

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD
DEL CUSCO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA MINAS Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**



TESIS

**ESTIMACION DE RESERVAS DEL MINERAL DE ORO POR EL METODO
CONVENCIONAL EN LOS NIVELES 9 y 10 DE LA VETA SANTA ROSA,
COMPAÑIA MINERA SOTRAMI S.A. - SANCOS - LUCANAS - AYACUCHO**

PRESENTADO POR:

BACH. DANIEL CHILO YUCRA

BACH. HUGO CCAHUANA HUAMANI

**PARA OPTAR EL TITULO
PROFESIONAL DE INGENIERO
GEOLOGO**

ASESOR:

ING. JORGE HENRRY CUENCA SANCHEZ

CUSCO – PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, Asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: "Estimación de Reservas del Mineral de Oro por el Método Convencional en los Niveles 9 y 10 de la Veta Santa Rosa, Compañía Minera Sotrami S.A. - Sanjos - Lucanas - Ayacucho."

presentado por: Daniel Chilo Yucra con DNI Nro.: 72009866 presentado por: Hugo Cahuana Huamani con DNI Nro.: 47946791 para optar el título profesional/grado académico de Ingeniero Geólogo.

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 10%.

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

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 25 de Enero de 2024.

Firma
Post firma: JORGE HENRY CUENCA SANCHEZ.

Nro. de DNI: 23985778

ORCID del Asesor: 0000-0003-4669-0863

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:313467740

NOMBRE DEL TRABAJO

Estimacion de Reservas del mineral de oro por el metodo convencional en los Niveles 9 y 10 de la Vet

AUTOR

Ccahuana H.- Chilo D.

RECUENTO DE PALABRAS

29359 Words

RECUENTO DE CARACTERES

159557 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

137 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

4.9MB

FECHA DE ENTREGA

Jan 25, 2024 10:16 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jan 25, 2024 10:18 PM GMT-5

● 10% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 10% Base de datos de Internet

● Excluir del Reporte de Similitud

- Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- Material bibliográfico
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de trabajos entregados
- Coincidencia baja (menos de 30 palabras)

AGRADECIMIENTO

A Dios todo poderoso por apoyarnos en cada etapa de nuestras vidas y culminar con este proyecto satisfactoriamente.

A nuestro Asesor de tesis Ing. Jorge Henry Cuenca Sánchez por su incondicional apoyo y por todas las enseñanzas impartidas.

A nuestra casa de estudios Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco y nuestra escuela profesional Ingeniería Geológica por brindarnos todo el conocimiento.

A la empresa Minera Sotrami S.A. por darnos la oportunidad de desenvolvemos como profesional y autorizarnos para el uso de los datos de esta tesis.

Los autores.

DEDICATORIAS

A mi Madre y Padre María Huamani Oviedo e Ysaias Ccahuana Chahua por su gran apoyo incondicional y brindarme su valioso tiempo durante todo el transcurso de mi vida universitaria.

A mis hermanos, Julian, Mercedes, Patricia, Reynaldo y Marco A. que con su gran apoyo lograron que hoy sea profesional y por preocuparse siempre por su hermano.

Hugo Ccahuana Huamani

A Dios por otorgarme vida, salud y por haberme guiado a lo largo de mi vida profesional.

A Noemí, mi esposa, así como a mis padres Benigno y Eulogia por sus valiosos principios, sabios consejos y su apoyo inquebrantable durante mi proceso de formación personal y profesional.

Un reconocimiento especial a mis amigos, quienes han sido un pilar fundamental en mi formación profesional. Su apoyo mutuo ha sido invaluable a lo largo de este camino.

Daniel Chilo Yucra

INDICE GENERAL

LISTA DE TABLAS	1
LISTA DE FIGURAS	3
LISTA DE ACRONIMOS	5
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
CAPITULO I.....	9
ASPECTOS GENERALES.....	9
1.1. Introducción.....	9
1.2. Ubicación	11
1.2.1. Ubicación Política.....	11
1.2.2. Ubicación Geográfica.....	11
1.3. Planteamiento del problema	13
1.3.1. Definición del problema.....	13
1.3.2. Formulación del problema general.....	14
1.3.3. Formulación de los problemas específicos	14
1.3.4. Justificación e importancia.....	14
1.4. Objetivo	15
1.4.1. Objetivo general	15
1.4.2. Objetivos específicos.....	15
1.4.3. Hipótesis general.....	15
1.4.4. Hipótesis específicas	15
1.5. Marco teórico	16
1.5.1. Antecedentes internacionales	16
1.5.2. Antecedentes nacionales.....	16
1.5.3. Antecedentes locales	17

1.5.4. Bases Teóricas.....	19
1.5.5. Metodología de Estimación	24
1.6. Variables e indicadores.....	28
1.6.1. Variables	28
1.7. Metodología de la Investigación.....	30
1.7.1. Enfoque de la investigación.....	30
1.7.2. Alcance de la Investigación	30
1.7.3. Diseño de la Investigación	30
1.8. Universo	30
1.9. Técnicas	31
1.10. Metodología del Trabajo.....	32
1.10.1. Etapa de gabinete preliminar:	32
1.10.2. Etapa de campo:.....	32
1.10.3. Etapa de gabinete final:	32
1.11. Recolección de Datos, uso de materiales y procesamiento de datos	33
1.11.1. Instrumentos de recolección de datos.....	33
CAPITULO II.....	35
GEOMORFOLOGÍA.....	35
2.1. Geomorfología Regional.....	35
2.1.1. Faja Litoral.....	35
2.1.2. Cadena Costanera (M-Cc).....	35
2.1.3. Peneplanicie Costanera.....	36
2.1.4. Peneplanicie Subandina.....	36
2.1.5. Cadena Andina.....	36
2.1.6. Pampa de Parinacochas.....	37
2.1.7. Lomadas Andinas.....	37

2.1.8. Valles Transversales.....	37
2.2. Geomorfología Local.....	40
2.2.1. Agentes y factores del modelamiento geomorfológico	40
2.2.2. Unidades geomorfológicas	41
CAPITULO III.....	45
GEOLOGIA	45
3.1. Geología Regional	45
3.1.1. Complejo Bella Unión	45
3.1.2. Dacita Molles	45
3.1.3. Súper Unidad Linga.....	46
3.1.4. Súper Unidad Pampahuasi.....	46
Súper Unidad Incahuasi.....	47
3.1.5. Súper Unidad Tiabaya.....	47
3.1.6. Complejo Santa Rita	48
3.1.7. Intrusivos Cenozoicos	48
3.2. Geología Local.....	50
3.2.1. Complejo Santa Rita	50
3.2.2. Super Unidad Incahuasi	50
3.2.3. Super unidad Tiabaya.....	51
3.2.4. Diques	52
3.2.5. Depósitos recientes del Cuaternario	53
CAPITULO IV	56
GEOLOGIA ESTRUCTURAL	56
4.1. Tectonismo	56
4.1.1. Características Estructurales.....	56

4.2. Fallas regionales.....	57
4.3. Sistema de fallas locales	57
4.4. Sistema de Diques.....	58
CAPITULO V	60
GEOLOGÍA ECONÓMICA Y MINERALIZACIÓN	60
5.1. Geología económica del batolito de la costa: Franja Nazca – Ocoña.....	60
5.1.1. Ubicación de la veta Santa Rosa en las franjas metalogenéticas del Perú	
	61
5.2. Mineralización en la Zona de Estudio	63
5.2.1. Características de la mineralización.....	63
5.2.2. Mineralización en Las vetas	63
5.3. Estructuras mineralizadas	63
5.3.1. Veta Santa Filomena	63
5.3.2. Veta Santa Filomena Sur	65
5.3.3. Veta Santa Rosa.....	65
5.3.4. Veta Ramal Santa Rosa 1	66
5.3.5. Veta Ramal Santa Rosa 2	67
5.3.6. Veta Santa Rosa Norte.....	67
5.3.7. Veta Perseguida	68
5.3.8. Veta Rene	68
5.3.9. Veta Perdida	69
5.3.10. Veta Nazareno	70
5.3.11. Veta San Jorge.....	71
5.3.12. Veta San Juan.....	71
5.3.13. Veta San Juan 1	72
5.3.14. Veta San Juan 2.....	72

5.3.15.	Veta Lucas.....	73
5.3.16.	Veta Torres	73
5.3.17.	Veta San José.....	74
5.3.18.	Veta Bolívar	75
5.3.19.	Veta Aurora	75
5.3.20.	Veta Lady.....	76
5.3.21.	Veta Española.....	76
5.3.22.	Veta Raúl.....	77
5.3.23.	otras estructuras mineralizadas dentro de la concesión filomena	78
5.4.	Resumen de vetas con valores geoquímicos máximos.....	78
5.5.	Mineralización en vetillas.....	80
5.6.	Mineralización en Cuerpos tipo Stock Work	80
5.6.1.	Alteración hidrotermal	80
CAPITULO VI.....		83
COMPONENTES DE ESTIMACIÓN DE RESERVAS Y RECURSOS		83
6.1.	Reservas Minerales	83
6.2.	Clases de Reservas Minerales Según la Certeza.....	83
6.2.1.	Reserva Mineral Probado.....	83
6.2.2.	Reserva Mineral Probable.....	88
6.3.	Clases de Reservas Minerales Según el Valor.....	91
6.3.1.	Reserva Mineral de Mena	91
6.3.2.	Reserva Mineral Marginal	91
6.4.	Clases de Reservas Minerales Según la Accesibilidad.....	92
6.4.1.	Reserva Mineral Accesible	92
6.4.2.	Reserva Mineral Eventualmente Accesible	92
6.5.	Recurso Mineral.....	92

6.5.1. Recurso Mineral Medido.....	93
6.5.2. Recurso Mineral Indicado.....	94
6.5.3. Recurso Mineral Inferido (Prospectivo, Posible)	94
6.6. Minerales que no se Consideran Reservas y Recursos	94
6.6.1. Según la Certeza.....	94
6.6.2. Mineral Potencial	95
6.6.3. Según el Valor.....	98
6.6.4. Según la Accesibilidad	98
6.7. Simbología del Inventario de Minerales	99
6.8. Cálculo de Leyes Mínimas Explotables y Equivalentes	99
6.9. Bloqueo de Mineral.....	100
6.9.1. Información Necesaria para Determinación de Mineral.....	100
6.10. Dimensionamiento de los bloques.....	102
6.11. Cálculo de Ley y Tonelaje de los Bloques de Mineral.....	103
6.11.1. Peso Específico y factor de tonelaje.....	103
6.11.2. Corrección de área.	104
CAPITULO VII	106
ESTIMACIÓN DE RESERVAS – VETA SANTA ROSA.....	106
7.1. Producción histórica en la minera SOTRAMI S.A.....	106
7.2. Reservas estimadas	107
7.3. Criterios para el cálculo de reservas	112
7.4. Resultados de reservas	113
CAPITULO VIII	116
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD (QA/QC).....	116
8.1. MUESTREO	116
Procedimiento de Muestreo	116

Verificación del Programa de Análisis.....	117
8.2. Análisis y preparación de muestras	120
8.2.1. Protocolo de Análisis del Laboratorio de la Mina.....	120
8.2.2. Análisis en Laboratorio Certimin S.A.....	122
8.3. Discusión de QA/QC.....	122
CONCLUSIONES.....	123
RECOMENDACIONES	125
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	126
ANEXOS	129

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Coordenadas UTM de la veta santa rosa, MINERA SOTRAMI SA.....	11
Tabla 2 Acceso hacia la zona de estudio.....	13
Tabla 3 Operacionalización de variables.	29
Tabla 4 Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Sta. Filomena	64
Tabla 5 Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Sta. Rosa.....	66
Tabla 6 Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Sta. Rosa 1 ...	66
Tabla 7 Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Sta. Rosa 2...	67
Tabla 8 Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Sta. Rosa Norte	68
Tabla 9 Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Perseguida ...	68
Tabla 10 Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Rene.....	69
Tabla 11 Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Perdida.....	70
Tabla 12 Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Nazareno....	70
Tabla 13 Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta San Jorge ...	71
Tabla 14 Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta San Juan.....	72
Tabla 15 Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta San Juan 1..	72
Tabla 16 Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Sta. San Juan 2	72
Tabla 17 Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Lucas	73
Tabla 18 Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Torres.....	74
Tabla 19 Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta San José	74
Tabla 20 Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Bolívar	75
Tabla 21 Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Aurora.....	76
Tabla 22 Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Lady	76
Tabla 23 Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta española.	77
Tabla 24 Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Raúl	77
Tabla 25 Valores Geoquímicos máximos de Au, Ag, Cu, Pb, Zn, en las diferentes vetas	79
Tabla 26 Resultados de gravedad específica de mineral.....	103
Tabla 27 Balance histórico de reserva, producción y avances.....	107

Tabla 28 Resumen de reservas de la Santa Rosa en los Niveles 9 y 10. (Mena + Marginal)	108
Tabla 29 Reservas probadas por Block veta Santa Rosa en los Niveles 9 y 10.....	109
Tabla 30 Reservas probables por Block Santa Rosa en los Niveles 9 y 10	110
Tabla 31 Resumen de mineral submarginal y baja ley – Veta Santa Rosa en los Niveles 9 y 10.....	111
Tabla 32 Mineral submarginal y baja ley – Veta Santa Rosa en los Niveles Inferiores 9 y 10.....	111
Tabla 33 Resumen de reservas probadas por tajos, subniveles, chimeneas y galerías de la veta Santa Rosa.....	112
Tabla 34 Resumen de reservas probables por tajos, subniveles, chimeneas y galerías de la veta Santa Rosa.....	112
Tabla 35 Resumen de reservas de la veta Santa Rosa (mena + marginal).....	114
Tabla 36 clasificación según su valor, accesibilidad.	114
Tabla 37 Muestras enviadas a laboratorio Certimin S.A.	118
Tabla 38 Comparativo de pulpas Sotrami S.A. & Certmin S.A.	119

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de ubicación de la zona de estudio.	12
Figura 2 Ley de corte vs Tonelaje	23
Figura 3 Dos puntos a la distancia vectorial h (Isaaks & Srivastava, 1989).....	26
Figura 4 Volumen a estimar (Isaaks & Srivastava, 1989).	27
Figura 5 La metodología tradicional de estimación (Journel & Huijbregts, 1978).	28
Figura 6 Plano de geomorfología regional.	39
Figura 7 se observa valle en tipo V ocasionado por la erosión fluvial (mirando de Norte al sur).	42
Figura 8 Plano de geomorfología local.....	44
Figura 9 Plano de geología regional	49
Figura 10 Diorita biotítica de grano medio. Nv 09 Veta Santa Rosa (a 300m al Este del pique esperanza).....	51
Figura 11 monzogranito característico de la super unidad Tiabaya.	52
Figura 12 Contacto entre dique andesítico y diorita. Nv 09 veta Santa Rosa (a 250m al oeste del pique esperanza).	53
Figura 13 Depósitos aluviales de arena, sedimento y grava. E: 577515; N: 8302514. ...	53
Figura 14 Plano de geología local.....	54
Figura 15 sección transversal de geología local	55
Figura 16 falla normal en el SN 1039E, Nv. 10 veta Santa Rosa.....	58
Figura 17 Mapa de geología estructural	59
Figura 18 ubicación de la veta Santa Rosa en la franja metalgenética del Perú.....	62
Figura 19 vista en perfil de las principales vetas dentro de la concesión de sotrami SA. 82	
Figura 20 Determinación de altura de bloque en base a su longitud (Mayta & Mesa, 2010).	84
Figura 21 Delimitación de bloque que limitan con más de 1 labor (Mayta & Mesa, 2010).	85
Figura 22 Delimitación de bloques para más de una labor (Mayta & Mesa, 2010).	86
Figura 23 Delimitación de bloque para más de una labor (Mayta & Mesa, 2010).....	86
Figura 24 Delimitación de bloques cuando hay sondajes (Mayta & Mesa, 2010).	87

Figura 25 Delimitación de bloques con más de una labor y sondajes (Mayta & Mesa, 2010).	88
Figura 26 Delimitación de bloques de acuerdo a la distribución de los sondajes y afloramientos (Mayta & Mesa, 2010).	89
Figura 27 Delimitación de bloques a partir de afloramientos y sondajes (Mayta & Mesa, 2010).	90
Figura 28 Relación general entre resultados de exploración, mineral y reservas de mineral modificado de (JORC, 2004).	93
Figura 29 Determinación de bloque a partir de otras estructuras mineralizadas y/o anomalías (Mayta & Mesa, 2010).	96
Figura 30 Determinación de bloque a partir de otras estructuras mineralizadas y/o anomalías (Mayta & Mesa, 2010).	97
Figura 31 Simbología para realizar el inventario de minerales (Mayta & Mesa, 2010).	99
Figura 32 Ley de corte	107
Figura 33 Ley de corte	108
Figura 34 plano de reservas y recursos de la veta santa rosa de los niveles 9 y 10	115
Figura 35 Comparativo de leyes de oro analizados en laboratorio de Sotrami y Certimin.	120

LISTA DE ACRONIMOS

SOTRAMI: sociedad de trabajadores mineros

m.s.n.m: Metros Sobre el Nivel del Mar.

UTM : Universal Transverse Mercator.

Psad : Provisional South American.

TMS : toneladas métricas secas

g/tm : Gramos por tonelada.

U.E.A : Unidad económica administrativa.

INGEMMET: instituto geológico minero metalúrgico.

°C : Grados Celsius.

m : Metros.

Km : Kilómetros.

Gr : gramos.

TM : Toneladas Métricas.

N : Norte.

E : este.

W : Oeste.

SN : sub-nivel

Gal : galería.

Ch : chimenea:

Tc : toneladas cortas.

Pot : potencia.

Rb : Rumbo.

H : altura.

TCS : toneladas cortas secas.

Pe : peso específico.

Au : oro.

HAS : hectáreas.

Mm : milímetros.

Ma : millones de años

Ag : Plata.

Nv : Nivel.

Pb : Plomo.

Zn : Zinc.

Cu : Cobre.

RESUMEN

La veta Santa Rosa pertenece a la concesión Santa Filomena de propiedad de la empresa minera SOTRAMI S.A., ubicada en el Centro Poblado Santa Filomena del Distrito de Sancos, Provincia de Lucanas, Región Ayacucho; es un yacimiento de origen mesotermal de tipo filoniano de vetas angostas, que produce principalmente oro y como sub producto plata, actualmente produce 900 TMS/Mes el cual representa el 25% de la producción total de la mina.

La veta Santa Rosa se encuentra distribuida en gran mayoría dentro del super unidad Incahuasi, compuesto por rocas tonalitas, dioritas, cuarzo dioritas y granodioritas. Esta veta se puede encontrar en rocas dioríticas y granodioríticas con leve alteración propilítica en sus cajas y es estructuralmente un relleno de falla con ocurrencias de reactivación posteriores. La veta Santa Rosa es un tipo de yacimiento mesotermal en donde las fracturas fueron rellenadas por oro, óxidos de hierro y sulfuros. Las estructuras mineralizadas están formadas por clavos mineralizados y/o sigmoides, en donde la mineralización vetas y venillas de oro. Las mejores leyes en oro se encuentran en mineralización de cuarzo hialino con óxidos de hierro con halo de alteración Propilítica.

Debido a que la mina no cuenta con una estimación de reservas que le permita planificar su explotación de una manera adecuada, el objetivo de la investigación es estimar las reservas minerales de oro de la veta Santa Rosa de los niveles 9 y 10; para lo cual se realizó el cartografiado geológico, muestreo sistemático de las labores, interpretación y definición de los clavos mineralizados; para así realizar los block de la estimación de reservas y recursos considerando la norma internacional canadiense NI 43-101, el cual establece una guía para la presentación o divulgación de proyectos mineros que respalden los proyectos de exploración.

La estimación de reservas tiene como resultado 13291 TMS con leyes de 0.51 Oz/Tc Au para un ancho diluido de 0.69 m, estas reservas nos aportaran en finos 6741 Onzas de oro.

Palabras clave: Yacimiento, Veta, Estimación, Reservas minerales.

ABSTRACT

The Santa Rosa vein belongs to the Santa Filomena concession owned by the mining company SOTRAMI S.A., located in the Santa Filomena town center of the Sancos District, Province of Lucanas, Ayacucho Region; It is a deposit of mesothermal origin of a filonian type with narrow veins, which mainly produces gold and as a by-product silver, currently producing 900 TMS/Month which represents 25% of the mine's total production.

Geologically, the Santa Rosa vein is distributed largely within the Incahuasi super unit, composed of tonalites, diorites, quartz diorites and granodiorites. This vein can be found in dioritic and granodioritic rocks with slight propylitic alteration in their boxes and is structurally a fault fill with subsequent reactivation occurrences. The Santa Rosa vein is a type of mesothermal deposit where the fractures were filled by gold, iron oxides and sulfides. The mineralized structures are formed by mineralized nails and/or sigmoids, where the mineralization occurs in gold veins and veins. The best gold grades are found in hyaline quartz mineralization with iron oxides with a Propylitic alteration halo.

Because the mine does not have a reserve estimate that allows it to plan its exploitation in an adequate manner, the objective of the research is to estimate the gold mineral reserves of the Santa Rosa vein at levels 9 and 10; for which geological mapping, systematic sampling of the work, interpretation and definition of the mineralized nails were carried out; in order to block the estimate of reserves and resources considering the Canadian international standard NI 43-101, which establishes a guide for the presentation or disclosure of mining projects that support exploration projects.

The reserve estimate results in 13,291 TMS with grades of 0.51 Oz/Tc Au for a diluted width of 0.69 m. These reserves will provide us with 6,741 ounces of fine gold.

Keywords: Deposit, Vein, Estimate, Mineral reserves

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1.Introducción

Realizar la estimación de reservas es de suma importancia para asegurar la sostenibilidad de una mina y la continuidad de su explotación. Esta acción permite planificar de manera adecuada la producción mensual o anual, la preparación, la exploración y el desarrollo. Además, su actualización periódica facilita el seguimiento preciso de las relaciones de cubicación y reposición del mineral extraído. La empresa minera SOTRAMI S.A posee una concesión de 1000 hectáreas y está ubicada en el Centro Poblado de Santa Filomena, Distrito de Sancos, Provincia de Lucanas, en la Región de Ayacucho.

En la actualidad, la minera SOTRAMI S.A. está explotando dos vetas: la veta Santa Rosa y la veta Santa Filomena. Con base en las necesidades identificadas en la mina, la pregunta central de esta investigación es: "¿Cuál es la estimación de reservas del mineral de oro en los niveles 9 y 10 de la veta Santa Rosa utilizando el método convencional?". Durante la planificación del problema, se formula la hipótesis de que mediante el cartografiado geológico, un muestreo sistemático y la aplicación del método tradicional de polígonos, ponderando la ley según el ancho de la veta, es posible estimar las reservas de mineral de oro de la veta Santa Rosa, dada su considerable potencial evidenciado en las operaciones de desarrollo.

El propósito fundamental de esta investigación es contribuir a la estimación de reservas minerales en la minera SOTRAMI S.A, específicamente en la veta Santa Rosa. La producción de esta veta permitirá extender la vida útil y garantizar la producción de mineral a mediano y largo plazo. Además, este trabajo facilitará la planificación adecuada para la extracción de mineral a largo plazo, permitirá ejecutar programas de exploración en las zonas de mayor potencial y posibilitará la obtención de capital externo para inversiones significativas, como rampas y piques, que permitan la mecanización del proceso y la reducción de costos de producción.

En resumen, esta investigación tiene como objetivo general la estimación de las reservas de mineral de oro de la veta Santa Rosa, con objetivos específicos que incluyen realizar un muestreo sistemático de todas las labores cada 2 metros, llevar a cabo el cartografiado geológico a escala

1/200, realizar un análisis estadístico de los resultados del muestreo, interpretar la veta mediante secciones y calcular las reservas utilizando el método tradicional para determinar la cantidad y calidad del mineral de acuerdo con la ley mínima explotable.

1.2.Ubicación

1.2.1. Ubicación Política

La veta Santa Rosa se encuentra políticamente dentro del Centro Poblado de Santa Filomena, Distrito de Sancos, Provincia de Lucanas, Región Ayacucho.

1.2.2. Ubicación Geográfica

La veta Santa Rosa se encuentra dentro de la concesión metálica Santa Filomena de propiedad de la empresa SOTRAMI S.A.

Las coordenadas UTM de la veta Santa Rosa (Datum WGS-84, zona 18-S), es la siguiente:

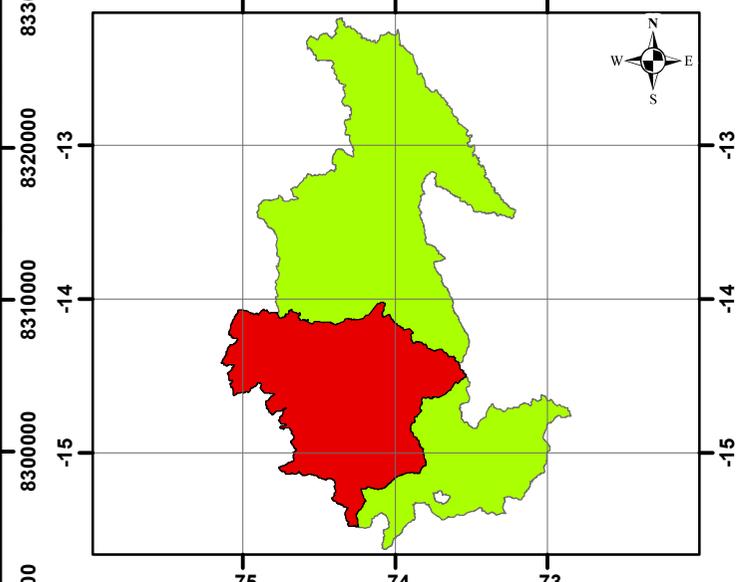
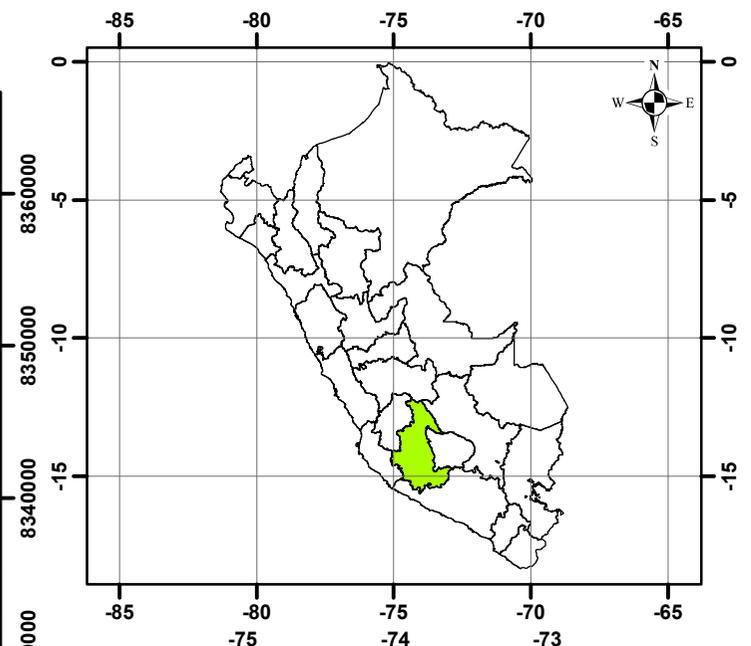
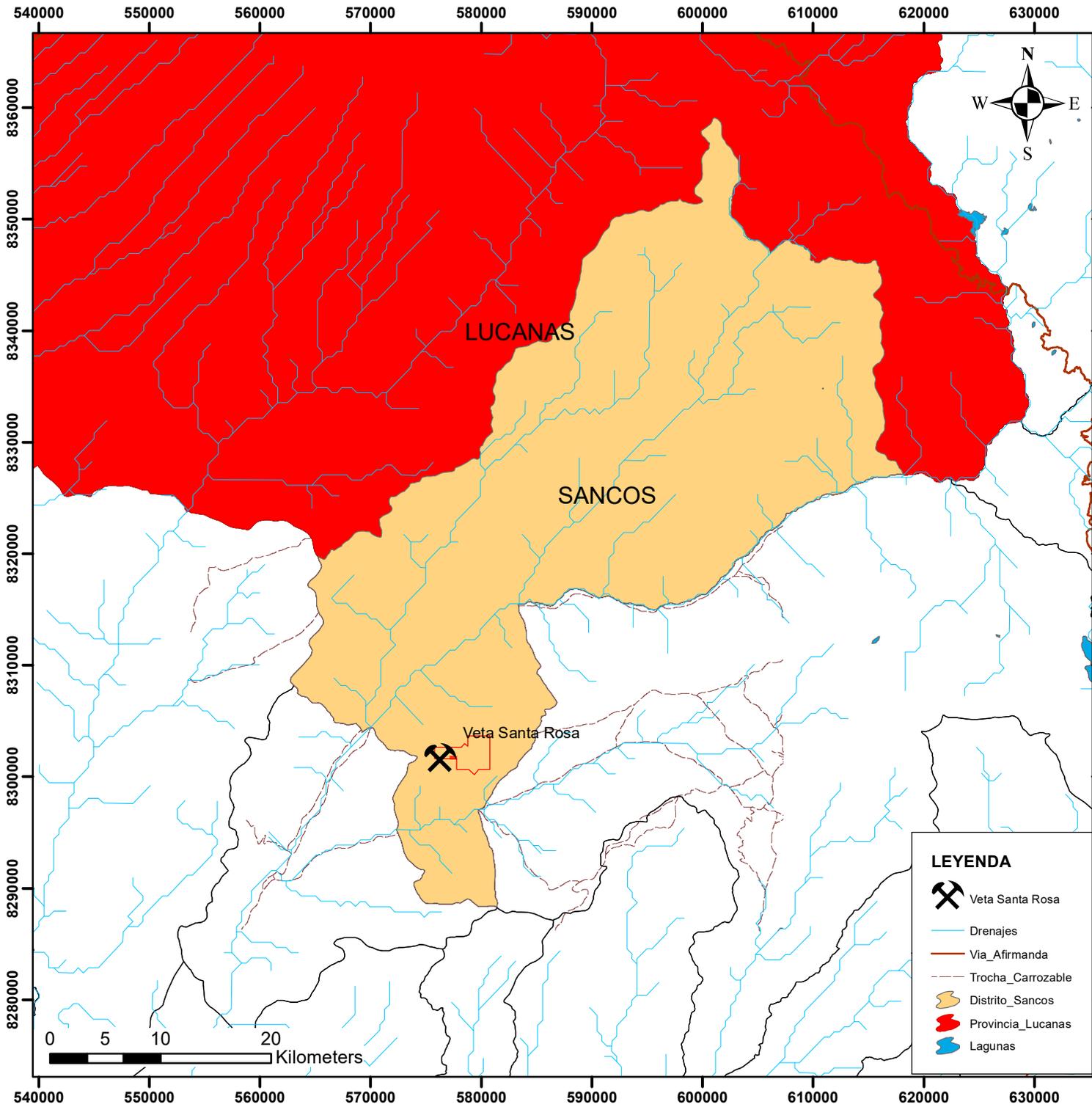
Tabla 1

Coordenadas UTM de la veta Santa Rosa, MINERA SOTRAMI SA

PTO	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18s		Altura m.s.n.m.
	Este	Norte	
P - 1	577034	8301708	2325

Fuente: Elaboración propia. Accesibilidad

Figura 1: Mapa de ubicacion de la zona de estudio



	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO		
	FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
ESTIMACION DE RESERVAS DEL MINERAL DE ORO POR EL METODO CONVENCIONAL EN LOS NIVELES 9 Y 10 DE LA VETA SANTA ROSA, COMPAÑIA MINERA SOTIRAMI S.A - SANCOS - LUCANAS - AYACUCHO			
PLANO DE UBICACIÓN			
DISTRITO	SANCOS	ELABORADO POR	ESCALA
PROVINCIA	LUCANAS	BACH. CCAHUANA HUAMANI HUGO	1:500000
REGION	AYACUCHO	BACH. CHILDO YUCRA DANIEL	MAPA N°
PROYECCION	UTM WGS84 - 18S	ASESOR	1
FECHA	Ago-23	ING. CUENCA SANCHEZ JORGE HENRY	
Fuentes: www.geogpsperu.com/ingenmet,geocatmin,base de datos sotrami			

Para acceder a la zona de estudio se puede hacer un recorrido por las rutas de Cusco a Arequipa 513 km, y 445 Km a través de la carretera Panamericana sur hasta llegar al Distrito de Yauca (Arequipa), luego por una carretera afirmada de 60.5 Km hasta la ubicación del campamento minero.

La distancia y el tiempo se muestra en la Tabla 2

Tabla 2
Acceso hacia la zona de estudio

N°	Ruta	km.	Tiempo horas	Tipo de vía
1	Cusco - Arequipa	513	9.5	Asfaltada
2	Arequipa - Yauca	443	8	Asfaltada
3	Yauca - Jaqui	27	0.5	Asfaltada
4	Jaqui - Santa Filomena	1.5	0.08	Afirmada
TOTAL		984.5	18.08	

Fuente: Elaboración propia.

1.3. Planteamiento del problema

1.3.1. Definición del problema

La MINERA SOTRAMI S.A actualmente cuenta con 2 vetas en explotación Santa Filomena y veta Santa Rosa.

El problema en la explotación en los niveles 9 y 10 de la veta Santa Rosa es que no se tiene una estimación de reservas actualizadas según los resultados de los muestreos sistemáticos que se realizan y la explotación de los tajos en los niveles 9 y 10 es descontrolada. Las reservas deben demostrar una disponibilidad suficiente de material en el mismo para que sean rentables y justifiquen su explotación, de esta manera podremos mirar la inversión futura con mucho optimismo.

Cabe resaltar que toda la cubicación y estimación de reservas Minerales para la unidad minera se realiza de manera convencional o también conocido como el método clásico. Los valores económicos en Au para cada veta, zonas (galería, chimeneas y subniveles) de la mina lo que

ayudará a tomar una mejor decisión en conjunto con las otras áreas (geología, mina, planeamiento, etc.) de la empresa para determinar un plan de minado a corto y largo plazo.

La distribución de los clavos mineralizados dentro de las estructuras no está bien definida, es de interés conocer este dato para poder orientar las exploraciones adecuadamente y estimar las reservas. No se tiene una data geológica organizada y sistematizadas, por esto se organizaron folios y bases de datos que sirvan como base para futuros trabajos.

Es por ello, que el presente trabajo hace la estimación de reservas en los niveles 9 y 10 de la veta Santa Rosa, porque dicha veta es la que más aporta e importante en la productividad de la mina. Con la finalidad de optimizar la categorización de reservas.

1.3.2. Formulación del problema general

¿se puede estimar las reservas del mineral de oro en los niveles 9 y 10 de la veta Santa Rosa utilizando el método convencional?

1.3.3. Formulación de los problemas específicos

- a) ¿Cuál son las características geológicas, tipo de depósito y composición de la veta?
- b) ¿Cómo se obtiene la estimación de reserva de mineral por cada sub nivel, tajos, galería y chimeneas en los niveles 9 y 10?

1.3.4. Justificación e importancia

El estudio demostrara la disponibilidad económica del mineral, así determinaremos la rentabilidad de su explotación

El presente trabajo tiene la importancia indispensable de conocer a fondo el potencial de recursos de manera cuantificada, ya que contribuirá al incremento de la producción aurífera y las decisiones para su explotación.

1.4.Objetivo

1.4.1. Objetivo general

Realizar la estimación de reservas del mineral de oro por el método convencional en los niveles 9 y 10 de la veta Santa Rosa, compañía minera SOTRAMI S.A - Sancos - Lucanas – Ayacucho.

1.4.2. Objetivos específicos

- a) Definir la caracterización geológica, tipo de depósito y composición de la veta.
- b) obtener la estimación de reserva de mineral por cada sub nivel, tajos, galería y chimeneas en los niveles 9 y 10.

1.4.3. Hipótesis general

La estimación de reservas minerales de oro de la veta aurífera Santa Rosa en los niveles 9 y 10, se determinará con el estudio geológico, estructural, mineralización y el uso del método de estimación blocks según norma canadiense National Instrument NI 43-101.

1.4.4. Hipótesis específicas

- a) La caracterización geológica de las estructuras mineralizadas, contribuirá a la estimación de reservas de la Mina SOTRAMI S.A.
- b) La estimación de reservas se obtiene a partir de la base de datos que se obtiene en campo y oficina ya que contribuirá para la explotación controlada según las cubicaciones por cada block, en los sub niveles, tajos y chimeneas en los niveles 9 y 10.

1.5.Marco teórico

1.5.1. Antecedentes internacionales

Alfaro (2007). estimación de recursos mineros. En este libro se abordan los enfoques convencionales y tradicionales para estimar recursos minerales, incluyendo la geoestadística y la teoría de variables regionalizadas.

El aporte de esta investigación fue muy significativo como el uso del variograma, el error de estimación de reservas y la técnica de krigado. Esta investigación enriquece nuestro proyecto de investigación en el uso de herramientas que presentan como métodos óptimos para estimar recursos minerales en función del yacimiento y el nivel de certeza deseado.

NI 43-101 (2011). derogación y sustitución del instrumento nacional NI 43-101 normas de divulgación para proyectos minerales. Esta herramienta se emplea para generar informes de estimación de recursos que cumplen con los requisitos del mercado de valores de Canadá. La presentación de informes técnicos es fundamental para generar confianza entre los inversionistas, especialmente cuando se manejan importantes cantidades de capital y se planea un horizonte a largo plazo.

Esta investigación nos ayuda a dar confianza en la aplicación en nuestro proyecto de tesis a través de los datos usados y de los métodos usados en la investigación y a la vez nuestra investigación en confiable para la empresa minera SOTRAMI S.A.

1.5.2. Antecedentes nacionales

Maza, Y. (2017). Estimación de reservas minerales de oro y plata en la veta Karina – Los Pircos – Santa Cruz – Cajamarca. El objetivo principal esta investigación fue estimar las reservas minerales de oro y plata en la veta Karina.

se tuvo como resultado de este trabajo de tesis una reserva mineral en la Veta Karina de 2720 toneladas, con una ley de corte de 17.28 gramos de oro por tonelada. Con una producción mensual estimada de 220 toneladas, esta producción se integrará al volumen mensual del Proyecto Los Pircos, contribuyendo a alcanzar la cuota de producción mensual establecida en el proyecto, que es de 900 toneladas al mes.

El aporte de este trabajo nos ayuda a entender los tipos de investigaciones que enmarca en un enfoque directo, analítico y descriptivo. donde llevaron a cabo diversas actividades, como la apertura de trincheras, muestreo, análisis de muestras en laboratorio, mapeo geológico y la creación de planos en distintas escalas.

Espinoza (2018). Estimación de recursos minerales en la mina Santa Fe Buenavista - Alta Casma – Ancash. En esta investigación se tiene como objetivo, cuantificar los recursos minerales en la empresa inversiones mineras Santa Fe S.A.C con el código JORC australiano. Donde se tiene como conclusiones.

- ✓ Reservas (Probados + Probables) estimados en 76,598 TM con 0.27 Oz Au y 1.65 Oz Ag.
- ✓ Recursos (Medidos + Indicados) estimados en 64,117 TM con 0.23 Oz Au.
- ✓ Recursos Inferidos en 95,342 TM con 0.20 Oz Au.
- ✓ El yacimiento en cuestión se caracteriza por ser de origen mesotermal con presencia de minerales de cuarzo-óxidos.

Este trabajo de investigación fue proporcionar las estimaciones cuantitativamente, los recursos minerales en las vetas angostas, donde se emplearon tanto el método convencional como la guía estándar del código JORC australiano para este propósito. Estas similitudes resultaron fundamentales para diseñar una investigación muy efectiva, especialmente con el tipo de yacimiento que se está abordando en nuestra tesis.

1.5.3. Antecedentes locales

Jallo y flores (2023). Estimación de recursos de minerales de la veta Santa Rosa en los niveles inferiores 7 y 8 compañía minera Sotrami S.A. Sancos – Lucanas – Ayacucho. El presente proyecto de investigación tuvo como sus objetivos, estimar los recursos minerales de la veta Santa Rosa en los Niveles Inferiores 7 y 8 y Determinar las características geológicas, geomorfológica, estructurales y de mineralización en la veta Santa Rosa en los Niveles Inferiores 7 y 8. en la compañía minera SOTRAMI S.A. Sancos - Lucanas – Ayacucho, donde se tiene como conclusiones.

- ✓ los cálculos de recursos muestran que hay 9,113 toneladas métricas (TMS) de recursos medidos con leyes de 0.274 onzas de oro por tonelada de mineral

(Oz/TCS). Además, hay 39,734 TMS de recursos indicados con leyes de 0.381 Oz/TCS de Au, así como 77,587 TMS de recursos inferidos con leyes de 0.527 Oz/TCS de Au. Estos recursos incluyen las reservas, sin diluir.

- ✓ A nivel de planta la veta Santa Rosa se encuentra distribuida en gran proporción dentro del super unidad Incahuasi, compuesto por tonalitas, dioritas, cuarzo dioritas y granodioritas. Esta veta se puede encontrar en rocas dioríticas y granodioríticas con leve alteración propilítica en sus cajas y es estructuralmente unrelleno de falla con ocurrencias de reactivación posteriores.

El aporte en la investigación fue el estudio realizado geológicamente, estructuralmente y la mineralización, y aplicando el método de estimación de Bloks según la norma canadiense National Instrument 43-101 en la estimación de recursos.

Martell (2021). Estimación de reservas minerales de oro y plata de la veta filomena – sancos – lucanas – Ayacucho. En este estudio se tiene como objetivo principal estimar las reservas minerales de oro y plata de la veta filomena, donde se llega a una conclusión.

- ✓ se estimaron 111,808 TMS con leyes de 0.53 Oz/Tc Au para un ancho diluido de 0.88 m. Es importante destacar que la veta analizada contribuía con el 80% de la producción total de la mina, mientras que el 20% restante provenía de la veta Santa Rosa. En particular, la veta Filomena generaba 2,600 TMS mensuales.
- ✓ Las reservas calculadas para veta Filomena, en finos alcanza 65,280 Onzas de Au y 98,925 Onzas de Ag, que equivalentes 3.5 años de producción al ritmo actual de 2600 TMS/Año

El aporte de esta investigación fue fundamental donde se emplearon el método convencional como la guía estándar del código JORC australiano y el método de estimación de Bloks según la norma canadiense National Instrument 43-101. Que nos ayuda aplicar en nuestro trabajo de investigación.

Castillo (2018). Estimación de recursos y reservas del yacimiento aurífero Fidami, Lucanas – Ayacucho. En esta tesis se tiene como principal objetivo, Estimar los recursos y reservas de las diferentes estructuras presentes en la Mina FIDAMI S.A. Determinando las

características geológicas y geoeconómicas de las estructuras mineralizadas, donde se tiene como conclusiones.

- ✓ Realizando el cálculo de recursos y reservas minerales se tiene una estimación integral considerado recurso mineral medido entre mena, se tiene como resultado un total de 43,858 TM con una ley promedio de 17.90 grAu/TM. Considerando también la estimación de recursos mineral indicado entre marginal es de 41,432 TM con una ley promedio de 17.34 grAu/TM.
- ✓ El yacimiento minero aurífero FIDAMI se encuentra emplazado en las granodioritas de la Súper Unidad Tiabaya del Batolito de la Costa, y forma parte de la Franja mineralizada Nazca-Ocoña de Au-Cu de la Provincia Metalogenética de Cu del Batolito de la Costa.

Este trabajo nos ayuda a entender para la aplicación del método de estimación de Bloks según la norma 43 – 101. Y también la definición y diferenciación de las características geológicas tanto local y regional.

1.5.4. Bases Teóricas

1.5.4.1. Yacimiento minero

Es una concentración de minerales que se pueden extraer y proporcionar buenos beneficios económicos. Para ello, su definición incluye criterios geológicos (concentración) y económicos, que incluyen factores como el precio de un metal o mineral y el costo de extraer ese mineral. (Oyarzun, 2019).

1.5.4.2. Mineralización

El proceso de incorporar minerales a las rocas para crear depósitos económicamente viables. (Dávila, 2011).

1.5.4.3. Depósito Mineral

Son concentrados de minerales de procesos geológicos, cuyo tamaño y calidad pueden utilizarse económicamente. (Dávila, 2011).

1.5.4.4. Yacimiento Mineral

Una concentración de minerales de importancia comercial que se encuentran en un solo lugar. Por tanto, también se incluyen los fósiles y otros compuestos naturales (carbón, petróleo, gas natural). (Dávila, 2011).

1.5.4.5. Yacimientos Mesotermal

Se formaron por soluciones hidrotermales a temperaturas comprendidas entre 200 y 300°C y a presiones intermedias. Es probable que las soluciones resultantes compartan características con las soluciones hipotermas y epitermales. (Cepeda, 1998).

La alteración de estos depósitos es en ocasiones muy extensa e incluye la formación de minerales ortoclasa, cuarzo, calcita, pirita, dolomita, clorita, sericita y arcilla. (Cepeda, 1998).

1.5.4.6. Estructuras y texturas

La mineralización en los sedimentos mesófilos se distribuye principalmente en vetas, a diferencia de los sedimentos criogénicos, que suelen tener una estructura irregular y discontinua.

En general, se puede decir que tanto las estructuras de relleno como las de sustitución son comunes. (Cepeda, 1998).

1.5.4.7. Elementos explotables

Estos depósitos producen oro y plata, así como zinc, cobre, plomo, azufre y antimonio para uso industrial. Pequeñas cantidades de Sn, W, Mo y Bi indican transiciones de baja temperatura, mientras que Te y Se indican transiciones de baja temperatura. (Cepeda, 1998).

1.5.4.8. Minerales Mena

Aunque es poco probable que algún mineral en particular represente esta fase, los depósitos mesotérmicos se caracterizan por la ausencia de minerales epitermales o de baja temperatura típicos. (Cepeda, 1998).

Las asociaciones más comunes:

Oro nativo, asociado principalmente a los sulfosales de cobre y arsenopirita. Pirita, blenda, calcopirita, galena.

Plata, dentro de inclusiones de tetraedrita o galena (galena argentífera).

Los sulfuros y sulfosales de Ag son otro tipo, sin embargo, se ven con mayor frecuencia en la fase epitermal.

Sulfosales de cobre; Tetraedrita, enargita y tennantita (3CuS y As_2S_5).

Magnetita, así como hematita en cantidades mínimas.

1.5.4.9. Minerales Ganga

Consiste en: Cuarzo, presente en todos los yacimientos hidrotermales.

Carbonatos, caracteriza la fase mesotermal, sobre todo dolomita, calcita y ankerita

Importante, a veces, la baritina y fluorita.

1.5.4.10. Alteración Hidrotermal

Se refiere a la acción del agua o líquido a alta temperatura sobre las rocas que se elevan desde las profundidades hasta la superficie. Estos fluidos hidrotermales provienen principalmente de magma. (Giggenbach, 1997)

1.5.4.11. Falla

Fractura en la que hay uno o más movimientos relativos con componente tangencial entre sus segmentos separados.

Cada movimiento de la falla corresponde a una actividad de falla a corto plazo, como lo demuestran los desplazamientos marcados en el bloque o por pequeñas estructuras indicadoras en el plano de la falla llamadas márgenes tectónicos (evidencia física de la dirección del movimiento de la falla). Estado de estrés en la zona.

Las fallas son de diferentes tamaños, los desplazamientos de las fallas varían desde milímetros hasta cientos de kilómetros. (Machare Ordoñez, 2018)

Los datos útiles para el análisis incluyen:

Indicadores cinemáticos: Rumbo y buzamiento del plano de falla Pitch de las estrías y su tipo. Distancia de elementos desplazados como contactos o vetas Características del gouge o brecha de falla: potencia, granulometría, composición de clastos y matriz, textura.

1.5.4.12. Estudio de Prefactibilidad

Este análisis integral desarrolla una estrategia minera, estrategia de procesamiento y evaluación económica de un proyecto minero que puede ser determinada por una persona competente (persona calificada) con base en supuestos razonables sobre aspectos técnicos, legales, operativos y operacionales.

Económicamente y evaluando otras variables relevantes, actuar con criterio puede determinar si todo o parte de un recurso natural califica como recurso mineral.

1.5.4.13. Estudio de Factibilidad

Un análisis integral de un depósito mineral que tenga en cuenta todos los factores geológicos, técnicos, legales, operativos, económicos, sociales y ambientales relevantes es lo suficientemente detallado como para ser el único criterio para que las instituciones financieras decidan si respaldan un depósito mineral. Crear un almacén de producción.

1.5.4.14. Ley Mínima Explotable

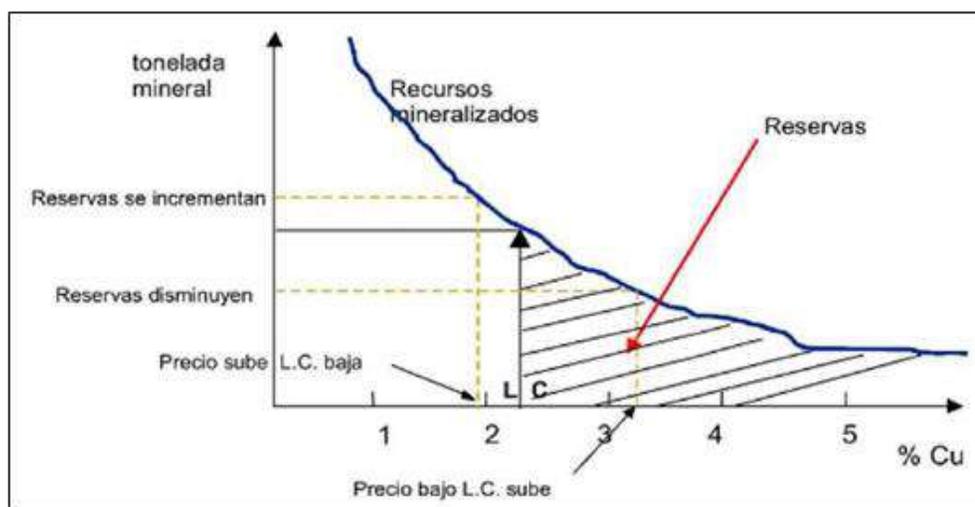
La ley de corte es la ley mínima requerida para extraer económicamente un mineral o metal. Los materiales por encima de esta ley se consideran minerales, mientras que los materiales por debajo de esta ley se consideran de baja ley. Hay muchas formas de calcular una puntuación límite, cada una con distintos niveles de complejidad. Las leyes de terminación se pueden utilizar para una variedad de propósitos, como valorar recursos y así obtener beneficios económicos.

A continuación, desglose esos objetivos y deje espacio para objetivos específicos como maximizar el beneficio total, el beneficio inmediato y el valor presente. Es importante comprender que calcular los puntos de corte no se trata sólo de obtener una respuesta clara. De hecho, es una variable estratégica y crítica en el diseño de una mina.

La tasa de corte cambia a medida que cambian las condiciones económicas, como los precios de los metales y los costos de la minería, por lo que cambia constantemente.

Cabe señalar que el valor del metal no es el único factor que incide en la rentabilidad del bloque. La presencia de materiales no deseados (y a menudo peligrosos) en el bloque aumenta los costos de procesamiento. Esto también debe tenerse en cuenta al clasificar rocas y minerales estériles. (Torres, 2006).

Figura 2
Ley de corte vs Tonelaje



Fuente: (Torres, 2006).

La ley mínima explotable es la ley que debe tener un block de recurso mineral para ser considerado como reserva de mineral.

La ley de corte es la ley de utilización más baja, es la ley que proporciona a la operación minera la mínima utilidad.

Cuando la operación no reporta ni utilidades ni pérdidas es la ley mínima de mineral.

1.5.4.15. Norma NI 43 – 101

Es un estándar creado por los Administradores de Valores de Canadá (CSA) y adoptado como legislación de valores en Canadá para reemplazar la Política Nacional de Divulgación

Minera. Son lineamientos que sirven como guía para presentar o difundir información técnica sobre prospectos o proyectos mineros para ingresar a intercambios internacionales o atraer inversionistas.

La norma requiere un informe técnico que incluya documentos de respaldo relevantes, una descripción del proceso de estimación e información de exploración y cálculo de recursos y reservas minerales.

Estos informes deben ser aprobados y firmados por una "Persona Calificada" (QP) o una persona competente o calificada registrada o afiliada a una entidad reconocida por CRIRSCO (Committee on International Mineral Reserve Reporting Standards).

Para convertirse en QP en Canadá, uno debe ser miembro del Colegio de Ingenieros en Geociencias o de cualquier organización autorreguladora designada por una asociación profesional y ser un ingeniero o geocientífico con al menos cinco años de experiencia en el campo.

Tener y deberá informar sobre temas de proyectos mineros o experiencia relacionada con la elaboración de informes técnicos.

El propósito de estos estándares es establecer claridad conceptual o terminología estándar basada en estándares y prácticas para respaldar oportunidades de exploración, recursos y reservas minerales. Este es el requisito mínimo para la presentación de informes públicos sobre los activos mineros para facilitar los mercados de capital para la industria minera.

El uso de estas plataformas significa que el sector minero y financiero adopta normas o estándares que permiten a personas competentes o calificadas publicar información de manera precisa, clara y coherente en todas partes, garantizando y protegiendo así la confianza e integridad de todas las partes.

1.5.5. Metodología de Estimación

Para llevar a cabo la estimación de recursos mineros, existen dos enfoques o métodos disponibles:

a) Estimación Global: Este método implica calcular el promedio de la ley y el tonelaje de todo el yacimiento.

b) Estimación Local: En este método, se busca calcular el promedio de la ley de las unidades que se encuentran dentro de un área específica (denominada S), con el objetivo de identificar las zonas de baja y alta ley dentro de esa área.

1.5.5.1. Cuantificación del Recurso

Para ambas aproximaciones, ya sea local o global, en la estimación de recursos se aplican dos metodologías: geoestadística y tradicional.

1.5.5.1.1 Método Geoestadístico

La geoestadística se fundamenta en la estadística que se ocupa de fenómenos espaciales, con el propósito principal de estimar, predecir y simular dichos fenómenos. Este enfoque proporciona una manera de describir la continuidad espacial, un aspecto crucial en muchos fenómenos naturales. La geoestadística facilita ajustes a los métodos tradicionales de regresión y aprovecha la continuidad espacial al utilizar la teoría de probabilidades para el cálculo estadístico de variables espaciales. En cualquier disciplina que maneje datos recolectados en diferentes ubicaciones espaciales, se necesitará desarrollar modelos que identifiquen la dependencia entre las mediciones en distintos sitios

En el contexto minero, la geoestadística se conceptualiza como una herramienta derivada de la teoría de variables regionalizadas, empleada en el cálculo de recursos y reservas (Alfaro, 2007)

Variable regionalizada:

Este enfoque geoestadístico se utiliza para la interpolación espacial, y su base teórica sostiene que la interpolación desde puntos en el espacio no debería depender de un objeto continuo uniforme. En cambio, debería fundamentarse en un modelo estocástico que tome en cuenta diversas tendencias en el conjunto original de puntos. La teoría identifica tres tipos de relaciones dentro de cualquier conjunto de datos: parte estructural (también conocida como tendencia), variación correlacionada y variación no correlacionada o ruido.

Después de definir estas relaciones, se aplica la primera ley de la geografía para predecir los valores desconocidos de los puntos. La aplicación principal de esta teoría se encuentra en el método de interpolación de Kriging. (Alfaro, 2007).

Modelo matemático de la geoestadística:

En el ámbito de la geoestadística, se recurre a un razonamiento probabilístico de la variable regionalizada a través de un modelo de funciones aleatorias. Esto implica considerar que la variable regionalizada en estudio es la realización de una función aleatoria, indicando que las leyes asociadas a nuestro depósito mineral se formaron a partir de un ensayo o desarrollo de considerable complejidad. (Alfaro, 2007).

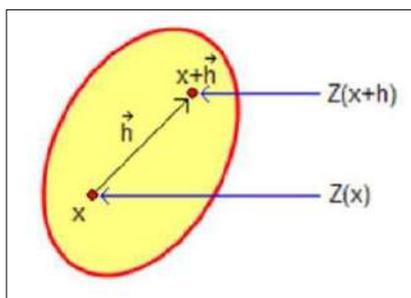
Variograma:

El variograma, una herramienta esencial de la geoestadística, se emplea para describir el comportamiento de procesos espaciales aleatorios no estacionarios. Su aplicación principal se encuentra en estadísticas espaciales, geoestadísticas y diseño estadístico, y desempeña un papel fundamental en el análisis de la variabilidad espacial (Hernández et al., 1999).

Sean x y $x + h$ dos puntos en el espacio:

Figura 3

Dos puntos a la distancia vectorial h (Isaaks & Srivastava, 1989).



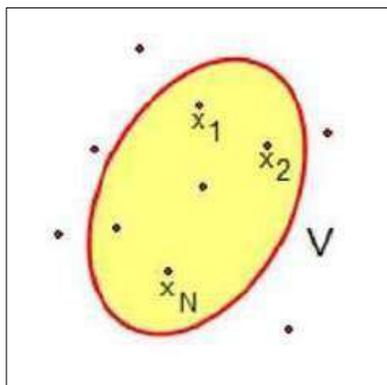
El Kriging:

La kriging, por otro lado, se presenta como un tipo de regresión que utiliza puntuaciones z para generar un modelo de superficie estimado mediante mínimos cuadrados. Inicialmente desarrollada en la geología minera, se ha convertido en una herramienta integral en el campo de la geoestadística (Isaaks & Srivastava, 1989).

En el ámbito minero, el krigeado se centra en encontrar la mejor estimación lineal insesgada para un área V , considerando datos relevantes como las muestras tanto dentro como fuera de V .

Figura 4

Volumen a estimar (Isaaks & Srivastava, 1989).



1.5.5.1.2 Metodología Tradicional

Esta metodología emplea los siguientes métodos:

Método de media aritmética:

Este enfoque implica calcular el promedio de la ley para el conjunto total de S , donde se realiza una media de las leyes recopiladas de todos los datos asociados con esta zona S .

Método de los polígonos:

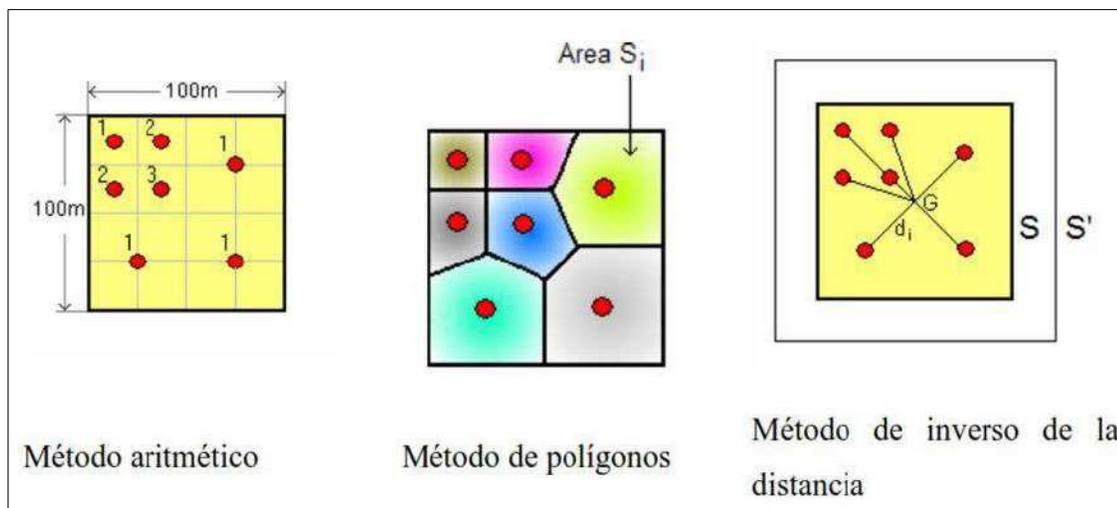
Consiste en asignar a cada punto dentro del área o volumen la ley del punto más cercano. Para determinar una zona S , se lleva a cabo una ponderación de las leyes de los datos según el área o volumen que ejerce una mayor influencia.

El método del inverso de la distancia:

Este método implica otorgar mayor peso a las leyes de las muestras más cercanas y menor peso a las muestras más distantes. Este peso se logra al ponderar las leyes con el área o volumen de influencia de cada muestra.

Figura 5

La metodología tradicional de estimación (Journel & Huijbregts, 1978).



Los métodos mencionados anteriormente son prácticos, pero carecen de consideraciones sobre la forma del depósito mineralizado, como isotropía y anisotropía. Estos métodos a menudo presentan un sesgo condicional, manifestándose como una subestimación de las leyes bajas y una sobreestimación de las leyes altas. En la práctica, los métodos tradicionales no son óptimos para estimar proyectos de gran envergadura, ya que pueden resultar en costos de explotación excesivos y no permiten un aprovechamiento efectivo del contexto geológico.

1.6. Variables e indicadores

1.6.1. Variables

Variable Independiente: Veta Santa Rosa.

Variable Dependiente: Estimación de Reservas minerales.

Tabla 3
Operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE : Veta Santa Rosa	Estructura mineralizada compuesta mineralógicamente de óxidos (hematita, limonita y jarosita), cuarzo blanco, hialino y gris, pirita y calcopirita, la cual presenta contenidos económicos de oro.	Evaluación de la estructura mineralizada.	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensiones de la veta (m).
		Evaluación de la geología del yacimiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de litología encajonante. • Tipo de mineralogía asociada. • Tipo de estructuras asociadas.
VARIABLE DEPENDIENTE : Estimación de Recursos Minerales	Es la cantidad de contenido mineral presente en una estructura mineralizada y que puede ser estimado por métodos tradicionales (convencional).	Reservas probadas	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de mineral (Ton). • Leyes de mineral (Oz/Ton)
		Reservas probables	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de mineral (Ton). • Leyes de mineral (Oz/Ton)
		Reservas marginales	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de mineral (Ton). • Leyes de mineral (Oz/Ton)

1.7. Metodología de la Investigación

1.7.1. Enfoque de la investigación

Cuantitativo: La investigación cuantitativa considera que el conocimiento debe ser objetivo, y que este se genera a partir de un proceso deductivo en el que, a través de la medición numérica y el análisis estadístico inferencial, se prueban hipótesis previamente formuladas. (Hernández, Fernández y Baptista ,2014)

En nuestra investigación se centra en cuantificar la recopilación y el análisis de datos para estimar reservas (tonelaje y ley).

1.7.2. Alcance de la Investigación

Descriptivo: La investigación descriptiva es un tipo de investigación que tiene como objetivo principal describir las características, propiedades o fenómenos de una población, situación o fenómeno de interés. (Hernández, Fernández y Baptista ,2014)

Se encarga de puntualizar las características de nuestro trabajo que estamos realizando, se describirá el proceso de estimación de reservas.

1.7.3. Diseño de la Investigación

Transversal: El estudio transversal se define como un tipo de investigación observacional que analiza datos de variables recopiladas en un periodo de tiempo sobre una población muestra o subconjunto predefinido. (Hernández, Fernández y Baptista ,2014)

Nuestra investigación se trabaja con los datos de los muestreos realizados durante los primeros 8 meses del año 2023.

1.8. Universo

1.8.1.1. Universo Físico

- Veta de Santa Rosa.

1.8.1.2. Muestra

- Litología

- Estructuras
- Reserva mineral

1.9.Técnicas

A. **Análisis documental:** La recopilación de la información que vamos a utilizar para esta investigación será analizada e interpretada para que sirva como base del trabajo.

Instrumentos.

- Informes geológicos anteriores que nos facilita la empresa minera SOTRAMI S.A.
- Revisión de bibliografías referidos al tema.

B. **Tomas de muestras:** Se ha realizado muestreo sistemático de veta en canales cada 2 m en galerías, chimeneas, piques, subniveles y tajos, para que sean enviados y analizados en el laboratorio químico de esa manera tendremos resultados como y nos servirá para tomar decisiones.

Instrumentos.

- tarjeta de muestreo, designado y actualizado por la empresa. (ver anexo, foto1)
- C. **Cartografiado geológico subterráneo:** Se ha realizado el cartografiado geológico a detalle, para la identificación de los tramos con veta y de acuerdo a eso delimitar los bloques de reserva.

Instrumentos.

- Plano topográfico del interior mina con un formato de rotulo de la empresa a una escala 1/200 (ver anexo, foto 2)
- D. **Análisis de laboratorio:** Se han enviado muestras a laboratorio de la propia empresa y a Certimin S.A. para que sean analizadas por oro.
- Memorándum de envío de muestras (ver anexo, foto 3)
 - Hoja de reporte.
- E. **Análisis estadístico:** Se utilizaron formulas empíricas para que se realice el cálculo

de tonelaje y ley de oro por el método convencional.

Instrumentos

- Microsoft Excel. (Ver anexo, foto 4)
- SAS studio. (ver anexo, foto 5)

1.10. Metodología del Trabajo

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

1.10.1. Etapa de gabinete preliminar:

Recolección de información bibliográfica (libros y tesis) relacionada al tema del proyecto de investigación.

Recolección de datos e información bibliográfica de la zona de estudio y zonas aledañas.

Análisis de datos para la elaboración de planos de ubicación, de accesibilidad, satelital, entre otros.

Preparación de los planos para el mapeo geológico a una escala 1/200.

1.10.2. Etapa de campo:

Preparación para el muestreo sistemáticos de los sub niveles, galerías y chimeneas.

Mapeo geológico de los sub niveles, tajos, galerías y chimeneas.

Marcado o contorneado de la estructura mineralizada para la toma de fotografías de las canelas del muestreo sistemático.

Toma de muestras de la estructura mineralizada y anomalías.

1.10.3. Etapa de gabinete final:

Procesamiento de la información de muestreo sistemático por canal de las labores.

Elaboración de la base de datos del mapeo geológico.

Elaboración de secciones geológicas.

Interpretación de la data y las secciones elaboradas para comprender el plus de la mineralización.

Generación de las secciones geológico de la veta Santa Rosa mediante el uso desoftware geológico mineros.

Cálculo de la estimación de reservas minerales usando el método convencional.

Análisis de los resultados para la definición de conclusiones y recomendaciones.

Elaboración del proyecto de investigación

1.11. Recolección de Datos, uso de materiales y procesamiento de datos

Para el cumplimiento de objetivos propuestos en el presente trabajo de investigación se realizó lo siguiente:

1.11.1. Instrumentos de recolección de datos.

1.11.1.1. Equipos

- **De campo:** estación total y cámara fotográfica.
- **De gabinete:** laptop e impresora.

1.11.1.2. Materiales

- **De campo:** tablero geológico, rayador, protactor, brújula, lupa, ácido clorhídrico, flexómetro, lápices de colores, lápiz, borrador, tajador, marcador para muestras, bolsas de muestreo, plumón indeleble, libreta de campo y rociador de agua.
- **De gabinete:** papel A4, A3, lapicero, lápiz, borrador, tajador, reglas, escalímetro, protactor y lápices de colores.

1.11.1.3. Procesamiento de Datos

Para la realización de análisis y procesamiento de datos se usarán los siguientes programas como son: Microsoft Office, AutoCAD y ArcGIS.

1.11.1.4. Laboratorio Químico

Para el análisis de muestras de las labores se utilizó los servicios del laboratorio químico propio de la empresa.

CAPITULO II

GEOMORFOLOGÍA

2.1. Geomorfología Regional

A causa de la configuración del relieve, donde los cambios de altura, la estructura geológica, los tipos de roca y el clima tienen un impacto relevante, se identifican distintas divisiones en la geomorfología.

2.1.1. Faja Litoral

Esta banda estrecha presenta múltiples plataformas escalonadas, casi en un plano horizontal, que se extienden desde el nivel del mar hasta una altitud de 300 metros sobre el nivel del mar. Estas plataformas han sido formadas por los procesos siguientes

a. Una planicie de erosión costera que abarca desde la zona de Tacna hasta la quebrada Hondaque, con un ancho que no supera los 3 km. Se extiende desde el nivel del mar hasta los 100 metros sobre el nivel del mar. Esta área incluye dos terrazas erosionadas que han sido esculpidas por la influencia de las olas del mar en rocas intrusivas, con diaclasas orientadas hacia el norte 40° E y entre norte 45° y 55° O.

b. También existe una planicie de acumulación marina que se formó durante el Pleistoceno, compuesta por materiales depositados por el río Chala y la erosión marina en la región norte. Las llanuras de La Aguada y Huangarume son ejemplos de esta superficie, que no sobrepasa los 200 metros sobre el nivel del mar.

c. Se encuentra otra área de acumulación fluvial y eólica donde las planicies previas fueron recubiertas por conglomerados, gravas, cantos rodados y arenas, dando origen a extensas llanuras y colinas que alcanzan alturas de hasta 400 metros sobre el nivel del mar y tienen un ancho máximo de 10 km (Olchanski, 1980).

2.1.2. Cadena Costanera (M-Cc)

A partir de los 400 metros sobre el nivel del mar, la morfología de los cerros se vuelve más escarpada y la topografía se vuelve más accidentada. La altura de los cerros varía y puede alcanzar

hasta los 2,500 metros sobre el nivel del mar. Esta zona está atravesada por valles transversales y diversas quebradas que han modificado significativamente la antigua superficie de erosión (Olchauski, 1980).

2.1.3. Peneplanicie Costanera

Ubicada en la porción sureste del área de estudio, entre los 1,700 metros sobre el nivel del mar, se encuentra una unidad que corresponde a una acumulación de conglomerados y tobas del Terciario superior que recubren una antigua superficie de erosión. Las llanuras de Lobos, Pedernales y Medanal son ejemplos de esta unidad, que presenta una leve inclinación hacia el sur. Aunque numerosas quebradas de escasa profundidad han comenzado a disecar la antigua superficie de erosión, drenan en dirección sur (Olchauski, 1980).

2.1.4. Peneplanicie Subandina

Se trata de una superficie de erosión que muestra una inclinación hacia el suroeste y está atravesada por una serie de quebradas y ríos que desembocan en el océano Pacífico. La diferencia de altitud aumenta de manera gradual desde el suroeste hacia el noreste, oscilando entre los 2,500 y los 3,200 metros sobre el nivel del mar.

Es probable que esta superficie comenzara a formarse durante el Terciario medio debido a la acción del mar, en una época en la que la altitud era considerablemente menor que la actual. En esa fase, las rocas del Batolito fueron alcanzadas por esta superficie, quedando expuestas debido a la intensa erosión que ha modelado la región. Solo una parte de estas rocas está cubierta en ciertas áreas por depósitos tobáceos más recientes. (Olchauski, 1980).

2.1.5. Cadena Andina

Entre altitudes de 3,200 y 4,500 metros sobre el nivel del mar, se presenta una cadena montañosa con una orientación noroeste, cuyas cumbres muestran un modelado ondulado resultado de la acción erosiva. Esto da lugar a un relieve relativamente suave. A lo largo de esta cadena montañosa afloran sedimentos cretáceos altamente plegados.

Las mayores elevaciones dentro del área bajo estudio se encuentran en esta unidad geomorfológica, representadas por los cerros Achataihua (4,500 m), Ayaicho (4,268 m), Puñuchia (4,210 m), Quillaco (4,157 m), Nailoma (4,045 m) y Trancas (3,980 m). (Olchanski, 1980).

2.1.6. Pampa de Parinacochas

Esta unidad, situada entre la cadena montañosa de los Andes y la región volcánica, destaca por sus altitudes significativas y se ubica a una altura promedio de alrededor de 3,300 metros sobre el nivel del mar. Presenta una superficie casi plana con una suave inclinación hacia el oeste. La formación de esta área se atribuye a la acumulación de depósitos lacustres, aluviales y material volcánico en una cuenca cerrada. Las pampas de Parinacochas y Llamoc son ejemplos representativos de esta unidad. (Olchanski, 1980).

2.1.7. Lomadas Andinas

Este término se refiere a la unidad geográfica localizada en la parte nororiental de la región, compuesta principalmente por formaciones volcánicas como tobas, brechas, aglomerados, lavas y cenizas, que le confieren una topografía distintiva y la diferencian de otras unidades geomorfológicas.

La topografía de esta zona no es excesivamente accidentada y se caracteriza por la presencia de pequeños cerros con pendientes moderadas y cumbres onduladas. Las áreas más bajas tienen una altitud promedio de alrededor de 3,500 metros, mientras que las cumbres alcanzan altitudes de aproximadamente 4,200 metros. Estas áreas bajas están compuestas por llanuras que se formaron a partir de antiguas lagunas pequeñas, ahora rellenas con sedimentos aluviales, como las pampas de Breapampa, Huancayachi, Sayhua y Chaquicocha. Entre los cerros más destacados se encuentran Peste, Torpuya, Sacsá, Cruz Pata y Huailahuasi, todos ellos con altitudes superiores a los 4,000 metros sobre el nivel del mar. (Olchanski, 1980).

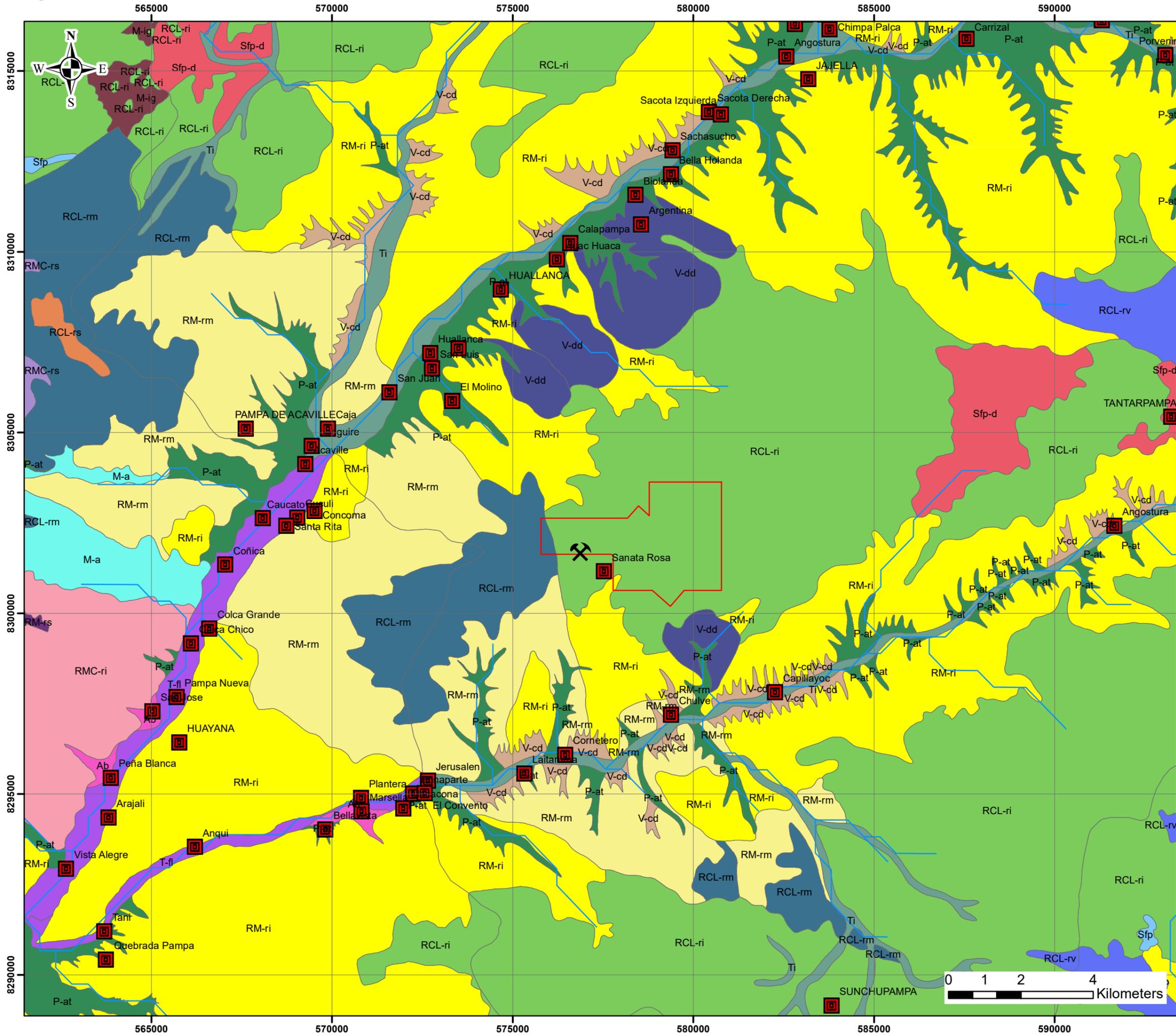
2.1.8. Valles Transversales

Los ríos Acarí, Yauca, Chala, Cháparra y Atico, que fluyen en dirección suroeste, han esculpido valles en esta zona. Con el tiempo, estos valles han alcanzado un perfil de equilibrio, lo que ha resultado en la profundización y ensanchamiento de sus cauces. Este proceso, que tuvo

lugar en un lapso relativamente corto, fue impulsado por la erosión sobre una superficie en proceso de elevación.

Los valles en la parte baja de estos ríos tienen un ancho máximo de 2 a 3 km, como se puede apreciar en las partes inferiores de los valles de Chala y Yauca. Generalmente, son angostos, con una amplitud variable de 0.5 a 1 km, utilizándose para agricultura y asentamientos humanos. En la parte superior de estos valles, el ensanchamiento suele ser de 6 a 7 km, especialmente en las áreas donde los valles confluyen con afluentes, llegando a alcanzar hasta 15 km de ancho (Olchanski, 1980).

Figura 6: Mapa de geomorfología regional



LEYENDA

sub_uni, etiqueta

- Abanico de piedemonte, Ab
- Colina y lomada en roca intrusiva, RCL-ri
- Colina y lomada en roca metamórfica, RCL-rm
- Colina y lomada en roca sedimentaria, RCL-rs
- Colina y lomada en roca volcánica, RCL-rv
- Mantos de arena, M-a
- Meseta ignimbrítica, M-ig
- Montaña en roca intrusiva, RM-ri
- Montaña en roca metamórfica, RM-rm
- Montaña en roca sedimentaria, RM-rs
- Montañas y colinas en roca intrusiva, RMC-ri
- Montañas y colinas en roca sedimentaria, RMC-rs
- Superficie de flujo piroclástico disectado o erosionado, Sfp-d
- Superficie de flujo piroclástico, Sfp
- Terraza fluvial, T-fi
- Terraza indiferenciada, Ti
- Vertiente coluvial de detritos, V-d
- Vertiente con depósito de deslizamiento, V-dd
- Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial, P-at
- Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial, V-cd

SIMBOLOGIA

- ⚒ Voca M. Santa Rosa
- pueblos
- Drenajes
- Filomena_y_Victoria_100

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
ESTIMACION DE RESERVAS DEL MINERAL DE ORO POR EL METODO CONVENCIONAL EN LOS NIVELES 9 Y 10 DE LA VETA SANTA ROSA, COMPAÑIA MINERA SOTRAMI S.A - SANCOS - LUCANAS - AYACUCHO			
GEOMORFOLOGIA REGIONAL			
DISTRITO	SANCOS	ELABORADO POR	ESCALA
PROVINCIA	LUCANAS	BACH. CCAHUANA HUAMANI HUGO	1:100000
REGION	AYACUCHO	BACH. CHILO YUCRA DANIEL	MAPA N°
PROYECCION	UTM WGS84 - 18S	ASESOR	2
FECHA	Ago-23	ING. CUENCA SANCHEZ JORGE HENRY	
Fuentes: www.geogpsperu.com/ingenmet,geocatmin,base de datos sotrami			



2.2. Geomorfología Local

2.2.1. Agentes y factores del modelamiento geomorfológico

Dada la finalidad de esta investigación, se han examinado con especial detenimiento los factores clave en la distinción de las unidades geomorfológicas, que son los siguientes:

2.2.1.1. Substrato geológico

El factor más crucial en la diferenciación de las unidades geomorfológicas en el área de estudio es, sin duda, el substrato geológico, que abarca la litología y la disposición estructural. Esto se debe a su influencia directa en otros factores. La tipología litológica (ya sea intrusiva, volcánica, sedimentaria o metamórfica) es determinante en la configuración del relieve y su susceptibilidad al modelado y la erosión. Al mismo tiempo, la posición de las rocas en relación a las deformaciones estructurales o los procesos de emplazamiento de cuerpos rocosos desempeña un papel fundamental en la forma y entidad del relieve.

El papel del substrato rocoso en la caracterización de las unidades geomorfológicas es intrincado en el área de estudio, aunque se puede resumir en tres aspectos principales:

Las rocas intrusivas, en particular algunas de naturaleza metamórfica, especialmente las de composición silícea, son altamente resistentes a la erosión causada por factores hidroclimáticos. En contraste, las rocas sedimentarias asociadas a sistemas de fracturamiento y diaclasamiento exhiben una menor resistencia a los procesos erosivos. (Olchanski, 1980).

2.2.1.2. Tectónicos

La actividad tectónica en la fosa de subducción entre las placas Nazca y Sudamericana ha desencadenado movimientos epirogénicos que tuvieron lugar antes de los episodios de vulcanismo y la última glaciación. Estos movimientos han desempeñado un papel fundamental en la configuración de la cuenca de los ríos Yauca y Jaqui. En la actualidad, la intensa actividad sísmica en la zona de subducción indica que las estructuras actúan como controladores pasivos en los procesos morfodinámicos en curso. (Olchanski, 1980).

2.2.1.3. Relieve

El terreno en la zona de estudio presenta diversas características geológicas, incluyendo pendientes pronunciadas y escarpadas en la parte superior. Estas características propician los procesos de erosión causados por el escurrimiento superficial. (Olchauski, 1980).

2.2.1.4. Antrópicos

La creación de infraestructuras como campamentos, carreteras, accesos a minas, y zonas de desmonte, tiene un impacto significativo en la alteración del paisaje natural, y puede acelerar o retrasar los procesos de erosión. En la región minera, estos factores son actualmente los que causan las transformaciones más notables en el entorno. (Olchauski, 1980).

2.2.2. Unidades geomorfológicas

2.2.2.1. Sistema montañoso

Este conjunto de características geomorfológicas se forma a partir de la combinación de procesos de modelado tectónico y volcánico, además de la influencia de la denudación, que está estrechamente ligada a la composición de las rocas presentes. (Olchauski, 1980).

Altas Cumbres y Lomas (M-Ac).

Esta unidad se caracteriza por formar una topografía accidentada con elevaciones considerables y pendientes empinadas. En el área en análisis, se pueden identificar montes notables como Santa Ana y Chulve, así como también se aprecian en dirección Este, donde está situado el yacimiento. (Olchauski, 1980).

Laderas. (M-La).

Se trata de pendientes uniformes en los flancos de las elevadas crestas, manteniendo un ángulo que no supera los 65°. Estas características son más comunes en las zonas inferiores de las altas cumbres del cerro Santa Ana. (Olchauski, 1980).

2.2.2.2. Sistema fluvial

Los fenómenos de erosión en la superficie de la zona de estudio han dado lugar a la formación de características geomorfológicas donde los procesos morfodinámicos actuales son particularmente intensos. (Olchanski, 1980).

Valle en V. (F-Vs).

La unidad como es el Valle en forma de V atraviesa en el área de estudio con la dirección N-S, típico en los cursos de los ríos con pendiente moderado hacia la vertiente del Pacífico, este valle carece de agua en la actualidad, pero existe la probabilidad de que en las épocas de lluvias tenga un caudal considerable. Una de las unidades destacadas es el valle en forma de V que cruza la región con una orientación de norte a sur, común en cursos fluviales que muestran una pendiente moderada hacia la vertiente del Pacífico. Aunque en la actualidad este valle carece de agua, existe la posibilidad de que durante las épocas de lluvias pueda experimentar un flujo considerable. (Olchanski, 1980).

Figura 7

se observa valle en tipo V ocasionado por la erosión fluvial (mirando de Norte al sur).



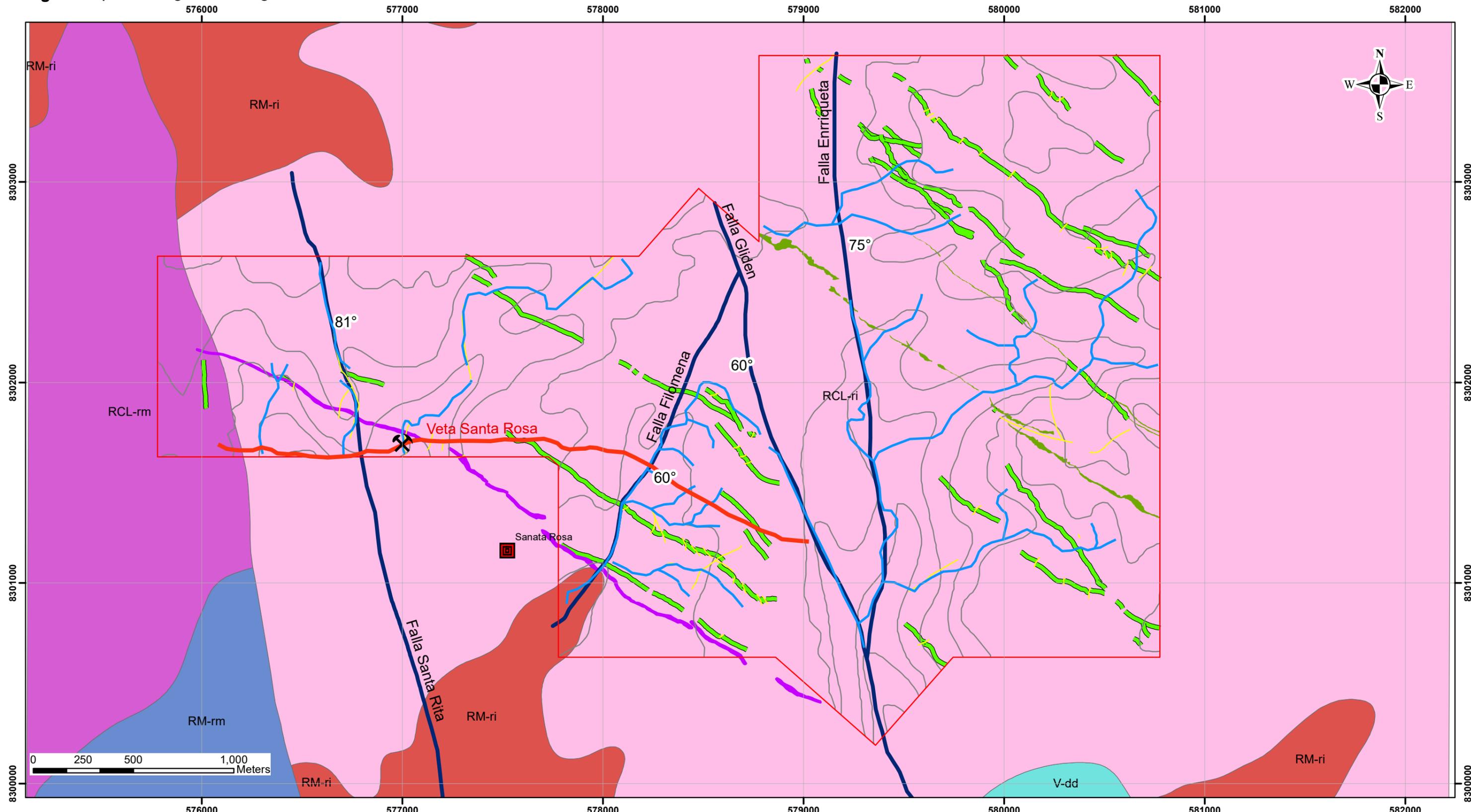
Quebradas. (F-Qb).

Son valles estrechos ocasionados por la erosión y encajonados por elevaciones de montañas cuyas laderas caen abruptamente hacia el fondo del valle, estos se observan en las partes altas de la zona de estudio. (Olchanski, 1980).

Abanico Aluvial. (F-A,al).

Esta unidad se observa al NE de la Zona de estudio, en una escala reducida, su vista en planta presenta el aspecto de un abanico y se originó a partir de la sedimentación de la carga sólida transportada por una corriente fluvial allí donde esta pierde súbitamente fuerza debido a la brusca disminución del gradiente topográfico. (Ver ANEXOS, Mapa Geomorfológico Local).

Figura 8: plano de geomorfología local



GEOMORFOLOGIA LOCAL

	Colina y lomada en roca intrusiva, RCL-ri
	Colina y lomada en roca metamórfica, RCL-rm
	Montaña en roca intrusiva, RM-ri
	Montaña en roca metamórfica, RM-rm
	Vertiente con depósito de deslizamiento, V-dd
	Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial, P-at
	Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial, V-cd

SIMBOLOGIA

	Voca M. Santa Rosa
	Drenaje
	Topografía
	pueblo
	Filomena_y_Victoria_100

ESTRUCTURAS

	Veta Santa Rosa
	Fallas Locales
	Fallas regionales
	Dique Andesítico
	Dique Metamórfico Santa Rosa
	Filitas

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO		
	FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
ESTIMACION DE RESERVAS DEL MINERAL DE ORO POR EL METODO CONVENCIONAL EN LOS NIVELES 9 Y 10 DE LA VETA SANTA ROSA, COMPAÑIA MINERA SOTRAMI S.A - SANCOS - LUCANAS - AYACUCHO			
GEOMORFOLOGIA LOCAL			
DISTRITO	SANCOS	ELABORADO POR	ESCALA
PROVINCIA	LUCANAS	BACH. CCAHUANA HUAMANI HUGO	1:17500
REGION	AYACUCHO	BACH. CHILO YUCRA DANIEL	MAPA N°
PROYECCION	UTM WGS84 - 18S	ASESOR	3
FECHA	Ago-23	ING. CUENCA SANCHEZ JORGE HENRY	
Fuentes: www.geogpsperu.com/ingenmet,geocatmin,base de datos sotrami			

CAPITULO III

GEOLOGIA

3.1. Geología Regional

El Batolito de la costa está compuesto por numerosos plutones individuales que se agrupan en un conjunto limitado de súper-unidades, según lo indicó Pitcher en 1974. Desde una perspectiva geográfica, se divide a lo largo del eje del batolito en 5 extensos segmentos, cada uno de los cuales se caracteriza por un ensamble litológico particular, según el trabajo de Cobbing y colaboradores en 1977b. El segmento más extenso es el de Arequipa, que tiene una longitud de 900 km. El orden de emplazamiento de los plutones en este segmento se distribuye de la siguiente manera: (1) gabros tempranos y dioritas, (2) súper-unidad Linga según Stewart en 1968, (3) súper-unidad Pampahuasi (cuyo nombre proviene de una localidad al este de Ica), (4) súper-unidad Incahuasi (nombrada a partir de una localidad al norte de Pisco), y (5) súper-unidad Tiabaya según los trabajos de Jenks en 1948 y Jenks y Harris en 1953. Todas estas intrusiones están enmarcadas dentro de un conjunto de súper-unidades que describiremos en detalle a continuación. (Olchanski, 1980).

3.1.1. Complejo Bella Unión

En cuanto a la litología, el complejo Bella Unión exhibe una notable diversidad. Está caracterizado por ser una brecha de intrusión con una composición mayoritariamente andesítica o dacítica, presentando bloques angulosos y subangulosos. También se observan otros cuerpos de composición básica, como la diabasa porfirítica de tonalidades gris verdosas. Este complejo está intersectado por diques de andesita porfirítica. Su extensión sigue una faja con dirección este-oeste a noroeste-sureste, delimitada por grandes lineamientos estructurales que posiblemente influyeron en su emplazamiento. (Olchanski, 1980).

3.1.2. Dacita Molles

El nombre “Jaqui dacite” se asigna a una dacita hipabisal que aflora en la zona norte del cuadrángulo de Jaqui, a lo largo de una falla longitudinal en dirección noroeste (denominada Andino). Estos afloramientos presentan una textura porfirítica, con fenocristales de plagioclasas y granos grandes de cuarzo dispersos en una matriz afanítica grisácea. La edad de emplazamiento se

sitúa entre los 102 millones y 80 millones de años, según el estudio de Cobing en 1979. (Olchauski, 1980).

Gabros

Los gabros forman parte de la Súper-unidad Patap y se formaron hace aproximadamente 107 millones de años, según Cobbing y colaboradores en 1977. Los segmentos de Arequipa y Lima presentan una similitud litológica considerable, con predominio de gabros hornblendíticos melanocráticos, con variaciones hacia otras 9 rocas de carácter básico, como leucogabros y dioritas hornblendíticas. Estos tipos de rocas solo se observan en afloramientos en áreas muy restringidas. Entre rocas de características similares, los contactos muestran transiciones graduales, con zonas de fractura causadas por dioritas más tardías y con parches irregulares de pegmatitas hornblendíticas en las áreas de contacto. Otra característica distintiva son las zonas de intensa deformación, con bandeamiento, que se produjeron en fases anteriores a la formación de los plutones. (Olchauski, 1980).

3.1.3. Súper Unidad Linga

Esta súper-unidad se distingue por su composición litológica, principalmente gabros y dioritas con un contenido relativamente alto de feldespato potásico. Las rocas monzoníticas agrupadas en la Súper-unidad Linga tienen una edad de aproximadamente 97 millones de años y se considera que están asociadas a la mineralización de Cu, Fe y Mo, según Cobbing y colaboradores en 1977.

La Súper-unidad Linga fue detalladamente descrita en la quebrada Linga en Arequipa por Stewart en 1968 y posteriormente por García. Los afloramientos más destacados de la Súper-unidad Linga se limitan principalmente al flanco oeste del batolito. (Olchauski, 1980).

3.1.4. Súper Unidad Pampahuasi

La principal área de exposición de esta súper-unidad se encuentra en la región de Ica-Pisco, y se limita al flanco occidental del batolito, abarcando una longitud de aproximadamente 100 km en dirección andina y un ancho estimado de alrededor de 10 km. Este territorio está mayormente intersectado por la súper-unidad Tiabaya, según indicaciones de N.D. Moore y R.A. Agar. Dentro

de esta área, las rocas plutónicas de naturaleza diorítica y tonalítica forman parte de la Súper-unidad Pampahuasi, con una edad reportada de aproximadamente 94 millones de años, según lo detalla Cobbing y colaboradores en 1977.

En términos de composición litológica, predominan las tonalitas y cuarzo dioritas en esta súper-unidad. Los contactos entre estas diversas facies son irregulares en su distribución, lo que dificulta establecer una secuencia cronológica precisa entre ellas. (Olchauski, 1980).

Súper Unidad Incahuasi

La Súper-unidad Incahuasi se subdivide en 5 unidades menores, con el siguiente orden de emplazamiento: cuarzo-diorita, cuarzo-monzodiorita, granodiorita, pórfidos monzoníticos y monzograníticos, siendo la cuarzo-monzodiorita y la granodiorita las más predominantes en términos de volumen. Esta súper-unidad tiene una edad de emplazamiento de aproximadamente 83 millones de años, según el estudio de Moore y colaboradores en 1985. Los yacimientos minerales se encuentran en línea con la tendencia de la región andina, aunque también hay depósitos minerales asociados a fallas normales regionales de orientación andina, lo que sugiere que estas fallas estaban activas durante la formación del plutón.

Se identifican dos sistemas de diques que atraviesan la Súper-unidad Incahuasi: uno está relacionado con la Súper-unidad Tiabaya y el otro está vinculado al emplazamiento de magmas de Incahuasi. Estos diques son de tonalidad oscura y grano fino, probablemente de composición andesítica. La orientación de estas fracturas sigue la dirección andina y es normal a ella, lo que indica que fueron influenciadas por los mismos esfuerzos regionales que controlaron la formación de los plutones de Incahuasi. (Olchauski, 1980).

3.1.5. Súper Unidad Tiabaya

La Súper-unidad Tiabaya, que limita el flanco este del batolito en el segmento de Arequipa, es la unidad más reciente y la más ampliamente distribuida en esta área. Esta súper-unidad Tiabaya se formó hace aproximadamente 81 millones de años, según Moore y colaboradores en 1985. La composición de la Súper-unidad Tiabaya abarca desde el rango de tonalita hasta monzogranito, y en algunos afloramientos se han identificado también granodioritas. (Olchauski, 1980).

3.1.6. Complejo Santa Rita

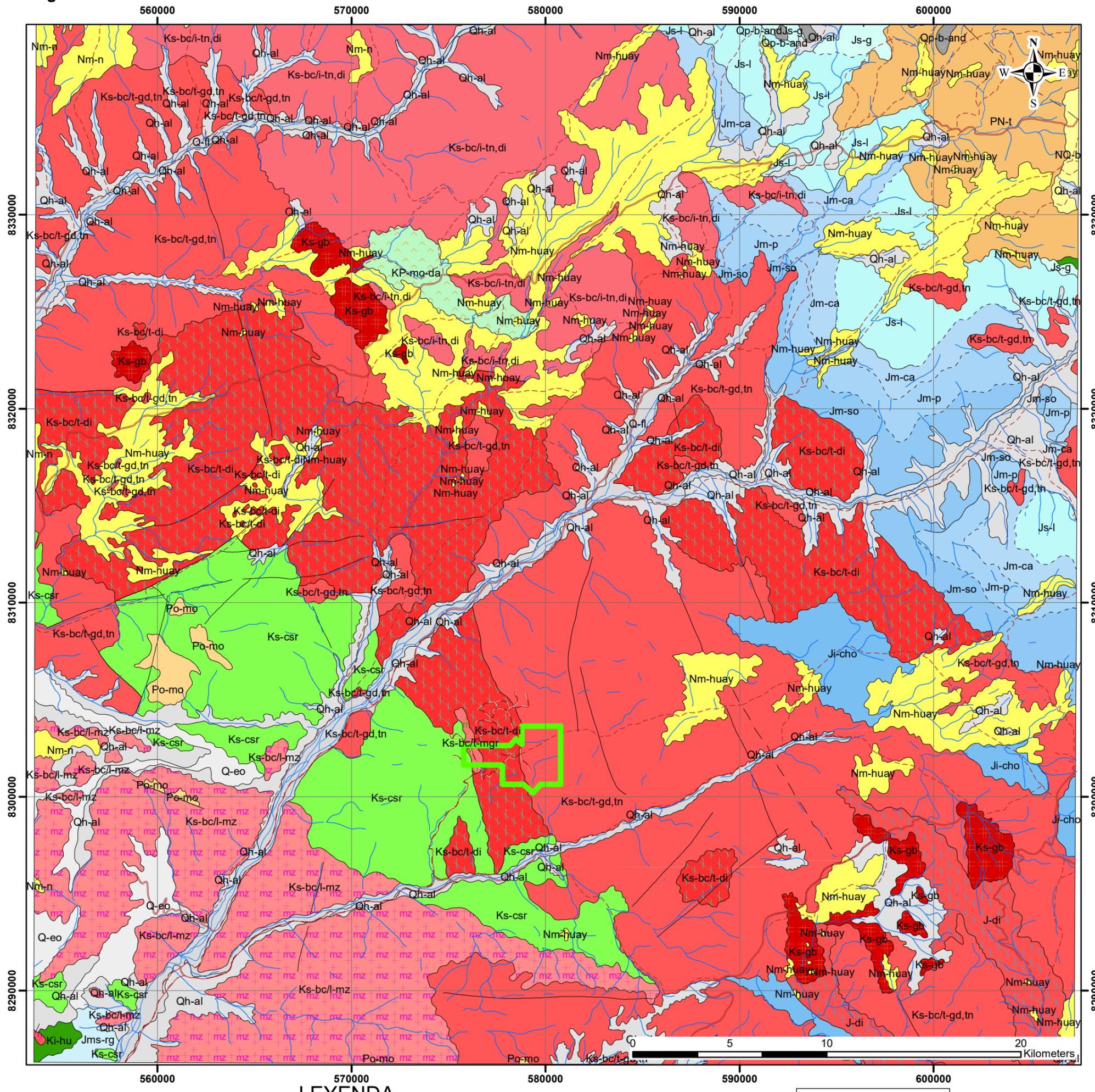
En la región occidental del cuadrángulo de Jaquí, entre los cerros Cauchete y el Morro, se encuentra un conjunto de rocas complejas que se formaron como resultado del metamorfismo de contacto. Esto ocurrió debido a la intrusión de magma del Linga y Tiabaya, que afectó a diversas rocas precursoras, incluyendo sedimentarias, volcánicas, microgabros y dioritas.

Las rocas metamórficas predominantes en esta zona son de color gris oscuro. Las intrusiones magmáticas se presentan en forma de contactos verticales e incluyen esquistos sillimaníticos, gneises intrusivos, hornfels volcánicos y sedimentarios, metasomatitas, dioritas piroxénicas y microgabros hornfelíticos. Las rocas metamórficas y las intrusiones magmáticas a menudo tienen un brillo característico. Entre las intrusiones, destacan las dioritas piroxénicas, dioritas cuarcíferas y andesitas, que están cortadas por pequeños plutones y diques andesíticos. (Olchanski, 1980).

3.1.7. Intrusivos Cenozoicos

En el cuadrángulo de Coracora y Chaparra, a lo largo de la zona plegada, se pueden observar una serie de cuerpos rocosos conocidos como “stocks plutónicos”. Estos stocks, a diferencia del batolito de la costa, muestran características petrográficas que los hacen parecer más jóvenes y probablemente relacionados con un plutonismo del Cenozoico. Estos cuerpos están compuestos principalmente por gabro-dioritas de color gris oscuro y tonalitas-granodioritas. Se cree que estos cuerpos se formaron entre finales del Cretácico y el Meso-Cenozoico. (Olchanski, 1980).

Figura 9: Plano de geología regional



LEYENDA

ERA	PERIODO	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS	MORFOESTRUCTURAS VOLCANICAS	ROCAS INTRUSIVAS Y SUBVOLCANICAS	
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	Depósito eólico Q-eo Acumulaciones de arena	Grupo Barroso Qp-b-and Andesta NQ-b Lava andesítica	Molles KP-mo-da Dacita Superior Unidad Super Unidad Incahuasi Tonalita Granodiorita Tonalita Diorita Monzonita Monzodiorita Gabros Diorita	
		Depósito fluvial Q-fl Gravas y conglomerados no consolidados				
		Depósito aluvial Qh-al Gravas y arenas mal seleccionados en matriz limoarenosa				
	PLEISTOCENO	Grupo Nazca Nm-n Proclastos				
		Formación Huayllas Nm-huay Ignimbritas rosadas y grises				
		Formación Moquegua Po-mo Areniscas y conglomerados				
		Grupo Tacaza PN-t Flujos de lavas volcánicas con proclastos				
		Complejo Santa Rita Ks-csr Metavolcánico y metaintrusivo				
		MESOZOICO	CRETACICO			Formación Hualhuani Ki-hu Areniscas cuarzosas masivas
						Formación Gramadal Js-g Lutitas y limolitas
Formación Labra Js-l Areniscas						
Formación Cachos Jm-ca Lutitas oscuras						
JURASICO	MEDIO	Formación Puenle Jm-p Areniscas grises con lutitas				
		Formación Socosani Jm-so Calizas masivas con lutitas				
		Formación Chocolate Ji-cho Lavas andesíticas de color marrón				

SIMBOLOGIA

- Veta Santa Rosa
- Filomena_Victoria_100
- drenaje**
- Río secundario
- Quebrada seca e intermitente
- vias**
- Carretera afirmada, transitable
- - - Camino de herradura
- Superficie ligera, dos o mas vias
- pliegues**
- ↕ Eje de anticlinal
- ↕ Eje de sinclinal
- fallas**
- Falla normal
- Falla inferida

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABADEL DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

ESTIMACION DE RESERVAS DEL MINERAL DE ORO POR EL METODO CONVENCIONAL EN LOS NIVELES 9 Y 10 DE LA VETA SANTA ROSA, COMPAÑIA MINERA SOTRAMI S.A - SANCOS - LUCANAS - AYACUCHO

GEOLOGIA REGIONAL			
DISTRITO	SANCOS	ELABORADO POR	ESCALA
PROVINCIA	LUCANAS	BACH. CCAHUANA HUAMANI HUGO	1:200000
REGION	AYACUCHO	BACH. CHILO YUCRA DANIEL	MAPA N°
PROYECCION	UTM WGS84 - 18S	ASESOR	4
FECHA	Ago-23	ING. CUENCA SANCHEZ JORGE HENRY	

Fuentes: www.geogpsperu.com/ingenmet,geocatmin,base de datos sotrami

3.2. Geología Local

En la zona de la mina Santa Rosa y sus alrededores, se evidencia la presencia de diversas rocas intrusivas que forman parte del batolito de la costa.

3.2.1. Complejo Santa Rita

Al oeste de la mina, se identifica el Complejo Santa Rita, con una distribución en dirección NO-SE. Este complejo está compuesto por rocas metamórficas de contacto que se formaron debido a la intrusión de las súper unidades Linga y Tiabaya. Estas rocas, de tonalidad gris oscuro y aspecto lustroso, consisten principalmente en dioritas piroxénicas-cuarcíferas y andesitas. La mineralización, especialmente cerca del contacto con las dioritas y granodioritas de la súper unidad Tiabaya, se encuentra asociada a estas rocas, y es en este tipo de litología donde se emplazaron las vetas de la mina Santa Rita. (Olchauski, 1980).

3.2.1.1. Tonalitas

Estas rocas afloran al noreste de la concesión, al igual que las dioritas y granodioritas de la súper unidad Tiabaya conforman el grupo de rocas encajonantes favorables para el emplazamiento de vetas hidrotermales de oro y plata. Son rocas de textura fanerítica de colores claros por la mayor cantidad de sílice, partes de los afloramientos presenta xenolitos de rocas más básicas, como minerales secundarios presenta gran cantidad de hornblendas bien desarrolladas de hasta 1cm.

3.2.2. Super Unidad Incahuasi

3.2.2.1. Dioritas

Estas rocas presentan una textura fanerítica de grano medio a fino con contenido de plagioclasas, biotita de gran tamaño. Por la cantidad de biotita se puede decir que es una diorita biotítica, en este tipo de roca está emplazada la veta Filomena y la mayoría de estructuras mineralizadas como veta Santa Rosa y ramales.

Figura 10

Diorita biotítica de grano medio. Nv 09 Veta Santa Rosa (a 300m al Este del pique esperanza).

**3.2.3. Super unidad Tiabaya**

La mayoría de los afloramientos rocosos corresponden a monzogranitos, granodioritas y dioritas de la súper unidad Tiabaya, caracterizadas por una textura de grano medio a fino. Estas rocas incluyen componentes como feldespatos, biotita de gran tamaño y hornblenda. Por el contenido de biotita, se clasifican como dioritas biotíticas. Es en este tipo de roca donde se encuentra el mayor número de estructuras mineralizadas actualmente en producción, como la veta Filomena y la veta Santa Rosa, junto con sus ramales. Además, se observan afloramientos de tonalitas-granodioritas en el lado norte de la concesión, que, al igual que las dioritas y granodioritas de la súper Unidad Tiabaya, son propicias para el emplazamiento de vetas hidrotermales de oro y plata. Algunas de las vetas notables en esta área incluyen veta Bonita, veta española, veta Lady, veta Raúl, veta Silvana, veta Torrez, veta Santa Ana, veta Filomena y Santa Rosa. Estas dos últimas, en particular, son de gran importancia y se encuentran en etapas de exploración y producción. A pesar de estar separados por una distancia aproximada de 450.00 metros, presentan cierto paralelismo. Además de estas estructuras, existen otras vetas de rumbo andino, algunas de las cuales son ramales de las vetas Santa Rosa y Filomena, y otras son estructuras mineralizadas de valor económico considerable. (Olchanski, 1980).

3.2.3.1. Monzogranito

Este tipo de roca aflora al oeste de la concesión como un cuerpo alineado a la falla Santa Rita y en contacto con el complejo Santa Rita (ver plano 14). Tiene textura fanerítica y composición de feldespato potásico lo que le da un color rojizo (ver figura 11), puntualmente se evidencia presencia de moscovita.

Figura 11

monzogranito característico de la super unidad Tiabaya.



3.2.4. Diques

Cortando a través de las dioritas y granodioritas se observa una serie de diques compuestos por andesitas de textura afanítica a fanerítica y coloración gris verdosa. Estos diques, que presentan espesores de 4 a 8 metros en sus afloramientos, tienen una dirección media que varía de N 305° a N 310° y un buzamiento promedio de entre 60° y 70°. Entre los diques principales se encuentran el dique Santa Ana, el dique Santa Rosa y el dique Filomena.

Figura 12

Contacto entre dique andesítico y diorita. Nv 09 veta Santa Rosa (a 250m al oeste del pique esperanza).



Nota: Al parte izquierdo se observa diorita, la línea roja es la delimitación del contacto y en la parte derecha se observa el dique andesítico.

3.2.5. Depósitos recientes del Cuaternario

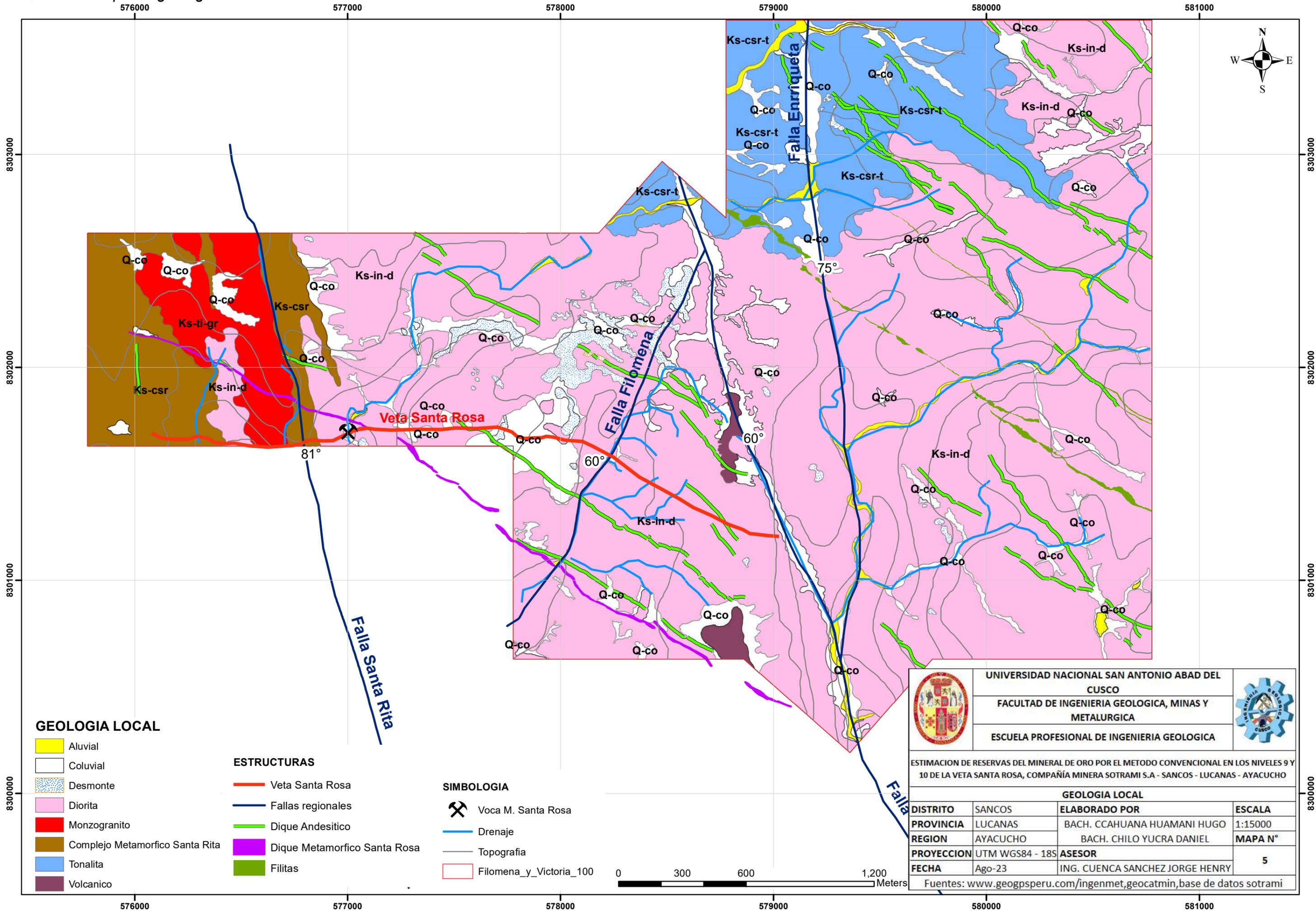
En las áreas deprimidas y laderas se aprecian depósitos aluviales y coluviales, así como depósitos morrénicos y fluvioglaciares del Plioceno. La granulometría de estos depósitos varía desde cantos y bloques angulosos a subredondeados, con composición similar a las rocas que afloran en la concesión y sus alrededores.

Figura 13

Depósitos aluviales de arena, sedimento y grava. E: 577515; N: 8302514.



Figura 14: Mapa de geología local



GEOLOGIA LOCAL

- Aluvial
- Coluvial
- Desmonte
- Diorita
- Monzogranito
- Complejo Metamorfico Santa Rita
- Tonalita
- Volcanico

ESTRUCTURAS

- Veta Santa Rosa
- Fallas regionales
- Dique Andesítico
- Dique Metamorfico Santa Rosa
- Filitas

SIMBOLOGIA

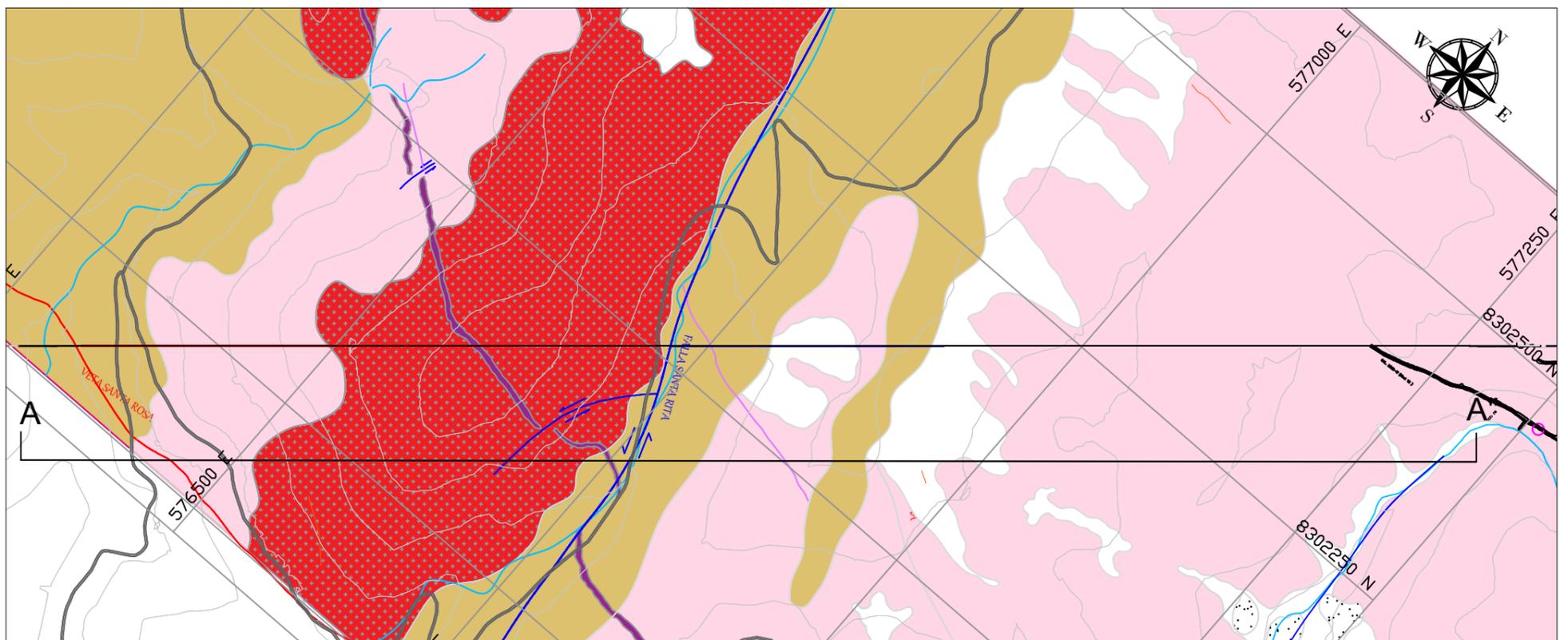
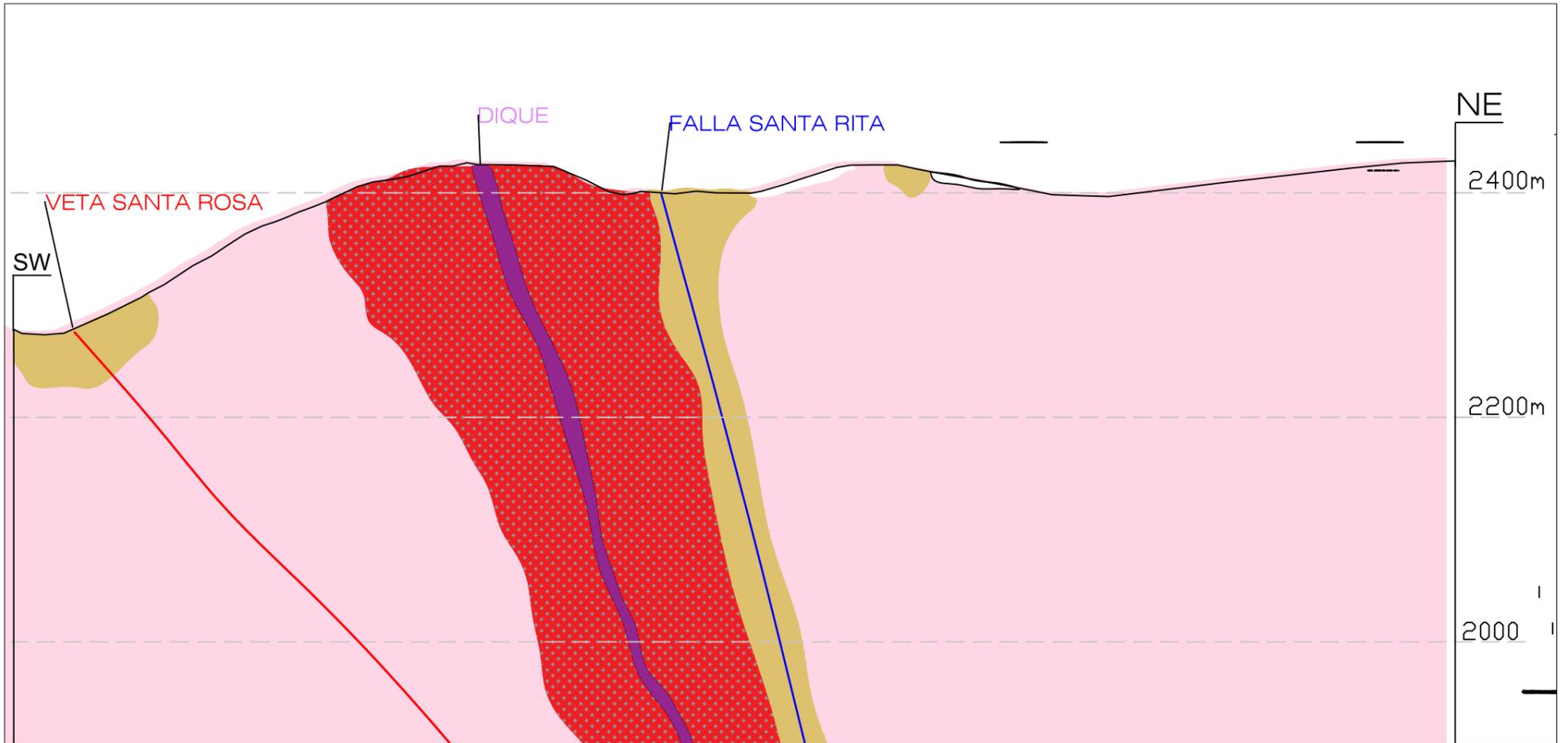
- Voca M. Santa Rosa
- Drenaje
- Topografía
- Filomena_y_Victoria_100



	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO		
	FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
ESTIMACION DE RESERVAS DEL MINERAL DE ORO POR EL METODO CONVENCIONAL EN LOS NIVELES 9 Y 10 DE LA VETA SANTA ROSA, COMPAÑIA MINERA SOTRAMI S.A - SANCOS - LUCANAS - AYACUCHO			
GEOLOGIA LOCAL			
DISTRITO	SANCOS	ELABORADO POR	ESCALA
PROVINCIA	LUCANAS	BACH. CCAHUANA HUAMANI HUGO	1:15000
REGION	AYACUCHO	BACH. CHILO YUCRA DANIEL	MAPA N°
PROYECCION	UTM WGS84 - 18S	ASESOR	5
FECHA	Ago-23	ING. CUENCA SANCHEZ JORGE HENRY	
Fuentes: www.geogpsperu.com/ingenmet , geocatmin, base de datos sotrami			

Figura N° 15. Seccion Transversal de geologia local

SECCION TRANSVERSAL DE GEOLOGIA LOCAL (A-A")



GEOLOGIA LOCAL

- Aluvial
- Coluvial
- Desmonte
- Diorita
- Monzogranito
- Complejo Metamorfico Santa Rita
- Tonalita
- Volcanico

ESTRUCTURAS

- Veta Santa Rosa
- Fallas regionales
- Dique Andesitico
- Dique Metamorfico Santa Rosa
- Filitas

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO		
	FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
ESTIMACION DE RESERVAS DEL MINERAL DE ORO POR EL METODO CONVENCIONAL EN LOS NIVELES 9 Y 10 DE LA VETA SANTA ROSA, COMPAÑIA MINERA SOTRAMI S.A - SANCOS - LUCANAS - AYACUCHO			
SECCION TRANSVERSAL DE GEOLOGIA LOCAL			
DISTRITO	SANCOS	ELABORADO POR	ESCALA
PROVINCIA	LUCANAS	BACH. CCAHUANA HUAMANI HUGO	1:5000
REGION	AYACUCHO	BACH. CHILO YUCRA DANIEL	SECCION
PROYECCION	UTM WGS84 - 18S	ASESOR	1
FECHA	Ago-23	ING. CUENCA SANCHEZ JORGE	
Fuentes: www.geogpsperu.com/ingenmet,geocatmin , base de datos sotrami			

CAPITULO IV

GEOLOGIA ESTRUCTURAL

4.1. Tectonismo

La formación de la Cordillera de los Andes se originó como resultado de la compresión entre la Placa de América y la Placa de Nazca en un entorno de subducción. Este fenómeno se atribuye a la convergencia de las placas, donde una placa se sumerge por debajo de la otra, dando lugar a la formación de la Cordillera de los Andes, según lo documentado por Sutulov en 1978. (Sutulov, 1978).

Estos eventos, que tuvieron lugar durante la orogenia desde el Cretáceo Superior hasta el Terciario Inferior, dieron origen a la Cordillera Occidental de los Andes. Simultáneamente, se produjo un intenso magmatismo al oeste, resultando en la formación del Batolito de la Costa. Durante el emplazamiento de este batolito, se crearon condiciones propicias que condujeron a la formación de yacimientos de cobre (Cu), oro-cobre (Au-Cu), tanto en el Batolito de la Costa como en la planicie costera. Además, se identifica una subprovincia metalogenética de Au-Cu en el tramo entre Nazca y Ocoña. La composición predominante es de rocas intermedias a ácidas en el Batolito de la Costa, según Olchowski en 1980. (Olchowski, 1980).

En resumen, la región comprendida entre la dorsal de Nazca, desde la dorsal de Abancay hasta el Codo de Arica, exhibe la presencia de yacimientos de cobre, oro-cobre, pórfidos de cobre en el Batolito de la Costa, y mineralizaciones de hierro (Fe).

4.1.1. Características Estructurales

A nivel local, las estructuras se encuentran vinculadas a las estructuras regionales formadas por la actividad tectónica previamente descrita. La región se ha subdividido de oeste a este en varias zonas con características estructurales distintivas, incluyendo las Zonas de Fallamiento en Bloques y la de Emplazamiento del Batolito Plegada y Poco Deformada, según lo señalado por Olchowski en 1980. (Olchowski, 1980).

La unidad minera Santa Filomena se sitúa dentro de una Zona de Fallamiento en Bloques, delimitada por dos fallas de rumbo con alcance regional: la falla Gliden al este y la falla Santa Rita

al oeste. Esta configuración genera un desplazamiento en bloques entre dichas fallas, ejerciendo control sobre la mineralización de la veta Filomena, cuya dirección es EO. La falla Gliden tiene un ancho promedio de 8 m. Además, se han identificado sistemas de fallas locales, caracterizadas por un rumbo de $N10^{\circ}-30^{\circ}W$ y buzamientos de $60^{\circ}-75^{\circ}NE$, con anchos variables de hasta 1.0 m; este conjunto se denomina fallas de primer orden. Otro grupo de fallas, clasificadas como de segundo orden, como las fallas Enriqueta, Filomena, Ecuador y otras, poseen un rumbo de $N30^{\circ}-60^{\circ}E$. Estas fueron desplazadas por reactivaciones de las fallas de primer orden, evidenciando saltos en el campo que oscilan entre 2 y 10 m, siendo de naturaleza sinistral y dextral.

4.2.Fallas regionales

Se han identificado tres fallas de carácter regional, siendo que dos de ellas tienen una interacción directa con la veta Santa Rosa.

Falla Gliden: Clasificada como una falla de desplazamiento lateral o de desgarre con movimiento sinistral, esta estructura presenta una potencia aproximada de 8 metros y está situada en el extremo este de la veta Santa Rosa. Su dirección es $N30W$, con un buzamiento de $60^{\circ}NE$, siendo la más significativa al desplazar el sistema de vetas en unos 150 metros.

Falla Filomena: Identificada como una falla de desplazamiento lateral o de desgarre, también con movimiento sinistral, sigue una dirección $N30^{\circ}E$ y, al igual que la falla Gliden, tiene un emplazamiento que la conecta directamente con la veta Santa Rosa.

Falla Enriqueta. Designada como una falla de desplazamiento lateral o de desgarre, caracterizada por un movimiento sinistral, esta estructura se encuentra en el extremo este de la veta Santa Rosa. Su dirección es $N30^{\circ}-60^{\circ}E$, con un buzamiento de $75^{\circ}NE$, siendo casi paralela a la falla Gliden.

4.3.Sistema de fallas locales

En la cartografía de la zona, se han identificado numerosas fallas locales, entre las que se incluyen: Estas fallas exhiben cuarzo blanquecino y brechas tectónicas como relleno común. A menudo, se correlacionan con fallas de tipo tardío que muestran movimientos transcurrentes y

desplazamientos conjugados de mínima extensión. Sus rumbos tienden a ser N10°-30°W, con buzamientos de 60°-75°NE, y presentan anchos variables de hasta 1.0 metro.

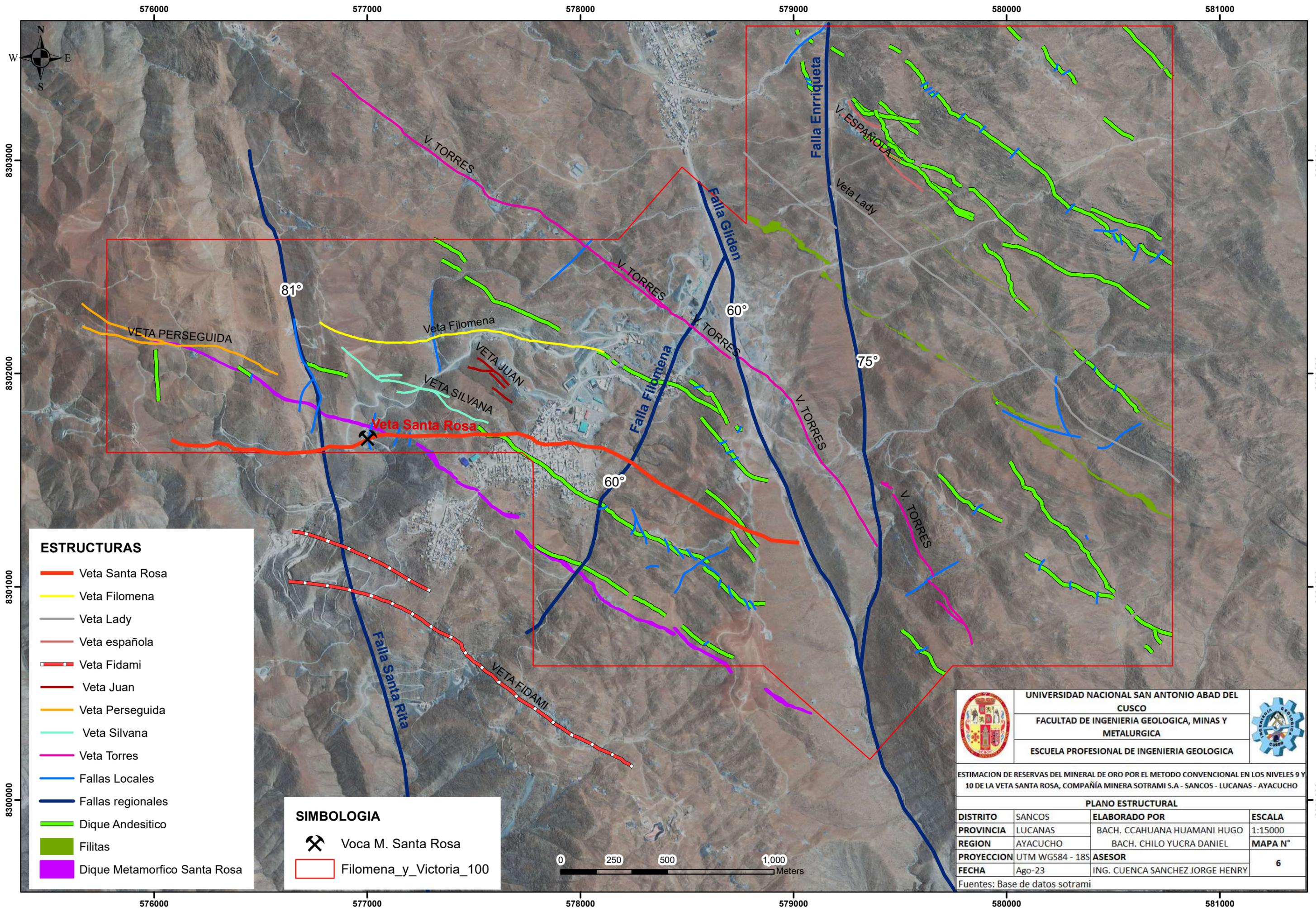
Figura 16
falla normal en el SN 1039E, Nv. 10 veta Santa Rosa.



4.4.Sistema de Diques

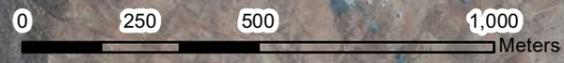
El mapeo también reveló la presencia de un conjunto de diques andesíticos con una tendencia general NW-SE. Estos diques, alineados a lo largo de la estructura primaria de la veta Santa Rosa, muestran una relación específica con las estructuras tipo Riedel y las zonas mineralizadas.

Figura 17: Mapa de geología estructural



- ESTRUCTURAS**
- Veta Santa Rosa
 - Veta Filomena
 - Veta Lady
 - Veta española
 - Veta Fidami
 - Veta Juan
 - Veta Perseguida
 - Veta Silvana
 - Veta Torres
 - Fallas Locales
 - Fallas regionales
 - Dique Andesítico
 - Filitas
 - Dique Metamórfico Santa Rosa

- SIMBOLOGIA**
- Voca M. Santa Rosa
 - Filomena_y_Victoria_100



	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO			
	FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA			
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA			
ESTIMACION DE RESERVAS DEL MINERAL DE ORO POR EL METODO CONVENCIONAL EN LOS NIVELES 9 Y 10 DE LA VETA SANTA ROSA, COMPAÑIA MINERA SOTRAMI S.A - SANCOS - LUCANAS - AYACUCHO				
PLANO ESTRUCTURAL				
DISTRITO	SANCOS	ELABORADO POR	ESCALA	
PROVINCIA	LUCANAS	BACH. CCAHUANA HUAMANI HUGO	1:15000	
REGION	AYACUCHO	BACH. CHILO YUCRA DANIEL	MAPA N°	
PROYECCION	UTM WGS84 - 18S	ASESOR	6	
FECHA	Ago-23	ING. CUENCA SANCHEZ JORGE HENRY		
Fuentes: Base de datos sotrami				

CAPITULO V

GEOLOGÍA ECONÓMICA Y MINERALIZACIÓN

5.1. Geología económica del batolito de la costa: Franja Nazca – Ocoña

La actividad tectónica resultante de la convergencia de las placas durante la orogenia del Cretáceo Superior-Cenozoico Inferior propició la elevación de la Cordillera Occidental de los Andes. Este proceso estuvo acompañado por un intenso magmatismo en el borde Oeste de la Cordillera Occidental, dando lugar al emplazamiento del Batolito de la Costa, cuyas soluciones residuales se enriquecieron en Cu y Au-Cu, dando origen a la Provincia Metalogénica de Cu del Batolito de la Costa y Planicie Costera, así como a la Subprovincia Metalogénica de Au-Cu del Batolito de la Costa en Nazca-Ocoña. La composición predominante del Batolito de la Costa es de carácter intermedio a ácido.

En función de las características mineralógicas y geométricas, se han identificado siete tipos de depósitos minerales directamente vinculados al magmatismo e intrusivos del batolito, de los cuales dos son de origen volcanogénico (IOCG), mientras que los cinco restantes presentan afinidad plutónica (Vidal, 1980).

Los depósitos de afinidad volcanogénica (IOCG) se definen como estratos con concentraciones de baritina, metales base y sulfatos, o cuerpos estratiformes de anfibolitas-pirita-calcopirita, ambos predominantemente asociados con rocas volcánicas durante el Cretáceo medio-tardío.

En cuanto a los depósitos de afinidad plutónica, se cree que están mayormente relacionados con los gabros tempranos en lugar de los granitoides tardíos. Estos comprenden cuerpos y vetas irregulares de anfibolitas-magnetita-calcopirita, así como granitoides asociados a vetas de cuarzo-especularita-calcopirita, skarns de calcopirita-molibdenita-scheelita, vetas de cuarzo-carbonatos-pirita aurífera, zonas de stockwork y diseminados de calcopirita-molibdeno-pirita-(cuarzo-sericita) del tipo pórfido de cobre.

A nivel regional, estos distritos auríferos mesotermiales del Batolito de la Costa están vinculados a las súper unidades félsicas Linga, Incahuasi y Tiabaya del Batolito de la Costa,

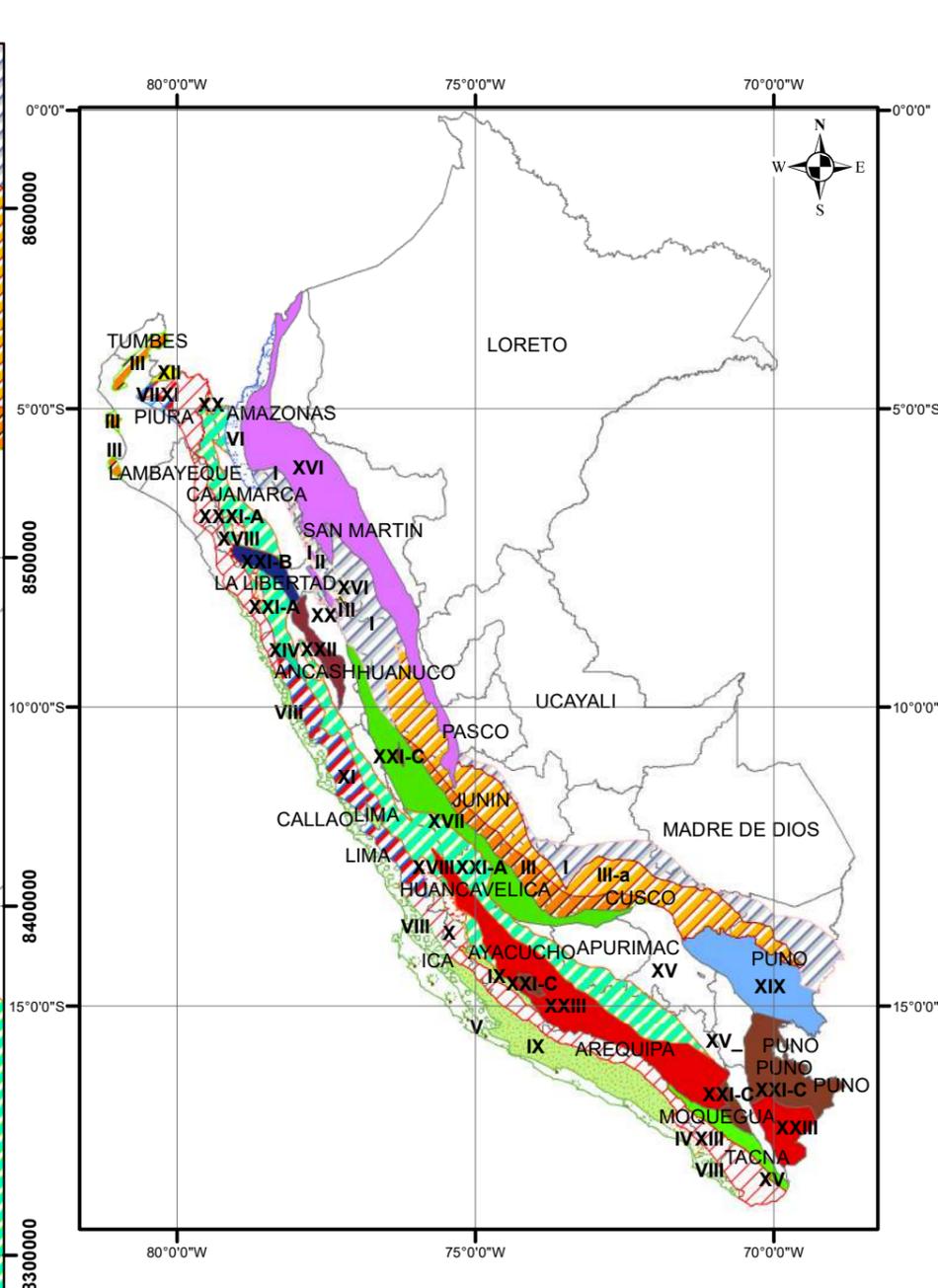
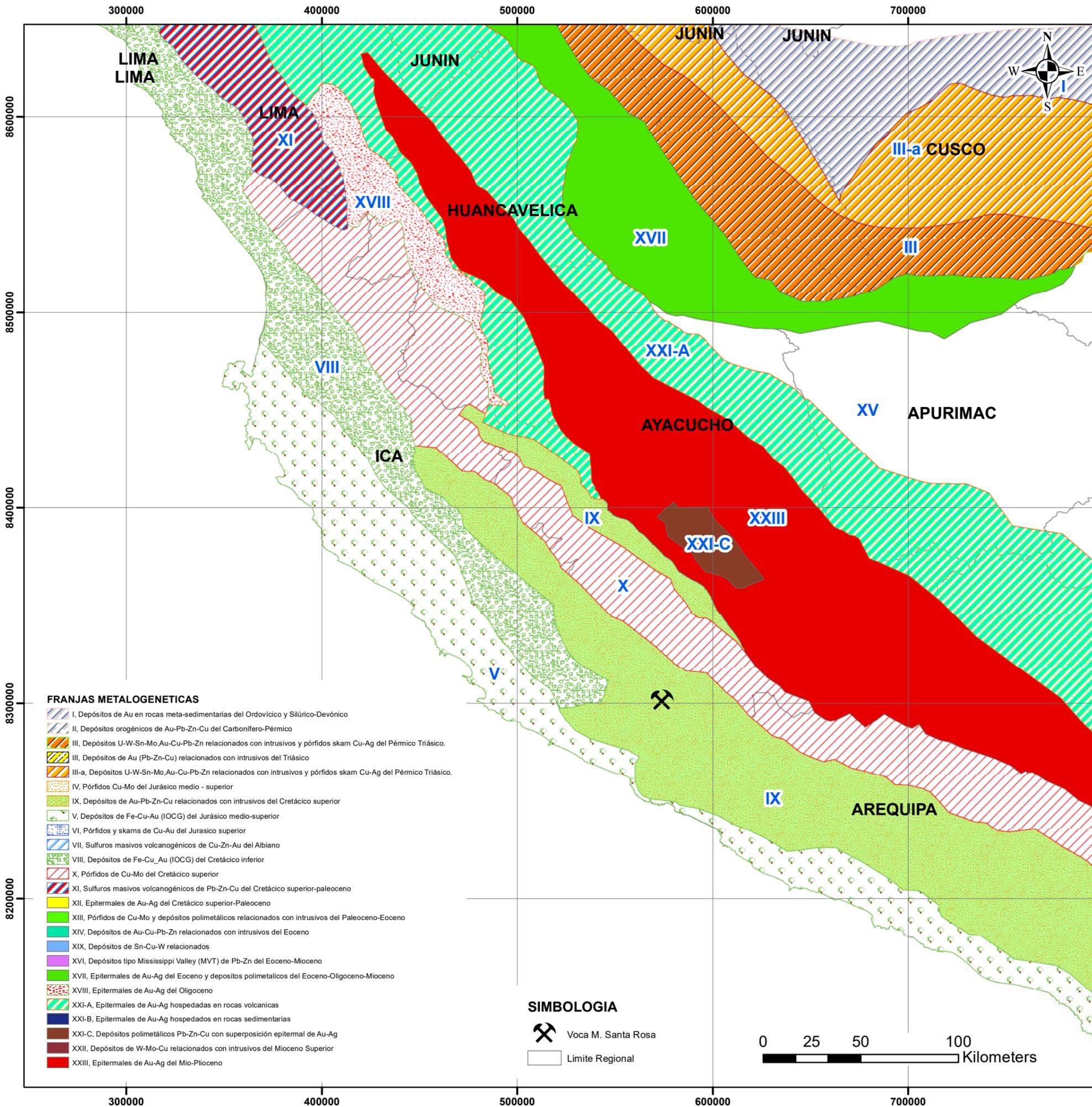
estando asociados a los pórfidos de Cu-Mo, que presentan cierta conexión con la mineralización de Au.

Con el fin de comprender de manera exhaustiva la distribución espacial de las mineralizaciones de Au-Ag, Cu-Fe en la franja Nazca-Ocoña, se describirán los principales yacimientos y ocurrencias del sector. (Vidal, 1980).

5.1.1. Ubicación de la veta Santa Rosa en las franjas metalogénicas del Perú

la veta Santa Rosa se ubica en la Franja de depósitos de Au-Pb-Zn-Cu relacionados con intrusivos de Cretácico superior Se extiende discontinuamente en cuatro áreas, y la veta Santa Rosa dentro del área Saramarca-Nazca-Ocoña ($14^{\circ}30'-17^{\circ}$). Las estructuras mineralizadas llevan cuarzo-oro-sulfuros y se encuentran hospedadas en granitoides del Cretácico superior del Batolito de la Costa. en Saramarca- Nazca-Ocoña, las estructuras mineralizadas están controladas por fallas con orientaciones NO-SE, N-S y E-O, que constituyen el corredor Nazca-Ocoña. Entre los principales depósitos de esta zona sur se pueden mencionar a Orión, Caravelí, Ishihuinca, Calpa, Arirahua y San Juan de Chorunga. (Acosta et al. 2008).

Figura 18: Ubicacion de la veta Santa Rosa en la franja metalogenica del peru



	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAAD DEL CUSCO		
	FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
ESTIMACION DE RESERVAS DEL MINERAL DE ORO POR EL METODO CONVENCIONAL EN LOS NIVELES 9 Y 10 DE LA VETA SANTA ROSA, COMPAÑIA MINERA SOTRAMI S.A - SANCOS - LUCANAS - AYACUCHO			
MAPA METALOGENICA DEL PERU			
DISTRITO	SANCOS	ELABORADO POR	ESCALA
PROVINCIA	LUCANAS	BACH. CCAHUANA HUAMANI HUGO	1:2000000
REGION	AYACUCHO	BACH. CHILO YUCRA DANIEL	MAPA N°
PROYECCION	UTM WGS84 - 18S	ASESOR	7
FECHA	Ago-23	ING. CUENCA SANCHEZ JORGE HENRY	
Fuentes: www.geogpsperu.com/ingenmet,geocatmin,base de datos sotrami			

5.2. Mineralización en la Zona de Estudio

5.2.1. Características de la mineralización

Las vetas auríferas en la zona se clasifican genéticamente como vetas hidrotermales de cuarzo-oro, siendo el cuarzo el mineral principal, seguido por pirita, arsenopirita y oro nativo. Estas vetas presentan comúnmente zonas bandeadas crustificadas, brechamiento puntual con limitadas aureolas de alteración argílica, silicificación y propilitación en la roca caja.

5.2.2. Mineralización en Las vetas

Santa Filomena, una mina de oro antigua en el área, tiene numerosas vetas con afloramientos definidos y labores de explotación desde hace tiempo. Estas vetas tienen longitudes que varían entre 0.10 y 3.00 km y potencias de 0.07 a 2.00 m.

5.3. Estructuras mineralizadas

La mineralización en las vetas se encuentra como clavos mineralizados en forma de lentes, alineados horizontalmente en forma arrosariada. Los clavos, con longitudes de 05 a 50 m, presentan las mejores zonas mineralizadas en las intersecciones de dos o más vetas, separadas por sectores amplios débilmente mineralizados o estériles. Verticalmente, las vetas tienden a formar sigmoides con tendencia a unirse en profundidad.

Las principales estructuras mineralizadas cartografiadas en el Proyecto Santa Filomena son las siguientes:

5.3.1. Veta Santa Filomena

Es la veta principal destinada a la exploración y explotación, situada en las coordenadas punto medio E 578,000 y N 8 302 120 (UTM WGS 84). Se ha identificado en una longitud de 2.5 km en la superficie, con un rumbo que varía desde E - W hasta N 75°-85° W, y un buzamiento que oscila entre 50° y 70° N y NE. Las potencias de la veta oscilan entre 0.20 y 0.60 m. Estructuralmente, hacia el NW, la veta cambia de rumbo y es desplazada por la falla 1, mientras que en el extremo SE tiende a interceptarse con la veta Santa Rosa. La mineralización en la veta consta de tres (3) generaciones de cuarzo: cuarzo gris, hialino y poroso con relleno de hematita

(2%). Se encuentra emplazada en rocas dioríticas-granodioríticas, y las cajas presentan alteración silíceo de moderada a débil y propilítica débil.

Las mejores anomalías registradas en el muestreo de superficie son de 16.30 ppm (16.30 g/t) para el oro y 2950 ppm (0.29%) para el cobre. La veta Filomena ha sido trabajada en 13 niveles, y debido a la explotación realizada en años anteriores, se asume que la estructura con mineralización de oro tiene una distribución irregular en sentido longitudinal y vertical (Zona Jiménez, Escalera y Zona 23). Esta estructura ha sido evaluada en la superficie, tomando 16 muestras cuyos resultados se detallan en la tabla N°4.

Tabla 4

Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Sta. Filomena

Muestra	Ancho (m)	Au_ppm	Ag_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm
243	0.3	4.19	0.19	264	4	27
244	0.4	7.82	0.9	459	7	32
366	0.1	5.47	0.2	190	8	47
367	0.07	0.333	0.19	134	3	26
381	0.15	1.68	0.6	465	5	32
382	0.15	9.84	2.3	417	7	25
383	0.1	9.25	0.6	1040	6	68
384	0.1	16.3	1.3	2950	8	47
385	0.3	3.36	0.8	448	7	46
386	0.2	0.157	0.2	330	4	66
234	0.1	0.41	0.5	31	16	15
235	0.4	0.124	0.19	2	5	3
236	0.05	0.316	0.19	9	11	13
255	0.25	6.17	0.5	8	4	20
259	0.15	2.95	0.8	5	3	32
260	0.09	3.22	0.6	84	13	25

Fuente: Elaboración propia.

5.3.2. Veta Santa Filomena Sur

La veta Filomena Sur, situada en las coordenadas punto medio E 577 000 y N 8 302 300 (UTM WGS 84), exhibe un afloramiento continuo de 0.6 km, con un rumbo N50°O y un buzamiento de 65° al NE. El ancho varía entre 0.20 y 0.40 m, y la mineralización se compone de vetillas de cuarzo (Qz), pirita (Py) diseminada (2%), limonitas (Go 3%, Ja 1%). La estructura presenta una moderada silicificación, y hacia las cajas techo y piso muestra una débil alteración argílica.

5.3.3. Veta Santa Rosa

En cuanto a la veta Santa Rosa, localizada en las coordenadas punto medio E 577 500 y N 8 301 220 (UTM WGS 84), se extiende continuamente a lo largo de 3.0 km. Su rumbo varía de E-O y cambia a N65°O, con un buzamiento de 65° a 70° al N. El ancho fluctúa entre 0.10 y 1.10 m, y la mineralización se compone de vetillas de cuarzo, pirita diseminada (2%), limonitas (Go 3%, Ja 2%), y diseminación fina de galena. La estructura muestra una moderada silicificación, y hacia las cajas techo y piso presenta una débil argilización. Las mejores anomalías registradas en la superficie son de 6.00 ppm (6.00 g/t) para el oro, 932 ppm (0.09%) para el cobre. Las anomalías para plata y plomo son muy débiles, mientras que para zinc son débiles. Los resultados analíticos se detallan en la tabla 5.

Estructuralmente, la veta Santa Rosa se bifurca hacia el NO en los ramales Santa Rosa Norte, Perseguida, Santa Rosa 1 y otros ramales sin nombre. Hacia el SE, tiende a converger con la veta Santa Filomena.

Tabla 5

Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Sta. Rosa

Muestra	Ancho (m)	Au_ppm	Ag_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm
208	0.45	0.029	0.19	3	3	4
207	0.5	0.95	1	200	10	78
206	1.1	2.39	1.1	742	7	100
204	0.4	6	0.5	932	5	74
202	0.7	4.99	1	598	7	38
201	0.45	0.114	0.4	52	3	69
374	0.1	1.385	0.2	22	20	91

Fuente: Elaboración propia.

5.3.4. Veta Ramal Santa Rosa 1

En cuanto al ramal de la veta Santa Rosa 1, que presenta un afloramiento continuo de 1.5 km, su rumbo es paralelo a la veta Santa Rosa principal. El ancho varía de 0.03 a 0.70 m, y su buzamiento es de 62° al norte. La mineralización se compone de vetillas de cuarzo hialino en textura bandeada, con diseminaciones de limonitas (G:2%). El muestreo realizado reporta 15.65 ppm (15.6 g/t) y 443 ppm (0.04%) para el cobre. Las anomalías para plata, plomo y zinc son débiles. Los resultados se presentan en la tabla 6.

Tabla 6

Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Sta. Rosa 1

Muestra	Ancho (m)	Au_ppm	Ag_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm
205	0.7	0.126	0.2	91	67	56
329	0.1	15.65	1.2	146	10	16
349	0.25	4.87	0.7	333	9	33
332	0.07	2.04	1	443	9	21
335	0.03	0.188	0.2	55	3	19

Fuente: Elaboración propia.

5.3.5. Veta Ramal Santa Rosa 2

La estructura ubicada al SE de la veta Santa Rosa 1 presenta un afloramiento de 0.5 km, con rumbo N 45° E y buzamiento de 62° N. El ancho varía de 0.08 a 0.30 m, mostrando buenas anomalías de oro, siendo la más relevante de 19.55 ppm (19.5 g/t), 1870 ppm (0.18%) para el cobre y 4710 ppm (0.47%) para el plomo. La mineralización de la veta está compuesta por cuarzo hialino con óxidos de hierro (limonitas) en parches. Estructuralmente, forma un gran sigmoide con la veta Santa Rosa 1, y los resultados geoquímicos se detallan en la tabla N° 7.

Tabla 7

Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Sta. Rosa 2

Muestra	Ancho (m)	Au_ppm	Ag_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm
224	0.17	3.11	0.8	48	7	8
225	0.3	3.77	3.6	78	4	11
284	0.08	2.89	0.6	590	6	42
320	0.1	19.55	2.7	1570	4710	30
285	0.1	10.2	2.8	1870	6	114
325	0.15	0.315	0.19	374	9	46

Fuente: Elaboración propia.

5.3.6. Veta Santa Rosa Norte

La veta Santa Rosa Norte, como ramal de la veta Santa Rosa, tiene un afloramiento proyectado de 1.2 km con rumbo N 50° O y buzamiento de 72° a 84° NE. El ancho varía de 0.15 a 0.70 m, presentando una estructura bien definida con mineralización de vetillas de cuarzo hialino y venillas de cuarzo gris. Se han tomado tres (3) muestras que reportan anomalías interesantes de oro, siendo la mejor de 4.39 ppm (4.39 g/t). Las anomalías de plata, cobre, plomo y zinc son débiles a muy débiles, y los resultados geoquímicos se presentan en la tabla 8.

Tabla 8

Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Sta. Rosa Norte

Muestra	Ancho (m)	Au_ppm	Ag_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm
242	0.15	0.586	0.2	204	4	45
240	0.3	4.39	0.6	404	5	53
210	0.7	2.69	0.5	366	8	94

Fuente: Elaboración propia.

5.3.7. Veta Perseguida

La veta Perseguida, considerada como un ramal de la veta Santa Rosa, se ubica al NO de la veta principal. Su afloramiento se proyecta en una longitud de 1.3 km con rumbo N 65° O y buzamiento de 54° al norte. El ancho de la estructura es de 0.26 m, y la mineralización está representada por cuarzo lechoso con venillas de cuarzo hialino y, esporádicamente, óxidos de hierro en parches. La geoquímica reporta anomalías débiles para el oro, plata, cobre y zinc, mientras que para el plomo reporta una anomalía moderada de 2470 ppm (0.24%). Los resultados se detallan en la tabla 9.

Tabla 9

Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Perseguida

Muestra	Ancho (m)	Au_ppm	Ag_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm
233	0.26	0.078	9.2	41	2470	7

Fuente: Elaboración propia.

5.3.8. Veta Rene

Posiblemente, el afloramiento denominado Ramal Rene sea un ramal de la veta Santa Filomena, con una longitud continua de 0.6 km. El rumbo promedio es de N 60° O con buzamiento de 62° NE, y el ancho varía de 0.10 a 0.25 m. La mineralización está compuesta por cuarzo gris y hialino en vetillas y venillas (milimétricas), con presencia de limonitas (H:3%, G: 1%). La mejor anomalía para el oro es de 39.5 ppm (39.5 g/t), y para el cobre es de 1685 ppm (0.16%). Sin

embargo, las anomalías para la plata, plomo y zinc son muy débiles, como se observa en la tabla 10. Estructuralmente, la veta Rene ha sido afectada o perturbada por las fallas 1, 3, 4, 2 y 5, con desplazamientos de corto salto.

Tabla 10
Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Rene

Muestra	Ancho (m)	Au_ppm	Ag_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm
351	0.19	39	3.8	443	8	26
352	0.24	0.206	0.2	56	6	22
361	0.18	0.233	0.3	108	6	63
362	0.15	0.426	0.3	102	6	32
363	0.12	7.42	1.3	584	4	32
8945	0.12	4.44	0.8	202	3	37
8943	0.25	1.74	0.7	1685	4	63
9008	0.1	39.5	1.5	792	4	25

Fuente: Elaboración propia.

5.3.9. Veta Perdida

El afloramiento de la veta Perdida es de 0.3 km en forma continua, con rumbo N 50° W y buzamiento de 70° al NE. Su potencia varía de 0.08 a 0.15 m, con mineralización de cuarzo blanco y diseminaciones de limonitas. Las anomalías para el oro, plata, plomo, cobre y zinc son débiles a muy débiles, como se observa en la tabla 11. Estructuralmente, la veta hacia el NO se trunca con la falla 11.

Tabla 11

Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Perdida

Muestra	Ancho (m)	Au_ppm	Ag_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm
278	0.08	0.199	0.6	299	8	29
279	0.1	0.019	0.19	45	4	22
281	0.08	0.029	0.2	57	5	15
282	0.15	0.017	0.19	63	7	65

Fuente: Elaboración propia.

5.3.10. Veta Nazareno

La veta Nazareno se encuentra en la zona de Enriqueta, con un afloramiento discontinuo de 0.9 km. Predomina un rumbo de N 45° O, con buzamientos de 55° a 66° al NE, y el ancho varía entre 0.10 y 0.40 m. La mineralización se presenta en vetillas de cuarzo gris en textura bandeada, con venillas y diseminaciones de limonitas (H: 2%, G: 1%, J:1%). Los valores geoquímicos indican anomalías para el oro, siendo el máximo de 8.95 ppm (8.95 g/t), para el cobre 612 ppm (0.06%), y anomalías bajas para la plata, plomo y zinc. Estructuralmente, en la parte central presenta ramales de pequeña longitud formando sigmoides, limitada por la falla 9 hacia el SE y la falla Enriqueta hacia el NO. Se correlaciona con la veta Bolívar.

Tabla 12

Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Nazareno

Muestra	Ancho (m)	Au_ppm	Ag_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm
272	0.4	0.027	0.19	15	3	13
271	0.1	1.645	0.5	22	7	14
273	0.2	8.95	5.3	35	12	20
309	0.06	3.17	0.6	42	7	33
291	0.25	6.25	0.8	494	6	18
292	0.13	4.4	2.1	612	19	11

Fuente: Elaboración propia.

5.3.11. Veta San Jorge

La veta San Jorge, ubicada al NE de la veta Santa Filomena, tiene un afloramiento continuo de 1.4 km, con rumbo N 40° O y buzamiento de 60° a 76° NE. El ancho varía de 0.05 a 0.40 m, y la mineralización se presenta en cuarzo hialino y cuarzo blanco en forma masiva, con presencia de limonitas en parches y venillas milimétricas. La mejor anomalía en esta estructura es de 8.58 ppm (8.58 g/t) para el oro, 2430 ppm (0.24%) para el cobre, y anomalías débiles para plata, plomo y zinc. Estructuralmente, la veta San Jorge es desplazada por la falla Gliden y truncada por la falla Enriqueta.

Tabla 13

Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta San Jorge

Muestra	Ancho (m)	Au_ppm	Ag_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm
8974	0.1	0.289	0.8	7	5	21
8990	0.2	1.63	0.6	970	7	42
348	0.3	8.58	2.4	459	7	43
8986	0.15	3.09	1.3	452	6	38
8985	0.1	3.26	0.9	2430	18	27
179	0.05	0.545	0.5	386	10	30
344	0.1	0.468	0.19	52	4	22
342	0.4	0.038	0.19	29	7	21
341	0.15	0.039	0.19	52	8	46

Fuente: Elaboración propia.

5.3.12. Veta San Juan

La veta Elvira tiene un afloramiento de 0.3 km con rumbo N 40° O y buzamiento de 60° NE. Presenta un ancho promedio de 0.23 m, con mineralización de cuarzo hialino y venillas con relleno de limonitas principalmente (H: 3%). Se ha observado macroscópicamente la presencia de pequeñas geodas con incrustaciones de cuarzo hidrotermal. El muestreo reporta anomalías geoquímicas importantes para el oro (3.75 ppm, 3.75 g/t) y para el cobre (414 ppm, 0.04%), con anomalías débiles para plata, plomo y zinc.

Tabla 14

Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta San Juan

Muestra	Ancho (m)	Au_ppm	Ag_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm
195	0.20	3.750	0.600	414.000	5.000	48.000
197	0.25	0.276	0.600	235.000	2.000	70.000

Fuente: Elaboración propia.

5.3.13. Veta San Juan 1

La veta Mercedes tiene una longitud de 0.15 km, buzamiento de 61° al NE, y un ancho variable de 0.15 a 0.20 m. Las anomalías geoquímicas reportan valores moderados para el oro, siendo la mejor con 2.81 ppm (2.1 g/t), como se presenta en la tabla 15.

Tabla 15

Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta San Juan 1

Muestra	Ancho (m)	Au_ppm	Ag_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm
193	0.20	0.949	0.500	86.000	1.000	27.000
194	0.15	2.810	0.600	107.000	2.000	48.000

Fuente: Elaboración propia.

5.3.14. Veta San Juan 2

El afloramiento de la veta Rosalía tiene una longitud de 0.15 km, buzamiento de 68° al NE, y un ancho que varía de 0.10 a 0.25 m. La mejor anomalía reporta 5.94 ppm (5.94 g/t), con anomalías débiles para la plata, cobre, plomo y zinc.

Tabla 16

Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Sta. San Juan 2

Muestra	Ancho (m)	Au_ppm	Ag_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm
198	0.10	5.940	1.100	491.000	1.000	48.000
199	0.25	1.960	0.400	155.000	3.000	62.000

Fuente: Elaboración propia.

5.3.15. Veta Lucas

La veta Lucas es una de las más significativas en el proyecto, con un afloramiento continuo de 1.5 km. Su rumbo es casi paralelo a la veta Santa Filomena, con un buzamiento que varía de 70° a 80° al NE y anchos que oscilan entre 0.05 y 0.30 m. La mineralización se caracteriza por cuarzo hialino en vetillas y venillas de textura bandeada, con lentes de alteración argílica. Las vetillas contienen mineralización de óxidos de hierro (H:3%, G:1%). Los resultados geoquímicos muestran anomalías fuertes para el oro, con el mejor valor de 11.25 ppm (11.25 g/t), 521 ppm (0.05%) para el cobre, 303 ppm (0.03%) para la plata, y anomalías débiles para plomo y zinc. Estructuralmente, la veta Lucas se ve afectada por las fallas 1, 3, 4, 2, 5, con desplazamientos de corto salto.

Tabla 17

Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Lucas

Muestra	Ancho (m)	Au_ppm	Ag_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm
354	0.1	2.71	0.5	49	7	97
355	0.12	3.86	0.3	56	2	86
356	0.15	7.05	0.3	46	2	25
357	0.1	0.197	0.2	54	5	49
358	0.15	11.25	0.8	19	2	9
8998	0.3	4.34	0.9	56	8	31
180	0.14	1.445	0.3	69	2	15
8993	0.25	1.075	0.3	521	5	69
181	0.15	10.3	1.2	71	2	72
182	0.05	0.4	303	6	62	0.644

Fuente: Elaboración propia.

5.3.16. Veta Torres

La veta Torres es otra de las principales, con un afloramiento continuo de 1.5 km y rumbo N55°O. El buzamiento es de 66° NE, con anchos de 0.08 a 0.15 m. La mineralización comprende cuarzo hialino, en algunos tramos poroso tipo vuggy, con presencia de limonitas en la vetilla (H:3%, J:1%, G:1%). Los resultados del muestreo indican valores anómalos, siendo el mejor de

11.35 ppm (11.35 g/t) para el oro, 662 ppm (0.06%) para el cobre, y anomalías muy débiles para plata, plomo y zinc. La veta Torres está afectada por las fallas Gliden y Enriqueta.

Tabla 18

Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Torres

Muestra	Ancho (m)	Au_ppm	Ag_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm
8966	0.15	7.11	0.9	50	2	96
8967	0.15	2.93	0.5	157	6	75
8961	0.08	6.19	2.2	208	8	18
8960	0.1	7.45	3.9	139	5	15
8959	0.15	4.11	0.4	662	11	28
8989	0.08	11.35	1.4	447	8	23

Fuente: Elaboración propia.

5.3.17. Veta San José

La veta San José, ubicada al SO de la zona de Enriqueta, tiene un afloramiento continuo de 0.9 km, con un rumbo promedio de N45°O y un buzamiento de 65° a 72° NE. La potencia es de 0.07 m con buenas anomalías de oro, destacando un valor relevante de 23.40 ppm (23.4 g/t). Para la plata, es de 2.3 ppm (2.3 g/t), para el cobre 327 ppm (0.03%), y anomalías muy débiles para plomo y zinc. Estructuralmente, se trunca en la falla Enriqueta y es interceptada por la falla 9, posiblemente desplazada por esta última. Cerca del extremo NO, en la proximidad de la falla Enriqueta, se observan ramales con tendencia a formar sigmoides.

Tabla 19

Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta San José

Muestra	Ancho (m)	Au_ppm	Ag_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm
267	0.07	1.035	0.19	163	4	48
268	0.07	12.1	1.4	327	6	36
295	0.04	5.74	1.6	318	22	9
296	0.07	23.4	2.3	135	6	15

Fuente: Elaboración propia.

5.3.18. Veta Bolívar

La veta Bolívar, ubicada al este de la Base 5, tiene una longitud de 0.7 km con afloramiento continuo y rumbo N 40° O. El ancho varía de 0.08 a 0.40 m, y la mineralización está compuesta por cuarzo hialino en vetillas, con presencia de óxidos de hierro en parches. La geoquímica reporta una anomalía fuerte para el oro, con un valor de 20.30 ppm (20.3 g/t), 414 ppm (0.04%) para el cobre, y anomalías débiles para plata, plomo y zinc. Estructuralmente, está limitada por la falla 6 y Gliden. Un ramal sale de la veta principal y, al prolongarlo, tiende a unirse nuevamente a la veta principal formando un sigmoide.

Tabla 20

Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Bolívar

Muestra	Ancho (m)	Au_ppm	Ag_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm
192	0.4	1.145	0.7	414	6	41
191	0.1	20.3	1.2	118	4	37
189	0.08	0.083	0.4	109	30	39
248	0.13	0.307	0.19	54	4	41

Fuente: Elaboración propia.

5.3.19. Veta Aurora

La veta Aurora, posiblemente un ramal de la veta Torres, se encuentra al SE de la zona Enriqueta, con un afloramiento de 0.45 km. Su rumbo es N 25° O, con buzamiento de 70° NE y un ancho que varía de 0.10 a 0.35 m. El muestreo reporta anomalías fuertes para el oro, con valores de 19.55 ppm (19.5 g/t), 1570 ppm (0.1%) para el cobre, 4710 ppm (0.47%) para el plomo, y anomalías débiles para la plata y el zinc.

Tabla 21

Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Aurora

Muestra	Ancho (m)	Au_ppm	Ag_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm
320	0.1	19.55	2.7	1570	4710	30
319	0.2	1.1	0.3	39	4	33
265	0.1	8.78	0.19	42	2	63
264	0.2	0.976	0.2	183	2	25
315	0.35	2.64	0.3	62	3	54

Fuente: Elaboración propia.

5.3.20. Veta Lady

La veta Lady se ubica al NE de la zona BASE 5, con una longitud de afloramiento de 0.5 km y rumbo N 45° O. Presenta un ancho de 2.0 m, con mineralización de cuarzo blanco con vetilleo de cuarzo gris y fracturas con relleno de limonitas (H:3%, G:1%, J:1%). Los resultados del muestreo reportan anomalías moderadas para el oro, con valores de 3.85 ppm (3.85 g/t).

Tabla 22

Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Lady

Muestra	Ancho (m)	Au_ppm	Ag_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm
43	2	3.85	0	0	0	0
44	2	2.15	0	0	0	0
45	2	0.45	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

5.3.21. Veta Española

En la zona española, la veta Laura tiene un afloramiento continuo con una longitud de 0.5 km. Su rumbo es de N 50° O y buzamiento de 75° NE, con un ancho de 0.20 m. Los resultados geoquímicos indican anomalía moderada a débil para el oro y anomalías débiles para plata, cobre, plomo y zinc.

Tabla 23

Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta española.

Muestra	Ancho (m)	Au_ppm	Ag_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm
30	0.2	1.04	0.5	123	6	41
17	0.2	0.314	0.6	127	5	31

Fuente: Elaboración propia.

5.3.22. Veta Raúl

La veta Raúl, ubicada en la zona la española, en el límite norte de la propiedad, tiene un afloramiento continuo de 0.2 km. Con un rumbo de N° 40° O y buzamiento de 67° NE, el ancho varía de 0.10 a 2.0 m. Los resultados del muestreo reportan anomalías moderadas para el oro, destacando el mejor valor de 9.24 ppm (9:24 g/t). Estructuralmente, la veta Raúl parece ser la veta española desplazada por la falla.

Tabla 24

Resultados geoquímicos de muestras de afloramiento de la veta Raúl

Muestra	Ancho (m)	Au_ppm	Ag_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm
24	0.35	0.678	0.4	74	5	46
25	0.15	6.07	0.9	42	12	32
22	0.4	1.47	0.3	113	6	77
28	0.07	9.24	1	37	7	29
26	0.22	2.26	0.9	73	179	66
29	0.1	1.27	0.4	111	7	29
39	2	1.35	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

5.3.23. otras estructuras mineralizadas dentro de la concesión filomena

5.3.23.1. Stock Works Santa Deda

Ubicada en las coordenadas punto medio E 578 750 y N 8 302 200 (UTM WGS 84), presenta un afloramiento en superficie con dimensiones de 250 m de longitud por 50 m de ancho. El rumbo promedio es de N 35° W, y su génesis está vinculada a la intersección de la veta Torres con el ramal sin nombre al NE de esta última. Entre estas dos vetas, se observan afloramientos de vetas y vetillas de corta extensión. Este sistema ha sido afectado por la falla Gliden de tipo sinistral, generando diversos sistemas de fracturas de alto ángulo y de cizalla.

Las fracturas muestran relleno de cuarzo gris, cuarzo hialino y presencia de limonitas (H: 3%, G: 3%, J:1%) hacia la superficie. Con el objetivo de evaluar el cuerpo, se descubrió el talud este, exponiendo las fracturas, vetillas y venillas de cuarzo en toda su dimensión. El muestreo sistemático se realizó cada dos metros, considerando criterios geológicos como buzamiento, ancho y alteración. Los resultados del muestreo indican anomalías débiles en un gran porcentaje (75%) y anomalías moderadas puntualmente.

Estructuralmente, se proyecta que el cuerpo profundiza, considerando que las vetas Torres y Ramal sin nombre, así como la veta Jorge y sus ramales, tienen continuidad en rumbo y profundidad. Estas estructuras se ven afectadas o perturbadas por la falla Gliden, que genera y controla la mineralización aurífera en la zona. Las observaciones de campo e interpretación sugieren la necesidad de explorar el cuerpo en profundidad.

5.4. Resumen de vetas con valores geoquímicos máximos

Con el fin de evaluar las estructuras más relevantes, se presenta la tabla N° 25 que resume las vetas con los valores geoquímicos máximos expresados en ppm para oro, plata, cobre, plomo y zinc, junto con la longitud en km, anchos en metros, y los minerales de mena y ganga.

Tabla 25
Valores Geoquímicos máximos de Au, Ag, Cu, Pb, Zn, en las diferentes vetas

VETA	LONGITUD (Km)	ANCHO (m)	BUZAMIENTOS	MINERAL	MINERAL	VALORES GEOQUIMICOS MAXIMOS				
				DE MENA	DE GANGA	Au ppm	Ag ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm
Filomena	2.5	0.6	70° NE	-	Qz gris, lim,	16.3	2.3	2950	16	68
Filomena Sur	0.6	0.4	65° NE	-	Py, G, J	-	-	-	-	-
Sta. Rosa	3	1.1	65° NE	-	Qz, Py, G, J	6	1.1	932	20	100
Sta. Rosa 1	1.5	0.7	62° NE	-	Qz, G	15.7	1.2	443	67	56
Sta. Rosa 2	0.5	0.3	62° NE	-	Qz, Lim	19.5	3.6	1870	4710	114
Sta. Rosa-N	1.2	0.7	72° NE	-	G, He, J, Qz	4.39	0.6	404	8	94
Perseguida	1.3	0.26	54° N	-	Qz, Py	0.08	9.2	41	2470	7
Rene	0.6	0.25	62° NE	-	Qz, He, G	39.5	3.8	1685	8	63
Perdida	0.3	0.15	70° NE	-	Qz, Lim	0.2	0.6	299	8	65
Nazareno	0.9	0.4	66° NE	-	Qz, G, He, J	8.95	5.3	612	19	33
San Jorge	1.4	0.4	76° NE	-	Qz, Lim	8.58	2.4	2430	18	46
San Juan	0.3	0.25	60° NE	-	Qz, He	3.75	0.6	414	5	70
San Juan 1	0.15	0.2	61° NE	-	Qz	2.81	0.6	107	2	48
San Juan 2	0.15	0.25	68° NE	-	Qz	5.94	1.1	491	3	62
Lucas	1.5	0.3	70° NE	-	Qz, He, G	11.25	303	521	62	97
Torres	1.5	0.15	66° NE	-	Qz, He, G, J	11.35	3.9	662	11	96
San Jose	0.9	0.07	72° NE	-	Qz	23.4	2.3	327	22	48
Bolívar	0.7	0.4	70° NE	-	Qz, Ox. Fe.	20.3	1.2	414	30	41
Aurora	0.45	0.35	70° NE	-	Qz	19.5	2.7	1570	4710	63
Lady	0.5	2	65° NE		Qz, He, G, J	3.85	-	-	-	-
Española	0.5	0.2	75° NE	-	Qz	1.04	0.6	127	6	41
Raul	0.2	2	67° NE	-	Qz	9.24	1	113	179	77

Fuente: Elaboración propia.

5.5. Mineralización en vetillas

Se han identificado numerosas vetillas (<0.10m) con relleno de cuarzo de diferentes generaciones en las estructuras principales. Además, se observan vetillas que se desprenden de la veta principal, tanto al techo como al piso, desarrollándose principalmente de manera paralela a la estructura principal (Vetas Lucas, Torres, San José).

En algunos sectores, se evidencian áreas con fuerte fracturamiento multidireccional y relleno de sílice, pirita y limonitas, generando cuerpos tipo stockwork (stockwork Santa Deda).

5.6. Mineralización en Cuerpos tipo Stock Work

Se ha localizado un cuerpo de tipo stock work con vetillas rellenas principalmente de limonitas, hematita y goethita, y esporádicamente de jarosita. Se observa fracturamiento multidireccional con relleno de cuarzo en algunos casos y, en otros, relleno de caolín, indicando que la zona ha experimentado diferentes etapas de deformación. Este cuerpo se ha generado en la intersección de la veta Torres y la falla Gliden, y posiblemente con la veta Lucas. Tiene un ancho de 60 m y una longitud de 250 m con rumbo N30° a 50° W, y se encuentra expuesto en el intrusivo diorítico, libre del material cuaternario.

5.6.1. Alteración hidrotermal

En la región de Santa Filomena, se han identificado patrones de alteración restringida caracterizados por una intensidad que varía de moderada a débil.

Silicificación. La alteración principal está conformada por la asociación cuarzo-pirita, con una intensidad que oscila entre moderada y débil. Se manifiesta preferentemente en la veta y, en algunos casos, en los hastiales, alcanzando anchos de 0.10 a 1.0 m. En la superficie, la oxidación de la pirita genera una textura característica de sílice vuggy. Esta forma de alteración suele ser generalmente estéril y presenta la presencia de limonitas, como hematita y goetita. En el caso específico del cuerpo tipo stockwork, la silicificación se presenta de manera débil.

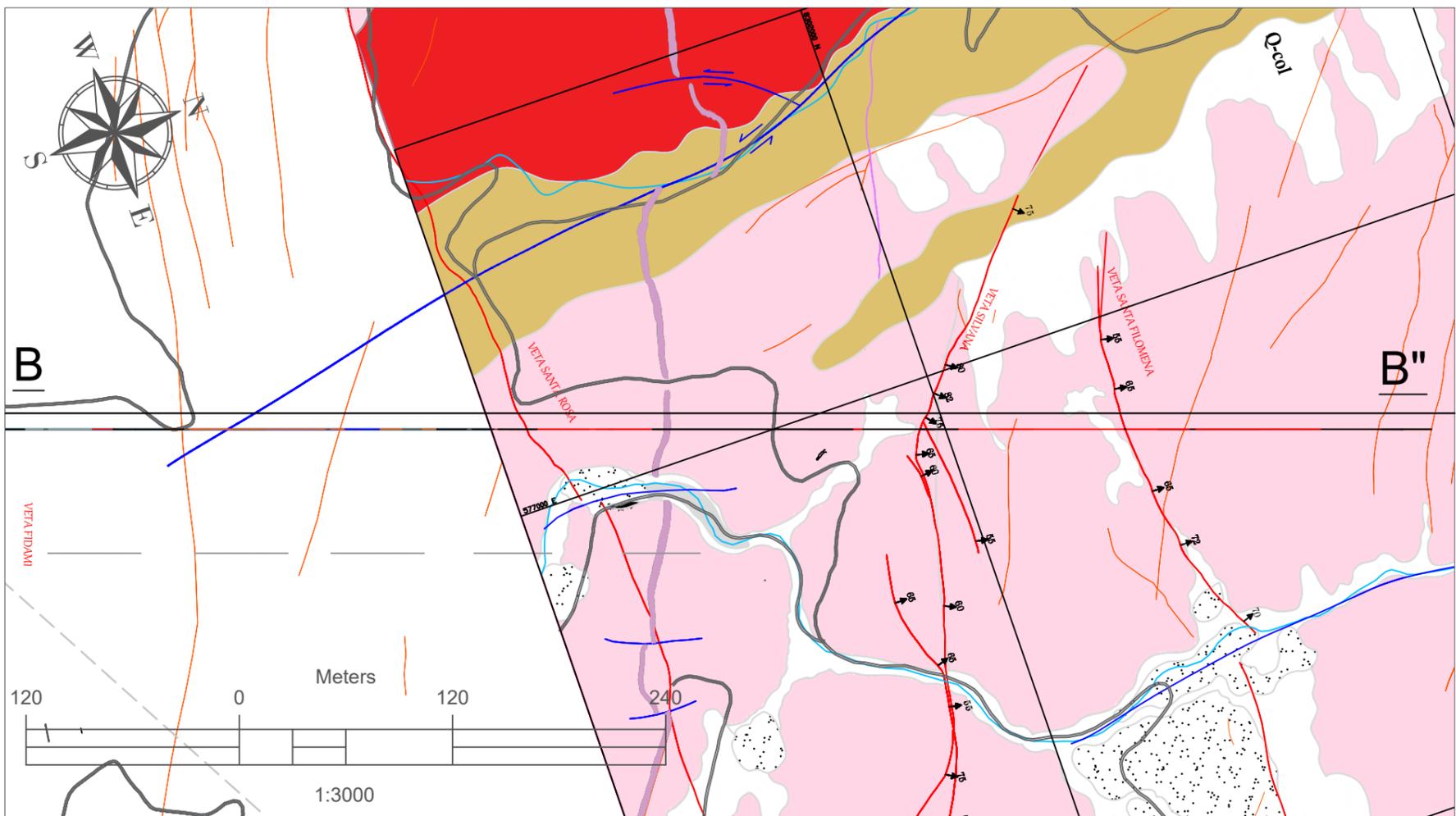
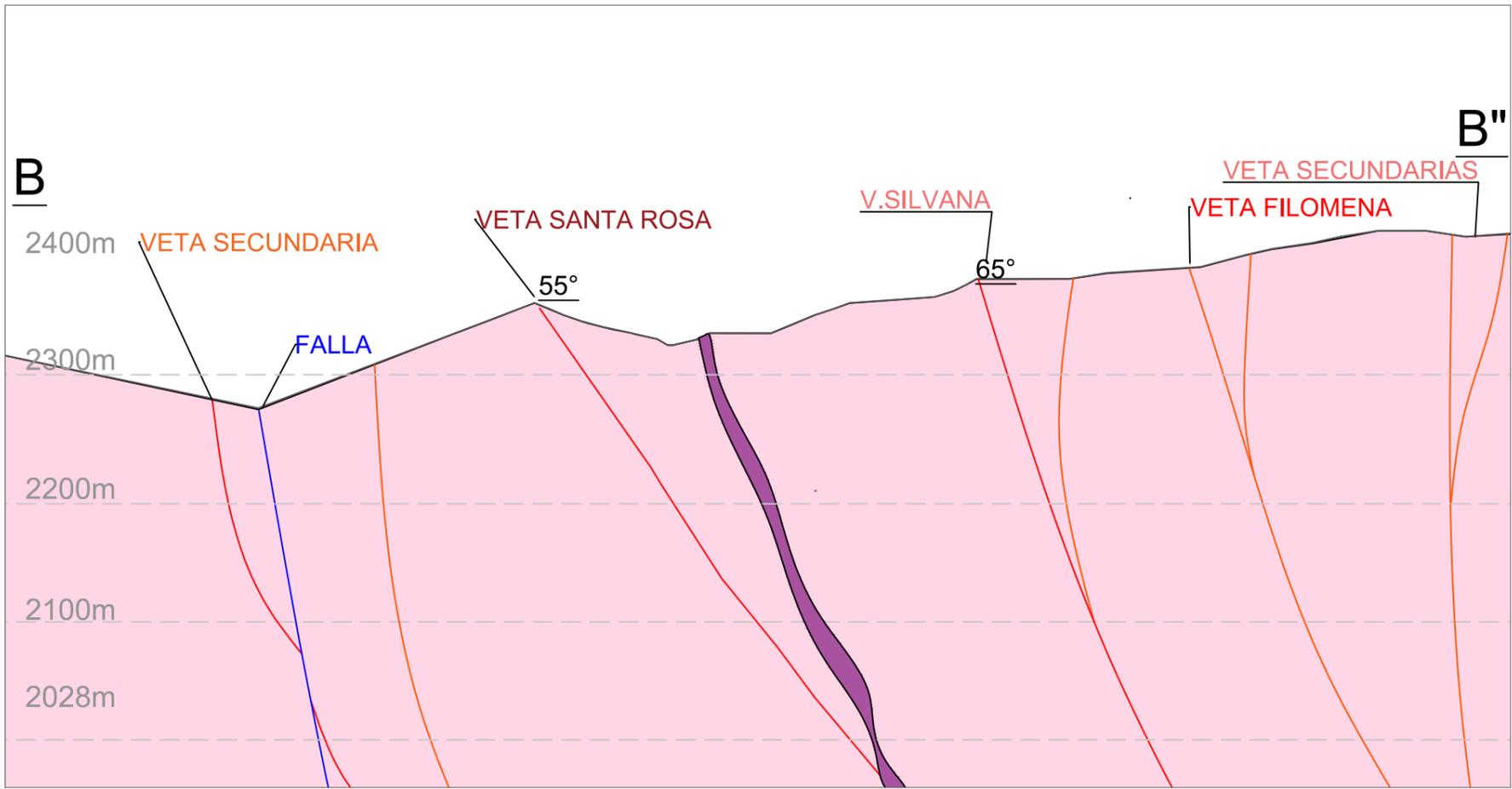
Argilización. La alteración de este tipo se manifiesta desde las cajas hacia la periferia, alcanzando anchos de hasta 1.0 m. Está compuesta por la asociación caolinita-sílice-pirita lixiviada, afectando de manera débil a moderada la roca caja.

Propilitización. Otro tipo de alteración, evidente de forma débil, se caracteriza por la epidotización y cloritización de los feldespatos, especialmente en la periferia de las vetas. Este tipo de alteración está compuesto por la asociación clorita-epidota-pirita en puntos dispersos (diseminada).

Alteración supérgena. Es importante destacar que muchas de las asociaciones minerales sulfurados son inestables y tienden a descomponerse (meteorizarse) para dar origen a una nueva mineralogía estable en condiciones de meteorización. La denudación (erosión) es un proceso geológico continuo en las áreas terrestres, y los depósitos minerales de origen hidrotermal eventualmente se verán expuestos a condiciones oxidantes cercanas a la superficie terrestre.

- Figura N° 19. Vista en perfil de las principales vetas dentro de la consecion de sotrami

SECCION LONGITUDINAL DE LAS PRINCIPALES VETAS



GEOLOGIA LOCAL

- Aluvial
- Coluvial
- Desmonte
- Diorita
- Monzogranito
- Complejo Metamorfico Santa Rita
- Tonalita
- Volcanico

ESTRUCTURAS

- Veta Santa Rosa
- Fallas regionales
- Dique Andesítico
- Dique Metamorfico Santa Rosa
- Filitas

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO		
	FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
ESTIMACION DE RESERVAS DEL MINERAL DE ORO POR EL METODO CONVENCIONAL EN LOS NIVELES 9 Y 10 DE LA VETA SANTA ROSA, COMPAÑIA MINERA SOTRAMI S.A - SANCOS - LUCANAS - AYACUCHO			
SECCION LONGITUDINAL DE LAS PRICIPALES VETAS			
DISTRITO	SANCOS	ELABORADO POR	ESCALA
PROVINCIA	LUCANAS	BACH. CCAHUANA HUAMANI HUGO	1:/3000
REGION	AYACUCHO	BACH. CHILO YUCRA DANIEL	SECCION
PROYECCION	UTM WGS84 - 18S	ASESOR	2
FECHA	Ago-23	ING. CUENCA SANCHEZ JORGE HENRY	
Fuentes: www.geogpsperu.com/ingenmet,geocatmin , base de datos sotrami			

CAPITULO VI

COMPONENTES DE ESTIMACIÓN DE RESERVAS Y RECURSOS

6.1. Reservas Minerales

Las reservas minerales se refieren a la porción del recurso confirmado o probado de la cual se puede extraer legal y económicamente un mineral o una fuente de energía con valor económico. El término "mineral" abarca tanto las reservas de ciertos tipos de productos minerales, principalmente metálicos, aunque en ocasiones se aplica también a minerales no metálicos. Las definiciones proporcionadas aquí para los recursos medidos, indicados e inferidos son aplicables tanto a los recursos económicos identificados (reservas) como a los recursos subeconómicos identificados. (Mayta & Mesa, 2010).

La parte de un recurso medido y/o indicado que constituye la reserva de mineral que puede ser extraída. Esto tiene en cuenta la dilución y las pérdidas que puedan ocurrir durante la extracción o el minado, y se define mediante estudios adecuados realizados a nivel de factibilidad o prefactibilidad. Estos estudios consideran la aplicación de factores modificadores y demuestran que, en el momento de informar sobre la extracción, esta podría justificarse razonablemente. (JORC, 2012).

6.2. Clases de Reservas Minerales Según la Certeza

6.2.1. Reserva Mineral Probado

Una reserva probada de mineral se refiere a la parte económicamente viable de un recurso mineral que ha sido medido, y en la cual existe un alto nivel de confianza en los factores que pueden afectarla, (JORC, 2012.).

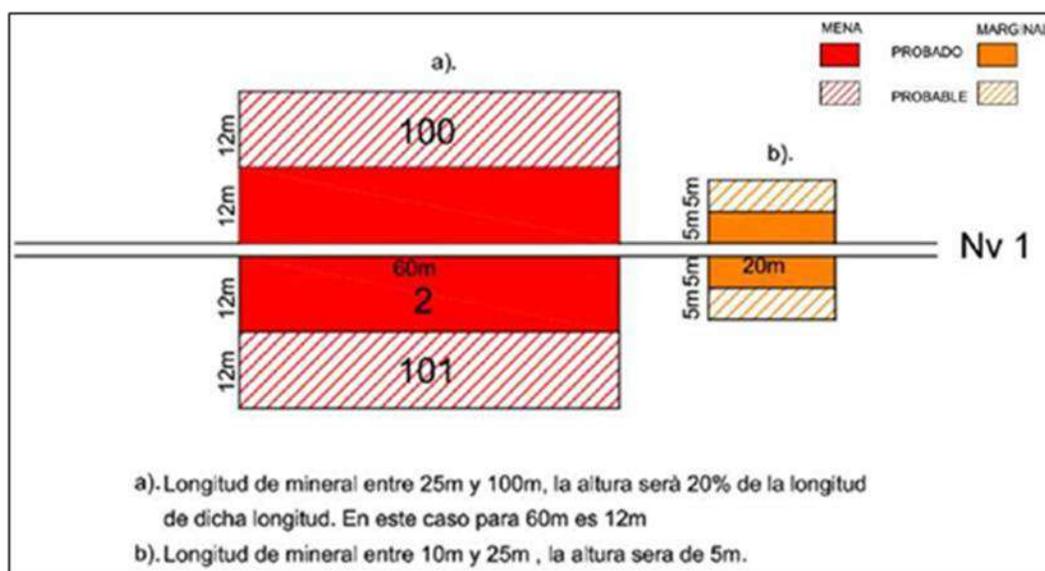
Cuando se utiliza la categoría de reserva mineral probada, implica que la Persona Calificada tiene un alto grado de confianza en la estimación, lo que proporciona una expectativa sólida a los lectores del informe. Esta categoría se limita a la parte específica del yacimiento que está siendo planificada para la producción. Por lo tanto, cualquier variación en la estimación de la reserva no tendría un impacto significativo en la viabilidad económica potencial del depósito. Para

clasificar una estimación como reserva mineral probada, es necesario realizar al menos un estudio de prefactibilidad.

Si solo se ha realizado trabajo de exploración en una parte mineralizada, que incluye afloramientos, para determinar la altura de los bloques a considerar, se tiene en cuenta la longitud de la veta mineralizada o del afloramiento. Cuando esta longitud se encuentra entre 10 metros y 25 metros, se considera que la altura es de 5 metros. Si la longitud está entre 25 metros y 100 metros, la altura será el 20% de esa longitud. Para longitudes que superen los 100 metros, la altura se establece en 20 metros. Si existen dos o más bloques contiguos con valor económico, pero con leyes minerales diferentes, se suma la longitud correspondiente de cada uno para determinar la altura (Mayta & Mesa, 2010).

Figura 20

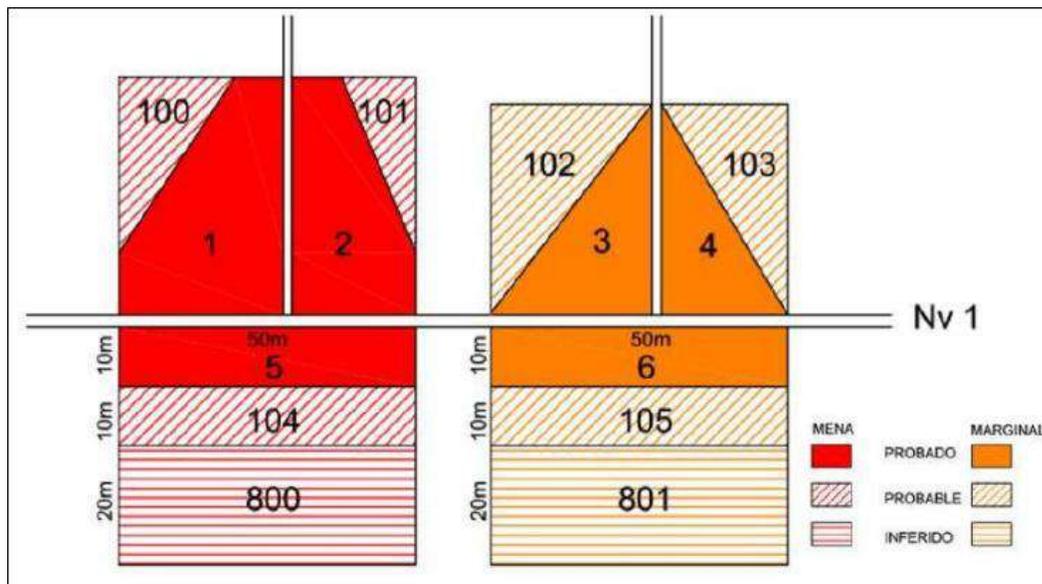
Determinación de altura de bloque en base a su longitud (Mayta & Mesa, 2010).



En situaciones donde dos o más labores delimitan los bloques, la presencia de sondajes adicionales influye en el aumento de la altura de los bloques tanto en la categoría probada como en la probable.

Figura 21

Delimitación de bloque que limitan con más de 1 labor (Mayta & Mesa, 2010).



Cuando se trata de mineralización en cuerpos irregulares que se desarrollan en un solo nivel sin sondajes ni chimeneas, la altura de los bloques dependerá de la longitud del eje mayor. Si la irregularidad del cuerpo impide definir un eje mayor, la altura se calculará como la mitad de la raíz cuadrada del área del cuerpo en ese nivel medido. Para escenarios que involucran dos o más labores, considerando los niveles de desarrollo y la información de sondajes complementarios, la altura de los bloques será mayor en comparación con situaciones en las que no se dispone de información de sondaje, o incluso puede resultar en la formación de un solo bloque probado que abarque varios niveles.

Figura 22
Delimitación de bloques para más de una labor (Mayta & Mesa, 2010).

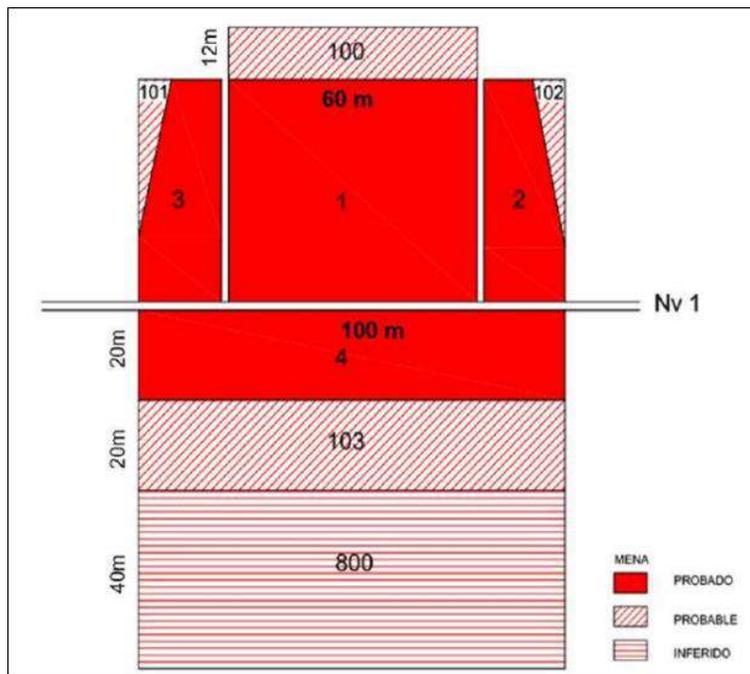


Figura 23
Delimitación de bloque para más de una labor (Mayta & Mesa, 2010).

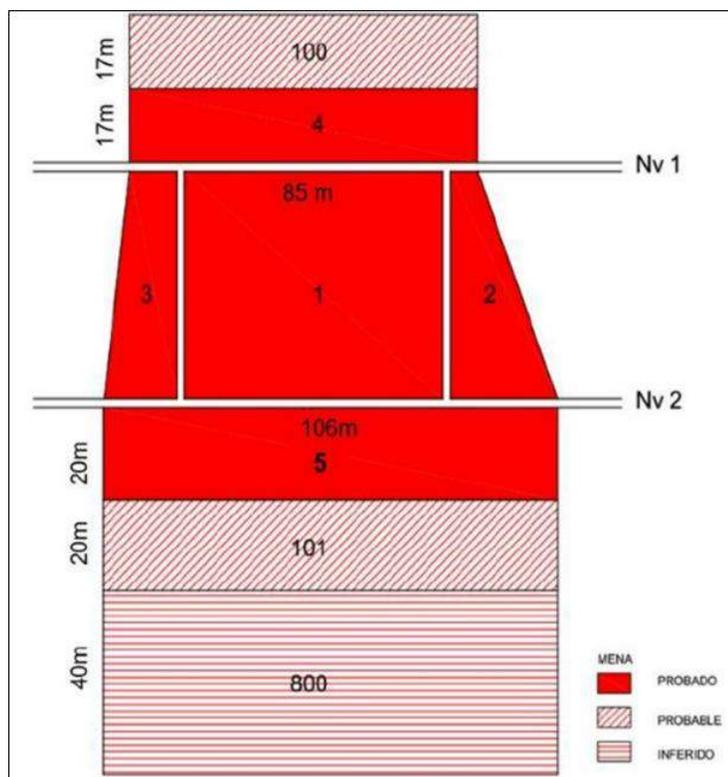
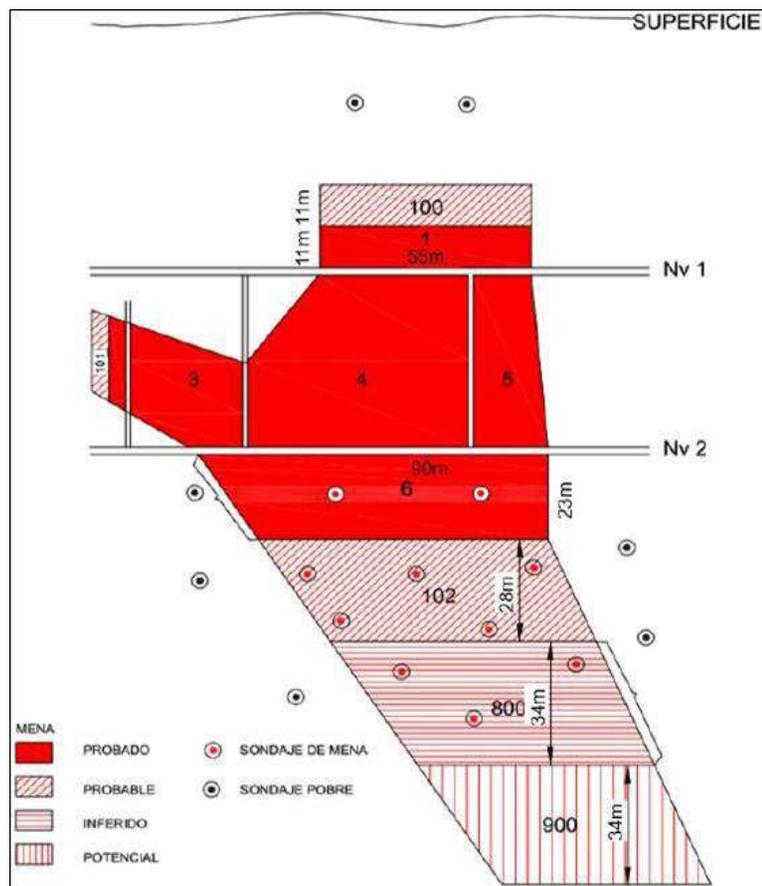
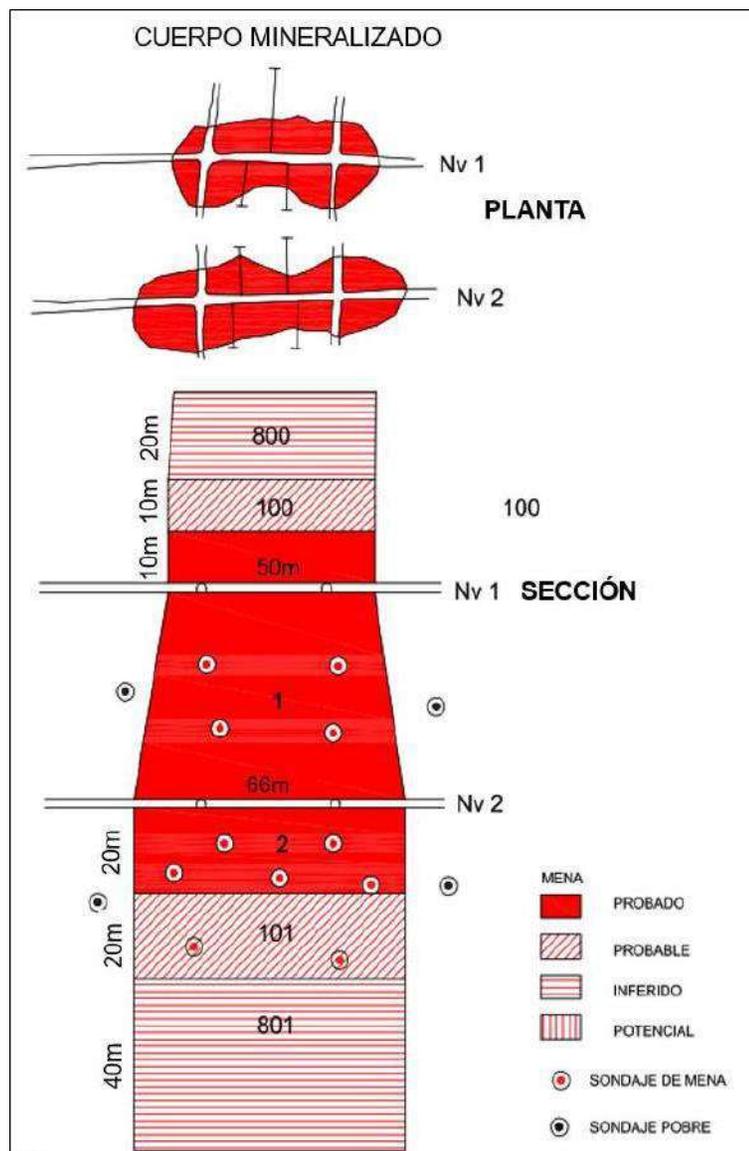


Figura 24
Delimitación de bloques cuando hay sondajes (Mayta & Mesa, 2010).



En el caso de depósitos diseminados, el cálculo de las reservas probadas y probables se basa principalmente en los resultados de sondajes realizados de manera suficiente y sistemática. Por lo general, para definir los bloques y estimar las reservas minerales en este tipo de depósitos, se recurre al uso de técnicas de geoestadística (Mayta & Mesa, 2010).

Figura 25
Delimitación de bloques con más de una labor y sondajes (Mayta & Mesa, 2010).



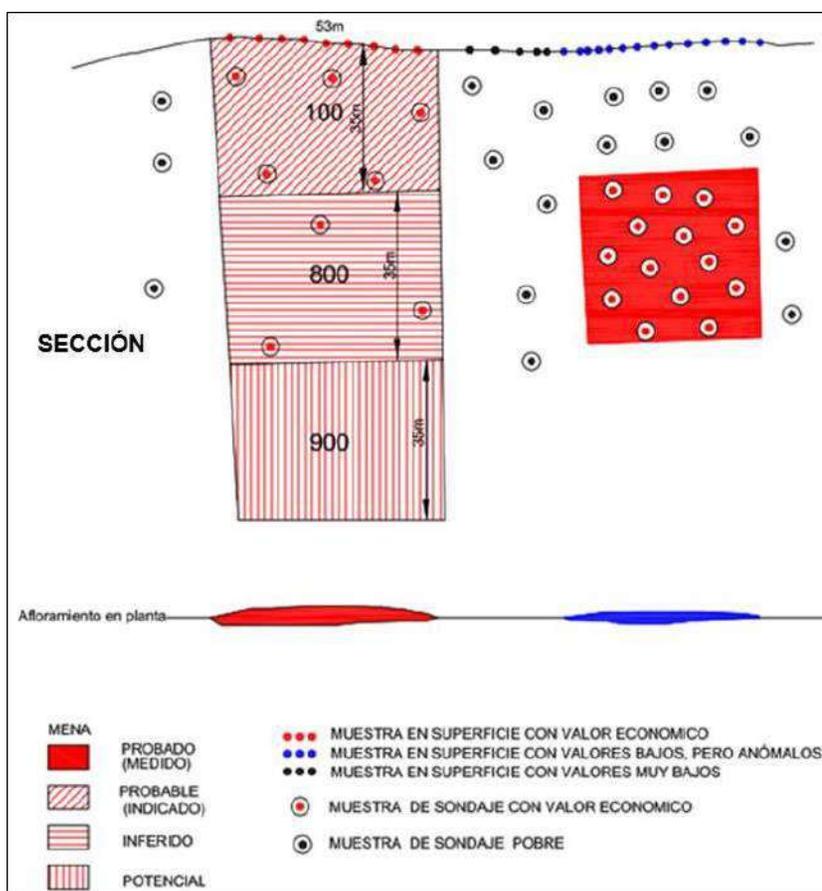
6.2.2. Reserva Mineral Probable

Se refiere a una reserva mineral cuyas características físicas, como la ley, el tonelaje, la densidad, la forma y el tamaño, pueden calcularse con un grado razonable de confianza. Su cálculo se basa en información recopilada a través de técnicas adecuadas, incluyendo exploración, muestreo y pruebas realizadas en afloramientos, tajos, trincheras, labores subterráneas y sondajes. Los valores de tonelaje y ley se estiman a partir de muestras tomadas a distancias mayores que las utilizadas en el caso de las reservas probadas, o a distancias que no son necesariamente las ideales

para definir con certeza el depósito, pero que permiten establecer su continuidad. En este nivel, el nivel de seguridad es suficiente para afirmar que la continuidad del depósito persiste, aunque el riesgo de error es mayor en comparación con un mineral probado (Mayta & Mesa, 2010).

Figura 26

Delimitación de bloques de acuerdo a la distribución de los sondajes y afloramientos (Mayta & Mesa, 2010).

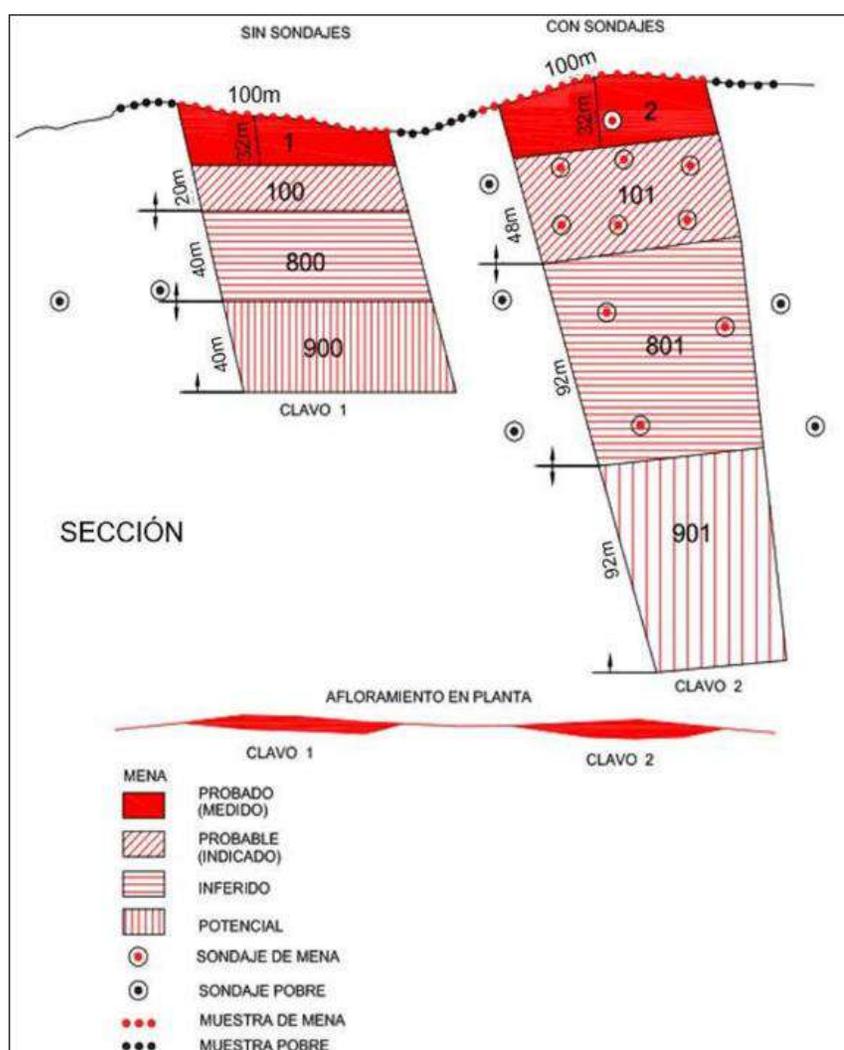


Esta categoría de reserva es una parte de un recurso mineral indicado que es económicamente explotable y, en ocasiones, forma parte del recurso mineral medido. Incluye tanto el mineral como los materiales de dilución y las pérdidas toleradas que pueden ocurrir durante la extracción del mineral. A este nivel, se han llevado a cabo evaluaciones necesarias que pueden abarcar estudios de factibilidad y también consideran modificaciones basadas en factores razonables, que incluyen aspectos mineros, metalúrgicos, económicos, de mercadotecnia, sociales, ambientales, legales y gubernamentales.

Por lo general, aunque no en todos los casos, los bloques se delimitan en la extensión de áreas donde existe mineral probado. La altura de los bloques será igual o menor que la altura del mineral probado en esas áreas. También es posible encontrar este tipo de mineral debajo de afloramientos en la superficie, donde el muestreo no es sistemático, pero se dispone de un espaciado suficiente para determinar la continuidad del mineral a lo largo de ese tramo. En tales situaciones, con la ayuda de sondajes complementarios, que son sistemáticos y están suficientemente espaciados, y con una cantidad adecuada de datos, la altura del bloque se determina en función de la extensión abarcada por estos sondajes.

Figura 27

Delimitación de bloques a partir de afloramientos y sondajes (Mayta & Mesa, 2010).



6.3. Clases de Reservas Minerales Según el Valor

6.3.1. Reserva Mineral de Mena

Esta categoría de reserva mineral siempre generará ganancias, ya que su valor supera los costos que se mencionan a continuación.

- a) Costo de producción (Incluye depreciación y amortización)
- b) Gastos de venta.
- c) Gastos administrativos.
- d) Gastos financieros.
- e) Regalías (es el 10% de la suma de a, b, c y d, si es que la tienen).

(Mayta & Mesa, 2010).

Para identificar los bloques de mineral valioso, es esencial determinar un valor de ley de corte. En los planos, los bloques que forman parte del depósito de mineral se destacan coloreándolos de rojo (Mayta & Mesa, 2010).

6.3.2. Reserva Mineral Marginal

Se trata de una reserva mineral que forma parte del recurso y que, al momento de su estimación, se acerca a ser económicamente explotable. Este tipo de mineral no genera ganancias por sí solo, pero contribuye a la generación de ganancias cuando se extrae junto con el mineral valioso, ya que los gastos relacionados con el desarrollo, los servicios, la infraestructura, etc., ya han sido sufragados por el mineral valioso. La información sobre el mineral marginal se presenta por separado para facilitar la planificación de su explotación, incluyendo la estimación de su ley y tonelaje, de modo que pueda combinarse de manera efectiva con el mineral valioso, siempre asegurándose de que el promedio de la ley sea superior al valor de ley de corte del mineral valioso. En los planos, este mineral se representa en color naranja (Mayta & Mesa, 2010).

6.4. Clases de Reservas Minerales Según la Accesibilidad

6.4.1. Reserva Mineral Accesible

Esta reserva está compuesta por bloques minerales que han sido confirmados y/o desarrollados mediante labores subterráneas, como chimeneas, galerías o subniveles, y a menudo complementados con sondajes. Este mineral se encuentra generalmente listo para avanzar a la siguiente etapa de preparación y su explotación de manera rentable (Mayta & Mesa, 2010).

6.4.2. Reserva Mineral Eventualmente Accesible

Este tipo de reserva no está lista para su explotación inmediata y está formada por bloques minerales que suelen estar en las partes más profundas de las labores o niveles inferiores de la mina. También pueden estar distantes de las labores de desarrollo o inaccesibles debido a problemas como derrumbes o bóvedas vacías, lo que requiere la creación de nuevas labores o la rehabilitación de las labores existentes antes de comenzar su preparación. Estos bloques se consideran reservas porque las inversiones adicionales necesarias para desarrollarlos o rehabilitarlos (costos de desarrollo) están cubiertas por la diferencia entre los costos totales y el valor de estos bloques (Mayta & Mesa, 2010).

6.5. Recurso Mineral

Un recurso mineral se define como una concentración de material sólido de interés económico en la corteza terrestre, con características como su forma, ley y cantidad que hacen que la extracción con fines financieros sea sensata. Estas características geológicas se conocen, calculan o interpretan según información específica, que incluye muestreo. Los recursos minerales se clasifican en las categorías Inferido, Indicado y Medido, en orden ascendente de confiabilidad (JORC, 2012).

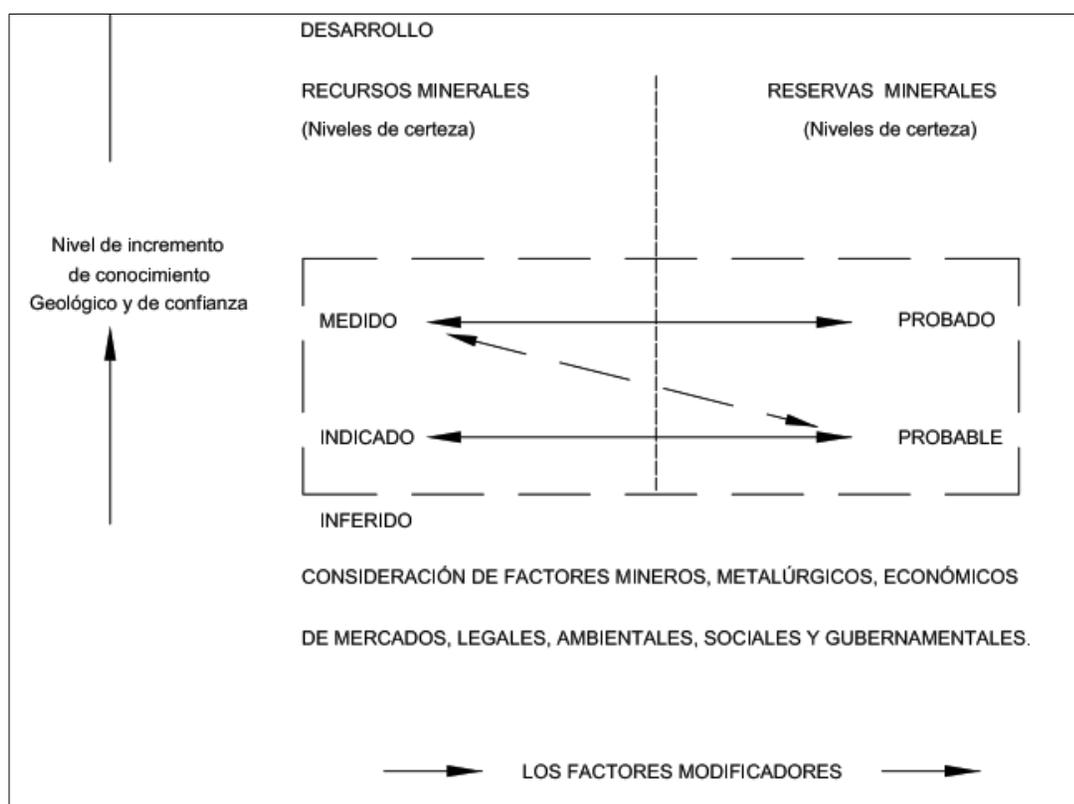
Un recurso mineral no abarca toda la mineralización identificada durante la perforación y el muestreo, independientemente de su valor de ley de corte, ubicación, tamaño y continuidad. Se trata de un informe realista sobre el depósito mineral que, bajo circunstancias económicas y técnicas asumidas y explicables, podría llegar a ser económicamente explotable, ya sea en su totalidad o parcialmente, asumiendo los valores de mena y/o mineral marginal (Mayta & Mesa, 2010).

6.5.1. Recurso Mineral Medido

En el caso de un recurso mineral medido, se calcula con un alto nivel de confianza, basado en información detallada y confiable de muestreo, exploración y pruebas realizadas en áreas como trincheras, afloramientos, tajos, labores y sondajes. Los datos de campo son suficientes para definir la continuidad y la ley del depósito mineral. Se requiere un alto grado de confianza y comprensión de las propiedades geológicas del yacimiento (Mayta & Mesa, 2010).

Figura 28

Relación general entre resultados de exploración, mineral y reservas de mineral modificado de (JORC, 2004).



En esta estimación, la confianza es suficiente para aplicar parámetros económicos y técnicos y permite una evaluación de la viabilidad económica. En comparación con un recurso mineral indicado, este recurso tiene un mayor grado de certeza. El nivel de confianza geológica y el grado de certeza de un recurso mineral medido son iguales a los requeridos para el cálculo de una reserva mineral probada. Si las incertidumbres en los factores modificantes se eliminan, un recurso mineral medido puede convertirse en una reserva mineral probada (Mayta & Mesa, 2010).

6.5.2. Recurso Mineral Indicado

Este tipo de recurso mineral permite el cálculo con un nivel de confianza razonable de su tonelaje, densidad, ley, forma, tamaño y otras características geológicas. La estimación se basa en información obtenida a través de técnicas adecuadas de muestreo, exploración y pruebas en lugares como trincheras, afloramientos, tajos, labores y sondajes. Aunque los puntos de recopilación de información (mediciones, muestreo y otros) están separados por distancias considerablemente amplias o inadecuadas para confirmar la continuidad geológica y la ley, el espaciamiento es suficiente para asumir dicha continuidad. El grado de confianza necesario para hacer esta asunción es razonablemente alto (Mayta & Mesa, 2010).

Una porción del recurso mineral puede clasificarse como recurso mineral indicado cuando la calidad, naturaleza, cantidad y distribución de los datos permiten una interpretación confiable de los aspectos geológicos, lo que posibilita asumir la continuidad de la mineralización de manera confiable (Mayta & Mesa, 2010).

6.5.3. Recurso Mineral Inferido (Prospectivo, Posible)

Un recurso mineral se clasifica como tal cuando su tonelaje y ley se calculan con un bajo nivel de confianza. La estimación se realiza asumiendo la continuidad geológica y la ley, pero sin verificar estas asunciones. La información se obtiene mediante técnicas adecuadas, como trincheras, afloramientos, tajos, labores y sondajes, pero con conocimiento y calidad limitados.

Los resultados de los recursos minerales inferidos tienen un nivel de confianza bajo y no son suficientes para utilizar parámetros técnicos y económicos en una planificación precisa. Por lo tanto, no existe una relación directa entre un recurso inferido y ninguna categoría de reservas minerales (Mayta & Mesa, 2010).

6.6. Minerales que no se Consideran Reservas y Recursos

Los tipos de minerales que se describen a continuación no son clasificados como reservas minerales ni como recursos minerales.

6.6.1. Según la Certeza

Mineral probado (sin valor económico)

Mineral probable (sin valor económico)

Mineral inferido (sin valor económico)

Mineral potencial

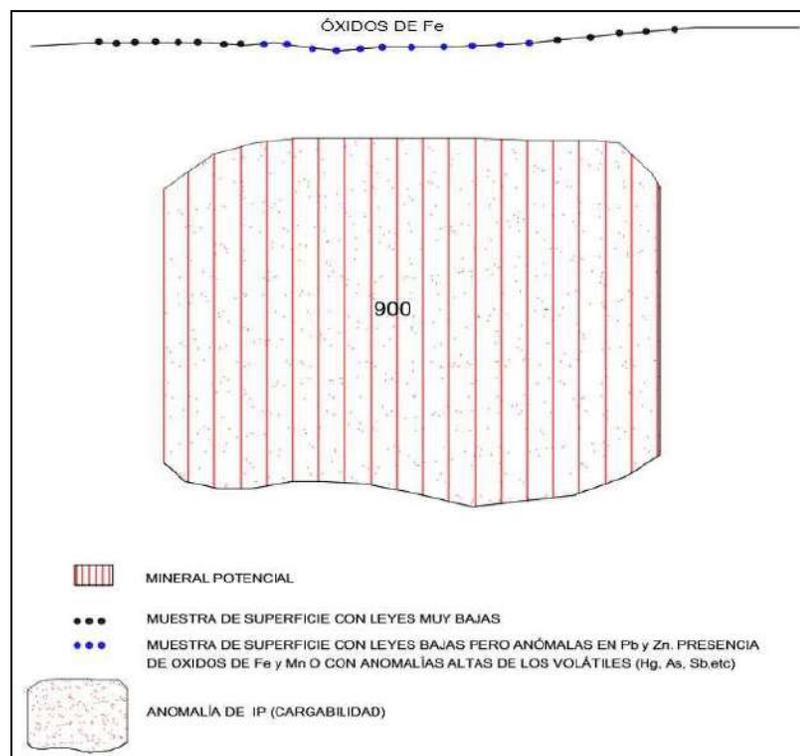
6.6.2. Mineral Potencial

Este tipo de mineral forma parte de un yacimiento mineral cuya ley y tonelaje pueden estimarse con un grado de confianza relativamente bajo, siendo inferior al del recurso mineral inferido. La estimación se basa principalmente en el conocimiento geológico del yacimiento, sin depender directamente de la exposición directa de la mineralización económica, sino de pruebas indirectas como:

1. Presencia de recursos minerales inferidos cuya extensión no se puede dimensionar.
2. Controles litoestructurales.
3. Curvas de isovalores y/o rangos verticales de mineralización que se extienden más allá del recurso inferido.
4. Anomalías geofísicas y/o geoquímicas que se correlacionan bien con la geología superficial.
5. Relación con minas aledañas o estructuras cercanas mineralizadas desarrolladas.

Figura 29

Determinación de bloque a partir de otras estructuras mineralizadas y/o anomalías (Mayta & Mesa, 2010).

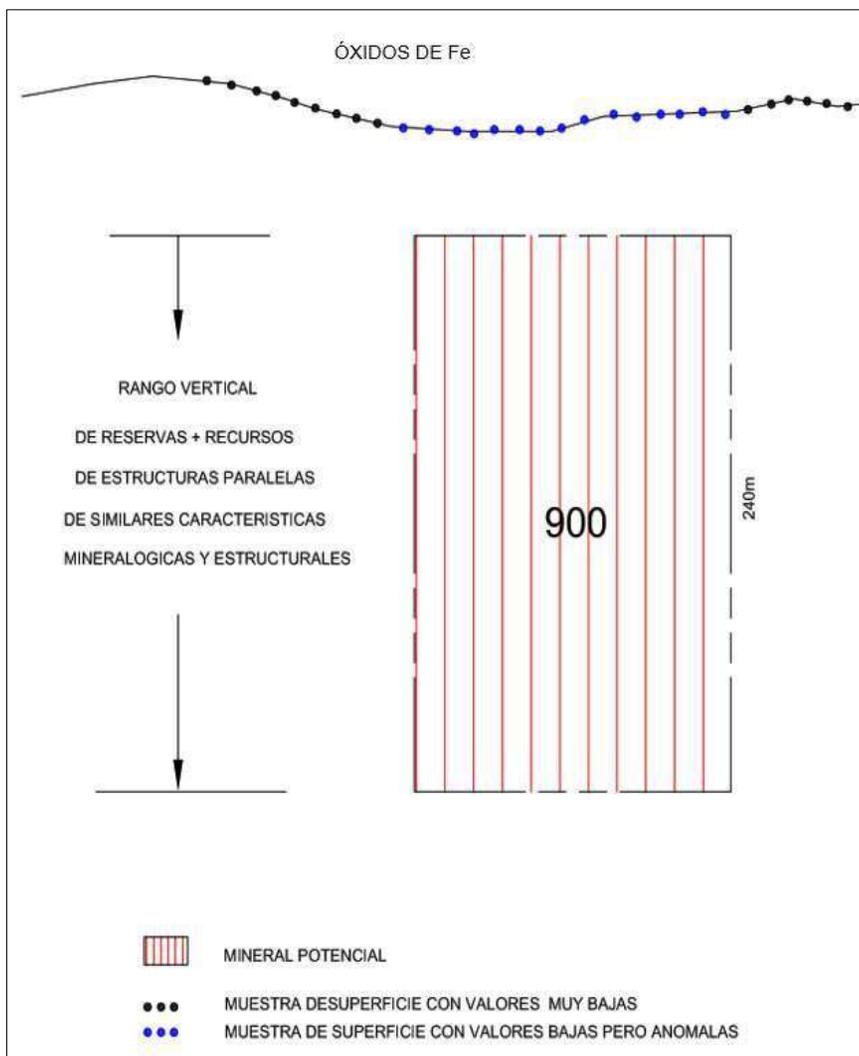


La estimación generalmente depende del muestreo de los afloramientos y la información geológica, que, aunque no presenta valores de mena o marginal, puede mostrar óxidos, ensamblajes y alteraciones favorables, valores geoquímicos anómalos, y estructuras de interés que se correlacionan con anomalías geofísicas y geoquímicas.

En estos casos, se puede asumir la presencia de este tipo de mineral potencial en profundidades con mineralización económica y/o marginal (Mayta & Mesa, 2010).

Figura 30

Determinación de bloque a partir de otras estructuras mineralizadas y/o anomalías (Mayta & Mesa, 2010).



Este tipo de recurso también puede manifestarse en estructuras que fueron muestreadas y arrojaron resultados bajos en cuanto a leyes, pero su geoquímica es anómala. Otros datos, como la parte estructural, pueden ser favorables y estar en paralelo a otras estructuras de características mineralógicas y estructurales similares en la superficie, que ya han sido suficientemente reconocidas y cuentan con recursos y reservas. Cuando esto sucede, el bloque de mineral potencial se ubicará debajo de los afloramientos donde se han identificado anomalías, y su tamaño vertical será similar al de las reservas y recursos de los depósitos cercanos con características similares, aunque la ley no se estimará (Mayta & Mesa, 2010).

6.6.3. Según el Valor

A. Mineral Submarginal

Este tipo de mineral no posee viabilidad económica, ya que su valor solo cubre los costos de producción y las regalías correspondientes. Aunque su estimación puede tener un grado de confianza y certeza similar al de las reservas probadas y probables, esto no es suficiente para considerarlo como reservas minerales. No se recomienda su explotación incluso bajo condiciones previsibles a mediano plazo, a menos que haya variaciones significativas y favorables en los parámetros económicos. En los planos, este mineral se representa con el color azul (Mayta & Mesa, 2010).

B. Mineral de Baja Ley

Por otro lado, el valor de este mineral es inferior al del mineral submarginal y su límite mínimo está por debajo del costo de producción. En los planos, se identifica coloreándolo de verde (Mayta & Mesa, 2010).

6.6.4. Según la Accesibilidad

Mineral accesible (sin valor económico)

Mineral eventualmente accesible (sin valor económico)

Mineral inaccesible

6.6.4.1. A. Mineral Inaccesible

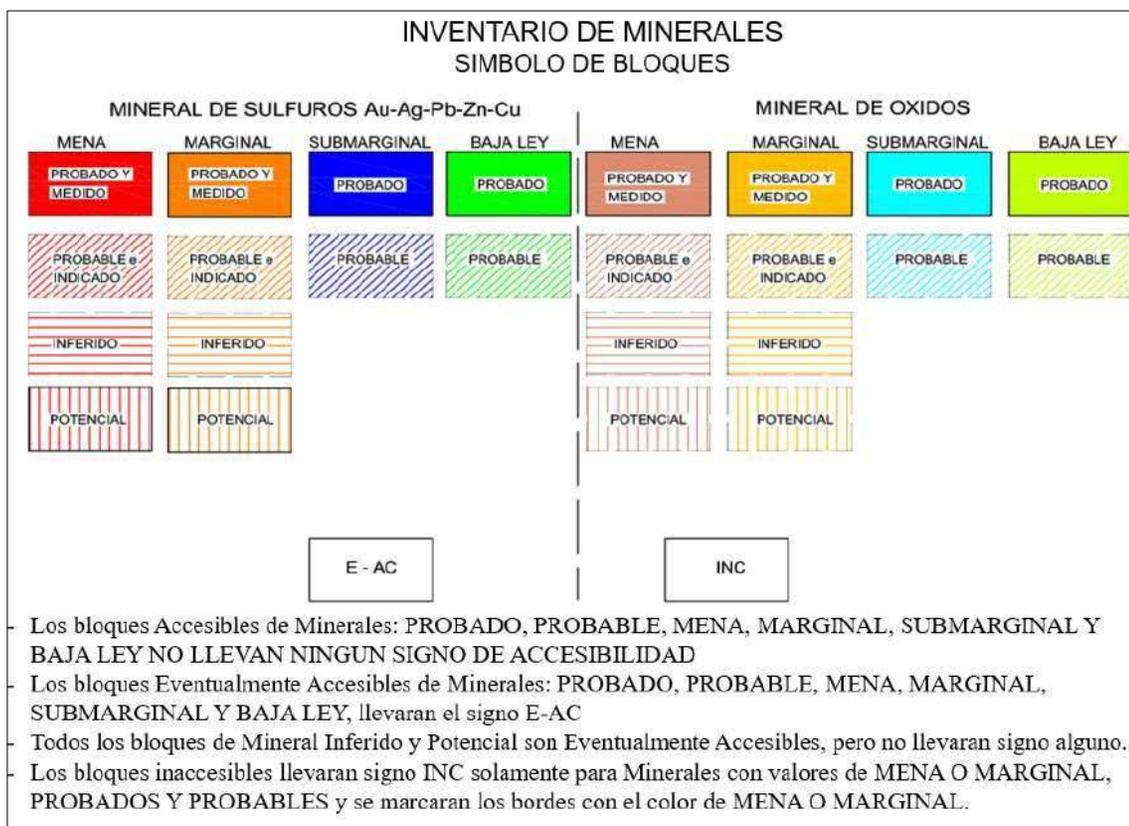
En el caso de este tipo de mineral, su ubicación espacial es similar a la del mineral eventualmente accesible. Sin embargo, realizar labores o rehabilitaciones resulta prohibitivamente costoso. Ejemplos de esta categoría incluyen bloques aislados, bloques de reducido tonelaje agrupados, aquellos situados bajo una laguna o en áreas donde la explotación puede afectar instalaciones cercanas. En los planos, este mineral no recibe ningún color específico (Mayta & Mesa, 2010).

6.7. Simbología del Inventario de Minerales

La representación en los planos de los bloques del inventario de minerales se realiza según la clasificación de los componentes de dicho inventario.

Figura 31

Simbología para realizar el inventario de minerales (Mayta & Mesa, 2010).



6.8. Cálculo de Leyes Mínimas Explotables y Equivalentes

La estimación de reservas y recursos requiere la consideración de la ley mínima explotable, y estos datos están estrechamente vinculados con el costo total, los resultados metalúrgicos, las condiciones de comercialización y el precio de los metales. La definición de los bloques de mineral se realiza en función del Cut-Off, teniendo en cuenta su valor, certeza y accesibilidad.

$$Cut\ Off = \frac{costo\ total}{valor\ neto\ del\ mineral}$$

Fuente (Mayta & Mesa, 2010).

6.9. Bloqueo de Mineral

Para llevar a cabo el bloqueo de mineral, es esencial tener calculado el cut-off para cada tipo de mineral (mena, marginal, submarginal y baja ley) basado en su valor. Además, se requiere contar con los resultados de muestreos realizados en las labores de explotación y exploración, así como con la información histórica proporcionada por la empresa. Los criterios considerados para el bloqueo de mineral son los siguientes:

Interpretación del mapeo geológico de la veta, incluyendo ramales y lazos sigmoides, con definición de clavos y zonas mineralizadas.

Utilización de los resultados de muestreos sistemáticos de las labores de exploración y explotación accesibles.

Revisión y análisis de las leyes de los canales de muestreo, calculando la ley promedio ponderada en canales con dos o más muestras.

Definición de la continuidad de la mineralización en longitud y profundidad, calculando el ancho de las estructuras según la distribución de clavos mineralizados identificados mediante mapeo y muestreo.

Bloqueo de mineral considerando los resultados del muestreo de labores y la distribución de clavos de mineral en secciones longitudinales y transversales a las vetas.

6.9.1. Información Necesaria para Determinación de Mineral

Las leyes de las muestras reportadas por laboratorio se tienen que integrar a la base de datos de Excel, en el cual se almacena las leyes originales y se genera una copia, donde se corrigen las leyes erráticas. Asimismo, se registra la ubicación espacial (coordenadas Norte, Este y Cota) de cada canal. Hay que tomar en cuenta los siguientes datos antes de iniciar con el bloqueo de mineral:

6.9.1.1. Promedio de leyes de canal

En vetas auríferas, la mineralización no es uniforme, por lo que el muestreo se realiza en vetillas y alteraciones de las cajas. Cada canal puede tener más de una muestra, por lo que se calcula el promedio ponderado de leyes para cada canal.

$$\text{Ley Promedio del Canal} = \frac{\sum \text{Ancho de Muestra} \times \text{Ley}}{\sum \text{Anchos de Muestra}}$$

Fuente (Mayta & Mesa, 2010).

6.9.1.2. Leyes elevadas (Alto errático)

En caso de leyes altas, se reemplazan por el promedio obtenido de la sumatoria con las dos muestras anteriores y las dos posteriores, o con el valor promedio del tramo (sin considerar el valor alto) en el cual se encuentra.

6.9.1.3. Ancho mínimo de minado

El ancho mínimo de minado depende del método de explotación y los equipos utilizados. En la mina Santa Rosa, se ha establecido un ancho mínimo de minado de 0.60 m.

6.9.1.4. Dilución

La dilución, o cantidad de material estéril mezclado con el mineral de mena durante la explotación, se calcula midiendo el ancho de la veta y el ancho de labor, considerando un factor adicional de dilución de 0.10m.

6.9.1.5. Valoración de leyes en canales de muestreo

La calificación de la ley de todos los canales se realiza para definir los tramos que corresponden a mena, teniendo en cuenta la ley mínima explotable utilizada.

Es esencial evitar la presencia de cinco canales contiguos con leyes menores al cut-off de mena, en cuyo caso se debe separar ese intervalo como mineral submarginal o de baja ley.

6.9.1.6. Cálculo de ancho y leyes de un tramo

Para llevar a cabo la estimación del ancho y las leyes de un intervalo mineralizado, se ha seguido el método tradicional, aplicando la dilución de manera individual en cada canal.

$$\text{Ancho Promedio Diluido del Tramo} = \frac{\sum \text{Anchos diluido de Canales}}{N^{\circ} \text{ de Canales}}$$

$$\text{Ley Prom del Tramo} = \frac{\sum \text{Ancho diluido de Canales} \times \text{Ley Diluido de Canal}}{\sum \text{Anchos Diluido de Canal}}$$

En estructuras más amplias, el procedimiento tradicional para calcular anchos y leyes diluidas es el siguiente:

$$\text{Ancho Promedio del Tramo} = \frac{\sum \text{Ancho de Canales}}{N^{\circ} \text{ de Canales}}$$

$$\text{Ley Promedio del Tramo} = \frac{\sum \text{Ancho de Canales} \times \text{Ley de Canales}}{\sum \text{Anchos de Canales}}$$

$$\text{Ancho Promedio Diluido del Tramo} = \text{Ancho promedio del Tramo} + \text{Dilucion}$$

$$\text{Ley Promedio Dil del Tramo} = \frac{\sum \text{Ancho Prom Dil} \times \text{Ley Prom del Tramo}}{\sum \text{Anchos Prom Dil del tramo}}$$

Fuente (Mayta & Mesa, 2010).

6.9.1.7. Factor geológico

En ocasiones, factores geológicos como fallas, límites geológicos y zonación influyen en la interpretación de datos. Se estudia cómo estos aspectos afectan o restringen los criterios de estimación de reservas y recursos, considerando un factor de precisión geológica del 80% debido a la variabilidad de la mineralización de oro en la veta Santa Rosa.

6.10. Dimensionamiento de los bloques

Una vez determinados los anchos y las leyes promedio diluidas de los intervalos minerales, se procede a dimensionar los bloques de mineral según su valor (mena y marginal) y la certeza (reserva y recurso).

La forma y el tamaño de los blocks dependen del número de labores que los limitan. Se consideran criterios geológicos como interpretación estructural, continuidad y mineralógica. En la veta Santa Rosa, una longitud mínima de 10 m y máxima de 25 m se estima para formar un block de mineral. Blocks de gran longitud con baja ley se subdividen para considerar posibilidades de exploración y explotación selectiva.

6.11. Cálculo de Ley y Tonelaje de los Bloques de Mineral

Después de limitar los blocks, se realiza el procesamiento de datos del tonelaje y las leyes.

Se calcula el volumen del block a partir del área de la sección longitudinal y el ancho promedio diluido. La fórmula utilizada es $Volumen = \text{Área} \times \text{Ancho Promedio Diluido}$.

$$Volumen = Area\ del\ Bloque \times Ancho\ Promedio\ Diluido$$

6.11.1. Peso Específico y factor de tonelaje

El peso específico (PE) se utiliza para convertir metros cúbicos a toneladas métricas. En este caso, el PE se obtuvo mediante muestras y certificación en un laboratorio certificado (Certimin S.A.) utilizando el método hidrostático, siendo $PE = 2.70$.

Tabla 26

Resultados de gravedad específica de mineral.

Código Muestra	Peso
5400	2.63
5402	2.67
5403	2.74
5404	2.73
G.E.	2.7

$$Toneladas\ de\ Mineral\ (TM) = Volumen \times Peso\ Especifico$$

$$Toneladas\ de\ Mineral\ (TC) = TM \times 0.907202$$

Fuente (Mayta & Mesa, 2010).

6.11.2. Corrección de área.

El área de cada bloque se ha medido en el plano longitudinal de la veta utilizando el software AutoCAD, de acuerdo con la distribución del clavo mineralizado y criterios geológicos. Esta área calculada se corrige con el promedio del buzamiento de las vetas.

6.11.2.1. bloqueo de mineral

Para llevar a cabo el bloqueo de mineral, se deben seguir varios pasos y criterios detallados:

Cálculo del Cut-Off:

Se realiza el cálculo del cut-off para cada tipo de mineral (mena, marginal, submarginal y baja ley) según su valor económico.

Obtención de Datos:

Se recopilan los resultados del muestreo de las labores de exploración y explotación, así como la información histórica proporcionada por la empresa.

Criterios para el Bloqueo:

Se realiza una interpretación del mapeo geológico de la veta, identificando clavos y zonas mineralizadas.

Se trabajan con los resultados de los muestreos sistemáticos de las labores accesibles.

Se revisan y analizan las leyes de los canales de muestreo, calculando leyes promedio ponderadas en caso de múltiples muestras por canal.

Se define la continuidad de la mineralización en longitud y profundidad, calculando el ancho de las estructuras a partir de la distribución de los clavos mineralizados.

Bloqueo de Mineral:

Se realiza el bloqueo de mineral considerando los resultados del muestreo de labores y la distribución de los clavos de mineral en secciones longitudinales y transversales a las vetas.

Integración de Datos:

Las leyes de las muestras del laboratorio se integran a una base de datos de Excel, donde se almacenan las leyes originales y se genera una copia corregida. Se registra la ubicación espacial de cada canal (coordenadas Norte, Este y Cota).

Consideraciones Previas al Bloqueo:

En vetas auríferas, la mineralización no es uniforme, por lo que el muestreo se realiza en vetillas y alteraciones de las cajas, calculando promedios ponderados para cada canal.

Se reemplazan leyes altas por promedios obtenidos de muestras adyacentes.

Se establece un ancho mínimo de minado (0.60 m en este caso) según las características del yacimiento y el método de explotación.

Se considera la dilución como la cantidad de material estéril mezclado con el mineral durante la explotación, calculándola en función del ancho de la veta y el ancho de la labor.

Calificación de Leyes:

Se procede a la calificación de la ley de todos los canales para definir los tramos correspondientes a mena, teniendo en cuenta la ley mínima explotable utilizada.

Consideración de Estériles:

Se evita que haya cinco canales contiguos con leyes menores al cut-off, separando cualquier intervalo de cinco canales con leyes bajas como mineral submarginal o de baja ley.

CAPITULO VII

ESTIMACIÓN DE RESERVAS – VETA SANTA ROSA

La reserva de minerales ha sido estimada mediante el método tradicional utilizando el método polígono Bloks definidos según la norma internacional canadiense NI 43-101, las muestras que sustentan estos recursos fueron analizados en el laboratorio de la minera SOTRAMI S.A.

Las reservas minerales fueron calculados a la fecha 31 de agosto del 2023

7.1.Producción histórica en la minera SOTRAMI S.A

La mina SOTRAMI S.A ha estado produciendo oro mientras Perú aún estaba bajo el dominio colonial español, Posteriormente, San Luis Gold Mines Company llevó a cabo operaciones de exploración y minería a pequeña escala. En 1991, los mineros artesanales locales decidieron formar una sociedad anónima denominada Sociedad de Trabajadores Mineros S.A. (SOTRAMI), que significa "Sociedad de Trabajadores Mineros" a través del cual organizaron con éxito su negocio en rápida expansión. Como resultado, pudieron obtener algunos beneficios, elementos que incluyen una licencia de explosivos, transporte mejorado para el oro a la instalación central de procesamiento y elementos clave para mejorar las condiciones de trabajo. También se mejoró la infraestructura para el transporte de oro al centro de distribución.

En la siguiente tabla N° 27 se muestra el balance histórico de reservas, producción, avances en exploración y desarrollo de la mina. No se cuenta con el registro de la información de años anteriores, cabe mencionar que la primera vez que se realizó la estimación de recursos, así como las reservas fue en el año 2017.

Tabla 27
Balance histórico de reserva, producción y avances.

Año (Al 31 de diciembre)	Reserva	Ley	Producción	
	TMS	Au (Oz/TCS)	TMS	Au (Oz/TCS)
2015	---	---	23384	0.90
2016	---	---	32070	0.78
2017	83,775	0.5	37001	0.79
2018	117,522	0.51	34937	0.60
2019	126,741	0.47	41441	0.50
2020	115,075	0.52	29421	0.55
2021	97,555	0.58	43201	0.52
2022	105,242	0.55	43215	0.51
Total			255807	0.64

Nota: Elaboración propia.

7.2.Reservas estimadas

Las reservas de la veta Santa Rosa se calcularon considerando los gastos de producción de la mina, así como el componente metalúrgico desde principios del 2022 hasta finales de año. Los cortes para minerales, minerales marginales, minerales submarginales y minerales de baja ley se enumeran en la figura N°24. En la misma línea, se tomó en consideración el precio de la onza de oro en \$1,900.

Figura 32
Ley de corte

Ley de Corte	Tipo de Mineral	Costos
0.322	Mena	Incluye todos los gastos asociados con operaciones, administración, depreciación y amortización.
0.257	Marginal	Costos sin amortización y depreciación
0.193	Submarginal	Costo excluyendo cargos por depreciación, amortización, administración y ventas.
0.129	Baja Ley	Solo cubre el costo operativo

Nota: Elaboración Propia.

En la figura 33 se muestra la ley mínima explotable expresado en onzas y gramos, además para cada valor el color que corresponde y con el cual se utilizó para la elaboración del plano de cubicación.

Figura 33
Ley de corte

MINERAL	CUT OFF (Oz/Tn Au)	CUT OFF (gr/Tn Au)
Mena	0.322	10.02
Marginal	0.257	7.98
Submarginal	0.193	6
Baja ley	0.129	4.02

Nota: Elaboración Propia.

La Compañía minera SOTRAMI SA. explota y procesa principalmente mineral mena y marginal; y el mineral sub-marginal y baja ley son procesadas cuando éstas se encuentran en la cancha de mineral y la ley de dicho mineral pueda cubrir al menos los costos operativos.

Las reservas probadas y probables son los blocks que se encuentran dentro de los recursos medidos e indicados, respectivamente. Estas reservas son una parte de los recursos, pero con anchos y leyes diluidas. Se tienen 8471 toneladas con 0.54 Oz/TCS Au de reservas probadas y 4821 toneladas con 0.44 Oz/TCS Au de reservas probables.

La tabla N°28 muestran el detalle de las reservas por categoría, las cuales suman 13291 toneladas con 0.51 Oz/TCS Au de reserva probada y probable.

Tabla 28
Resumen de reservas de la Santa Rosa en los Niveles 9 y 10. (Mena + Marginal)

RESUMEN DE RESERVAS DE VETA SANTA ROSA (MENA + MARGINAL)			
	Ancho (m)	TMS	Au (Oz/Tc)
PROBADO	0.71	8471	0.54
PROBABLE	0.65	4821	0.44
TOTAL, RESERVA SANTA ROSA	0.69	13291	0.51
1TMS=1.10229TCS	Reservas =	7,430	Onzas de Oro

Nota: Elaboración Propia.

En las tablas 29 y 30 muestran el detalle de las reservas probadas y probables respectivamente por bloques de la Santa Rosa en los Niveles 9 y 10.

Tabla 29

Reservas probadas por Block veta Santa Rosa en los Niveles 9 y 10

RESERVAS PROBADAS VETA SANTA ROSA (MENA + MARGINAL)							
Nombre de la veta	Nº block	Diluido al ancho de minado					
		Ancho (m)	Area(m2)	PE	TMS	Au (Oz/Tc)	Finos Au (OZ)
Santa Rosa	S - 27	0.4	524	2.7	566	0.27	156
Santa Rosa	S - 15	0.55	779	2.7	1162	0.43	496
Santa Rosa	S - 17	0.56	189	2.7	287	0.57	164
Santa Rosa	S - 18	0.5	202	2.7	271	0.35	94
Santa Rosa	S - 19	0.57	122	2.7	188	0.61	114
Santa Rosa	S - 20	0.68	58	2.7	106	0.43	45
Santa Rosa	S - 26	0.5	308	2.7	415	0.71	296
Santa Rosa	S - 28	0.72	66	2.7	128	0.43	55
Santa Rosa	S - 1	1.12	104	2.7	314	0.36	114
Santa Rosa	S - 2	0.93	116	2.7	291	0.66	192
Santa Rosa	S - 3	0.8	79	2.7	171	0.42	73
Santa Rosa	S - 4	0.97	666	2.7	1744	1.05	1826
Santa Rosa	S - 9	0.75	177	2.7	357	0.32	115
Santa Rosa	S - 22	0.91	96	2.7	235	0.56	132
Santa Rosa	S - 23	0.47	172	2.7	217	0.4	86
Santa Rosa	S - 25	1.21	92	2.7	301	0.44	134
Santa Rosa	S - 21	0.58	173	2.7	272	0.28	75
Santa Rosa	S - 27	0.4	524	2.7	566	0.27	156
Santa Rosa	S - 5	0.45	127	2.7	154	0.32	49
Santa Rosa	S - 6	0.85	129	2.7	294	0.31	91
Santa Rosa	S - 7	0.88	64	2.7	152	0.3	45
Santa Rosa	S - 24	0.43	244	2.7	280	0.32	90
TOTAL PROBADAS		0.69			8471	0.54	4598

1TMS=1.10229TCS

Nota: Elaboración Propia

Tabla 30
Reservas probables por Block Santa Rosa en los Niveles 9 y 10

RESERVAS PROBABLES VETA SANTA ROSA (MENA + MARGINAL)							
Nombre de la veta	N°block	Diluido al ancho de minado					
		Ancho (m)	Area(m2)	PE	TN	Au (Oz/Tc)	Finos Au (OZ)
Santa Rosa	S - 109	0.75	177	2.7	357	0.32	115
Santa Rosa	S - 115	0.55	282	2.7	421	0.43	180
Santa Rosa	S - 117	0.56	173	2.7	261	0.57	150
Santa Rosa	S - 118	0.5	212	2.7	285	0.35	99
Santa Rosa	S - 119	0.57	212	2.7	327	0.61	198
Santa Rosa	S - 120	0.68	96	2.7	176	0.43	75
Santa Rosa	S - 122	0.91	96	2.7	236	0.56	133
Santa Rosa	S - 123	0.47	172	2.7	216	0.4	86
Santa Rosa	S - 125	1.21	94	2.7	307	0.44	136
Santa Rosa	S - 126	0.5	502	2.7	676	0.71	482
Santa Rosa	S - 128	0.72	87	2.7	170	0.43	73
Santa Rosa	S - 105	0.45	115	2.7	140	0.32	45
Santa Rosa	S - 106	0.85	127	2.7	290	0.31	90
Santa Rosa	S - 107	0.88	63	2.7	151	0.3	45
Santa Rosa	S - 121	0.58	207	2.7	327	0.28	91
Santa Rosa	S - 124	0.43	251	2.7	288	0.32	92
Santa Rosa	S - 127	0.4	178	2.7	192	0.27	53
TOTAL, PROBABLES		0.65			4821	0.44	2143

1TMS=1.10229TCS

Nota: Elaboración Propia.

En la Tabla 31 se desglosa la información sobre los recursos que no fueron incluidos en la reserva debido a su baja ley o calidad submarginal. Estos recursos constituyen el treinta por ciento del total. La Tabla 32 proporciona un desglose adicional, detallando la información por bloques y tipo de mineral.

Tabla 31

Resumen de mineral submarginal y baja ley – Veta Santa Rosa en los Niveles 9 y 10

Probado+ Probable		
Ancho (m)	TMS	Au (Oz/TCS)
0.59	5,127	0.12
Reserva de baja ley =	678	Onzas de Oro
1TMS=1.10229TCS		

Nota: Elaboración Propia.

Tabla 32

Mineral submarginal y baja ley – Veta Santa Rosa en los Niveles Inferiores 9 y 10.

Nro Block	Ancho (m)	Sin Dilución				Au (Oz/TCS)	
		Área (m2)	Densidad (TM/m3)	TMS			
S - 16	0.68	71.93	2.70	131.09	0.22	Submarginal	
S - 8	0.79	44.42	2.70	94.87	0.21	Submarginal	
S - 108	0.79	44.42	2.70	94.87	0.21	Submarginal	
S 116	0.68	121.91	2.70	121.91	0.22	Submarginal	
S - 29	0.64	379.18	2.70	652.15	0.10	Baja ley	
S - 30	0.55	599.92	2.70	896.11	0.12	Baja ley	
S - 31	0.55	566.77	2.70	846.59	0.12	Baja ley	
S - 129	0.64	322.32	2.70	554.36	0.10	Baja ley	
S - 130	0.55	580.18	2.70	866.62	0.12	Baja ley	
S - 131	0.55	581.42	2.70	868.47	0.12	Baja ley	
Total	0.59			5127.04	0.12		

Nota: Elaboración Propia.

La Compañía Minera Sotrami S.A se enfoca principalmente en la extracción y procesamiento de minerales mena y minerales marginales; sin embargo, los minerales submarginales y de baja ley también se procesan cuando se descubren en el campo mineral y la ley del mineral puede pagar al menos los gastos operativos de la empresa.

Los recursos medidos e indicados incluyen los bloques que componen las reservas probadas y probables. Estas reservas se incluyen en los recursos, aunque en menor calidad y cantidad.

Tabla 33

Resumen de reservas probadas por tajos, subniveles, chimeneas y galerías de la veta Santa Rosa

RESERVAS PROBADAS POR TAJOS, SUBNIVELES, CHIMENEAS Y GALERIAS			
block por:	Diluido al ancho de minado		
	Ancho (m)	TN	Au (Oz/Tc)
TAJOS	0.90	2,627	0.79
SUBNIVELES	0.59	874	0.49
CHIMENEAS	0.51	2,415	0.42
GALERIAS	0.74	1,990	0.37
TOTAL	0.71	8471	0.54

Nota: Elaboración Propia.

Tabla 34

Resumen de reservas probables por tajos, subniveles, chimeneas y galerías de la veta Santa Rosa

RESERVAS PROBABLES POR TAJOS, SUBNIVELES, CHIMENEAS Y GALERIAS			
block por:	Diluido al ancho de minado		
	Ancho (m)	TN	Au (Oz/Tc)
TAJOS	0.68	176	0.43
SUBNIVELES	0.59	1,043	0.50
CHIMENEAS	0.51	1,617	0.50
GALERIAS	0.74	1,985	0.37
TOTAL	0.65	4821	0.44

Nota: Elaboración Propia.

7.3. Criterios para el cálculo de reservas

Los factores que intervinieron para decidir dónde colocar los bloques se describen a continuación.

El ancho mínimo para la minería es de 0,60 metros. Para vetas de más de 0,50 metros de ancho, se agregan 0,10 metros adicionales de ancho diluido.

Solo los bloques con leyes diluidas por debajo del corte marginal o bloques que eran inaccesibles no se incluyeron en las reservas probadas; todos los demás recursos medidos lo fueron.

Excepto por los bloques especificados donde la mineralización es incierta, todos los demás bloques se clasificaron como reservas probables, bloques que no están muy cerca de los que han sido probados o bloques inaccesibles.

El cut-off o ley mínima en explotación para mineral mena fue de 0.322 Oz/TCS Au y 0.257 Oz/TCS Au para mineral marginal.

En los casos en que las leyes diluidas son superiores a la ley mínima de corte los recursos medidos e indicados se han incluido dentro de las reservas (mayor al Cut-off). Las reservas solo contienen bloques que realmente se pueden minar.

Para la determinación de reservas se han utilizado bloques en los que se ha minado por lo menos uno de sus lados o que están cerca de bloques probados. Las leyes de cada canal se promedian utilizando sus anchos de muestreo a lo largo de la veta para obtener la ley general del bloque. La longitud y la altura del bloque se utilizan para determinar su tamaño (en metros cuadrados). Multiplicando el área por el ancho promedio se obtiene el volumen (m³), que luego se multiplica por el peso específico del mineral (2,70 DMT/m³) para obtener el peso del bloque (toneladas)

7.4. Resultados de reservas

En veta Santa Rosa se estimaron 13291 TMS con leyes de 0.51 Oz/Tc para un ancho diluido de 0.69 m, esta veta aporta el 25% de la producción total de la mina y el 75% aporta veta Filomena. Actualmente veta Santa Rosa produce 900 TMS mensuales, tomando en cuenta el ritmo de producción actual el tiempo de vida de la mina sería 1.2 año sin tomar en cuenta los recursos indicados que no pasaron a reservas por motivos de inaccesibilidad.

También se tiene los resultados de las reservas según los bloques que se ubican en los tajos 3367 TMS con una ley de 0.71 Oz/Tc, subniveles 1917 TMS con una ley de 0.49 Oz/Tc, chimeneas 4032 TMS con una ley de 0.45 Oz/Tc y galerías 3976 TMS con una ley de 0.37 Oz/Tc.

En la siguiente tabla se muestra las reservas calculadas según su certeza, las reservas probadas representan el 63.73% y las reservas probables 36.26%.

Tabla 35

Resumen de reservas de la veta Santa Rosa (mena + marginal)

RESUMEN DE RESERVAS DE VETA SANTA ROSA (MENA + MARGINAL)			
	Ancho (m)	TMS	Au (Oz/Tc)
PROBADO	0.71	8471	0.54
PROBABLE	0.65	4821	0.44
TOTAL, RESERVA SANTA ROSA	0.69	13291	0.51

Nota: Elaboración Propia.

Las reservas estimadas y clasificadas según su valor, certeza y accesibilidad se muestran en la siguiente tabla con su respectivo ancho de veta y sus leyes promedio de oro.

Tabla 36

clasificación según su valor, accesibilidad.

RESUMEN DE RESEVAS SEGÚN SU CLASIFICACION				
		A.V	T.M	Au (Onz/Tc)
A) POR SU VALOR				
	MENA	0.72	10184	0.57
	MARGINAL	0.58	3107	0.30
	TOTAL	0.69	13291	0.51
B) POR SU CERTEZA				
	PROBADO	0.71	8471	0.54
	PROBABLE	0.65	4821	0.44
	TOTAL	0.69	13291	0.51
C) POR SU ACCESIBILIDAD				
	ACCESIBLE	0.55	3960	0.42
	EV. ACCESI.	0.75	9331	0.55
	TOTAL	0.69	13291	0.51

Nota: Elaboración Propia.

CAPITULO VIII

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD (QA/QC)

8.1.MUESTREO

El proceso de muestreo se realizó mediante la aplicación de la técnica de muestreo de canales y un enfoque sistemático de acuerdo con los protocolos establecidos. Los puntos de muestreo están identificados mediante códigos que corresponden a la secuencia numérica de las tarjetas de muestreo de la empresa, y se han marcado con pintura.

Con respecto al análisis y la interpretación de este estudio, se tomaron un total de 1264 muestras, las cuales fueron enviadas al laboratorio de SOTRAMI S.A. para ser sometidas al método de vía seca en la detección de oro. Adicionalmente, se remitieron 34 muestras al laboratorio Certimin S.A., donde fueron analizadas mediante digestión con agua regia y finalización por ICP-AES para los elementos Ag, Pb, Cu, Zn con el código OG46, y para el oro se empleó el método Au-GRA22 mediante ensayo al fuego, con una preparación específica identificada como 31.

Procedimiento de Muestreo

El proceso de muestreo se lleva a cabo de manera simultánea con el avance de las actividades mineras. Inicia desde un punto topográfico de referencia, donde se registran detalles como los datos de la labor, nombre de la veta, y el nombre del encargado del muestreo, entre otros. La toma de muestras se realiza cada 2 metros, y cada canal se dispone de manera perpendicular al buzamiento.

El ancho de muestreo no debe exceder los 1.20 metros; en caso de que la veta supere este ancho, se deben crear sub-canales basados en criterios geológicos. El peso de cada muestra varía entre 2 y 4 kilogramos, dependiendo del ancho de la veta.

La responsabilidad del muestreo recae en el maestro muestrero y su asistente, quienes siguen un procedimiento específico. Primero, se marcan los canales a muestrear con tiza, utilizando un punto topográfico como referencia. Luego, se elimina la parte superficial del canal (de 25 a 30 cm de ancho) con punta y comba para eliminar contaminantes. En tercer lugar, el maestro extrae

las muestras picando de manera uniforme a lo largo del canal, y el ayudante las recibe en una manta. En caso de que la altura de la labor sea elevada, se recurre a una escalera.

Posteriormente, con la muestra en la manta, se homogeniza y se realiza el cuarteo hasta obtener la cantidad requerida, la cual se coloca de inmediato en una bolsa plástica de muestreo. Luego, se etiqueta la muestra con el código de la tarjeta de muestreo y se sella con un precinto para prevenir la contaminación. Al finalizar el muestreo, se marca el canal con pintura roja y se asigna su respectivo código a un lado. Finalmente, las muestras son custodiadas por personal responsable del muestreo y del control de calidad hasta su envío al laboratorio.

Verificación del Programa de Análisis

Se llevaron a cabo dos tipos de comprobaciones con el objetivo de asegurar la calidad de los resultados de las muestras provenientes del laboratorio de la mina Sotrami S.A. Para este propósito, se remitieron 13 pulpas del laboratorio de la mina al laboratorio Certimin S.A. y se seleccionaron al azar 34 muestras de bloques para ser analizadas directamente en el laboratorio Certimin S.A. De esta manera, se verificó la precisión del análisis del laboratorio de la mina mediante la comparación con el laboratorio certificado de Certimin S.A.

a. Se seleccionaron aleatoriamente 34 muestras de bloques que fueron enviadas directamente al laboratorio Certimin S.A. Este laboratorio confirmó la presencia de valores elevados de oro en los bloques, de manera consistente con los resultados obtenidos en el laboratorio de la mina.

Tabla 37
Muestras enviadas a laboratorio Certimin S.A.

N°	MUESTRA	LABOR	UBICACIÓN	ANCHO (m)	Au (Oz/TCS)
1	5451	TJ942W	F/BC942 + 2.00m	0.25	1.51
2	5452	TJ941E	F/CH941 + 14.00m	0.15	2.56
3	5453	TJ941E	F/SN941E + 3.00m	0.20	0.49
4	5454	TJ941E	F/SN941E + 4.00m	0.34	0.99
5	5455	TJ941E	F/SN941E + 5.00m	0.47	0.32
6	5456	GAL2020E	M35+8	0.40	0.62
7	5457	GAL2020E	M35+10	0.30	0.74
8	5458	GAL2020E	M35+12	0.40	0.52
9	5459	GAL2020E	M35+13	0.40	0.68
10	5460	TJ946E	F/CH946 + 6.00m	0.30	0.51
11	5461	TJ946E	F/CH946 + 7.00m	0.50	0.67
12	5462	TJ946E	F/CH946 + 8.00m	0.47	0.45
13	5463	GAL1980W	M5 + 8.00m	0.80	1.90
14	5464	GAL1980W	M5 + 10.00m	0.50	0.62
15	5465	GAL1980W	M7 + 8.00m	0.30	0.61
16	5466	GAL1980W	M7 + 10.00m	0.25	0.58
17	5467	GAL1980W	M7 + 12.00m	0.30	0.91
18	5468	GAL1980W	M7 + 14.00m	0.40	0.44
19	5469	GAL2020E	M37 + 16	0.25	0.64
20	5470	GAL2020E	M37 + 18	0.50	2.53
21	5471	TJ942W	F/BC942 + 4.00m	0.60	0.77
22	5472	TJ942W	F/BC942 + 4.00m	0.45	1.31
23	5473	TJ942W	F/BC942 + 6.00m	0.45	2.29
24	5474	TJ942W	F/BC942 + 6.00m	0.40	0.67
25	5475	TJ942W	F/BC942 + 8.00m	0.36	0.80
26	5476	TJ939E	F/BC939 + 16.00m	0.4	0.39
28	5477	TJ939E	F/BC939 + 18.00m	0.35	0.83
29	5478	TJ939E	F/CH 940 + 4.00m	0.40	0.30
30	5479	TJ939E	F/CH 940 + 6.00m	0.12	0.37
31	5480	TJ939E	F/CH 940 + 8.00m	0.22	0.34
32	5481	SN945E	F/BC945 + 10.00m	0.80	0.38
33	5482	SN945E	F/BC945 + 12.00m	0.75	1.23
34	5483	SN945E	F/BC945 + 14.00m	0.95	2.94

Nota: Elaboración Propia.

b. Se envió un conjunto de 13 pulpas del laboratorio de la mina al laboratorio de Certimin S.A. para su análisis. Los resultados revelan una sólida correlación entre ambos laboratorios, con una diferencia del 2.91%. Esta discrepancia respalda la confiabilidad del laboratorio de la mina y proporciona respaldo a los datos de recursos y reservas (ver Tabla 38).

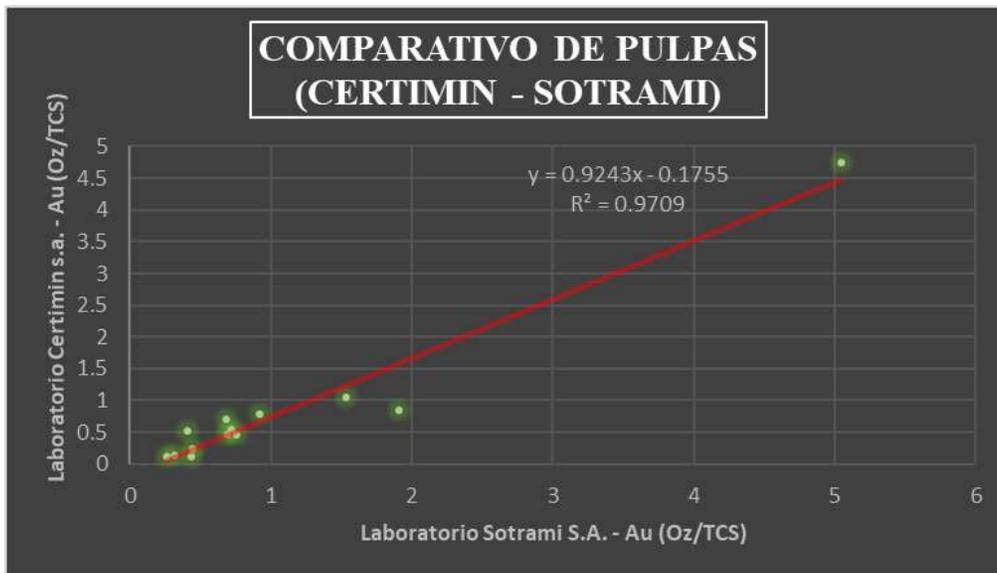
Tabla 38
Comparativo de pulpas Sotrami S.A. & Certmin S.A.

SOTRAMI S.A		CERTIMIN S. A	
Muestra		Muestra	
N°	Oz/TCS) Au	N°	Oz/TCS) Au
12584	1.911	5568	0.846
12585	0.404	5569	0.531
12586	1.534	5570	1.053
12587	5.048	5571	4.754
12588	0.444	5572	0.242
12589	0.685	5573	0.701
12590	0.314	5574	0.134
12591	0.759	5575	0.455
12596	0.916	5576	0.796
12597	0.436	5577	0.12
12598	0.696	5578	0.467
12599	0.259	5579	0.124
12600	0.715	5580	0.548

Nota: Elaboración Propia.

Figura 35

Comparativo de leyes de oro analizados en laboratorio de Sotrami y Certimin.



Nota: Elaboración Propia.

8.2. Análisis y preparación de muestras

Las muestras recolectadas en el terreno, con un peso aproximado de 2 a 4 kilos, se han empaquetado en bolsas de plástico, etiquetado y agrupado en lotes de 10 unidades, los cuales se han embalado en sacos de polietileno. Estos sacos fueron transportados en un camión de la empresa SOTRAMI S.A., bajo la supervisión de un geólogo, hasta el laboratorio correspondiente para llevar a cabo los análisis respectivos.

8.2.1. Protocolo de Análisis del Laboratorio de la Mina

Los procedimientos utilizados en el laboratorio de la mina Santa Filomena son los siguientes:

Recepción de la muestra: Las muestras geológicas procedentes de la mina, con un peso de 2.0 a 4.0 kg, se someten a preparación mecánica y análisis químico.

Trituración de la muestra: La muestra se tritura en una chancadora de quijada para reducir su tamaño a una granulometría de media pulgada, garantizando al mismo tiempo la homogeneidad de la muestra.

Cuarteo y secado: Se realiza el cuarteo con un cuarteador de aluminio japonés hasta obtener una cantidad de 250 a 200 gramos. Luego, se procede al secado en una cocina industrial.

Pulverización: La muestra de 250 a 200 gramos se somete a pulverización en un pulverizador de anillos con una malla de 100 a 150 micrones durante 4 minutos. El material fino resultante se coloca en una bolsa de laboratorio etiquetada con su respectivo código y se entrega al jefe de laboratorio o al analista químico para su análisis correspondiente.

Homogenización y preparación para análisis: Se toma una muestra de 20 gramos para el análisis, la cual se agrega a una bolsa que contiene fundentes preparados, tales como Flux (110 gr), Harina (2.7 gr), Ag metálica (0.1 gr), Bórax (1.520 gr, dependiendo del mineral de geología), y NaCl (4.5–5.0 gr en presencia de minerales sulfurados o ferrosos). Las bolsas se cierran, homogenizan y se colocan en crisoles numerados.

Proceso de fusión: Los crisoles con sus respectivas muestras se calientan a 900 °C durante 30 minutos en los hornos y luego se elevan a 1050 °C durante una hora. Posteriormente, se retiran del horno y se vierten en una lingotera de 12 cavidades.

Colada y formación de cubos: Tras dejar enfriar durante aproximadamente 10 minutos, se retira la escoria de la lingotera golpeándola con un martillo para liberar el regulo de plomo, dándole forma de cubo.

Copelación: Las copelas, precalentadas a 860 °C durante 20 minutos, se colocan en el horno. Se sitúa el cubo de plomo sobre las copelas y se cierra la puerta del horno. Luego, se permite que entre una corriente de aire para oxidar el plomo. La copelación, que dura alrededor de 50 minutos a 950 °C, se considera finalizada cuando aparece el relampagueo de plata tipo spray. Se retira la copela del horno y se deja enfriar durante 10 minutos.

Extracción y preparación del dore (Au/Ag): Se extraen los dores con una pinza pequeña, se laminan con un martillo y se dividen para su respectiva partición.

Disolución y purificación del oro: El dore se coloca en un crisol de porcelana, se disgrega con 10 ml de ácido nítrico al 25%, se calienta a 200 °C durante 8 minutos, se deja enfriar y se repite este proceso dos veces más. Luego, se decanta la solución, se añaden 10 ml de ácido nítrico

concentrado (56%), y se lleva a ebullición. Después, se enfría y se repite este proceso dos veces más hasta obtener un color marrón claro.

Lavado y calcinación: Se lava la muestra cuatro veces con agua destilada para eliminar impurezas de reactivos. El crisol se seca en una plancha durante 5 minutos y se calcina en una cocina eléctrica a 700–800 °C.

Pesaje y presentación de resultados: Se enfrían los crisoles de porcelana y se pesa el botón de oro en una balanza analítica, expresando los resultados en unidades de onzas por tonelada (Oz/Tc).

Informe de ley: Finalmente, se envía un informe de ley al área de geología.

8.2.2. Análisis en Laboratorio Certimin S.A.

Las muestras se sometieron a un análisis mediante la digestión con agua regia y la finalización por ICP-AES para los elementos Ag, Pb, Cu, Zn con el código OG46, mientras que el oro se evaluó mediante el método Au-GRA22 mediante ensaye al fuego, preparación 31.

8.3. Discusión de QA/QC

El sistema de aseguramiento y control de calidad (QA/QC) tiene como objetivo garantizar la integridad de la información, asegurando que los datos generados sean de naturaleza y estándares adecuados para su aplicación en estimaciones de recursos y reservas, control de leyes, entre otros. Este sistema permite identificar posibles errores en el procedimiento de muestreo, preparación y análisis de las muestras. La inclusión de muestras de control (estándares, blancos, gemelas) durante todo el proceso de muestreo, preparación y análisis permite evaluar la precisión y exactitud de los resultados. En la veta Santa Rosa, se emplearon muestras blanco, estándares y gemelas.

La calidad de la preparación y el análisis de las muestras tanto en la mina como en el laboratorio Certimin cumple con los estándares de calidad y precisión requeridos.

Los cálculos de recursos y reservas se llevaron a cabo considerando los resultados del laboratorio de la mina, los cuales han demostrado ser consistentes y precisos.

CONCLUSIONES

Primera: Realizando la caracterización geológica a detalle en los niveles 9 y 10 de la veta Santa Rosa ha permitido determinar y correlacionar las estructuras favorables a la mineralización en sigmoides y/o estructuras extensionales y aplicando el método de estimación de bloks de acuerdo con la normativa canadiense National Instrument 43-101, satisfacen la viabilidad de la estimación de reservas del mineral de oro por el método convencional en los niveles 9 y 10 de la veta Santa Rosa

Segunda: se tiene las reservas estimadas que son: reservas probadas 8471 TMS con una ley de 0.54 Oz/TCS de Au y, reservas probables de 4821 TMS con una ley 0.44 Oz/TCS de Au. Haciendo un total de 13291 TMS con una ley de 0.51Oz/TCS de Au. Estas estimaciones se realizaron mediante el método de estimación Bloks según Norma Canadiense NI 43-101 del CIM (Canadian Institute of Mining).

Tercera: la veta Santa Rosa se encuentra distribuida en gran proporción dentro del super unidad Incahuasi, compuesto por tonalitas, dioritas, cuarzo dioritas y granodioritas. Esta veta se puede encontrar en rocas dioríticas y granodioríticas con leve alteración propi lítica en sus cajas y es estructuralmente un relleno de falla con ocurrencias de reactivación posteriores. La veta Santa Rosa es un tipo de yacimiento mesotermal en donde las fracturas fueron rellenadas por oro, óxidos de hierro y sulfuros. La composición de la veta está formada por clavos mineralizados y/o sigmoides, en donde la mineralización se da en estructuras y venillas de oro. Las mejores leyes en oro se encuentran en mineralización de cuarzo hialino con óxidos de hierro con halo de alteración Propilítica.

Cuarta: se tiene las reservas estimadas según los bloques que se ubican en los tajos, subniveles, chimeneas y galerías. Se tiene los resultados como sigue tajos 3367 TMS con una ley

de 0.71 Oz/Tc, subniveles 1917 TMS con una ley de 0.49 Oz/Tc, chimeneas 4032 TMS con una ley de 0.45 Oz/Tc y galerías 3976 TMS con una ley de 0.37 Oz/Tc.

RECOMENDACIONES

Primera. Priorizar las labores de exploración y en desarrollo para aumentar las reservas de mena en la veta Santa Rosa.

Segunda. Realizar estudios petrominero gráficos con muestras de superficie e interior mina, con el fin de determinar con mayor certeza los estilos de mineralización existentes.

Tercero. Considerar la posibilidad de implementar un software en 3D, que permita el modelamiento del yacimiento, así como la cubicación de reservas y recursos mediante este sistema.

Cuarto. Para mejorar el control de toda la cadena de muestreo y para minimizar los errores humanos se debe utilizar códigos de barras para cada muestra; esto facilitará la implementación de software especializados para la alimentación automática de datos, vale decir: Registro directo de los equipos (balanzas, "rotaps", equipos de análisis químicos, etc.) sin necesidad de copiarlos o digitalizarlos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, J. G. (2006). *Características metalogénicas de los yacimientos asociados a los arcos magmáticos mesozoicos y cenozoicos del Sur del Perú*. [Trabajo de Investigación, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Económica y Prospección Minera], Lima- Perú.
- Alfaro (2007). *Estimación de recursos mineros*. Métodos tradicionales de estimación de reservas. Instituto de Ingenieros de Minas de Chile
- Castillo (2018). *Estimación de recursos y reservas del yacimiento aurífero Fidami, Lucanas – Ayacucho*. Universidad Nacional Del Altiplano, Puno - Perú.
- Cepeda, D. L. (1980). *Apuntes de yacimientos minerales*. U.N.AM., México.
- Davila Burga, J. (2011). *Diccionario Geológico*. INGEMMET. Lima.
- Espinoza (2018). *Estimación de recursos minerales en la mina Santa Fe Buenavista - Alta Casma – Ancash*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
- Giggenbach, W. (1997). *El Origen y Evolución de los Fluidos en los Sistemas Magmático-Hidrotermales* -Universidad Católica del Norte de Chile.
- Hernández et al. (1999). *Geoestadística para aplicaciones ambientales*. Springer Science & Business Media. Investigaciones geográficas, boletín del Instituto de Geografía, Costa Rica.
- Hernández, Fernández y Baptista. (2014). *Metodología de la investigación – sexta edición*. Editorial, Interamericana Editores, S.A. De C.V. - México

- Jallo y Flores (2023). *Estimación de recursos de minerales de la veta Santa Rosa en los niveles inferiores 7 y 8 Compañía Minera Sotrami S.A. Sancos – Lucanas – Ayacucho. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco*
- Jorc, (2012). *Código Australiana para la presentación de informes de resultados de exploraciones, minerales. Preparado por el comité conjunto de reservas de mineral del Instituto Australasia de Minería y Metalurgia, Instituto Australiano de Geocientíficos y Consejo de Minerales de Australia.*
- Journel, A.G. y Ch. J. Huijbregts. (1978). *Geoestadística Minera. Editorial Prensa de la Universidad de Cambridge (Academic Press) - Inglaterra*
- Macharé, J. (2016). *Aspectos Clave de la Geología Estructural para la Exploraciones. Instituto Geofísico del Perú, Universidad Nacional de Ingeniería- Lima.*
- Martell (2021). *Estimación de reservas minerales de oro y plata de la Veta Filomena – Sancos – Lucanas – Ayacucho. Universidad Nacional de Cajamarca.*
- Mayta & Mesa. (2010). *Manual de inventario de minerales. Compañía de minas Buenaventura S.A.A.*
- Maza, Y. (2017). *Estimación de reservas minerales de oro y plata en la veta Karina – Los Pircos – Santa Cruz – Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca.*
- Administradores de Valores de Canadá - Norma NI 43-101 (2011). *Derogación y sustitución del instrumento nacional NI 43-101 normas de divulgación para proyectos. Minerales Canadian Securities Administrators -Canadá.*
- Olchanski, E. (1980). *Geología de los cuadrángulos de Jaqui, Coracora, Chala Y Chaparra. INGEMMET. Lima – Perú.*

Oyarzun, R. (2011). *Introducción a la geología de mina, exploraciones y evaluaciones*.
Madrid, España: Ediciones GEMM.

Sutulov, (1978). *Del cobre y nuestro desafío*, Ediciones Centro de Investigación Minera y
Metalúrgica, CIMM, Santiago de Chile.

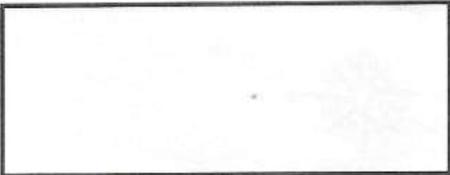
Vidal, C. (1980). *Metalogénesis asociada al batolito costero del Perú: una revisión*.
Magmatismo en el borde de una placa: los Andes peruanos, Ediciones
Buenaventura Ingenieros S.A.- LIMA - PERU

ANEXOS

1. TARJETA DE MUESTREO
2. PLANO TOPOGRÁFICO DEL INTERIOR MINA CON UN FORMATO DE ROTULO DE LA EMPRESA A UNA ESCALA 1/200
3. MEMORÁNDUM DE ENVIÓ DE MUESTRAS
4. CAPTURA DE PANTALLA DE MICROSOFT EXCEL
5. CAPRTURA DE PANTALLA DEL SODWARE SAS STUDIO
6. CUADROS DE ESTIMACION DE RESERVAS



MINERA SOTRAMI S.A.
DPTO. DE GEOLOGIA



Veta: Santa Rosa
 Cuerpo: _____
 Manto: _____

Nº 007511

TARJETA DE MUESTREO

Fecha: 26/08/23

Muestra de:
 Mina DDH Densidad
 Superficie Canchas Gemela

Metodo de Muestreo:
 Canal Blash Hole Cores
 Puntos Rock Chips Canchas

Controles de Calidad:
 M.G BG DG Otros
 EST BF DP

Datos Calidad:
 Tiempo: _____ Peso Muestra: 2.5kg
 Geologo responsable: Daniel Chilo

Labor: Tf 939E Nivel: 9 Piso: _____
 Ref.: 0.40 m. Ubicación: F/BC 939 + 2m. Orden: A
 A.Muestra: _____ A.Dil.P: _____ A.Dil.T: _____ A.Labor: _____

Muestra en: Frente Corona H.D. H.I

Codigo de DDH: _____ De: _____ A: _____
 A Muestra DDH: _____ Recup.Muestra DDH: _____

Mustreros:
 Maestro: A delker Reyes. Ayudante: Joel Colque.
 Topografo: Qt hidrino + OxFe (hematita, jarosita) + halos de Alt. Prop.

ENSAYES: Au Ag Cu

Retorno de Rechazo Si No

ENSAYES: Au Ag Cu

Retorno de Rechazo Si No

Fecha: 26/08/23

Nº 007511

Del: 04,001 al 08,000

Foto 1. tarjeta de muestreo que se usa en la unidad minera SOTRAMI S.A

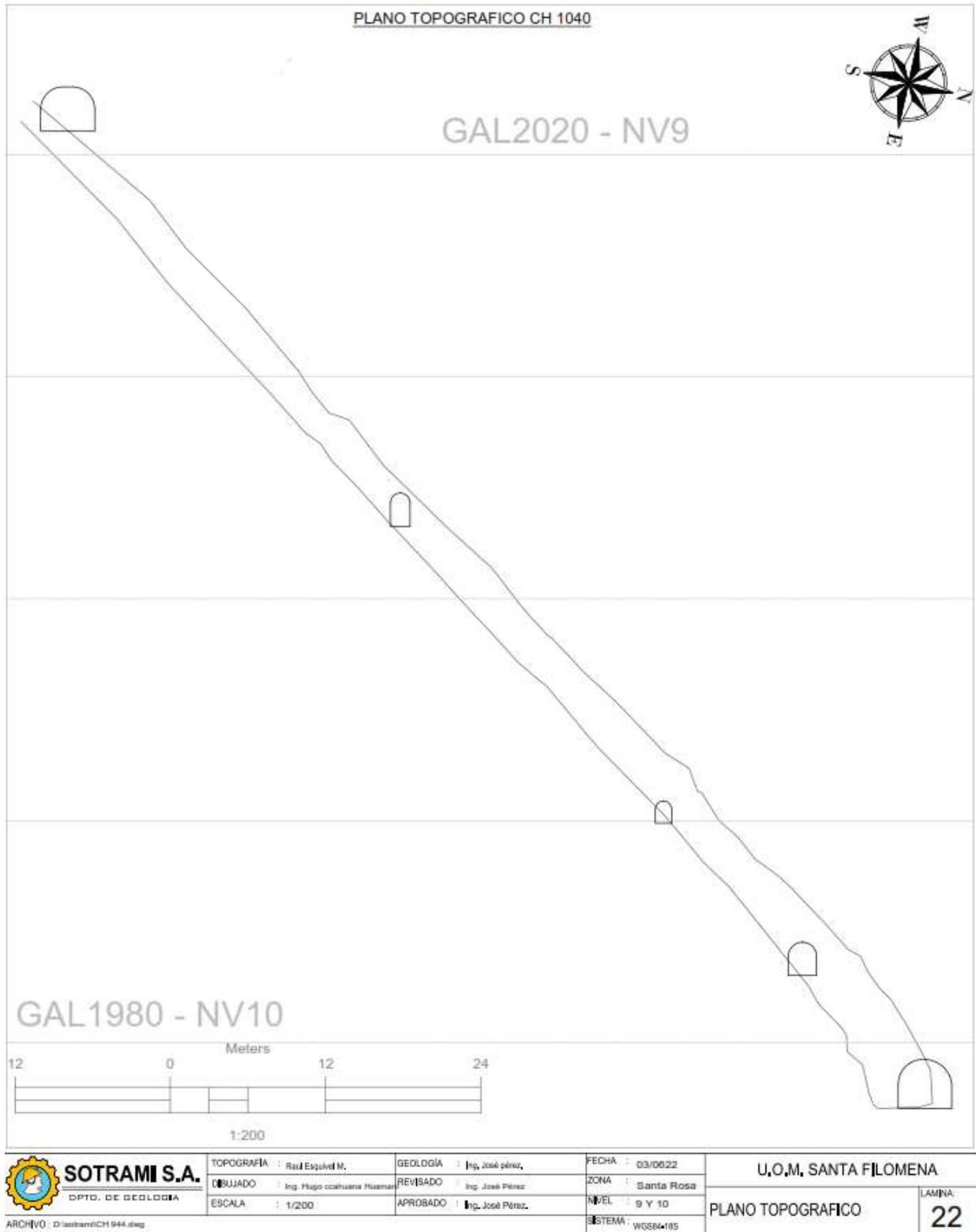


Foto 2. Plano topográfico del interior mina con un formato de rotulo de la empresa a una escala 1/200



MEMORANDUM

N°002- N° 124318

A : Laboratorio
DE : Geología Mina
ASUNTO : Lo que indica
FECHA : 25/09/23

Previo Saludo, se le envia muestras
para su respectivo analisis quimico (Au)

Los siguientes Codigos:

Desde : 7432

Hasta : 7451

Total 20 muestras

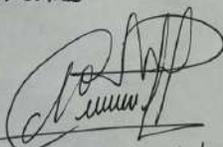

Attn Ing. Daniel Chib.

Foto 3. Memorándum llenado para su envío de muestras al laboratorio químico para su respectivo análisis químico.

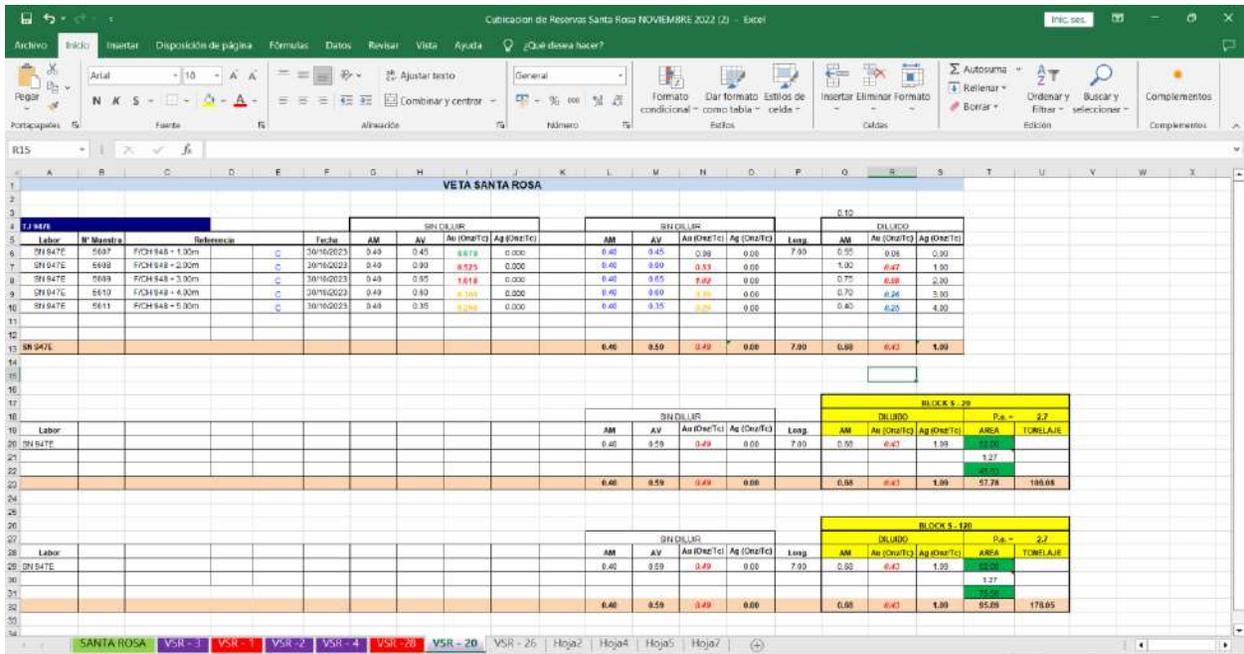


Foto 4. Captura de pantalla de Excel con contenido de cuadros de cálculo de reservas.

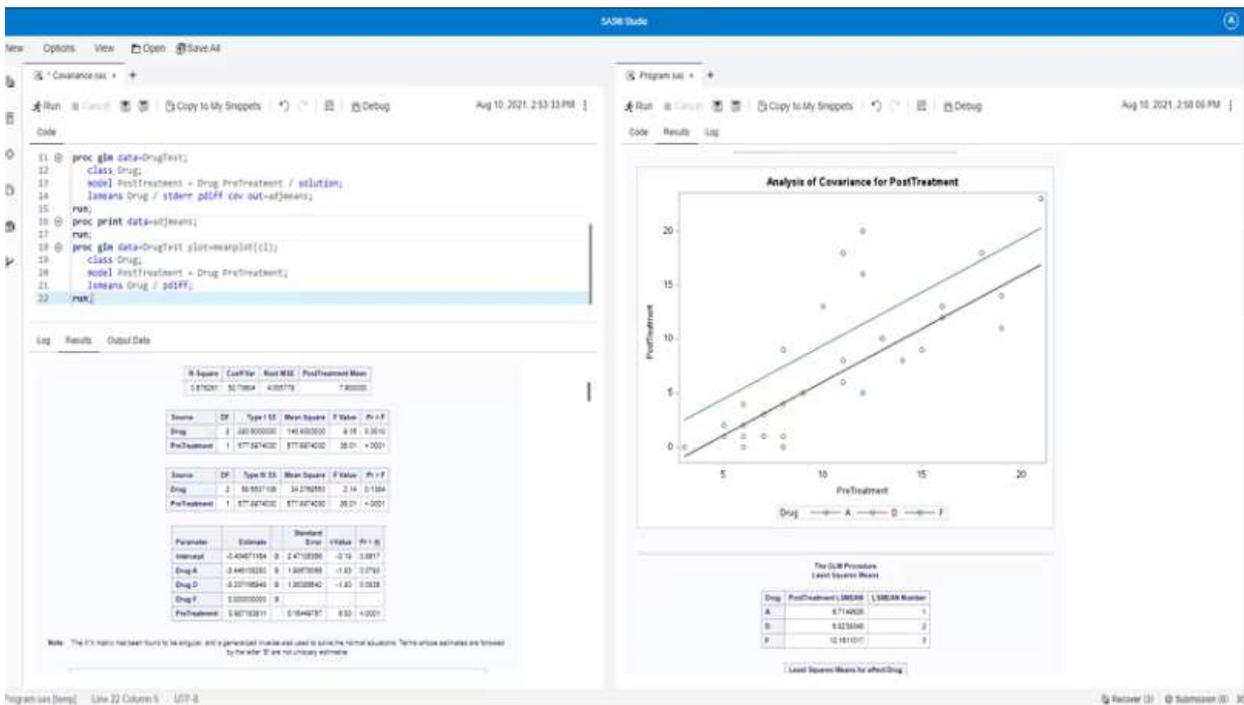


Foto 5. Captura de pantalla de SAS estudios con contenido de cálculo de isovalores.

CUADRO DE ESTIMACION DE RESERVAS

DATA	CERTEZA	BLOCK	NIVEL	AREA	DATOS SIN DILUIR					TN	Au (Onz/Tc)	TINOS AU (OZ)
					POT. VT	DENSIDAD	TN	Au (Onz/Tc)	CHO DE MINA			
S25	Probado	BLOCK S - 27	Nivel 10	523.86	0.26	2.7	364	0.40	0.40	565.77	0.27	156
VSR - 15	Probado	BLOCK S - 15	Nivel 9	778.62	0.44	2.7	929	0.76	0.55	1161.58	0.43	496
VSR - 17	Probado	BLOCK S - 17	Nivel 9	189.41	0.44	2.7	224	0.73	0.56	286.66	0.57	164
VSR - 18	Probado	BLOCK S - 18	Nivel 9	201.52	0.39	2.7	210	0.45	0.50	271.42	0.35	94
VSR - 19	Probado	BLOCK S - 19	Nivel 9	121.67	0.43	2.7	141	0.81	0.57	187.72	0.61	114
VSR - 20	Probado	BLOCK S - 20	Nivel 9	57.78	0.59	2.7	92	0.49	0.68	106.08	0.43	45
VSR - 26	Probado	BLOCK S - 26	Nivel 10	307.65	0.36	2.7	299	0.99	0.50	414.86	0.71	296
VSR - 28	Probado	BLOCK S - 28	Nivel 10	65.72	0.59	2.7	105	0.53	0.72	127.76	0.43	55
SUB TOTAL											3121.87	0.38

HOJA DATA	CERTEZA	BLOCK	NIVEL	AREA	DATOS SIN DILUIR					TN	Au (Onz/Tc)	TINOS AU (OZ)
					POT. VT	DENSIDAD	TN	Au (Onz/Tc)	CHO DE MINA			
S24	Probado	BLOCK S - 30	Nivel 10	94	0.53	2.7	134	0.49	0.55	138.99	0.63	88
VSR - 1	Probado	BLOCK VSR - 1	Nivel 9	104	0.86	2.7	241	0.47	1.12	314.27	0.36	114
VSR - 2	Probado	BLOCK VSR - 2	Nivel 9	116	0.35	2.7	109	0.97	0.93	291.27	0.66	192
VSR - 3	Probado	BLOCK VSR - 3	Nivel 9	79	0.35	2.7	75	0.97	0.80	171.47	0.42	73
VSR - 4	Probado	BLOCK S - 4	Nivel 9	666	0.77	2.7	1385	1.32	0.97	1744.13	1.05	1826
VSR - 9	Probado	BLOCK S - 9	Nivel 9	177	0.65	2.7	310	0.37	0.75	357.37	0.32	115
VSR - 22	Probado	BLOCK S - 22	Nivel 10	95.51	0.86	2.7	222	0.52	0.91	234.66	0.56	132
VSR - 23	Probado	BLOCK S - 23	Nivel 10	172	0.47	2.7	217	0.58	0.47	216.72	0.40	86
VSR - 25	Probado	BLOCK S - 25	Nivel 10	92	0.98	2.7	245	0.55	1.21	300.66	0.44	134
SUB TOTAL											3769.53	0.73

HOJA DATA	CERTEZA	BLOCK	NIVEL	AREA	DATOS SIN DILUIR					TN	Au (Onz/Tc)	TINOS AU (OZ)
					POT. VT	DENSIDAD	TN	Au (Onz/Tc)	CHO DE MINA			
VSR - 9	Probable	BLOCK S - 109	Nivel 9	176.60	0.65	2.7	309	0.37	0.75	356.65	0.32	115
VSR - 15	Probable	BLOCK S - 115	Nivel 9	282.50	0.44	2.7	337	0.76	0.55	421.44	0.43	180
VSR - 17	Probable	BLOCK S - 117	Nivel 9	172.66	0.44	2.7	204	0.73	0.56	261.31	0.57	150
VSR - 18	Probable	BLOCK S - 118	Nivel 9	211.76	0.39	2.7	220	0.45	0.50	285.22	0.35	99
VSR - 19	Probable	BLOCK S - 119	Nivel 9	211.76	0.43	2.7	245	0.81	0.57	326.72	0.61	198
VSR - 20	Probable	BLOCK S - 120	Nivel 9	95.89	0.59	2.7	153	0.49	0.68	176.05	0.43	75
VSR - 22	Probable	BLOCK S - 122	Nivel 10	96.08	0.86	2.7	223	0.52	0.91	236.06	0.56	133
VSR - 23	Probable	BLOCK S - 123	Nivel 10	171.56	0.32	2.7	148	0.58	0.47	215.85	0.40	86
VSR - 25	Probable	BLOCK S - 125	Nivel 10	93.82	0.80	2.7	203	0.55	1.21	306.51	0.44	136
VSR - 26	Probable	BLOCK S - 126	Nivel 10	501.60	0.36	2.7	488	0.99	0.50	676.41	0.71	482
VSR - 28	Probable	BLOCK S - 128	Nivel 10	87.30	0.59	2.7	139	0.53	0.72	169.70	0.43	73
SUB TOTAL											3431.93	0.49

HOJA DATA	CERTEZA	BLOCK	NIVEL	AREA	DATOS SIN DILUIR					TN	Au (Onz/Tc)	TINOS AU (OZ)
					POT. VT	DENSIDAD	TN	Au (Onz/Tc)	CHO DE MINA			
VSR - 21	Probado	BLOCK S - 21	Nivel 9	172.66	0.53	2.7	247	0.31	0.58	272.35	0.28	75
VSR - 27	Probado	BLOCK S - 27	Nivel 10	523.86	0.26	2.7	364	0.40	0.40	565.77	0.27	156
SUB TOTAL											838.13	0.28

HOJA DATA	CERTEZA	BLOCK	NIVEL	AREA	DATOS SIN DILUIR							
					POT. VT	DENSIDAD	TN	Au (Onz/Tc)	CHO DE MINA	TN	Au (Onz/Tc)	TINOS AU (OZ)
VSR - 5	Probado	BLOCK S - 5	Nivel 9	127.10	0.28	2.7	94	0.52	0.45	154.43	0.32	49
VSR - 6	Probado	BLOCK S - 6	Nivel 9	128.51	0.68	2.7	237	0.39	0.85	293.95	0.31	91
VSR - 7	Probado	BLOCK S - 7	Nivel 9	63.60	0.68	2.7	117	0.39	0.88	151.61	0.30	45
VSR - 24	Probado	BLOCK S - 24	Nivel 10	244.13	0.25	2.7	163	0.55	0.43	280.14	0.32	90
SUB TOTAL										880.13	0.31	

HOJA DATA	CERTEZA	BLOCK	NIVEL	AREA	DATOS SIN DILUIR							
					POT. VT	DENSIDAD	TN	Au (Onz/Tc)	CHO DE MINA	TN	Au (Onz/Tc)	TINOS AU (OZ)
VSR - 5	Probable	BLOCK S - 105	Nivel 9	115.24	0.28	2.7	86	0.52	0.45	140.02	0.32	45
VSR - 6	Probable	BLOCK S - 106	Nivel 9	126.90	0.68	2.7	234	0.39	0.85	290.26	0.31	90
VSR - 7	Probable	BLOCK S - 107	Nivel 9	63.45	0.68	2.7	117	0.39	0.88	151.25	0.30	45
VSR - 21	Probable	BLOCK S - 121	Nivel 9	207.24	0.53	2.7	297	0.31	0.58	326.90	0.28	91
VSR - 24	Probable	BLOCK S - 124	Nivel 10	251.10	0.25	2.7	168	0.55	0.43	288.14	0.32	92
VSR - 27	Probable	BLOCK S - 127	Nivel 10	178.04	0.26	2.7	124	0.40	0.40	192.29	0.27	53
SUB TOTAL										0.60	1388.85	