



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y**  
**METALÚRGICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**



**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y MINERALOGICA DEL**  
**YACIMIENTO AURÍFERO DE LA VETA SANTA ROSA, UNIDAD**  
**MINERA SANTA FILOMENA - SANCOS – AYACUCHO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. RICARDO HUARILLOCLLA AYQUE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO GEÓLOGO**

**PUNO - PERÚ**

**2024**



# RICARDO HUARILLOCLA AYQUE

## TESIS - CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y MINERALOGICA DEL YACIMIENTO AURÍFERO DE LA VETA SANTA ROSA, UNID

Universidad Nacional del Altiplano

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::8254:411714101

Fecha de entrega

2 dic 2024, 10:38 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

2 dic 2024, 10:43 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

TESIS - BACH. RICARDO HUARILLOCLA AYQUE - SUSTENTACIÓN.pdf

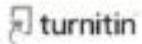
Tamaño de archivo

10.3 MB

122 Páginas

20,653 Palabras

121,455 Caracteres



## 19% Similitud general

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

### Filtrado desde el informe

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

### Fuentes principales

- 18% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 6% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

#### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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

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



Agustín Víctor YELEZ VILCA  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP. N° 85699





## DEDICATORIA

*Con profundo agradecimiento a mis amados padres en el cielo, esposa e hija y a mis queridos suegros quienes a lo largo de sus vidas me han transmitido los valores del trabajo y el estudio.*

*Su compromiso y esfuerzo incansable para brindarme una educación son un regalo que aprecio más de lo que las palabras pueden expresar. Esta tesis es un reflejo de su sacrificio y amor, y una prueba constante de la relevancia del esfuerzo y la educación en nuestras vidas.*



## AGRADECIMIENTOS

*Quiero expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a:*

*Dios Padre Todopoderoso, por concederme salud, fortaleza y sabiduría para tomar decisiones acertadas, siendo siempre mi luz en los momentos difíciles.*

*A mi querida madre Cirila, a mi querido padre Severo, y a mis maravillosos hermanos Wilber, Silvio, Bimilda y David, por su constante apoyo y por ser la inspiración detrás de mi crecimiento personal y profesional.*

*A mi esposa Yeny y a mi hija Ariadne, por su lucha incesante y su apoyo incondicional durante todo mi proceso de formación profesional.*

*A mi alma mater, la Universidad Nacional del Altiplano, y a la Escuela Profesional de Ingeniería Geológica, por haberme acogido durante cinco años de formación, y a todos los docentes que me guiaron en mi etapa de estudiante.*

*Al Mg. Agustín Víctor Vélez Vilca, mi asesor de tesis, por su valiosa orientación, apoyo y corrección a lo largo de la ejecución y culminación de este trabajo de investigación.*

*Al Sr. Carlos Alberto Román Cárcamo, por ofrecerme la oportunidad de trabajar en sus proyectos mineros, como Santa Catalina, Santa Rosa y Proyectos Minas Hizu.*

*A mis compañeros y amigos de siempre, con quienes he forjado lazos de amistad y hermandad que perdurarán toda la vida.*



# ÍNDICE GENERAL

|  | Pág.      |
|--|-----------|
| <b>DEDICATORIA</b>                         |           |
| <b>AGRADECIMIENTOS</b>                     |           |
| <b>ÍNDICE GENERAL</b>                      |           |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>                   |           |
| <b>ÍNDICE DE TABLAS</b>                    |           |
| <b>ACRÓNIMOS</b>                           |           |
| <b>RESUMEN .....</b>                       | <b>15</b> |
| <b>ABSTRACT.....</b>                       | <b>16</b> |
| <b>CAPÍTULO I</b>                          |           |
| <b>INTRODUCCIÓN</b>                        |           |
| <b>1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b> | <b>17</b> |
| <b>1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA. ....</b>  | <b>18</b> |
| 1.2.1 Problema General.....                | 18        |
| 1.2.2 Problema Específico.....             | 18        |
| <b>1.3 HIPÓTESIS .....</b>                 | <b>19</b> |
| 1.3.1 Hipótesis general .....              | 19        |
| 1.3.2 Hipótesis específico .....           | 19        |
| <b>1.4 OBJETIVOS.....</b>                  | <b>19</b> |
| 1.4.1 Objetivo General .....               | 19        |
| 1.4.2 Objetivos específicos .....          | 19        |
| <b>1.5 JUSTIFICACIÓN .....</b>             | <b>20</b> |

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA



|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| <b>2.1</b> | <b>ANTECEDENTES .....</b>                      | <b>21</b> |
| 2.1.1      | Antecedentes internacionales .....             | 21        |
| 2.1.2      | Antecedentes nacionales .....                  | 22        |
| 2.1.3      | Antecedentes locales .....                     | 24        |
| <b>2.2</b> | <b>GEOLOGIA REGIONAL.....</b>                  | <b>25</b> |
| 2.2.1      | Complejo Santa Rita (Jurásico superior).....   | 25        |
| 2.2.2      | Súper Unidad San Luis (Jurásico superior)..... | 26        |
| 2.2.3      | Súper Unidad Sacota (Cretácico inferior) ..... | 27        |
| 2.2.4      | Súper Unidad Jaqui (Cretácico superior) .....  | 28        |
| <b>2.3</b> | <b>GEOLOGÍA ESTRUCTURAL REGIONAL .....</b>     | <b>31</b> |
| 2.3.1      | Fallas regionales .....                        | 32        |
| <b>2.4</b> | <b>GEOLOGÍA ECONÓMICA.....</b>                 | <b>32</b> |
| 2.4.1      | Zona de depósitos de Au en vetas .....         | 33        |
| 2.4.2      | Zona de depósitos de Cu-Au en vetas .....      | 33        |
| 2.4.3      | Zonas de alteración hidrotermal.....           | 33        |
| <b>2.5</b> | <b>BASES TEORICAS .....</b>                    | <b>34</b> |
| 2.5.1      | Yacimientos Hidrotermales.....                 | 34        |
| 2.5.2      | Yacimientos Mesotermiales .....                | 35        |
| 2.5.3      | Estructuras y texturas .....                   | 36        |
| 2.5.4      | Estructuras Vetiforme .....                    | 37        |
| 2.5.5      | Cimoides .....                                 | 39        |
| 2.5.6      | Comportamiento de las vetas .....              | 40        |
| 2.5.7      | Sistema de fracturas en extensión .....        | 42        |
| 2.5.8      | Paragénesis .....                              | 43        |
| 2.5.9      | Zoneamiento.....                               | 43        |



|  |    |
|--|----|
| 2.5.10 Alteración Hidrotermal .....                            | 44 |
| 2.5.10.1 Alteración Fílica.....                                | 45 |
| 2.5.10.2 Alteración Propilítica .....                          | 45 |
| 2.5.10.3 Alteración Silicificación .....                       | 45 |
| 2.5.11 Estimación de recursos y reservas minerales .....       | 46 |
| 2.5.12 Métodos para la estimación de recursos y reservas ..... | 47 |
| 2.5.13 Elementos de la estimación de reservas .....            | 49 |
| 2.5.14 Reservas minerales.....                                 | 50 |
| 2.5.15 Factores que afectan a las reservas mineras .....       | 53 |
| 2.5.16 Petrografía .....                                       | 54 |
| 2.5.17 Sección delgada.....                                    | 54 |
| 2.5.18 Sección pulida .....                                    | 55 |
| 2.5.19 Mineragrafía.....                                       | 55 |
| 2.5.20 Método newmont .....                                    | 56 |

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOS Y MATERIALES**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>3.1 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....</b>       | <b>58</b> |
| 3.1.1 Recopilación y revisión de Información. .... | 58        |
| 3.1.2 Trabajos de Campo. ....                      | 58        |
| 3.1.3 Trabajos de laboratorio .....                | 59        |
| 3.1.4 Trabajos de Gabinete.....                    | 59        |
| <b>3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....</b>                | <b>59</b> |
| 3.2.1 Población.....                               | 60        |
| 3.2.2 Muestra.....                                 | 60        |
| <b>3.3 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....</b>    | <b>60</b> |



|            |                              |           |
|------------|------------------------------|-----------|
| <b>3.4</b> | <b>MATERIALES</b> .....      | <b>61</b> |
| 3.4.1      | Equipos de campo .....       | 61        |
| 3.4.2      | Equipos de laboratorio ..... | 61        |

## CAPÍTULO IV

### CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

|             |   |           |
|-------------|---|-----------|
| <b>4.1</b>  | <b>UBICACIÓN DEL ESTUDIO</b> .....          | <b>63</b> |
| <b>4.2</b>  | <b>ACCESIBILIDAD.</b> .....                 | <b>63</b> |
| <b>4.3</b>  | <b>CLIMA</b> .....                          | <b>65</b> |
| <b>4.4</b>  | <b>VEGETACIÓN</b> .....                     | <b>65</b> |
| <b>4.5</b>  | <b>RELIEVE</b> .....                        | <b>65</b> |
| <b>4.6</b>  | <b>HISTORIA DEL YACIMIENTO MINERO</b> ..... | <b>66</b> |
| <b>4.7</b>  | <b>GEOLOGÍA LOCAL</b> .....                 | <b>67</b> |
| 4.7.1       | Complejo Santa Rita .....                   | 67        |
| 4.7.2       | Dioritas .....                              | 68        |
| 4.7.3       | Tonalitas .....                             | 68        |
| 4.7.4       | Monzogranito .....                          | 68        |
| 4.7.5       | Diques .....                                | 69        |
| 4.7.6       | Depósitos recientes (Qh-AI, Qh-C).....      | 69        |
| <b>4.8</b>  | <b>GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL</b> .....     | <b>72</b> |
| <b>4.9</b>  | <b>MINERALIZACIÓN</b> .....                 | <b>75</b> |
| 4.9.1       | Características de la Mineralización .....  | 75        |
| 4.9.2       | Mineralización en vetas.....                | 75        |
| <b>4.10</b> | <b>ALTERACIÓN HIDROTHERMAL</b> .....        | <b>76</b> |
| 4.10.1      | Silicificación. ....                        | 76        |
| 4.10.2      | Argilización.....                           | 76        |



|                              |    |
|------------------------------|----|
| 4.10.3 Propilitizacion ..... | 77 |
|------------------------------|----|

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSION

|   |            |
|---|------------|
| <b>5.1 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS, ESTRUCTURALES Y MINERALÓGICAS DE LA VETA SANTA ROSA.....</b> | <b>78</b>  |
| 5.1.1 Litología del área de estudio .....   | 78         |
| 5.1.2 Estructuras mineralizadas.....  | 83         |
| 5.1.3 Mineralización.....   | 87         |
| 5.1.4 Mineralogía .....   | 90         |
| 5.1.4.1 Minerales de mena .....   | 90         |
| 5.1.4.2 Minerales de ganga .....  | 92         |
| 5.1.5 Alteraciones.....   | 93         |
| 5.1.6 Estudio petromineragráfico .....  | 94         |
| 5.1.7 Estudio mineragráfico .....   | 101        |
| <b>5.2 ESTIMACION DE RESERVAS MINERALES DE LA VETA SANTA ROSA.....</b>                          | <b>103</b> |
| 5.2.1 Resultados de reservas .....  | 104        |
| <b>5.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>   | <b>111</b> |
| <b>VI. CONCLUSIONES .....</b>   | <b>115</b> |
| <b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>   | <b>116</b> |
| <b>VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>   | <b>117</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>  | <b>120</b> |

**ÁREA:** Geología de minas

**TEMA:** Caracterización geológica, mineralización

**FECHA DE SUSTENTACION:** 10 de diciembre del 2024



## ÍNDICE DE FIGURAS

|   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| <b>Figura 1</b> Esquema yacimientos hidrotermales.....  | 36          |
| <b>Figura 2</b> Vetas en grietas de separación .....  | 38          |
| <b>Figura 3</b> Vetas en grietas de ruptura.....  | 39          |
| <b>Figura 4</b> Comportamiento de veta tipo lazo cimoide .....  | 40          |
| <b>Figura 5</b> Deslizamiento horizontal en las fallas sinextral y dextral .....  | 41          |
| <b>Figura 6</b> Deslizamiento dextral idealizado .....  | 42          |
| <b>Figura 7</b> Método geoestadístico .....   | 49          |
| <b>Figura 8</b> Elementos de cubicación de reservas.....  | 50          |
| <b>Figura 9</b> Relación entre resultados de exploración, recursos minerales y reservas minerales .....                                       | 53          |
| <b>Figura 10</b> Ubicación del área de estudio .....  | 64          |
| <b>Figura 11</b> Mapa geológico local de área de estudio .....  | 70          |
| <b>Figura 12</b> Mapa estructural local.....  | 74          |
| <b>Figura 13</b> Minerales presentes en la roca cuarzo-diorita.....   | 79          |
| <b>Figura 14</b> Minerales presentes en la roca granodiorita.....   | 81          |
| <b>Figura 15</b> Contacto entre dique andesítico y diorita.....   | 82          |
| <b>Figura 16</b> Contacto entre dique diorítico y panizo .....  | 83          |
| <b>Figura 17</b> Afloramiento Veta Santa.....   | 84          |
| <b>Figura 18</b> El vector de máxima compresión, sigmas ( $\sigma_1$ ), ( $\sigma_2$ ) y( $\sigma_3$ ) de la veta Santa Rosa.....             | 85          |
| <b>Figura 19</b> Afloramiento de la estructura del ramal techo Santa Rosa .....   | 86          |
| <b>Figura 20</b> El vector de máxima compresión, sigmas ( $\sigma_1$ ), ( $\sigma_2$ ) y( $\sigma_3$ ) de la veta Santa Rosa ramal techo..... | 87          |



|                  |   |     |
|------------------|---|-----|
| <b>Figura 21</b> | Mineralización de la Veta Santa Rosa .....  | 89  |
| <b>Figura 22</b> | Minerales de mena de la veta Santa Rosa .....                                     | 91  |
| <b>Figura 23</b> | Fotomicrografía de la veta santa Rosa .....                                       | 92  |
| <b>Figura 24</b> | Alteración de la veta Santa Rosa .....  | 93  |
| <b>Figura 25</b> | Fotomicrografía de la muestra MSR-DS01 .....                                      | 95  |
| <b>Figura 26</b> | Fotomicrografía de la muestra MSR-DS01 .....                                      | 96  |
| <b>Figura 27</b> | Fotomicrografía de la muestra MSR-DS01 .....                                      | 97  |
| <b>Figura 28</b> | Fotomicrografía de la muestra MSR-DS01 .....                                      | 98  |
| <b>Figura 29</b> | Fotomicrografía de la muestra MSR-DS01 .....                                      | 98  |
| <b>Figura 30</b> | Fotomicrografía de la muestra MSR-DS01 .....                                      | 99  |
| <b>Figura 31</b> | Fotomicrografía de la muestra MSR-DS01 .....                                      | 100 |
| <b>Figura 32</b> | Fotomicrografía de la muestra MSR-SP02 .....                                      | 101 |
| <b>Figura 33</b> | Fotomicrografía de la muestra MSR-SP02 .....                                      | 102 |
| <b>Figura 34</b> | Reservas probadas de los 4 bloques de la veta Santa Rosa.....                     | 105 |
| <b>Figura 35</b> | Reservas probables de los 4 bloques de la veta Santa Rosa .....                   | 106 |
| <b>Figura 36</b> | Reservas probados y probables del total de bloques de la veta Santa Rosa<br>..... | 107 |
| <b>Figura 37</b> | Mapa recursos y reservas minerales de veta Santa Rosa .....                       | 109 |
| <b>Figura 38</b> | Reservas inferidas de los 3 bloques de la veta Santa Rosa .....                   | 110 |



## ÍNDICE DE TABLAS

|   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| <b>Tabla 1</b> Coordenadas del área de estudio.....                                       | 63          |
| <b>Tabla 2</b> Accesibilidad al área de estudio.....                                      | 65          |
| <b>Tabla 3</b> La Estación estructural de la veta Santa Rosa .....                        | 85          |
| <b>Tabla 4</b> La Estación estructural de la veta Santa Rosa techo.....                   | 87          |
| <b>Tabla 5</b> Secuencia paragenética de la veta Santa Rosa.....                          | 103         |
| <b>Tabla 6</b> Resultado de las reservas probadas de los bloques de la veta Santa Rosa.   | 104         |
| <b>Tabla 7</b> Resultado de las reservas probables de los bloques de la veta Santa Rosa   | 105         |
| <b>Tabla 8</b> Resultado de reservas probadas y probables en onzas de oro.....            | 107         |
| <b>Tabla 9</b> Resultado de reservas probadas y probables en onzas de oro en fino .....   | 107         |
| <b>Tabla 10</b> Resultado de las reservas inferidos de los bloques de la veta Santa Rosa. | 110         |
| <b>Tabla 11</b> Resultado de mineral inferido de onzas de oro en fino.....                | 110         |
| Tabla 12    Resultado de mineral inferido de onzas de oro en fino.....                    | 111         |



## ACRÓNIMOS

|                  |  |
|------------------|--|
| <b>Ag.</b>       | Plata                                    |
| <b>Au.</b>       | Oro                                      |
| <b>Az:</b>       | Azimut                                   |
| <b>Bz:</b>       | Buzamiento                               |
| <b>cm:</b>       | Centímetros                              |
| <b>INGEMMET:</b> | Instituto Geológico Minero y Metalurgico |
| <b>Km:</b>       | Kilometros                               |
| <b>m:</b>        | Metros                                   |
| <b>Ma:</b>       | Millones de Años                         |
| <b>mm:</b>       | Milímetros                               |
| <b>NW:</b>       | Noroeste                                 |
| <b>NE:</b>       | Noreste                                  |
| <b>Oz/Tc</b>     | Onzas por tonelada corta                 |
| <b>P.E</b>       | Peso específico                          |
| <b>Qh-al:</b>    | Cuaternario Aluvial                      |
| <b>SE:</b>       | Sureste                                  |
| <b>SW:</b>       | Suroeste                                 |
| <b>TM</b>        | Tonelad metrica                          |
| <b>UTM:</b>      | Universal Mercator Transversal           |
| <b>°C:</b>       | Grados Centígrados                       |



## RESUMEN

La investigación se ubica en el centro poblado de Santa Filomena, en el distrito de Sancos, provincia de Lucanas, en el departamento de Ayacucho. Actualmente, no se cuenta con información sobre las características geológicas del yacimiento aurífero de la veta mencionada, información a través del presente estudio. El objetivo de la investigación fue identificar las características geológicas y la mineralización de la veta Santa Rosa de la unidad minera Santa Filomena. Se llevó a cabo la investigación, utilizando metodología de enfoque cuantitativo y tipo descriptivo, que incluyó el cartografiado geológico, el muestreo sistemático de la veta mineralizada y un análisis petrominero gráfico con el empleo de secciones delgadas y pulidas. Las caracterizaciones geológicas encontrados en la Veta Santa Rosa su litología predominante son los intrusivos del complejo Santa Rita; diorita y granodiorítica, acompañado de diques andesíticos y junto con las fallas transtensionales, permitieron la circulación de fluidos Mineralizantes. El comportamiento estructural tiene una orientación N115° y buzamiento: 57°NE, los minerales de mena: oro nativo, pirita, cuprita, calcopirita, bornita y covelina, las alteraciones hidrotermales que predominan son la argílica y Propilítica. La paragénesis indica múltiples eventos de mineralización y la secuencia observada, comenzando con pirita y pirrotina, y continuando con la posterior aparición de galena y acantita. La veta Santa Rosa tiene una estimación de reservas mineral probadas y probables que suman un total de 571,749 toneladas, 570.13 onzas de oro con una ley de 1.012 Oz/Tn Au y ancho diluido de 0.24 m, de las cuales 503,681 representa onzas de oro fino con una ley de 0.98 Oz/Tn Au. Mientras los recursos inferidos suman un total de 1,583.506 toneladas y 676.69 onzas de oro con una ley de 0.427 Oz/Tn Au y ancho diluido de 0.17 m, de las cuales 609.018 representa onzas de oro fino. Esto establece un panorama prometedor que sugiere viabilidad económica y potencial de expansión para pequeño minero. Estas concentraciones de oro resaltan la importancia de priorizar su exploración, ya que la veta Santa Rosa no solo podría generar un retorno económico significativo a corto plazo, sino que también permitiría una explotación sostenible a largo plazo en el futuro.

**Palabras claves:** Caracterización geológica, Mineralogía, Minerografía, Muestreo sistemático, Veta santa rosa



## ABSTRACT

The research is located in the town of Santa Filomena, in the district of Sancos, province of Lucanas, in the department of Ayacucho. Currently, there is no information on the geological characteristics of the gold deposit of the aforementioned vein, information that will be defined through this study. The objective of the investigation is to identify the geological characteristics and mineralization of the Santa Rosa vein of the Santa Filomena mining unit. To carry out the research, a quantitative and descriptive methodology was used, which included geological mapping, systematic sampling of the mineralized vein and a petrominerographic analysis with the use of thin and polished sections. The predominant lithology of the Santa Rita complex is the intrusives of the Santa Rita complex of diorite and granodiorite, accompanied by andesitic dikes and together with the transtensional faults, allowed the circulation of mineralizing fluids. The structural behavior has an orientation N115° and dip: 57°NE, ore minerals; native gold, pyrite, cuprite, chalcopyrite, bornite and covelin, the hydrothermal alterations that predominate are argillic and propylitic. Paragenesis indicates multiple mineralization events and the observed sequence, beginning with pyrite and pyrrhotite, and continuing with the subsequent appearance of galena and acanthite. The Santa Rosa vein has a proven and probable mineral and resource estimate totaling 571,749 tonnes and 570.13 ounces of gold grading 1,012 Oz/Tn Au and diluted width of 0.24 m, of which 503,681 represents fine gold ounces grading 0.98 Oz/Tn Au. Meanwhile, inferred resources total 1,583,506 tonnes and 676.69 ounces of gold with a grade of 0.427 Oz/Tn Au and a diluted width of 0.17 m, of which 609,018 represent ounces of fine gold. This establishes a promising outlook that suggests economic viability and expansion potential for small miners. These concentrations of gold highlight the importance of prioritizing its exploration, as the Santa Rosa vein could not only generate a significant short-term economic return, but also allow for long-term sustainable exploitation in the future.

**Keywords:** Geological characterization, Mineralogy, Mineralography, Systematic sampling, Santa Rosa vein



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

El yacimiento aurífero de la veta Santa Rosa, ubicado en la unidad minera Santa Filomena, distrito de Sancos, Ayacucho, constituye uno de los principales focos de explotación de recursos minerales en la región. La geología y mineralogía de este tipo de depósitos son factores determinantes no solo para entender su origen y formación, sino también para optimizar su explotación. En este contexto, la caracterización geológica y mineralógica juega un papel crucial, ya que permite definir la estructura del yacimiento, los minerales asociados, las alteraciones presentes, y las condiciones tectónicas que influyen en la mineralización del oro.

La veta Santa Rosa se encuentra en una zona con actividad tectónica significativa, lo que ha permitido la formación de sistemas hidrotermales que han depositado minerales de interés económico, como el oro, junto con sulfuros como pirita y otros minerales accesorios. tiene un azimut  $N115^\circ$  y buzamiento:  $57^\circ NE$  y una potencia de 0.10 a 1.50m, en la superficie aflora unos 20 metros. La unidad minera Santa Filomena, de gran importancia en la minería artesanal y de pequeña escala en Ayacucho, presenta un alto potencial de desarrollo, pero enfrenta desafíos relacionados con la sostenibilidad y la eficiencia en la exploración.

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el yacimiento aurífero de la veta Santa Rosa, unidad minera Santa Filomena se tiene cateos realizadas en superficie y laboreos subterráneos, y la principal incertidumbre es indagar y definir las características geológicas de las estructuras mineralizadas y la mineralogía con contenido aurífero y su interés valor económico de la



Veta Santa Rosa en la zona de estudio, además se desconoce el potencial económico que puede tener el yacimiento minero filomena.

La zona de investigación carece de estudios que definan las características geológicas y mineralógica de las estructuras mineralizadas con contenido aurífero y su importancia geoeconómica, así como su comportamiento estructural y geoquímico. Se plantea realizar diferentes trabajos de campo, mapeo geológico tanto en superficie como en interior mina, muestreo por canales y trincheras en superficie e interior mina, para su análisis respectivo; elaboración de mapas y secciones geológicas e interpretación de los datos obtenidos en campo.

Estos aspectos geológicos han despertado el interés de realizar estudios para identificar las características antes mencionadas; Por otro lado, cabe señalar que en las áreas aledañas a la concesión existen estructuras de similares características, lo que puede haber contribuido significativamente a establecer la importancia de los minerales que tienen valor económico de la veta Santa Rosa

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

### **1.2.1 Problema General**

¿Qué características geológicas y mineralógicas tiene el yacimiento aurífero de la veta Santa Rosa de la Unidad Minera Santa Filomena - Sancos - Ayacucho?

### **1.2.2 Problema Específico**

¿Cuáles son las características geológicas, estructurales y petrominerográficos de la veta Santa Rosa en la Unidad Minera Santa Filomena - Sancos - Ayacucho?



¿Cuál es el valor económico que podría tener el yacimiento y de qué manera se podrían calcular las reservas de oro?

### **1.3 HIPÓTESIS**

#### **1.3.1 Hipótesis general**

La caracterización geológica de la veta Santa Rosa de la Unidad minera Santa Filomena, permite determinar el yacimiento aurífero.

#### **1.3.2 Hipótesis específico**

La información de los datos de campo, el muestreo sistemático en interior mina y el mapeo geológico, el estudio petromineragráficos se identificará las características geológicas y la mineralogía de la veta Santa Rosa.

Las leyes de oro y la continuidad de la mineralización permiten a estimar las reservas minerales y su potencial económico de la veta Santa Rosa

### **1.4 OBJETIVOS**

#### **1.4.1 Objetivo General**

Definir las características geológicas y la mineralización de la veta Santa Rosa en la Unidad minera Santa Filomena.

#### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Determinar características geológicas, estructurales y petromineragráficos de la veta Santa Rosa en la Unidad Minera Santa Filomena - Sancos - Ayacucho
- Estimar las reservas minerales de la veta Santa Rosa en la Unidad Minera Santa Filomena - Sancos – Ayacucho.



## 1.5 JUSTIFICACIÓN

Radica en la necesidad de comprender en profundidad las características geológicas y mineralógicas de este yacimiento aurífero. Este análisis es esencial para evaluar su potencial económico y la viabilidad de su explotación. Una caracterización detallada proporciona información fundamental sobre la distribución y concentración del oro, las características de las vetas, la alteración hidrotermal y las asociaciones minerales presentes. Estos datos son cruciales para diseñar estrategias óptimas de exploración y explotación.

Además, conocer la mineralogía del yacimiento permite identificar la presencia de minerales asociados que puedan interferir en el procesamiento del oro, así como los métodos más adecuados para la extracción y tratamiento. En última instancia, esta investigación contribuirá a una explotación más sostenible del yacimiento, optimizando los recursos y beneficiando tanto a la empresa minera como a la comunidad local, asegurando que se maximicen los beneficios económicos mientras se minimiza.

Contribuye al conocimiento geológico y el entendimiento de los procesos geológicos involucrados en la formación de yacimientos auríferos en la región, específicamente en el contexto de las estructuras tectónicas y la mineralización asociada. Permite probar y desarrollar nuevas técnicas de exploración y caracterización de yacimientos, lo cual es fundamental para la industria minera.

Permite generar nuevo conocimiento y fortalecer las capacidades de investigación en el área de las geociencias. Proporciona información valiosa para la toma de decisiones en la exploración y explotación de yacimientos minerales. Aporta datos relevantes para la gestión de los recursos minerales.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 ANTECEDENTES

##### 2.1.1 Antecedentes internacionales

Jiménez (2011), la mineralización de oro en el Complejo Oaxaqueño, sur de México, se encuentra en rocas precámbricas como ortogneis, sienita, pegmatita, y mármol, cortadas por un plutón cálcico-alcalino. Las vetas de cuarzo (5-90 cm de espesor) se sitúan a lo largo de fallas locales en dirección noroeste-sureste, y se identifican dos generaciones de vetas: paralelas a la foliación y vetas tardías. La mayor parte del oro está asociado a vetas de cuarzo fino con sulfuros como pirita, calcopirita, galena y esfalerita. También hay minerales supergénicos, como la covelina y hematita. El oro aparece como granos finos en pirita o cuarzo. Un halo con sericita y sílice se forma alrededor de las vetas, afectado por argilización y oxidación. Estudios de microtermometría indican temperaturas de 145 a 355 °C y salinidad de 8,13 a 32,78 % NaCl, sugiriendo la posible existencia de dos tipos de fluidos mineralizantes o un sistema evolucionado de fluido de alta a baja temperatura y salinidad.

Ramírez & Portilla, (2006), la geología se encuentra en el macizo de Santander - Colombia. Yacimientos hidrotermales de oro y plata con mineralización filogenética N40W. se puede encontrar en estado puro ya que es parte geológica del Macizo de Santander del Macizo de Santander. El oro se presenta tanto en su forma pura como en composición o en combinación con ilmenita y galena. Mina hidrotermal de oro y plata con dirección dominante de



mineralización filogenética N40W. Entre otros minerales presentes en la mena, presentes en forma libre, que contengan o estén asociados con ilmenita y galenita. Los minerales en el mineral incluyen pirita, calcopirita, plata, pirrotita, magnetita y pirrotita. La roca huésped mineralizada es cuarzo-feldespato-neiss con biotita convertida en biotita-hornblenda-neiss con filita en la lutita. Presencia de oro en forma libre o ligada en intersticiales simples con óxidos, así como ausencia de minerales. El cianuro determina el buen comportamiento de los minerales en el procesamiento de recursos minerales.

Alfaro, (2002) el muestreo de minerales es crucial, ya que prácticamente todas las decisiones relacionadas con un proyecto minero, desde la etapa de exploración hasta el cierre de la mina, se basan en los valores obtenidos a partir del material muestreado. Estas decisiones implican millones de dólares. En una mina a cielo abierto, por ejemplo, el material acumulado (detritos de perforación) en un pozo de tronadura puede ser considerable, lo que requiere la toma de una muestra. Considerando un depósito minero con una densidad de  $2.5 \text{ ton/m}^3$ , en una malla de perforación de  $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ , una altura de banco de  $15 \text{ m}$  y un diámetro de perforación de  $25 \text{ cm}$ , se puede calcular la cantidad de material acumulado en toneladas.

### **2.1.2 Antecedentes nacionales**

Quispe (2019) en su estudio de tesis “Características geológicas para la selección de métodos de extracción del circuito Esperanza en la mina Aguada-Carabaillo Lima”. En la veta Esperanza, la principal estructura de mineralización de la Mina Aguada, se descubrió un yacimiento hidrotermal-mesotermal de características lenticulares (granular) tanto horizontal como verticalmente, con



una exposición de 400 m y presencia de clavos mineralizados. profundidades de hasta 150 m, espesores que oscilan entre 0,05 m y 0,40 m, y pesos de oro que oscilan entre 15 g/t y 160 g/t. El oro está íntimamente asociado a la mineralización de pirita de grano fino y al cuarzo gris, la calcedonia y el vidrio; las alteraciones estructurales, los impactos y las diagonales, así como la interferencia de los dos sistemas estructurales, han contribuido al aumento de la concentración de oro.

Melo, (2018), en su estudio tesis “Geología y mineralización del cuerpo mascota en el yacimiento Yauricocha – Sociedad minera Corona S.A. Lima – Yauyos”. Se concluye que el cuerpo de la mascota está vinculado a sulfuros de cobre y se caracteriza por su mineralización en ambientes de óxidos, situados en rocas calcáreas de la Formación Jumasha. Este fenómeno ocurre por la intervención de aguas meteóricas que provocan la oxidación de los azufres primarios de plomo, cobre y zinc. El contexto estructural y litológico incluye zonas de fallas, cavernas y brechamiento, lo que facilita la circulación de aguas y la oxidación de sulfuros como galena, calcopirita y esfalerita. Se asocia a un sistema hidrotermal porfídico, con temperaturas que alcanzan a 500 °C, clasificándose como un depósito xenotermal.

Quispe (2017). En su estudio de tesis “Características geológicas y posibilidades de profundización de la Veta Lola – Mina Poderosa – Pataz - La Libertad”. La veta Lola está controlada estructuralmente por dos sistemas de fallas: al norte, la falla San Juan en un sistema NW-SE, y al sur, la falla 2600 NE-SW. También se ve afectado por un sistema de fallas angulares que desplazan la veta entre centímetros y 20 metros, así como por pequeñas fallas que la desplazan de unos pocos centímetros a 1,5 metros. Esta veta de tipo rosario se mineraliza continuamente desde el nivel 2805, presenta una estructura de cuarzo quebrada



con una profundidad de 0.60 m una uniformidad media de contorno hasta el nivel 2400. La roca de caja es diorita, compuesta por xenolitos de granodiorita y diques de aplita, lo que favorece la mineralización acompañada de halos de transformación de filita y propilita de bajo a medio.

Mamani y Enrique (2017), recientes estudios han identificado pórfidos de cobre en la región analizada, destacando los descubrimientos de Pecoy y Tororume, lo cual ha atraído el interés de empresas de exploración. En este contexto, el estudio propone caracterizar dos ocurrencias mineralógicas anómalas: la "Zona de vetas de Au", asociada a vetas mesotermales relacionadas con el Batolito de la Costa, y la "Zona de Gossan", una zona lixiviada que podría derivar de una mineralización primaria aún no identificada. La investigación analiza detalladamente ambas áreas desde una perspectiva geológica, mineralógica y geoquímica, evaluando su génesis y potencial económico.

### **2.1.3 Antecedentes locales**

Vilca, (2018), en su estudio de tesis "Geología económica de las vetas de la zona de mineralización Gisela de la mina Esperanza, Caraveli - Arequipa". Se cree que la Zona Gisela es un yacimiento de oro y cobre con características lenticulares horizontales y verticales que se encuentra en dioritas y monzonitas de la superunidad Linga, así como en rocas andesíticas subvolcánicas del complejo Bella Unión, que forma parte del Cinturón de Nazca - Ocoña. Se han identificado medidas de control de la mineralización, entre ellas el control mineralógico, que detecta el relleno con oro de grietas y vacíos en la pirita, así como los bordes de la hematita, cuprita y cuarzo, y cuando se producen cambios estructurales por impacto y buzamiento en los anillos cimoidales, y las zonas de intersección de los



dos sistemas estructurales producen mayores concentraciones de oro, también se determinó oro elemental a azufre en un 66 %, y un 63 % de cromo estuvo involucrado en la mineralización.

## 2.2 GEOLOGIA REGIONAL

### 2.2.1 Complejo Santa Rita (Jurásico superior)

Inicialmente caracterizado como un conjunto de rocas ígneas resultantes del metamorfismo de contacto causado por la intrusión del Batolito Costa, el Complejo Santa Rita está expuesto de manera prominente en el área entre la quebrada Tres Cruces y el cerro San Pedro. Extendiéndose en dirección nortee-oreste, su forma alargada disminuye gradualmente de oeste a este.

A diferencia de estudios previos Olchanski (1980) y (Díaz & Milla, (2001) , que clasificaron esta unidad como metaintrusiva y metavolcánica, este estudio la interpreta como un conjunto de diques con una variedad de composiciones, que incluyen monzonita, monzodiorita, andesita, dacita, riolita, diorita y otras rocas. Los afloramientos más adecuados para el análisis se encuentran en el pueblo de Caja y en la margen izquierda del río Lampalla, donde se observan diques de microdiorita con una orientación predominante hacia N20°. Estos diques están cruzados por diques máficos orientados hacia N120°, mientras que diques félsicos con orientación N15° atraviesan los enjambres previamente mencionados. Se ha observado que estos enjambres de diques intruyen una microdiorita esquistosa, que aparece como restos entre los diques. En cuanto a las relaciones de contacto, la microdiorita esquistosa es intruida por las dioritas de San Luis, las tonalitas de la Super Unidad Sacota, las monzonitas de la Super Unidad Jaqui y las granodioritas de Tiabaya. Esto permite concluir que la microdiorita esquistosa es



de una edad anterior a estas intrusiones, perteneciendo al período Jurásico-Cretácico.

### **2.2.2 Súper Unidad San Luis (Jurásico superior)**

Santos et al. (2016), han presentado una formación geológica identificada recientemente, conocida como afloramiento de cuarzo-diorita. Esta formación se extiende en un cinturón estrecho y alargado con una alineación NNW-SSE, que abarca aproximadamente 4 kilómetros de ancho. La presencia de estas rocas se ha observado entre Huac Huaca y Santa Rosa, así como entre los cerros Santa Rosa y Cornetero, y más adelante entre los cerros San Pedro y El Milagro.

Se han identificado tanto diorita como facies de diorita que contienen cuarzo. La exposición de las dioritas es bastante restringida y presenta una textura granular fanerítica característica con una facies fina. Estas dioritas son holocristalinas, equigranulares e hipidiomorfas, destacándose los cristales subédricos, especialmente en los minerales ferromagnesianos. Además, están cortadas por diques que consisten en materiales andesíticos.

Los afloramientos de cuarzo-diorita, que se ubican a ambos lados del río Lampalla, entre El Molino y Huac Huachi, son el ejemplar litológico de mayor tamaño de esta unidad. Son un cuerpo alargado con orientación N170 que se extiende hasta el cerro Uchuchuani y cerro Santa Rosa al sur. Los afloramientos presentan una fracturación que varía de moderada a intensa, con áreas donde se observan con máficos alineados. Las rocas de esta superunidad están constituidas, a nivel macroscópico, por un 50 % de plagioclasa, un 5 % de feldespato potásico, un 35 % de minerales ferromagnesianos y un 10 % de cuarzo. Además, se



evidencia la presencia de óxidos de hierro y epidota en las zonas de fracturación.

**Edad.** – Investigaciones anteriores en los alrededores Olchanski, (1980) y Díaz & Milla, (2001), habían identificado la Súper Unidad Tiabaya del Cretácico Superior como la fuente de diorita. Sin embargo, su asociación con el Complejo Santa Rita y la súper Unidad Sacota recomienda que es significativamente más joven que la edad sugerida en ambos análisis geológicos fundamentales. Para datar los circones se utilizó el método U Pb, dando como resultado una edad de 151,8  $\pm$  1,2 millones, lo que concuerda con sus relaciones de contacto. Por tanto, esta unidad se remonta al período Jurásico Superior.

### 2.2.3 Súper Unidad Sacota (Cretácico inferior)

Según Santos et al. (2016), nombraron esta superunidad, que representa el intenso magmatismo que se desarrolló durante el período Cretácico Inferior. Está compuesta por grandes cuerpos ígneos de tonalitas y granodioritas que se originan en el cuadrilátero de Caravelí (32p) y son reconocidas en la zona. Esta unidad magmática se ha identificado en el extremo sureste de esta hoja actualizada, así como en Chulve, Calapampa, Sachasucho (Pampa - Cuchimachay) y el Cerro Alma Méndez.

Se observan afloramientos de rocas intrusivas de tonalitas y granodioritas que presentan meteorización esferoidal y un moderado diaclasado. A nivel macroscópico, se caracterizan por su textura fanerítica, holocristalina e inequigranular. Composicionalmente, las muestras de esta superunidad están compuestas principalmente de tonalitas, que contienen un alto porcentaje de cuarzo (aproximadamente 40%), plagioclasas (35%), cristales de hornblenda de hasta 1 cm (20%) y biotita subédrica ligeramente alterada (5). %). Después de



analizar diversas muestras recolectadas en esta área, así como en las zonas de Chala, Chaparra y Caravelí.

**Edad.** – Al igual que las dioritas de la Superunidad San Luis (Jurásico Superior), estudios previos en la zona Olchauski, (1980); Díaz & Milla, (2001), clasificaron inicialmente estas tonalitas como parte de la Superunidad Tiabaya del Cretácico Superior. Sin embargo, las relaciones de contacto revelan que estas tonalitas cortan las dioritas de la Superunidad San Luis y, a su vez, son cortadas por las monzodioritas y monzogranitos de la Superunidad Jaqui (Cretácico Superior). En base a estas relaciones de contacto, se les ha asignado una edad correspondiente al Cretácico Inferior.

#### **2.2.4 Súper Unidad Jaqui (Cretácico superior)**

La denominada Superunidad Jaqui corresponde a extensas formaciones rocosas caracterizadas por su alto contenido de feldespatos potásicos de tonalidades rosadas, localizadas en las proximidades del poblado de Jaqui. Estas rocas constituyen la mayor parte del área de estudio, llegando a cubrir hasta un 45 % de la superficie total de la hoja (31ñ3). Su origen está relacionado con un plutón alargado que se orienta en dirección NO-SE. A pesar de que en las cartografías geológicas base Olchauski, (1980) y Díaz & Milla, (2001), se les haya designado como Súper Unidad Linga (Cretácico superior), esta denominación resulta inapropiada dado que en la literatura geológica ya existen otras denominaciones como Linga Arequipa, Linga Yrabamba y Linga Ica Cobbing & Moore, (1984), las tres rocas tienen diferentes edades, lo que significa que llamarlas simplemente Linga podría causar confusión e incluso una interpretación incorrecta.

Se atribuyen a esta unidad de gran relevancia hasta cuatro tipos de rocas



distintas, que incluyen monzodiorita, monzonita, monzogranito y sienogranito, siendo las dos últimas visibles en forma de cuerpos intrusivos. A continuación, se detallan las características de cada tipo de roca.

**a) Monzodioritas**

Esta litología es la más extensa, con afloramientos que se pueden observar desde los cerros de Alalo en el noroeste (zona central izquierda) hasta Cerro Redondo en el sureste (esquina inferior derecha). Allí, las rocas aparecen erosionadas en bloques esferoidales y presentan un moderado diaclasado. Macroscópicamente, se distinguen por su color que varía de rosáceo a anaranjado y por tener una textura fanerítica, predominantemente equigranular y de grano medio. Los cuerpos intrusivos de monzodiorita son atravesados por cuerpos monzoníticos y cuarzomonzoníticos; estas relaciones se pueden observar en los cerros Buena Vista, Medanal y en las laderas del cerro El Faro.

**b) Monzonita.**

Esta variedad litológica se ha identificado en la zona oeste de la hoja, en las proximidades de los cerros de Alalo y Cerco. También se han encontrado monzonitas a 1 km al suroeste del cerro Buena Vista y entre Pampa Redonda y Buenavista. Los afloramientos, en su mayoría, aparecen erosionados en forma de bloques esferoidales. En cuanto a sus características macroscópicas, se ha determinado que se trata de una roca equigranular con grano fino a medio, que presenta tonalidades rosáceas y contiene cristales poco desarrollados de anfíbol y biotita, siendo este último el mineral ferromagnesiano más predominante.

**c) Monzogranito**



Se identificó un cuerpo intrusivo que se presenta como un stock con una orientación aproximada de N15, ubicado a alrededor de 1 km al sureste del cerro El Convento. Este stock se distingue por su morfología y coloración. Se trata de un monzogranito de grano medio a grueso que contiene óxidos de cobre. Los afloramientos de esta intrusión son claramente visibles, tanto en el terreno como en las imágenes satelitales, destacándose en el terreno por su súper alterada.

Macroscópicamente, se caracteriza por su color blanco grisáceo con un ligero matiz rosado y una textura fanerítica equigranular de grano medio. Al examinarlo bajo la lupa, se observan sus minerales constituyentes: plagioclasas (25 %), feldespato (27 %), cuarzo (25 %), así como anfíboles (15 %), biotita (5 %) y otros (3%).

#### **d) Sienogranito**

Se identificaron y cartografiaron dos cuerpos alargados con una orientación aproximada de N170, dispuestos como stocks, en las proximidades del cerro Santa Rita, así como entre el cerro San Luis y el paraje de Santa Rosa. Uno de estos cuerpos no está registrado en la geología base a escala 1:100 000 Díaz & Milla, (2001). Litológicamente, corresponden a sienogranitos de textura equigranular, con grano fino a medio, cuyo emplazamiento parece estar controlado por fallas con orientación similar. Los afloramientos se destacan en el paisaje por su característico color pardo blanquecino. Díaz & Milla, (2001)

Los afloramientos se caracterizan por su presencia masiva y un moderado diaclasamiento, con tonalidades gris parduscas. A nivel macroscópico, exhiben una textura fanerítica, equigranular y holocristalina, con un índice de color leucocrático. Los minerales esenciales identificados bajo lupa incluyen cuarzo



(40%), feldespatos potásicos (50%) y biotita (3%) como componente ferromagnesiano, aunque esta última aparece de forma limitada.

**Edad.** – En ambas versiones de la geología base Olchanski, (1980) y Díaz & Milla, (2001), se identifica la Súper Unidad Linga como una presencia constante; no obstante, es crucial tener en cuenta que, dentro de su zona de definición, la Súper Unidad Linga posee una edad de 66.6 Ma (Mukasa, 1986).

**Ver Anexo 01.**

### 2.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL REGIONAL

El control estructural predominante en esta zona presenta una orientación NO-SE, que coincide con la dirección de los cuerpos ígneos, lo que indica que su disposición fue afectada por estructuras con esta orientación. Además, la presencia de vetas y diques, que se extienden a lo largo de más de 8 km en la misma dirección, es una señal importante de estos controles estructurales. Los indicadores cinemáticos observados en los planos de falla muestran que los movimientos registrados son de tipo dextral.

Las estructuras en la región están mayormente asociadas con los movimientos tectónicos del ciclo andino. Las principales áreas estructurales se han distinguido en función de la magnitud y el estilo de deformación experimentada por las rocas, influenciadas por su naturaleza y la variada intensidad de los esfuerzos aplicados, lo que ha generado pliegues, fallas y diaclasas. De acuerdo con esta información, la región se ha dividido de oeste a este en varias zonas con características estructurales distintas, incluyendo: la zona de fallamiento en bloques, la zona de emplazamiento del batolito, la zona plegada y la zona poco deformada (Boletín N° 34 serie A - Ingemmet).

En la veta Santa Rosa, el control estructural está claramente determinado por sistemas de fallas, tanto locales como regionales.



### 2.3.1 Fallas regionales

Se han identificado tres fallas de tipo regional, de las cuales dos interactúan directamente con la veta Santa Rosa

#### a) **Falla Gliden**

Clasificada como una falla de desplazamiento de rumbo o falla de desgarre, presenta un desplazamiento sinistral y tiene una potencia aproximada de 8 metros, con relleno de arcillas. Se localiza en el extremo este de la veta Santa Rosa, con una dirección de N30W y un buzamiento de 60° hacia el noreste. Esta falla es la más significativa, ya que desplaza todo el sistema de vetas en aproximadamente 150 metros.

#### b) **Falla Filomena**

Clasificada como una falla de desplazamiento de rumbo o de desgarre, con un desplazamiento sinistral y una dirección de N30°E, al igual que la falla Gliden, se emplaza y tiene una intersección directa con la veta Santa Rosa.

#### c) **Falla Enriqueta**

Clasificada como una falla de desplazamiento de rumbo o de desgarre, con un desplazamiento sinistral, se encuentra en el extremo este de la veta Santa Rosa. Tiene una dirección de N30°-60°E y un buzamiento de 75° hacia el noreste. Esta falla es casi paralela a la falla Gliden. **Ver Anexo 02.**

## 2.4 GEOLOGÍA ECONÓMICA

Según (Quispe et al., 2008), la zona de estudio está situada en la franja metalogenética IX que incluye depósitos de Au-Pb-Zn-Cu asociados con intrusiones del



Cretácico superior. Las investigaciones de campo han permitido identificar con mayor precisión las ubicaciones de los minerales. Se han diferenciado tres zonas distintas con diversos yacimientos minerales, las cuales se describen a continuación:

#### **2.4.1 Zona de depósitos de Au en vetas**

Las concentraciones más destacadas de oro (Au) se han encontrado entre Santa Rosa y el cerro San Luis, formando un cinturón de aproximadamente 4 km de ancho con orientación NO-SE (aprox. N310). Estas concentraciones se componen principalmente de vetas de cuarzo, aunque también se observan zonas brechadas rellenas de óxidos. Las actividades mineras son evidentes desde varios puntos, con huecos en la superficie que incluso son visibles en imágenes satelitales. Las minas Santa Filomena, Santa Rosa y San Luis son las más notables en esta área. En términos de mineralización, el oro parece estar asociado con las dioritas (dioritas con cuarzo) de la Unidad San Luis y las zonas de contacto entre complejo Santa Rita y la Súper Unidad Sacota.

#### **2.4.2 Zona de depósitos de Cu-Au en vetas**

En los afloramientos del Complejo Santa Rita se han identificado estructuras donde predomina el cobre sobre el oro. Se ha observado una intensa recristalización de minerales de cobre, como la crisocola y la malaquita. Estas estructuras están compuestas principalmente por zonas de brecha y panizo, donde se encuentran pequeños lentes de cuarzo que contienen oro. Estructuras similares a estas se pueden observar entre los cerros Santa Rita y Reinoso.

#### **2.4.3 Zonas de alteración hidrotermal**

Se han identificado áreas con alteraciones que se presume que tienen



origen hidrotermal. Estas áreas se encuentran en los cerros Arajali (Anqui), Huambrimba y San Pedro. La zona de Huambrimba es la que presenta la mayor extensión de alteración y es de mayor interés prospectivo. Se localiza en la llanura correspondiente a la cima del cerro del mismo nombre; en esta área se ha encontrado una franja de brechas de aproximadamente 250 m de ancho, rodeada de argilización. Se tomaron muestras de esta área alterada y se analizaron mediante TerraSpec, lo que permitió obtener firmas espectrales de filosilicatos, óxidos, sulfatos y carbonatos como alunita, jarosita, montmorillonita, illita, dickita, caolinita, clorita, epidota, halloysita, esméctica, yeso, calcita, limonita, hematita y goethita, fue tomando como referencia la tabla de alteraciones de Corbett & Leach, (1998).

## **2.5 BASES TEORICAS**

### **2.5.1 Yacimientos Hidrotermales**

A medida que un magma se enfría y solidifica, se cristalizan minerales característicos de las rocas ígneas, como silicatos y óxidos. Al mismo tiempo, las fases líquida y gaseosa de la mezcla se enriquecen con agua y varios elementos y compuestos en solución, tales como F, Cl, B, CO<sub>2</sub>, S, Fe, Cu, Pb, Zn, Au, Ag, Sb, Ba y Ca.

Durante la solidificación del magma, las fases se expulsan a temperaturas de 400 a 800°C y bajo presión, lo que provoca efectos de metasomatismo y relleno en las rocas circundantes. A medida que el agua asciende desde las profundidades magmáticas hacia la superficie, pierde temperatura y presión, lo que disminuye su capacidad disolvente. Como resultado, la mayoría de las sustancias disueltas en el agua precipitan en el camino, dando lugar a la formación de concentraciones o



depósitos minerales.

Los conductos por los cuales el agua se desplaza son principalmente fallas y diaclasas, aunque también pueden ser relevantes otros espacios abiertos como vesículas de lava, intersticios de sedimentos, cuevas de disolución y brechas de colapso y explosión. Las fallas y diaclasas no solo sirven como conductos, sino que también se rellenan con las sustancias que precipitan durante el proceso, formando depósitos de tipo filón. Los procesos hidrotermales muestran una zonación, es decir, una distribución en zonas con diferentes tipos de mineralización según la temperatura. Estos procesos se pueden clasificar en piro-metasomáticos, hipotermales, mesotermales y epitermales como se muestra en la figura 1. Garcés, (1984).

### **2.5.2 Yacimientos Mesotermales**

Los depósitos mesotermales se forman a presiones y temperaturas moderadas, dando lugar a filones y reemplazamientos. Se estima que se forman a una profundidad de entre 1200 y 3600 metros (140 y 400 atm) y a temperaturas que oscilan entre 175°C y 300°C, según lo establecido por Lindgren. En áreas con intrusiones magmáticas, las condiciones pueden variar, y la temperatura de la solución hidrotermal puede ejercer influencia. Estos depósitos suelen estar asociados con rocas ígneas intrusivas ácidas (sílices), y los batolitos, lacolitos o cámaras magmáticas suelen ofrecer las mejores condiciones para su desarrollo. Lindgren (1911).





#### **2.5.4 Estructuras Vetiforme**

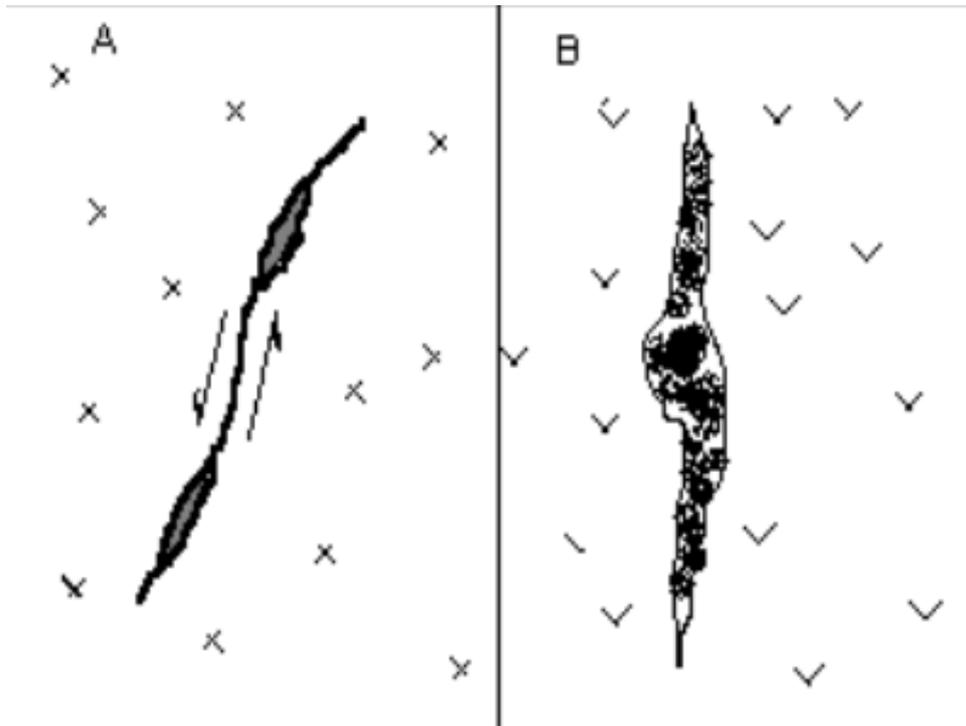
Conocidos como filones de fisura o veta, estos filones adoptan la forma y dimensiones de la fisura o grieta que los aloja. La mayoría son estrechos, con longitudes que van desde decenas de metros hasta algunos kilómetros, y anchos que oscilan entre unos pocos centímetros y varias decenas de metros. En general, presentan desplazamientos pequeños, que casi siempre están presentes y varían desde unos pocos centímetros hasta varios metros, aunque en casos excepcionales pueden alcanzar hasta cientos de metros. Las estructuras filonianas se encuentran en grietas de separación y grietas de ruptura. Valera, (1987).

##### **a) Vetas en Grietas de separación**

Están asociados con fracturas y fallas de tensión, mostrando paredes rotas y desgarradas que varían según el tipo de roca que atraviesan. Una característica destacada de estos filones es la ausencia de desplazamiento. Valera, (1987).

## Figura 2

### *Vetas en grietas de separación*



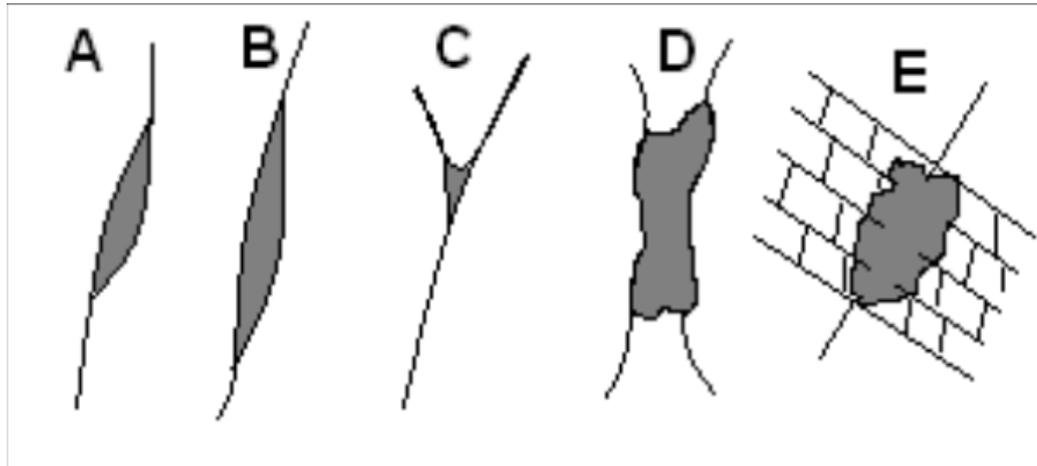
Fuente: Valera, (1987)

### b) **Vetas en Grietas de ruptura**

Las grietas tienen paredes rectas y pulidas, sin importar el tipo de roca que atraviesan, y pueden experimentar diferentes tipos de desplazamientos, como fallas normales, inversas y de rumbo. Además, suelen presentar brechas y arcillas tectónicas, con desplazamientos extensos. Generalmente, se encuentran acompañadas de grietas ramificadas y cimoides. Valera, (1987).

### Figura 3

*Vetas en grietas de ruptura.*



Fuente: Valera, (1987)

- A) Una fisura principal se sella y luego abre nuevamente.
- B) Se produce la apertura de una fisura principal, junto con un fenómeno de cizallamiento.
- C) Donde culmina una fisura principal y otra secundaria.
- D) Dos fisuras principales se cruzan entre sí.
- E) Una fisura corta a través de una formación rocosa propicia para la mineralización.

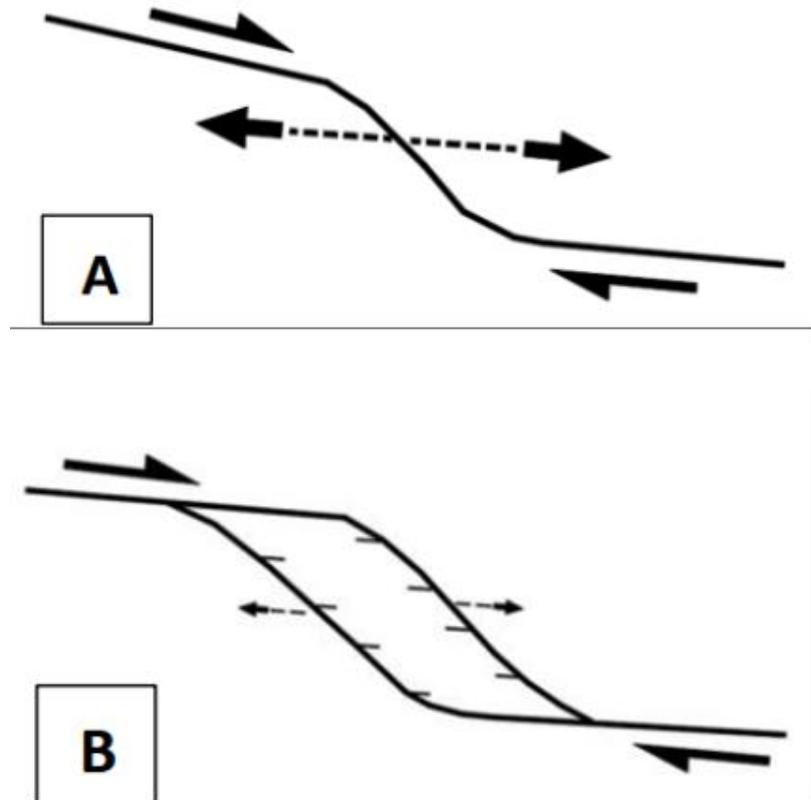
#### 2.5.5 Cimoides

También conocidos como vetas o filones lenticulares, los dobles ramales se originan a partir de una falla de desplazamiento que se divide en dos ramas. Una de las ramas se desvía lateralmente para formar una curva cimoidal, mientras que la otra continúa recta durante un corto trayecto antes de curvarse y encontrarse nuevamente con la primera rama. De esta manera, los dos ramales encierran un lente de roca que está completa o parcialmente fracturada, y que comúnmente está rellena o reemplazada por mena. Estas estructuras cimoides terminan en una

formación conocida como cola de caballo, donde una serie de ramales se curvan lateralmente desde la veta principal. Valera, (1987).

#### Figura 4

*Comportamiento de veta tipo lazo cimóide*



Fuente: Valera, (1987)

a) Deformación inicial por cizallamiento en una falla con desplazamiento derecho. b) Cimóide simple, asociado a fallas transcurrentes.

### 2.5.6 Comportamiento de las vetas

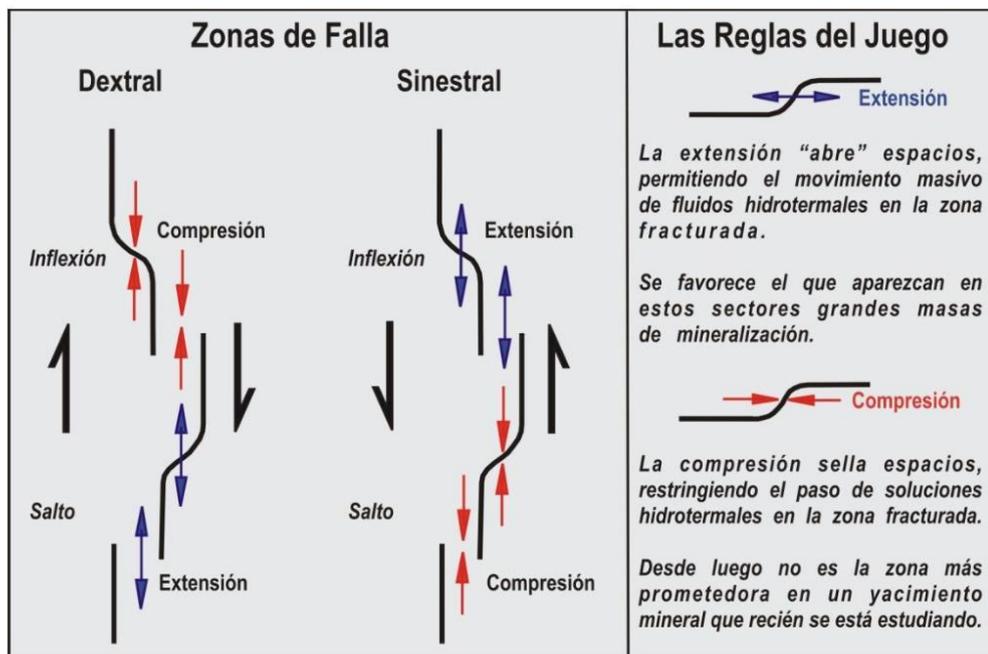
#### a) Longitud de las Vetas

El tamaño de los filones puede variar según las dimensiones de las rocas que los albergan. Un filón puede extenderse desde decenas hasta cientos de metros, aunque son raros los que superan el kilómetro de longitud. Esta limitación

podría deberse a la competencia de la roca receptora de la mineralización. Por lo tanto, es común que los filones se dispongan de forma paralela, y uno puede desaparecer antes que otro, o estar interrumpidos por fallas locales que alteran su secuencia de formación.

### Figura 5

*Deslizamiento horizontal en las fallas sinextral y dextral*



Fuente: Tomada de Davis & Reynolds, (1996)

Se caracteriza por la apertura forzada de la fractura mediante movimiento dextral.

Esto se caracteriza por un cambio de dirección hacia la izquierda, que se hace más amplio, y un cambio de dirección hacia la derecha, que se hace más estrecho.

#### b) Profundidad de las Vetas

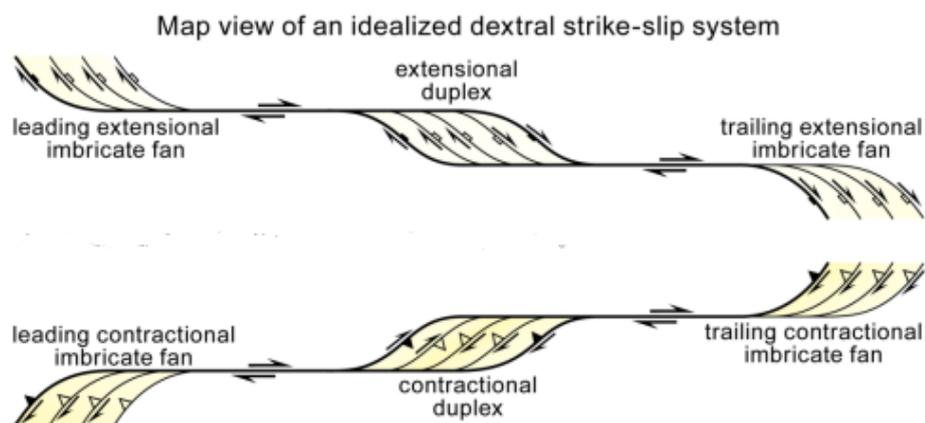
La mayoría de los filones suelen tener profundidades que superan los

centenares de metros, aunque en ocasiones su profundidad puede ser de solo unas decenas de metros. Esto se debe a los buzamientos que se presentan en la superficie.

Los filones con un buzamiento más pronunciado pueden persistir a mayores profundidades, pero solo hasta un límite determinado. Más allá de este punto, es necesario realizar estudios de geofísica para establecer su verdadera profundidad.

### Figura 6

#### *Deslizamiento dextral idealizado*



Fuente: Woodcock & Fischer, (1986)

#### 2.5.7 Sistema de fracturas en extensión

Desde la perspectiva de las formaciones minerales hidrotermales, el enfoque principal recae en las áreas en expansión, ya que estas se encuentran en proceso de "abrirse", lo cual tiene dos efectos principales: 1) Facilita el flujo de los fluidos hidrotermales. Si la carga mineral se acumula en esas áreas, el volumen de material mineral será más grande debido a su tendencia de expandirse. Se ha demostrado durante mucho tiempo que existe una correlación entre las zonas en apertura y la presencia de cantidades significativas de minerales. Es especialmente



fascinante estudiar los sectores a lo largo de una falla o zona de cizalla donde se observan cambios bruscos en la extensión. McKinstry, (1948)

### **2.5.8 Paragénesis**

La paragénesis mineral se refiere a la asociación de minerales que se han formado en equilibrio dentro de una roca o durante un proceso de deposición mineral. Esta secuencia de minerales depositados en una reserva muestra su relación cronológica, representada en un gráfico donde los minerales se enumeran en el eje vertical (ordenada) y su relación temporal en el eje horizontal (abscisa).

Para establecer la secuencia de formación de los minerales, se examinan muestras tanto a simple vista como bajo un microscopio. Los criterios para determinar la cronología incluyen:

- Mineral que atraviesa a otro: El mineral que corta es más reciente.
- Mineral que reemplaza a otro: El mineral reemplazante es más joven.
- Mineral que rodea a otro: Ambos son de la misma edad.
- Minerales entrelazados: Se formaron simultáneamente.

La paragénesis refleja la influencia de procesos mineralizadores, y nuevos impulsos pueden repetir, aunque parcialmente, la secuencia paragenética original. Así, la paragénesis explica los eventos históricos en un depósito, mientras que la zonación muestra el impacto del proceso generador de minerales en el área. Oyarzún, (2009).

### **2.5.9 Zoneamiento**

El zoneamiento mineral se refiere a la distribución espacial de minerales



en la corteza terrestre, a menudo asociada con depósitos hidrotermales que se encuentran organizados en patrones concéntricos alrededor de formaciones ígneas. Este concepto es fundamental en geología y minería, ya que ayuda a identificar la variabilidad y la disposición de los minerales en un área específica.

**Distribución Espacial:** Muestra cómo los minerales se agrupan en diferentes zonas, reflejando su relación con procesos geológicos específicos, como la actividad magmática.

**Zonas Concéntricas:** En muchos depósitos hidrotermales, los minerales se distribuyen en anillos concéntricos, donde la composición mineral varía a medida que se aleja de la fuente de calor.

**Relación con la Paragénesis:** Mientras que la paragénesis se enfoca en la cronología de la formación de minerales, el zoneamiento proporciona una visión espacial de esa distribución, indicando cómo los procesos mineralizadores han afectado la formación de minerales en diferentes áreas.

**Influencia de Fluidos Mineralizadores:** La zonación refleja el desequilibrio en los fluidos mineralizadores debido a cambios en las condiciones termodinámicas, como temperatura y presión.

**Aplicaciones en Exploración Minera:** Es crucial para anticipar la variabilidad de minerales en capas más profundas y para identificar la posibilidad de yacimientos no descubiertos en las áreas circundantes. Oyarzún, (2009).

#### 2.5.10 Alteración Hidrotermal

La transformación de minerales primarios a minerales secundarios ocurre a través de un proceso físico-químico. Durante este proceso, los minerales



primarios sufren alteraciones en su mineralogía, composición química y textura debido a la interacción con fluidos como aguas termales, aguas pluviales y fluidos mineralizantes. Estos fluidos penetran y circulan a través de las rocas huésped, facilitando la transformación de los minerales bajo condiciones específicas de temperatura y química. Colbert & Leach, (1998)

#### **2.5.10.1 Alteración Fílica**

También conocida como cuarzo-sericita o sericita, se forma cuando los feldspatos se someten a una hidrólisis moderada a fuerte en un intervalo de temperatura de 300 a 400°C. Esta anomalía es característica de la formación de un conjunto compuesto por cuarzo, sericita y pirita. Se encuentran en depósitos hidrotermales, que provienen de arcos volcánicos, sulfuros masivos y filones de Cuarzo-Oro en sistemas Epitermales recientes.

#### **2.5.10.2 Alteración Propilítica**

Se caracteriza por la existencia de clorita, epidota y/o calcita, y plagioclasa albitizada. Esta formación se produce mediante soluciones casi neutras a diversas temperaturas, que van desde los 150°C hasta los 250°C. El conjunto de epidota y clorita, carbonatos, albita, feldespato potásico y pirita. En teoría, este individuo se puede encontrar en áreas donde se encuentren concentraciones de plomo, plomo-zinc, plomo-plata, plata-oro; así como en yacimientos pórfidos y epitermales de plata-oro.

#### **2.5.10.3 Alteración Silicificación**

Esta forma de cambio ocurre en rangos de temperatura de 600 a



100 grados Celsius, la composición mineralógica consiste en cuarzo, calcedonia y jaspe. Se produce comúnmente una modificación química en las rocas, conocida como metasomatismo de cuarzo, en la que se disuelven elementos alcalinos y alúmina. Esto ocurre en una amplia variedad de tipos de rocas.

### 2.5.11 Estimación de recursos y reservas minerales

Una vez recolectadas y analizadas las muestras, junto con sus correspondientes leyes promedio, se inicia la delicada fase de estimación del volumen (cúbico) del yacimiento. Se basa en una estimación del contenido mineral del depósito y puede contener errores menores. Inicialmente, las reservas estimadas son reservas geológicas o reservas in situ, y luego se toman en cuenta las condiciones naturales tales como factores de diseño de minería, métodos de minería, condiciones de minería, dilución, oligoelementos, etc.

Estas dificultades inherentes aumentan con la expansión de los yacimientos estudiados. Si están sobrevaluados, corren el riesgo de iniciar operaciones mineras que nunca son rentables. Si están infravalorados, pueden deshacerse de las perspectivas rentables. Oyarzun, (2011)

**Recurso.** - Es toda manifestación o aparición de yacimientos minerales en un área determinada de la corteza terrestre, cuyas condiciones y características geológicas, tales como tonelaje y calidad, se han determinado con fines de exploración técnica, indicando posible interés económico, de acuerdo con procedimientos y métodos conocidos, y se supone que las consideraciones de precio respaldan los beneficios declarados. Se cree que este mineral tiene un significado futuro. "Todos los metales, minerales y rocas que son accesibles a los



humanos y que se encuentran en el suelo y la tierra.

**Reserva.** - Es la fracción económicamente extraíble de un mineral que puede medirse o determinarse. Este es el resultado de ajustar los "factores de modificación" adecuados, siendo los más importantes los materiales diluidos y las pérdidas permitidas a lo largo del proceso de desarrollo en términos de fabricación, tecnología y sostenibilidad. Una definición alternativa. Las reservas son cualquier stock de minerales que se estima recuperable en función de las características existentes, incluidos el costo, el precio, la tecnología y las condiciones locales.

#### **2.5.12 Métodos para la estimación de recursos y reservas**

Se emplean dos tipos de métodos para la estimación de recursos y reservas, donde las aplicaciones se realizan en base a las características del yacimiento, y estos procedimientos son los siguientes.

##### **2.5.12.1 Método clásico o geométrico**

Se utilizan tradicionalmente y se crean básicamente sobre el principio que explica las diferencias entre dos puntos de muestreo adyacentes, que contribuyen a la creación de bloques geométricos que dan notas promedio para la estimación de recursos Oyarzun, (2011).

La característica principal del programa es su simplicidad, se basa en pautas geométricas universales, que son superadas por los métodos modernos, y es extremadamente variable. El principio de interpretación del método es el siguiente:

- El principio del gradiente se basa en la idea de que el valor de una



variable (como ancho o grado) cambia de manera gradual y continua a lo largo de una línea recta que une dos puntos de muestreo consecutivos.

- El principio del vecino más cercano asume que el valor de la variable de interés en un punto no muestreado es igual al valor en el punto de muestreo más cercano.
- El principio de extrapolación permite estimar valores en puntos o áreas alejadas basándose en el conocimiento geológico o por analogía con depósitos similares. Todos estos principios interpretativos se utilizan para dividir los depósitos en bloques o sectores que se evalúan por separado y luego se suman para determinar el recurso total del depósito. Los métodos clásicos o geométricos utilizados para estimar recursos y reservas incluyen:
  - Media aritmética.
  - Bloques geológicos.
  - Bloques de explotación.
  - Perfiles
  - Polígonos
  - Triángulos.

#### **2.5.12.2 Métodos geoestadísticos**

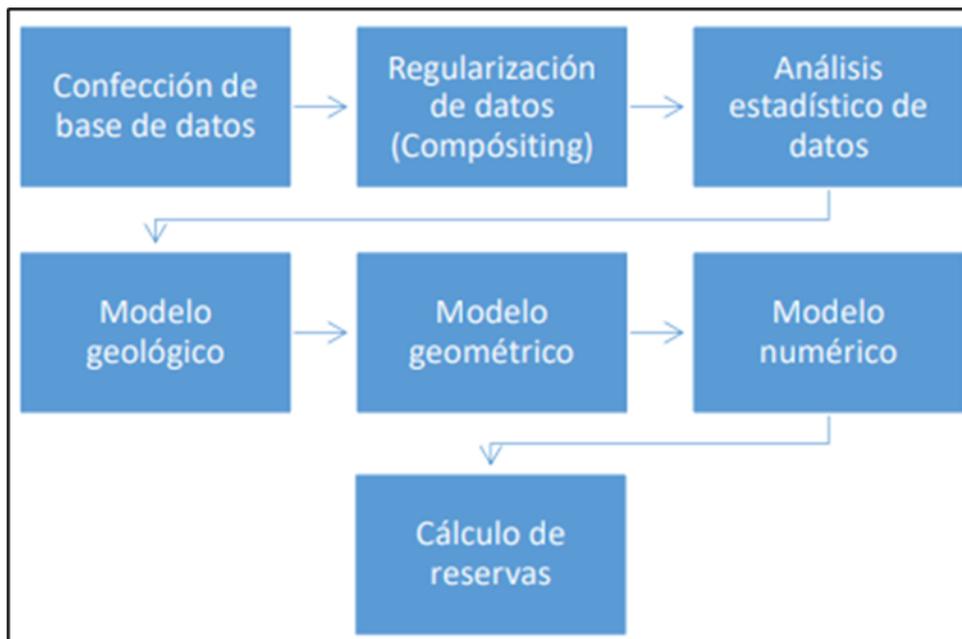
Los métodos modernos, conocidos como geoestadísticos, son más precisos y proporcionan información más detallada que los métodos tradicionales. Por esta razón, es fundamental contar con una formación académica especializada y utilizar software adecuado que permita realizar

estimaciones en bloques más pequeños a través de procedimientos de interpolación matemática local, utilizando datos de perforaciones diamantinas. El enfoque moderno se distingue por:

- Se han desarrollado ampliamente en los últimos años.
- Su objetivo es informatizar los métodos clásicos.
- Estos métodos se vuelven más eficientes cuando se utilizan geoestadísticas.
- Rutinas de interpolación matemática local

### Figura 7

*Método geoestadístico*



*Fuente:* (Oyarzun, 2011)

#### 2.5.13 Elementos de la estimación de reservas

Es este conjunto de consideraciones el que permite una evaluación más confiable de la cantidad de minerales sujetos a extracción económica. Evans, (1993).

### **Contacto geológico.**

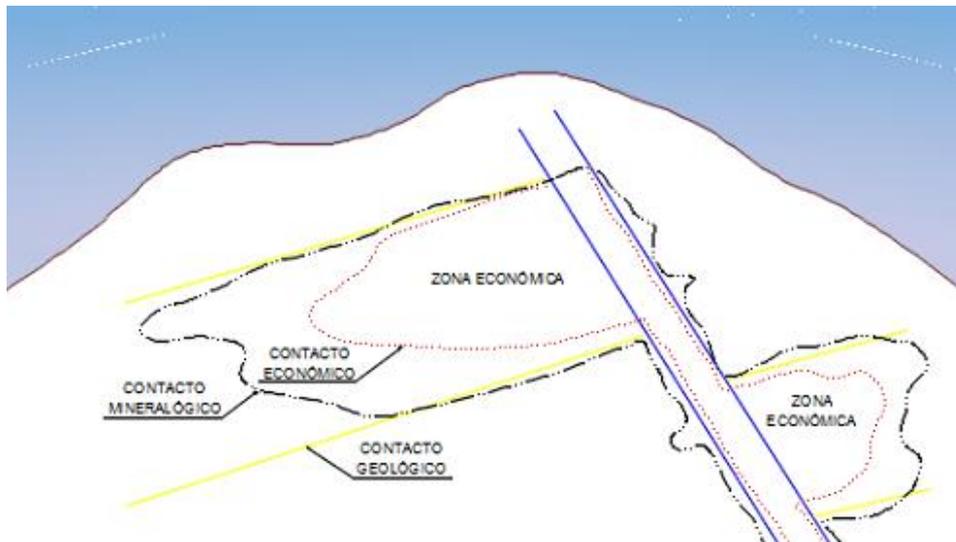
Define los límites litológicos y/o estructurales de la zona mineralizada.

### **Contacto mineralógico.**

Se define por la extensión del yacimiento y se entiende como un recurso "geológico", que en algunos casos no corresponde a relaciones geológicas o económicas, incluyendo puntos donde las leyes pueden ser sub-económicas.

### **Figura 8**

*Elementos de cubicación de reservas*



Fuente: Oyarzun, (2011)

#### **2.5.14 Reservas minerales**

Una reserva mineral es la porción económicamente recuperable probada o indicada de un mineral. Se incluye la compensación por la dilución del material y las pérdidas que puedan ocurrir después de que se retire el material. Se han llevado a cabo evaluaciones adecuadas, que pueden abarcar estudios de viabilidad y considerar y ajustar factores mineros, metalúrgicos, económicos, de mercado, legales, ambientales, sociales y gubernamentales con supuestos razonables.



Estas evaluaciones indican que la exclusión de la lista estaba justificada a la fecha del informe. Las reservas de mineral se dividen en Reservas Minerales Probables y Reservas Minerales Probadas para aumentar la confianza. Alfaro S.,(2007).

La selección de la categoría de reserva mineral adecuada depende principalmente de la clasificación del recurso mineral en cuestión y debe ser realizada por una persona competente.

El Código JORC proporciona un enlace directo entre los Recursos Minerales Indicados y las Reservas Minerales Probables, y entre los Recursos Minerales Medidos y las Reservas Minerales Probadas. En otras palabras, una Reserva Mineral Probable tiene el mismo nivel de confianza geocientífica que se requiere para determinar in situ un Recurso Mineral Indicado, y una Reserva Mineral Probable tiene el mismo nivel de confianza geocientífica que se requiere para determinar un Recurso Mineral Medido in situ. Recurso.

Las reservas minerales se dividen en Reservas Minerales Probadas y Reservas Minerales Probables para aumentar el nivel de confianza. Una reserva mineral es la parte del recurso que, al aplicar todos los factores de extracción, permite estimar el tonelaje y la ley que, según la evaluación de un experto, puede servir como base para un proyecto. Se toman en cuenta factores metalúrgicos, económicos, de mercado, legales, ambientales, sociales y gubernamentales relevantes. Las reservas minerales también incluyen material diluido que debe ser extraído y transportado a una planta de procesamiento o instalación similar. El término reservas minerales no implica que se haya construido o esté en operación infraestructura para la extracción, ni que se hayan obtenido permisos



gubernamentales. Esto significa que es razonable esperar que los permisos correspondientes surtan efecto a tiempo. Para planificar las operaciones mineras, la mineralización debe clasificarse como reservas minerales.

Sin embargo, cabe señalar que esto no significa que las reservas probadas sean necesarias para el funcionamiento de la economía. En algunos casos, las reservas probables por sí solas pueden ser suficientes para justificar la minería, por ejemplo, en ciertos depósitos de placeres de estaño u oro. Es importante para la opinión del personal calificado y la gestión de las entidades propietarias de la información. (Ruiz, 2010)

#### **2.5.14.1 Reserva Mineral Probable**

Se refiere a la fracción del mineral que puede ser recuperada económicamente, tanto en su forma indicada, como en algunos casos, medida. Esto incluye el material de dilución y considera las posibles pérdidas durante la extracción del mineral. Se realizan evaluaciones adecuadas para clasificar un mineral en esta categoría, lo que puede requerir estudios de viabilidad y la revisión de factores mineros, metalúrgicos, económicos, de mercado, legales, ambientales, sociales y gubernamentales, ajustando la realidad según diferentes supuestos. Las Reservas Minerales Probadas tienen un nivel de confianza menor que las Reservas Minerales Probadas. Vega, (2003)

#### **2.5.14.2 Reserva Mineral Probada**

Se evalúa la porción del recurso que se puede aprovechar económicamente, considerando la dilución de minerales y las posibles pérdidas durante la extracción. Para clasificar un mineral en esta categoría,





contexto internacional de precios más altos, no solo se descubrirán reservas probadas en las corrientes con tasas de extracción superiores, sino que también se asegurará la operación en áreas no explotadas.

También pueden influir nuevos costos indirectos, como los impuestos. En este contexto, una carga fiscal elevada y en aumento puede reducir la rentabilidad del sector minero o exigir un umbral más alto a medida que se incrementan los costos de producción de los metales. Además, puede impedir el inicio de algunos proyectos mineros ya que dejarán de tener un uso económico. Finalmente, otro factor que afecta las operaciones de la mina es la tecnología. Como resultado, los avances en la exploración en los últimos años han ayudado a descubrir depósitos que de otro modo podrían pasar desapercibidos por las tecnologías tradicionales. De manera similar, las mejoras en los métodos de producción y procesamiento facilitan ahorros continuos en costos y tiempo, permitiendo a las empresas operar de manera más eficiente y sostenible con grandes volúmenes mineros. Ruiz, (2010)

#### **2.5.16 Petrografía**

La petrografía es un área de estudio en el campo de la geología que se enfoca en examinar y describir las rocas a una escala microscópica. Este enfoque implica analizar con detenimiento secciones finas de muestras de rocas utilizando un microscopio petrográfico, con el propósito de determinar la composición mineralógica, la textura y la estructura de estas muestras faneríticas. HUANG, (1968)

#### **2.5.17 Sección delgada**

Una sección delgada es una muestra extremadamente fina de un material,



preparada especialmente para su observación bajo un microscopio petrográfico o polarizada. Esta técnica es fundamental en diversas disciplinas científicas, como la geología, la mineralogía y la petrología, para identificar minerales, estudiar texturas y estructuras de rocas, y analizar la composición de materiales. Identificación de minerales formadores de rocas ígneas, estudio de texturas y estructuras, y determinación de condiciones de formación. Análisis de las transformaciones mineralógicas y texturales producidas por el metamorfismo. Se identifican por su color, forma, tamaño, birrefringencia y otras propiedades ópticas. Se observan las relaciones espaciales entre los minerales, lo que proporciona información geológica de la roca.

#### **2.5.18 Sección pulida**

Una sección pulida es una muestra de un material sólido que ha sido cortada y pulida hasta obtener una superficie lisa y plana. A diferencia de una sección delgada, que se utiliza para la observación microscópica en transmisión de luz, una sección pulida se examina bajo luz reflejada, lo que permite estudiar características mineralógicas y identificación de minerales opacos (que no transmiten luz) como los sulfuros, óxidos y elementos nativos. Estudio de las relaciones espaciales entre los diferentes minerales y las estructuras a gran escala. Observación de procesos de alteración mineral y desarrollo de nuevos minerales.

#### **2.5.19 Minerografía**

Es una técnica o método que se utiliza para el análisis de minerales opacos mediante un microscopio polarizante en reflexión o luz reflejada, también conocido como luz incidente. Este enfoque permite la identificación de minerales, principalmente metálicos (opacos), y facilita el estudio de sus propiedades ópticas,



incluyendo el color, la reflectancia y las reflexiones internas, entre otros aspectos.

### 2.5.20 Método newmont

El Método Newmont es una técnica analítica sólida y confiable para la determinación de oro en muestras minerales, especialmente aquellas que contienen partículas de oro grueso. Su desarrollo se atribuye a los laboratorios de investigación de la compañía minera Newmont Corporation, y su uso se ha extendido a nivel mundial en la industria minera.

#### a) Utilización del Método Newmont

**Precisión en muestras heterogéneas:** El Método Newmont es ideal para muestras con una distribución de oro muy variable, ya que permite analizar por separado las fracciones gruesa y fina de la muestra, asegurando una determinación más precisa del contenido total de oro.

**Evita el efecto pepita:** El efecto pepita se produce cuando una pequeña cantidad de oro grueso puede distorsionar significativamente el resultado de un análisis por lote. El Método Newmont minimiza este efecto al analizar por separado las diferentes fracciones de la muestra.

#### b) Funciones del Método Newmont

**Preparación de la muestra:** Se toma una muestra representativa del mineral.

La muestra se pulveriza y se tamiza a través de una malla de tamaño específico (por ejemplo, malla #150). Esto separa la muestra en dos fracciones: una fracción gruesa (over) y una fracción fina (under).



**Fusión de las fracciones:** Cada fracción se funde por separado en un crisol, junto con los reactivos adecuados (como bórax, plomo, etc.) para colectar el oro. Durante la fusión, el oro se disuelve en el plomo y se concentra en la parte inferior del crisol, formando un botón de plomo-oro.

**Cupelación:** El botón de plomo-oro se coloca en una copa porosa (copela) y se calienta en una mufla. El plomo se oxida y se absorbe en la copela, dejando atrás un botón de oro puro.

**Pesado y cálculo:** El botón de oro se pesa y, a partir de su peso, se calcula el porcentaje de oro en la muestra original.

c) **Ventajas del Método Newmont:**

**Mayor precisión:** Al analizar por separado las fracciones gruesa y fina, se obtienen resultados más confiables.

**Versatilidad:** Se puede aplicar a una amplia variedad de muestras minerales.

**Estándar industrial:** Es un método ampliamente reconocido y utilizado en la industria minera.



## CAPITULO III

### METODOS Y MATERIALES

#### 3.1 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

El estudio de investigación tiene un enfoque cuantitativo y descriptivo, y se realizó mediante el procesamiento e interpretación de los datos recopilados durante las diferentes etapas del estudio.

##### 3.1.1 Recopilación y revisión de Información.

Para llevar a cabo este estudio de investigación, se recopiló información sobre trabajos geofísicos de diversas fuentes, incluyendo bibliotecas, artículos de investigación, informes internos, tesis y mapas, así como la búsqueda de temas relacionados en Internet y el análisis de imágenes de satélite con interpretaciones preliminares antes de su publicación, geología del cuadrángulo de Jaqui (hoja 31-3) - boletín L-50, y se consideraron estudios regionales cercanos a la zona de estudio.

##### 3.1.2 Trabajos de Campo.

Esta fase de la investigación consistió en identificar la zona de estudio y analizar todas las características mediante las siguientes tareas:

- Mapeo geológico (interior de mina)
- Identificación de estructuras mineralizadas o clavos
- Desarrollo y ejecución de trabajos avanzados en veta.
- Muestreo sistemático por canales, por puntos, por astillas y carga común.



Las muestras recogidas durante el trabajo de campo se registraron y codificaron antes de ser enviadas al laboratorio de chala con nombre Analytica para realizar un análisis químico de los componentes mineralógicos de cada muestra.

### **3.1.3 Trabajos de laboratorio**

Las muestras de mineral extraídas de las estructuras mineralizadas se analizan en el laboratorio químico Analytica, utilizando el sistema Newmont. Los resultados de los elementos Au y Ag se reportan en unidades Oz/Tc. El número medio de especímenes enviados al laboratorio por mes fue de 35 a 40 especímenes, teniendo en cuenta los especímenes sistémicos del interior de la mina. Los estudios microscópicos se realizaron en el Laboratorio de Litogeoquímica y Petromineralogía de la Escuela Profesional de Ingeniería Geológica, utilizando un microscopio LEICA modelo 3100. En donde se realizó la preparación de las muestras de la roca caja y de la estructura mineralizada, tanto sección delgada y pulida de la veta Santa Rosa.

### **3.1.4 Trabajos de Gabinete.**

El trabajo de gabinete es la fase en la que se procesa la información obtenida del campo. Esto incluye la digitalización de mapas, la creación de bases de datos, la creación de secciones geológicas, la interpretación de secciones delgadas y pulidas tanto su ensamble mineralógico y su paragénesis, y por último la interpretación y la evaluación de demostraciones de valor económico.

## **3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**



### 3.2.1 Población

La población de estudio abarca total de muestras recolectados en la veta Santa Rosa de la Unidad Minera Santa Filomena.

### 3.2.2 Muestra

Las muestras tomadas de manera sistemático y en canales en la veta Santa Rosa

## 3.3 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

**Registro de Datos:** Se asegura que todos los datos obtenidos, tanto de campo como de laboratorio, se registren de manera precisa y completa.

**Almacenamiento en Bases de Datos:** Los datos se ingresan en bases de datos geológicas y mineralógicas, facilitando su acceso y manejo.

**Análisis de Secciones Transversales y Perfiles:** Se utilizan para comprender la distribución de minerales y estructuras geológicas.

**Modelado Geológico:** Representar en dos dimensiones, como mapas geológicos y secciones geológicas y modelos 3D en tres dimensiones, que permite visualizar la geometría de las estructuras geológicas de la veta Santa rosa.

**Análisis Estadístico:** Se realizan análisis estadísticos para interpretar la variabilidad de las concentraciones minerales.

**Redacción de Informes:** Se elabora informes detallados que incluyen la descripción de la veta Santa Rosa, los métodos de muestreo, los resultados de los análisis, y las interpretaciones geológicas y mineralógicas.

**Revisión de Resultados:** Se lleva a cabo una revisión de los resultados para



verificar su precisión y coherencia.

### **3.4 MATERIALES**

#### **3.4.1 Equipos de campo**

- GPS de la marca Garmín.
- Lupa de aumento de 20 y 60 veces.
- Brújula Brunton.
- Martillo geólogo.
- Pintura o Spray
- Comba de 32 libras
- Libreta o mapeador de campo
- Panel de control.
- Flexómetro.
- Rayador de dureza
- Comba de 4 libras.
- Bolsas de polietileno están dimensionadas en 33 x 48 cm.
- Planos topográficos superficiales y subterráneos
- Rafia o grapadora.

#### **3.4.2 Equipos de laboratorio**

- Petrótomo.
- Carbonuro de silicio.



- Briquetas.
- Microscopio.



## CAPITULO IV

### CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

#### 4.1 UBICACIÓN DEL ESTUDIO

El área de estudio está localizada en el centro Poblado de Santa Filomena, Distrito de Sancos, Provincia de Lucanas, Departamento de Ayacucho, se encuentra a una altitud de 2400msnm

**Tabla 1**

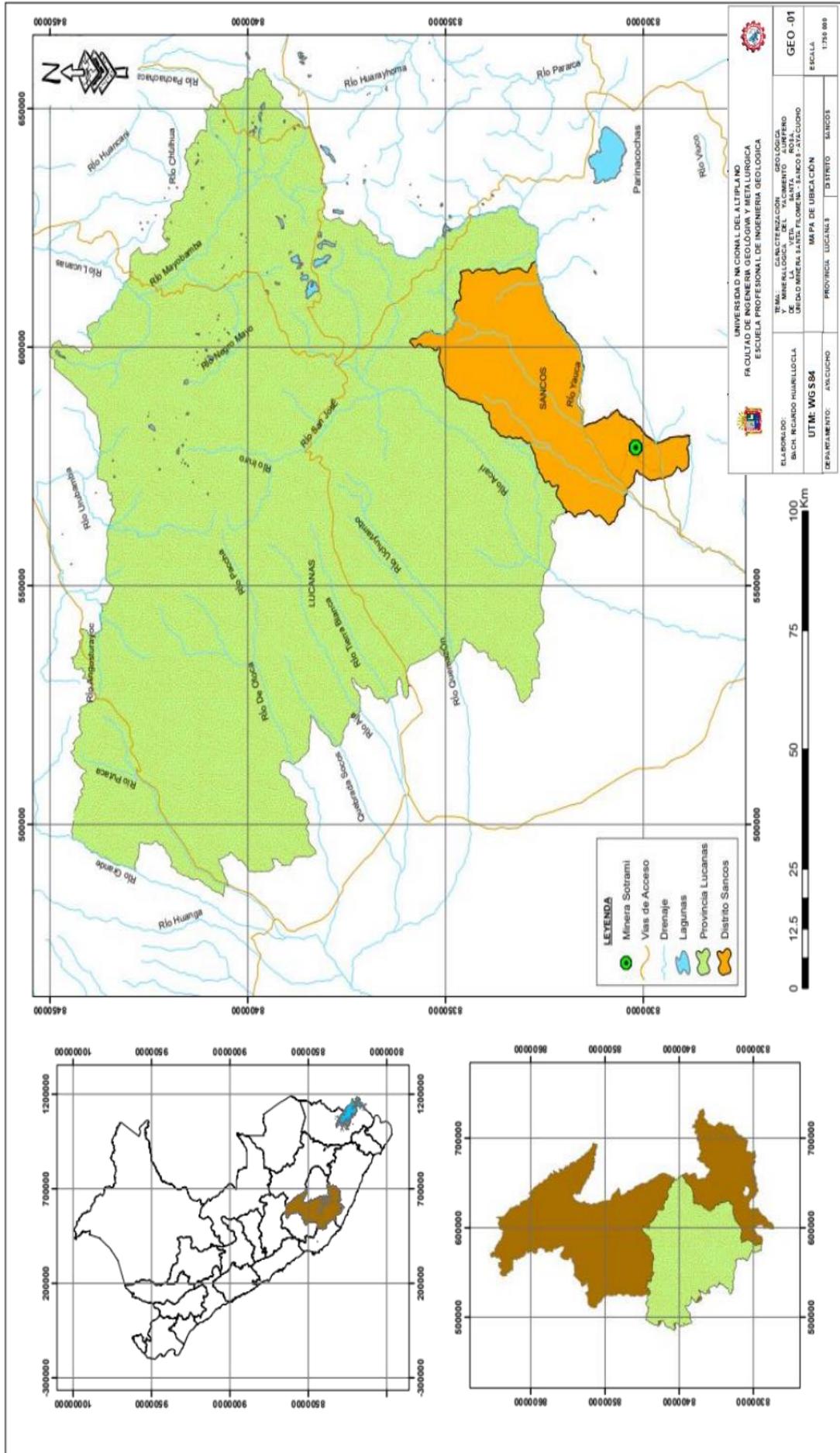
*Coordenadas del área de estudio*

| Unidad minera Filomena |        |         |
|------------------------|--------|---------|
| UTM WGS84 19S          |        |         |
| Vértices               | Este   | Norte   |
| V1                     | 575800 | 8301800 |
| V2                     | 575800 | 8301800 |
| V3                     | 576500 | 8301300 |
| V4                     | 576500 | 8301300 |

#### 4.2 ACCESIBILIDAD.

El acceso a la unidad Santa Filomena se realiza a través de la carretera Panamericana Sur, desde Lima hacia Arequipa, llegando al distrito de Yauca. Desde allí, el trayecto continúa hacia el distrito de Jaqui y, finalmente, hacia Laytaruma, hasta llegar a la unidad Filomena. El recorrido total en bus toma aproximadamente 14 horas y media. A continuación, se detallan las principales vías de acceso.

**Figura 10**  
*Ubicación del área de estudio*



**Tabla 2***Accesibilidad al área de estudio*

| <b>Tramo</b>         | <b>Distancia</b> | <b>Vía</b> | <b>Tiempo</b> | <b>Estado de vía</b> |
|----------------------|------------------|------------|---------------|----------------------|
| Lima-Arequipa        | 767 km           | Asfaltado  | 1 hry 30 min  | Bueno                |
| Arequipa-Yauca       | 443 km           | Asfaltado  | 8 hr          | Bueno                |
| Yauca - Jaqui        | 24               | Asfaltado  | 30 min        | Bueno                |
| Jaqui - Laytaruma    | 11               | Afirmada   | 20 min        | Regular              |
| Laytaruma - Filomena | 12               | Afirmada   | 1 hr          | Regular              |

### **4.3 CLIMA**

El clima en general es cálido y seco, principalmente debido a la variación de altitud, que también está vinculada con la proximidad al océano. Se experimentan temperaturas de hasta 32 °C en los días más calurosos y mínimas de 8 °C durante las noches más frías. Durante la mayor parte del año, el clima es caluroso, alcanzando temperaturas de hasta 32 °C en verano, y hay algunas lluvias que ocurren entre los meses de noviembre y marzo. Durante la temporada invernal, la temperatura puede descender hasta los 8 °C.

### **4.4 VEGETACIÓN**

En esta área, la presencia de vegetación es bastante limitada, con plantas jóvenes, prados naturales y especies salvajes. Esto explica por qué la fauna está limitada, ya que principalmente se pueden ver animales domésticos en su entorno. La flora presente en las zonas inferiores de la quebrada de Santa Rosa está compuesta por árboles de olivo, pera y palta, destacando especialmente la práctica de la fruticultura que se lleva a cabo principalmente en esta área.

### **4.5 RELIEVE**



El relieve del área es bastante irregular, con la presencia de valles como Aguada de San Luis, Chulbe, Santa Rosa, y el cerro Santa Rita. En esta área, existen altitudes que alcanzan los 2400 metros. La zona del Cerro Santa Rita cuenta con elevaciones que alcanzan los 1200 metros de desnivel. A una altitud de 1400 metros. La Quebrada de Santa Rosa, un lugar impresionante en cuanto a su belleza natural, se caracteriza por su impresionante paisaje montañoso.

#### **4.6 HISTORIA DEL YACIMIENTO MINERO**

La mina Santa Filomena está ubicada en el corredor dorado de vetas estrechas, donde la minería se ha llevado a cabo desde la época colonial. En ese entonces, se realizaron exploraciones, excavaciones y trabajos subterráneos en las vetas. A continuación, se detalla el historial de la mina: Inicialmente, fue explorada y trabajada por la empresa San Luis Gold Mines Company como parte del grupo de minas Santa Rosa-San Luis. Boletín número 4 de la serie E del Ingemmet. Después, los mineros artesanales de la región se unieron mediante la construcción de relaciones basadas en la confianza y los lazos familiares, formando grupos de 5, 10 y 15 personas. Estos grupos trabajaban juntos en operaciones mineras y establecieron pequeñas asociaciones mineras, cada una con su propia zona designada para extraer oro. En 1991, se estableció un comité de protección con el objetivo de asegurar que los trabajadores mineros pudieran quedarse en la región. Esto condujo a la creación de la empresa Sotrami (Sociedad de Trabajadores Mineros), con el propósito de obtener una concesión que eventualmente les otorgó el reconocimiento de propiedad minera de 1000.00 hectáreas.

En la actualidad, la empresa minera lleva a cabo sus actividades de extracción en las minas Santa Filomena y Santa Rosa, las cuales cuentan con reservas de 120,440.00 toneladas métricas. El contenido de oro y plata en el recurso estimado y señalado es de



0.504 onzas por tonelada de oro y 1.060 onzas por tonelada de plata, y la cantidad total de recursos es de 586,280.00 toneladas métricas. La ley de oro y plata en esta cantidad es de 0.74 onzas por tonelada de oro y 1.52 onzas por tonelada de plata. Posee una instalación de procesamiento capaz de tratar 150 toneladas métricas al día y actualmente procesa 120 toneladas métricas de mineral oxidado al día con una concentración de 0.60 onzas por tonelada de oro. La empresa Argor Suiza importa directamente el oro Bullion 80% Au y 20% Ag como su producto final. Además, Sotrami S.A posee la acreditación RJC (Consejo de Joyería Responsable), el cual es parte de la Alianza ISEAL, una asociación global de estándares de sostenibilidad que fomenta los derechos humanos y las prácticas éticas, sociales y ambientales responsables de forma transparente en todo el ámbito de la industria de la joyería, desde la extracción en la mina hasta la venta al por menor.

#### **4.7 GEOLOGÍA LOCAL**

En la zona de estudio afloran diversas rocas intrusivas asociadas a plutones jóvenes pertenecientes a la superunidad Tiabaya. Esta unidad incluye tres grupos de rocas que varían de félsicas a máficas. El primero está compuesto por diorita, el segundo por tonalita y granodiorita, y el tercero por monzogranito. En la concesión Santa Filomena predominan las rocas dioríticas, seguidas de tonalitas y monzogranitos. Hacia el oeste, aflora el complejo.

##### **4.7.1 Complejo Santa Rita**

Al oeste de la mina, se encuentra el Complejo Santa Rita, que se extiende en dirección NO-SE y está formado por rocas metamórficas de contacto resultantes de la intrusión de las superunidades Linga y Tiabaya. Estas rocas tienen una coloración gris oscuro y un aspecto lustroso, con una textura ligeramente



esquistosa, y están compuestas principalmente de dioritas piroxénicas cuarcíferas y andesitas. La mineralización se presenta especialmente cerca del contacto con las dioritas y granodioritas de la superunidad Tiabaya, siendo las vetas de la mina Santa Rita ubicadas en este tipo de litología.

#### **4.7.2 Dioritas**

Estas rocas exhiben una textura fanerítica de grano medio a fino, con presencia notable de plagioclasas y biotita de gran tamaño. Debido a la abundancia de biotita, se puede clasificar como una diorita biotítica. En este tipo de roca se encuentra emplazada la veta Filomena, así como la mayoría de las estructuras mineralizadas en la veta Santa Rosa.

#### **4.7.3 Tonalitas**

Estas rocas afloran al NE del área de estudio, al igual que las dioritas y granodioritas de la superunidad Tiabaya, las cuales conforman un grupo de rocas encajonantes favorables para la formación de vetas hidrotermales de oro y plata. Presentan una textura fanerítica y colores claros, debido a su mayor contenido de sílice. En algunos afloramientos se observan xenolitos de rocas más básicas.

#### **4.7.4 Monzogranito**

Este tipo de roca aflora al oeste del área de estudio, formando un cuerpo alineado con la falla Santa Rita y en contacto con el complejo del mismo nombre. Presenta una textura fanerítica y una composición rica en feldespato potásico, lo que le confiere un tono rojizo. En ciertas áreas, se observa la presencia de moscovita.



#### 4.7.5 Diques

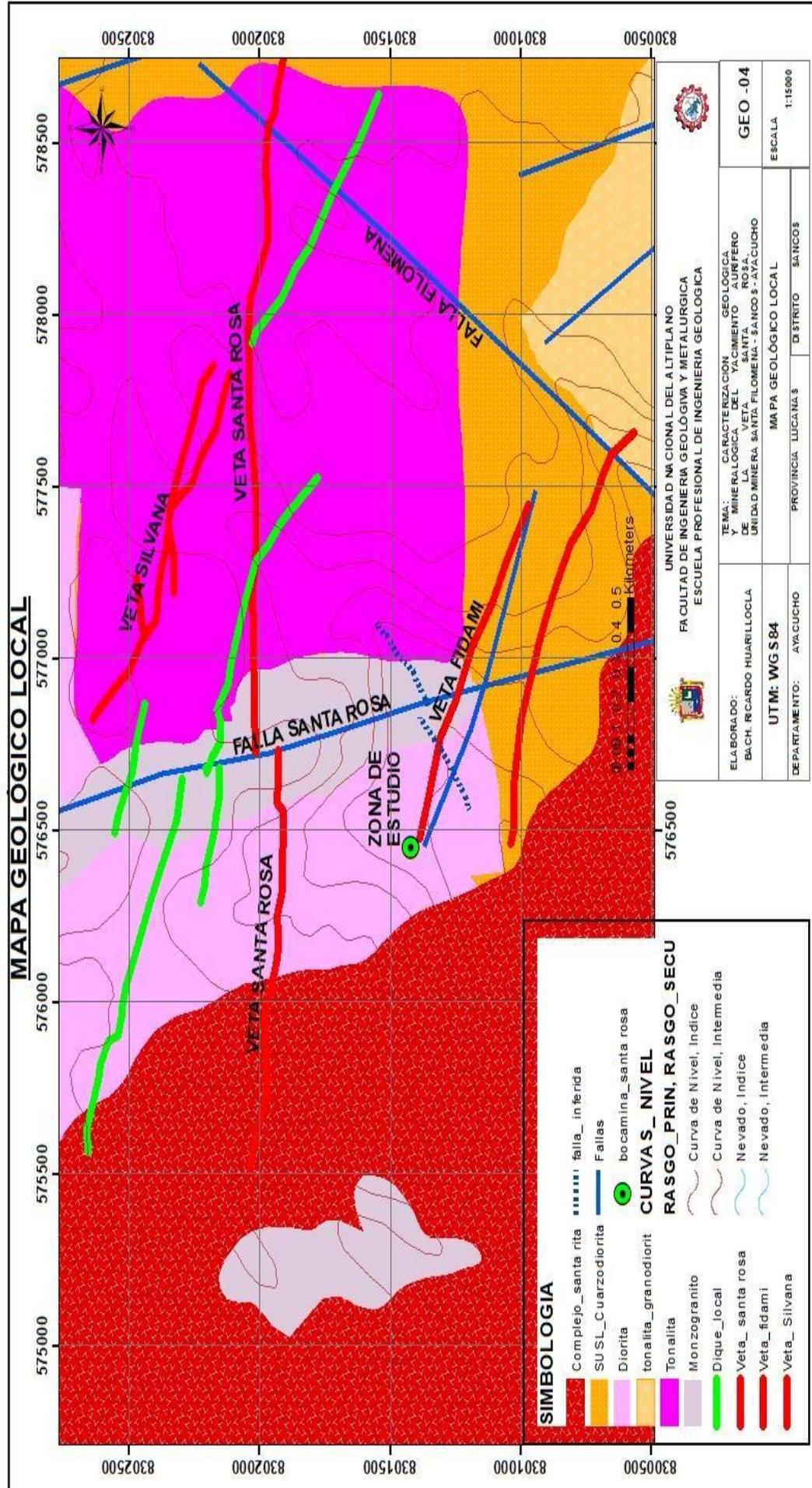
Podemos observar que, al cortar las rocas de diorita y granodiorita, se pueden ver una serie de afloramientos de diques de composición andesítica. Estos diques tienen una textura que puede variar entre afanítica y fanerítica, así como una coloración gris verdosa. Los afloramientos tienen un grosor que oscila entre 4 y 8 metros, con una dirección predominante de N 305° a N 310° y un ángulo de inclinación promedio de entre 60° y 70°. Algunos de los diques principales identificados son el dique Santa Ana, el dique Santa Rosa y el dique Filomena. Se produce una intersección entre un dique de andesita y un dique de diorita. Veta Santa Rosa se encuentra ubicada a 300 metros de la bocamina en Nv 08. La diorita biotítica es una roca de textura media compuesta por biotita y feldespato, de grano medio. Veta Santa Rosa está ubicada a 260 metros de la entrada de la mina en la ubicación NV 07.

#### 4.7.6 Depósitos recientes (Qh-AI, Qh-C)

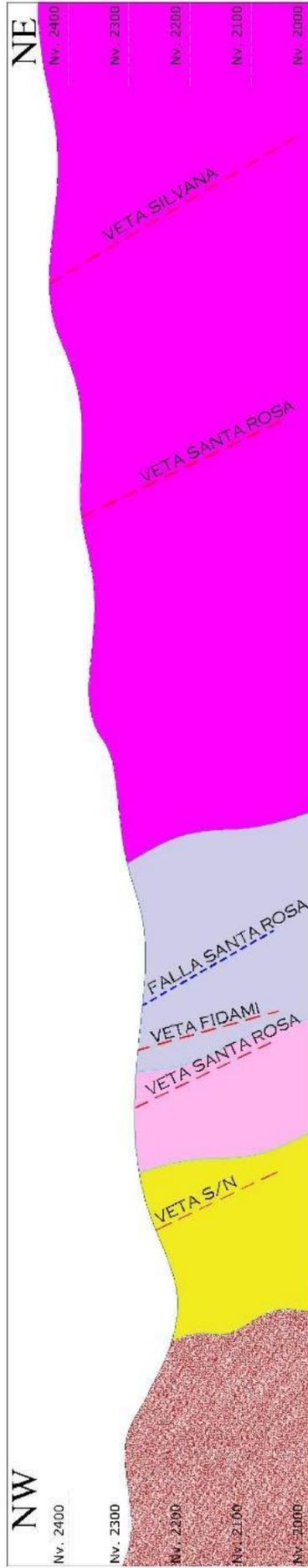
La zona de estudio presenta una variedad de rocas angulares y subangulares, que van desde tamaños de centímetros hasta metros. También se encuentran depósitos aluviales en los barrancos, depósitos coluviales en las laderas y depósitos eluviales, también en las laderas. Estos depósitos se distribuyen sobre estructuras mineralizadas en algunas áreas. Se pueden observar en las depresiones y pendientes acumulaciones de sedimentos traídos por ríos y deslizamientos de tierra, además hay depósitos formados por el movimiento y fusión del hielo en el pasado. El tamaño de los materiales en estos depósitos varía desde cantos y bloques con bordes agudos a formas más redondeadas, que están compuestas de rocas similares a las que se encuentran en la zona de la concesión.

**Figura 11**

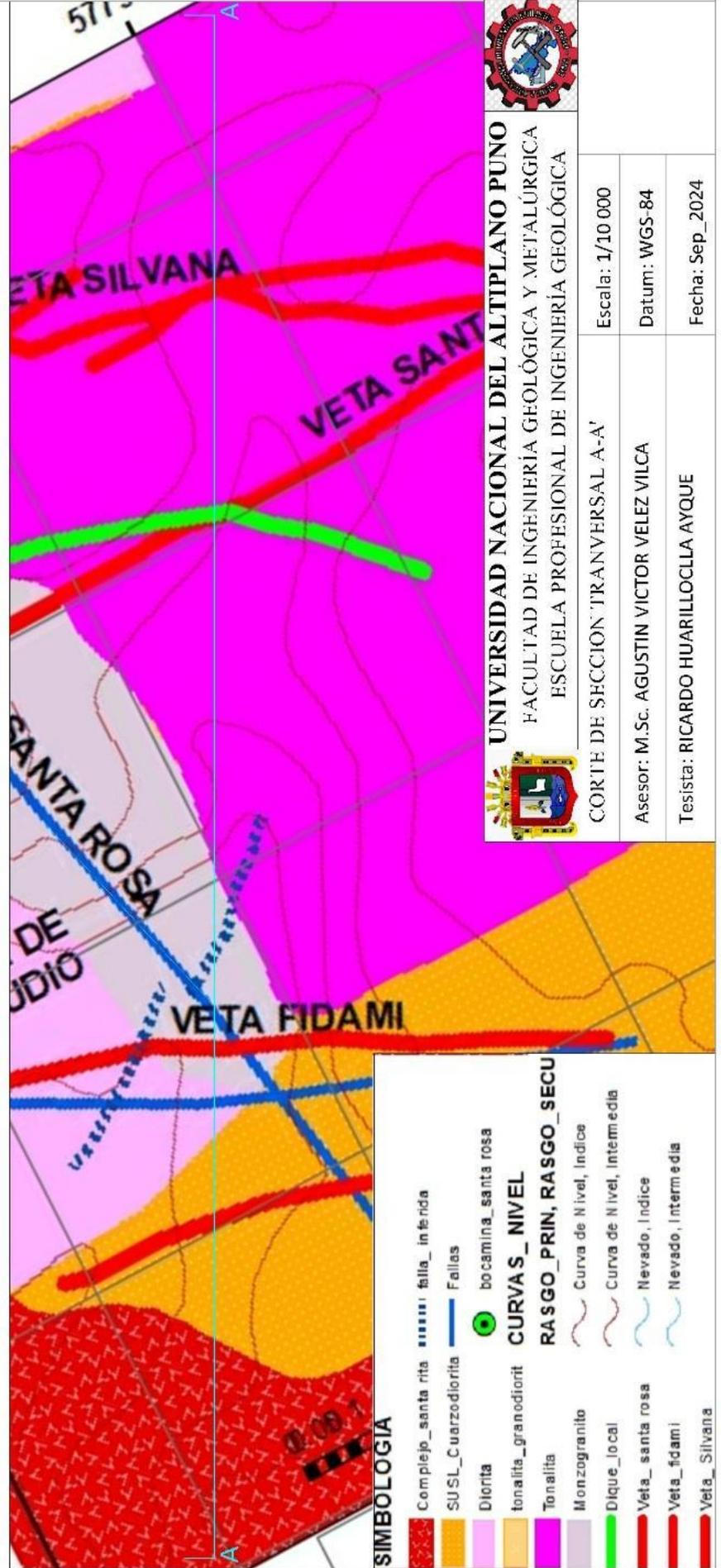
*Mapa geológico local de área de estudio*



# CORTE DE SECCION TRANSVERSAL A-A'



1:10 000  
0 1000 m



## SIMBOLOGIA

- Complejo\_santa\_rita
- SUSL\_Cuarzodiorita
- Diorita
- tonalita\_granodiorit
- Tonalita
- Monzogranito
- Dique\_local
- Veta\_santa\_rosa
- Veta\_fidami
- Veta\_Silvana
- falla\_inferida
- Fallas
- bocamina\_santa\_rosa
- CURVA S\_NIVEL
- RASGO\_PRIN, RASGO\_SECU
- Curva de Nivel, indice
- Curva de Nivel, Intermedia
- Nevado, indice
- Nevado, Intermedia



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO  
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA Y METALURGICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA



CORTE DE SECCION TRANSVERSAL A-A'

Escala: 1/10 000

Asesor: M.Sc. AGUSTIN VICTOR VELEZ VILCA

Datum: WGS-84

Tesista: RICARDO HUARILLOCLLA AYQUE

Fecha: Sep\_2024



## 4.8 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL

La mina Santa Filomena se ubica en una zona con una formación geológica caracterizada por fallas en bloques. Esta formación está delimitada por dos fallas principales: la falla Gliden al este y la falla Santa Rosa al oeste, que crean un bloque dentro del cual se encuentran las vetas de la mina Santa Rosa. La falla Gliden, según estudios realizados con sondajes diamantinos, presenta ensanchamientos de hasta 8.0 metros. Además, se han identificado varios sistemas de fallas locales, con rumbo  $N10^{\circ}-30^{\circ}O$  y una inclinación de  $60^{\circ}-75^{\circ}$  hacia el noreste. Estas fallas, con anchos variables de hasta 1.0 metro, se denominan fallas de primer orden. También hay fallas de segundo orden, como la falla Enriqueta, Filomena y Ecuador, que tienen una dirección de rumbo de  $N30^{\circ}-60^{\circ}E$ . Estas fallas fueron desplazadas por reactivaciones de las fallas principales, y se puede observar en el terreno que el desplazamiento de estas fallas varía entre 2 y 10 metros. Además, se ha determinado que estas fallas pueden tener diferentes tipos de desplazamiento, ya sea sinistral o dextral. Las vetas se hacen visibles en estructuras claramente definidas, y sus exposiciones alcanzan una longitud considerable, llegando a aparecer incluso en tramos continuos de hasta 1.50 km. Estas vetas son el resultado del llenado de fallas y muestran reactivaciones, las cuales están influenciadas por dos sistemas estructurales principales.

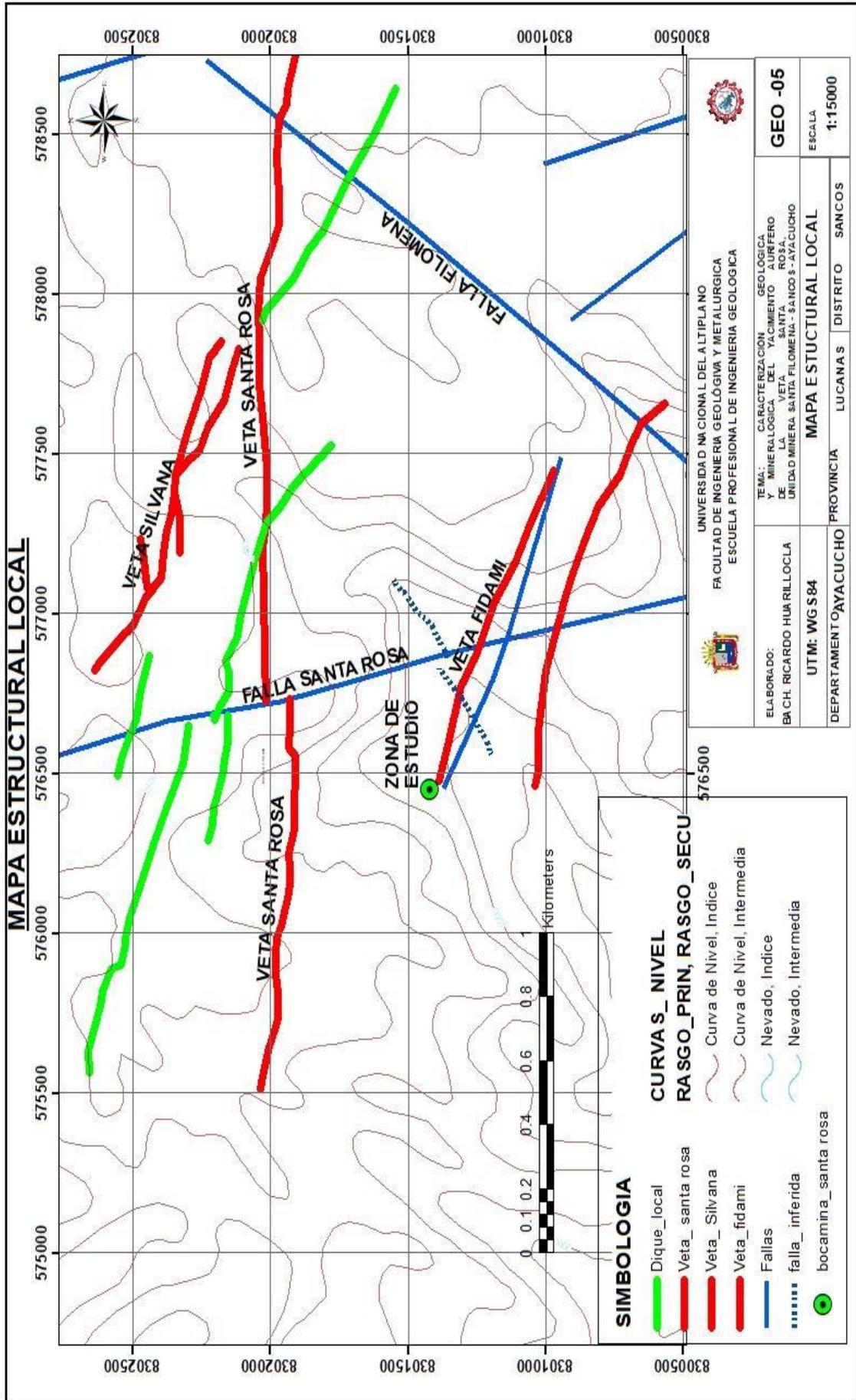
El sistema E-O está compuesto por las vetas Filomena y Santa Rosa, que se encuentran en producción. El sistema Andino (NO) incluye las vetas Santa Rosa Ramal Piso, Torres, Rubí, Santa Ana, Bonita, entre otras estructuras mineralizadas.

La zona donde se encuentra el oro (Au) y la plata (Ag) se sitúa principalmente en vetas de falla orientadas hacia el noreste y con un ángulo de inclinación que varía entre  $45^{\circ}$  y  $55^{\circ}$  hacia el noroeste. Según la presencia de oro y plata, se concluye que la mineralización está influenciada por estructuras de movimiento dextral (fallas) de menor



magnitud, en las cuales la dirección del principal esfuerzo máximo ( $\sigma_1$ ) es de noreste a sureste.

**Figura 12**  
*Mapa estructural local*





## 4.9 MINERALIZACIÓN

Este yacimiento está ubicado dentro del corredor aurífero Nazca-Ocoña, una franja metalogénica que incluye yacimientos de oro, plomo, zinc y cobre, asociados con intrusiones del batolito costero del Cretácico. En este corredor se encuentran minas de oro que son explotadas tanto por pequeños productores mineros (PPM) como por productores mineros artesanales (PMA).

### 4.9.1 Características de la Mineralización

Este yacimiento se clasifica como mesotermal, caracterizándose por el relleno de fracturas y una mineralización que está compuesta principalmente de cuarzo, oro, óxidos de hierro y sulfuros. La mineralización se presenta frecuentemente en vetas y vetillas, con un predominio de oro y, en menor medida, plata, dentro de la superunidad Tiabaya. Se manifiesta en forma de cuarzo bandeado y crustificado, a menudo con brechamiento, y se observan alteraciones argílicas, silicificadas y propilitizadas. El mineral más abundante es el cuarzo, acompañado de óxidos de hierro y pirita. Debido al reducido grosor de las estructuras mineralizadas, que varían entre 0.05 y 1.00 metros, se les conoce como vetas angostas. La mineralización ocurre como relleno de fallas, formando clavos mineralizados y/o estructuras sigmoides, y presenta variedades de cuarzo hialino, lechoso y gris, además de pirita, calcopirita y minerales secundarios como óxidos de hierro (hematita, limonita, goethita y jarosita)

### 4.9.2 Mineralización en vetas

En la concesión de Santa Filomena se han identificado varias vetas, la mayoría de las cuales tienen una orientación andina, a excepción de la veta Santa Rosa, que presenta una dirección este-oeste (E-W). Los afloramientos de estas



vetas en la superficie pueden alcanzar hasta 3.0 km de longitud. La mineralización suele encontrarse en estructuras cerradas, lo que ha dado lugar a vetas del tipo rosario y zonas de enriquecimiento en las intersecciones de varias vetas. Los anchos de estas vetas varían entre 0.05 y 2.00 metros. De forma esporádica, se observan ramales de las vetas principales que, aunque de corta longitud, en algunos casos forman lazos sigmoides. La composición de las vetas consiste principalmente en cuarzo hialino y poroso, con presencia ocasional de sílice vuggy, acompañada de óxidos de hierro que rellenan fracturas y cavidades. A mayor profundidad, los sulfuros comienzan a aumentar, siendo los más comunes la piritita y la calcopiritita.

#### **4.10 ALTERACIÓN HIDROTHERMAL**

##### **4.10.1 Silicificación.**

Está compuesta por cuarzo y piritita, con una intensidad que varía de moderada a débil, y suele estar asociada a la mineralización económica. En la superficie aparece como sílice amorfa estéril, aunque es útil como indicador para localizar el mineral.

##### **4.10.2 Argilización**

Se localiza entre el mineral y la roca caja, presentando en algunas áreas una intensidad muy débil, mientras que en otras puede alcanzar anchos de hasta 1.0 metro. Su ensamblaje característico incluye sericita y caolinita, y en menor proporción, se observa sílice y piritita, que puede estar fresca o en proceso de oxidación.



### **4.10.3 Propilitizacion**

Se manifiesta de forma muy leve, con un ensamblaje característico compuesto por epidota, clorita y pequeñas cantidades de pirita. Por lo general, se encuentra de manera limitada en la periferia de las vetas.



## CAPITULO V

### RESULTADOS Y DISCUSION

#### 5.1 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS, ESTRUCTURALES Y MINERALÓGICAS DE LA VETA SANTA ROSA

##### 5.1.1 Litología del área de estudio

La litología en la zona de estudio está compuesta principalmente por rocas intrusivas del complejo Santa Rita, que incluyen una variedad de diques. Destacan la roca diorita de grano fino y color gris Claro a oscuro, que son atravesadas o cortados por numerosos diques de microdioritas y dioritas con cuarzo de la Super unidad San Luis, todos con una dirección predominante NO-SE. Además, en las depresiones y laderas se encuentran depósitos aluviales y coluviales. La granulometría de estos depósitos varía desde cantos y bloques angulosos hasta sub-redondeados, con una composición similar a las rocas expuestas en la concesión y sus alrededores.

##### a) Cuarzo-diorita

El cuarzo diorita aflora al NE del área de estudio indica una litología de origen magmática, específicamente un tipo de roca ígnea plutónica. El cuarzo dioríticos está compuesta principalmente por cuarzo, plagioclasa (5% a 20%), con pequeñas cantidades de hornblenda, biotita y esporádicamente pequeñas cantidades de feldespato potásico, tiene una textura fanerítica, donde los cristales son visibles a simple vista.

La presencia de diorita en la zona de estudio tiene implicaciones para la geología y la mineralización. Estos cuerpos intrusivos están asociados a estructuras geológicas como fallas, cizallas y fracturas, que han influido en su emplazamiento. También se han visto afectados por procesos hidrotermales. Las vetas de cuarzo se desarrollan en zonas fracturadas de la diorítica.

**Figura 13**

*Minerales presentes en la roca cuarzo-diorita*

| Descripción Microscópica                                   |  |
|--|--|
| El color natural de los minerales bajo luz paralela.       |  |
| Plg (Plagioclasa): incoloro o blanco de bajo relieve       |  |
| Cz (Cuarzo): incoloro o ligeramente coloreado alto relieve |  |
| Cl (Clorita): incoloro o verde claro bajo relieve          |  |
| Sc (Sericita): incoloro hasta amarillo o marrón            |  |
| Bt (Biotita): color marrón oscuro a negro                  |  |
| Colores de Interferencia en Luz Polarizada Cruzada.        |  |
| Plg (Plagioclasa): primer orden (grises y blancos)         |  |
| Cz (Cuarzo): blanco de primer orden                        |  |
| Cl (Clorita): gris o verde primer orden                    |  |
| Sc (Sericita): incoloro bajo a moderado orden              |  |
| Bt (Biotita): marrón oscuro a negro segundo orden          |  |

|  |  |
|--|--|
| <b>Tipo de textura:</b><br><b>afanítica</b>                    |  |
| <b>Composición mineralógica</b>                                |  |
| <b>Plagioclasa (Plg): 40%</b>                                  |  |
| <b>Cuarzo (Cz): 25%</b>  |  |
| <b>Biotita (Bt) :15%.</b>                                      |  |
| <b>Clorita (Cl): 10%</b>                                       |  |
| <b>Sericita (Sc): 5%</b>                                       |  |
| <b>Accesorios: 5%</b>  |  |
| <b>Tamaño de grano: grano fino a medio</b>                     |  |
| <b>Minerales accesorios: sericita, caolinitas y moscovita.</b> |  |
| <b>Tipo de roca: Cuarzo diorita</b>                            |  |

#### **b) Granodiorita**

Este afloramiento se encuentra al NE del área de estudio, se trata de una roca intrusiva plutónica de origen magmático. Está compuesta por plagioclasa, cuarzo y feldespato potásico, además de minerales máficos como la biotita y la hornblenda. Tiene un color gris oscuro con un tono verde debido a la presencia de minerales máficos. Se observa una alteración hidrotermal, con minerales secundarios como sericita, clorita y epidota.

**Figura 14**

*Minerales presentes en la roca granodiorita*

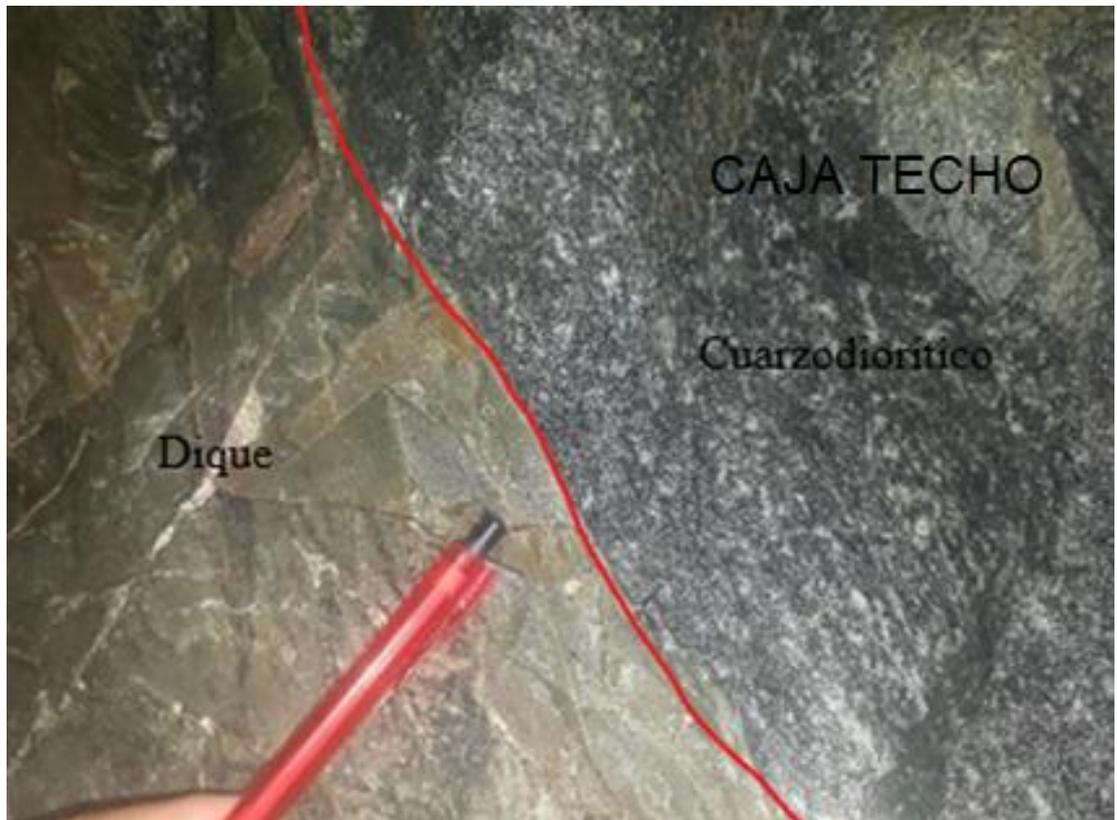
| <b>Descripción Microscópica</b>  |  |
|--|--|
| <p><b>El color natural de los minerales bajo luz paralela.</b><br/>           Plg (Plagioclasa): color claro a blanco<br/>           Cz (Cuarzo): incoloro o ligeramente coloreado alto relieve<br/>           Cl (Clorita): incoloro o verde claro bajo relieve<br/>           Sc (Sericita): incoloro hasta amarillo o marrón<br/>           Bt (Biotita): color marrón oscuro a negro</p> |  |
| <p><b>Colores de Interferencia en Luz Polarizada Cruzada.</b><br/>           Plg (Plagioclasa): primer orden (grises y blancos)<br/>           Cz (Cuarzo): blanco de primer orden<br/>           Cl (Clorita): gris o verde primer orden<br/>           Sc (Sericita): incoloro bajo a moderado orden<br/>           Bt (Biotita): marrón oscuro a negro segundo orden</p>                  |  |
| <p>Tipo de textura: fanerítica</p>   |  |
| <p>Composición mineralógica<br/>           Cuarzo :25%<br/>           Plagioclasa :55%<br/>           Ortoclasa (o feldespato potásico) :5%.<br/>           Biotita: 10%<br/>           Otros accesorios minerales: 5%</p>   |  |
| <p>Tamaño de grano: grano fino a medio</p>   |  |
| <p>Minerales accesorios: sericita, caolinitas, clorita, epidota, carbonatos</p>  |  |
| <p>Tipo de roca: Granodiorita</p>  |  |

### c) Dique

Se observan una serie de diques de composición andesítica, con textura que varía de afanítica a fanerítica y coloración gris verdosa, que cortan las dioritas y granodioritas. Estos diques tienen un espesor que varía entre 4 y 8 metros, con una dirección promedio de N 305° a N 310° y un buzamiento promedio de entre 60° y 70°. Los diques principales en esta área son el dique Santa Ana, el dique Santa Rosa y el dique Filomena.

#### Figura 15

*Contacto entre dique andesítico y diorita*



## Figura 16

*Contacto entre dique diorítico y panizo*



### 5.1.2 Estructuras mineralizadas

La mineralización de oro (Au) y plata (Ag) está fuertemente controlada por la estructura de las vetas y fallas, situándose principalmente en fallas con rumbo N100° - 105°E y buzamientos de 55° a 60° al SW. Se ha determinado que la mineralización de oro está influenciada por fallas de cinemática dextral, con una distribución en forma de lentes mineralizados.

Esta mineralización se localiza en un sistema de fallas transtensionales de tipo Riedel. En particular, en la Veta Santa Rosa, el control es de cinemática dextral, con un componente secundario normal. A lo largo de la veta, se pueden observar estructuras secundarias que se clasifican como riedel y anti-riedel. Una de las más relevantes es la veta Santa Rosa, que muestra una ramificación en el techo con cinemática sinistral normal (anti-riedel).

#### a) Veta Santa Rosa

La Veta Santa Rosa, se caracteriza por clavos mineralizados. Estos afloramientos tienen un rango de longitud en superficie que varía de 0.50 m a 20.0 m, y una potencia que oscila entre 0.10 m y 1.50 m. Las zonas con mayor mineralización se encuentran en las intersecciones de dos o más vetas, lo que crea áreas favorables para la presencia de mineral de alta ley y mayor tonelaje. En términos verticales, las vetas tienden a adoptar una forma sigmoide y a unirse en profundidades mayores, mostrando un comportamiento estructural consistente tanto en el plano vertical como horizontal.

### Figura 17

#### *Afloramiento Veta Santa*



Nota: en la figura 17, la veta Santa Rosa presenta un azimut  $N115^\circ$  y buzamiento:  $57^\circ NE$  y una potencia de 0.10 a 0.30m

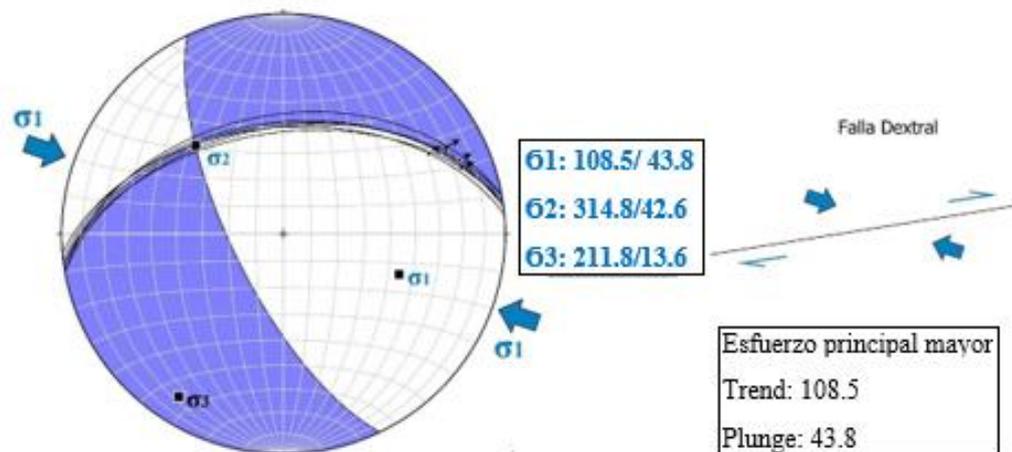
**Tabla 3**

*La Estación estructural de la veta Santa Rosa*

| DIR.          | BUZ.       | AR-RAKE | CABECEO      | CINEMÁTICA        | ESTRUCTURA      |
|---------------|------------|---------|--------------|-------------------|-----------------|
| <i>Strike</i> | <i>Dip</i> |         | <i>Pitch</i> | <i>Kinematics</i> |                 |
| 261           | 52         | -161    | 21           | DxNx              | Veta santa rosa |
| 263           | 53         | -153    | 21           | DxNx              | Veta santa rosa |
| 261           | 46         | -154    | 24           | DxNx              | Veta santa rosa |
| 264           | 47         | -154    | 30           | DxNx              | Veta santa rosa |
| 266           | 51         | -146    | 34           | DxNx              | Veta santa rosa |

**Figura 18**

*El vector de máxima compresión, sigmas ( $\sigma_1$ ), ( $\sigma_2$ ) y( $\sigma_3$ ) de la veta Santa Rosa*



**b) Veta Santa Rosa ramal techo**

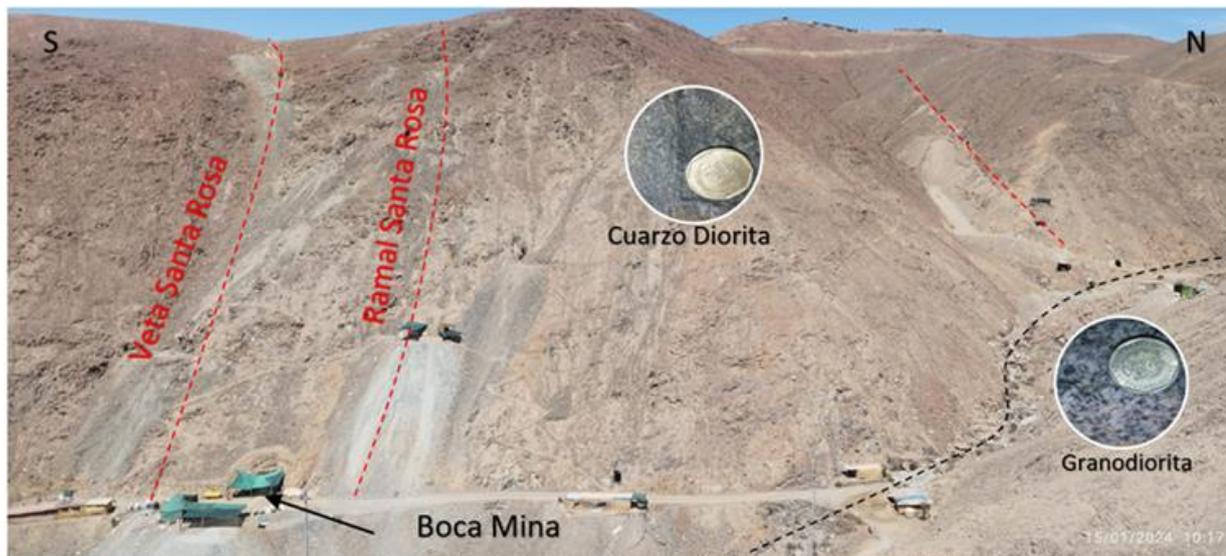
La veta Santa Rosa Ramal Techo ha sido identificada como una veta de nivel 2 mediante perforación diamantina. Esta veta se extiende a lo largo de una galería de 150 metros, con un rumbo N300° y un buzamiento de 50°NE, originándose en el extremo este de la veta Santa Rosa. Su mineralización está compuesta por cuarzo gris, hialino y poroso, con presencia de hematita y arcillas

verdes.

La veta Santa Rosa constituye la estructura principal del sistema y de ella emergen estructuras extensionales secundarias y tipo Riedel, siendo el ramal techo Santa Rosa (estructura caballo cola) la más destacada debido a su contenido mineral. Estas vetas representan la principal evidencia estructural que relaciona los procesos de deformación y mineralización, facilitando la definición de criterios para la explotación estructural en la zona de estudio.

### Figura 19

*Afloramiento de la estructura del ramal techo Santa Rosa*



Nota: en la figura 19, la Veta ramal techo Santa Rosa tiene un azimut:  $N300^\circ$  y Buzamiento:  $50^\circ NE$  y una potencia de 0.10 a 0.20m.

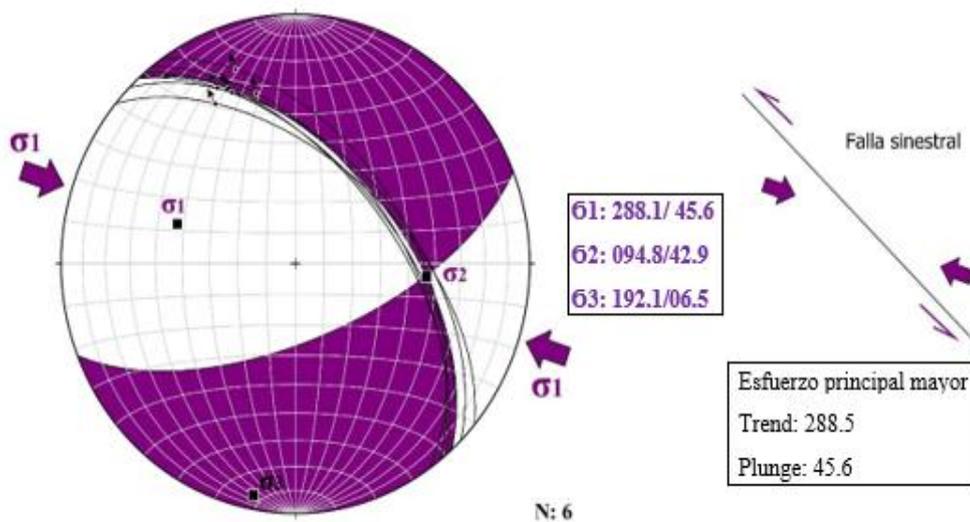
**Tabla 4**

*La Estación estructural de la veta Santa Rosa techo*

| DIR.          | BUZ.       | AR-RAKE | CABECEO      | CINEMÁTICA        | ESTRUCTURA       |
|---------------|------------|---------|--------------|-------------------|------------------|
| <i>Strike</i> | <i>Dip</i> |         | <i>Pitch</i> | <i>Kinematics</i> |                  |
| 311           | 54         | -34     | 34           | SxNx              | Veta ramal techo |
| 319           | 56         | -31     | 31           | SxNx              | Veta ramal techo |
| 324           | 49         | -24     | 24           | SxNx              | Veta ramal techo |
| 319           | 55         | -27     | 27           | SxNx              | Veta ramal techo |
| 314           | 51         | -34     | 34           | SxNx              | Veta ramal techo |
| 323           | 54         | -37     | 37           | SxNx              | Veta ramal techo |

**Figura 20**

*El vector de máxima compresión, sigmas ( $\sigma_1$ ), ( $\sigma_2$ ) y( $\sigma_3$ ) de la veta Santa Rosa ramal techo*



### 5.1.3 Mineralización

La mineralización se presenta en forma de lentes tipo rosario en la zona de



oxidación, donde se encuentran óxidos de cobre como cuprita y covelina, junto con minerales de azufre como la pirita masiva que contiene oro. También se observan minerales de calcopirita, así como minerales secundarios post mineralización como crisocola y brocantita.

La principal característica de la mineralización es su alta variabilidad, manifestándose en bolsonadas que aparecen en tramos específicos en forma de sigmoides, formando vetas tipo rosario con un ancho promedio de 1.0 m y longitudes de hasta 2.0 m, y con una ley ponderada de 1-3 Oz/Tc Au. Las vetas auríferas en esta área están clasificadas como vetas hidrotermales de cuarzo-oro, siendo el cuarzo el mineral predominante, seguido de pirita y oro nativo. Estas vetas suelen presentar zonas bandeadas y crustificadas, con brechamiento puntual y aureolas de alteración argílica, silicificación y propilitización en la roca huésped. Además, las vetas están principalmente rellenas de cuarzo hialino, y en algunos casos, poroso, con una notable presencia de sílice tipo vuggy y óxidos de hierro (boxwork).

## Figura 21

### *Mineralización de la Veta Santa Rosa*



#### a) **Mineralización del clavo 01 y clavo 3 (veta piso)**

La ocurrencia de la veta se encuentra en la veta piso Santa Rosa, donde se identifican minerales de óxidos de hierro, cuya mineralización está constituido de cuarzo gris blanquecino hialino en texturas porosas con relleno de hematita y sulfuros en pirita en pequeñas proporciones dentro del fluido de veta de tipo rosario. Este tipo de yacimientos presenta una morfología característica que es común a todos los tipos de mineralización primaria.

#### b) **Mineralización del clavo 02**

La zona de cementación o enriquecimiento supergénico. Los metales disueltos precipitan, formando nuevos minerales que enriquecen el yacimiento al crear una zona de mayor ley.



En este clavo se presentan sulfuros de Cu-Fe, que predominan minerales como; covelina, cuprita, calcopirita y pirita, la cual es la zona con más enriquecimiento de oro que está situada en la caja Techo a más de un metro de la veta Santa Rosa paralelamente, dirección SE – NW, con el dominio de rumbo de veta NW.

#### 5.1.4 Mineralogía

##### 5.1.4.1 Minerales de mena

Las vetas auríferas en la zona están clasificadas genéticamente como vetas hidrotermales de cuarzo-oro, con el cuarzo como mineral predominante, seguido por pirita y oro nativo. La mineralogía de minerales económicos de la zona de estudio está compuesta por minerales de silicatos, óxidos y sulfuros, los cuales se presentan de la siguiente manera.

**Oro nativo:** El cuarzo, que se presenta en tres generaciones (blanco, hialino y gris), es el principal mineral asociado. Las vetas están predominantemente rellenas de cuarzo hialino, y en algunos casos, de cuarzo poroso. Es destacable la presencia de sílice tipo vuggy con óxidos de hierro (boxwork).

**Cuprita:** Se presenta en la zona de oxidación y parte de zonas intermedias, de un dominio total de las estructuras mineralizadas por el proceso mesotermal y las soluciones de cuarzo hialino como parte de su matriz mineralógico, así mismo se presenta en cantidades significativas con un alto contenido de oro

**Pirita (Py):** se presenta en la zona de intermedia dentro de la caja techo,

con texturas micro cristalinas y de manera muy puntual en cristales cúbicos, de manera que la pirita masiva, es quien se presenta con contenido de oro ya que estas presentan una ley de 1 a 3 oz/tn siendo uno de los minerales de mena más económicos.

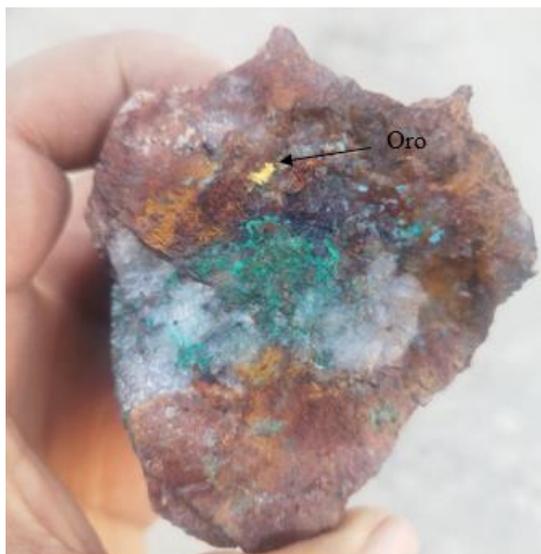
**Calcopirita:** Siendo unos de los minerales con mayor dominio dentro de la estructura de veta, tanto en la zona de óxidos y zona de intermedia, las cuales presentan un contenido de oro y mineral de cobre y así mismo por ser parte de los ensambles mineralógicos de los yacimientos mesotermales.

**Bornita:** Se presenta de manera muy puntual, más asociada a la calcopirita en diminutivas trazas con contenido de oro.

**Covelita:** Está asociada de manera puntual dentro de la zona de oxidación y las trazas de cuarzo con óxidos, acompañados de minerales secundarios como crisocola y brochantita.

## Figura 22

*Minerales de mena de la veta Santa Rosa*

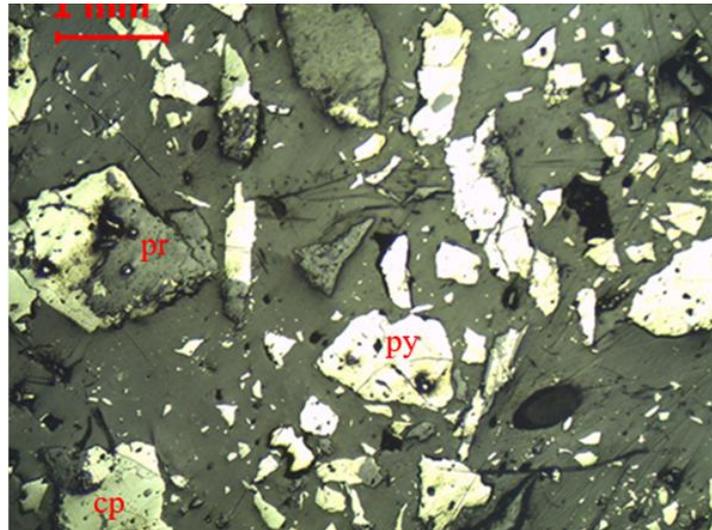


Nota: en la figura 22, se tiene presencia oro nativo en cuarzo hidrotermal

y minerales de sulfuros: pirita, calcopirita de forma puntual, bornita, covelina y cuprita, cuarzo en tres generaciones (blanco, hialino y gris), también la presencia de minerales secundarios postmineralización como la crisocola y brocantita.

### Figura 23

*Fotomicrografía de la veta santa Rosa*



Nota. En la figura 23, en sección pulida de la estructura mineralizada; donde se observa cristales de sulfuros primarios pirita (py), calcopirita, pirrotina, covelina y algunos óxidos. Sección pulida visto en luz reflejada, paralela. Se determina con claridad el orden de cristalización.

#### 5.1.4.2 Minerales de ganga

La veta Santa Rosa, cuya mineralización está formada por cuarzo blanco lechoso poroso con rellenos de calcita, hematita, limonita y arcillas, se denomina con minerales secundarios pos-mineralización de la crisocola y otros sulfatos de cobre.

Su determinación está asociada a la mineralización secundaria por reemplazamiento geoquímico, los cuales son dominantes en las zonas de

oxidación en vetas tales como:

- Hematita.
- Limonita
- Calcita:
- Crisocola

### 5.1.5 Alteraciones

La veta Santa Rosa se presenta en zonas bandeadas y brechamientos por cizalla en las áreas de falla, aunque de manera puntual. Las aureolas de alteración argílica y propilitación son limitadas. En las cajas de las vetas, se observa una alteración propilítica moderada con minerales de epidota.

#### Figura 24

*Alteración de la veta Santa Rosa*



Nota: en la figura 26, se observa veta de cuarzo oro, que presenta presencia de sulfuros y óxidos de hierro, así como halos de alteración. La geometría de la veta Santa Rosa es característica de una veta tipo rosario, con una forma de lentes.



### 5.1.6 Estudio petromineragráfico

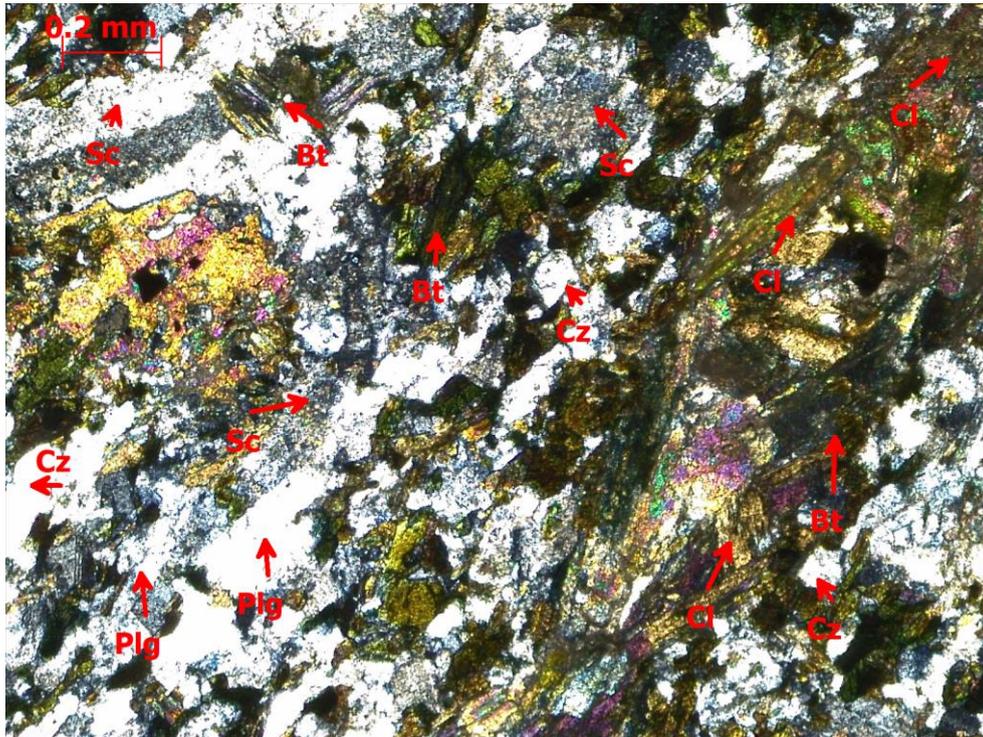
Estas secciones delgadas y pulidas se realizaron en el laboratorio óptico de la escuela profesional de ingeniería geológica y estas muestras corresponden a los cuerpos intrusivos de la veta Santa Rosa. Estos estudios se realizaron para conocer la minerales primarios y secundarios de rocas encajonante de las rocas intrusivos.

En la sección delgada observada en luz polarizada (aumento de 10x), se identifican fenocristales de plagioclasa altamente alterados. Estos presentan superficies con alteraciones propilíticas y argílicas, evidenciadas por la presencia de minerales secundarios como sericita, caolinita y pirofilita, además de biotita y clorita descompuestas. También se observan cristales puntuales de cuarzo secundario y epidota, esta última de color verde azulado y alto relieve, especialmente en espacios intergranulares.

Los fenocristales de plagioclasa en la parte central de la lámina muestran una variación avanzada hacia minerales laminares de grano fino, como sericita y caolinita, asociados con agregados de sílice. Asimismo, hay presencia de minerales opacos, carbonatos microscópicos y rastros de moscovita que indican la dirección del flujo de la solución mineralizante. Esta sección refleja un grado significativo de alteraciones hidrotermales.

**Figura 25**

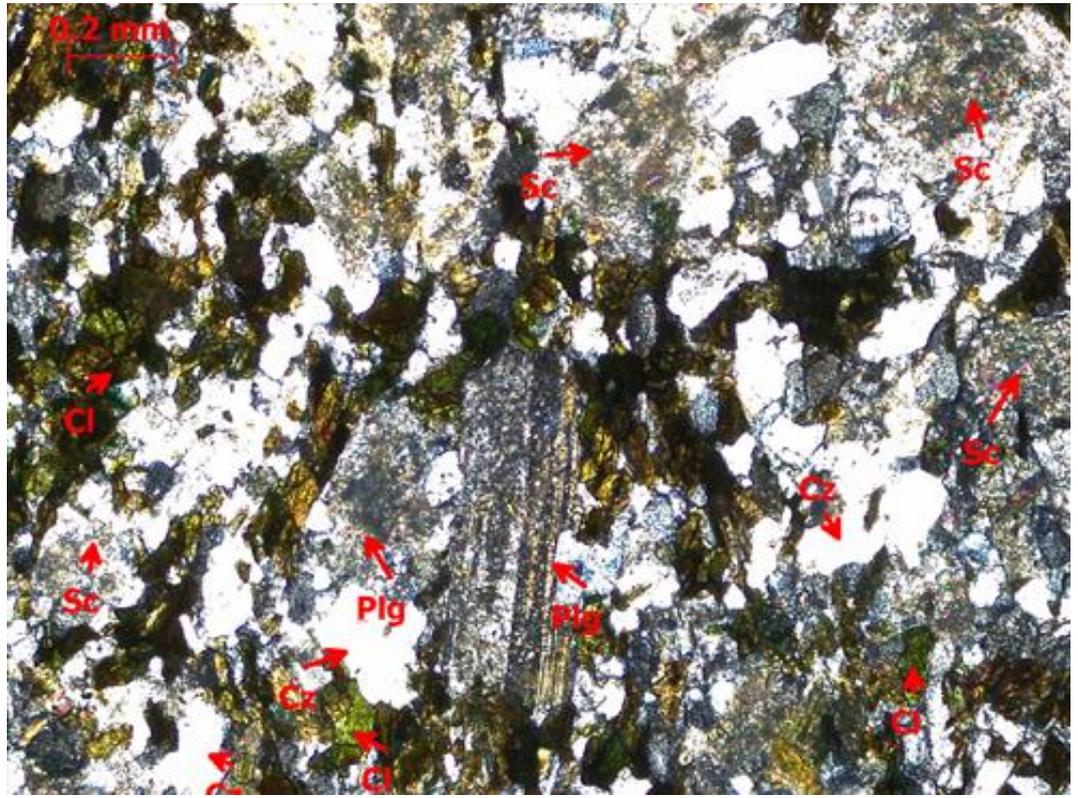
*Fotomicrografía de la muestra MSR-DS01*



Nota. En la figura 25, se evidencia fenocristales de plagioclasas (Plg) altamente alteradas a minerales laminares que consisten en sericita (Sc), caolinitas, pirofilitas; biotitas (Bt) y cloritas (Cl) sumamente descompuestas, minerales secundarios como epidota; los minerales mantienen la dirección de emplazamiento del flujo magmático, a los minerales coloridos se consideran como alteración propilítica y las blanquecinas alteraciones argílica, se observan cristales puntuales de cuarzo secundario.

## Figura 26

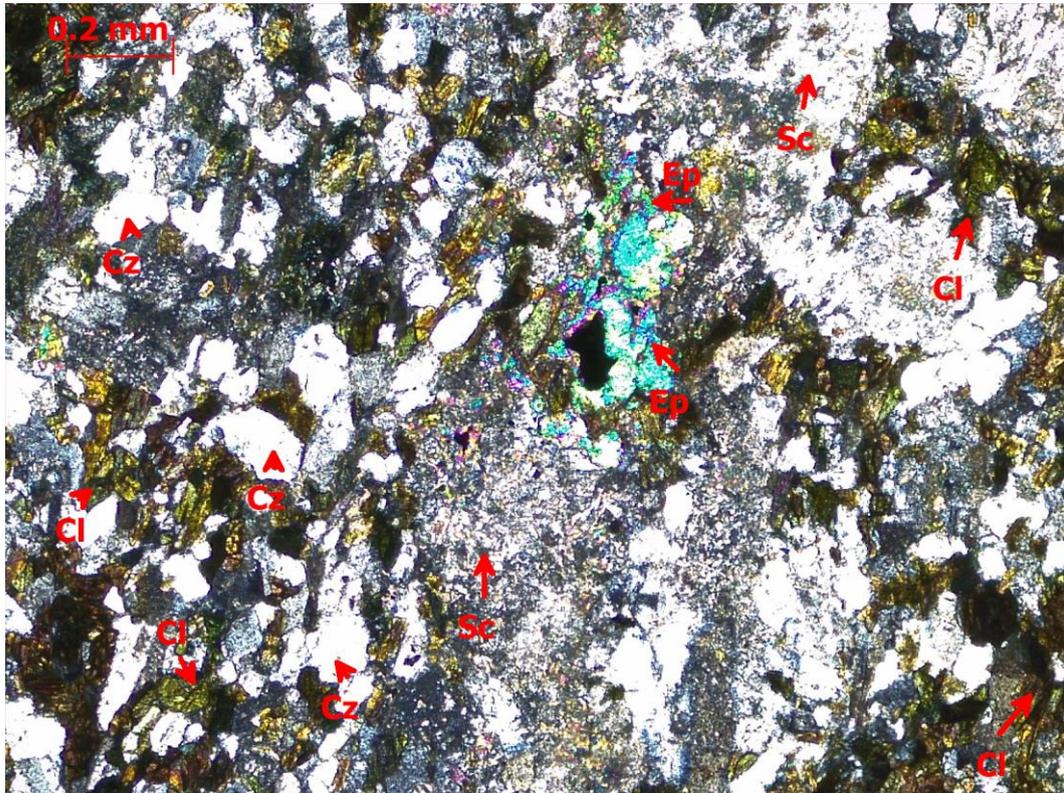
*Fotomicrografía de la muestra MSR-DS01*



Nota. En la figura 26, se observa fenocristales de plagioclasa con superficies de alteración visto en la parte central. Algunos minerales de plagioclasas se encuentran alteradas a sericita, caolinitas, pirofilitas; intercrecimiento cristales de cuarzo. Minerales laminares a sericita por lo general; cristales de biotitas y cloritas alteradas, menor presencia de cristales de epidota observadas en los espacios intergranulares de biotitas y cloritas.

## Figura 27

### Fotomicrografía de la muestra MSR-DS01

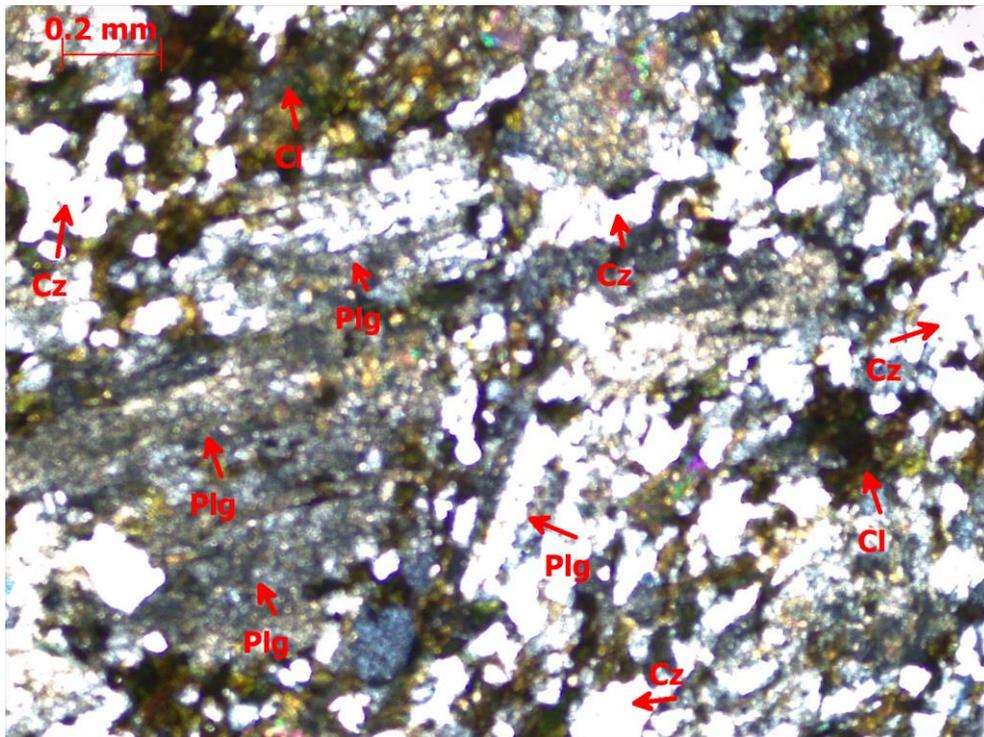


Nota. En la figura 27, Minerales de plagioclasas se encuentran alteradas a sericitas, caolinitas, pirofilitas; intercrecimiento cristales de cuarzo. Minerales laminares a sericitas por lo general; cristales de biotitas y cloritas alteradas, cristales de epidota observadas en la parte central de color verde azulado de alto relieve, cristalizados en los espacios inter-granulares de biotitas y cloritas. Los minerales de plagioclasas en la parte central se encuentran totalmente descompuesta en minerales laminares de grano fino en sericitas, caolinitas con agregados de cristales sílice.

En la figura 28, Fenocristales de plagioclasas con superficies de alteradas en minerales laminares de sericitas por lo general asociados con algunas impurezas de minerales como biotita, clorita, carbonatos y opacos.

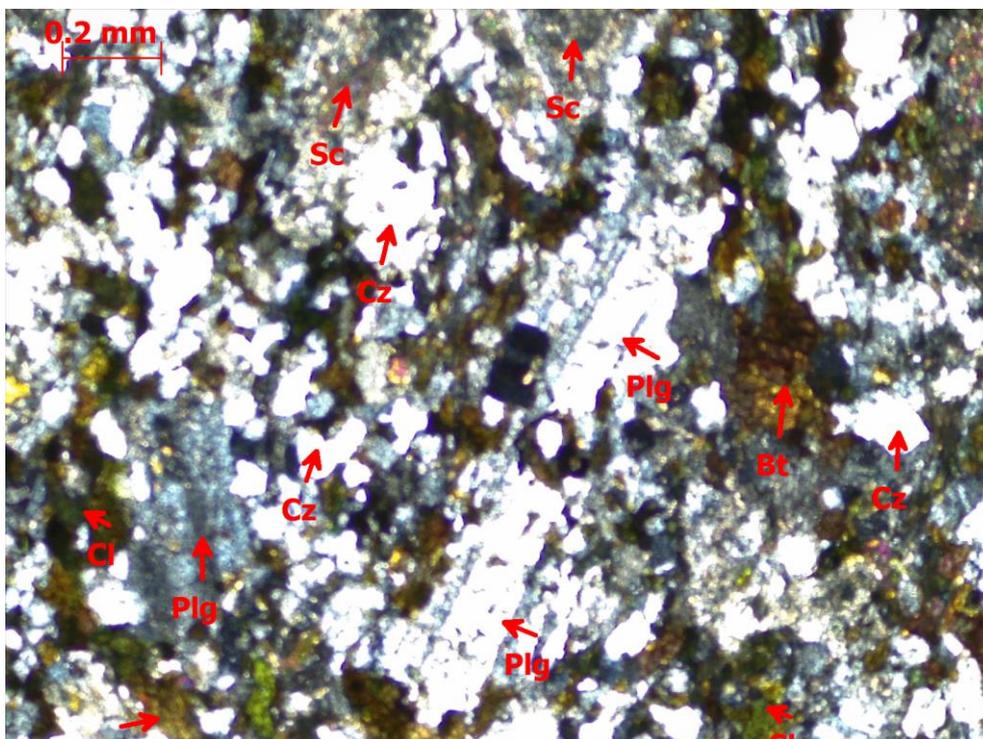
**Figura 28**

*Fotomicrografía de la muestra MSR-DS01*



**Figura 29**

*Fotomicrografía de la muestra MSR-DS01*

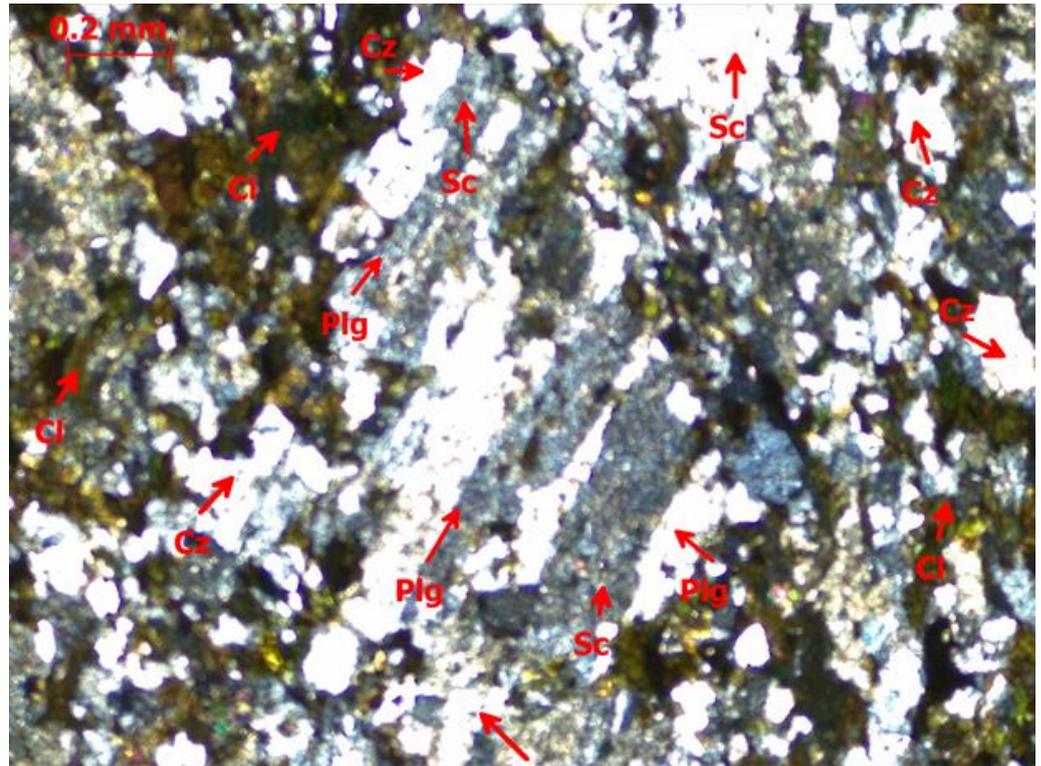


Nota. En la figura 29, Cristales bien expuesta de plagioclasas en la parte

central de la sección de superficies de alteración; pequeños cristales de cuarzo; minerales de secundarios de alteración biotita, clorita con algunos microscópicas de carbonatos.

### Figura 30

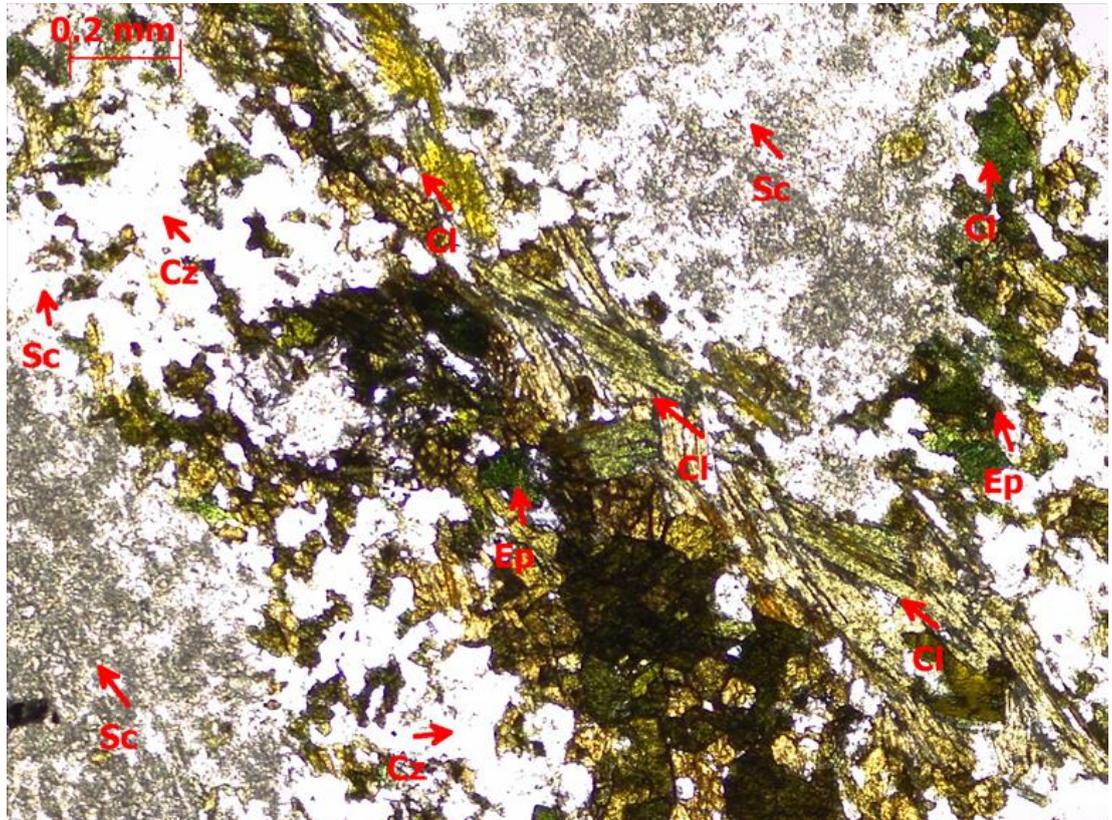
*Fotomicrografía de la muestra MSR-DS01*



Nota en la figura 30, Cristales bien expuesta de plagioclasas en la parte central de la sección de superficies de alteración; pequeños cristales de cuarzo; minerales de secundarios de alteración biotita, clorita con algunos microscópicas de carbonatos.

### Figura 31

*Fotomicrografía de la muestra MSR-DS01*

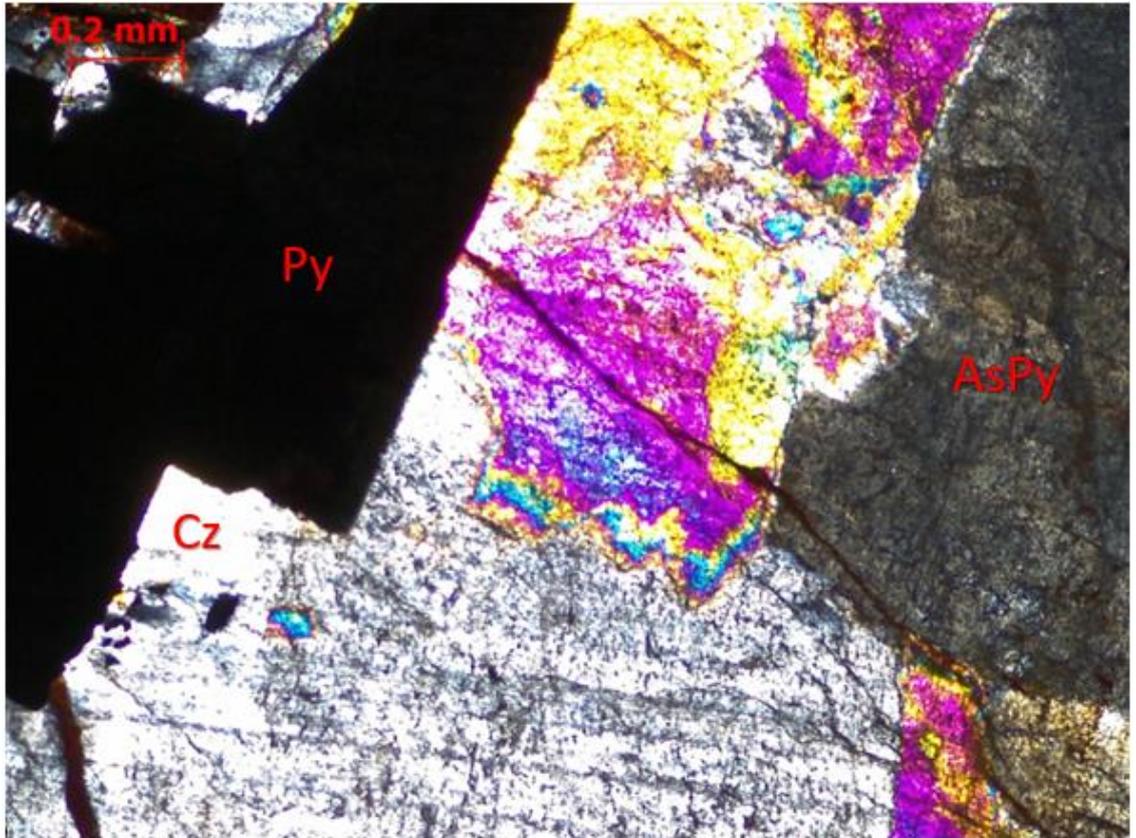


Nota. En la figura 31, Minerales laminares de foliados de biotitas, cloritas, moscovitas, que muestran la dirección del flujo de la solución mineralizante. Cristales de plagioclasas se encuentran bien alteradas a sericitas, caolinitas. Sección delga visto en luz polarizada.

### 5.1.7 Estudio minerográfico

**Figura 32**

*Fotomicrografía de la muestra MSR-SP02*

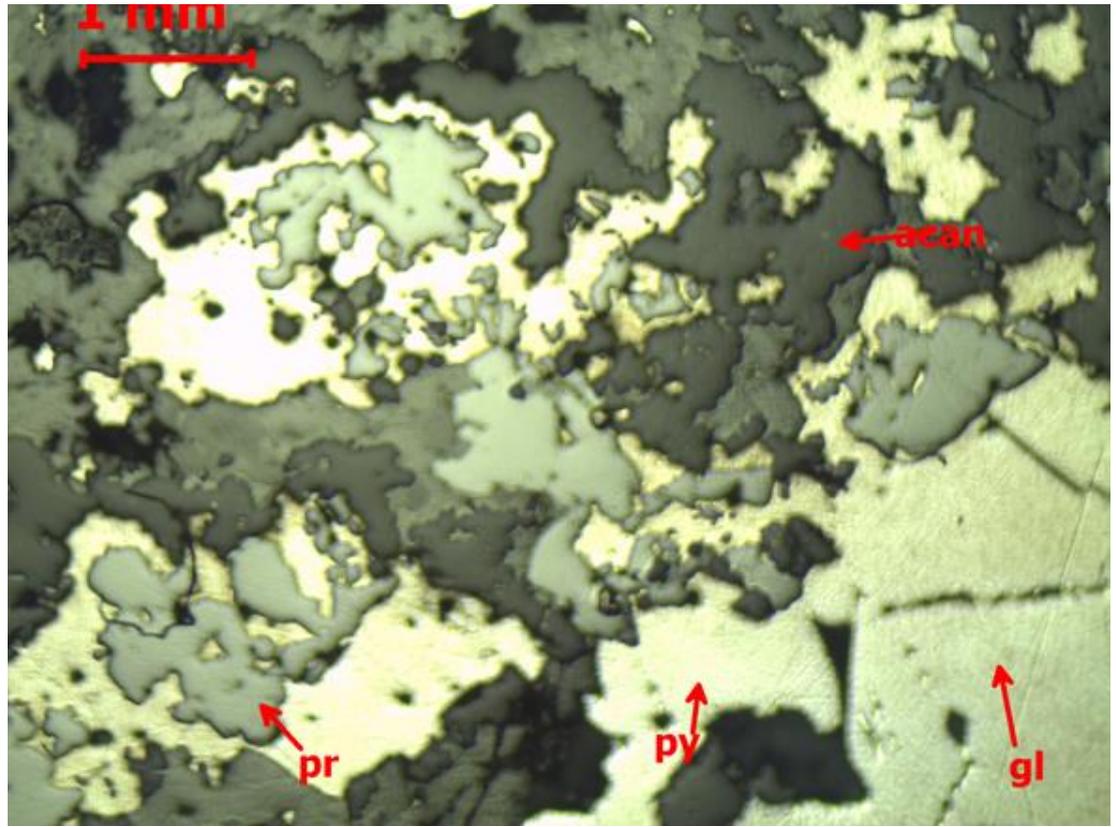


Nota. En la figura 32, que corresponde a la estructura mineralizada; se observa cristales idiomorfos de pirita, asociados con arsenopirita (AsPy), cuarzo (Cz) y minerales de alteración sericita, caolinitas y óxidos.

Sección pulida de la estructura principal en donde observan minerales de sulfuro primarios, secundarios; que se observan el orden de cristalización. Pirita (Py), calcopirita (Cpy), pirrotina (Po), colina y por cobre grises de color gris oscuros como se muestra en la figura 33.

### Figura 33

*Fotomicrografía de la muestra MSR-SP02*



La paragénesis observada sugiere una asociación de sulfuros metálicos, probablemente relacionada con la mineralización de un depósito hidrotermal o volcánico-sedimentario. La pirita (py) y la pirrotina (pr) forman parte de la primera etapa de mineralización, ya que son minerales comunes en las fases tempranas de la formación de depósitos sulfurados.

La presencia de galena (gl) y acanita (acan) sugiere un enriquecimiento posterior de los minerales, lo que indica la posibilidad de un proceso de zonación en la mineralización o un evento de formación posterior, se depositen durante las fases más tardías del sistema hidrotermal. Esta relación refleja una paragénesis en la que los minerales se forman en etapas sucesivas, cada una de las cuales está influenciada por cambios en las condiciones del sistema hidrotermal, como



temperatura.

La disposición de estos minerales y su relación mutua proporcionan información sobre la secuencia de cristalización y los posibles eventos geológicos que dieron lugar a la mineralización. En este caso, podría interpretarse que la galena y la acantita se formaron después de la pirita y la pirrotina, sugiriendo un sistema hidrotermal multievento.

**Tabla 5**

*Secuencia paragenética de la veta Santa Rosa*

| Minerales | Etapa 1 | Etapa 2 | Etapa 3 |
|-----------|---------|---------|---------|
| Pirrotita |         |         |         |
| Pirita    | ▪       |         |         |
| Galena    |         |         | ▪       |
| Acanthita |         |         |         |

## 5.2 ESTIMACION DE RESERVAS MINERALES DE LA VETA SANTA

### ROSA

Las reservas y recursos estimados en la Veta Santa Rosa, actualizados al 30 de junio de 2024, representan el primer cálculo de reservas para esta mina. Estos datos servirán como base para planificar su explotación futura o considerar una posible expansión de la producción.

Además de asegurar la continuidad operativa de la mina, estas reservas pueden facilitar la obtención de financiamiento externo, lo que permitiría invertir en la expansión o en la mejora de la operación mediante la adquisición de nuevos equipos para la mina, la planta, o la construcción de infraestructuras como una rampa de acceso.

### 5.2.1 Resultados de reservas

En veta Santa Rosa se estimaron 570.13 onzas de oro tanto en reservas probadas y probables con leyes de 1.012 Oz/Tn Au y ancho diluido de 0.24 m, esta veta tiene un aporte de 75 % de la producción total de la mina y un total 571.749 toneladas como se muestran la tabla 8. Está produciendo 30 toneladas por día, con el ritmo de producción actual, se estima que la vida útil de la mina sería de 1 año y 7 meses, sin considerar los recursos que no se incluyeron en las reservas debido a su inaccesibilidad.

En la siguiente tabla 9, se presentan las reservas calculadas de acuerdo con su nivel de certeza: las reservas probadas constituyen el 79 %, mientras que las reservas probables representan el 21%, para una recuperación de 503.681 zonas de oro fino con una ley de 0.98 Oz/Tn Au.

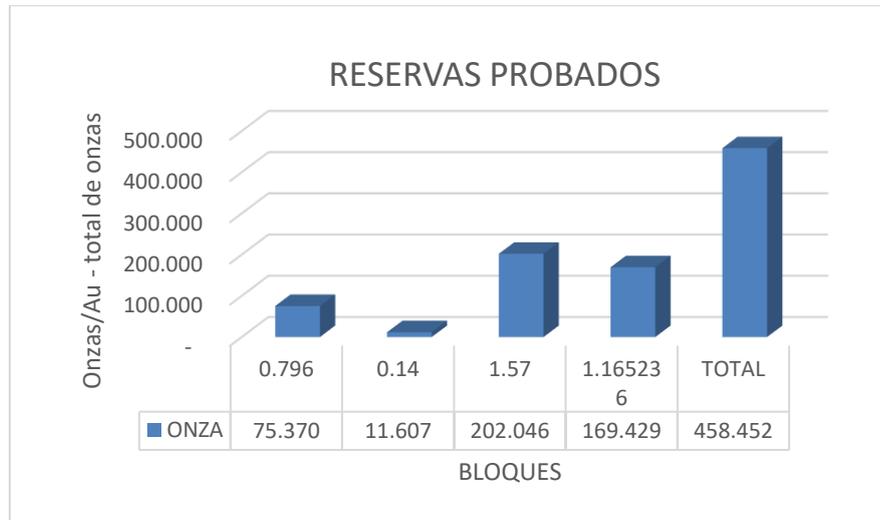
**Tabla 6**

*Resultado de las reservas probadas de los bloques de la veta Santa Rosa*

| <b>Categ</b>    | <b>Block</b> | <b>Long. (m)</b> | <b>Alto (m)</b> | <b>Anch (m)</b> | <b>Vol (m<sup>3</sup>)</b> | <b>Tipo Mineral</b> | <b>P. E</b> | <b>Onz Au/TN</b> | <b>ONZA</b>   |
|-----------------|--------------|------------------|-----------------|-----------------|----------------------------|---------------------|-------------|------------------|---------------|
| <b>PROVADAS</b> | block 01     | 15.3             | 9.2             | 0.25            | 35.33                      | Oxido + Sulfuro     | 2.68        | 0.78             | 75.37         |
|                 | block 02     | 9.04             | 18.3            | 0.18            | 30.94                      | Sulfuro             | 2.68        | 0.14             | 11.61         |
|                 | block 03     | 8                | 18.3            | 0.32            | 48.01                      | Oxido               | 2.68        | 1.57             | 202.10        |
|                 | block 04     | 15.09            | 15.67           | 0.19            | 45.42                      | Sulfuro             | 3.20        | 1.17             | 169.43        |
| <b>TOTAL</b>    |              | <b>47.43</b>     | <b>15.37</b>    | <b>0.24</b>     |                            |                     | <b>2.81</b> | <b>1.015</b>     | <b>458.45</b> |

**Figura 34**

*Reservas probadas de los 4 bloques de la veta Santa Rosa*



Nota. En la 34, muestra las reservas probadas de oro (Au) en distintos bloques, medido en onzas totales, la mayoría de las reservas están concentradas en los Bloques 3 y 4, con cantidades significativamente más altas en comparación con los Bloques 1 y 2. El Bloque 2 tiene las reservas más bajas, mientras que el Bloque 3 lidera en términos de cantidad total de onzas.

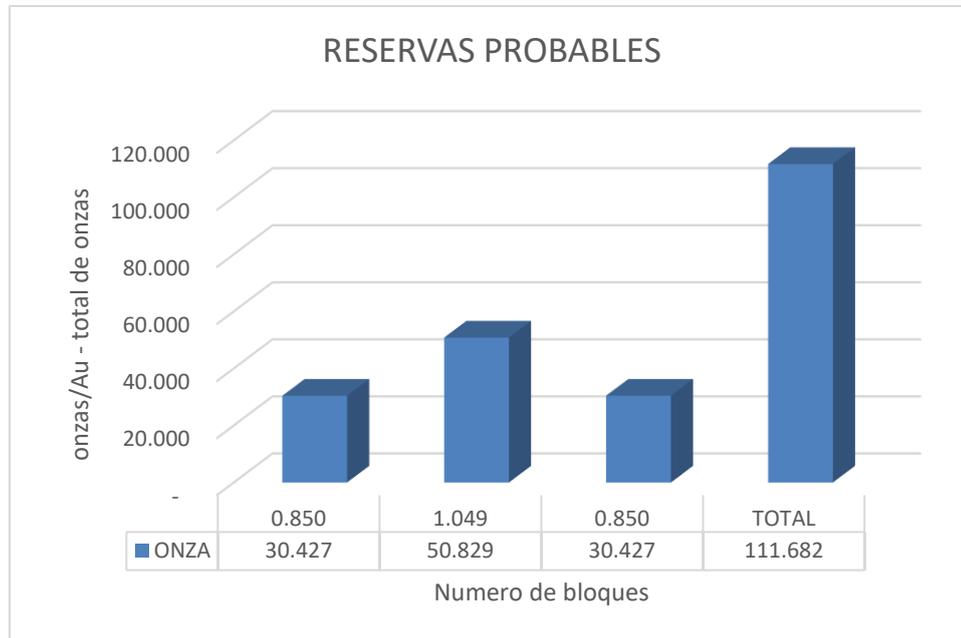
**Tabla 7**

*Resultado de las reservas probables de los bloques de la veta Santa Rosa*

| Categ        | Block | Long         | Alto        | Ancho       | Vol.         | Tipo Minera | P. E | Onz Au/TN   | ONZA          |
|--------------|-------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|------|-------------|---------------|
| PR           | block |              |             |             |              |             |      |             |               |
| OB           | 05    | 8.52         | 6.10        | 0.26        | 13.36        | Oxido       | 2.68 | 0.85        | 30.42         |
| AB           | block |              |             |             |              |             |      |             |               |
| LE           | 06    | 15.10        | 5.22        | 0.19        | 15.14        | Sulfuro     | 3.20 | 1.05        | 50.83         |
|              | block |              |             |             |              |             |      |             |               |
|              | 07    | 8.52         | 6.10        | 0.26        | 13.36        | Oxido       | 2.68 | 0.85        | 30.43         |
| <b>Total</b> |       | <b>32.14</b> | <b>5.81</b> | <b>0.24</b> | <b>41.86</b> |             |      | <b>1.00</b> | <b>111.68</b> |

**Figura 35**

*Reservas probables de los 4 bloques de la veta Santa Rosa*



Nota. En la figura 35, muestra las reservas probables de oro (Au) en distintos bloques, expresadas en onzas totales, el Bloque 2 contiene la mayor cantidad de reservas probables con un valor de más de 50,000 onzas, lo que lo convierte en el más prometedor para la explotación minera. Los Bloques 1 y 3 tienen cantidades idénticas de reservas probables, con 30,427 onzas cada uno. La combinación de los tres bloques da un total considerable de 111,682 onzas, lo que ofrece un panorama atractivo para la explotación futura, con el Bloque 2 siendo prioritario debido a su mayor cantidad de reservas.

**Tabla 8**

*Resultado de reservas probadas y probables en onzas de oro*

| <b>Categ.</b> | <b>Tn</b>      | <b>Ancho</b> | <b>Ley Oz Au/Tn</b> | <b>Onzas de Oro</b> |
|---------------|----------------|--------------|---------------------|---------------------|
| PROBADAS      | 451.689        | 0.240        | 1.015               | 458.45              |
| PROBABLES     | 120.060        | 0.240        | 1.000               | 111.68              |
| <b>TOTAL</b>  | <b>571.749</b> | <b>0.240</b> | <b>1.012</b>        | <b>570.13</b>       |

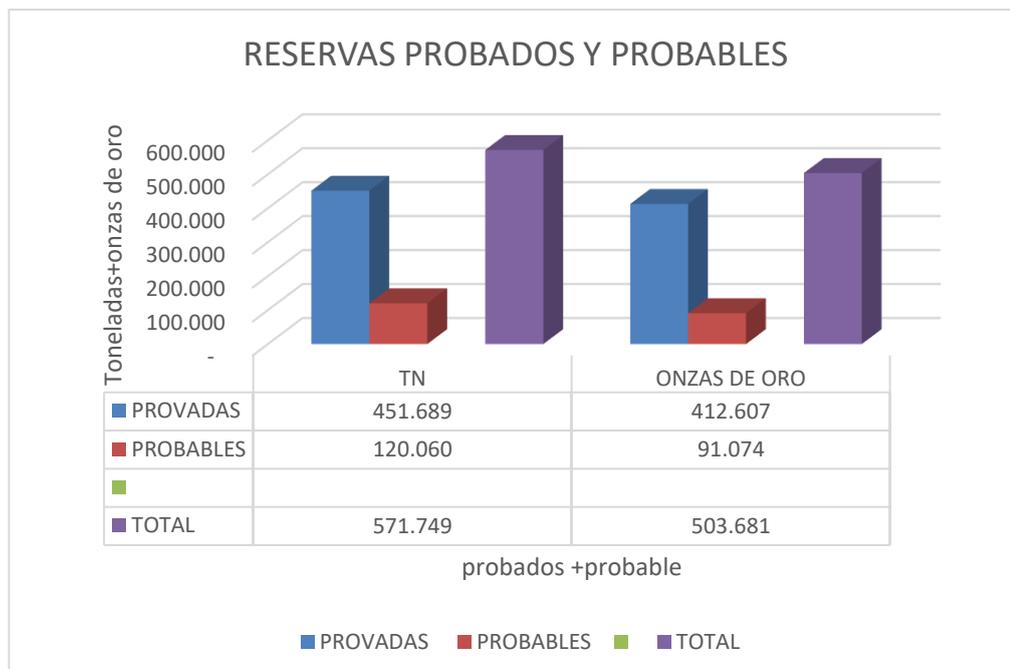
**Tabla 9**

*Resultado de reservas probadas y probables en onzas de oro en fino*

| <b>Categ.</b> | <b>Tn</b>      | <b>Ancho</b> | <b>Ley Oz Au/Tn</b> | <b>Onzas de Oro</b><br><b>Fino</b> |
|---------------|----------------|--------------|---------------------|------------------------------------|
| PROBADAS      | 451.689        | 0.240        | 1.015               | 412.607                            |
| PROBABLES     | 120.060        | 0.235        | 0.843               | 91.074                             |
| <b>TOTAL</b>  | <b>571.749</b> | <b>0.238</b> | <b>0.98</b>         | <b>503.681</b>                     |

**Figura 36**

*Reservas probados y probables del total de bloques de la veta Santa Rosa*



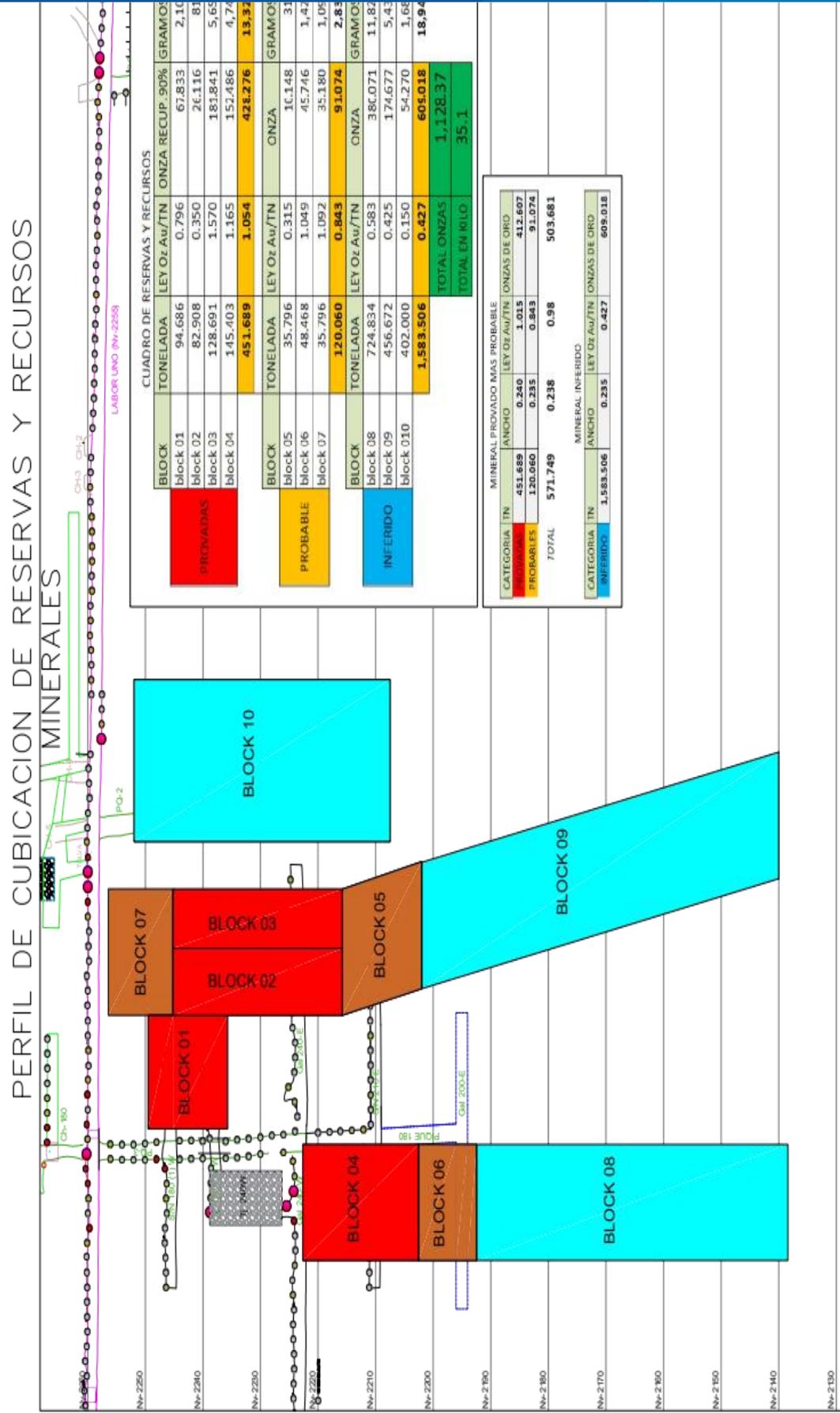
Nota. En la figura 36, muestra una comparación entre las reservas probadas



y probables de oro, expresadas tanto en toneladas (TN) como en onzas de oro. Las reservas probadas tanto en toneladas como en onzas de oro superan considerablemente a las reservas probables, lo que indica un alto grado de confianza en la cantidad de oro disponible en estas reservas. El total combinado de 571,749 toneladas y 503,681 onzas de oro fino ofrece una perspectiva alentadora en términos de la viabilidad de la explotación minera. La combinación de ambas categorías (probadas y probables) proporciona una imagen más completa de los recursos disponibles, siendo las reservas probadas las que representan el mayor valor económico.

**Figura 37**

*Mapa recursos y reservas minerales de veta Santa Rosa*



**Tabla 10**

*Resultado de las reservas inferidos de los bloques de la veta Santa Rosa*

| Categ.          | Block     | Long.        | Alto        | Ancho       | Vol.         | Tipo Mineral | P. E | Onz Au/TN    | Onza          |
|-----------------|-----------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|------|--------------|---------------|
| <b>INFERIDO</b> | block 08  | 15.10        | 100.        | 0.15        | 226.44       | Sulfuro      | 3.20 | 0.583        | 422.30        |
|                 | block 09  | 8.52         | 100         | 0.20        | 170.40       | Oxido        | 2.68 | 0.425        | 194.09        |
|                 | block 010 | 20.00        | 50          | 0.15        | 150.00       | Oxido        | 2.68 | 0.150        | 60.30         |
| <b>TOTAL</b>    |           | <b>43.60</b> | <b>83.3</b> | <b>0.17</b> | <b>54.84</b> |              |      | <b>0.427</b> | <b>676.69</b> |

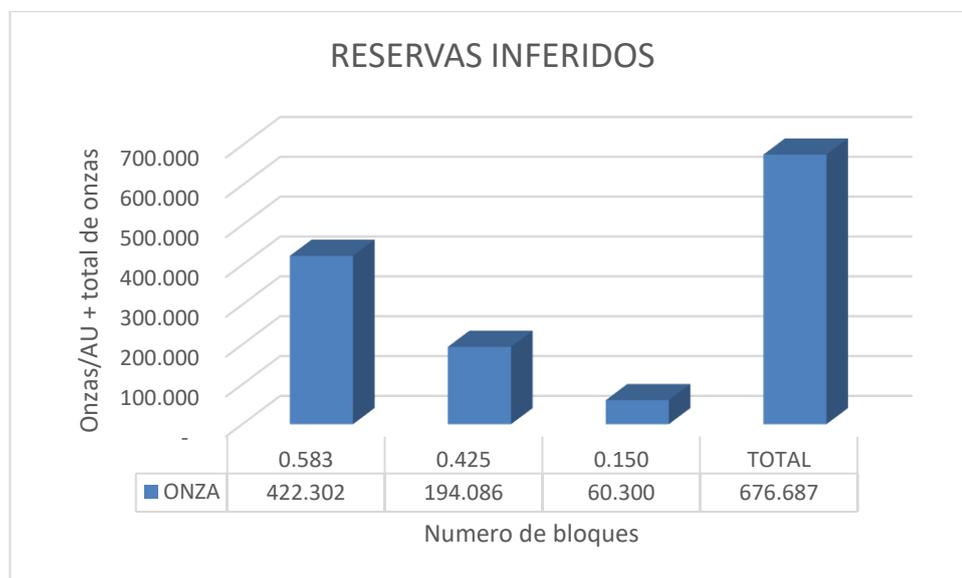
**Tabla 11**

*Resultado de mineral inferido de onzas de oro en fino*

| CATEGORIA | TN        | ANCHO | LEY Oz Au/TN | ONZAS DE ORO |
|-----------|-----------|-------|--------------|--------------|
| INFERIDO  | 1,583.506 | 0.17  | 0.427        | 676.69       |

**Figura 38**

*Reservas inferidas de los 3 bloques de la veta Santa Rosa*



Nota. En la figura 38, muestra las reservas inferidas de oro (Au) en diferentes bloques, expresadas en onzas totales. El Bloque 1 es el más prometedor, con más de 422,000 onzas de reservas inferidas, lo que lo convierte en el objetivo principal para una posible futura explotación. El Bloque 2, con casi 200,000 onzas, también es relevante,

aunque considerablemente más pequeño que el Bloque 1. El Bloque 3 tiene la menor cantidad de reservas inferidas, pero sigue siendo importante con más de 60,000 onzas. En conjunto, las 676,687 onzas de oro inferidas ofrecen un considerable potencial económico si se confirma la viabilidad de la extracción.

Este análisis sugiere que los bloques 1 y 2 deben ser priorizados en futuros estudios o exploraciones, mientras que el Bloque 3 podría representar una oportunidad menor pero aún valiosa.

Las reservas se pueden extender más 1583.506 toneladas con una ley de 0.235 Onza de Au por toneladas como mineral INFERIDO.

**Tabla 12**

*Resultado de mineral inferido de onzas de oro en fino*

| <b>CATEGORIA</b> | <b>TN</b> | <b>ANCHO</b> | <b>LEY Oz Au/TN</b> | <b>ONZAS DE ORO FINO</b> |
|------------------|-----------|--------------|---------------------|--------------------------|
| INFERIDO         | 1,583.506 | 0.235        | 0.427               | 609.018                  |

### **5.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

La caracterización mineralógica y geológica del yacimiento aurífero de la Veta Santa Rosa revela un sistema hidrotermal complejo, influenciado tanto por la litología intrusiva como por las estructuras tectónicas presentes en la zona.

El cartografiado geológico detallado ha permitido identificar y reconocer estructuras favorables para la mineralización, como las estructuras extensionales (dilatational jogs) y lazos sigmoides, lo que facilita la correlación entre diferentes niveles y la exploración de nuevas estructuras mineralizadas. La veta Santa Rosa es la estructura principal del sistema, a partir de la cual se desarrollan estructuras extensionales secundarias (dilatational jogs) de tipo Riedel y anti-Riedel de corto alcance. Entre estas, destaca la veta Santa Rosa ramal piso, una estructura de tipo "cola de caballo", por su alto



contenido mineralógico.

La zona de estudio está dominada por rocas intrusivas de composición diorítica, granodiorítica y gabrodiorítica, acompañadas por una serie de diques andesíticos. Estas rocas intrusivas han sido cortadas por fallas y fracturas que facilitan la circulación de fluidos hidrotermales, creando un ambiente propicio para la mineralización. La presencia de estos cuerpos intrusivos, en especial las dioritas con cuarzo, y su interacción con las estructuras tectónicas locales, influyeron en la formación de vetas auríferas.

Las vetas mineralizadas están asociadas a fallas transtensionales del tipo Riedel y anti-Riedel, que formaron clavos y lentes mineralizados en las zonas de mayor fracturación. Este tipo de estructuras favorece la concentración de mineralización en zonas específicas, lo que explica la ocurrencia de oro.

La paragénesis observada en el yacimiento sugiere un sistema hidrotermal multievento, en el cual los minerales se depositaron en diferentes fases a lo largo del tiempo. Los principales minerales de mena incluyen oro nativo, pirita, calcopirita, cuprita y covelita. La asociación de estos minerales indica que la mineralización está controlada por un sistema mesotermal, con una secuencia de cristalización que involucra sulfuros como pirita y pirrotina en las primeras etapas, seguidos por enriquecimientos supergénicos de cobre y oro en fases posteriores.

El tipo de mineralización en rosario, caracterizado por la disposición de minerales en lentes o clavos a lo largo de las vetas, es un patrón común en depósitos hidrotermales y sugiere una alta variabilidad en la concentración de minerales valiosos a lo largo del yacimiento.

Las alteraciones hidrotermales observadas, como las alteraciones argílica y propilítica, están estrechamente asociadas a la presencia de fluidos mineralizantes. Estas



alteraciones proporcionan una valiosa información sobre las condiciones en las que los minerales fueron depositados. En este caso, la presencia de sericita, clorita y epidota indica que los fluidos responsables de la mineralización tenían una temperatura y composición química capaces de generar estos minerales secundarios.

Las vetas muestran zonas con texturas bandeadas crustificadas y brechas, características de la formación de vetas hidrotermales en zonas de alta presión tectónica y baja permeabilidad. Las aureolas de alteraciones alrededor de las vetas también sugieren una interacción significativa entre los fluidos mineralizantes y las rocas encajonantes.

Segun Martell (2021) los resultados que obtuvo en la veta Filomena se ha estimado un total de 111,808 toneladas métricas secas (TMS) con leyes de 0.53 onzas por tonelada corta (Oz/Tc) de oro y 0.80 onzas por tonelada corta (Oz/Tc) de plata, considerando un ancho diluido de 0.88 metros. Esta veta contribuye con el 80% de la producción total de la mina, mientras que la veta Santa Rosa aporta el 20% restante. Actualmente, la veta Filomena produce 2,600 TMS al mes, y, manteniendo este ritmo de producción, la vida útil de la mina sería de 3.5 años, sin considerar los recursos indicados que no se han convertido en reservas debido a problemas de accesibilidad.

Las reservas y recursos estimados en la Veta Santa Rosa hasta el 30 de junio de 2024 revelan un potencial significativo para la explotación minera, con un total de 571,749 toneladas y 503,681 onzas de oro. Las reservas probadas representan una base sólida para asegurar la viabilidad operativa de la mina y abrir oportunidades de financiamiento externo. La identificación de bloques claves con altos rendimientos, especialmente en los bloques 3 y 4, subraya la importancia de priorizar estos y otros recursos inferidos para maximizar la producción y facilitar una posible expansión. A medida que se planea el futuro de Veta Santa Rosa, es crucial no solo capitalizar las



reservas actuales, sino también invertir en la exploración de las áreas inferidas, garantizando así un camino hacia un crecimiento sostenible y rentable en el sector minero



## VI. CONCLUSIONES

- Según la caracterización geológicas encontrados en la Veta Santa unidad minera Santa Filomena, su litología predominante son los intrusivos del complejo Santa Rita, encontrando cuarzodioritas y granodioritas, acompañado de diques andesíticos y junto con las fallas transtensionales, permitieron la circulación de fluidos Mineralizantes.
- El comportamiento estructural tiene una orientación N115° y buzamiento: 57°NE, los minerales de mena: oro nativo, pirita, cuprita, calcopirita, bornita y covelina, las alteraciones hidrotermales que predominan son la argílica y Propilítica. La paragénesis indica múltiples eventos de mineralización y la secuencia observada, comenzando con pirita y pirrotina, y continuando con la posterior aparición de galena y acantita.
- En la veta Santa Rosa se estima reserva mineral probadas y probables que suman un total de 571,749 toneladas y 570.13 onzas de oro con una ley de 1.012 Oz/Tn Au y ancho diluido de 0.24 m, de las cuales 503,681 representa onzas de oro fino con una ley de 0.98 Oz/Tn Au. Mientras los recursos inferidos suman un total de 1,583.506 toneladas y 676.69 onzas de oro con una ley de 0.427 Oz/Tn Au y ancho diluido de 0.17 m, de las cuales 609.018 representa onzas de oro fino.



## VII. RECOMENDACIONES

- Realizar perforación diamantina en interior mina en los niveles inferiores en relación a los clavos mineralizado ya encontrado, entorno a las fallas que controlan la mineralización y también en la zona este del pique N° 02 y de esta manera se incrementara las reservas de mineral y extender la vida de la mina.
- Implementar e incorporar un software adecuado para el modelado geológico del yacimiento para que posibilite una estimación de reservas utilizando métodos modernos geoestadísticos.



## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro, M. (2002). Introducción al muestreo minero. *Instituto de ingenieros de minas de Chile*.
- Alfaro, S. (2007). *Estimación de Recursos Mineros*.
- An, W. C. (2020). *Ideal Element Distribution Pattern and Characteristics of Primary Halo in the Fault-Controlled Ore Zone of the Yidinan Gold Deposit*. Gansu, China. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s11053-020-09646-y>
- Arribas, J. A. (1995). Characteristics of high-sulfidation epithermal deposits, and their relation to magmatic fluid. *Mineralogical Association of Canada Short Course*, 23, 419-454.
- Betejtin, A. (1975). *Curso de Mineralogía*. (2da ed.). Moscú, Rusia: "MIR". Obtenido de 1975.
- Buchanan, L. (1981). Precious metal deposits associated with volcanic environments in the south west. Arizona. *Geological Society Digest*, 237-262.
- Camprubí, A., & Albinson, T. (2007). *Epithermal deposits in México - Update of current knowledge, and an empirical reclassification* (Geology of México: Celebrating the Centenary of the Geological Society of México ed.).
- Cobbing, E., & Moore, C. (1984). *The geology of the granitoids rocks and their envelope in Coastal Peru, Sheet 2. British Geological Survey. 1*.
- Corbett, G., & Leach, T. (1998). Controls of hydrothermal alteration and mineralization. *Society of Economic Geologist*, 69-82.
- Dávila, B. J. (2011). *Diccionario Geológico* (3ra ed.). INGEMMET.
- Davis, G., & Reynolds, S. (1996). *Structural geology of rocks and regions*. (N. Wiley, Ed.)
- Díaz, G., & Milla, D. (2001). *Mapa geológico del cuadrángulo de Jaqui, hoja 31-ñ, escala 1:100 000*. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico., Lima.
- Evans, A. (1993). *Ore geology and industrial minerals*, 3ra. Obtenido de Blackwell Scientific.
- Garcés, H. (1984). *Geología Económica de los Yacimientos Minerales*. Medellín – Colombia: Clave.
- Goldfarb, R., Groves, D., & Gardoll, S. (2001). Orogenic gold and geologic time: a global. *Ore Geology Reviews*, 18, 1-75.
- Groves, D., Goldfarb, R., Gebre-Mariam, M., Hagerman, S., & F., R. (1998). Orogenic gold deposits: A proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship of the gold deposit types. . *Ore Geology Reviews*, 13(1), 7-27.
- HUANG, W. (1968). *PETROLOGÍA*. Unión tipográfica Editorial Hispano Americana.
- HUFFINGTON, S. (1990). *YACIMIENTOS HIDROTERMALES*. . Obtenido de <https://slidetodoc.com/yacimientos-hidrotermales-radley-huffington-salas-depsitos-hidrotermales-los/>
- Jiménez, H. A. (2011). Mineralización de oro en el complejo Oaxaqueño, sur de México. [Tesis Postgrado]. Universidad de Chile. Obtenido de Universidad de Chile: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/102561>
- Laurence, R. (2004). Introduction to ore-forming processes.
- Lindgren, W. (1911). *Mineral Deposits*. (McGraw-Hill, Ed.)
- Mamani, H., & Enrique, L. (2017). *Caracterización geológica, mineralógica y geoquímica de las alteraciones presentes en la concesión Julissa 2A Yanaquihua-Condesuyos-Arequipa*. Obtenido de En Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4446>



- Martell, A. S. (2021). *Estimación de reservas minerales de oro y plata de la veta filomena – sancos – lucanas - ayacucho*. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Melo, C. F. (2018). *Geología y mineralización del cuerpo mascota en el yacimiento Yauricocha - Sociedad Minera Corona S.A. Lima - Yauyos*. Universidad Nacional del Altiplano. Obtenido de Universidad Nacional del Altiplano: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/18504>
- Mukasa, S. (1986). ircon U-Pb ages of super-units in the Coastal batholith, Peru: Implications for magmatic and tectonic processes. *Geological Society of America Bulletin*, 97(2), 241-254. doi:[https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1986\)97<241:ZUAOSI>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1986)97<241:ZUAOSI>2.0.CO;2)
- Olchanski, E. (1980). Geología de los cuadrángulos de Jaqui, Coracora, Chala y Chaparra. Hojas: 31-ñ, 31-o, 32-ñ, y 32-o. *Carta Geológica Nacional*. INGEMMET, Lima. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12544/153>
- Oyarzun, R. (2011). *Introducción a la geología de minas* (GEMM ed.). Madrid, España.
- Quispe, E. B. (2017). *Características geológicas y posibilidades de profundización de la Veta Lola – Mina Poderosa – Pataz - La Libertad*. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4687>
- Quispe, J., Carlotto, V., Acosta, J., Macharé, J., Chirif, H., Rivera, R., . . . Rodríguez, R. (2008). *Mapa metalogénico del Perú*. Soc. Geol. Perú.
- Quispe, P. A. (2019). *Características geológicas para la selección de métodos de extracción del circuito Esperanza en la mina Aguada-Carabaillo Lima*. Obtenido de Universidad Nacional del Altiplano.
- Ramírez, C. A., & Portilla, E. U. (2006). CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA y MINERALÓGICA DEL YACIMIENTO LA TOSCA (VETAS, SANTANDER, COLOMBIA): IMPLICACIONES PARA EL PROCESAMIENTO MINERAL DE LAS MENAS AUROARGENTÍFERAS. *Boletín de Geología*, 28(2), 63-76. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/3496/349631992004.pdf>
- Rivera, M. H. (2011). *Introducción a la geoquímica general y Aplicada* (2da ed.). Lima, Perú: Megabyne.
- Ruiz, D. (2010). *Aplicación de Software libre para la Estimación de Recursos y para*. Obtenido de Tesis Ing. Min Piura –Perú.
- Santos, A., Guo, W., Tassinari, C., Soberón, D., & Ccallo, W. (2016). *Geocronología U-Pb sobre zircones en la contrastación de la evolución espacial-temporal del magmatismo y la metalogenia del Batolito de la Costa “Segmento Arequipa*. Sociedad Geológica del Perú, Lima.
- Sillitoe, R. (1993). Epithermal models: Genetic types geometrical controls and shallow features. (R. Kirkham, W. Sinclair, R. Thorpe, & J. Duke, Edits.) *Geological Association of Canada*, 403-417.
- Sillitoe, R. H., & Hedenquist, J. W. (2003). *Linkages between Volcanotectonic Settings, Ore-Fluid Compositions, and Epithermal Precious Metal Deposits* (Volcanic, Geothermal, and Ore-Forming Fluids: Rulers and Witnesses of Processes within the Earth ed., Vol. 10).
- Tumialán, d. I. (2003). *Compendio de Yacimientos Minerales del Perú*. Obtenido de Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geología, Minera,.
- Vega, A. (2003). *Cálculo de reservas de la veta Paraíso Mina Paraíso – Distrito Ponce Enríquez*. Obtenido de Tesis Ing. Geol. Guayaquil, Ecuador. ESPOL. Pág. 70 – 71.
- Vilca Diaz, B. G. (2018). Geología económica de las vetas de la zona de mineralización Gisela de la mina Esperanza, Caraveli- Arequipa. [Tesis de pregrado].



Universidad Nacional del Altiplano, Puno. Obtenido de  
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/17986>

White, N., & Hedenquist, J. (. (1990). Epithermal environments and styles of mineralization: variations and their causes, and guidelines for exploration. *Journal of Geochemical Exploration*, 36(1-3), 445-474.

Woodcock, N., & Fischer, M. ( 1986). Strike-slip duplexes. *Journal of Structural Geology* 8 (7), 725-. *Journal of Structural Geology*, 8(7), 725-735.



## ANEXOS



### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo RICARDO HUARILLOLLA AYQUE  
identificado con DNI 44258971 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA GEOLOGICA

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación para la obtención de  Grado  
 Título Profesional denominado:

" CARACTERIZACION GEOLOGICA Y MINERALOGICA DEL YACIMIENTO

AURIFERO DE LA VETA SANTA ROSA UNIDAD MINERA SANTA FILUMENA -SANCOS

" Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 02 de Diciembre del 20 24

FIRMA (obligatoria)



Huella



## AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo RICARDO HUANILLOLLI AYQUE  
identificado con DNI 44258971 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado  
Ingeniería Geológica

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación para la obtención de  Grado

Título Profesional denominado:

"Caracterización Geológica y mineralógica del yacimiento aurífero de la Veta Santa Rosa Unidad minera Santa Filomena - Saucos"

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 01 de Diciembre del 2024

  
FIRMA (obligatoria)



Huella