatro pasadas:

En la primera pasada, se aplicó OK/ID3/ID4 con un elipsoide con un alcance máximo similar al obtenido en la primera estructura del variograma.

En la segunda pasada, se utilizó OK/ID3/ID4 con un elipsoide con un factor de 1.5 del alcance máximo de la primera pasada.

En la tercera pasada, se aplicó OK/ID3/ID4 con un elipsoide con un factor de 2 del alcance máximo de la primera pasada.

En la cuarta pasada, se empleó OK/ID3/ID4 con un elipsoide con un factor de 10 del alcance máximo de la primera pasada, pero con un menor número de compósitos para cubrir todos los bloques muy alejados.

El número mínimo de compósitos utilizados para la interpolación de bloques en las dos primeras pasadas osciló entre 2 y 4, mientras que el máximo fue de 12. Para la tercera y cuarta pasada, se utilizaron de 2 a 4 compósitos debido a la disponibilidad limitada de taladros en los bordes de la zona de estudio.

- **Validación**

Se ha comparado la estimación de valores para zinc, plomo, cobre y plata en el modelo de bloques con los valores obtenidos mediante el método del vecino más cercano. La discrepancia global entre ambos métodos es inferior al 5 %, indicando la aceptabilidad del modelo. Se ha confirmado la influencia entre los dominios geológicos durante la interpolación al considerar los tipos de contactos entre ellos.

Además, se llevó a cabo una comparación local utilizando gráficos denominados "Swathplot", que representan la distribución de las concentraciones de elementos en cada línea de sección transversal y planar. Estos gráficos contrastan las concentraciones estimadas de zinc mediante kriging y de los demás elementos mediante el inverso a la distancia a la potencia tres o cuatro, con las estimaciones del vecino más cercano.

Para validar aún más este proceso, se implementó un cambio de enfoque hacia un método de estimación de concentraciones no lineal.

Estos gráficos permitirán determinar si las concentraciones estimadas por el método lineal están por encima o por debajo de las concentraciones y los tonelajes calculados por HERCO.

- **Clasificación y reporte de recursos**

La clasificación de los recursos se ha llevado a cabo conforme a las normas y estándares establecidos en el Código JORC (Código Australiano de Recursos Minerales y Reservas de Mineral). Según este código, el tipo de mineral se determina en base al valor máximo de los alcances de los variogramas en cada dominio. El informe de recursos comprende minerales medidos, indicados e inferidos.

### **3.3. Definición de términos básicos**

#### **3.3.1. Ocurrencia mineral**

Los depósitos minerales se pueden categorizar como ocurrencias minerales o prospectos de interés geológico, que aunque no necesariamente sean económicamente viables, poseen un potencial valioso y cuentan con prospectos razonables para una futura explotación económica.

#### **3.3.2. Exploración**

La exploración implica la observación y el reconocimiento detallado y concentrado de diversos aspectos, temas o lugares, entre otros, con el objetivo de obtener información relevante.

#### **3.3.3. Estimación de recursos**

La estimación de recursos minerales constituye una etapa fundamental en la evaluación de la viabilidad de un proyecto minero. Durante esta fase, se realiza la descripción, el estudio y la clasificación de los recursos presentes en un yacimiento potencial que está siendo evaluado.

#### **3.3.4. Veta**

Una veta es una estructura alargada de un mineral que llena una discontinuidad dentro de una formación rocosa y se diferencia de esta por su color o composición. Las vetas pueden ser objeto de explotación minera.

#### **3.3.5. Litología**

La litología es la rama de la geología que se encarga de estudiar las características físicas y químicas de las rocas que conforman una formación geológica específica, así como su influencia en la configuración del relieve terrestre.

#### **3.3.6. Mineralogía**

La mineralogía es el campo de la geología que estudia las características físicas y químicas de los minerales en sus diversos estados de formación presentes en el planeta Tierra.

#### **3.3.7. Mineral**

Un mineral es un sólido inorgánico de origen natural que posee una composición química definida. Los minerales son fuentes fundamentales de elementos químicos para diversas actividades industriales y humanas.

#### **3.3.8. Evaluación geológica**

La evaluación geológica implica el estudio de variables geológicas como geomorfológicas, paisajísticas, yacimientos minerales, paleontológicas, entre otras, para comprender el comportamiento de los fenómenos naturales y su influencia en la vida humana.

#### **3.3.9. Domo**

Un domo es una estructura en forma de cúpula con un relieve suavemente ondulado y redondeado. Se forma como resultado de una intrusión ígnea donde las capas superficiales se levantan y erosionan gradualmente, dando lugar a picos o cúspides concéntricas formadas por las capas más resistentes.

#### **3.3.10. Anticlinal**

Un anticlinal es una deformación en forma de pliegue que se forma en rocas dispuestas en estratos debido a diversos esfuerzos tectónicos. Puede generarse por presiones tangenciales, deslizamientos, intrusión de materiales desde áreas más profundas o deformaciones verticales del sustrato.

## **IV. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA**

### **4.1. Intervención**

#### **4.1.1. Muestreo de mineral**

En la mayoría de las ramas de la geología, la recolección de muestras es una actividad que debe realizarse siguiendo los principios geológicos establecidos.

En las operaciones mineras, tanto subterráneas como a cielo abierto, se llevan a cabo actividades de muestreo con el objetivo de obtener muestras representativas de las distintas áreas de explotación y desarrollo. Esto se realiza para controlar la calidad del mineral que se envía a la Planta Concentradora y para estimar de manera precisa los recursos minerales disponibles. Estas labores son llevadas a cabo por un equipo de trabajadores conocidos como muestreros, quienes están directamente involucrados en las labores de extracción del mineral y enfrentan ciertos riesgos durante estas operaciones.

Los objetivos principales de estas operaciones son los siguientes:

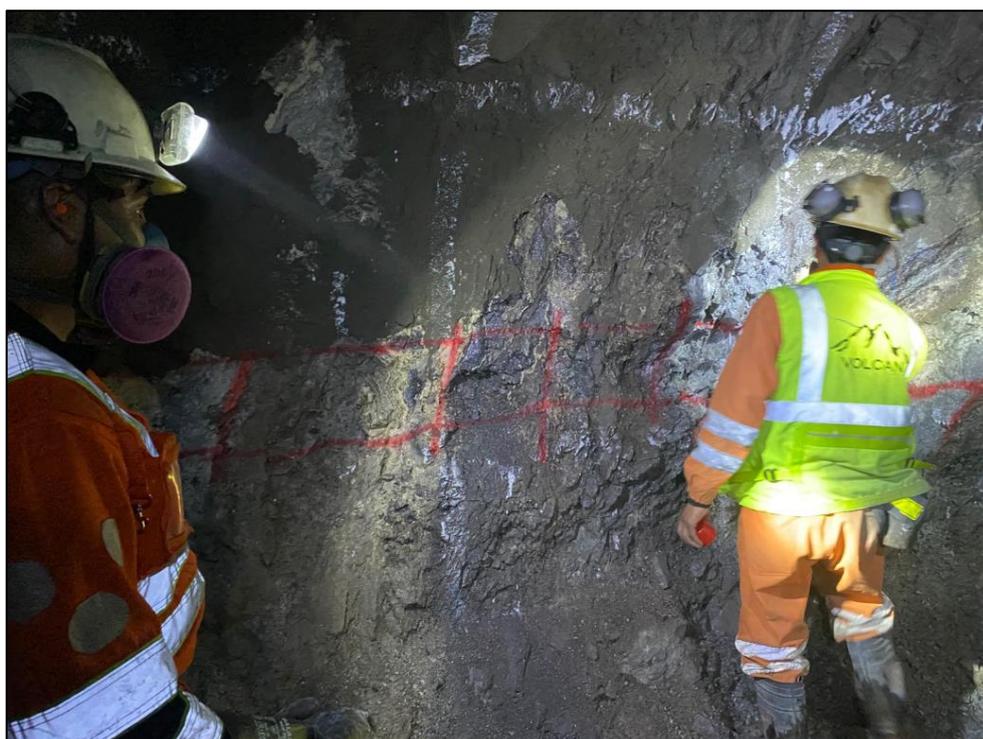
- Prevenir accidentes que puedan afectar a las personas involucradas en el proceso.

- Establecer un procedimiento de trabajo general que se siga de manera constante antes, durante y después de cada operación.

Se ha establecido un reglamento laboral que abarca las responsabilidades de los geólogos y muestreros en la empresa. Este reglamento describe detalladamente las distintas fases del proceso de muestreo y garantiza que se cumplan las Reglas y Normas de Seguridad para que el personal esté adecuadamente capacitado para enfrentar los riesgos asociados a la actividad minera.

### **Figura 18**

Marcado de canal, interior mina



## **4.1.2. Preparación**

### **4.1.2.1. Revisión de equipo de protección personal (EPP)**

Asegurarse de que todo el personal esté equipado con los elementos de protección personal adecuados, que incluyen:

- Lámpara de batería completamente cargada

- Correa para sujetar la lámpara
- Respirador con filtro en condiciones óptimas
- Protectores auditivos
- Mameluco o chaleco reflectante
- Casco
- Botas resistentes
- Guantes protectores
- Gafas de seguridad
- Detector de gases
- Autorescatador

### **Figura 19**

Personal con EPP completo



#### **4.1.2.2. Revisión de equipo y materiales de muestreo**

- Manguera para riego
- Escalera tipo tijera de aluminio
- Taladro percutor

- Cinta métrica de 30 metros
- Distanciómetro
- Cinta métrica flexible de 5 metros
- Brocas de acero con filo diamantado (barrenos con inserciones diamantadas)
- Soporte para muestras (pandero) y/o manta para recolección de muestras
- Manta de lona o hule resistente
- Martillo de 4 libras
- Pico de geólogo
- Mochila para transportar muestras
- Sellos de seguridad
- Talonario para registro de muestras
- Pintura base agua (látex)
- Brochas de 2 pulgadas
- Bolsas de polietileno de 20 por 30 centímetros
- Cuaderno de control
- Lápiz tipo HB
- Bolígrafo
- Planos de labores con puntos topográficos de referencia
- Tubo de aluminio plegable para marcar
- Además, se requerirá de cuarteadores Jones de tres niveles, linternas y cilindros de plástico.

#### **4.1.2.3. Revisión de los materiales para obtener la muestra**

La precisión del muestreo está estrechamente ligada al cuidado de evitar la contaminación de la muestra, por lo que es crucial limpiar meticulosamente el equipo utilizado en su recolección.

Es esencial seguir las siguientes recomendaciones:

- Verificar el óptimo funcionamiento del rotopercutor, con la batería completamente cargada y una batería adicional en espera.
- Asegurarse de que las puntas estén bien afiladas y templadas, evitando que la cara posterior golpeada esté demasiado desgastada.
- Mantener los panderos limpios y sin agujeros, al igual que las bolsas destinadas a las muestras.
- Limpiar la cinta métrica y el flexómetro a diario.

Es importante tener en cuenta que un equipo de muestreo en mal estado puede provocar accidentes y afectar la precisión de los resultados obtenidos con tanto esfuerzo.

## **4.2. Programación específica**

### **4.2.1. Pasos de ejecución**

#### **4.2.1.1. Coordinación de trabajos y traslado**

- El líder de la brigada dará prioridad a las labores de muestreo siguiendo las indicaciones del Geólogo de Zona registradas en los respectivos cuadernos de coordinación e informes. Se tendrá especial consideración de que en las labores recién disparadas es probable que aún se necesite llevar a cabo trabajos previos de desate de rocas.
- Los muestreros y sobrestantes accederán a la mina subterránea utilizando el vehículo de servicio y seguirán la

ruta más conveniente para maximizar la eficiencia del tiempo disponible.

#### 4.2.1.2. Revisión del terreno y ejecución del muestreo

##### Figura 20

Inspección de área de interés



Los muestreos realizarán una inspección visual del terreno en cada lugar de trabajo y seguirán la normativa de completar el formulario de cinco puntos. En caso de que las condiciones no sean seguras, solicitarán a operaciones que eliminen las condiciones deficientes y completarán el formulario de incidentes. La secuencia habitual para ingresar a cada lugar de trabajo es la siguiente:

- No entrarán a las labores hasta que haya transcurrido el tiempo mínimo requerido después del último disparo (generalmente 1 hora).
- Verificarán si persisten gases tras el último disparo y evaluarán la calidad de la ventilación usando un fósforo; si falta oxígeno, el

fósforo no se encenderá. La presencia de gases nitrosos puede causar dolor de cabeza.

- Revisarán el techo y las paredes de la labor para identificar fracturas en el terreno y disparos fallidos tras la detonación, limpiando si es necesario. Si se encuentran disparos fallidos, se informará al supervisor de operaciones en la mina.

### **Figura 21**

Inspección integral de la labor



- Se removerán las rocas sueltas utilizando herramientas adecuadas y manteniendo una posición segura bajo tierra. Mientras un muestrero realiza la remoción, el otro estará alerta ante posibles desprendimientos utilizando una lámpara de batería.
- Si se considera que las condiciones son seguras y después de confirmarlo mediante el formulario de cinco puntos (IPERC), se procederá a extraer las muestras siguiendo la metodología establecida.

## Figura 22

Canal diferenciado por estilo u ocurrencia de mineral, criterio Geológico



- Es importante concluir completamente el proceso de la muestra anterior, incluyendo su registro e identificación, antes de tomar la siguiente muestra.

Al finalizar el turno, se trasladarán las muestras y se guardarán todos los materiales utilizados en el trabajo en la bodega designada para ese propósito.

### 4.2.1.3. Metodología de muestreo

Se pretende establecer los procedimientos específicos a seguir en cada método de muestreo y proporcionar directrices para evitar daños a personas, materiales y equipos.

Dentro de la mina, se pueden identificar diferentes tipos de depósitos minerales, los cuales se distinguen según sus características geológicas y morfológicas:

a. Depósitos en vetas: Se caracterizan por tener una geometría tabular simple y una distribución de calidades relativamente uniforme.

b. Depósitos estratiformes (mantos y cuerpos): Pueden mostrar una geometría simple o más compleja, así como una distribución de calidades que puede ser también más compleja.

### **Figura 23**

Mineralización compleja, expresado en sistema de vetillas



#### **4.2.1.4. Métodos de muestreo**

Dado que la forma de nuestras estructuras mineralizadas tiende a ser relativamente simple y tabular, el método de muestreo predominante es el de canales. A continuación, se detallan varios métodos para ejemplificar cómo llevar a cabo este proceso de manera adecuada.

#### **4.2.1.5. Muestreo por canales**

Este procedimiento se emplea habitualmente en el muestreo de vetas y mantos con un espesor de hasta 6 metros. Consiste en realizar una

ranura estrecha y continua de forma rectangular con la mayor precisión posible, perpendicular al rumbo de la estructura mineralizada. Las dimensiones ideales de la ranura son de 30 centímetros de ancho por 2 a 3 centímetros de profundidad, procurando mantener estas medidas lo más uniformes posible a lo largo del muestreo. Se espera obtener un peso aproximado de 6 a 8 kilogramos por metro de estructura muestreada.

#### **Figura 24**

Delimitación de la estructura



La recolección de muestras de canal es un proceso meticuloso que se lleva a cabo a un ritmo lento, generalmente no más de 4 o 6 muestras por día. Al combinar múltiples muestras de un mismo canal para formar una sola muestra (llamada canal subdividido), es esencial mantener la proporcionalidad de cada fracción en relación con el total.

Este método de muestreo es costoso y tiene una eficiencia relativamente baja. En muchos casos, se prefiere utilizar tomas de muestras puntuales (astillas o chip sampling) en lugar de la recolección

continua de material. El procedimiento para este tipo de muestreo es el siguiente:

A. Antes de tomar la muestra, es necesario limpiar cuidadosamente el frente para eliminar cualquier contaminante como polvo o barro. Esto se puede lograr lavando la roca con agua y una manguera o cepillándola con un cepillo duro. Es recomendable extender el área de limpieza a todos los contornos del canal. Otra opción es quitar la capa externa de la roca a lo largo de la franja donde se tomará la muestra, lo que ayuda a eliminar protuberancias y rugosidades, dejando una superficie adecuada para cortar la muestra.

B. Se marca la ubicación precisa del canal trazando dos líneas paralelas separadas por 20 centímetros y utilizando pintura. La ubicación se determina mediante una medida referida a un punto topográfico claramente identificable.

### **Figura 25**

Ubicación de puntos topográficos referenciales



C. En caso de que la estructura exhiba diferentes calidades de material, se procederá a identificar los tramos donde se tomarán muestras

de cada variación. Es crucial que las muestras recolectadas contengan cantidades proporcionales de cada uno de los materiales diversos.

### **Figura 26**

Mineralización variada



D. Se puede realizar el corte del canal de manera manual utilizando un puntero y una comba, o bien empleando una máquina cortadora equipada con disco diamantado.

E. La muestra consistirá en la totalidad del material extraído del canal.

F. Para recolectar la muestra, se empleará una bolsa de plástico estéril y sin roturas, diseñada específicamente para que pueda ser introducida en la cuna de lona con mango de agarre. Se debe ser sumamente cuidadoso para evitar que la muestra se contamine con partículas que no provengan del canal.

G. La muestra acumulada no debe exceder los 2 centímetros de tamaño. En caso de que haya fragmentos más grandes, estos deberán reducirse a tamaño de partículas utilizando la pica o la comba de 4 lb. Se

deberá garantizar que la comba se encuentre completamente estéril y se evitará la pérdida de partículas de material.

H. Después de recolectar la muestra, el maestro muestreador tomará medidas importantes como la Potencia de Veta y el Ancho de Labor de forma inmediata. Además, completará un formulario de identificación de la muestra utilizando una tarjeta de muestreo, siguiendo el modelo proporcionado:

### **Figura 27**

Toma de AV de estructuras



I. En la parte posterior de la tarjeta de muestreo, se añadirá un dibujo que indique la posición del área muestreada. Además, cada muestra extraída contendrá un esquema en sección transversal que ilustre la geometría de la estructura muestreada, indicando la medida del grosor de la veta y el ancho de la zona considerada. El extremo de la tarjeta se introducirá dentro de la bolsa de la muestra para su posterior pesaje después de ser codificado.

J. La distancia entre los canales de muestreo estará determinada por la variabilidad de la mineralización dentro de la estructura. Se sugiere que estas separaciones no excedan los 5 metros para garantizar la representatividad de las muestras.

K. Después de extraer la bolsa de la cuna, se cerrará herméticamente, asegurándose de adjuntar el talón de la tarjeta de identificación que contendrá los datos de la labor muestreada. Se aplicará una etiqueta de código de barras en la bolsa y en la tarjeta para identificar la muestra en el sistema.

L. Una vez recogida la muestra, se marcará el perímetro del canal y se le asignará un número para facilitar su ubicación y observación de la estructura mineralizada.

M. La muestra recolectada se colocará en una bolsa de plástico limpia, y se adjuntará el talón desglosable, anudándolo en el cuello de la bolsa para evitar daños durante el transporte.

#### **4.2.1.6. Muestreo por fragmentos o astillas (chips sampling)**

Este enfoque, común en varios yacimientos en operación, implica la recolección de fragmentos o astillas de mineral a lo largo de la espesura de la estructura mineralizada, siguiendo una línea que representa el eje longitudinal de un supuesto canal de muestreo. Se emplea principalmente para monitorear las leyes del mineral en minas en actividad. Después de recolectar la muestra, se procederá siguiendo los pasos (E) a (O) del método de muestreo por canaletas, como se describe anteriormente.

Al extraer los fragmentos o astillas de mineral, es importante considerar los siguientes aspectos:

- Es importante lograr una extracción uniforme de igual cantidad de mineral a lo largo de toda la longitud de la muestra.
- Si se obtiene un trozo grande, se debe dividir y agregar a la muestra solo la fracción adecuada.
- Cualquier fragmento que caiga fuera de los límites de la muestra debe ser eliminado.

Las muestras deben ubicarse a intervalos regulares para evitar sesgos al muestrear áreas con mayor ley o menor dureza. En casos de irregularidades en las labores mineras, es necesario dividir el canal en varias muestras según las diferentes inclinaciones expuestas. Se debe evitar tomar muestras en la pared de la labor en caso de un buzamiento empinado de la veta, siempre que sea posible.

#### **4.2.1.7. Muestreo por puntos**

Este método se emplea para muestrear cuerpos minerales, depósitos diseminados o vetas de gran espesor. Consiste en tomar una muestra uniforme de la superficie mineralizada en cada punto donde se cruza un reticulado marcado previamente. La distancia entre los puntos del reticulado varía según el tipo de depósito y la distribución de la mineralización. Después de trazar los puntos, se limpia y extrae la muestra, delimitando finalmente el perímetro del área muestreada.

#### **4.2.1.8. Muestreo en canchas o de cargas**

Este método de muestreo se realiza recolectando material fragmentado y acumulado en áreas de trabajo, depósitos o vehículos de transporte, como frentes de trabajo, vagones o camiones. Se recogen los

fragmentos de manera cruda en cantidades variables según su tamaño y la naturaleza de la mineralización.

A. Muestreo por trincheras: Implica abrir zanjas perpendiculares al eje principal de la zona de muestreo, abarcando toda su profundidad en intervalos regulares. El material extraído se utiliza como muestra, y se divide cuidadosamente para mantener la proporción de finos y gruesos. Se registran las dimensiones de la zona, se realiza un croquis con la ubicación de las trincheras y se toman notas sobre el volumen aproximado.

B. Muestreo por pozos: Involucra excavar pozos verticales en las intersecciones de un reticulado en la superficie de la zona de muestreo. Se extrae material de todos los pozos para formar la muestra, y se registran las dimensiones de la zona, la ubicación de los pozos y sus tamaños.

C. Muestreo de cargas: Consiste en tomar muestras aleatorias del material total de la zona. Aunque proporciona una idea general de la concentración mineral, su confiabilidad es limitada y los resultados deben considerarse solo como indicativos debido al riesgo de enriquecimiento accidental.

#### **4.2.1.9. Errores del muestreo**

Las principales causas de errores en el muestreo son:

- a. Factores personales de los muestreos.
- b. Desconocimiento de la técnica correcta de extracción debido a falta de capacitación.
- c. Características inherentes del yacimiento.

Los errores comunes incluyen:

- Diferentes durezas en bandas mineralizadas, lo que puede resultar en una muestra desproporcionada. Esto se evita muestreando cada banda por separado.
- Falta de atención al examinar la mineralización, lo que puede dejar áreas con diseminaciones sin muestrear.
- Fatiga o falta de motivación de los muestreros. Es importante que se turnen en el trabajo de corte de muestras para evitar la fatiga.
- Inexperiencia en la técnica de muestreo, especialmente en el trazado del canal y medición de potencias. Se recomienda practicar estas técnicas bajo supervisión.
- Inclusión de roca estéril en la muestra.
- Apresuramiento al tomar muestras, comprometiendo la exactitud.
- Falta de limpieza en el equipo de muestreo.
- Insuficiente limpieza de la superficie a muestrear.
- Confusión de las muestras por no completar el proceso de una muestra antes de pasar a la siguiente, incluyendo su identificación y etiquetado adecuado.

#### **4.2.1.10. Comprobación del muestreo**

Dada la significativa relevancia de la precisión en el muestreo, resulta imperativo llevar a cabo una verificación regular para detectar posibles errores que puedan surgir.

#### **4.2.1.11. Control de calidad (QC)**

La supervisión durante la recolección de muestras, ensayos u otras actividades es esencial para garantizar el cumplimiento de los procedimientos establecidos y asegurar que no sea necesario repetir todo

el proceso. Esto implica la posibilidad de eliminar productos o subproductos que no cumplan con los estándares o procedimientos durante el proceso. Para garantizar que el procedimiento se lleve a cabo correctamente, además de estar documentado, se deben realizar cruces o repeticiones de muestreo al azar de una población total. Por ejemplo, el muestreo de estructuras debe incluir un porcentaje de muestras repetidas, ya sea con otro grupo de trabajo o utilizando otro método.

Otro ejemplo sería la verificación del error de ensayo del laboratorio de la unidad mediante ensayos realizados en laboratorios externos, lo que proporcionaría el factor de desviación de los ensayos. Estos procesos deben estar definidos por cada jefe de Departamento y supervisados por cada jefe de zona.

#### **4.2.1.12. Aseguramiento de la calidad (QA)**

La definición de Aseguramiento de la Calidad (QA) implica una revisión exhaustiva del producto final para garantizar que se encuentre dentro de los rangos o parámetros normales. Esto requiere un conocimiento profundo del tema o producto en cuestión.

Esta actividad consiste en asegurar la coherencia lógica de los resultados. Ya sea en la cubicación, el análisis y descripción geológica del testigo de perforación diamantina, o en la interpretación del yacimiento mediante métodos manuales o programas como Data Mine, se busca obtener resultados verificables en el terreno o dentro de un rango aceptable.

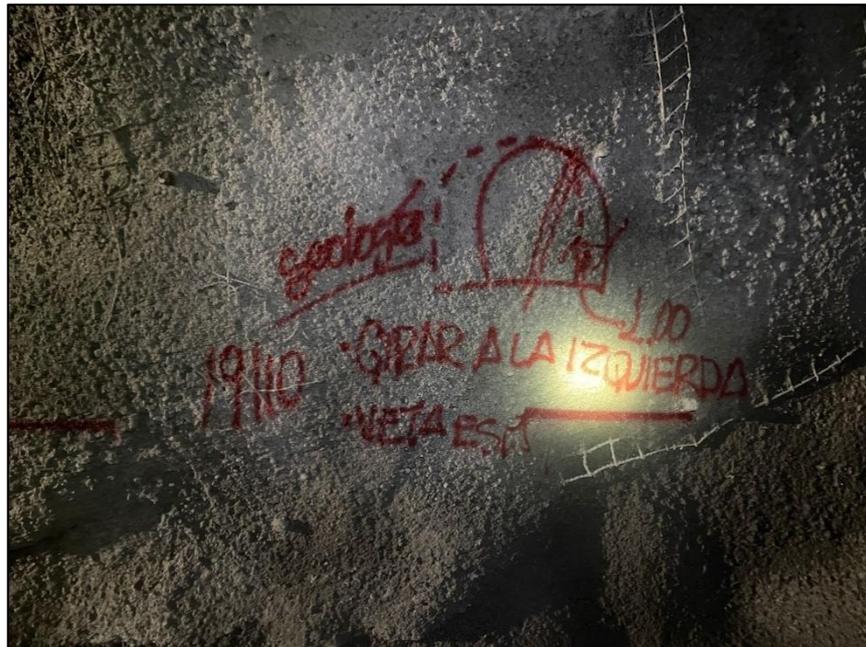
La revisión final debe ser realizada por una persona con amplio conocimiento del tema. Los resultados geológicos son responsabilidad del

Jefe de Geología de cada Unidad, mientras que los resultados mineros, metalúrgicos y medioambientales son responsabilidad del Jefe de Planeamiento e Ingeniería de cada Unidad.

Una de las consideraciones propuestas implica llevar a cabo el control de mineral, una tarea habitual que consiste en dirigir el proceso de explotación de las estructuras mineralizadas.

### **Figura 28**

Direccionamiento de estructura mineralizada



Otra de las medidas adoptadas para el control de mineral es de dejar evidencia de leyes estimadas y leyes de muestreo por cada corte explotado.

Ello ayudará al secuenciamiento y a su cumplimiento manteniendo las prioridades del caso para cada sistema mineralizado.

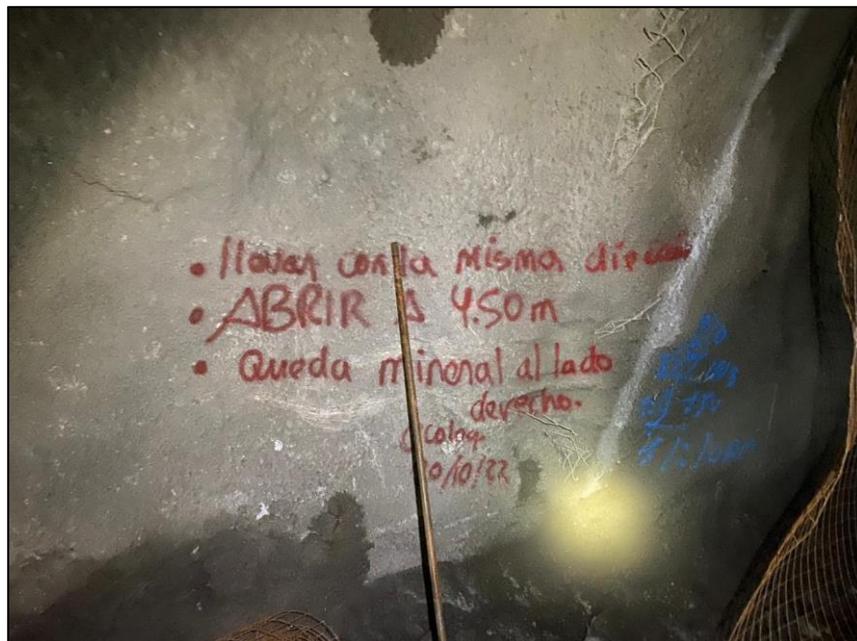
**Figura 29**

Información detallada de leyes



**Figura 30**

Consideraciones geológicas



#### **4.2.1.13. Perforación diamantina y programa de exploraciones en la minera volcan**

Dentro de su plan de exploración, la empresa minera Volcan S.A.A. está llevando a cabo un programa de perforación diamantina a corto plazo en toda la unidad Yauli. Esto tiene como objetivo establecer

un plan de actividades que se ajuste a las necesidades específicas de la mina.

#### **4.2.1.14. Perforación diamantina con máquinas electrohidráulicas (long year)**

Este proceso consiste en la realización de perforaciones de distintos diámetros y profundidades para identificar posibles zonas económicas y caracterizar tipos de rocas y estructuras mineralizadas. Estas actividades permiten verificar la continuidad de la mineralización tanto horizontal como verticalmente en vetas, mantos y cuerpos minerales. Aproximadamente el 70% de la potencia y las leyes del mineral se determinan a partir del registro detallado realizado por ingenieros geólogos en la superficie. Esta información es esencial para interpretar las estructuras y estimar las reservas minerales.

Se utilizan diversas máquinas perforadoras electrohidráulicas, como el Forage Orbit VD-600, Forage Orbit VD-1000, Longyear 34, Longyear LY 38, Longyear LM 55 y Longyear LM 75. Además, se emplean tuberías de distintos tamaños, incluyendo HQ (63 mm), NQ (48 mm) y BQ (37 mm).

#### **4.2.1.15. Fases de la perforación diamantina**

##### **a) Preparación de la cámara de perforación**

- La preparación del sitio se adapta según las especificaciones del proyecto y el tipo de maquinaria que se utilizará, asegurando que la cámara tenga las dimensiones adecuadas para permitir la maniobrabilidad de la máquina (5 metros de ancho, 5 metros de largo, 5 metros de alto).

- Se realizará una evaluación de la calidad de la roca en la zona a perforar en coordinación con el departamento de geomecánica, con el fin de determinar el tipo de sostenimiento necesario.
- Es fundamental que la cámara de perforación cuente con una ventilación e iluminación adecuadas para garantizar el óptimo desempeño tanto de los operadores como del equipo.

**b) Traslado e instalación de los equipos de perforación**

- Es esencial mantener el equipo ordenado y limpio durante su traslado.
- Antes de mover los equipos al nuevo punto de perforación, el geólogo, en conjunto con el departamento de topografía, debe determinar el punto de dirección o rumbo del taladro.
- Se necesita un Scoop para el traslado de los equipos, siguiendo todas las normas de seguridad para evitar accidentes.
- El supervisor de perforación diamantina, con la ayuda del geólogo, coordinará con los departamentos pertinentes para instalar la energía, agua, aire y drenaje necesarios.
- Una vez marcada la dirección de los taladros, se procederá a nivelar y preparar la plataforma para colocar la máquina perforadora..

**c) Procedimientos de perforación**

- La operación de la máquina de perforación diamantina requiere la presencia de un perforista y dos ayudantes, todos equipados con el equipo de protección personal adecuado.

- Seleccionar el tamaño adecuado de tubería de perforación según la posición y profundidad del taladro.
- Organizar ordenadamente la colocación de los testigos en las cajas portatestigos de acuerdo con las corridas realizadas, siguiendo las indicaciones marcadas en los tacos de madera.

**d) Equipos de perforación diamantina**

La selección del equipo de perforación se basa en factores como el tipo de roca, la necesidad de alta recuperación de testigos, la profundidad requerida de los sondeos y el diámetro final del taladro.

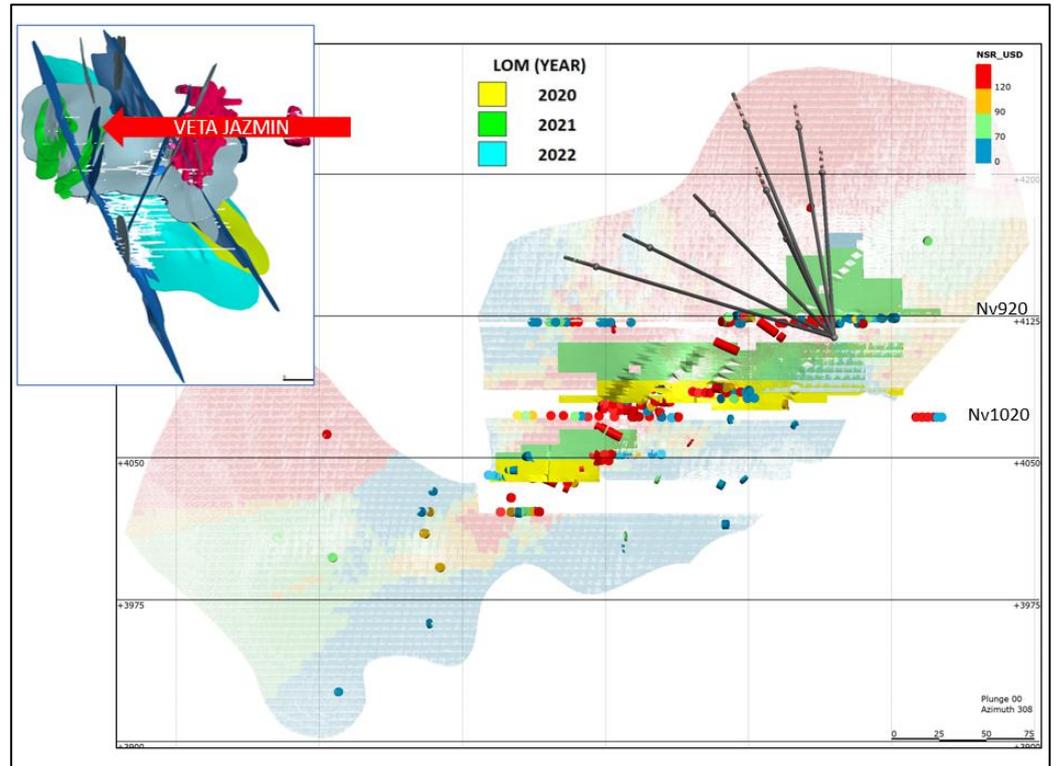
El equipo de perforación diamantina consta de varios componentes, incluyendo la unidad de rotación, la unidad de potencia, la unidad de control, bombas de lodos, tuberías de perforación y otros accesorios necesarios.

**e) Consideraciones de perforación**

- Se desarrollará programas de perforación por categoría orientado a la evolución de la certeza de los LOM propuestos.

**Figura 31**

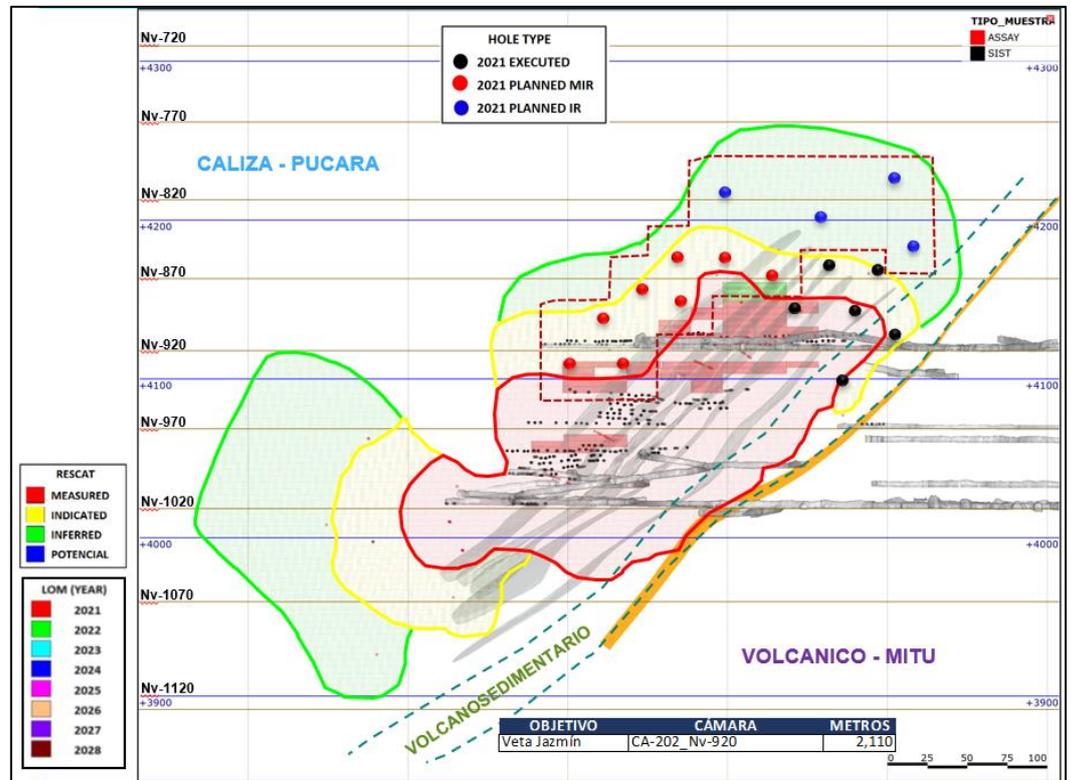
Vista longitudinal Veta Jazmín junto con el plan de perforación



Argumento Plan de perforación: “Continuar con las exploraciones en el 2021 con DDH a partir del Nv 920 hacia niveles superiores., programando 1600m en 08 sondajes. Se tiene identificado que Veta Jazmín, esta IN SITU hasta el Nv 720 (5 niveles, 250m en vertical). Veta Jazmín aporta principalmente Plomo y Plata..”

**Figura 32**

Segunda fase de expansión, proceso de RECATEGORIZACION de recursos, plan de perforación INFILL y RESOURCES



- Las perforaciones seguirán el procedimiento convencional de sondeo, utilizando coronas de diamante y circulación de agua para garantizar la recuperación de testigos.
- Antes, durante y después de ocupar las cámaras, se llevarán a cabo inspecciones para detectar cualquier deterioro en el sostenimiento.
- Durante la perforación, tanto el maestro perforista como el ayudante deben supervisar constantemente el régimen de perforación, controlando la velocidad de avance, la velocidad de rotación y la cantidad de agua utilizada, entre otras variables, para garantizar una óptima recuperación de los testigos.

- Según la dureza y el grado de alteración de la roca, las brocas diamantinas pueden tener salidas de agua frontales o laterales.
- Es necesario tener en cuenta el número de tubos empleados en el sondaje para controlar la profundidad.
- Todo el personal involucrado en la perforación debe mantener condiciones de seguridad y proteger el medio ambiente.

**f) Accesorios y herramientas de perforación**

Estos equipos también estarán equipados con tuberías de perforación HQ, NQ, BQ para alcanzar la máxima profundidad de perforación, tuberías de revestimiento, un stock de brocas, zapatas con diamante, escariadores, repuestos y diversos insumos y aditivos.

**g) Seguridad en la perforación**

Es esencial considerar los peligros y riesgos asociados con la perforación para garantizar la seguridad en el trabajo.

En la cámara de perforación:

- Riesgo de desprendimiento de rocas.
- Posibilidad de contaminación por gases y polvo resultantes de los disparos.
- Peligro de caídas y contusiones debido a la falta de orden y limpieza.

Durante el traslado e instalación del equipo:

- Peligro de deslizamiento o caída del equipo.
- Riesgo de electrocución debido a deficiencias en las instalaciones eléctricas.

En el proceso de perforación:

- Posibilidad de sufrir lesiones en las extremidades al manipular accesorios.
- Riesgo de sordera debido a niveles de ruido excesivos si no se utilizan tapones para los oídos.
- Peligro de atrapamiento de extremidades causado por las piezas rotativas del equipo.

#### **4.2.1.16. Logueo de taladros diamantinos**

##### **a) Procedimiento de logueos**

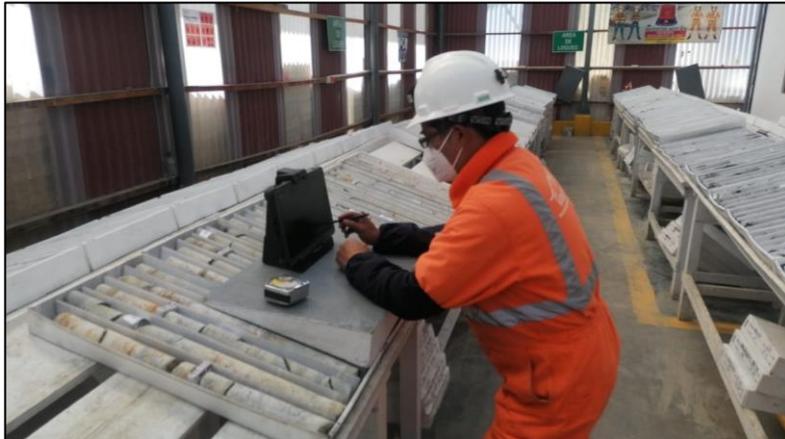
Los siguientes pasos deben ser considerados:

Organizar las cajas en orden ascendente, desde 0.00 hasta el final del taladro.

- Limpiar los testigos con una brocha y agua para facilitar la distinción de lo que se ha cortado, permitiendo una clara identificación de los tipos de rocas, zonas mineralizadas, fallas, buzamientos, entre otros.
- Registrar en la hoja de logueo, a escala, todos los detalles observados, tales como distancias, recuperación, gráficos, dureza, alteraciones, composición, mineralogía y leyes aproximadas.
- En caso de encontrar mineral cortado, marcar la zona para realizar un muestreo posterior.
- Utilizar los mismos colores empleados en informes y mapeos para mantener una uniformidad visual.

### Figura 33

Logeo optimizado, FUSION CLIENT



#### b) Materiales de logeo

Los materiales empleados para llevar a cabo el logeo son los siguientes:

- Tabla de códigos de colores.
- Tablero de registro.
- Hojas de registro.
- Cinta métrica flexible.
- Juegos de lápices de colores profesionales.
- Lápiz, goma de borrar, marcador.
- Transportador.
- Martillo de geólogo.
- Lupas de aumento de 10 y 20 aumentos.
- Solución de ácido.
- Brocha, cubo con agua.
- Marcadores para identificar muestras.
- Dispositivo móvil o computadora portátil.

### **Figura 34**

Sala de CORES



#### **c) Muestreo de testigos (drill sampling)**

Los sondeos en cualquier fase de exploración, desarrollo o explotación deben ser cuidadosamente documentados para obtener datos precisos, esenciales para evaluar la viabilidad y rentabilidad del yacimiento.

Uno de los métodos de perforación más comunes implica la recuperación de testigos utilizando brocas con corona diamantada, y esto se debe a varias razones. En primer lugar, este método proporciona muestras continuas con un volumen constante por unidad

de longitud. Además, los testigos pueden ser analizados en condiciones controladas y seguras en la superficie, lo que brinda información geológica, mineralógica y geotécnica de alta calidad. Además, este método reduce significativamente los problemas de contaminación.

Después de extraer el testigo del tubo de sondeo, se debe lavar y examinar cuidadosamente para identificar posibles partes desalineadas o invertidas. En áreas mineralizadas, se traza una línea a lo largo del centro del testigo, que luego se divide en dos partes iguales usando un cincel, un parte-testigo mecánico o una sierra con disco diamantado. Una mitad se envía para análisis y la otra se conserva como referencia. Los intervalos de muestreo deben ser entre 0.30 y 1.50 metros.

Métodos alternativos de perforación, como rotación y percusión, producen fragmentos o lodos y brindan menos fiabilidad y precisión en los datos geológicos. La recolección de muestras de ripios demanda equipos especializados.

**d) Registro de fotografía de cores**

Para garantizar evidencia de información digital, se tiene establecido el procedimiento de toma de fotografías de las cajas con los cores de perforación diamantina.

### Figura 35

Toma de fotografías de los CORES de perforación diamantina



#### e) Cadena de custodia

Siguiendo las mejores prácticas de la industria minera, y teniendo en consideración los criterios de la norma internacional JORC CODE, asumen la cadena de custodia de la información recolectado producto de algún proceso preestablecido, evidencias y justificación de la certeza física de algún sumario.

### Figura 36

Cadena de custodia, almacén de cajas con testigos de perforación diamantina



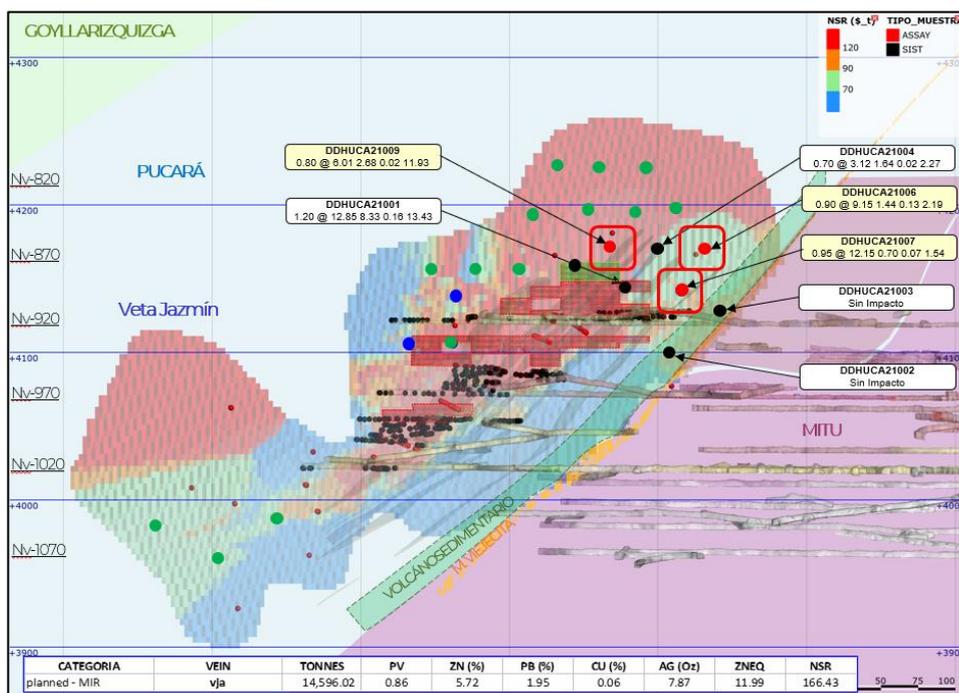
#### f) Resultados

Se adjunta resultados preliminares y consecutivos del plan integral de perforación diamantina de la Veta Jazmin, corroborando su magnitud y potencial mienralógico.

Se evidencia con fotografías de las cajas de testigos de perforación diamantina, ubicación de resultados con leyes determinadas en laboratorio químico metalúrgico.

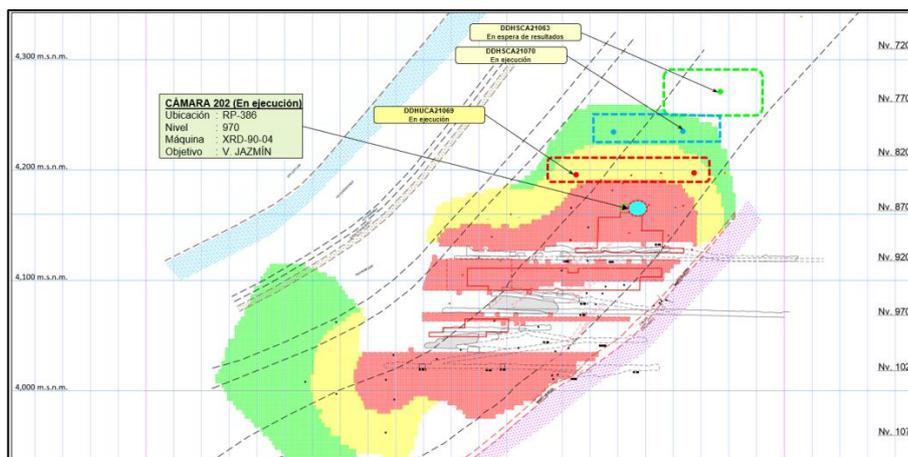
**Figura 37**

Resultados positivos en taladros ejecutados. Leyes considerables de Zn, Pb, Cu y Ag



**Figura 38**

Proyecto secuencial de perforación. ¿Proyección?



VELA	TON	A.V.	%Zn	%Pb	%Cu	Oz.Ag	NSR
Jazmin	210 Kt	1.30	3.70	1.70	0.00	6.70	125

Durante el proceso de espera de resultados, se evidenció continuidad de mineralización por sobre el nivel 920. Haciendo de la veta Jazmin más continua y por ende la nueva configuración de la estructura que expresa potencial económico.

#### 4.2.2. Moldeamiento y estimación de recursos en la mina carahuacra

##### 4.2.2.1. El modelamiento

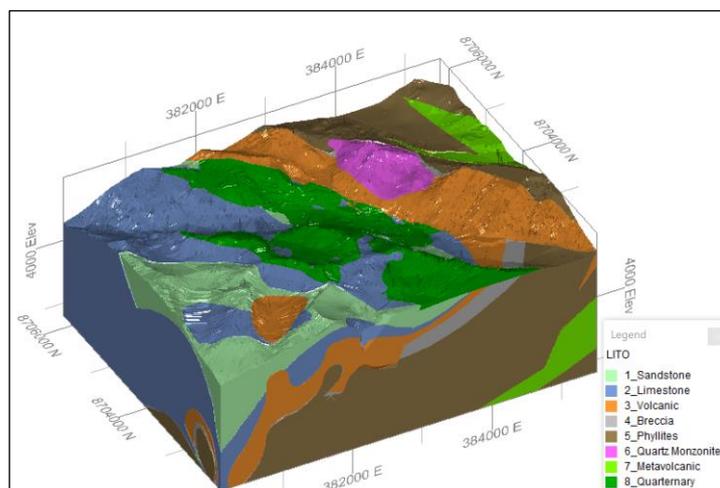
Se desarrolla con metodología híbrida, el cual incluye modelamiento IMPLICITO y EXPLICITO.

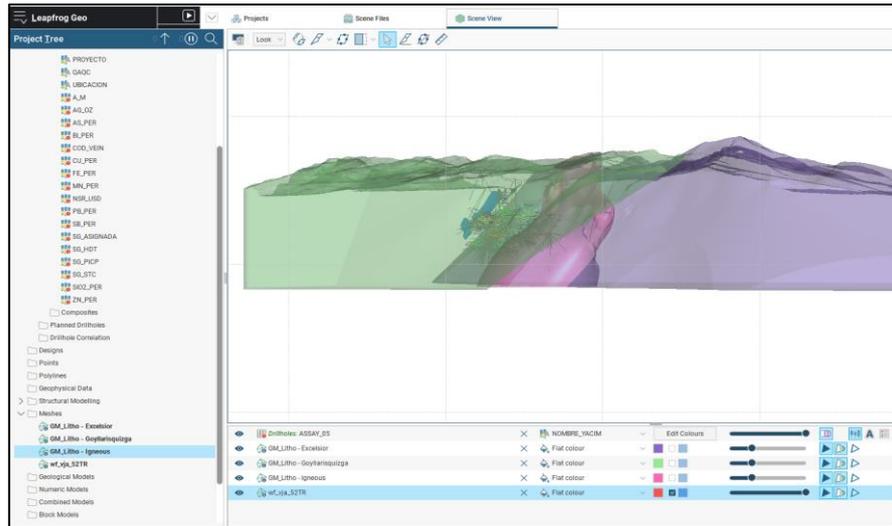
EL modelamiento IMPLICITO utiliza algoritmos definidos por LEAPFROG GEO, software dinámico y versátil que ayuda en la configuración LITOLÓGICA, ESTRUCTURAL y MINERALÓGICA.

El modelamiento EXPLICITO incluye información referencial de ajuste inferido, expresado en puntos de referencia en base a interpretaciones, líneas de continuidad en base a mapeos geológicos de labores interior mina, planos de tendencia asignado a continuidad de mineralización, líneas divisorias de dominios litológicos y mineralógicos.

#### Figura 39

Vista tridimensional del modelo litoestructural - Yauli

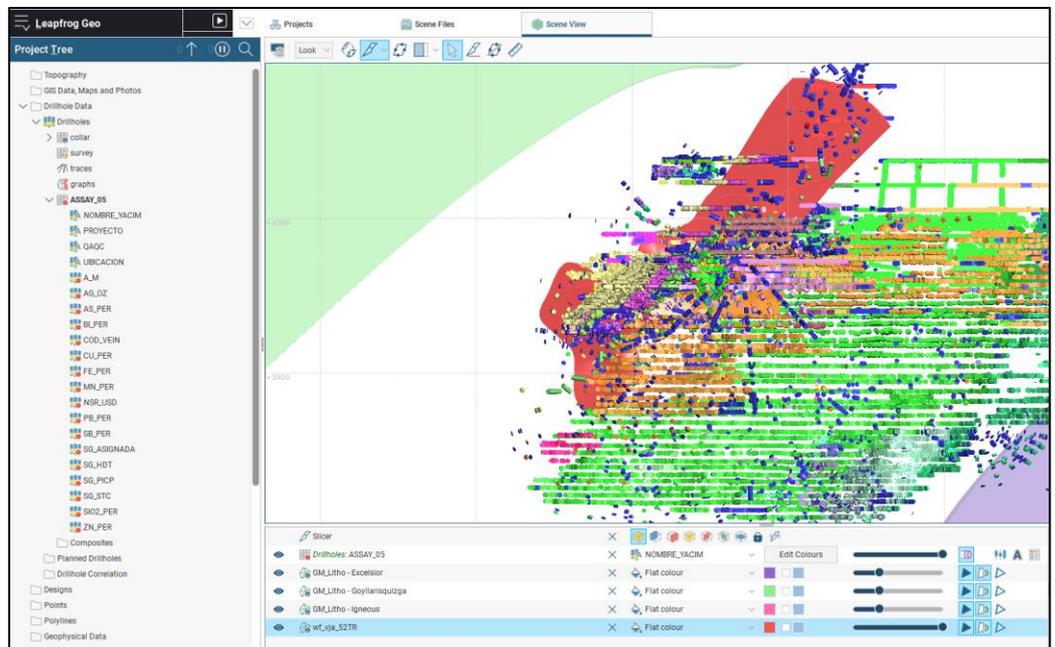




La base para la configuración de las estructuras se establece a partir de la Base de Datos organizado y administrado por GDMS FUSION, a continuación, se muestra la distribución de leyes a lo largo del yacimiento.

**Figura 40**

Vista isométrica de la veta Jazmín y la información que lo compone

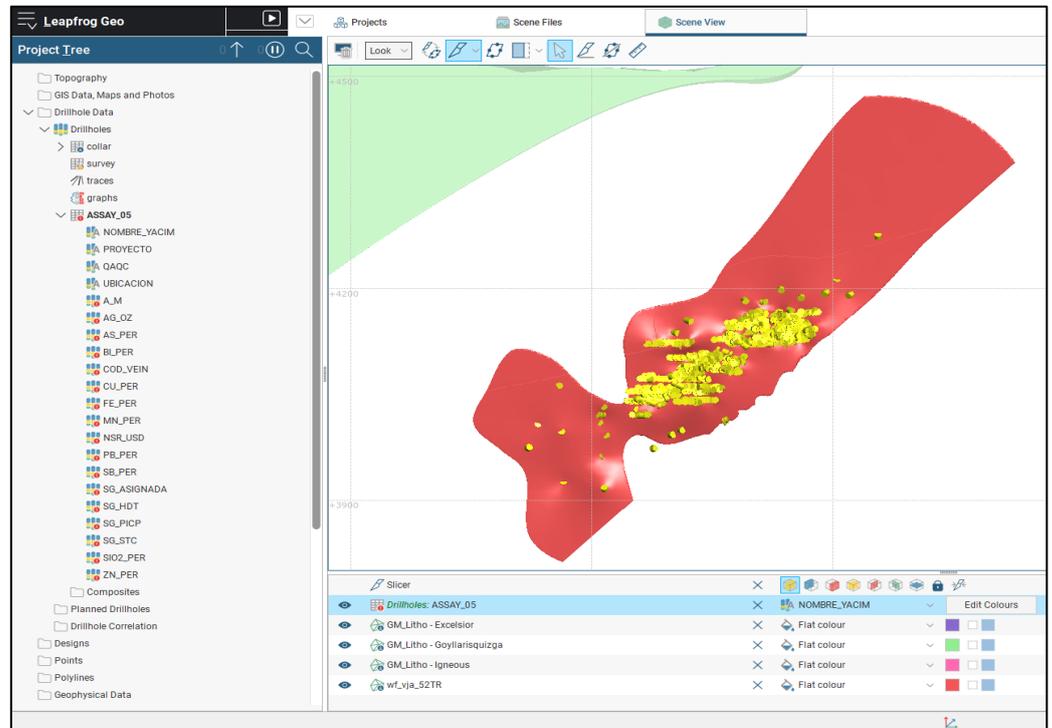


El diseño de la estructura mineralizada (Wireframe), delimitado geológica y estructuralmente, el BOUNDARY de la veta Jazmin refleja

una configuración compleja al contacto con litologías del GOYLLAR y EXCELSIOR.

### Figura 41

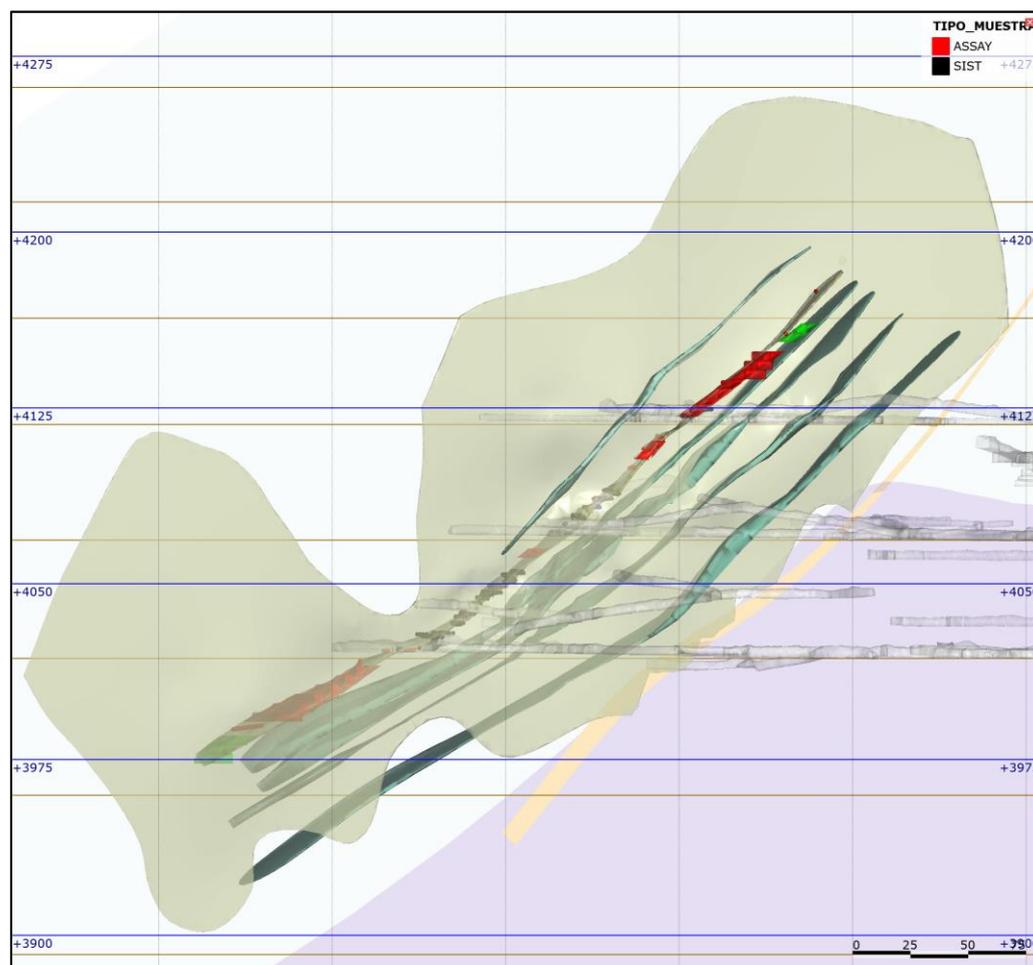
Vista de la Veta Jazmín y la información de canales que lo compone



La importancia de la veta Jazmín recae en la formación de diversas estructuras de comportamiento lito-estructural, tales como el sistema de mantos PRINCIPAL, delimitado litológicamente por el MANTO VIEJECITA, y dando paso al grupo MITU.

**Figura 42**

Configuración tridimensional veta Jazmin



#### 4.2.2.2. Estimación de Recursos

La empresa Volcán Cía. Minera S.A.A. ha adoptado el "JORC CODE" como estándar para los Informes de Recursos y Reservas Minerales. Este código, de origen australiano, se divide en cuatro secciones principales: BASE DE DATOS, EXPLORACIÓN, RECURSOS Y RESERVAS.

Este reglamento se basa en tres principios esenciales: transparencia, completa divulgación de información relevante y competencia del personal evaluador. Se están implementando acciones para fortalecer la confianza en las estimaciones, estableciendo la



Los Recursos Minerales son depósitos naturales de materiales sólidos, líquidos o gaseosos que se encuentran en la corteza terrestre, y que tienen una concentración y calidad adecuadas para su extracción económica, ya sea en la actualidad o en el futuro. La ubicación, cantidad, calidad, características geológicas y continuidad de estos recursos se determinan o estiman utilizando información, evidencia y conocimiento geológico especializado, con aportes adicionales de otras disciplinas.

Los informes sobre Recursos Minerales, por lo general, son documentos que pueden volverse obsoletos debido a cambios en la tecnología, infraestructura, precios de metales y otros factores. Estos cambios pueden afectar la inclusión o exclusión de material en la estimación de Recursos. Aquellas partes de un depósito que no sean económicamente viables para su extracción no deben considerarse como parte de los Recursos Minerales.

Los Recursos Minerales se clasifican en tres categorías principales, en orden ascendente de confianza geológica: Inferido, Indicado y Medido.

- **Recurso mineral inferido**

La categoría de Recursos Minerales Inferidos se refiere a una parte del depósito mineral cuyas estimaciones de tonelaje, ley y contenido mineral tienen un nivel de confianza bajo. Estas estimaciones se basan en inferencias de evidencia geológica y/o leyes asumidas, pero no verificadas. La información utilizada para estas estimaciones proviene de diversas fuentes, como afloramientos, zanjas, pozos,

trabajos mineros y perforaciones, y puede ser limitada en cantidad o calidad, lo que genera incertidumbre en su fiabilidad.

La continuidad geológica del depósito se asume en esta categoría, pero puede o no respaldarse con muestras representativas o evidencia geológica sólida. Sin embargo, la confianza en las estimaciones es insuficiente para aplicar criterios técnicos y económicos, o para realizar una evaluación económica de pre-factibilidad que pueda considerarse concluyente.

- **Recurso mineral indicado**

Se trata de un Recurso Mineral cuyas estimaciones de tonelaje, densidades, forma, características físicas, leyes y contenido mineral pueden realizarse con un grado de confianza razonable. Estas estimaciones se basan en información obtenida de actividades de exploración, muestreo y pruebas realizadas con métodos adecuados en diferentes lugares, como afloramientos, zanjas, pozos, labores mineras y perforaciones.

Aunque los puntos de muestreo no están lo suficientemente cercanos para confirmar completamente la continuidad geológica y las leyes, están lo bastante próximos como para asumirlas con cierto grado de certeza. Se presume que existe continuidad geológica, aunque no se puede confirmar plenamente debido a la distribución espaciada de las muestras.

A pesar de que la confianza en estas estimaciones es menor que en el caso de los Recursos Medidos, sigue siendo lo suficientemente alta como para aplicar parámetros técnicos y económicos en una posible

evaluación de viabilidad económica preliminar. La información utilizada proviene de diversas fuentes, incluyendo exploración de superficie, zanjas, pozos, perforaciones y pruebas de beneficio.

- **Recurso mineral medido**

Se trata de un Recurso Mineral en el cual las estimaciones de tonelaje, densidades, forma, características físicas, leyes y contenido mineral pueden realizarse con un alto grado de certeza. Esta evaluación se basa en información detallada y fiable obtenida de actividades de exploración, muestreo y pruebas realizadas con técnicas adecuadas en varios puntos, como afloramientos, zanjas, pozos, labores mineras y perforaciones. La distribución cercana de los puntos de muestreo permite confirmar tanto la continuidad geológica como la de las leyes del depósito.

La continuidad geológica se asegura mediante un muestreo espaciado adecuadamente. La confianza en el conocimiento del yacimiento mineral y en los controles geológicos es lo suficientemente alta como para permitir la aplicación apropiada de parámetros técnicos y económicos, lo que facilita una evaluación de la viabilidad económica.

- **Reservas minerales**

Se trata de la porción de un Recurso Mineral Medido o Indicado que es económicamente y legalmente viable para su extracción, considerando posibles pérdidas por dilución y descuentos por mermas durante la operación minera. Su determinación requiere evaluaciones detalladas que abarcan aspectos como minería, procesamiento,

aspectos económicos, legales, ambientales y sociales, basados en supuestos realistas.

El término "económico" implica que se ha demostrado analíticamente la rentabilidad de la extracción o producción, considerando las inversiones necesarias y supuestos sobre precios y costos durante la vida del proyecto. Este análisis dinámico reconoce que las condiciones pueden cambiar con el tiempo y afectar la viabilidad económica.

Por otro lado, el término "legalmente" indica que no deben existir incertidumbres respecto a los permisos requeridos para la operación minera, ni a la resolución de asuntos legales pendientes.

Se reconoce que las estimaciones de reservas, como predicciones del futuro basadas en información imperfecta del presente, pueden ser inexactas. Esto puede llevar a interpretaciones y conclusiones divergentes entre diferentes técnicos. Sin embargo, la inexactitud posterior no implica necesariamente incompetencia o fraude en la estimación inicial, siempre y cuando se haya realizado de buena fe y con base sustentable.

En ciertos casos, las Reservas Minerales pueden revertir a Recursos Minerales debido a cambios temporales o circunstanciales, como fluctuaciones en los precios del producto o emergencias operativas. La reclasificación no debe aplicarse si se espera que los cambios sean temporales o si la operación a corto plazo sigue siendo económica.

- **Reserva mineral probable**

Se refiere a la porción económicamente viable de un Recurso Mineral Indicado, y en ocasiones de un Recurso Mineral Medido, que considera la dilución y las posibles pérdidas durante la extracción. Esta categoría de Reserva implica evaluaciones a nivel de un estudio de prefactibilidad, donde se analizan los factores económicos para justificar la extracción en el momento del informe.

Las Reservas Minerales Probables tienen menos confianza que las Reservas Minerales Probadas y requieren una cantidad mayor de información para respaldar decisiones importantes de inversión y desarrollo del yacimiento. Aunque son menos confiables, aún deben tener una calidad suficiente para respaldar decisiones significativas.

En ciertas circunstancias, un Recurso Mineral Medido puede convertirse en una Reserva Mineral Probable debido a la incertidumbre asociada con los factores económicos. Esta relación se indica en la figura 16, sin implicar una disminución en el nivel de confianza o conocimiento geológico. En este caso, los factores económicos deben ser claramente explicados.

- **Reserva mineral probado**

Se define como la parte del Recurso Mineral Medido que se puede extraer económicamente, considerando la dilución y las pérdidas durante la explotación. Las Reservas Minerales Probadas representan el nivel más alto de certeza en el estimado y se fundamentan en una sólida información que respalda la continuidad geológica y la calidad del depósito. Para clasificarlas, se realizan evaluaciones, al menos hasta el nivel de prefactibilidad, que abarcan aspectos realistas como

la minería, metalurgia, economía, mercado, aspectos legales, ambientales, sociales y gubernamentales. Estas evaluaciones confirman la viabilidad de la extracción en el momento del informe, implicando generalmente material ya en proceso de explotación con un plan detallado.

Es crucial destacar que los Recursos Minerales Indicados no pueden ser directamente convertidos en Reservas Minerales Probadas bajo ninguna circunstancia.

#### **4.2.2.3. Criterios de estimación de recursos**

- **Validación de la base de datos**

Se realiza una validación de la base de datos mediante el Crystal Viewer tanto para las muestras de canales mina y DDHs, con el fin de realizar un filtro más de validación ajeno a la validación que realiza el área de QAQC, en esta validación se debe verificar que la información se encuentre completa y correcta.

**Figura 44**

Template de validación de información en cristal viewer

Base de Datos - GDM S/ Geología Operaciones  
Reportes\_GDM\_Oper\_2019\_7

02-Mar-2019 14:09

**REPORTE DE INGRESO DE INFORMACION**  
**GEOLOGICA BD-GDMS**  
de 1/02/2019 hasta 2/03/2019

**CAN**

Date	Hole	Depth	Coord	Survey			RockType			Texture			Mineralizacion			Alteracion			RQD			Impacto	Assays			Is Master
				SI/No	Nº Reg	From To	SI/No	Nº Reg	From To	SI/No	Nº Reg	From To	SI/No	Nº Reg	From To	SI/No	Nº Reg	From To	SI/No	Nº Reg	From To		SI/No	Nº Reg	From To	
1/03/2019	10336158582	0.70	88 88	1	0.00	0.00	1	0.00	0.70	0	0.00	0.00	1	0.00	0.70	1	0.00	0.70	0	0.00	0.00	0	0	0.00	0.70	Y
	10336158583	2.80	88 88	1	0.00	0.00	3	0.00	2.80	0	0.00	0.00	3	0.00	2.80	3	0.00	2.80	0	0.00	0.00	0	0	0.00	2.80	Y
	10336158586	2.90	88 88	1	0.00	0.00	2	0.00	2.90	0	0.00	0.00	2	0.00	2.90	2	0.00	2.90	0	0.00	0.00	0	0	0.00	2.90	Y
	10336158588	2.00	88 88	1	0.00	0.00	2	0.00	2.00	0	0.00	0.00	2	0.00	2.00	2	0.00	2.00	0	0.00	0.00	0	0	0.00	2.00	Y
	10336158591	2.40	88 88	1	0.00	0.00	2	0.00	2.40	0	0.00	0.00	1	1.40	2.40	1	1.40	2.40	0	0.00	0.00	0	0	0.00	2.40	Y
2/03/2019	10336158446	1.80	88 88	0	0.00	0.00	2	0.00	1.80	0	0.00	0.00	2	0.00	1.80	2	0.00	1.80	0	0.00	0.00	0	0	0.00	1.80	Y
	10336158448	2.40	88 88	0	0.00	0.00	2	0.00	2.40	0	0.00	0.00	1	1.00	1.80	3	0.00	2.80	0	0.00	0.00	0	0	0.00	2.40	Y
	10336158453	2.60	88 88	0	0.00	0.00	3	0.00	2.60	0	0.00	0.00	1	1.00	1.80	3	0.00	2.80	0	0.00	0.00	0	0	0.00	2.60	Y
	10336158457	0.30	88 88	0	0.00	0.00	1	0.00	0.30	0	0.00	0.00	1	0.00	0.30	1	0.00	0.30	0	0.00	0.00	0	0	0.00	0.30	Y
	10336158458	0.30	88 88	0	0.00	0.00	1	0.00	0.30	0	0.00	0.00	1	0.00	0.30	1	0.00	0.30	0	0.00	0.00	0	0	0.00	0.30	Y
	10336158459	1.30	88 88	0	0.00	0.00	1	0.00	1.30	0	0.00	0.00	1	0.00	1.30	1	0.00	1.30	0	0.00	0.00	0	0	0.00	1.30	Y
	10336158460	1.00	88 88	0	0.00	0.00	1	0.00	1.00	0	0.00	0.00	1	0.00	1.00	1	0.00	1.00	0	0.00	0.00	0	0	0.00	1.00	Y
	10336158482	2.40	88 88	0	0.00	0.00	1	0.00	1.40	0	0.00	0.00	1	0.00	1.40	1	0.00	1.40	0	0.00	0.00	0	0	0.00	1.40	Y

Base de Datos - GDM S/ Geología Operaciones  
Reportes\_GDM\_Oper\_2019\_7

02-Mar-2019 13:44

**REPORTE DE INGRESO DE INFORMACION**  
**GEOLOGICA BD-GDMS**  
de 1/02/2019 hasta 2/03/2019

**DDH**

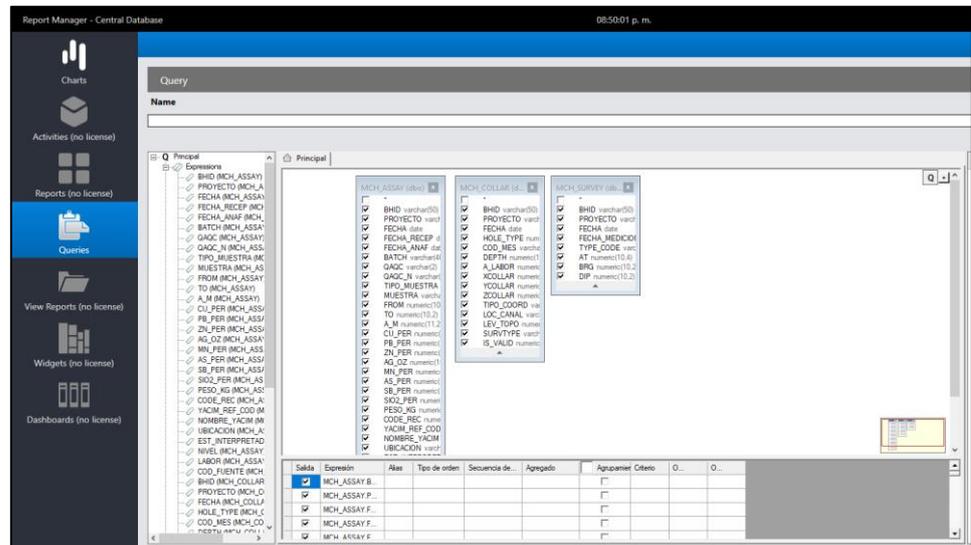
Date	Hole	Depth	Coord	Survey			RockType			Texture			Mineralizacion			Alteracion			RQD			Impacto	Assays			Is Master
				SI/No	Nº Reg	From To	SI/No	Nº Reg	From To	SI/No	Nº Reg	From To	SI/No	Nº Reg	From To	SI/No	Nº Reg	From To	SI/No	Nº Reg	From To		SI/No	Nº Reg	From To	
23/02/2019	DDH-U-CH-19-034	390.00	88 88	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	Y
26/02/2019	DDH-U-CH-19-037	200.00	88 88	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	Y

Actualmente se manejan diversos softwares para administrar la información y que ayudan a mostrar aquellas inconsistencias de las condiciones preestablecidas que garanticen su confiabilidad, como medida de control por parte del área de QAQC.

Ejemplo: Collar\_52; Survey\_52; Assay\_52; Litho\_52

## Figura 45

Vista del Report Manager, aplicativo para la generación de tablas de base de Datos



- **Estadística BD**

Esta sección muestra la estadística de la BD, en condiciones originales; el fin, de tener un panorama global de la cantidad y calidad de información.

**Tabla 3**

Estadística de Base de Datos de Veta Jazmin

N° MUESTRA PROYECTO	TIPO_MUESTRA DDH	SIST	(en blanco)	Total general
MCAR_AD_17	450			450
MCAR_BF_16	235			235
MCAR_BF_21	84			84
MCAR_CR_17	1986			1986
MCAR_IN_00	1073			1073
MCAR_IN_01	6			6
MCAR_IN_04	61			61
MCAR_IN_05	316			316
MCAR_IN_06	266			266
MCAR_IN_07	545			545
MCAR_IN_08	79			79
MCAR_IN_10	1585			1585
MCAR_IN_11	700			700
MCAR_IN_12	651			651
MCAR_IN_14	437			437
MCAR_IN_15	165			165
MCAR_IN_16	1179			1179
MCAR_IN_17	2398			2398
MCAR_IN_18	7407			7407
MCAR_IN_19	8534			8534
MCAR_IN_20	6299			6299
MCAR_IN_21	2278			2278
MCAR_OC_00		5198		5198
MCAR_OC_01		168		168
MCAR_OC_02		1700		1700
MCAR_OC_03		1433		1433
MCAR_OC_04		1637		1637
MCAR_OC_05		1195		1195
MCAR_OC_06		1772		1772
MCAR_OC_07		1464		1464
MCAR_OC_08		1685		1685
MCAR_OC_09		3165		3165
MCAR_OC_10		4462		4462
MCAR_OC_11		4460		4460
MCAR_OC_12		2943		2943
MCAR_OC_13		2107		2107
MCAR_OC_14		3486		3486
MCAR_OC_15		6384		6384
MCAR_OC_16		10991		10991
MCAR_OC_17		10684		10684
MCAR_OC_18		8388		8388
MCAR_OC_19		10027		10027
MCAR_OC_20		6671		6671
MCAR_OC_21		3633		3633
MCAR_PT_16	217			217
MCAR_PT_17	284			284
MCAR_PT_20	646			646
MCAR_PT_21	1			1
MCAR_RC_15	206			206
MCAR_RC_16	392			392
MCAR_RC_17	110			110
MCAR_RC_18	2679			2679
MCAR_RC_19	2625			2625
(en blanco)				
<b>Total general</b>	<b>44874</b>	<b>93713</b>		<b>138587</b>

- **Validación del modelo geológico (wireframe)**

Para la validación es necesario contar con información de wireframes, archivo con información de potencias, seguidamente se realizará la validación de los wireframes de estructuras en Leapfrog geo (u otro software comercial en temas de modelamiento), con el objetivo de identificar incongruencias que posteriormente puedan afectar el desarrollo del proceso de estimación.

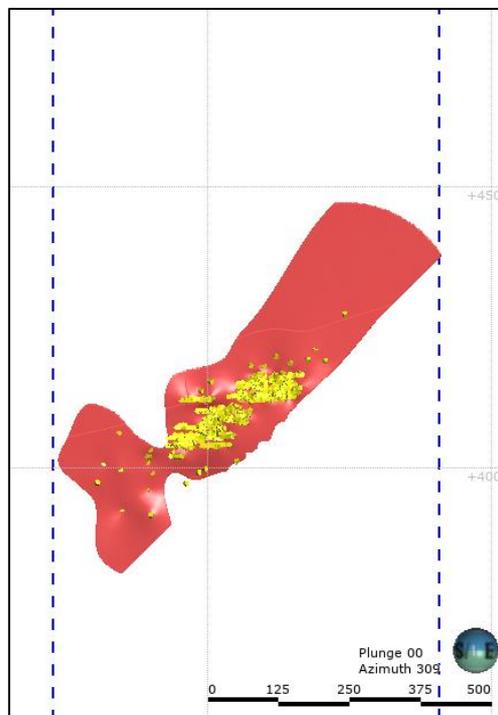
La validación consiste en:

- Identificar desviaciones en la continuidad (agujeros), en la estructura y dominios.

- Revisar el traslape del Wireframe de la estructura con los dominios; que deben de coincidir en ubicación espacial.
- Revisar la calidad de los cortes para los dominios.
- Revisar las intersecciones con otras estructuras mineralizadas.
- Utilizar los mapeos geológicos de interior mina para las estructuras mineralizadas, con la finalidad de asegurar la calidad del modelado geológico.

**Figura 46**

Vista de Veta Jazmin y la información que lo compone



Completado la validación de los wireframes, pasaremos a exportarlos en el formato más conveniente (surpac, vulcan, dxf) la cual facilitará el desarrollo del proceso de estimación.

Los nombres de los archivos deben ser diferenciados por estructura y por unidad; esto con la finalidad de tener un orden en nuestros

archivos y así evitar repeticiones en las nomenclaturas. A continuación, un ejemplo de los nombres: wf\_vja\_52, wf\_mpt\_52,etc.

- **Comparación volumétrica**

Dentro de las mejores prácticas de la estimación de recursos, se recomienda realizar el seguimiento y la supervisión minuciosa a los cambios que puedan sufrir uno u otro modelo geológico, para ello el comparativo volumétrico es una manera de concluir ciertas interrogantes.

Realizar una comparación volumétrica entre los wireframes de estructuras mineralizadas actualizadas y los del último modelo estimado (Corto Plazo u Ore Control). Las estructuras que se tendrán consideración y cuidado serán las que presentan variaciones (%DIFF) mayores a los 5% o que su diferencia volumétrica sea alta (esto dependerá del criterio del geólogo de estimación).

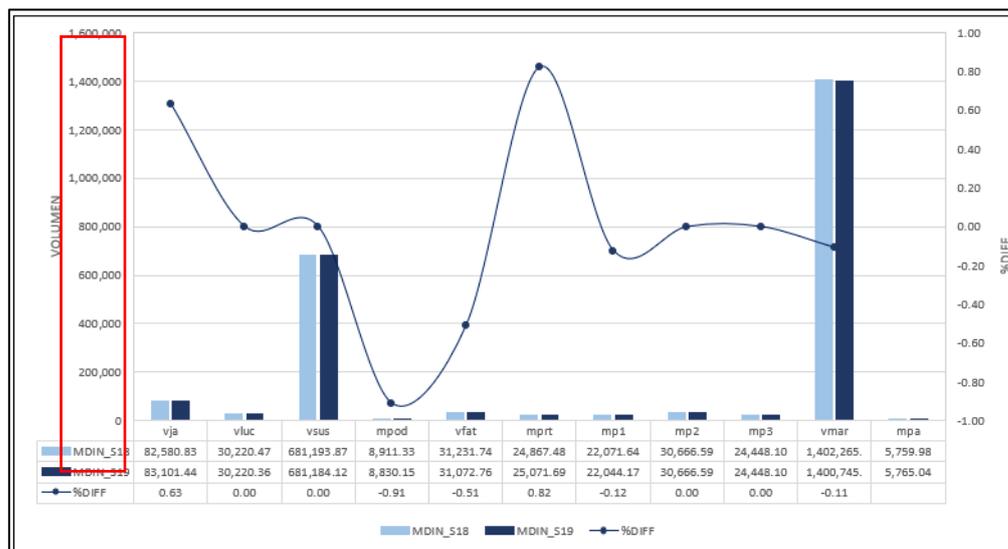
**Tabla 4**

Comparativo volumétrico m3

Vein	Vol			
	MDIN_S18	MDIN_S19	DIFF	%DIFF
vja	82,580.83	83,101.44	521	0.63
vluc	30,220.47	30,220.36	0	0.00
vsus	681,193.87	681,184.12	10	0.00
mpod	8,911.33	8,830.15	81	-0.91
vfat	31,231.74	31,072.76	159	-0.51
mprt	24,867.48	25,071.69	204	0.82
mp1	22,071.64	22,044.17	27	-0.12
mp2	30,666.59	30,666.59	-	0.00
mp3	24,448.10	24,448.10	-	0.00
vmar	1,402,265.65	1,400,745.17	1,520	-0.11
mpa	5,759.98	5,765.04	5.06	0.09

**Figura 47**

Gráfico de variación porcentual de volumen (%) (m3)



- **Codificación de la base de datos**

Importar la Base de Datos y los wireframes a un proyecto de Studio RM, en el cual se procederá a renombrar los wireframes, teniendo en cuenta las abreviaturas de las vetas y los códigos de cada unidad.

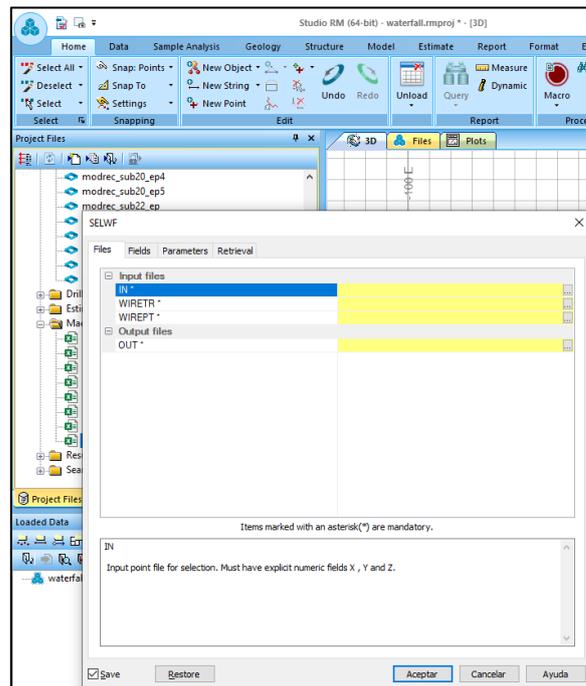
Estructura: “wf\_vein\_cuni”; Dominios: “wf\_dominio\_vein”

Por ejemplo: wf\_vja\_52; wf\_mpt\_52

Luego, se procede a codificar las muestras con respecto a los wireframes de las estructuras que se tiene para el mes, este método consiste en codificar todas las muestras que se encuentren dentro de los wireframes, utilizando una tolerancia de 0.001 (comando SELWF)

**Figura 48**

Interfaz de Datamine y proceso de codificación



El archivo que resulta de la codificación con los sólidos de las estructuras se debe denominar teniendo en cuenta el código de la unidad. “samp\_uni”.

Por ejemplo: samp\_mcar

De existir dominios geológicos, se procede a codificar las muestras utilizando los wireframes de los dominios, de la misma manera utilizando una tolerancia de 0.001 (comando SELWF), esto con la finalidad de generar una base de datos codificada con los nombres de las estructuras y dominios, el archivo resultante se debe denominar: “samp\_unidad\_cuni”.

Por ejemplo: samp\_mcar\_52

A continuación, mostramos las tablas resúmenes necesarios para la codificación de los archivos

**Tabla 5**

Codificación por unidad operativa - VOLCAN

UNIDAD	ABREVIATURA	CODIGO_UNIDAD
ALPAMARCA	alp	11
ANDAYCHAGUA	and	51
ANIMON	ani	31
CARAHUACRA	car	52
ISLAY	isl	32
SAN CRISTOBAL	scr	53
TICLIO	tic	54

DOMINIO	ABREVIATURA
MINERALOGICO	minzn
	minag
LITOLOGICO	lit
ESTRUCTURAL	str

La validación de la codificación de las muestras se debe realizar de manera visual, asegurándose que las muestras se encuentren dentro de los wireframes respectivos; además se debe realizar una estadística de la codificación por estructura y dominios, asegurándose que los números sean iguales.

- **EDA ensayos, acotamiento y composito**

Los gráficos utilizados en este ítem son realizados empleando el software Supervisor.

- a) **EDA ensayos**

Se realiza el análisis de las gráficas estadísticas como: Histograma, Curvas Probabilísticas, BoxPlots, Contact Plots de la data codificada.

En el caso que presenten dominios geológicos se procederá a realizar las gráficas estadísticas mencionadas, con la finalidad de agrupar los dominios geológicos, tomando en consideración su

media y coeficiente de variación, con ello podemos generar los dominios de estimación.

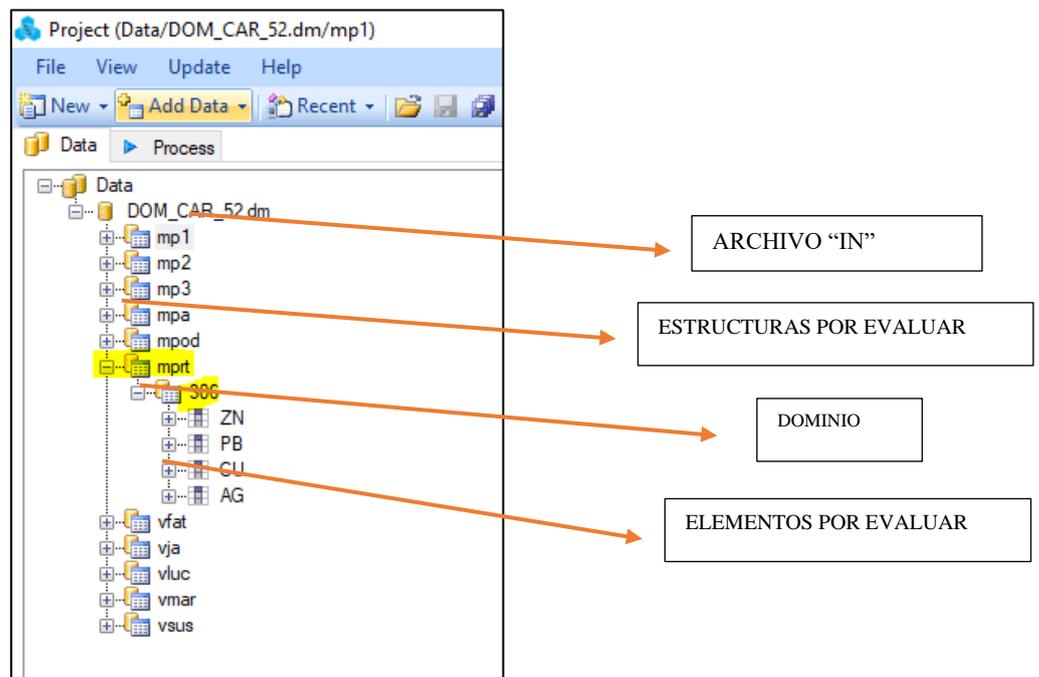
El archivo con la información de estructuras y/o dominios finales, debe ser nombrado de la siguiente manera: “dom\_unidad\_cuni”.

Por ejemplo: dom\_mcar\_52

Uno de los softwares más sofisticados y recomendado es el SNOWDEN SUPERVISOR.

**Figura 49**

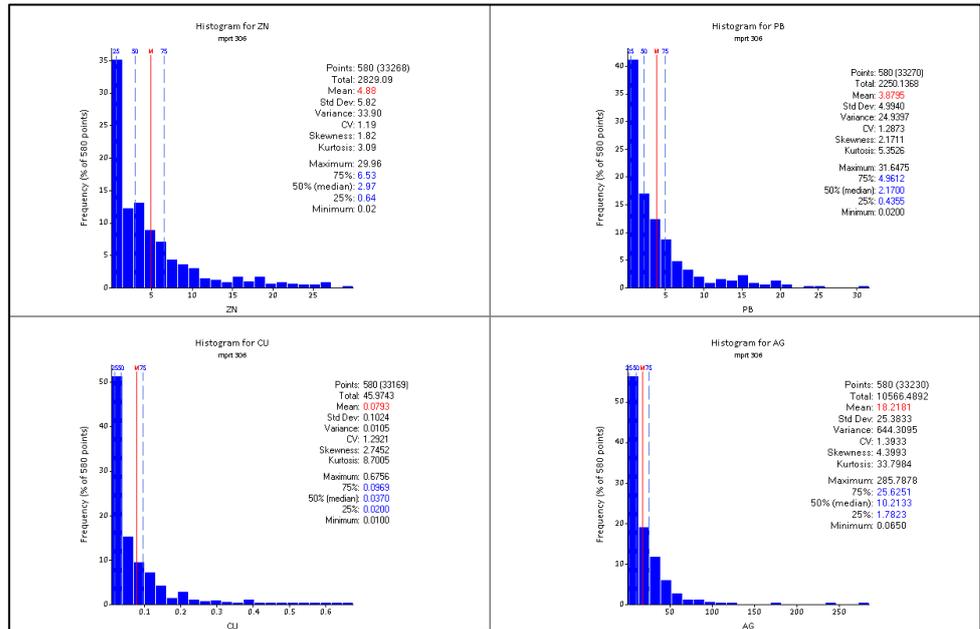
Interfaz del software SUPERVISOR



Se generan histogramas y obtenemos una estadística general por elemento.

## Figura 50

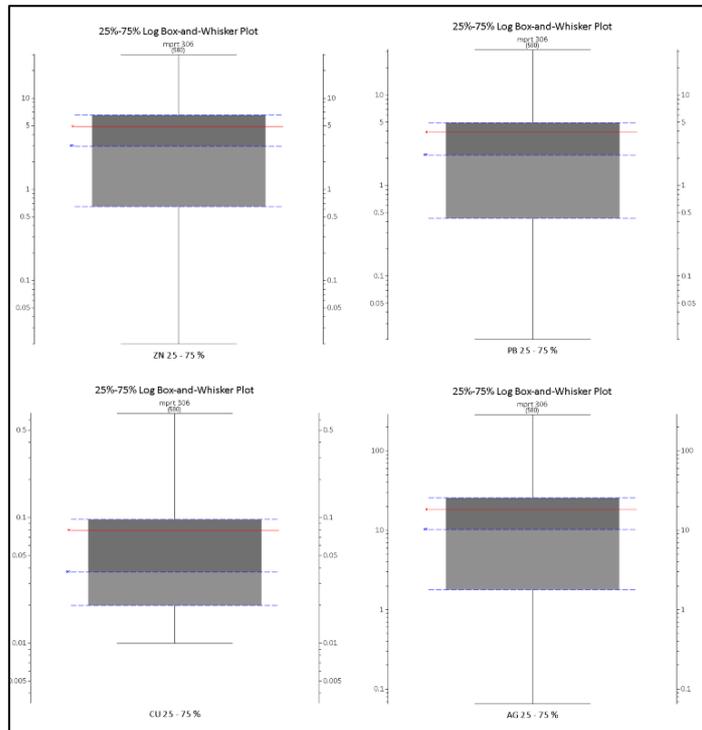
### Histogramas por elemento



Generamos diagramas de caja, finalidad: identificar comportamiento y distribución de la información “IN”.

## Figura 51

### Boxplots por elemento



La evaluación es por elemento, en cuanto a la dispersión los 4 elementos expresan un comportamiento regular, siendo el Cu hasta el primer cuartil (Q1) un tanto menos disperso.

**b) EDA acotamiento (Capping)**

Para realizar el capping se tomará en consideración, los parámetros del Largo Plazo Old.

Teniendo en cuenta que los valores de las muestras explotadas (años anteriores) son mayores a los nuevos muestreos, a estas últimas muestras no les afecta los valores del capping, por tal motivo se debería realizar un nuevo capping, de manera más local, este trabajo se debe realizar de las muestras del ultimo o de los 02 últimos años, dependiendo del análisis estadístico del estimador.

Se realiza el análisis de las gráficas estadísticas como: Histograma, Curvas Probabilísticas, BoxPlots, Contact Plots de la data con capping; se debe realizar un análisis con las gráficas de la data de ensayo, con la finalidad de que no exista mucha variación.

Al archivo con toda la información de los valores de las muestras con capping se denominará de la siguiente manera: “cap\_unidad\_cuni”

Por ejemplo: cap\_mcar\_52

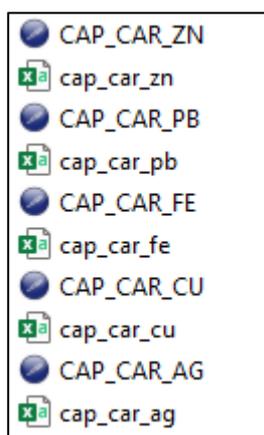
“TOP CUT” para los elementos a analizar.

Existen muchos criterios de capeado, uno de ellos según las mejores recomendaciones de expertos dentro de la industria

minera considera a no comprometer por sobre un 5% de “RISK METAL”; considerando ello se establece el capping para el Zn, Pb, Cu y Ag.

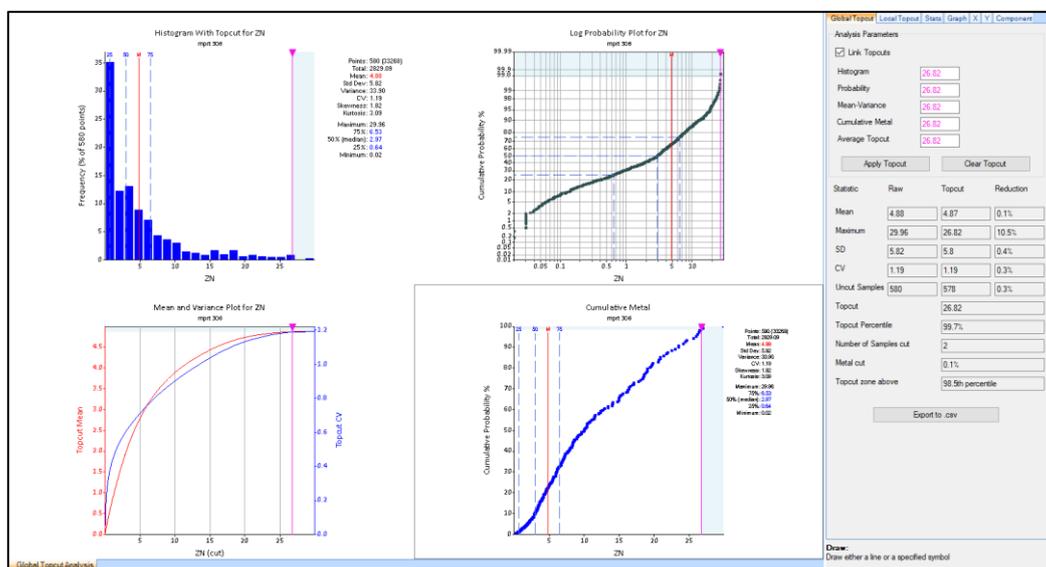
**Figura 52**

Archivos “Output” del proceso de Capeado



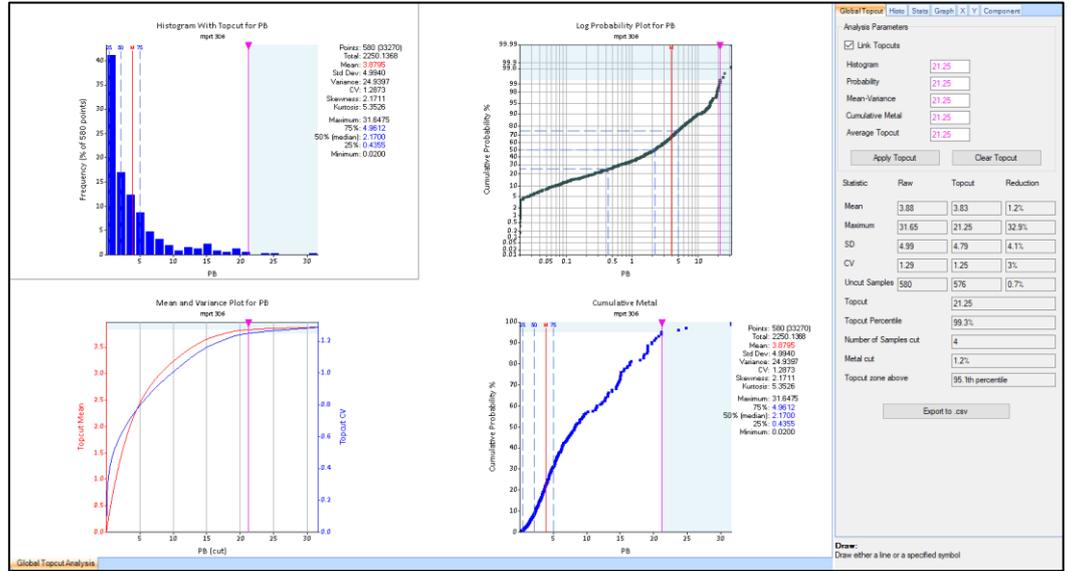
**Figura 53**

Metodología TOPCUTT\_Restricción capping Zn



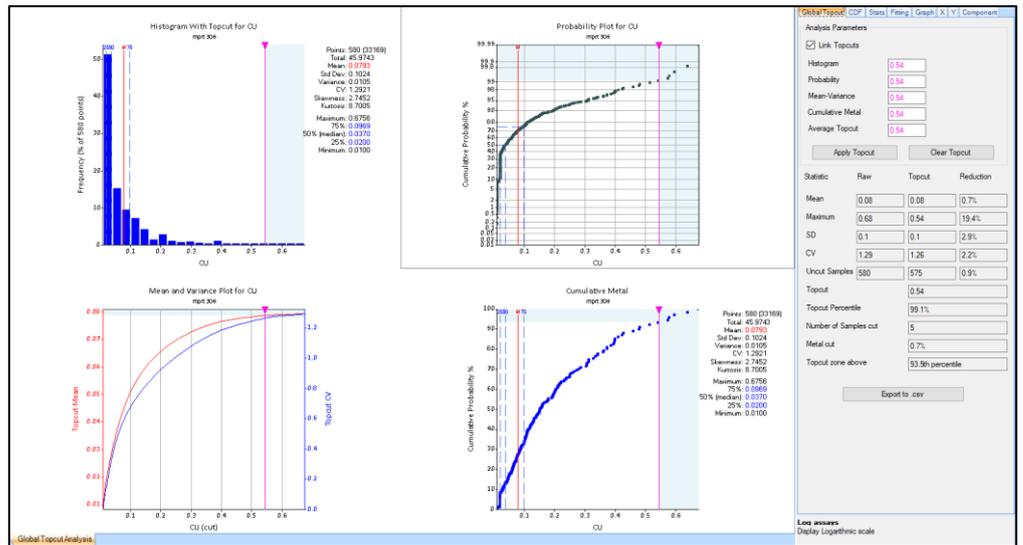
**Figura 54**

Metodología TOPCUTT\_Restricción capping Pb



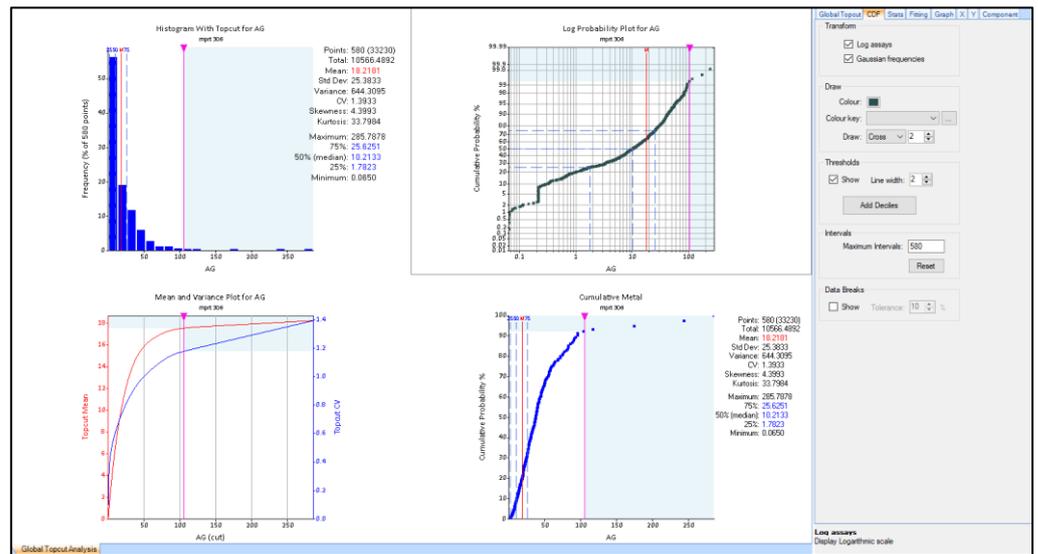
**Figura 55**

Metodología TOPCUTT\_Restricción capping Cu



**Figura 56**

Metodología TOPCUTT\_Restricción capping Ag



**c) EDA compuesto**

Se realiza un análisis de compuesto de acuerdo con el tipo de estructura; para vetas se realiza un compuesto de ancho total de la veta, para mantos y cuerpos se composita a 2.0 m, para pit a la mitad del banco.

**Tabla 6**

Parámetros de compuesto

ESTRUCTURA	LONG_COMP
VETA	Ancho de veta
MANTOS/CUERPO	2.0 m
PIT	Mitad del banco

El archivo con la información de leyes y compositada se denominará de la siguiente manera: “comp\_unidad\_cuni”

Por ejemplo: comp\_mcar\_52.

Para el presente trabajo se realizó el análisis de compuesto, el cual consiste en realizar comparaciones entre media y CV (coeficiente de variación) de muestras pesadas y no pesadas; ello a diferentes

distancias, teniendo en consideración el SMU, varían desde 0.5 – 1 – 1.5 – 2 – 2.5 y AV.

Ejemplo: composito a 0.5.

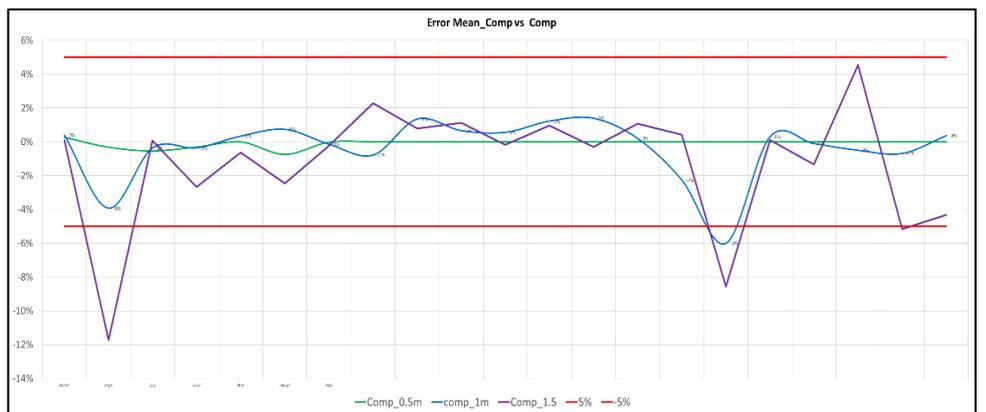
**Tabla 7**

Análisis de compósito - Sesgo aceptable del comparativo comp\_length / comp\_raw

Pesado					Sin Peso		Sin Peso			
COD_VEIN	FIELD	NSAMPLES	Mean_Weight	CV	Tamaño de composito	COD_VEIN	Mean	CV	Error Mean	Error CV
mprt	ZN_CAP	5633	6.801	1.409	0.5	mprt	6.819	1.410	0%	0%
mpt	ZN_CAP	169	5.385	1.608	0.5	mpt	5.368	1.616	0%	1%
vja	ZN_CAP	3817	11.576	1.278	0.5	vja	11.514	1.279	-1%	0%
vluc	ZN_CAP	5137	11.457	1.330	0.5	vluc	11.422	1.331	0%	0%
vfat	ZN_CAP	2224	4.707	1.397	0.5	vfat	4.706	1.396	0%	0%
vmar	ZN_CAP	307	2.238	1.622	0.5	vmar	2.221	1.619	-1%	0%
vml	ZN_CAP	24173	11.258	1.257	0.5	vml	11.256	1.257	0%	0%

**Figura 57**

Comparativo comp\_length / comp\_raw

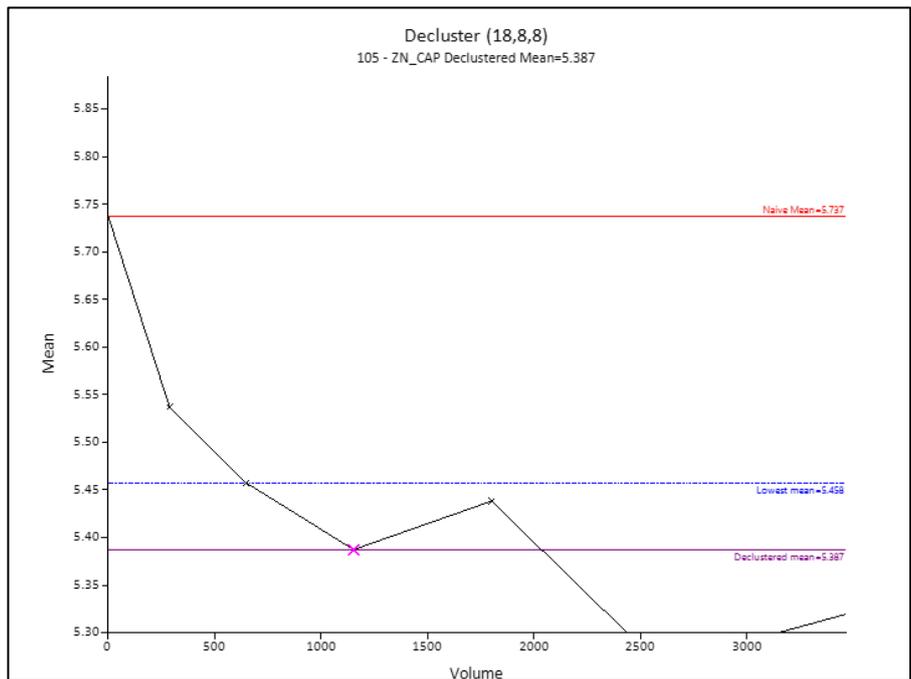


**d) Desagrupamiento (Decluster)**

El desagrupamiento (decluster) se realiza para obtener los pesos de estimación, para el caso en el que se utilizara el IDW como estimador final, este proceso se realizara en el Snowden SUPERVISOR, con la finalidad que el proceso sea más dinámico.

**Figura 58**

Declust determinado para la veta jazmín

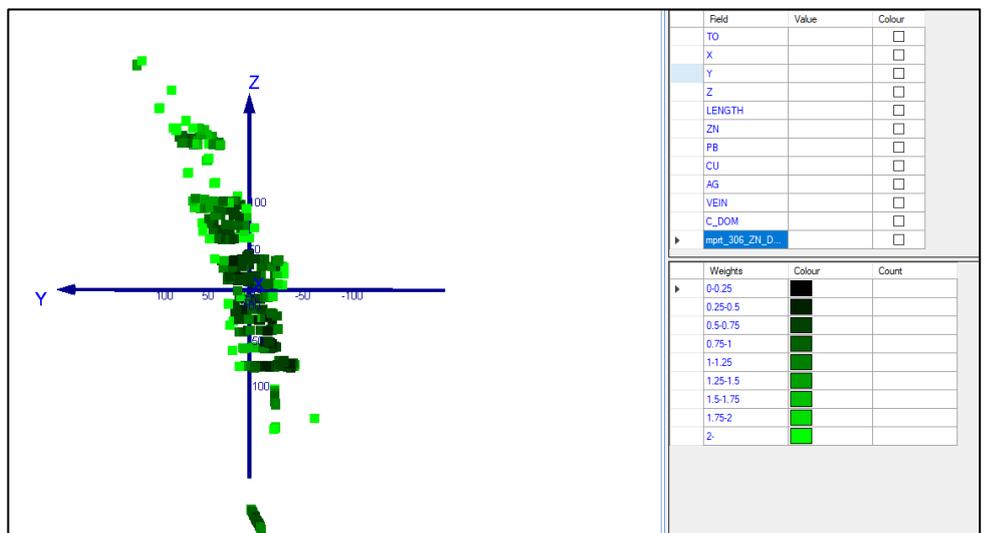


El archivo con la información de leyes y pesos de estimación (campo DCWEIGHT) se denominará de la siguiente manera: para el acumulativo “compw\_unidad\_cuni” y para las vetas “compw\_vein”

Por ejemplo: compw\_mcar\_52, compw\_mprt.

**Figura 59**

Vista isométrica de pesos – Decluster

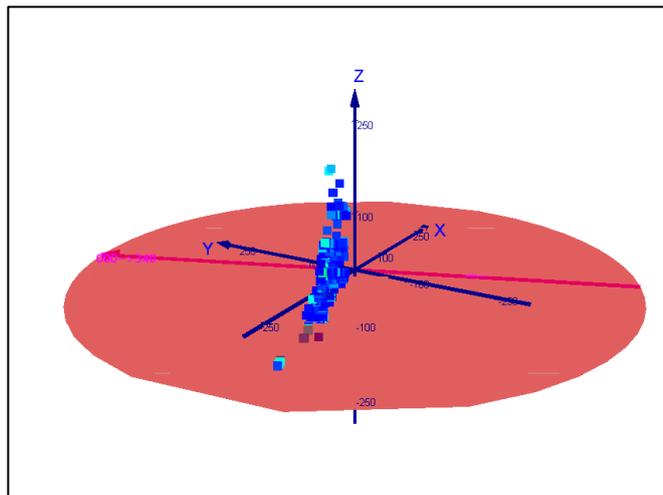


e) **Variografía**

El análisis de continuidad de las estructuras nuevas se realizará en el Supervisor, este análisis se basa en establecer direcciones (anisotropía). A continuación, se muestran los planos de búsqueda variográfica.

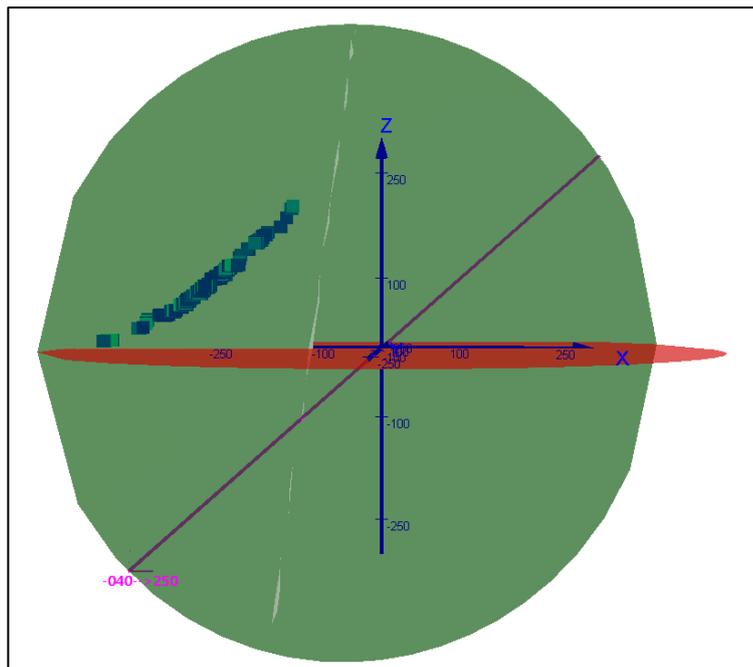
**Figura 60**

Primera dirección en función del AZIMUTH



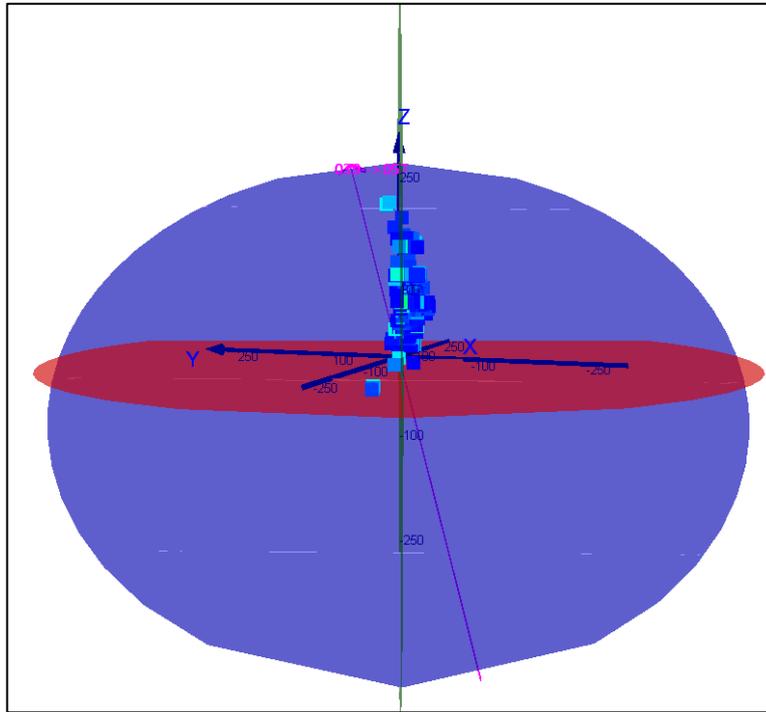
**Figura 61**

Segunda dirección en función del DIP



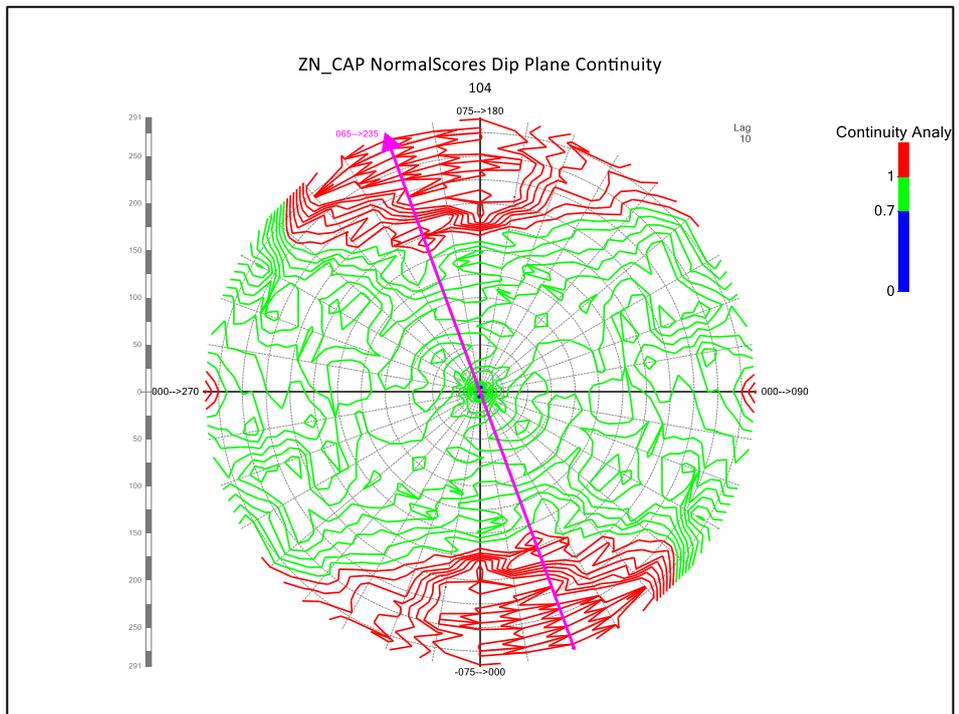
**Figura 62**

Tercera dirección en función de la continuidad geológica (mineralógica, estructural, etc.) PLUNGE



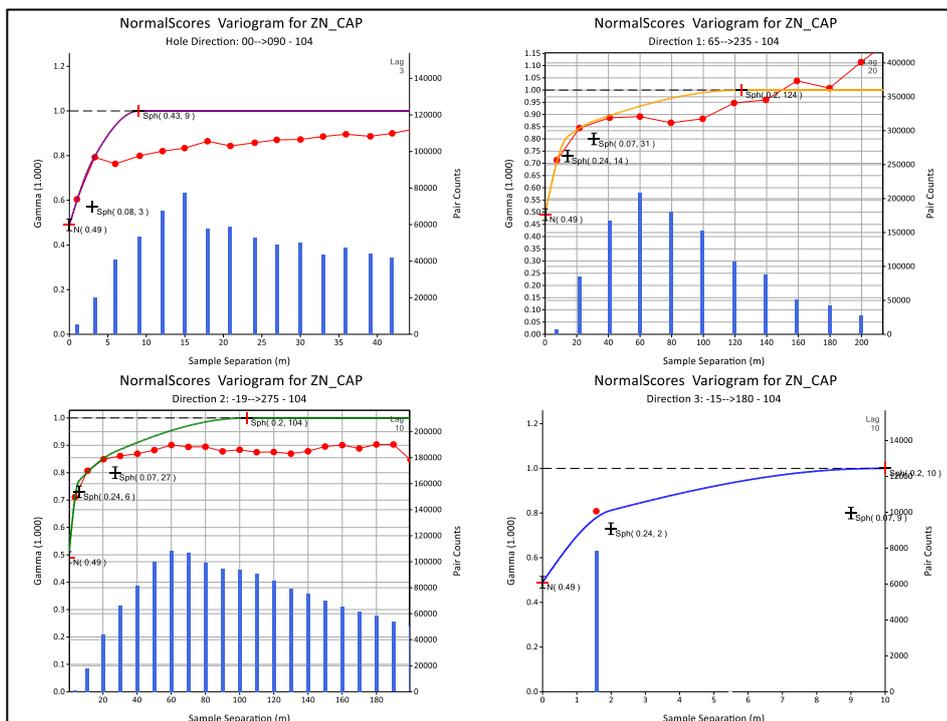
**Figura 63**

Análisis de continuidad – Snowden SUPERVISOR



**Figura 64**

**Análisis de continuidad – Snowden SUPERVISOR**



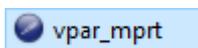
El archivo resultante con la información de los variogramas se denominará: “vpar\_vein”

Por ejemplo: vpar\_vja

Este archivo contiene los ángulos de rotación configurados en base a las direcciones establecidas en el modelado.

**Figura 65**

**Parámetros variográficos**



RECORD	VARIABLE (N)	YDESC (A12)	VANGLE1 (N)	VANGLE2 (N)	VANGLE3 (N)	VAXIS1 (N)	VAXIS2 (N)	VAXIS3 (N)	NUJGET (N)	ST1 (N)	STIPAR1 (N)	STIPAR2 (N)	STIPAR3 (N)	STIPAR4 (N)
1	ZN_CAP		-57.005	33.826	22.76	3	2	1	0.15	3	2.333	1.333	2	0.47
2	PB_CAP		-45.414	37.159	16.013	3	2	1	0.07	3	4.333	2.333	2	0.65
3	CU_CAP		-45.414	37.159	16.013	3	2	1	0.35	3	6	2.333	2	0.39
4	AG_CAP		-57.005	33.826	22.76	3	2	1	0.13	3	1.333	1.333	2	0.55
5	FE_CAP		-57.005	33.826	22.76	3	2	1	0.15	3	2.333	1.333	2	0.47

- **Generación del modelo de bloques**

La generación del modelo de bloques se realizará en el Studio RM; generando prototipos para cada estructura; las dimensiones de los bloques dependerán del tipo de estructura, como mencionamos a continuación.

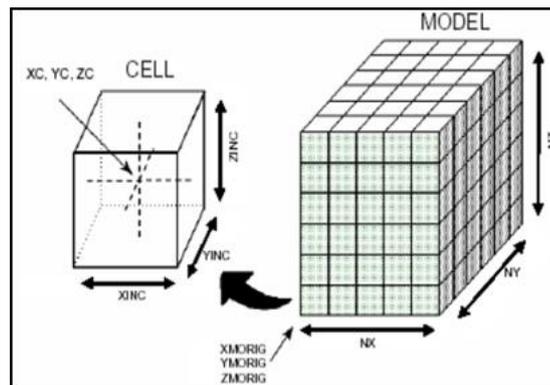
**Tabla 8**

Parámetros de modelo de bloques

ESTRUCTURA	DIMENSIONES
VETA	$A \times 2 \times 2$
MANTOS/CUERPO	$2 \times 2 \times 2$
PIT	$2.5 \times 5 \times 5$

**Figura 66**

Parámetro idealizado de modelo de bloques



El archivo resultante del modelo de bloques se denominará:

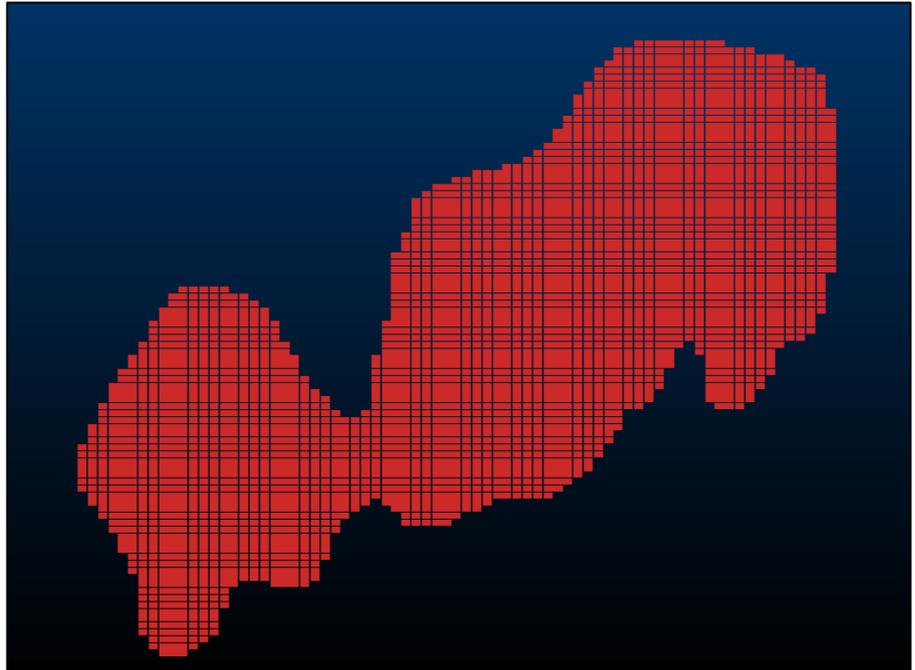
**“mbfinal\_vein”**

Por ejemplo:  **MBSUB\_VJA**

El modelo de bloques no tiene rotación.

## Figura 67

Block models generado a partir de la actualización del Wireframe



- **Codificación de buzamiento (DV), PV y AV**

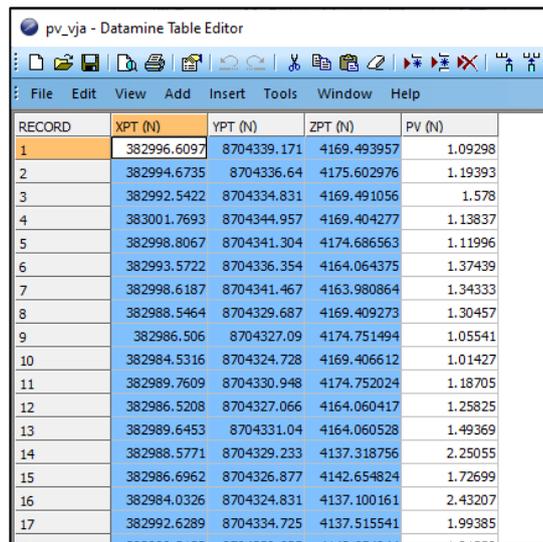
El proceso de codificación de la PV, AV y DV serán calculados en el Studio RM; para el cálculo de la potencia es necesario el archivo de puntos (thicknes) del Leapfrog, el cual debe ser interpolado para que el modelo de bloques se codifique con el campo de la potencia (PV) y posteriormente se realizará el cálculo del ancho de veta (AV); para el cálculo del Buzamiento se utilizará el comando ANISOANG, mediante el cual obtendremos un archivo de puntos con los datos de Azimuth y Buzamiento (extraídos de los sólidos); este archivo de puntos deben ser interpolados en los modelos de bloques obteniendo los campos DV (Buzamiento), TRDIP, TRDIPDIR; estos últimos campos pueden ser usados para el cálculo de Anisotropía Dinámica.

El archivo resultante del modelo con la información de PV, AV y DV se denominará: “mdip\_vein”

El archivo de entrada para el cálculo es:

### Figura 68

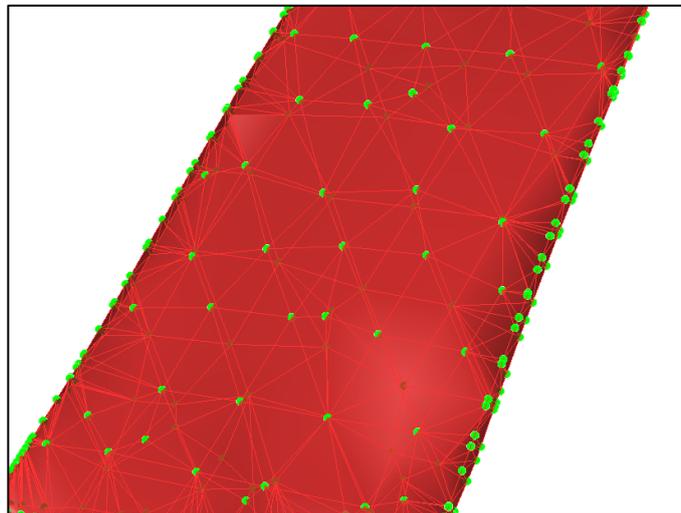
Resultado de cálculo de PV (potencia de veta)



RECORD	XPT (N)	YPT (N)	ZPT (N)	PV (N)
1	382996.6097	8704339.171	4169.493957	1.09298
2	382994.6735	8704336.64	4175.602976	1.19393
3	382992.5422	8704334.831	4169.491056	1.578
4	383001.7693	8704344.957	4169.404277	1.13837
5	382998.8067	8704341.304	4174.686563	1.11996
6	382993.5722	8704336.354	4164.064375	1.37439
7	382998.6187	8704341.467	4163.980864	1.34333
8	382988.5464	8704329.687	4169.409273	1.30457
9	382986.506	8704327.09	4174.751494	1.05541
10	382984.5316	8704324.728	4169.406612	1.01427
11	382989.7609	8704330.948	4174.752024	1.18705
12	382986.5208	8704327.066	4164.060417	1.25825
13	382989.6453	8704331.04	4164.060528	1.49369
14	382988.5771	8704329.233	4137.318756	2.25055
15	382986.6962	8704326.877	4142.654824	1.72699
16	382984.0326	8704324.831	4137.100161	2.43207
17	382992.6289	8704334.725	4137.515541	1.99385

### Figura 69

Vista de malla de triangulación “Thicknes”



Uso del thicknes para determinar el comportamiento del buzamiento.

Cada punto de la triangulación representa la configuración de la resolución del Wireframe.

El archivo resultante producto de la interpolación es el siguiente:

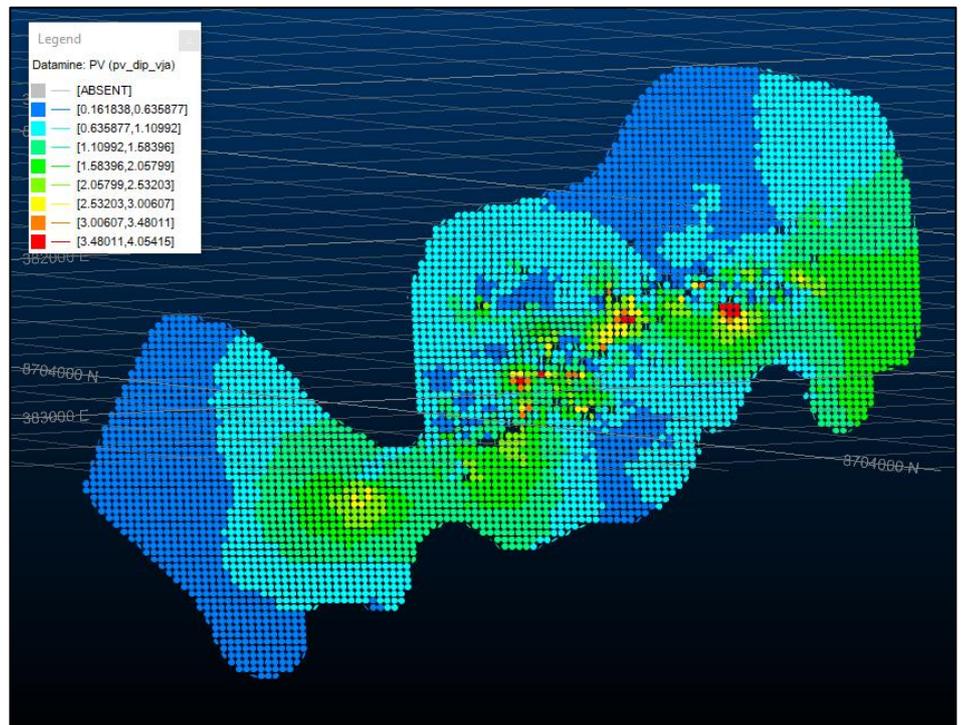
**Figura 70**

Resultado del cálculo de AV (ancho de veta)

RECORD	PV (N)	TRDIPDIR (N)	TRDIP (N)	DIP (N)	XPT (N)	YPT (N)	ZPT (N)	AV (N)
1	1.83141	214.07963468	82.9691787	82.9691787	3018.8189661	4387.6041823	4099	1.00690238
2	1.82479	255.0808349	83.24851189	82.96959954	3019.0404071	4387.37487591	4103	1.89478305
3	1.82115	257.08857009	83.2569127	83.10455093	3019.55745969	4386.8394498	4107	1.89127723
4	1.81616	304.28156229	80.01381704	80.01538481	3020.06576923	4386.31307987	4111	1.88166694
5	1.8029	304.19647548	79.8972967	79.89899107	3020.56990731	4385.79102961	4115	1.87285918
6	1.79422	304.13009897	79.93912413	79.93500231	3021.07607048	4385.2668823	4119	1.86148585
7	1.7794	304.05508184	80.06104972	80.07731963	3021.57797053	4384.74714959	4123	1.84849679
8	1.7686	304.06664498	80.20267855	80.25375384	3022.07527991	4384.23217064	4127	1.83359618
9	1.73196	303.91854031	80.45124076	80.42062774	3022.55734282	4383.73297989	4131	1.80049088
10	1.72044	303.87858412	81.34399391	81.36123398	3023.00169679	4383.27283788	4135	1.77981203
11	1.70101	303.73328245	81.64104581	81.67114763	3023.42968275	4382.82964545	4139	1.75253997
12	1.66774	303.58483283	81.71695805	81.71559405	3023.84741963	4382.39706625	4143	1.72379341
13	1.62696	303.6489679	82.14947491	82.18376073	3024.25297431	4381.97710208	4147	1.6928295
14	1.60632	303.83652839	82.24768723	82.27530448	3024.64155284	4381.57471723	4151	1.63424718
15	1.55856	304.16260347	82.78379371	82.76307151	3025.01704452	4381.18588421	4155	1.61302446
16	1.52589	304.38968959	83.45947735	83.48428959	3025.36078744	4380.829928	4159	1.56273158
17	1.48938	328.31282104	84.27894731	84.27301919	3025.6755424	4380.5039897	4163	1.53434613
18	1.46583	19.66762936	82.60919997	82.62651607	3025.9616004	4380.20776797	4167	1.50032842
19	1.42738	22.78916814	82.19235657	82.33283856	3026.23560248	4379.92403051	4171	1.46355054

**Figura 71**

Vista de modelo de bloques plotado por PV



Vista de la caracterización de inclinación en función a Wireframe base (histórico), finalidad de observar el comportamiento gradual evolutivo de la estructura mineralizada. Tamaño del block 2x2x2

- **Interpolación de leyes y validación**

Los tipos de estimador que se utilizaran son el Ordinary Kriging (OK), Inverso a la distancia (IDW) y Vecino más cercano (NN).

En el caso que tenemos dominios de estimación utilizaremos las muestras de cada dominio, esto con la finalidad de poder tener un control más local de las zonas de cierre.

Cuando no se tiene dominios geológicos, se procederá a estimar utilizando el método de restricciones de las leyes altas, para evitar la sobre estimación de zonas de baja ley.

Los parámetros de estimación se denominarán de la siguiente manera:

Parámetros de estimación: “epar\_uni”; por ejemplo, epar\_mcar.

**Figura 72**

Parámetros de estimación

RECORD	EDESC (A16)	EREFNUM (N)	VALUE_IN (...)	VALUE_OU (...)	SREFNUM (N)	NUMSAM F...	SVOL F (A8)	VAR F (A8)	MINDIS F (...)	IMETHOD (N)	ANISO (N)
1	Est Par ZN_I...	1	ZN_CAP	ZN_IDW2	1					2	1
2	Est Par PB_I...	2	PB_CAP	PB_IDW2	2					2	1
3	Est Par CU_I...	3	CU_CAP	CU_IDW2	3					2	1
4	Est Par AG_I...	4	AG_CAP	AG_IDW2	4					2	1
5	Est Par FE_I...	5	FE_CAP	FE_IDW2	1					2	1
6	Est Par ZN_NN	6	ZN_CAP	ZN_NN	1					1	1
7	Est Par PB_NN	7	PB_CAP	PB_NN	2					1	1
8	Est Par CU_NN	8	CU_CAP	CU_NN	3					1	1
9	Est Par AG_NN	9	AG_CAP	AG_NN	4					1	1
10	Est Par FE_NN	10	FE_CAP	FE_NN	1					1	1
11	Est Par ZN_NN	11	ZN_CAP	ZN_NN	1					1	1
12	Est Par PB_NN	12	PB_CAP	PB_NN	2					1	1
13	Est Par CU_NN	13	CU_CAP	CU_NN	3					1	1
14	Est Par AG_NN	14	AG_CAP	AG_NN	4					1	1
15	Est Par FE_NN	15	FE_CAP	FE_NN	1					1	1
16	Est Par ZN_OK	16	ZN_CAP	ZN_OK	1	N_ZN	SV_ZN	V_ZN	TD_ZN	3	1
17	Est Par PB_OK	17	PB_CAP	PB_OK	2	N_PB	SV_PB	V_PB	TD_PB	3	1
18	Est Par CU_OK	18	CU_CAP	CU_OK	3	N_CU	SV_CU	V_CU	TD_CU	3	1
19	Est Par AG_OK	19	AG_CAP	AG_OK	4	N_AG	SV_AG	V_AG	TD_AG	3	1
20	Est Par FE_OK	20	FE_CAP	FE_OK	1	N_FE	SV_FE	V_FE	TD_FE	3	1

Parámetros de búsqueda: “spar\_vein”; por ejemplo, spar\_mrpt.

**Figura 73**

Parámetros de búsqueda

RECORD	SREFNUM (N)	SDESC (A16)	SMETHOD (N)	SDIST1 (N)	SDIST2 (N)	SDIST3 (N)	SANGLE1 (N)	SANGLE2 (N)	SANGLE3 (N)	SAXIS1 (N)	SAXIS2 (N)	SAXIS3 (N)	MINNUM1 (N)	MAXNUM1 (N)
1	3	Search Volu...	2	20	16	10	-42.904	18.747	68.827	3	2	1	7	15
2	2	Search Volu...	2	20	16	10	-42.904	18.747	68.827	3	2	1	7	15
3	3	Search Volu...	2	18	12	10	-38.83	28.024	67.204	3	2	1	7	15
4	4	Search Volu...	2	20	14	10	-38.83	28.024	67.204	3	2	1	7	15
5	5	Search Volu...	2	20	16	10	-42.904	18.747	68.827	3	2	1	7	15

Parámetros variográficos “vpar\_vein”; por ejemplo: vpar\_mrpt.

**Figura 74**

Parámetros variográficos

RECORD	VREFNUM (N)	VDESC (A12)	VANGLE1 (N)	VANGLE2 (N)	VANGLE3 (N)	VAXIS1 (N)	VAXIS2 (N)	VAXIS3 (N)	NUGGET (N)	ST1 (N)	STIPAR1 (N)	STIPAR2 (N)	STIPAR3 (N)	STIPAR4 (N)
1	3	ZN_CAP	-42.904	18.747	68.827	3	2	1	0.11	3	8.667	9	3.333	0.52
2	2	PB_CAP	-42.904	18.747	68.827	3	2	1	0.1	3	5.667	9.333	3.333	0.31
3	3	CU_CAP	-38.83	28.024	67.204	3	2	1	0.17	3	9	1.667	3.333	0.4
4	4	AG_CAP	-38.83	28.024	67.204	3	2	1	0	3	2	1.333	2.667	0.4
5	5	FE_CAP	-42.904	18.747	68.827	3	2	1	0.11	3	8.667	9	3.333	0.52

El archivo resultante con información de leyes se denominará:

“est\_vein”.

**Figura 75**

Leyes estimadas (OK, IDW, NN)

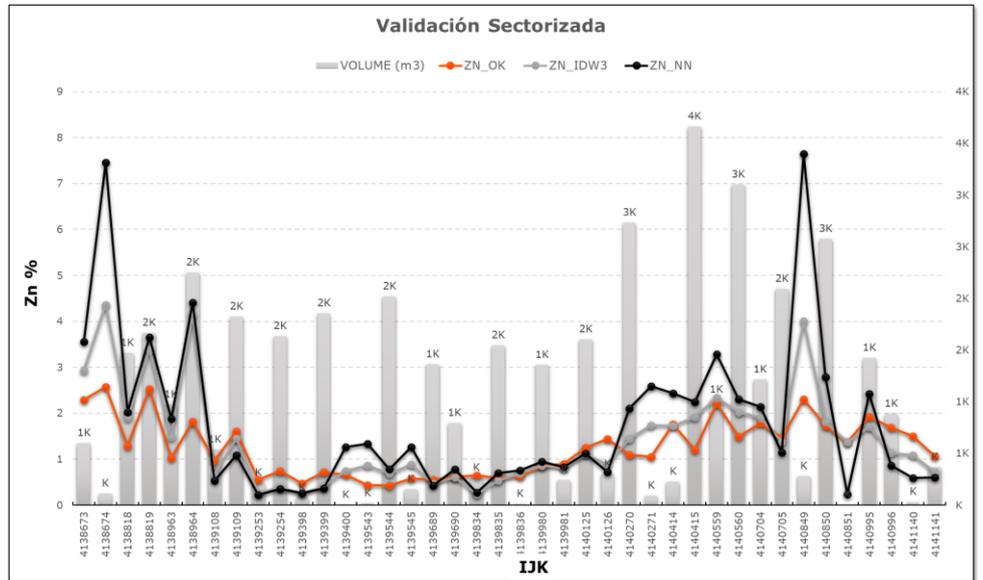
EST\_VJA\_306  
 est\_vja\_306

RECORD	ZN IDW2 (N)	PB IDW2 (N)	CU IDW2 (N)	AG IDW2 (N)	FE IDW2 (N)	ZN NN (N)	PB NN (N)	CU NN (N)	AG NN (N)	FE NN (N)
2566	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2567	0.84131184	0.60561841	-	-	-	0.0214	0.02	-	-	-
2568	1.09843351	0.75511812	-	1.53292452	-	0.0214	0.02	-	0.065	-
2569	1.16280985	0.83423731	-	-	-	3.1275	1.4936	-	-	-
2570	1.14578016	0.54121597	-	1.84358281	-	1.0573	0.5604	-	1.9966	-
2571	1.10059838	0.55329044	0.01086409	1.90796525	12.21732166	1.0573	0.5604	0.0104	1.9966	9.1439
2572	1.07996097	0.55146291	0.01111735	1.89428324	11.92075093	1.0573	0.5604	0.0104	1.9966	9.1439
2573	1.08732591	0.54276252	0.01190727	1.86888642	9.86976707	1.0573	0.5604	0.0104	1.9966	9.1439
2574	1.08201829	0.53279454	0.01027257	2.48227542	12.33984791	1.0573	0.5604	0.0104	1.9966	11.5714
2575	1.07980032	0.54631775	0.01053265	2.16970921	11.86374478	1.0573	0.5604	0.0104	1.9966	9.1439
2576	1.09010205	0.53960959	0.01034841	2.16449732	11.44306162	1.0573	0.5604	0.0104	1.9966	9.1439
2577	1.13905214	0.54191222	0.01200409	2.29673172	11.25750545	1.0573	0.5604	0.0104	1.9966	4.8941
2578	1.31235801	0.60344647	0.01	3.7049949	12.92855277	1.146	0.6065	0.01	8.1724	11.5714
2579	1.0369203	0.49317175	0.01116711	2.57707045	12.21423096	1.0573	0.5604	0.0104	1.9966	4.8941
2580	1.06297237	0.50102111	0.01157609	2.28549135	9.08229884	1.0573	0.5604	0.0104	1.9966	4.8941
2581	1.12851935	0.56125776	0.01160415	2.06950035	9.68250823	1.0573	0.5604	0.0104	1.9966	4.8941
2582	1.46812212	0.60105894	0.01	8.05836525	13.94543015	1.146	0.6065	0.01	8.1724	11.5714
2583	1.32469591	0.55393519	0.01	4.21971902	13.51142664	1.146	0.6065	0.01	8.1724	11.5714
2584	1.25836593	0.57297536	0.01137573	3.96653344	12.98974686	1.146	0.6065	0.01	8.1724	11.5714
2585	0.95094134	0.46466695	0.01391958	3.6501002	11.58527322	1.0573	0.5604	0.01	8.1724	4.8941
2586	1.07245114	0.52676292	0.01302828	2.34347364	8.89465265	1.0573	0.5604	0.0104	1.9966	4.8941

Diferentes estimadores OK, IDW2, IDW3, NN; finalidad de validar a diferentes criterios y estableciendo un sesgo aceptable.

**Figura 76**

Validación Local de Interpolación



Se realizo validación local a cada elemento interpolado, como parte de las buenas prácticas de la industria con el objetivo de controlar la precisión local de la interpolación siendo una herramienta que nos permite elegir el método de interpolación adecuado para la estructura.

**Figura 77**

## Validación Global de Interpolación

Pass	Número de Bloques	ZN_NN		ZN_OK		Dif. Re l. de medias NN_OK(%)	ZN_IDW3		Dif. Re l. de medias NN_IDW3(%)
		Media	Cv	Media	Cv		Media	Cv	
1	32206	1.644	1.247	1.585	0.786	3.67%	1.637	0.880	0.44%
2	95433	1.648	1.397	1.434	0.658	13.91%	1.627	1.024	1.31%
3	24594	2.651	1.104	1.954	0.568	30.28%	2.466	0.744	7.25%
Total	152233	1.770	1.326	1.540	0.695	13.93%	1.732	0.954	2.15%
Pass	Número de Bloques	PB_NN		PB_OK		Dif. Re l. de medias NN_OK(%)	PB_IDW3		Dif. Re l. de medias NN_IDW3(%)
		Media	Cv	Media	Cv		Media	Cv	
1	47757	1.568	1.130	1.533	0.646	2.24%	1.574	0.816	-0.40%
2	88109	1.703	1.195	1.440	0.529	16.69%	1.670	0.937	1.96%
3	16367	2.191	1.029	1.752	0.540	22.26%	2.038	0.668	7.23%
Total	152233	1.686	1.161	1.502	0.586	11.53%	1.659	0.871	1.58%
Pass	Número de Bloques	CU_NN		CU_OK		Dif. Re l. de medias NN_OK(%)	CU_IDW3		Dif. Re l. de medias NN_IDW3(%)
		Media	Cv	Media	Cv		Media	Cv	
1	47757	0.035	0.809	0.033	0.376	4.84%	0.033	0.571	4.34%
2	88109	0.027	0.810	0.031	0.323	-10.96%	0.028	0.588	-2.31%
3	16367	0.029	0.611	0.032	0.382	-11.26%	0.030	0.496	-3.73%
Total	152233	0.030	0.811	0.032	0.354	-4.03%	0.030	0.578	0.59%
Pass	Número de Bloques	AG_NN		AG_OK		Dif. Re l. de medias NN_OK(%)	AG_IDW3		Dif. Re l. de medias NN_IDW3(%)
		Media	Cv	Media	Cv		Media	Cv	
1	47757	170.944	0.898	157.980	0.474	7.88%	166.212	0.669	2.81%
2	88109	142.191	0.880	138.067	0.424	2.94%	144.601	0.702	-1.68%
3	16367	144.499	0.798	154.641	0.398	-6.78%	155.473	0.519	-7.32%
Total	152233	154.001	0.892	147.398	0.451	4.38%	154.180	0.679	-0.12%

Se realizó validación a cada elemento interpolado, como parte de las buenas prácticas en la industria con el fin de controlar la precisión global de la interpolación siendo una de las herramientas que permite elegir el método interpolación adecuado para la estructura.

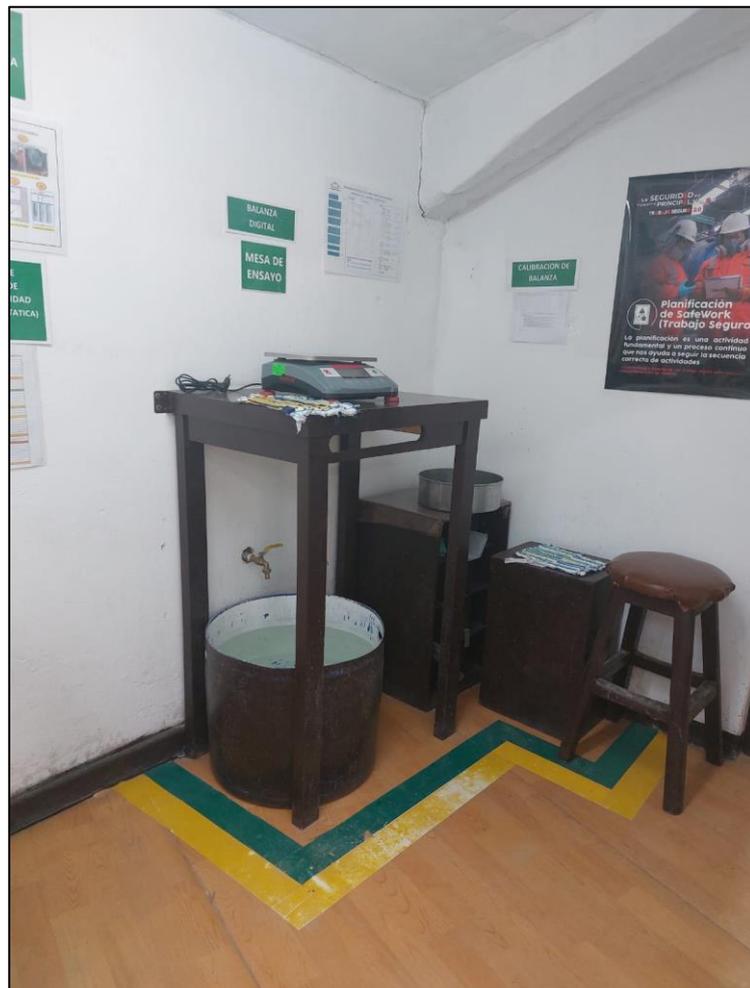
**4.2.2.4. Gravedad específica**

Se refiere a la relación entre el peso y el volumen de un material, que se expresa comúnmente en términos métricos como toneladas por metro cúbico (Tn/m<sup>3</sup>), kilogramos por decímetro cúbico (Kg/dm<sup>3</sup>) o gramos por centímetro cúbico (gr/cm<sup>3</sup>). Dado la variabilidad mineralógica, la composición de la roca encajante y el contenido metálico de cada zona mineralizada, se han realizado pruebas individuales en el laboratorio CIMM Perú.

Las muestras fueron recogidas bajo la supervisión de un geólogo y mediante un procedimiento que garantiza su representatividad. Las determinaciones se llevaron a cabo utilizando el método de La Cera y el método del Picnómetro. Todos los resultados obtenidos se registran en tablas de control que incluyen las coordenadas de cada muestra para garantizar su ubicación espacial. Para realizar los cálculos pertinentes, los resultados se agrupan ya sea por estructura mineralizada o por zonas con características geológicas similares, de acuerdo con los criterios específicos de cada estructura. El promedio simple de cada conjunto de datos constituye la densidad reportada.

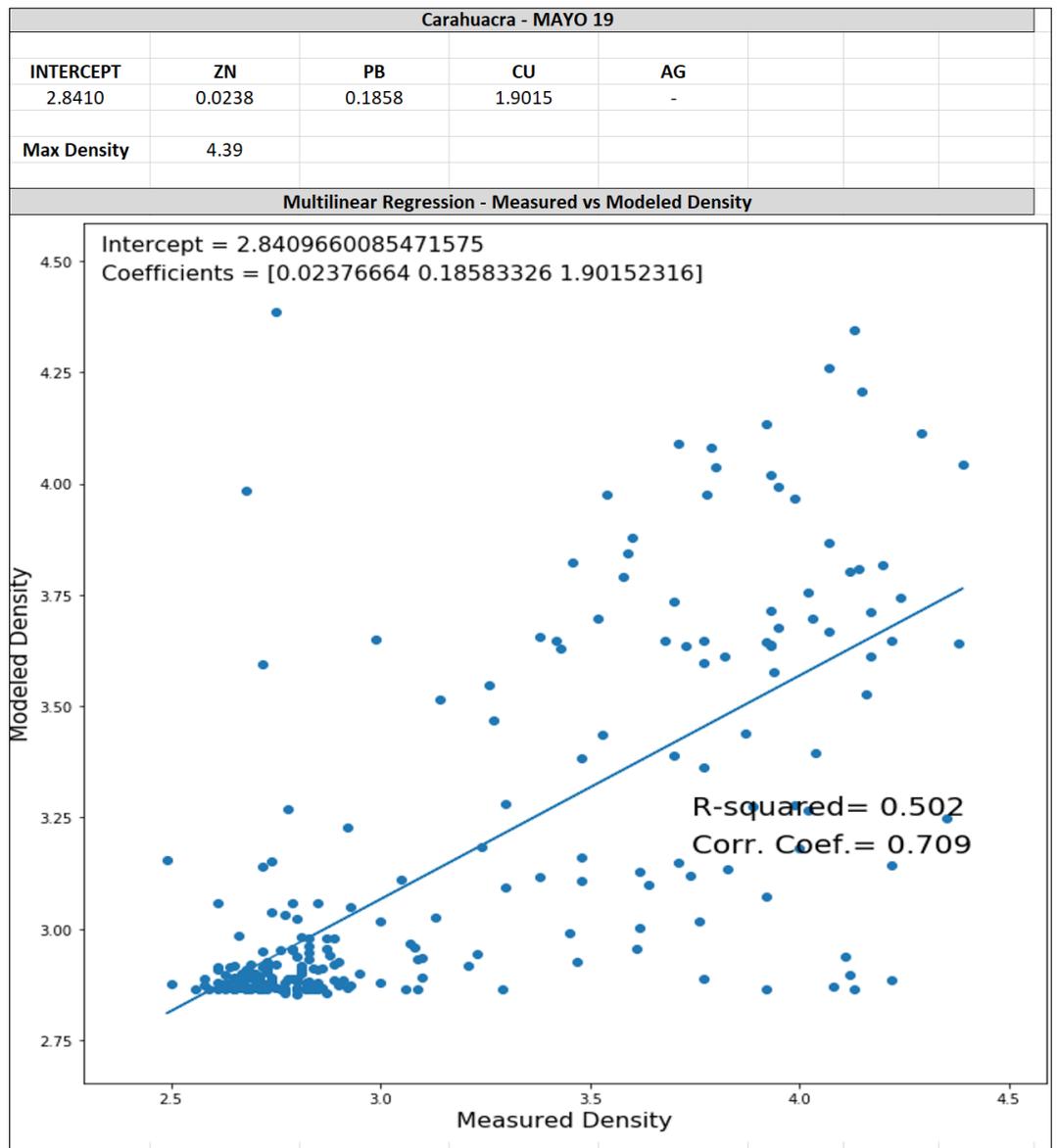
### Figura 78

Laboratorio de determinación de densidad por desplazamiento de agua



**Figura 79**

Análisis de regresión multivariada



Se realiza un análisis de regresión multivariable, método recomendado por los QPs de GTS\_Zn, el cual se fundamenta en determinar factores de mejor correlación.

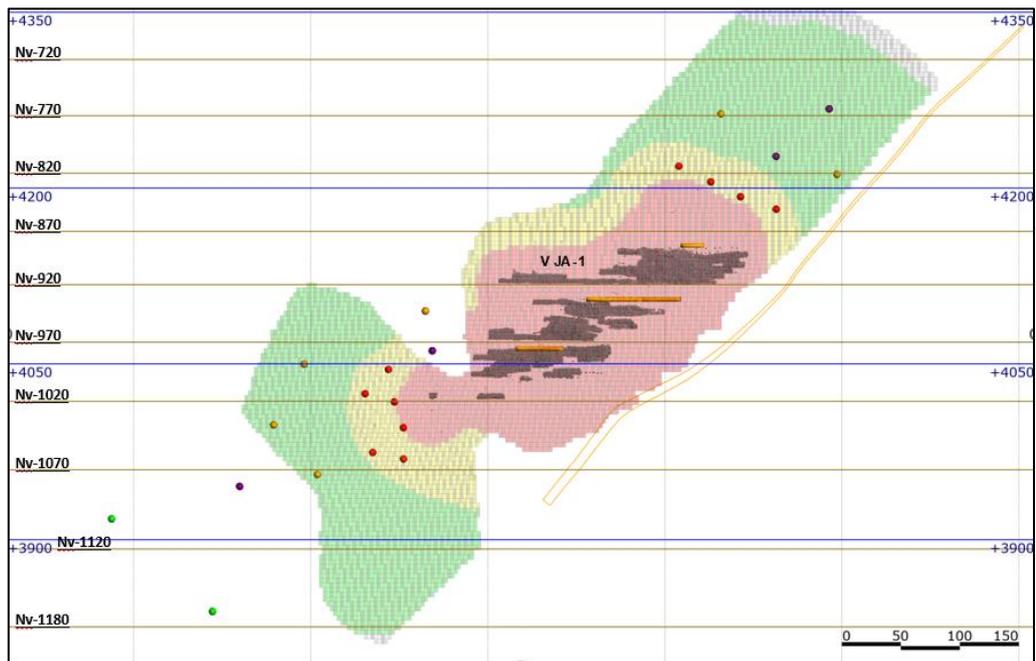
#### 4.2.2.5. Categorización

GTS definió distancias para la clasificación de recursos en base a la experiencia previa con el yacimiento y análogos, así como el espaciamiento de sondajes.

- Para vetas, la distancia para los recursos medidos fue de 30 m y un mínimo de 3 sondajes, la categoría indicado fue de 60 m y 2 sondajes y la categoría inferido de 120 m y 1 sondaje.
- Para cuerpos y mantos se utilizaron 20 m, 40 my 80 m respectivamente para recursos medidos, indicados e inferidos y el mismo número de sondajes que en las vetas.
- Se utilizaron polilíneas dibujadas manualmente para suavizar.
- Para Potencial, no es parte del Recurso y solo se usa para llenar el modelo de bloque; también se le llama “Potencial Mineral”.

**Figura 80**

V. Jazmin categorizado, matemático y suavizado manual (criterio geológico)



## CONCLUSIONES

1. El distrito minero de Yauli, expresa un comportamiento interesante en la búsqueda de nuevas ocurrencias de importancia económica.
2. La estrategia y proceso de seguimiento geológico es vital dentro de las fases de exploración, desarrollo y explotación, el desarrollo eficiente y criterioso del geólogo de ore control es muy importante para el desempeño de la operación.
3. La metodología de muestreo es eficiente y ayuda a expresar el comportamiento geológico de las estructuras en un formato tridimensional.
4. La utilización de softwares sofisticados tales como el DATAMINE RM, LEAPFROG GEO 2022, OPTIRO-SUPERVISOR SNOWDEN son vitales para el desarrollo de programas de perforación, su análisis, y evolución secuencial de las estructuras mineralizadas.
5. El gran potencial que expresa la Veta jazmin es el siguiente:

Vein	RESOURCES CP_2% ZnEq - OLD								
	Vol	TM_OLD	Dens	PV	% Zn	% Pb	% Cu	OzAg	ZnEq
vja	30,083	96,673	3.21	1.54	3.41	1.52	0.03	7.99	9.30

Valores económicos que definitivamente contribuirán de manera sobresaliente el futuro de la unidad y las ventajas que pueda derivar de darle continuidad a su desarrollo.

6. El proceso de estimación desarrollado para cuantificar los recursos de la veta jazmín se consideran aceptables; las mismas que fueron auditadas y validadas por el equipo técnico de GLENCORE ZN.
7. La estimación de recursos de la veta jazmín, sigue nociones consideradas dentro de la norma internacional australiana JORC; las mismas que son validas y reportadas dentro de la memoria anual de la mina Carahuacra.

8. Las consideraciones descritas durante el proceso de muestreo, la perforación, el análisis de muestras, la interpretación de resultados y la estimación de recursos pasaron por una exhaustiva validación, las mismas que incluyen las mejores prácticas de la industria minera.
9. Durante todo el proceso, la experiencia adquirida y los conocimientos discutidos con el equipo ayudaron a fortalecer las nociones de configuración geológica que de hecho deriva a la contribución de recursos de buena calidad para su extracción y convirtiéndose en un aliciente para el desarrollo continuo de la unidad minera.

## RECOMENDACIONES

- Fortalecer procedimientos de muestreo que ayuden a diferenciar la heterogeneidad de la mineralización (test de heterogeneidad).
- Realizar pruebas y evaluar impacto de la medición de la desviación “survey” de los taladros ejecutados, ya que valores superiores a 1° por cada 100 m ya es considerado límite de variación tanto en Azimuth y Dip.
- Seguimiento a la variación y/o modificación de WIREFRAME por interpretación o adición de información.
- Fortalecer el desarrollo de control de calidad de la información ingresante al modelo y consecuentemente a la estimación de recursos.
- Implementar metodologías de simulación condicional que ayuden a fortalecer la predicción de leyes de la veta jazmín, así mismo realizar análisis de incertidumbre en diferentes longitudes de la malla de perforación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRESS R. CAMPBELL, ULRICH PETERSEN – (1989) – Estudio de Inclusiones Fluidas en el Distrito Tungstifero y de Metales Básicos de San Cristóbal, Perú Central - Boletín Sociedad Geológica del Perú 1989 Pág. 35 al 49.
- ALDO BENDEZÚ JUÁREZ – (2007) - Mineralización Tipo Pórfido De Cu-Mo Asociadas a venas Cordilleranas de Metales Base – Toromocho - Morococha, Distrito de Morococha, Perú - Tesis para optar por el Título de Ingeniero Geólogo.
- BENAVIDES, A. y. PETERSEN, V.- (1963). Estudio de la geología regional Yauli. INGEMMET.
- C. M. WRIGHT – (1963) Paragenesis y Distribución de Minerales y Metales en la Veta Principal de San Cristóbal.
- CESAR VELAZCO C. – (2004) – Geólogo Consultor – Clasificación de Yacimientos Minerales.
- DALMAYRAC, B.; LAUBACHER, G. y MAROCCO, R. (1988). Caracteres generales de la evolución geológica de los Andes peruanos. Bol. D-12. Editor INGEMMET.
- DPTO. GEOLOGÍA MINA SAN CRISTÓBAL UP YAULI. (2007). “Manual de muestreros de Mina”. Ed. Mina Cía. Volcan; Reporte privado
- DPTO. GEOLOGÍA CENTROMIN PERÚ. (1995). Manual para Muestreros de Minas; Mina Casapalca.
- EMPRESA MINERA DEL CENTRO DEL PERU – (1995) - Reservas de Mineral 1995 Geología – Unidad de Producción de San Cristóbal.
- MEGARD, F. (1979). Geología de los Andes del Perú Central Bol. 8, Serie D. Estudios Especiales. Editor INGEMMET

- PETERSEN, U. (1965). Geología regional y los mejores depósitos en el centro del Perú. Geología Económica., v.60, Pág. 407-476. Editor INGEMMET
- RONNER BENDEZÚ, & LLUÍS FONTBOTÉ – (1999) - Cordilleran Epithermal Cu-Zn-Pb-(Au-Ag) Mineralization in the Colquijirca District, Central Peru: Deposit-Scale Mineralogical Patterns.
- RONNER BENDEZÚ – (2002) - Mineralización Cordillerana como parte de un sistema relacionado a pórfidos de Cu.
- VALERA L.J. A. (1987). Geología de los depósitos de minerales metálicos. Lima. Pág. 97-99. Universidad Nacional de San Marcos; Lima – Perú.
- VERA, F. (1983). Estudio la “Reinterpretación Genética de la mineralogía en el Domo de Yauli. Pág. 34-101. INGEMMET
- Volcan Cia Minera S.A.A. ESTIMACIÓN DE RESERVAS Y RECURSOS MINERALES,(2021) U.P. Carahuacra. Dpto. de Geología Mina Carahuacra.
- Volcan Cia Minera S.A.A. ESTIMACIÓN DE RESERVAS Y RECURSOS MINERALES,(2016) U.P. Carahuacra. Dpto. de Geología Mina Carahuacra.

## **ANEXOS**

## Anexo 1

### Informe de aprobación de la entidad donde se aplicó el trabajo de suficiencia Profesional

#### INFORME DE AUTORIZACIÓN

12 de noviembre de 2022  
Carahuacra, Yauli, Junín

A quien corresponda:

Por medio de la presente, hacemos constar que Volcan Compañía Minera S.A.A., otorga la autorización a MIGUEL ANGEL HUAMAN MALPARTIDA identificado con DNI 40633124, a hacer uso de la información de la empresa exclusivamente con fines académicos, dado que viene desarrollando el Proyecto de Tesis "ESTUDIO GEOLOGICO, PROYECTO DE EXPLORACION Y ESTIMACION DE RECURSOS MINERALES DE LA VETA JAZMIN UNIDAD MINERA CARAHUACRA - VOLCAN COMPAÑIA MINERA", en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

HOJA DE RUTA.

#### SEGURIDAD

- Seguridad (tolerancia cero), Cumplir con la Disciplina operativa.
- Continuar con el desarrollo de GCOM, reportar todos los eventos ocurridos de la unidad y corporación Volcan.

#### PRODUCCIÓN

- Realizar inspección a las Cámaras Diamantina juntamente con Rock Drill.
- Mapeo y registro diario de los Sub Niveles.
- Realizar el muestreo diario, además del pintado de leyes en los hastiales (Diluidas y Geológicas).
- Hacer seguimiento del avance de logueo litológico y geotécnico.
- Actualización y administración de Base de Datos (Muestreo, Actualización de modelos, etc).

Este documento ha sido desarrollado con fines única y exclusivamente académicos como parte de los requisitos necesarios para optar al grado académico de **Ingeniero Geólogo**, que consistió en la realización de dicho proyecto.

Atentamente.

  
VOLCAN COMPAÑIA MINERA S.A.A.  
  
Ing. Christian Gutiérrez Coasaca  
SUPERINTENDENCIA DE GEOLOGIA  
Mina San Cristobal

## Anexo 2

### Base de datos

Collar.csv

BHD	PROYECTO	FECHA	HOLE_TYPE	COD.MES	DEPTH	XCOLLAR	YCOLLAR	ZCOLLAR	TIPO_COORD	LOC.CANAL	LEV.TOPO	SURVTYPE	IS_VALID
01-SUP-06	MCAR_IN_06	1/01/2006	1	200601	65.1	383362.54	8704138.48	4511.8	E.E		3	0	1
1.00102E+11	MCAR_OC_12	7/05/2012	8	201205	0.1	383286.1894	8704190.034	4069.582	E.E	1	3	0	2
10102000001	MCAR_OC_12	3/04/2012	8	201204	2	383403.0016	8704407.92	4081.067	E.E	1	3	0	2
10102000002	MCAR_OC_12	3/04/2012	8	201204	0.2	383403.9566	8704407.407	4081.067	E.E	1	3	0	2
10102000003	MCAR_OC_12	3/04/2012	8	201204	0.7	383404.7636	8704407.011	4081.067	E.E	1	3	0	2
10102000004	MCAR_OC_12	3/04/2012	8	201204	1.7	383403.898	8704410.088	4081.067	E.E	1	3	0	2
10102000005	MCAR_OC_12	3/04/2012	8	201204	0.2	383404.852	8704410.088	4081.067	E.E	1	3	0	2
10102000006	MCAR_OC_12	3/04/2012	8	201204	0.7	383405.66	8704409.691	4081.067	E.E	1	3	0	2
010102000008a	MCAR_OC_12	4/04/2012	8	201204	2.3	383078.9323	8703875.454	4052.014	E.E	1	3	0	1
10102000010	MCAR_OC_12	5/04/2012	8	201204	1.6	383091.47	8703901.741	4050.584	E.E	3	3	0	1
10102000011	MCAR_OC_12	5/04/2012	8	201204	2	383090.069	8703900.654	4050.584	E.E	3	3	0	1
10102000012	MCAR_OC_12	5/04/2012	8	201204	1.5	383093.712	8703899.054	4050.584	E.E	4	3	0	1
10102000013	MCAR_OC_12	5/04/2012	8	201204	1.7	383092.387	8703898.161	4050.584	E.E	4	3	0	1
10102000014	MCAR_OC_12	5/04/2012	8	201204	0.4	383180.7337	8704049.867	4051.852	E.E	1	3	0	1
10102000015	MCAR_OC_12	5/04/2012	8	201204	0.5	383179.1051	8704047.549	4051.852	E.E	1	3	0	1
10102000016	MCAR_OC_12	5/04/2012	8	201204	0.35	383177.518	8704045.093	4051.852	E.E	1	3	0	1
10102000017	MCAR_OC_12	5/04/2012	8	201204	0.5	383175.8432	8704042.581	4051.852	E.E	1	3	0	1
10102000018	MCAR_OC_12	5/04/2012	8	201204	0.6	383174.4624	8704040.236	4051.852	E.E	1	3	0	1
010102000019a	MCAR_OC_12	6/04/2012	8	201204	1.5	383242.3485	8704126.583	4053.457	E.E	1	3	0	1
010102000021a	MCAR_OC_12	6/04/2012	8	201204	0.9	383244.5846	8704128.21	4053.457	E.E	1	3	0	1
010102000023a	MCAR_OC_12	4/04/2012	8	201204	2.15	383026.756	870432.754	4094.685	E.E	1	3	0	1
010102000027a	MCAR_OC_12	6/04/2012	8	201204	2.35	383024.885	8704430.521	4094.685	E.E	1	3	0	1
10102000033	MCAR_OC_12	2/04/2012	8	201204	0.1	383111.329	8704471.894	4034.555	E.E	2	3	0	2
10102000034	MCAR_OC_12	2/04/2012	8	201204	1.6	383112.107	8704471.644	4034.555	E.E	2	3	0	2
10102000035	MCAR_OC_12	2/04/2012	8	201204	0.15	383112.814	8704471.42	4034.555	E.E	2	3	0	2
10102000036	MCAR_OC_12	2/04/2012	8	201204	2.4	383113.723	8704471.151	4034.555	E.E	2	3	0	2
10102000037	MCAR_OC_12	2/04/2012	8	201204	1.9	383151.3684	8704508.779	4033.367	E.E	2	3	0	2
10102000038	MCAR_OC_12	2/04/2012	8	201204	1.3	383151.7964	8704507.969	4033.367	E.E	2	3	0	2
10102000039	MCAR_OC_12	2/04/2012	8	201204	0.3	383152.3414	8704507.053	4033.367	E.E	2	3	0	2
10102000040	MCAR_OC_12	2/04/2012	8	201204	0.8	383152.8654	8704506.138	4033.367	E.E	2	3	0	2
010102000070a	MCAR_OC_12	6/04/2012	8	201204	2.2	383240.2464	8704125.54	4053.457	E.E	1	3	0	1
10102000073	MCAR_OC_12	6/04/2012	8	201204	0.55	383271.0718	8704168.078	4069.404	E.E	1	3	0	1
10102000074	MCAR_OC_12	6/04/2012	8	201204	0.5	383266.4388	8704165.35	4069.404	E.E	1	3	0	1
10102000075	MCAR_OC_12	7/04/2012	8	201204	0.55	383092.6654	8704482.737	4090.727	E.E	1	3	0	1
010102000076a	MCAR_OC_12	7/04/2012	8	201204	0.5	383094.561	8704485.118	4090.727	E.E	1	3	0	2
010102000077b	MCAR_OC_12	7/04/2012	8	201204	0.7	383095.4	8704484.239	4090.727	E.E	1	3	0	2
010102000078a	MCAR_OC_12	7/04/2012	8	201204	1.65	383096.3666	8704487.546	4090.727	E.E	1	3	0	1
010102000084a	MCAR_OC_12	6/04/2012	8	201204	2.35	383238.0626	8704124.731	4053.457	E.E	1	3	0	1
10102000087	MCAR_OC_12	6/04/2012	8	201204	1	383065.619	8703902.044	4049.748	E.E	1	3	0	1
010102000088a	MCAR_OC_12	7/04/2012	8	201204	3.25	383109.8566	8704467.246	4034.455	E.E	2	3	0	1
010102000093a	MCAR_OC_12	7/04/2012	8	201204	1.9	383079.087	8703872.241	4052.214	E.E	1	3	0	1
10102000095	MCAR_OC_12	7/04/2012	8	201204	0.25	383190.381	8704054.033	4051.352	E.E	1	3	0	1
10102000096	MCAR_OC_12	7/04/2012	8	201204	0.2	383192.567	8704056.154	4051.352	E.E	1	3	0	1
10102000097	MCAR_OC_12	7/04/2012	8	201204	0.5	383193.9458	8704058.772	4051.352	E.E	1	3	0	1
010102000098a	MCAR_OC_12	8/04/2012	8	201204	3	383069.317	8703902.185	4052.014	E.E	1	3	0	1
010102000103a	MCAR_OC_12	7/04/2012	8	201204	1.15	383098.433	8704489.815	4090.727	E.E	1	3	0	1
010102000105a	MCAR_OC_12	7/04/2012	8	201204	1.3	383100.369	8704491.987	4090.727	E.E	1	3	0	1
010102000107a	MCAR_OC_12	8/04/2012	8	201204	1.05	383065.385	8704457.396	4092.482	E.E	1	3	0	1
010102000112a	MCAR_OC_12	9/04/2012	8	201204	1	383067.054	8704459.363	4092.482	E.E	1	3	0	1
10102000125	MCAR_OC_12	9/04/2012	8	201204	0.2	383208.7481	8704077.383	4051.352	E.E	1	3	0	1
10102000126	MCAR_OC_12	9/04/2012	8	201204	0.2	383210.4861	8704080.114	4051.352	E.E	1	3	0	1
10102000127	MCAR_OC_12	9/04/2012	8	201204	0.2	383211.8936	8704082.647	4051.352	E.E	1	3	0	1
10102000128	MCAR_OC_12	9/04/2012	8	201204	0.2	383213.2916	8704085.152	4051.352	E.E	1	3	0	1
010102000130a	MCAR_OC_12	9/04/2012	8	201204	2.2	383252.7394	8704141.274	4053.393	E.E	1	3	0	1
010102000134a	MCAR_OC_12	9/04/2012	8	201204	1.55	383068.846	8704461.619	4092.482	E.E	1	3	0	1
010102000137a	MCAR_OC_12	9/04/2012	8	201204	1.95	383070.5353	8704464.19	4092.482	E.E	1	3	0	1
010102000141a	MCAR_OC_12	9/04/2012	8	201204	1.8	383072.527	8704466.361	4092.482	E.E	1	3	0	1
010102000159a	MCAR_OC_12	10/04/2012	8	201204	1.9	383074.4949	8704468.276	4092.727	E.E	1	3	0	1
010102000164a	MCAR_OC_12	9/04/2012	8	201204	1.5	383255.2537	8704142.992	4053.393	E.E	1	3	0	1
010102000167a	MCAR_OC_12	12/04/2012	8	201204	0.85	383262.6383	8704162.64	4070.404	E.E	1	3	0	1
010102000169a	MCAR_OC_12	12/04/2012	8	201204	2.7	383022.977	8704427.889	4094.685	E.E	1	3	0	1
010102000170a	MCAR_OC_12	10/04/2012	8	201204	0.23	383392.3093	8704358.295	4019.489	E.E	1	3	0	2
010102000182b	MCAR_OC_12	10/04/2012	8	201204	0.6	383393.3092	8704360.732	4019.489	E.E	1	3	0	2
010102000184a	MCAR_OC_12	10/04/2012	8	201204	2.1	383108.4816	8704464.482	4034.455	E.E	2	3	0	1
010102000186a	MCAR_OC_12	10/04/2012	8	201204	1.8	383257.654	8704145.106	4053.393	E.E	1	3	0	1
010102000189a	MCAR_OC_12	10/04/2012	8	201204	1.5	383260.1752	8704146.808	4053.393	E.E	1	3	0	1
010102000208a	MCAR_OC_12	13/04/2012	8	201204	2	383021.33	8704425.146	4094.685	E.E	1	3	0	1
010102000212a	MCAR_OC_12	13/04/2012	8	201204	1.8	383019.1715	8704422.94	4094.685	E.E	1	3	0	1
10102000217	MCAR_OC_12	14/04/2012	8	201204	0.6	383139.056	8703922.335	4051.848	E.E	4	3	0	1
10102000218	MCAR_OC_12	14/04/2012	8	201204	0.7	383139.413	8703922.481	4051.848	E.E	4	3	0	1
10102000219	MCAR_OC_12	14/04/2012	8	201204	0.8	383140.183	8703922.98	4051.848	E.E	4	3	0	1
10102000220	MCAR_OC_12	14/04/2012	8	201204	0.9	383136.792	8703924.847	4051.848	E.E	3	3	0	1
10102000221	MCAR_OC_12	14/04/2012	8	201204	0.7	383137.794	8703925.538	4051.848	E.E	3	3	0	1
10102000222	MCAR_OC_12	14/04/2012	8	201204	1.7	383098.867	8703920.314	4050.994	E.E	3	3	0	1
10102000223	MCAR_OC_12	14/04/2012	8	201204	1.8	383101.327	8703917.695	4050.994	E.E	4	3	0	1
010102000224a	MCAR_OC_12	14/04/2012	8	201204	1.95	383017.0513	8704420.962	4094.685	E.E	1	3	0	1
010102000230a	MCAR_OC_12	15/04/2012	8	201204	0.5	383102.2833	8704457.473	4034.487	E.E	2	3	0	2
10102000232	MCAR_OC_12	15/04/2012	8	201204	1.4	383100.7933	8704454.626	4034.487	E.E	2	3	0	2
10102000233	MCAR_OC_12	15/04/2012	8	201204	1.65	383098.6133	8704452.597	4034.487	E.E	2	3	0	2
10102000234	MCAR_OC_12	12/04/2012	8	201204	0.15	383079.423	8703869.464	4052.014	E.E	1	3	0	1
010102000235a	MCAR_OC_12	12/04/2012	8	201204	0.4	383081.3299	8703866.779	4052.014	E.E	1	3	0	1
010102000237a	MCAR_OC_12	12/04/2012	8	201204	0.65	383061.857	8703910.003	4049.748	E.E	1	3	0	1
10102000239	MCAR_OC_12	12/04/2012	8	201204	1.4	3							

Survey.csv

BHID	PROYECTO	FECHA	FECHA_MEDICION	TYPE_CODE	AT	BRG	DIP	TIPO_CAN	hole_type_code
10102003269	MCAR_OC_13	13/02/2013	13/02/2013	UK	0	155	28	SST	CAN
10102003274	MCAR_OC_13	13/02/2013	13/02/2013	UK	0	230	40	SST	CAN
10102003279	MCAR_OC_13	14/02/2013	14/02/2013	UK	0	130	32	SST	CAN
10102003283	MCAR_OC_13	14/02/2013	14/02/2013	UK	0	230	42	SST	CAN
10102003295	MCAR_OC_13	17/02/2013	17/02/2013	UK	0	225	45	SST	CAN
10102003297	MCAR_OC_13	18/02/2013	18/02/2013	UK	0	125	20	SST	CAN
10102003304	MCAR_OC_13	7/02/2013	7/02/2013	UK	0	145	30	SST	CAN
10102003311	MCAR_OC_13	8/02/2013	8/02/2013	UK	0	155	25	SST	CAN
10102003314	MCAR_OC_13	9/02/2013	9/02/2013	UK	0	145	30	SST	CAN
10102003327	MCAR_OC_13	11/02/2013	11/02/2013	UK	0	155	35	SST	CAN
10102003339	MCAR_OC_13	21/02/2013	21/02/2013	UK	0	235	40	SST	CAN
10102003266	MCAR_OC_13	11/02/2013	11/02/2013	UK	0	240	42	SST	CAN
10102003264	MCAR_OC_13	9/02/2013	9/02/2013	UK	0	230	40	SST	CAN
10102003257	MCAR_OC_13	9/02/2013	9/02/2013	UK	0	210	40	SST	CAN
10102003252	MCAR_OC_13	8/02/2013	8/02/2013	UK	0	240	45	SST	CAN
10102003250	MCAR_OC_13	8/02/2013	8/02/2013	UK	0	230	45	SST	CAN
10102003249	MCAR_OC_13	8/02/2013	8/02/2013	UK	0	230	45	SST	CAN
10102003240	MCAR_OC_13	7/02/2013	7/02/2013	UK	0	250	35	SST	CAN
10102003239	MCAR_OC_13	7/02/2013	7/02/2013	UK	0	250	35	SST	CAN
10102003232	MCAR_OC_13	6/02/2013	6/02/2013	UK	0	250	40	SST	CAN
10102003214	MCAR_OC_13	2/02/2013	2/02/2013	UK	0	150	30	SST	CAN
10102003199	MCAR_OC_13	31/01/2013	31/01/2013	UK	0	125	20	SST	CAN
10102003190	MCAR_OC_13	30/01/2013	30/01/2013	UK	0	140	20	SST	CAN
10102003184	MCAR_OC_13	30/01/2013	30/01/2013	UK	0	265	45	SST	CAN
10102003151	MCAR_OC_13	25/01/2013	25/01/2013	UK	0	250	30	SST	CAN
10102003144	MCAR_OC_13	24/01/2013	24/01/2013	UK	0	316	42	SST	CAN
10102003131	MCAR_OC_13	20/01/2013	20/01/2013	UK	0	150	25	SST	CAN
10102003120	MCAR_OC_13	19/01/2013	19/01/2013	UK	0	210	33	SST	CAN
10102003106	MCAR_OC_13	16/01/2013	16/01/2013	UK	0	240	30	SST	CAN
10102003083	MCAR_OC_13	14/01/2013	14/01/2013	UK	0	155	30	SST	CAN
10102003051	MCAR_OC_13	9/01/2013	9/01/2013	UK	0	279	40	SST	CAN
10102003033	MCAR_OC_13	6/01/2013	6/01/2013	UK	0	160	25	SST	CAN
10102003021	MCAR_OC_13	5/01/2013	5/01/2013	UK	0	145	38	SST	CAN
10102003006	MCAR_OC_13	2/01/2013	2/01/2013	UK	0	155	25	SST	CAN
10102003004	MCAR_OC_12	30/12/2012	30/12/2012	UK	0	230	25	SST	CAN
10102002993	MCAR_OC_12	28/12/2012	28/12/2012	UK	0	235	42	SST	CAN
10102002981	MCAR_OC_12	27/12/2012	27/12/2012	UK	0	238	32	SST	CAN
10102002968	MCAR_OC_12	23/12/2012	23/12/2012	UK	0	144	35	SST	CAN
10102002951	MCAR_OC_12	18/12/2012	18/12/2012	UK	0	230	40	SST	CAN
10102002947	MCAR_OC_12	14/12/2012	14/12/2012	UK	0	220	40	SST	CAN
10102002931	MCAR_OC_12	1/12/2012	1/12/2012	UK	0	132	35	SST	CAN
10102002927	MCAR_OC_12	1/12/2012	1/12/2012	UK	0	145	30	SST	CAN
10102002925	MCAR_OC_12	30/11/2012	30/11/2012	UK	0	140	26	SST	CAN
10102002917	MCAR_OC_12	29/11/2012	29/11/2012	UK	0	252	18	SST	CAN
10102002907	MCAR_OC_12	28/11/2012	28/11/2012	UK	0	230	19	SST	CAN
10102002906	MCAR_OC_12	19/11/2012	19/11/2012	UK	0	130	28	SST	CAN
10102002869	MCAR_OC_12	8/12/2012	8/12/2012	UK	0	228	30	SST	CAN
10102002864	MCAR_OC_12	8/12/2012	8/12/2012	UK	0	130	20	SST	CAN
10102002862	MCAR_OC_12	8/12/2012	8/12/2012	UK	0	140	22	SST	CAN
10102002851	MCAR_OC_12	6/12/2012	6/12/2012	UK	0	155	35	SST	CAN
10102002826	MCAR_OC_12	24/11/2012	24/11/2012	UK	0	125	20	SST	CAN
10102002821	MCAR_OC_12	21/11/2012	21/11/2012	UK	0	140	30	SST	CAN
10102002818	MCAR_OC_12	21/11/2012	21/11/2012	UK	0	145	30	SST	CAN
10102002809	MCAR_OC_12	19/11/2012	19/11/2012	UK	0	115	25	SST	CAN
10102002802	MCAR_OC_12	16/11/2012	16/11/2012	UK	0	238	45	SST	CAN
10102002793	MCAR_OC_12	18/11/2012	18/11/2012	UK	0	32	36	SST	CAN
10102002788	MCAR_OC_12	17/11/2012	17/11/2012	UK	0	145	25	SST	CAN
10102002730	MCAR_OC_12	10/11/2012	10/11/2012	UK	0	131	22	SST	CAN
10102002729	MCAR_OC_12	9/11/2012	9/11/2012	UK	0	224	30	SST	CAN
10102002708	MCAR_OC_12	7/11/2012	7/11/2012	UK	0	145	35	SST	CAN
10102002696	MCAR_OC_12	6/11/2012	6/11/2012	UK	0	215	45	SST	CAN
10102002687	MCAR_OC_12	3/11/2012	3/11/2012	UK	0	228	43	SST	CAN
10102002685	MCAR_OC_12	3/11/2012	3/11/2012	UK	0	228	42	SST	CAN
10102002676	MCAR_OC_12	3/11/2012	3/11/2012	UK	0	120	20	SST	CAN
10102002658	MCAR_OC_12	1/11/2012	1/11/2012	UK	0	105	35	SST	CAN
10102002648	MCAR_OC_12	29/10/2012	29/10/2012	UK	0	140	30	SST	CAN
10102002634	MCAR_OC_12	27/10/2012	27/10/2012	UK	0	221	46	SST	CAN
10102002632	MCAR_OC_12	27/10/2012	27/10/2012	UK	0	221	46	SST	CAN
10102002616	MCAR_OC_12	24/10/2012	24/10/2012	UK	0	115	25	SST	CAN
10102002615	MCAR_OC_12	22/10/2012	22/10/2012	UK	0	110	23	SST	CAN
10102002604	MCAR_OC_12	20/10/2012	20/10/2012	UK	0	155	35	SST	CAN
10102002602	MCAR_OC_12	18/10/2012	18/10/2012	UK	0	125	30	SST	CAN
10102003319	MCAR_OC_13	10/02/2013	10/02/2013	UK	0	110	30	SST	CAN
10102003323	MCAR_OC_13	11/02/2013	11/02/2013	UK	0	160	32	SST	CAN
10102003334	MCAR_OC_13	21/02/2013	21/02/2013	UK	0	150	25	SST	CAN
10102003344	MCAR_OC_13	22/02/2013	22/02/2013	UK	0	135	32	SST	CAN
10102003349	MCAR_OC_13	22/02/2013	22/02/2013	UK	0	115	28	SST	CAN
10102003282	MCAR_OC_13	14/02/2013	14/02/2013	UK	0	230	42	SST	CAN
10102003281	MCAR_OC_13	14/02/2013	14/02/2013	UK	0	230	42	SST	CAN
10102003280	MCAR_OC_13	14/02/2013	14/02/2013	UK	0	230	42	SST	CAN

# Assay.csv

BHD	PROYECTO	FECHA	FECHA_RECEP	FECHA_ANAF	BATCH	LOCALIZACION	LAB_REF	UBI_REF	QAQC	TIPO_MUESTRA	MUESTRA	FROM	TO	A_M	CU_PER	FE_PER	ZN_PER	AG_OZ
01-SUP-06	MCAR_IN_06	1/01/2006	1/01/2006	1/01/2006	2MCAR106				NO	ASSAY	19210113207	33.1	33.75	0.65	0.01	0.59	1.38	1.9551
01-SUP-06	MCAR_IN_06	1/01/2006	1/01/2006	1/01/2006	2MCAR106				NO	ASSAY	19210113208	36.1	37.2	1.1	0.01	1.01	2.74	0.3581
01-SUP-06	MCAR_IN_06	1/01/2006	1/01/2006	1/01/2006	2MCAR106				NO	ASSAY	19210113209	37.9	39.1	1.2	0.01	0.38	2.36	0.4065
01-SUP-06	MCAR_IN_06	1/01/2006	1/01/2006	1/01/2006	2MCAR106				NO	ASSAY	19210113210	39.1	39.9	0.8	0.01	0.49	1.32	0.2613
01-SUP-06	MCAR_IN_06	1/01/2006	1/01/2006	1/01/2006	2MCAR106				NO	ASSAY	19210113211	39.9	40.4	0.5	0.01	4.3	12.94	0.6306
01-SUP-06	MCAR_IN_06	1/01/2006	1/01/2006	1/01/2006	2MCAR106				NO	ASSAY	19210113212	40.4	42	1.6	0.01	0.12	0.66	0.1742
01-SUP-06	MCAR_IN_06	1/01/2006	1/01/2006	1/01/2006	2MCAR106				NO	ASSAY	19210113213	42	42.95	0.95	0.01	0.17	0.2032	0.2032
01-SUP-06	MCAR_IN_06	1/01/2006	1/01/2006	1/01/2006	2MCAR106				NO	ASSAY	19210113214	42.95	43.25	0.3	0.01	1.72	4.92	0.571
01-SUP-06	MCAR_IN_06	1/01/2006	1/01/2006	1/01/2006	2MCAR106				NO	ASSAY	19210113215	43.25	44.4	1.15	0.01	0.18	0.72	0.1355
1.001025E+11	MCAR_OC_12	7/05/2012	7/05/2012	7/05/2012	2MCAR120507				NO	SST	1.001025E+11	0	0.1	0.1	0.09	0.79	15.3	5.79
10102000018	MCAR_OC_12	5/04/2012	5/04/2012	5/04/2012	2MCAR120405				NO	SST	10102000018	0	0.6	0.6	0.94	0.06	46.29	9.97
10102000033	MCAR_OC_12	2/04/2012	2/04/2012	2/04/2012	2MCAR120402		Galeria	0700-W	NO	SST	10102000033	0	0.1	0.1	0.01	0.04	2.16	1.74
10102000035	MCAR_OC_12	2/04/2012	2/04/2012	2/04/2012	2MCAR120402		Galeria	0700-W	NO	SST	10102000035	0	0.15	0.15	0.02	1.24	7.76	2.31
10102000036	MCAR_OC_12	2/04/2012	2/04/2012	2/04/2012	2MCAR120402		Galeria	0700-W	NO	SST	10102000036	0	2.4	2.4	0.44	0.13	20.6	5.92
10102000038	MCAR_OC_12	2/04/2012	2/04/2012	2/04/2012	2MCAR120402				NO	SST	10102000038	0	1.3	1.3	0.23	0.16	37.36	4.95
10102000039	MCAR_OC_12	2/04/2012	2/04/2012	2/04/2012	2MCAR120402				NO	SST	10102000039	0	0.3	0.3	0.03	0.02	2.12	0.58
10102000040	MCAR_OC_12	2/04/2012	2/04/2012	2/04/2012	2MCAR120402				NO	SST	10102000040	0	0.8	0.8	0.74	0.5	49.19	9.97
10102000073	MCAR_OC_12	6/04/2012	6/04/2012	6/04/2012	2MCAR120406				NO	SST	10102000073	0	0.55	0.55	0.21	1.98	26.24	4.5
10102000074	MCAR_OC_12	6/04/2012	6/04/2012	6/04/2012	2MCAR120406				NO	SST	10102000074	0	0.5	0.5	0.19	0.08	1.9	2.25
01-SUP-06	MCAR_IN_06	1/01/2006	1/01/2006	1/01/2006	2MCAR106		Crucero	0840-W	NO	SST	10102000087	0	1	1	0.03	4.62	24.76	9.65
10102000003	MCAR_OC_12	3/04/2012	3/04/2012	3/04/2012	2MCAR120403		Accesos	0748-S	NO	SST	10102000003	0	0.7	0.7		0.45	2.84	0.9
10102000012	MCAR_OC_12	5/04/2012	5/04/2012	5/04/2012	2MCAR120405		Crucero	0840-E	NO	SST	10102000012	0	1.5	1.5	0.03	0.86	6.94	0.64
10102000014	MCAR_OC_12	5/04/2012	5/04/2012	5/04/2012	2MCAR120405				NO	SST	10102000014	0	0.4	0.4	0.72	0.19	41.72	11.19
10102000015	MCAR_OC_12	5/04/2012	5/04/2012	5/04/2012	2MCAR120405				NO	SST	10102000015	0	0.5	0.5	0.16	0.1	33	2.44
10102000017	MCAR_OC_12	5/04/2012	5/04/2012	5/04/2012	2MCAR120405				NO	SST	10102000017	0	0.5	0.5	0.62	0.15	47.95	7.14
010102000019a	MCAR_OC_12	6/04/2012	6/04/2012	6/04/2012	2MCAR120406				NO	SST	1.92204E+13	0	0.7	0.7	0.01	0.03	1.02	0.39
010102000019b	MCAR_OC_12	6/04/2012	6/04/2012	6/04/2012	2MCAR120406				NO	SST	1.92204E+13	0.7	1.5	0.8	0.11	0.04	11.8	1.54
10102000034	MCAR_OC_12	2/04/2012	2/04/2012	2/04/2012	2MCAR120402		Galeria	0700-W	NO	SST	10102000034	0	1.6	1.6	0.01	0.02	1.04	0.26
10102000037	MCAR_OC_12	2/04/2012	2/04/2012	2/04/2012	2MCAR120402				NO	SST	10102000037	0	1.9	1.9	0.03	0.02	2.12	0.45
10102000075	MCAR_OC_12	7/04/2012	7/04/2012	7/04/2012	2MCAR120407		Tajo	19	NO	SST	10102000075	0	0.55	0.55	0.09	3.06	28.64	17.61
10102000087	MCAR_OC_12	7/04/2012	7/04/2012	7/04/2012	2MCAR120407				NO	SST	10102000087	0	0.5	0.5	0.25	2.4	33.83	4.5
010102000084a	MCAR_OC_12	6/04/2012	6/04/2012	6/04/2012	2MCAR120406				NO	SST	1.92204E+13	2.15	2.35	0.2	0.08	0.07	9.18	1.54
010102000084b	MCAR_OC_12	6/04/2012	6/04/2012	6/04/2012	2MCAR120406				NO	SST	1.92204E+13	0.7	2.15	1.45		0.03	0.48	0.26
010102000084c	MCAR_OC_12	6/04/2012	6/04/2012	6/04/2012	2MCAR120406				NO	SST	1.92204E+13	0	0.7	0.7	0.19	0.04	17.08	3.41
010102000070a	MCAR_OC_12	6/04/2012	6/04/2012	6/04/2012	2MCAR120406				NO	SST	1.92204E+13	2	2.2	0.2	0.34	0.08	10.54	8.29
010102000070b	MCAR_OC_12	6/04/2012	6/04/2012	6/04/2012	2MCAR120406				NO	SST	1.92204E+13	1.3	2	0.7	0.01	0.04	0.7	0.45
010102000070c	MCAR_OC_12	6/04/2012	6/04/2012	6/04/2012	2MCAR120406				NO	SST	1.92204E+13	0.8	1.3	0.5	0.26	0.04	13	2.76
010102000070d	MCAR_OC_12	6/04/2012	6/04/2012	6/04/2012	2MCAR120406				NO	SST	1.92204E+13	0	0.8	0.8	0.07	0.04	11.24	1.03
010102000078a	MCAR_OC_12	7/04/2012	7/04/2012	7/04/2012	2MCAR120407		Tajo	19	NO	SST	1.92204E+13	1.3	1.65	0.35	0.02	0.06	1.58	0.45
010102000078b	MCAR_OC_12	7/04/2012	7/04/2012	7/04/2012	2MCAR120407		Tajo	19	NO	SST	1.92204E+13	0.9	1.3	0.4	0.02	0.36	4.78	1.67
10102000001	MCAR_OC_12	3/04/2012	3/04/2012	3/04/2012	2MCAR120403		Accesos	0748-S	NO	SST	10102000001	0	2	2	0.01	1.11	6.16	1.61
10102000002	MCAR_OC_12	3/04/2012	3/04/2012	3/04/2012	2MCAR120403		Accesos	0748-S	NO	SST	10102000002	0	0.2	0.2	0.07	0.09	40.27	3.54
10102000005	MCAR_OC_12	3/04/2012	3/04/2012	3/04/2012	2MCAR120403		Accesos	0748-S	NO	SST	10102000005	0	0.2	0.2	0.05	0.33	26.57	2.83
10102000010	MCAR_OC_12	5/04/2012	5/04/2012	5/04/2012	2MCAR120405		Crucero	0840-E	NO	SST	10102000010	0	1.6	1.6	0.06	0.35	7.8	0.77
10102000021a	MCAR_OC_12	6/04/2012	6/04/2012	6/04/2012	2MCAR120406				NO	SST	1.92204E+13	0	0.2	0.2	0.18	0.05	16.84	2.51
10102000021b	MCAR_OC_12	6/04/2012	6/04/2012	6/04/2012	2MCAR120406				NO	SST	1.92204E+13	0.2	0.9	0.7	0.13	0.04	6.86	2.25
010102000103a	MCAR_OC_12	7/04/2012	7/04/2012	7/04/2012	2MCAR120407		Tajo	19	NO	SST	1.92204E+13	0	0.3	0.3	0.22	0.54	32.38	20.13
010102000103b	MCAR_OC_12	7/04/2012	7/04/2012	7/04/2012	2MCAR120407		Tajo	19	NO	SST	1.92204E+13	0.3	1.15	0.85	0.04	0.23	12.3	2.44
010102000105a	MCAR_OC_12	7/04/2012	7/04/2012	7/04/2012	2MCAR120407		Tajo	19	NO	SST	1.92204E+13	0	0.9	0.9	0.15	0.52	23.45	6.11
101020000125	MCAR_OC_12	9/04/2012	9/04/2012	9/04/2012	2MCAR120409				NO	SST	101020000125	0	0.2	0.2	0.18	0.61	35.44	4.24
101020000127	MCAR_OC_12	9/04/2012	9/04/2012	9/04/2012	2MCAR120409				NO	SST	101020000127	0	0.2	0.2	0.13	1.19	25.96	4.12
101020000128	MCAR_OC_12	9/04/2012	9/04/2012	9/04/2012	2MCAR120409				NO	SST	101020000128	0	0.2	0.2	0.15	0.88	31.94	4.05
010102000105b	MCAR_OC_12	7/04/2012	7/04/2012	7/04/2012	2MCAR120407		Tajo	19	NO	SST	1.92204E+13	0.9	1.3	0.4	0.08	0.09	11.52	4.5
010102000107a	MCAR_OC_12	8/04/2012	8/04/2012	8/04/2012	2MCAR120408		Galeria	0580-W	NO	SST	1.92204E+13	0.65	1.05	0.2	0.02	0.07	1.58	0.64
010102000107b	MCAR_OC_12	8/04/2012	8/04/2012	8/04/2012	2MCAR120408		Galeria	0580-W	NO	SST	1.92204E+13	0.3	0.85	0.55	0.31	1.02	31.96	23.73
010102000107c	MCAR_OC_12	8/04/2012	8/04/2012	8/04/2012	2MCAR120408		Galeria	0580-W	NO	SST	1.92204E+13	0	0.3	0.3	0.01	0.03	1.06	0.45
010102000164a	MCAR_OC_12	9/04/2012	9/04/2012	9/04/2012	2MCAR120409				NO	SST	1.92204E+13	1	1.5	0.5	0.01	0.09	0.84	0.58
010102000164b	MCAR_OC_12	9/04/2012	9/04/2012	9/04/2012	2MCAR120409				NO	SST	1.92204E+13	0.3	1	0.7	0.56	0.06	26.58	2.57
010102000164c	MCAR_OC_12	9/04/2012	9/04/2012	9/04/2012	2MCAR120409				NO	SST	1.92204E+13	0	0.3	0.3	0.14	0.29	18.9	1.35
010102000137a	MCAR_OC_12	9/04/2012	9/04/2012	9/04/2012	2MCAR120409		Tajo	0008-W	NO	SST	1.92204E+13	1.65	1.95	0.3	0.01	0.1	1.28	0.96
10102000004	MCAR_OC_12	3/04/2012	3/04/2012	3/04/2012	2MCAR120403		Accesos	0748-S	NO	SST	10102000004	0	1.7	1.7	0.01	0.23	1.32	0.58
10102000006	MCAR_OC_12	3/04/2012	3/04/2012	3/04/2012	2MCAR120403		Accesos	0748-S	NO	SST	10102000006	0	0.7	0.7	0.01	0.39	2.12	1.67
10102000011	MCAR_OC_12	5/04/2012	5/04/2012	5/04/2012	2MCAR120405		Crucero	0840-E	NO	SST	10102000011	0	2	2	0.04	0.31	9.48	0.84
10102000013	MCAR_OC_12	5/04/2012	5/04/2012	5/04/2012	2MCAR120405		Crucero	0840-E	NO	SST								





## Anexo 5

### Perforación diamantina

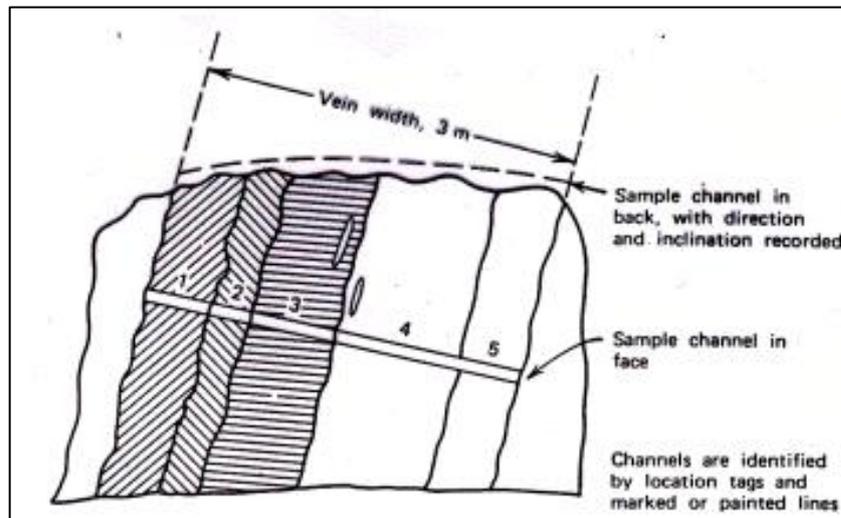


*Proceso de perforación diamantina*

## Anexo 6

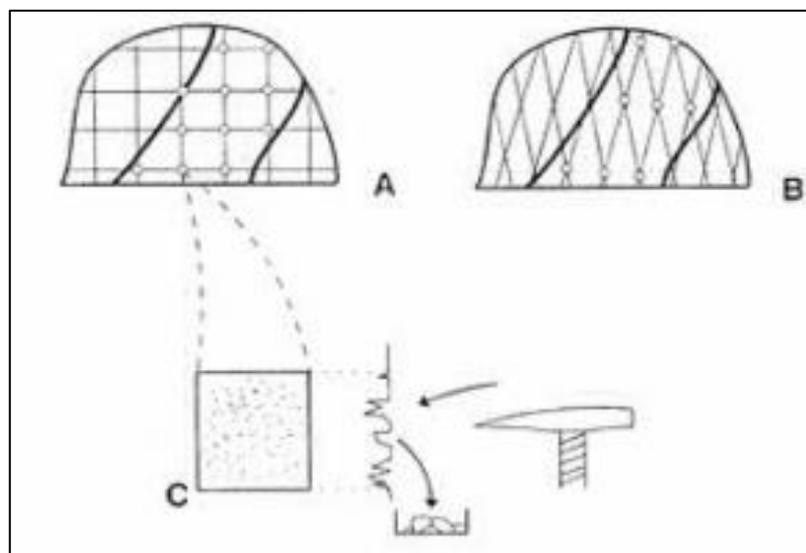
### Métodos de muestreo

#### Muestreo de canales



*Esquema idealizado de muestreo por canales sistematicos*

#### Muestreo por puntos



*Esquema idealizado del muestreo por puntos*

## Muestreo en canchas o de cargas



*Muestreo en cancha mineral.*