



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

TRABAJO DE TITULACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO
ACADÉMICO INGENIERO GEÓLOGO

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y MINERALÓGICA DE LAS VETAS “SAN
JOSÉ” Y “LA ARENOSA”, EN LA MINA SANTA MARIANITA DE LA
PARROQUIA MALVAS, CANTÓN ZARUMA PROVINCIA DE EL ORO

AUTOR: LUIS IVÁN SATIÁN BALÓN

TUTOR: ING. JORGE LUIS ALONSO DÍAZ, M.SC.

Guayaquil, Agosto 2019.

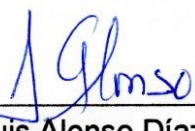
© DERECHOS DE AUTOR
LUIS IVÁN SATIÁN BALÓN
2019.



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

CERTIFICACIÓN

En calidad de Tutor de Titulación, certifico que el presente trabajo ha sido elaborado por el señor Luis Iván Satián Balón por lo que autorizo su presentación.



Ing. Jorge Luis Alonso Díaz, MSc.
Tutor de Trabajo de Titulación
C.I. 0958754665



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA
UNIDAD DE TITULACIÓN



Guayaquil, 8 de Agosto del 2019.

ANEXO 4

Señor

Ing. Banda Gavilanes Richard, Ph.D.
DIRECTOR (E) DE LA CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad.-

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y MINERALÓGICA DE LAS VETAS "SAN JOSÉ" Y "LA ARENOSA", EN LA MINA SANTA MARIANITA DE LA PARROQUIA MALVAS, CANTÓN ZARUMA PROVINCIA DE EL ORO.**, del estudiante **LUIS IVÁN SATIÁN BALÓN**, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de Trabajo de Titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el estudiante está apto para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,

Jorge Luis Alonso Díaz, MSc.

C.I. 0958754665



CC: Gestora de Titulación de la Carrera.





UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO 5

RÚBRICA DE EVALUACIÓN TRABAJO DE TITULACIÓN

Título del Trabajo: CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y MINERALÓGICA DE LAS VETAS "SAN JOSÉ" Y "LA ARENOSA", EN LA MINA SANTA MARIANITA DE LA PARROQUIA MALVAS, CANTÓN ZARUMA PROVINCIA DE EL ORO.

Autor(s): Luis Iván Satián Balón.

ASPECTOS EVALUADOS	PUNTAJE MÁXIMO	CALF.
ESTRUCTURA ACADÉMICA Y PEDAGÓGICA	4.5	4.5
Propuesta integrada a Dominios, Misión y Visión de la Universidad de Guayaquil.	0.3	0.3
Relación de pertinencia con las líneas y sublíneas de investigación Universidad / Facultad/ Carrera	0.4	0.4
Base conceptual que cumple con las fases de comprensión, interpretación, explicación y sistematización en la resolución de un problema.	1	1
Coherencia en relación a los modelos de actuación profesional, problemática, tensiones y tendencias de la profesión, problemas a encarar, prevenir o solucionar de acuerdo al PND-BV	1	1
Evidencia el logro de capacidades cognitivas relacionadas al modelo educativo como resultados de aprendizaje que fortalecen el perfil de la profesión	1	1
Responde como propuesta innovadora de investigación al desarrollo social o tecnológico.	0.4	0.4
Responde a un proceso de investigación – acción, como parte de la propia experiencia educativa y de los aprendizajes adquiridos durante la carrera.	0.4	0.4
RIGOR CIENTÍFICO	4.5	4.5
El título identifica de forma correcta los objetivos de la investigación	1	1
El trabajo expresa los antecedentes del tema, su importancia dentro del contexto general, del conocimiento y de la sociedad, así como del campo al que pertenece, aportando significativamente a la investigación.	1	1
El objetivo general, los objetivos específicos y el marco metodológico están en correspondencia.	1	1
El análisis de la información se relaciona con datos obtenidos y permite expresar las conclusiones en correspondencia a los objetivos específicos.	0.8	0.8
Actualización y correspondencia con el tema, de las citas y referencia bibliográfica	0.7	0.7
PERTINENCIA E IMPACTO SOCIAL	1	1
Pertinencia de la investigación	0.5	0.5
Innovación de la propuesta proponiendo una solución a un problema relacionado con el perfil de egreso profesional	0.5	0.5
CALIFICACIÓN TOTAL *	10	10

* El resultado será promediado con la calificación del Tutor Revisor y con la calificación de obtenida en la Sustentación oral.

Jorge Luis Alonso Díaz, MSc
Firma del docente tutor de trabajo de titulación
No. C.I. # 0958754665

Cial
8/08/2019



fecha: 8 de agosto de 2019





UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO 6

CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrado **Jorge Luis Alonso Díaz, MSc.**, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **LUIS IVÁN SATIÁN BALÓN, C.C.:0927194787**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de **INGENIERO GEÓLOGO**.

Se informa que el trabajo de titulación: **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y MINERALÓGICA DE LAS VETAS "SAN JOSÉ" Y "LA ARENOSA", EN LA MINA SANTA MARIANITA DE LA PARROQUIA MALVAS, CANTÓN ZARUMA PROVINCIA DE EL ORO.**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio (URKUND) quedando el 2% de coincidencia.

Document: TESIS I Zathian FINAL URKUND.docx (D54836757)
Submitted: 2019-08-15 12:57 (-05:00)
Submitted by: Jorge Luis Alonso Diaz (jorge.alonsod@ug.edu.ec)
Receiver: jorge.alonsod.ug@analysis.orkund.com
2% of this approx. 65 pages long document consists of text present in 2 sources.

Rank	Path/Filename
1	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
2	TESIS-ILES MARICELA-GOLDMINS-12 DE MAYO.pdf

Alternative sources: Sources not used

0 Warnings Reset Export Share

el cantón zaruma se destaca principalmente por la actividad minera donde la extracción de recursos minerales inicia en el siglo XVI donde tuvo su auge, actualmente las minas del cantón están concesionadas a varias empresas y es permitida también la minería artesanal. Siempre fue considerada una ciudad de actividad minera, ganadera y labores de agricultura, aunque dos tipos de producción son fundamentales: agropecuaria y minera. Siendo uno de los cantones más antiguos del país, su desarrollo es gracias a las actividades económicas producto de la explotación de oro y en su labor agropecuaria, en especial el cultivo de café y la ganadería, aunque la extracción de oro es la actividad con la que se dio a conocer principalmente el cantón. Zaruma tiene el reconocimiento como ciudad minera, pero es el

<https://secure.orkund.com/view/53375704-887243-655601#DeQxDoAgDAXQu3T+MW2pFLiKcTBEDYMsjMa7yxveS8+gsjEEMpsrFAGGFREJeQeNdILhhUUtc2Q3ThI8uH4/>

J. Alonso
Jorge Luis Alonso Díaz, MSc
Nombre del docente tutor
C.I. # 0958754665

C. Inf
8/08/2019

12/06
RECIBIDO
- 8 AGO 2019
Miriam Vargas de Pinzón
SECRETARIA





UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO-7

Guayaquil, 22 de agosto 2019

Señor Ingeniero

Ing. Banda Gavilanes Richard, Ph.D.

DIRECTOR (E) DE LA CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA

FACULTAD CIENCIAS NATURALES

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la **REVISIÓN FINAL** del Trabajo de Titulación: **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y MINERALÓGICA DE LAS VETAS "SAN JOSÉ" Y "LA ARENOSA", EN LA MINA SANTA MARIANITA DE LA PARROQUIA MALVAS, CANTÓN ZARUMA PROVINCIA DE EL ORO**, del estudiante **LUIS IVÁN SATIÁN BALÓN**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

- El título tiene un máximo de 27 palabras.
- La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.
- El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.
- La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.
- Los soportes teóricos son de máximo 5 años.
- La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que el estudiante **LUIS IVÁN SATIÁN BALÓN** está apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunico a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,

Ing. RICHARD BANDA GAVILANES Ph. D.
DOCENTE TUTOR REVISOR C.I. 1801923002

CC: Gestora de Titulación de la Carrera.





UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO 8

RÚBRICA DE EVALUACIÓN MEMORIA ESCRITA TRABAJO DE TITULACIÓN

Título del Trabajo: CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y MINERALÓGICA DE LAS VETAS "SAN JOSÉ" Y "LA ARENOSA", EN LA MINA SANTA MARIANITA DE LA PARROQUIA MALVAS, CANTÓN ZARUMA PROVINCIA DE EL ORO

Autor(s): SATIÁN BALÓN LUIS IVÁN

ASPECTOS EVALUADOS	PUNTAJE MÁXIMO	CALF.	COMENTARIOS
ESTRUCTURA Y REDACCIÓN DE LA MEMORIA	3	3	
Formato de presentación acorde a lo solicitado	0.6	0.6	
Tabla de contenidos, índice de tablas y figuras	0.6	0.6	
Redacción y ortografía	0.6	0.6	
Correspondencia con la normativa del trabajo de titulación	0.6	0.6	
Adecuada presentación de tablas y figuras	0.6	0.6	
RIGOR CIENTÍFICO	6	5.6	
El título identifica de forma correcta los objetivos de la investigación	0.5	0.5	
La introducción expresa los antecedentes del tema, su importancia dentro del contexto general, del conocimiento y de la sociedad, así como del campo al que pertenece	0.6	0.6	
El objetivo general está expresado en términos del trabajo a investigar	0.7	0.7	
Los objetivos específicos contribuyen al cumplimiento del objetivo general	0.7	0.7	
Los antecedentes teóricos y conceptuales complementan y aportan significativamente al desarrollo de la investigación	0.7	0.7	
Los métodos y herramientas se corresponden con los objetivos de la investigación	0.7	0.7	
El análisis de la información se relaciona con datos obtenidos	0.4	0.4	
Factibilidad de la propuesta	0.4	0.4	
Las conclusiones expresa el cumplimiento de los objetivos específicos	0.4	0.2	
Las recomendaciones son pertinentes, factibles y válidas	0.4	0.2	
Actualización y correspondencia con el tema, de las citas y referencia bibliográfica	0.5	0.5	
PERTINENCIA E IMPACTO SOCIAL	1	1	
Pertinencia de la investigación/ Innovación de la propuesta	0.4	0.4	
La investigación propone una solución a un problema relacionado con el perfil de egreso profesional	0.3	0.3	
Contribuye con las líneas / sublíneas de investigación de la Carrera/Escuela	0.3	0.3	
CALIFICACIÓN TOTAL*	10	9.6	
* El resultado será promediado con la calificación del Tutor y con la calificación de obtenida en la Sustentación oral.			

Ing. Richard Banda Gavilanes Ph.D.
No. C.I. 1801923002

Fecha: Guayaquil, 28 de agosto de 2019





UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA
UNIDAD DE TITULACIÓN



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

ANEXO 10

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y MINERALÓGICA DE LAS VETAS “SAN JOSÉ” Y “LA ARENOSA” , EN LA MINA SANTA MARIANITA DE LA PARROQUIA MALVAS, CANTÓN ZARUMA PROVINCIA DE EL ORO		
AUTOR	SATIÁN BALÓN LUIS IVÁN		
REVISOR / TUTOR	RICHARD BANDA GAVILANES/JORGE ALONSO DÍAZ		
INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL		
UNIDAD/FACULTAD:	CIENCIAS NATURALES		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:			
GRADO OBTENIDO:	INGENIERO GEÓLOGO		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	SEPTIEMBRE DEL 2019	No. DE PÁGINAS:	162
ÁREAS TEMÁTICAS:	CIENCIAS GEOLÓGICAS		
PALABRAS CLAVES / KEYWORDS:	mineralogía, rumbo, buzamiento, paragénesis, yacimiento epitermal/ mineralogy, heading, diving, paragenesis, epithermal.		

RESUMEN

Este estudio se realizó con el objetivo de caracterizar la geología y mineralogía de las vetas “San José” y “La Arenosa” de la mina Santa Marianita de la parroquia Malvas, perteneciente al cantón Zaruma, Provincia de El Oro encontrada en la concesión minera Murciélagos-Vizcaya perteneciente a la empresa Minera Blacio Aguilar. Las estructuras mineralizadas en mención pertenecen al distrito minero Zaruma-Portovelo con dominio estructural de rumbo norte - sur y tendencia de buzamiento hacia el este. Se definió la paragénesis mineral gracias a análisis macroscópicos de muestras de mano, análisis microscópicos de láminas delgadas y secciones pulidas que determinaron la composición mineralógica para la respectiva interpretación y comparación entre ambas vetas, para su efecto se realizaron mapas geológicos a partir de mapas topográficos a escala 1:200 digitalizados en el software AUTOCAD. En las secciones pulidas se encontraron sulfuros, óxidos y carbonatos junto a indicadores geológicos que definieron al depósito como un yacimiento epitermal de baja sulfuración.



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA
UNIDAD DE TITULACIÓN



ABSTRACT

This study was carried out with the objective of characterizing the geology and mineralogy of the "San José" and "La Arenosa" veins of the Santa Marianita mine of the Malvas parish, belonging to the Zaruma canton, Province of El Oro found in the Murciélagos mining concession -Vizcaya belonging to the company Minera Blacio Aguilar. The mineralized structures in question belong to the Zaruma-Portovelo mining district with a structural dominance of a north - south direction and a tendency to dive to the east. Mineral paragenesis was defined thanks to macroscopic analysis of hand samples, microscopic analysis of thin sheets and polished sections that determined the mineralogical composition for the respective interpretation and comparison between both veins, for this purpose geological maps were made from topographic maps to 1: 200 scale digitized in AUTOCAD software. In the polished sections, sulphides, oxides and carbonates were found along with geological indicators that defined the deposit as a low sulfide epithermal deposit.

ADJUNTO PDF:	☒ SI	☐ NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0989886713	E-mail: luiv_93@hotmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Facultad de Ciencias Naturales	
	Teléfono: 04-3080777	
	E-mail: info@fccnnugye.com	





UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO 11

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR REVISOR

Habiendo sido nombrado **RICHARD BANDA GAVILANES, Ph.D.**, tutor del trabajo de titulación **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y MINERALÓGICA DE LAS VETAS “SAN JOSÉ” Y “LA ARENOSA”**, EN LA MINA SANTA MARIANITA DE LA PARROQUIA MALVAS, CANTÓN ZARUMA PROVINCIA DE EL ORO, certifico que el presente Trabajo de Titulación, elaborado por **LUIS IVÁN SATIÁN BALÓN**, con C.I. No.0927194787, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO GEÓLOGO, en la FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, ha sido **REVISADO Y APROBADO** en todas sus partes, encontrándose apto para su sustentación.

Guayaquil, 23 de Agosto del 2019

RICHARD BANDA GAVILANES, Ph.D.

C.I. No. 1801923002





UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO 12

**LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y EXCLUSIVA PARA EL USO NO
COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS**

Yo, **LUIS IVÁN SATIÁN BALÓN** con C.I. No. 0927194787, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y MINERALÓGICA DE LAS VETAS "SAN JOSÉ" Y "LA ARENOSA", EN LA MINA SANTA MARLANITA DE LA PARROQUIA MALVAS, CANTÓN ZARUMA PROVINCIA DE EL ORO** son de mi absoluta propiedad y responsabilidad Y SEGÚN EL Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo el uso de una licencia gratuita intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la presente obra con fines académicos, en favor de la Universidad de Guayaquil, para que haga uso del mismo, como fuera pertinente

Luis Satián B.

LUIS IVÁN SATIÁN BALÓN
C.I. No. 0927194787



*CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN (Registro Oficial n. 899 - Dic./2016) Artículo 114.- De los titulares de derechos de obras creadas en las instituciones de educación superior y centros educativos.- En el caso de las obras creadas en centros educativos, universidades, escuelas politécnicas, institutos superiores técnicos, tecnológicos, pedagógicos, de artes y los conservatorios superiores, e institutos públicos de investigación como resultado de su actividad académica o de investigación tales como trabajos de titulación, proyectos de investigación o innovación, artículos académicos, u otros análogos, sin perjuicio de que pueda existir relación de dependencia, la titularidad de los derechos patrimoniales corresponderá a los autores. Sin embargo, el establecimiento tendrá una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos.

DEDICATORIA

A la memoria en el cielo de mis abuelitos María Crespín y Teófilo Balón por los grandes recuerdos que puedo guardar en mi corazón gracias a todo lo que compartieron conmigo en vida.

Al incansable esfuerzo e incondicional y permanente apoyo durante toda la vida, de mi madre Olga Balón y mi padre Luis Satián.

A mi hermana Nayeli Satián, motivo de inspiración mis esfuerzos y sacrificios.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, ejemplo de incansable lucha y sacrificios en todos los momentos de mi vida, a quienes debo cada logro conseguido.

A Mercedes Melendres Romero, por haber creído en mí y brindarme su incondicional apoyo durante la etapa más importante de mi carrera.

A Carlos Alberto Melendres Romero por las grandes experiencias y oportunidades que solo fueron posibles gracias a su incansable ayuda durante mi paso por la universidad, mi respeto y lealtad siempre presentes.

A Hugo Mario Jumbo Matamoros y la empresa Minera Blacio Aguilar por brindarme la oportunidad de crecer tanto personalmente como profesionalmente.

Al Ing. Alejandro Zambrano Boada por el valioso aporte y consejos brindados durante todo el proceso de elaboración de esta tesis.

A mis amigos Marcos Armijos, Santiago Blacio, Luis Muñoz y Edison Ordoñez total gratitud por la ayuda brindada en el proceso de elaboración de trabajos de campo para mi tesis de grado.

Al Ing. Jorge Alonso Díaz, M.Sc. por la guía técnica y compartir sus conocimientos profesionales para la realización de este trabajo.

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral por facilitarme las instalaciones de su laboratorio donde fue posible realizar mis investigaciones.

A mis amigos en la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil con quienes compartí muchos años en esta inolvidable experiencia: Jordan Resabala, Diego Dumes, Víctor García, Irene Calle, María José Briones, Maricarmen Reyes, y Katherine Alvarado a quienes admiro y considero infinitamente.

Finalmente, gracias totales a mi amigo Christian Ortiz Bermeo, guía para la elección de esta carrera, por haber compartido las aulas desde el colegio y a quien agradezco en la inmensidad por la lealtad y confianza siempre brindada.



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA



UNIDAD DE TITULACIÓN

ANEXO 13

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y MINERALÓGICA DE LAS VETAS “SAN JOSÉ” Y “LA ARENOSA”, EN LA MINA SANTA MARIANITA DE LA PARROQUIA MALVAS, CANTÓN ZARUMA PROVINCIA DE EL ORO

Autor: Luis Iván Satián Balón.

Tutor: M.Sc. Jorge Luis Alonso Díaz.

RESUMEN

Este estudio se realizó con el objetivo de caracterizar la geología y mineralogía de las vetas “San José” y “La Arenosa” de la mina Santa Marianita de la parroquia Malvas, perteneciente al cantón Zaruma, Provincia de El Oro encontrada en la concesión minera Murciélagos-Vizcaya perteneciente a la empresa Minera Blacio Aguilar. Las estructuras mineralizadas en mención pertenecen al distrito minero Zaruma-Portovelo con dominio estructural de rumbo norte - sur y tendencia de buzamiento hacia el este. Se definió la paragénesis mineral gracias a análisis macroscópicos de muestras de mano, análisis microscópicos de láminas delgadas y secciones pulidas que determinaron la composición mineralógica para la respectiva interpretación y comparación entre ambas vetas, para su efecto se realizaron mapas geológicos a partir de mapas topográficos a escala 1:200 digitalizados en el software AUTOCAD. En las secciones pulidas se encontraron sulfuros, óxidos y carbonatos junto a indicadores geológicos que definieron al depósito como un yacimiento epitermal de baja sulfuración.

Palabras claves: mineralogía, rumbo, buzamiento, paragénesis, yacimiento epitermal.



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO 14

GEOLOGICAL AND MINERALOGICAL CHARACTERIZATION OF "SAN JOSÉ"
AND "LA ARENOSA" VEINS, IN SANTA MARIANITA MINE OF MALVAS PARISH,
ZARUMA DISTRICT EL ORO PROVINCE

Author: Luis Iván Satián Balón.

Advisor: M.Sc. Jorge Luis Alonso Díaz.

ABSTRACT

This study was carried out with the objective of characterizing the geology and mineralogy of the "San José" and "La Arenosa" veins of the Santa Marianita mine of the Malvas parish, belonging to the Zaruma canton, Province of El Oro found in the Murciélagos mining concession -Vizcaya belonging to the company Minera Blacio Aguilar. The mineralized structures in question belong to the Zaruma-Portovelo mining district with a structural dominance of a north - south direction and a tendency to dive to the east. Mineral paragenesis was defined thanks to macroscopic analysis of hand samples, microscopic analysis of thin sheets and polished sections that determined the mineralogical composition for the respective interpretation and comparison between both veins, for this purpose geological maps were made from topographic maps to 1: 200 scale digitized in AUTOCAD software. In the polished sections, sulphides, oxides and carbonates were found along with geological indicators that defined the deposit as a low sulfide epithermal deposit.

Keywords: mineralogy, heading, diving, paragenesis, epithermal

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPITULO 1	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	2
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.3 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA.....	4
1.4 OBJETIVO DE ESTUDIO	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos	5
1.5 CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO	6
1.5.1 Ubicación	6
1.5.2 Acceso.....	7
1.5.3 Actividad poblacional.....	8
1.5.4 Clima.....	9
1.5.5 Vegetación.....	9
1.5.6 Geomorfología.....	10
1.5.7 Hidrografía	13
1.5.8 Hidrogeología	13
1.5.9 Antecedentes en investigaciones	15
CAPITULO 2	16
CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL DISTRITO MINERO ZARUMA-PORTOVELO	16
2.1 GEOLOGÍA REGIONAL	16
2.1.1 Estratigrafía	18
2.1.2 Geología estructural	20
2.1.3 Magmatismo	23
2.1.4 Estructuras del distrito Zaruma-Portovelo	24
2.1.5 Yacimientos minerales	26
2.2 GEOLOGÍA LOCAL.....	28
2.2.1 Paleozoico	28
2.2.2 Terciario	28
2.2.3 Magmatismo	31
2.2.4 Descripción de los depósitos minerales	31
CAPÍTULO 3	37

METODOLOGÍA DE LOS TRABAJOS.....	37
3.1 TRABAJOS DE CAMPO.....	37
3.1.1 Levantamiento topográfico de la mina	38
3.1.2 Documentación geológica.	45
3.1.3 Muestreos realizados.	47
3.2 TRABAJOS DE LABORATORIO.....	52
3.2.1 Análisis químico de laboratorio	52
3.2.2 Descripción macroscópica de las muestras	53
3.2.3 Descripción microscópica de secciones delgadas	54
3.2.4 Descripción microscópica de secciones pulidas	55
3.3 TRABAJOS DE GABINETE	56
3.3.1 ELABORACIÓN DE MAPAS SISTEMÁTICOS.....	56
CAPÍTULO 4	57
DISCUSIÓN.....	57
4.1 CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL YACIMIENTO	57
4.1.1 Roca de caja.....	63
4.1.2 Descripción del cuerpo mineral.....	63
4.1.3 Caracterización estructural del depósito.....	70
4.1.4 Caracterización mineralógica	73
CAPITULO 5	89
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
5.1 CONCLUSIONES.....	89
5.2 RECOMENDACIONES.....	91

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Entrada a la bocamina en Minera Blacio Aguilar.....	3
Figura 2. Instalaciones Minera Blacio Aguilar.	4
Figura 3. Mapa de la zona de estudio. Elaborado por el autor.	6
Figura 4. Vista aérea de la ciudad de Zaruma.	7
Figura 5. Iglesia matriz de Zaruma.	8
Figura 6. Pastizales cubren mayormente la topografía del cantón Zaruma.....	9
Figura 7. Geomorfología de Zaruma representada por un gran número de colinas y crestas redondeadas.	11
Figura 8. Cerro Zaruma Urcu.....	11
Figura 9. Ciudad de Zaruma asentada sobre las estribaciones de la Cordillera de Vizcaya.	11
Figura 10. Mapa de elevaciones de la zona de Zaruma y Portovelo. Base: Hoja Topográfica	12
Figura 11. Esquema del sistema hidrogeológico en la zona de Zaruma y Portovelo. Tomado de Tutivén J. 2017.	14
Figura 12. Mapa geológico regional del distrito aurífero – polimetálico Portovelo – Zaruma. Tomado de Añazco J. 2017	17
Figura 13. Columna litoestratigráfica de Portovelo. (Tomado de Zambrano ,2012)	19
Figura 14. Mapa de estructuras geológicas del distrito minero Zaruma-Portovelo. Tomado de Bonilla,2009.	21
Figura 15. Sistemas en echelon del distrito minero Zaruma-Portovelo. Modificado de Spencer, (2002) tomado en Kalinaj, (2004).	22
Figura 16. Mapa de recursos minerales en Zaruma. Fuente INIGEMM 2013.	26
Figura 17. Leyenda metalogénica de mapa de recursos minerales de Zaruma.....	27
Figura 18. Leyenda de mapa de recursos minerales de Zaruma, sección A.	27
Figura 19. Leyenda de mapa de recursos minerales de Zaruma, sección B.	27
Figura 20. Mapa de geología local de la zona de Zaruma y Portovelo. Fuente: (Bonilla, 2005)	30
Figura 21. Secuencia paragenética del distrito Zaruma-Portovelo según Paladines y Rosero (1996), tomado de Bonilla (2009).	36
Figura 22. Brújula colgante.	39
Figura 23. Eclímetro.....	39
Figura 24. Mapa topográfico Veta San José. Sector norte.....	41
Figura 25. Mapa topográfico Veta San José. Sector centro.....	42

Figura 26. Mapa topográfico Veta San José, Sector sur.	43
Figura 27. Mapa Topográfico Veta Arenosa.	44
Figura 28. Modelo de mapeo geológico subterráneo graficado en software AUTOCAD.	46
Figura 29. Modelo de muestreo Channel Sampling.	49
Figura 30. Material acumulado en frente de trabajo, Veta La Arenosa.....	50
Figura 31. Muestras de mano para descripción macroscópica de vetas.....	51
Figura 32. Muestra de mano de material tipo veta, visto desde microscopio binocular.	53
Figura 33. Secciones delgadas y secciones pulidas para descripción microscópica de muestras en la zona de estudio.	55
Figura 34. Mapa Geológico de la Veta San José. Sector norte.	59
Figura 35. Mapa Geológico de la Veta San José. Sector centro.	60
Figura 36. Mapa Geológico de la Veta San José. Sector sur.	61
Figura 37. Mapa Geológico de la Veta La Arenosa.	62
Figura 38. Vista hacia el techo de mineralización característica en la veta San José de sulfuros y óxidos con pátinas de malaquita.	65
Figura 39. Pirita diseminada, cuarzo lechoso y pátinas de malaquita en Veta San José. Sector centro.....	66
Figura 40. Cuarzo lechoso junto a limonita y calcopirita en la Veta San José. Sector Norte.	66
Figura 41. Brechas volcánicas en rellenos de falla junto a roca encajante en Veta San José. Sector centro.	67
Figura 42. Drusas de cuarzo con alteración por oxidación en la Veta San José. Sector centro.	67
Figura 43. Halos de alteración hidrotermal en Veta San José. Sector norte.	68
Figura 44. Estructura mineralizada alterada por oxidación en Veta La Arenosa.....	68
Figura 45. Pirita diseminada en halos de alteración, Veta San José. Sector norte.	69
Figura 46. Rellenos de falla, veta y roca de caja en Veta San José Norte.	69
Figura 47. Diagrama de rosetas de fallas en las vetas “San José” y “La Arenosa”.	71
Figura 48. Relleno de falla en la veta San José.....	72
Figura 49. Muestra de mano con corte para elaboración de secciones pulidas.....	73
Figura 50. Modelo de Buchanan, (1981) para depósitos epitermales de baja sulfuración.	74
Figura 51. Textura Masiva en veta San José, sector norte.	75
Figura 52. Cuarzo masivo en veta La Arenosa.	75
Figura 53. Textura crustiforme en veta San José. Sector centro.....	76

Figura 54. Textura Crustiforme en veta San José, Sector norte.....	76
Figura 55. Textura coloforme en veta San José. Sector norte.....	77
Figura 56. Textura de brecha en veta San José Norte.	77
Figura 57. Textura de peine en veta San José, sector norte.....	78
Figura 58. Textura sacaroidal, veta San José. Sector norte.	78
Figura 59. Drusas de cuarzo cristalino de la veta San José.	80
Figura 60. Mapa de alteraciones hidrotermales de la zona de estudio. Tomado de Informe de Producción Minera Blacio Aguilar.	86

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas DATUM (WGS84) de bocamina en zona estudio.....	6
Tabla 2. Estructuras primarias del distrito Zaruma-Portovelo.....	25
Tabla 3. Estructuras secundarias que afectan al distrito Zaruma-Portovelo.	25
Tabla 4. Materiales utilizados en trabajos de campo.....	37
Tabla 5. Clasificación de los métodos de muestreo según (Orche, 1999).....	48
Tabla 6. Codificación de muestreos realizados.....	51
Tabla 7. Datos de análisis químicos de Ensayo al Fuego y Absorción atómica en vetas San José y La Arenosa.	52
Tabla 8. Datos estructurales de fallas en la veta “La Arenosa”.....	72
Tabla 9. Datos estructurales de fallas en veta “San José”.....	72
Tabla 10. Paragénesis mineral en veta San José.....	81
Tabla 11. Paragénesis mineral en veta La Arenosa.....	82

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Descripción macroscópica de muestras de mano para las vetas "San José" y "La Arenosa"	95
Anexo 2. Descripciones microscópicas de secciones delgadas y secciones pulidas en las vetas "San José" y "La Arenosa".	130
Anexo 3. Reportes y comparación de análisis químicos de laboratorio de elementos Au, Ag y Cu en las vetas "San José" y "La Arenosa".	131
Anexo 4. Fotografías.....	131

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

N Norte	INIGEMM Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero
S Sur	msnm metros sobre el nivel del mar
E Este	SMV sulfuros masivos volcanogénicos
W Oeste	VSN Veta San José Norte
NE Noreste	VSS Veta San José Sur
NW Noroeste	VAN Veta Arenosa Norte
SE Sureste	VAS Veta Arenosa Sur
SW Suroeste	LS Low Sulfuration
Au Oro	IS Intermediate Sulfuration
Ag Plata	HS High Sulfuration
Cu Cobre	Ma Millones de años
Fe Hierro	EH Potencial de oxidación
Pb Plomo	PH Potencial de hidrógeno
Zn Zinc	Qz cuarzo
S Azufre	Py Pirita
As Arsénico	Cpy Calcopirita
g/ton gramos por tonelada	M Malaquita
km kilómetro	Cc Calcosina
INEC Instituto Nacional de Estadísticas y Censos	Bor Bornita
ARCOM Agencia de Regulación y Control Minero	Lm Limonita
IGM Instituto Geográfico Militar	

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento de los minerales metálicos es la principal actividad de sustento económico para la población del cantón Zaruma. La parroquia rural Malvas que pertenece a su jurisdicción territorial tiene características geológicas y sistemas de mineralización típicos del subdistrito minero El Oro que ocupa la parte SE de la faja de mineralización aurífera polimetálica Zaruma-Portovelo.

Este estudio pretende dar a conocer el control técnico y geológico de labores mineras de exploración y explotación dentro de los límites de la concesión minera Murciélagos-Vizcaya en la Mina Santa Marianita que pertenece a la empresa Minera Blacio Aguilar, pues se requiere una extracción óptima de minerales y métodos precisos para la búsqueda de futuras reservas.

Los estudios geológicos cerca de la zona de estudio y trabajos previos en galerías y subniveles de explotación sugieren que el potencial minero para la extracción de minerales metálicos es el motivo para caracterizar geológica y mineralógicamente las vetas “San José” y “La Arenosa”, estructuras que atraviesan el área de la concesión minera Murciélagos-Vizcaya en labores de exploración y explotación bajo el régimen de pequeña minería.

La evaluación geológica y mineralógica de estas estructuras mineralizadas será posible a través del mapeo geológico, muestreo de labores y levantamientos topográficos que permitirán caracterizar el yacimiento. Una vez concluidos los trabajos de campo y laboratorio, además del respectivo análisis e interpretación de resultados, será posible optimizar el impacto económico para la empresa, debido a que las labores mineras futuras estarán sujetas al modelo geológico minero que se propone a continuación.

Gracias a la exploración minera moderna es posible reconocer y estudiar todo tipo de afloramientos y filones hidrotermales.

1.1 ANTECEDENTES

Al distrito minero Zaruma-Portovelo, ubicado al suroccidente del Ecuador, según su memoria histórica se lo conoció desde la época incaica o tiempos precolombinos gracias a la extracción del metal precioso oro, durante la época colonial española. Se dice que esto fue posible a partir de una expedición en tierras oreñenses a manos de un ejército encabezado por el capitán español Alonso de Mercadillo, al seguir el transcurso del río amarillo, aguas arriba donde se localizó la mina de los Incas (Billingsley, 1926).

Sin embargo, las tribus primitivas Zaruma Urcu fueron quienes se encargaron de explotar los minerales auríferos de filones hidrotermales oxidados que se encontraban expuestos en la superficie. Entre 1549 y 1871 se descubrieron la mayoría de los yacimientos que luego fueron explotados económicamente, siendo la Mina El Sexmo, históricamente, la mina más antigua del país. A partir del siglo XX se instalan en el sector las primeras empresas mineras internacionales.

Zaruma tuvo una fundación provisional en 1549 y una definitiva el 8 de diciembre de 1595 denominándose Villa del Cerro de Oro de San Antonio de Zaruma, inicialmente como jurisdicción territorial de la provincia de Loja y finalmente parte de la provincia de El Oro, siendo también su cabecera cantonal.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los trabajos de exploración y explotación en las vetas “San José” y “La Arenosa” necesitan el punto de vista técnico-geológico que permita un correcto desenvolvimiento de tareas de exploración y explotación en futuras labores mineras. La zona de estudio se encuentra dentro de los límites de la concesión minera Murciélagos-Vizcaya en la Mina Santa Marianita que pertenece a la empresa minera Blacio Aguilar ubicada en la parroquia Malvas del cantón Zaruma en la provincia de El Oro.

La necesidad de emplear conocimientos técnicos que permitan definir el comportamiento geológico y mineralógico de las vetas “San José” y “La Arenosa” son prioridad para el concesionario de la empresa “Minera Blacio Aguilar”, porque a partir de estos criterios será posible definir una correcta extracción de minerales y la búsqueda posterior de futuras reservas.



Figura 1. Entrada a la bocamina en Minera Blacio Aguilar.

1.3 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA

Las labores mineras en el distrito minero Zaruma-Portovelo están restringidas a tareas de pequeña minería y minería artesanal, para este tipo de actividad en el proceso de extracción no existen controles técnicos tanto en labores de exploración y/o explotación, lo cual sucede en la empresa Minera Blacio Aguilar, por esta razón este trabajo está orientado en cubrir parcialmente las fallas técnicas existentes en el área minera que es motivo de estudio.

Se busca optimizar la extracción de los minerales en las galerías y subniveles de exploración- explotación de las vetas “San José” y “La Arenosa” que se encuentran en la empresa Minera Blacio Aguilar con parámetros que permitan una correcta evaluación geológica y mineralógica de las estructuras mineralizadas. A través de muestreos de veta, mediante valores de ley media de Au, Ag y Cu se estimarán recursos medidos de los bloques explotables.

El conocimiento del comportamiento geológico estructural y los recursos medidos de las Vetos “San José” y “La Arenosa”, permitirán planificar técnicamente labores futuras de exploración y una óptima explotación de las reservas minerales. El beneficio que se obtendrá al aplicar los resultados del presente estudio investigativo será económicamente positivo para la empresa, debido a que las futuras labores mineras estarán sujetas al modelo geológico minero propuesto en este estudio.



Figura 2. Instalaciones Minera Blacio Aguilar.

1.4 OBJETIVO DE ESTUDIO

1.4.1 Objetivo general

Realizar la caracterización geológica y mineralógica de las vetas “San José” y “La Arenosa” y emplearlas como un modelo técnico para realizar futuras labores de exploración y explotación minera en la empresa Minera Blacio Aguilar de la Mina Santa Marianita de la parroquia Malvas en el cantón Zaruma.

1.4.2 Objetivos específicos

- Caracterizar la paragénesis de las vetas “San José” y “La Arenosa” con estudios macroscópicos de muestras de mano y microscópicos de láminas delgadas y secciones pulidas briquetas.
- Realizar el levantamiento topográfico del área y el mapeo geológico de las vetas “San José” y “La Arenosa” en el nivel principal tomando en cuenta las características litológicas mineralógicas, texturales y estructurales.
- Establecer el posible tipo de yacimiento mineral en base a las características geológicas.
- Determinar valores de contenido de Au, Ag en (g/ton) y Cu en % mediante análisis químicos de ensayo al fuego de muestreos sistemáticos puntual y lineal además de relacionar la mineralogía y texturas de mena.
- Estudiar la composición mineralógica a partir de secciones pulidas y realizar la comparación entre las 2 vetas.

1.5 CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO

1.5.1 Ubicación

El área de estudio se encuentra localizada en la parroquia Malvas, en la zona occidental del cantón Zaruma, ubicada en las estribaciones de la cordillera Vizcaya a 5km de la cabecera cantonal.

Malvas limita hacia el norte con las parroquias Arcapamba y Muluncay, al sur y este con Zaruma y al Oeste con el cantón Piñas.

Tabla 1. Coordenadas DATUM (WGS84) de bocamina en zona estudio.

ZONA DE ESTUDIO		
PUNTO	COORDENADAS	
	X	Y
P1	653096	9594251

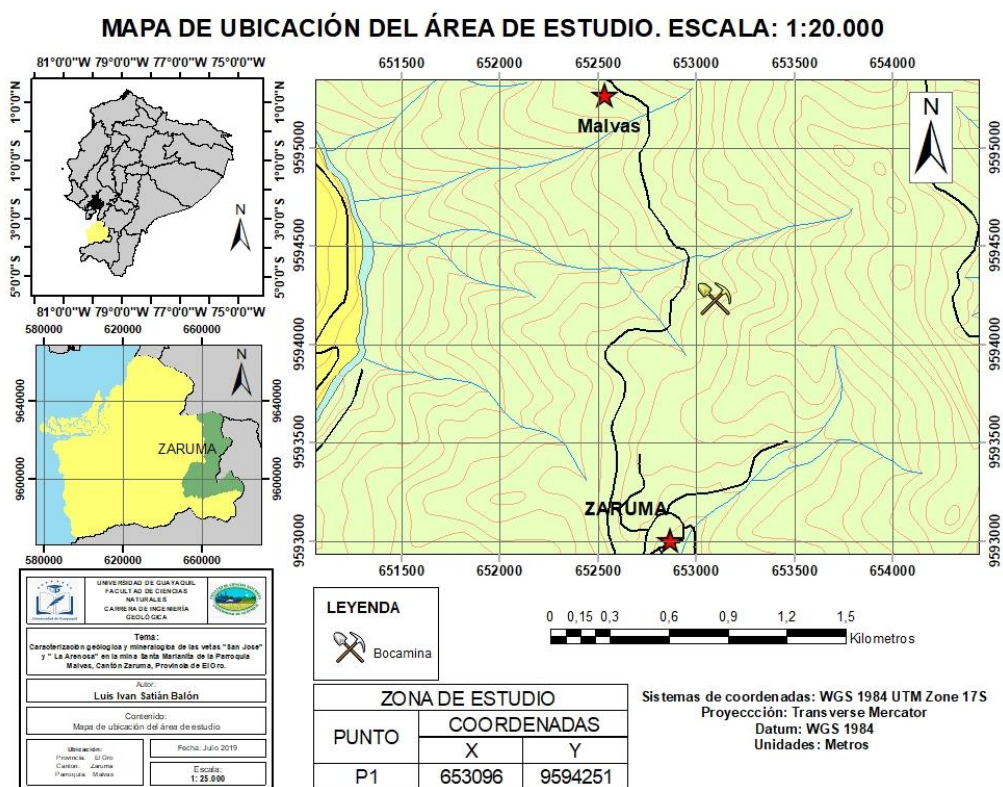


Figura 3. Mapa de la zona de estudio. Elaborado por el autor.

1.5.2 Acceso

El cantón Zaruma se encuentra localizado al suroeste del Ecuador en el sur-oriente de la provincia de El Oro. Geográficamente está asentado en las faldas de la cordillera de Vizcaya, ramal que se desprende de la Cordillera de Chilla en la Hoya de Zaruma.

Se tiene acceso hacia la ciudad a 607.8 km desde la ciudad de Quito por la carretera Panamericana, a 275.5 km desde Guayaquil por troncal de la Costa y a 103.4 km desde Machala, capital de la Provincia de El Oro. Hacia la zona de estudio desde el casco urbano de la ciudad, la vía Zaruma – Paccha - Pasaje sirve de acceso a la Mina Santa Marianita de la empresa Minera Blacio Aguilar.

Vía aérea desde diferentes aeropuertos se puede arribar a la ciudad de Santa Rosa donde luego vía terrestre se puede seguir la ruta Santa Rosa-Piñas-Zaruma.



Figura 4. Vista aérea de la ciudad de Zaruma.

1.5.3 Actividad poblacional

Del cantón Zaruma se destaca principalmente la actividad minera donde la extracción de recursos minerales inicia en el siglo XVI cuando tuvo su auge. Aunque actualmente las minas del cantón están concesionadas a varias empresas es permitida también la minería artesanal. Zaruma Siempre fue considerada una ciudad de actividad minera, ganadera y labores de agricultura, aunque dos tipos de producción se consideran fundamentales: la actividad agropecuaria y la actividad minera.

Siendo uno de los cantones más antiguos del país, su desarrollo socioeconómico es gracias a las actividades producto de la explotación de oro y la labor agropecuaria donde destaca el cultivo de café, sin embargo, la extracción de oro es la actividad con la que se dio a conocer principalmente el cantón. Zaruma tiene el reconocimiento como ciudad minera, pero es al turismo al que se apunta para la reactivación de la economía local.



Figura 5. Iglesia matriz de Zaruma.

1.5.4 Clima

El cantón Zaruma se encuentra en una región alta, húmeda y montañosa de los Andes Occidentales en la Cordillera de Vizcaya, posee un clima húmedo y subtropical con temperaturas que van desde los 15°C hasta los 31°C, siendo 21°C su temperatura media con rangos de precipitación que van de 1750 a 2000 mm por año.

Según un informe del Ministerio de Ambiente del Ecuador para el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Zaruma presentado en el 2014 el cantón presenta 3 tipos de clima:

- Ecuatorial meso térmico semi-húmedo.
- Ecuatorial meso térmico seco.
- Ecuatorial de alta montaña.

Una neblina moderada intermitente está presente casi todo el año, con menor frecuencia en Agosto y Septiembre que son los meses más despejados.

1.5.5 Vegetación

En la vegetación típica del clima tropical se puede observar arboles como: higueras, balsas, saca, chotilla, guarumo, pomarrosa, mango, etc. También cultivos de maíz, plátano, café, naranja, yuca, limón, caña de azúcar y una infinidad de arbustos, matorrales y hierbas. La mayoría de áreas se cubren de verdes pastizales. (Crespo,2007)



Figura 6. Pastizales cubren mayormente la topografía del cantón Zaruma.

1.5.6 Geomorfología

Al distrito minero Zaruma-Portovelo lo caracteriza una topografía representada por pendientes fuertes, crestas redondeadas y un gran número de colinas que son resultados de un patrón dendrítico de drenaje secundario.

Las alturas comprenden un aproximado de 600 y 1600 msnm. Cerca de la zona de estudio destaca el Cerro Zaruma Urcu con 1325 metros sobre el nivel del mar. Abañín y Guanazán, parroquias rurales que están más lejanas al cantón se encuentran en un promedio de 1150 y 2800 metros respectivamente.

Geográficamente Zaruma es parte del callejón interandino y forma parte de las estribaciones de la Cordillera Real, asentada en las faldas de la Cordillera de Vizcaya, ramal que se desprende de la Cordillera de Chilla en la hoya Zaruma. Estas particularidades le otorgan un relieve muy accidentado que se evidencia con 600 msnm en el área del río amarillo hasta los 1250 msnm en el centro del cantón.

Geomorfológicamente destaca una cordillera alta que toma el nombre de Cordillera de Chilla hacia el noroeste, hacia el suroeste se encuentra una cordillera más baja con el nombre de Ambocoa, cuyas ramificaciones llegan a territorio peruano en el río Tumbes.

La Hoya de Zaruma está formada por estas dos cordilleras que se caracterizan como zonas escarpadas de relieve montañoso y pendientes pronunciadas de difícil acceso

Zaruma se encuentra en la cordillera divisoria entre los ríos Calera y Amarillo de relieve abrupto con drenaje gobernado con fracturamiento que tiene origen tectónico.

En la zona suroccidental de la República del Ecuador donde se encuentra el cantón desaparece progresivamente la Cordillera Occidental y la Cordillera Real, que fisiográficamente abarcan las regiones de sierra y costa en las provincias de Loja y El Oro.

La topografía muy accidentada es gracias a su ubicación geográfica en las estribaciones de la cordillera real.

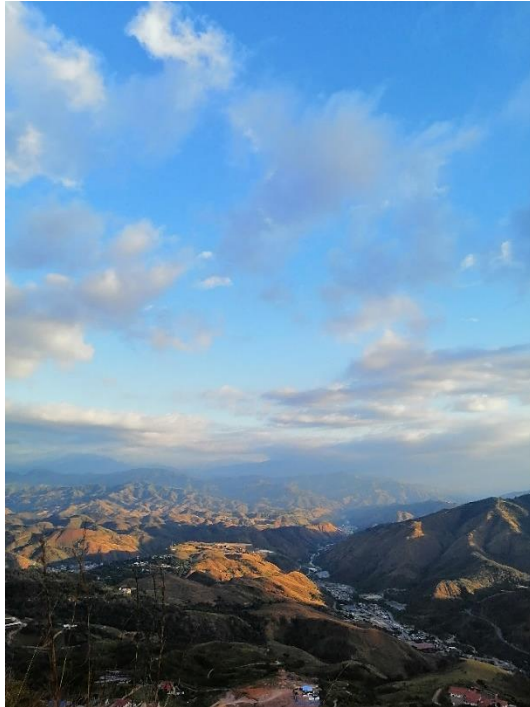


Figura 7. Geomorfología de Zaruma representada por un gran número de colinas y crestas redondeadas.



Figura 8. Cerro Zaruma Urcu.



Figura 9. Ciudad de Zaruma asentada sobre las estribaciones de la Cordillera de Vizcaya.

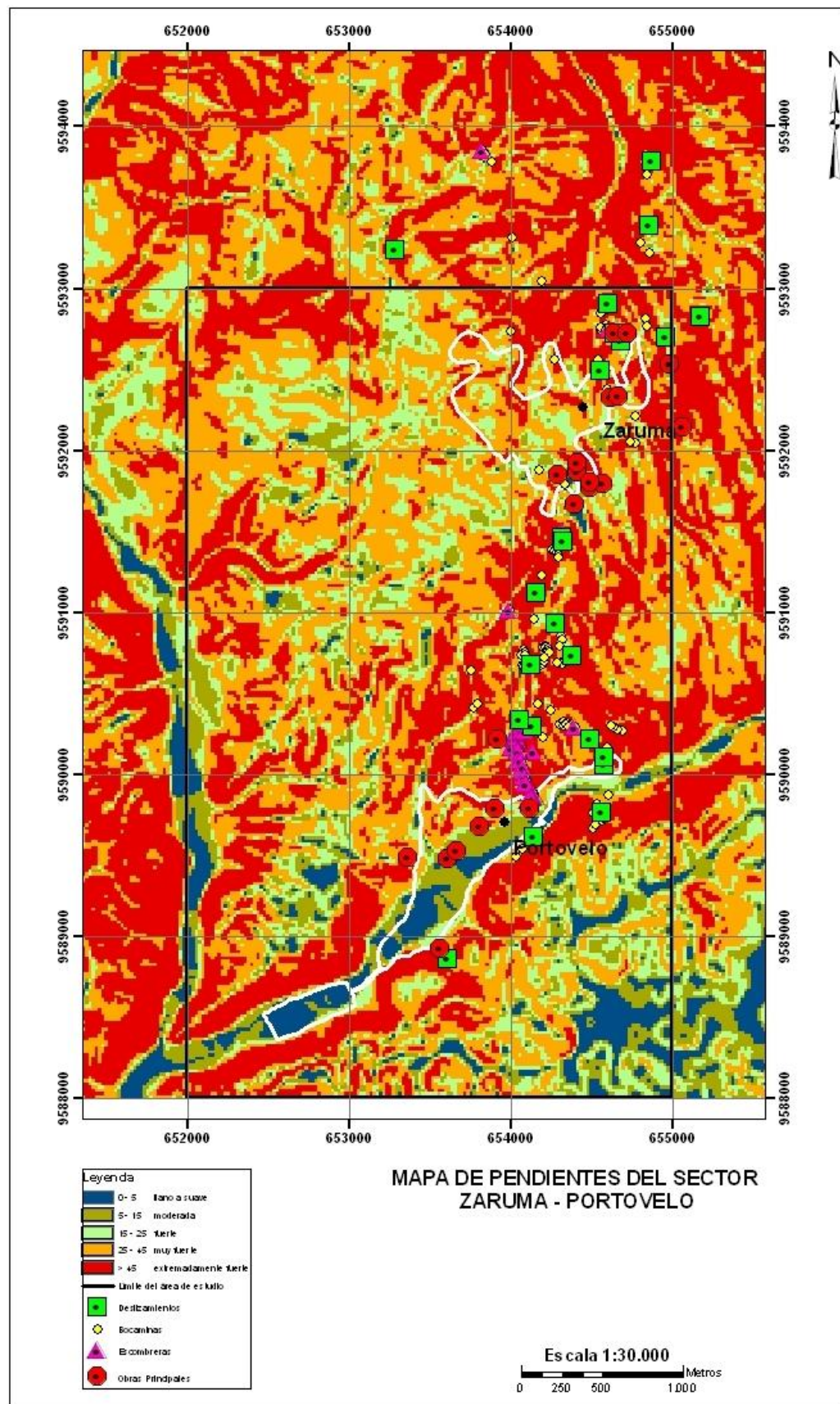


Figura 10. Mapa de elevaciones de la zona de Zaruma y Portovelo. Base: Hoja Topográfica

Zaruma, Escala: 1:25.000. (IGM).

1.5.7 Hidrografía

Los ríos Calera y Amarillo comprenden el principal sistema hidrográfico de la zona. De acuerdo a información proporcionada del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Zaruma tiene una ocurrencia de precipitaciones altas entre Febrero y Abril de cada año. Siendo una región donde predomina la humedad hay muchos ríos que recorren la superficie del cantón.

Hacia el norte como límite con la Provincia del Azuay se encuentra el río Jubones, hacia el sur el río Pindo, el río Ambocas se encuentra hacia el este y finalmente al oeste el río Calera que a su vez es límite con el cantón Piñas. En su interior corren los ríos Luis, Amarillo, Huasipongo, Muluncay, Ortega, Salado, Palto, Bono, y a excepción del Jubones todos forman el río Tumbes que se encuentra en territorio peruano y desemboca en el Océano Pacífico.

1.5.8 Hidrogeología

En general el sistema hidrológico de Zaruma y Portovelo es definido como un acuífero de tipo fisurado-libre interior que se caracteriza por una zona de saturación que se condiciona por grietas que a su vez sirven de conductos en el macizo rocoso.

El nivel freático suele encontrarse a 5 metros de la superficie, pero trabajos de minería y socavones ubicados en el distrito sirven de conductos de drenaje que en algunos lugares hacen descender considerablemente los niveles del agua. Los socavones actúan como galerías de desfogue y esto hace que el nivel freático se vuelva bajo al momento que el agua desciende por dichas galerías.

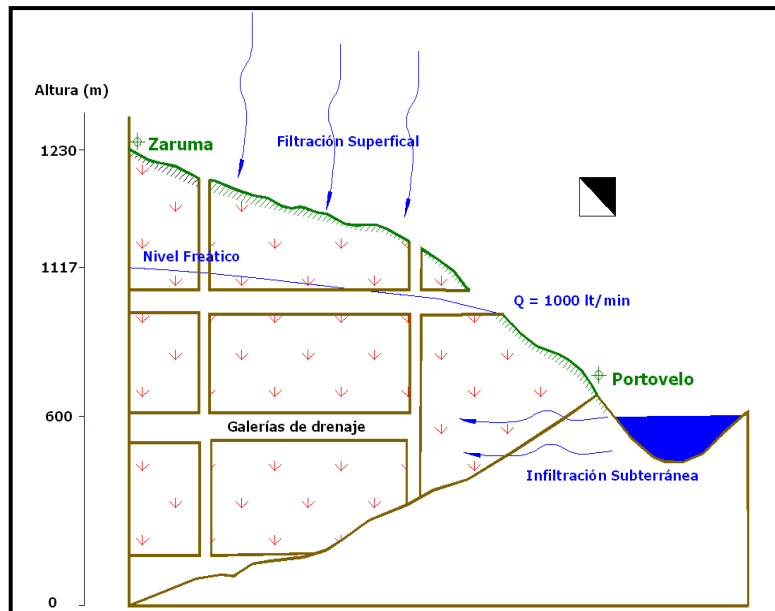


Figura 11. Esquema del sistema hidrogeológico en la zona de Zaruma y Portovelo. Tomado de Tutivén J. 2017.

1.5.9 Antecedentes en investigaciones

En el informe del Proyecto de Desarrollo Minero y Control Ambiental (PRODEMINCA, 2000), bajo el título “Depósitos Porfídicos y Epi-Mesotermiales relacionados con intrusiones de las Cordilleras Occidental y Real” se concluye que el principal rasgo estructural de la región es la falla Piñas-Portovelo, además que la propilitización es la alteración más extendida a escala regional mientras que la silicificación, alteración fílica y argilización presentan una extensión mucho más local, los sulfuros principales son pirita, esfalerita, galena y calcopirita y que la ley mineral tiene tendencia de incremento mientras más amplitud tenga la veta.

Spencer R., (2002), apoyado en la paragénesis pirita – magnetita - calcopirita, define al yacimiento Zaruma - Portovelo como un sistema epitermal de baja - intermedia sulfuración; además, identifica zonas de cuarzo vuggy + dickita + pirofilita ± alunita interpretadas como relictos de una alteración argílica avanzada con inmersión al SW que formó parte de un litocapa asociada al pórfido el Poglio.

(Wilson Bonilla, 2009) doctor en Ciencias Geológicas en la Universidad de Buenos Aires presentó un trabajo denominado “Metalogenia del Distrito Minero Zaruma-Portovelo en la República del Ecuador” en el cual definió la metalogenia de los yacimientos epitermales del Distrito Zaruma-Portovelo comprendiendo alteraciones hidrotermales, secuencias paragenéticas además de una propuesta de un modelo metalogénico para el Distrito con una correlación para yacimientos similares.

(INIGEMM, 2013) El Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico en la hoja geológica Zaruma reafirma que litológicamente la Unidad Portovelo está constituida de lavas basalto andesíticas y andesíticas, además de tobas andesíticas muy meteorizadas y tobas dacíticas, todas con afinidad calco-alcalina, que discordantemente sobreyacen al basamento metamórfico.

Berrezueta et al. (2016) reafirman en el distrito minero Zaruma-Portovelo los principales tipos de alteraciones hidrotermales como conjuntos argílicos, propilíticos, silíceos y sericíticos. La calcopirita, la esfalerita y la galena y la pirita son minerales dominantes, pero también están presentes la hematita, bornita, la tetraedrita, electrum y molibdenita.

CAPITULO 2

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL DISTRITO MINERO ZARUMA- PORTOVELO

2.1 GEOLOGÍA REGIONAL

La faja de mineralización aurífera polimetálica Zaruma-Portovelo se encuentra al sur oeste de los Andes Ecuatorianos, específicamente al sur de la Cordillera Occidental. (Bonilla, 2009). Según PRODEMINCA (2000) a los distritos Pucará-Alausí y Zaruma-Portovelo se los estableció como subdistritos del distrito Azuay, con los nombres de Pucará-Alausí y El Oro respectivamente.

Hacia el norte se encuentra limitando por el Campo Mineral Molleturo, al sur con la falla Piñas-Portovelo, al este con la megaestructura regional Peltetec, que con una prolongación hacia el sur en el extremo oriental del distrito Zaruma-Portovelo adopta el nombre de falla Girón y finalmente hacia el oeste con la provincia geológica de la Costa.

La acreción de los terrenos Chaucha y Tahuín al terreno oceánico Alao durante el Cretácico es reflejada por la falla Peltetec. (Litherland et al. 1994). La colisión continente-continente durante el Jurásico-Cretácico inferior con los terrenos metamórficos mencionados anteriormente están relacionados por la sutura Piñas-Portovelo . (Bonilla, 2009)

Geológicamente este sector al SO está constituido por unidades que pertenecen al Paleozoico-Triásico de los terrenos de afinidad continental Chaucha y Tahuín (Unidad El Toro) y rocas metamórficas del Complejo Metamórfico El Oro y Loja (Unidad Chiguinda) además rocas cretácicas del Terreno de afinidad oceánica Pallatanga (Unidad Pallatanga) y rocas terciarias del Terreno Macuchi (Unidad Macuchi). Las facies piroclásticas y las rocas de la Formación Zapotillo-Ciano del Cretácico marino del Grupo Alamor, al sur del área se extienden y marcan el límite con las series metamórficas del Complejo Metamórfico El Oro, donde las intrusiones de los granitos Guayabo-Porotillo, El Prado son característicos junto a abundantes apófisis . (Bonilla, 2009).

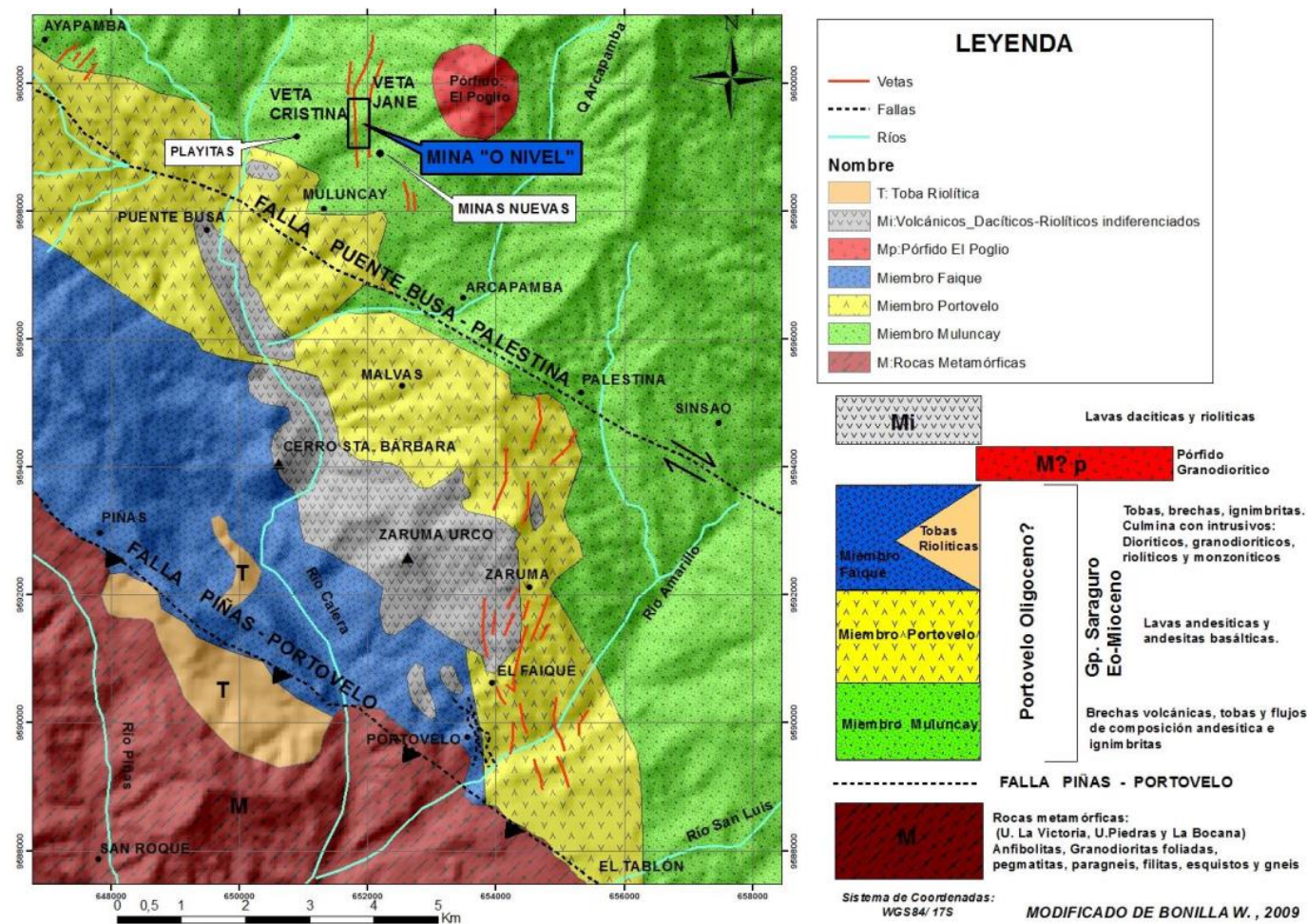


Figura 12. Mapa geológico regional del distrito aurífero – polimetálico Portovelo – Zaruma. Tomado de Añazco J. 2017

2.1.1 Estratigrafía

El distrito minero Zaruma-Portovelo se encuentra dentro de la Unidad Celica (Cretáceo) que anteriormente fue denominada “Piñón” de la Sierra y se la correlaciona con la Piñón de la Costa. Está separada de las rocas metamórficas de la Serie Tahuín por la Falla Regional de Portovelo. Su litología predominante es de lava andesítica, exhibiendo una gran variedad de texturas, pero su característica principal es una gran proporción de material afanítico de color verde. Se puede observar material tobáceo interestratificado básicamente andesitas y piroclastos de origen continental.

La mineralización de Zaruma-Portovelo está alojada en vulcanitas intermedias a silíceas de la recientemente definida Unidad Portovelo (Prat, 1997) que está fallada contra las rocas metamórficas del sur a lo largo del Sistema de Fallas Piñas-Portovelo y que se superpone disconformemente sobre el Complejo Metamórfico de El Oro. Esta unidad está dominada por lavas andesíticas masivas porfídicas a basaltos andesíticos y brechas.

La andesita basáltica (andesita de Portovelo) está definida mineralógicamente con fenocristales principales de plagioclasas y hornblenda. En estas andesitas basálticas ocurre principalmente la mineralización de tipo hidrotermal de Zaruma. La Unidad Portovelo, caracterizada por lavas andesíticas masivas porfiríticas a basaltos andesíticos y tobas intermedias con cristales, incluye también tobas riolíticas a dacíticas con intercalaciones de cherts y pizarras. Las rocas volcánicas muestran alteración clorítica de nivel bajo a epidota, clorita y calcita; se cree que todas las estructuras volcánicas estarían cortadas por stocks, diques o sills de composición riolítica concentrados en dos focos magmáticos: Los cerros Santa Bárbara y Zaruma Urcu. (Zambrano, 2010)

DESCRIPCIÓN	LITOLOGÍA	EDAD
Depósitos de abanicos aluviales		Depósitos cuaternarios Q
Tobas, conglomerados tobáceos, areniscas tobáceas y andesitas		Formación Tarqui N ₂
Lavas riolíticas		Formación Quimsacocha N ₂
Tobas riolíticas – dacíticas, lapilli, pómez		Formación Turupamba N ₂
Brechas tobáceas, conglomerados, areniscas		Formación Turi N ₂
Conglomerados amarillos		Formación Uchucay N ₂
Conglomerados rojizos, areniscas, limolitas, lutitas		Grupo Ayancay N ₁
Areniscas rojas y amarillas, limolitas y lutitas		Formación Catamayo N ₁
Lavas y brechas tobáceas andesíticas, conglomerado tobáceo rojo, lutita tobácea amarilla		Formación Santa Isabel N ₁
Tobas volcánicas, ceniza de composición dacítica – riolítica, lavas andesíticas, rocas sedimentarias		Formación La Paz N ₁
Tobas y brechas		Formación Jubones N ₁
Tobas		Formación La Fortuna N ₁
Volcanoclásticos riolíticos, lavas y brechas riolíticas		Unidad Plancharumi Pg ₂
Lavas basalto - andesíticas y andesíticas; discordante con el basamento metamórfico		Unidad Portovelo Pg ₃
Tobas de lapilli líticas, andesíticas y dacíticas, brechas tobáceas, conglomerados, lutitas rojas y areniscas		Formación las Trancas Pg ₃
Lutitas turbidíticas a la base (F. Las Trancas – F. La Paz)		Grupo Saraguro Pg ₂₋₃
Lavas andesíticas, brechas tobáceas, conglomerados, lutitas lacustres. Tobas dacíticas (Plutón San Lucas - Tingo)		Unidad Sacapalca Pg ₁₋₂
Areniscas rojas, limolitas, lutitas fuertemente bioturbadas		Formación Quingeo K ₂
Areniscas, limolitas, Lutitas (secuencia turbidítica)		Unidad Yunguilla K ₂
Tobas andesíticas y dacíticas Lavas andesito – basálticas		Unidad Célica K ₁
Basaltos oceánicos (alteración hidrotermal con epidota, diorita, calcita y pirita diseminada)		Unidad Pallatanga J-K ₂
Metasedimentos		Rocas Metamórficas

Figura 13. Columna litoestratigráfica de Portovelo. (Tomado de Zambrano ,2012)

2.1.2 Geología estructural

En el distrito Zaruma-Portovelo las fallas presentan dirección preferencial N-S, NW-SE y NE-SW siendo las de N-S las más recientes.

Para la región, el sistema de fallas Piñas-Portovelo (P-P) es el rasgo estructural que fué interpretado como falla de cabalgamiento E-SE con un evidente descenso en el bloque N y que separa al Complejo Metamórfico El Oro del Grupo Saraguro. Constituye también un límite hacia el S, con el sistema de vetas auríferas. (PRODEMINCA, 2000)

El salto vertical inferior a 3 km entre Zaruma y Piñas es evidenciado por el desplazamiento del Grupo Saraguro hacia el O de Zaruma. (Pratt et al., 1997).

Hacia el oeste de Piñas la falla tiene buzamiento alto mientras que en el SE de Portovelo se presenta como un cabalgamiento en dirección sur que buza hacia el norte. (Pratt et al., 1997).

A lo largo de la falla Piñas-Portovelo las litologías del basamento fueron brechificadas por el fallamiento normal más joven y deformadas cataclásticamente. Aspden et al. (1995).

Localizada 10 km hacia el N, y con la misma orientación, edad y sentido de desplazamiento, paralela a la falla Piñas-Portovelo se encuentra la falla Puente Busa-Palestina (P-B-P) que marca el límite del principal sistema de vetas cerca de Malvas.

Al N de la falla (P-B-P) el sistema de vetas Minas Nuevas representa la continuación N de la mineralización, pero con una diferencia de 2 a 4 km con el principal enjambre de vetas.

Una cantidad limitada de desplazamientos dextrales están presente en fallas de rumbo NE en el S de Portovelo y N de Zaruma, estos forman un sistema conjugado con las estructuras presentes de rumbo NW. (PRODEMINCA, 2000).

Las estructuras con buzamiento preferencial al E están bien desarrolladas entre Zaruma y Portovelo con dirección NS.

El enjambre de vetas tiene rumbo preferencial NS entre las fallas Piñas-Portovelo, Puente Busa Palestina, pero con inflexiones antihorarias muy cerca de las intersecciones con las fallas.

Las fallas regionales de rumbo NW fueron las responsables del desarrollo de sitios favorables para la mineralización extensional que se depositó en rocas andesíticas. (Bonilla, 2009)

En el Cenozoico Inferior la subducción de la placa oceánica Farallón bajo la corteza continental tuvo una trayectoria oblicua en dirección NE y es muy probable que las vetas mineralizadas en sentido NS se iniciaran inmediatamente o durante este evento geológico de superposición de placas. Durante un episodio tectónico posterior el sistema de vetas pudo tener inflexiones mayores además de un desplazamiento sinistral. (PRODEMINCA, 2000).

Hacia el S de Portovelo, estas mismas vetas con sentido NS presentan una deflexión hacia una dirección NE-SE, posición que es casi paralela a la Falla Piñas.

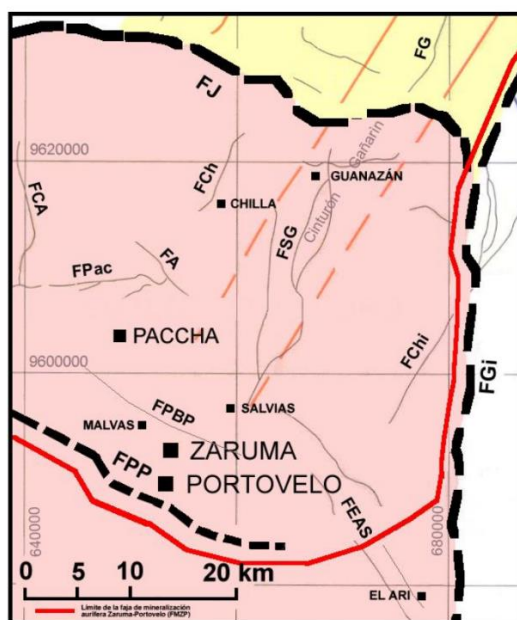


Figura 14. Mapa de estructuras geológicas del distrito minero Zaruma-Portovelo. Tomado de Bonilla, 2009.

Localización de megaestructuras regionales: fallas Jubones(FJ), Girón (FG) Piñas-Portovelo (FPP); estructuras subordinadas locales: fallas Gañarín (FG), Cerro Azul (FCA), Chilla (FCh), Paccha (FPac), Atahualpa (FA), Chinchilla (FChi), Puente Busa Palestina (FPBP), y los sistemas subordinados de fallas Salvias-Guanazán (FSG) y El Ari-Salvias (FEAS).

2.1.2.1 Dúplex extensionales y sistemas en echelon

Se cree que las fallas Piñas-Portovelo y Puente Busa-Palestina crearon espacios dilatantes (dúplex) desarrollando sitios favorables para albergar mineralización dentro de estructuras extensionales, permitiendo la incorporación de fluidos mineralizantes con una previa formación de sistema de vetas con tendencia de rumbo N-S. (Chuqui, 2018)

La falla Puente Busa-Palestina, en la parroquia Muluncay Grande, mediante un movimiento sinistral permitió la migración de fluidos mineralizantes en espacios dilatantes hacia el norte del enjambre principal. (Bonilla, 2009)

Se define cuatro sistemas en echelon (sistema de fallas extensionales que responden al movimiento de una falla de cizalla principal) controlado por fallas NW-SE, que definen una forma sigmoide (forma de S) en vetas mineralizadas durante la fase estructural más ductil, las estructuras presentan buzamiento entre 60° y 40° hacia el SW. (Spencer, 2002)

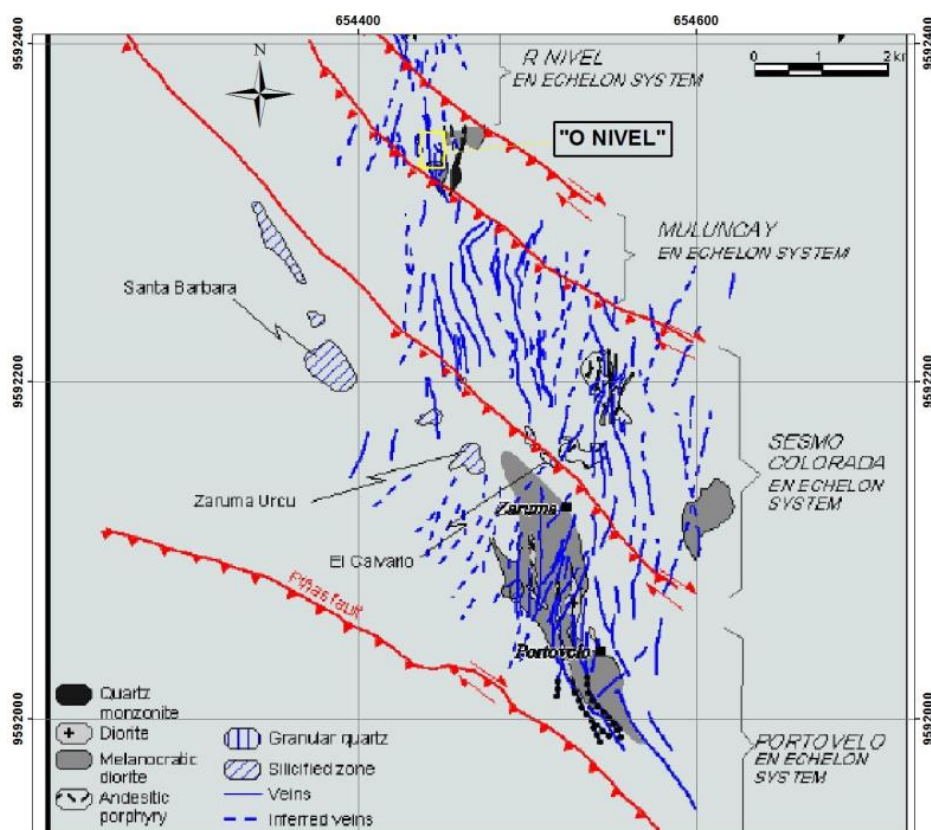


Figura 15. Sistemas en echelon del distrito minero Zaruma-Portovelo. Modificado de Spencer, (2002) tomado en Kalinaj, (2004).

2.1.3 Magmatismo

La zona de estudio pertenece a la Unidad Portovelo que en un anterior registro geológico estuvo incluida en las Formaciones Celica, Piñón y en las volcanitas Saraguro, pero siempre dominadas por un amplio registro de actividad magmática plutónica y volcanoefusiva terciaria, constituida por mantos de lavas basalto-andesíticas, tobas dacíticas y andesíticas y andesitas de textura porfírica. Se incluyen también tobas de ash-flow riolíticas a dacíticas con intercalaciones sedimentarias menores. (Bonilla, 2009)

Intrusivos subvolcánicos granodioríticos, dioríticos, monzoníticos riolíticos y cuarzosos afloran entre Zaruma y Portovelo. (Spencer, 2002). Stocks subvolcánicos de composición riolítica a dacítica pueden encontrarse al O de Zaruma.

(Billingsley, 1926) reportó tres tipos de rocas intrusivas que aparecen como pulsos aislados, mencionando que los diferentes tipos de intrusivos que se encuentran en el distrito Zaruma-Portovelo pueden ser segregaciones de un batolito común. Spencer et al., (2002) indica la presencia de cuerpos intrusivos granodioríticos, riolíticos y dioríticos con dirección NW-SE, hipótesis confirmada por Schütte, (2010) que asocia los cuerpos dioríticos y granodioríticos identificados en el distrito Zaruma–Portovelo como parte de las intrusiones del cinturón Cangrejos-Zaruma de dirección NW – SE, donde se ha hospedado a varios depósitos epitermales y pórfidos de cobre principalmente de edad miocénica. (Chuqui ,2018)

2.1.4 Estructuras del distrito Zaruma-Portovelo

Según Bonilla (2009) el Ecuador presenta tres direcciones de estructuras dominantes:

- Fallas regionales o suturas de primer orden de rumbo N-S, NNE-SSO, que representan límites entre los terrenos que conforman la corteza ecuatoriana.
- Megaestructuras de segundo orden definidas por tres juegos de rumbos E-O, NE-SO y NO-SE representadas en la parte SO del país.
- Fallas subordinadas de tercer orden de rumbo N-S, NE-SO y NNO-SSE.

Los rasgos estructurales más importantes del distrito Zaruma-Portovelo se relacionan con estructuras de segundo orden y casi paralelas en rumbo: falla Jubones al norte y falla Piñas-Portovelo al sur, megaestructura de rumbo Andino Girón al este y los lineamientos menores, destacándose el cinturón Gañarín.

2.1.4.1 Estructuras primarias

El distrito minero Zaruma-Portovelo se ve afectado por estructuras principales de rumbo NW-SE y E-W, acompañadas de estructuras secundarias de sentido NE-SW, E-W y N-S. La falla Jubones limita el distrito minero Zaruma-Portovelo con el distrito Pucará-Alausí, la falla Piñas-Portovelo define el límite norte de la mineralización vetiforme del distrito Zaruma-Portovelo mientras la falla Puente Busa Palestina define el límite sur.

Tabla 2. Estructuras primarias del distrito Zaruma-Portovelo.

Falla	Rumbo	Buzamiento	Movimiento	Características
Jubones	E-W	S (Prat et al., 1997)	Inverso con cabalgamiento al N (Prat et al., 1997)	Al Norte, marca el límite entre el distrito Zaruma - Portovelo y el distrito Pucara - Alausí (PRODEMINCA, 2000)
Piñas - Portovelo	NW-SE	SW, al SE de Portovelo presenta cabalgamiento al S con buzamiento al N (Prat et al., 1997)	Dextral (Prat et al., 1997)	Define el límite Norte de la mineralización vetiforme del Distrito Zaruma - Portovelo (Bonilla, 2002)
Puente Buza- Palestina	NW-SE	SW (Bonilla, 2009)	Inversa con movimiento dextral (Bonilla, 2009)	Marca el límite Sur de la mineralización vetiforme del distrito Zaruma - Portovelo (Prat et al., 1997).

2.1.4.2 Estructuras secundarias

Las estructuras secundarias se albergan entre las fallas regionales Jubones y Piñas-Portovelo, todas presentan relación directa con la mineralización que se encuentra en el distrito.

Tabla 3. Estructuras secundarias que afectan al distrito Zaruma-Portovelo.

Falla	Rumbo
Fallas Chilla y Chinchilla	NE-SW
Falla Cerro Azul	N-S
Falla Atahualpa	NW-SE
Falla El Ari -Salvias	NW-SE
Falla Paccha	E-W

2.1.5 Yacimientos minerales

La zona de estudio es parte del depósito aurífero polimetálico Zaruma-Portovelo que presenta yacimientos meso-epitermales de baja sulfuración además de yacimientos filoneanos. Los filones presentan geometría sigmoide y extensión longitudinal próxima al kilómetro y se describen como filones discontinuos con mineralización formada en varios episodios por metales base y metales preciosos que siguen un patrón estructural regional de dirección N-S. (Bonilla, 2009)

Las profundidades verticales conocidas de la mineralización estiman su emplazamiento a 500 metros de la superficie, las vetas rara vez superan el metro de potencia.

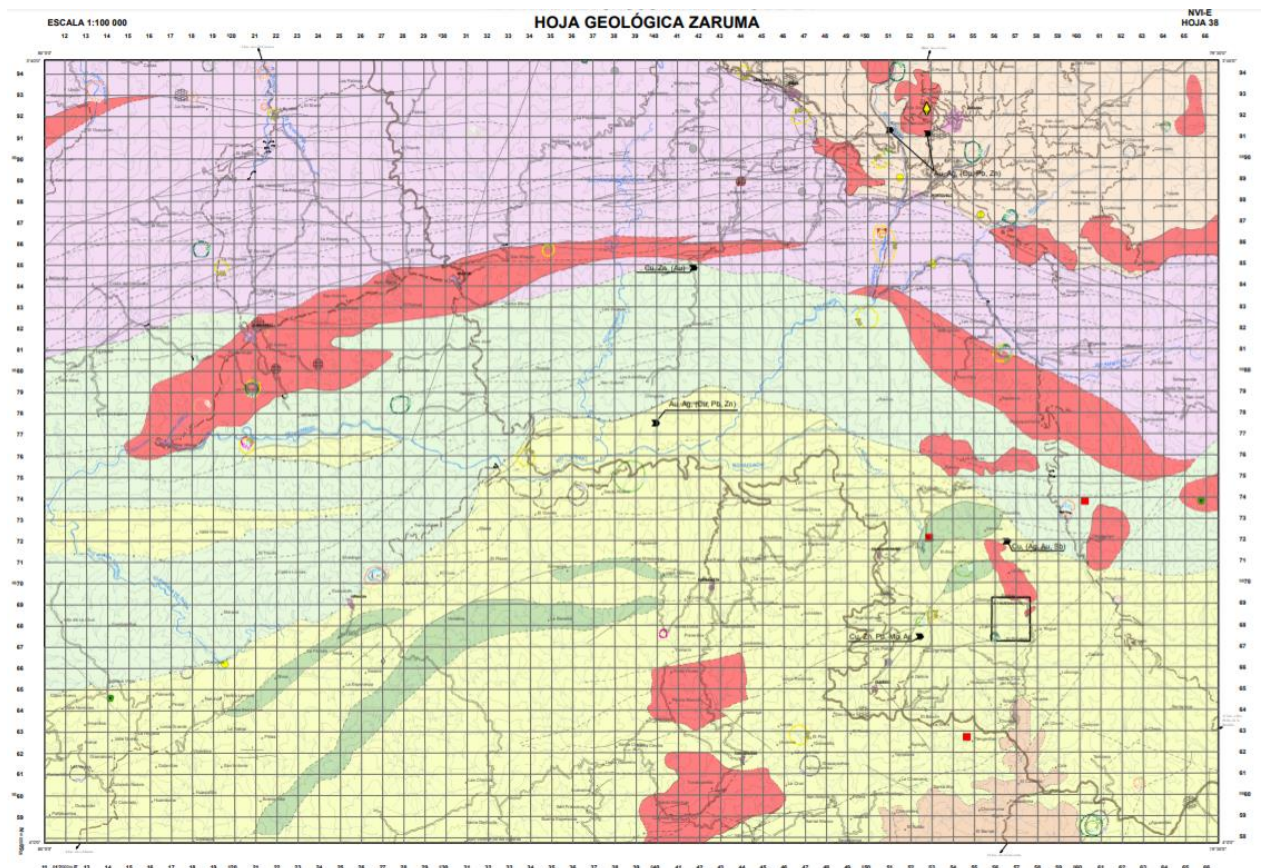


Figura 16. Mapa de recursos minerales en Zaruma. Fuente INIGEMM 2013.

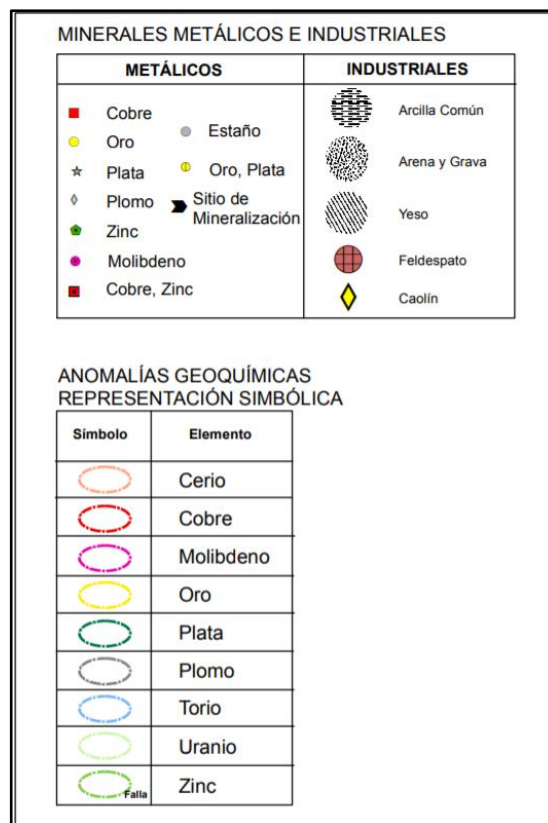
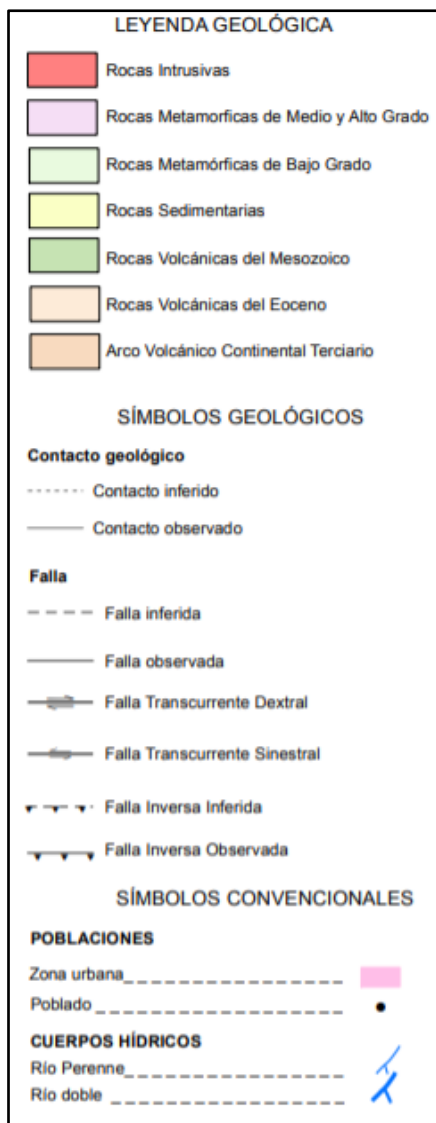


Figura 17. Leyenda metalogénica de mapa de recursos minerales de Zaruma.

Figura 18. Leyenda de mapa de recursos minerales de Zaruma, sección A.

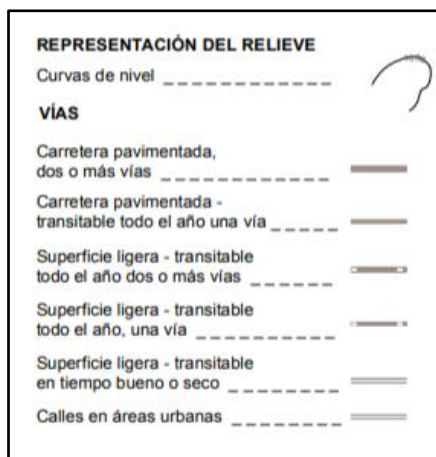


Figura 19. Leyenda de mapa de recursos minerales de Zaruma, sección B.

2.2 GEOLOGÍA LOCAL

El distrito Zaruma Portovelo, ocupa la parte SE de la faja de mineralización aurífera polimetálica Zaruma-Portovelo. En el área se encuentran presentes las siguientes unidades geológicas:

2.2.1 Paleozoico

Rocas metamórficas (M)

Se encuentran asociadas al Complejo Metamórfico El Oro, ocupando el SO del área del distrito Zaruma-Portovelo y presentando al S de la falla Pinas-Portovelo una litología semipelítica que pertenece al terreno Chaucha-Tahuín. (Bonilla, 2009)

La litología presente incluye gneises graníticos, paragneises, anfibolitas, eclogitas, metapelitas, migmatitas de grado alto y granodioritas foliadas, metacuarcitas, arcosas metamorizadas, limolitas, pizarras, lutitas, serpentinitas desmembradas y conglomerados con clivaje de grado bajo a muy bajo. (Bonilla, 2009)

2.2.2 Terciario

Oligoceno

Volcánicos Saraguro (E-Ms)

Definidos en 1977 por Dunkley y Gaibor como Grupo Saraguro de edad Eocénica Superior y localizados en el centro-sur del SO de los Andes Ecuatorianos, representan al menos el 60% de la superficie de esta región ocupando el N y E del Distrito Zaruma-Portovelo.

Pueden encontrarse lavas basalto-andesíticas, material volcánico re TRABAJADO y brechas además de lavas que presentan intercalaciones de argilitas, silitas y arenitas pero principalmente tobas de flujo de ceniza de composición riolítica a dacítica, que probablemente son facies de flujo de salida de caldera. (Bonilla, 2009).

Estos volcánicos se interpretan como de un ambiente deposicional subaéreo.

En la parte centro y oriente del distrito, Prat et al. (1997) definen a la Unidad Portovelo como parte del Grupo Saraguro con una edad de 38 Ma que se definió al norte del distrito por Dunkley y Gaibor (1997) en el Eoceno Superior. La potencia es menor a 1000 metros. (Bonilla, 2009)

Unidad Portovelo (¿O? Pv)

Se encuentra a lo largo de la falla Piñas-Portovelo, en contacto tectónico con rocas metamórficas del Complejo Metamórfico El Oro.

Esta Unidad fue incluida por algunos autores en las Volcanitas Saraguro y en las Formaciones Celica y Piñón, quienes pudieron determinar que se registraron eventos como actividad magmática plutónica y volcano efusiva terciaria representados por lavas basalto-andesíticas, tobas dacíticas y andesíticas y andesitas de textura porfídica.

También están presentes tobas de ash-flow riolíticas a dacíticas con intercalaciones sedimentarias menores como (cherts y pizarras) (Bonilla, 2009)

Esta unidad aflora entre las poblaciones de Zaruma, Malvas, Arcapamba y Huertas y está comprendida de E a O por tres series: Muluncay Portovelo y Faique. Billingsley (1926).

La Serie Muluncay constituida por tobas, brechas volcánicas, ignimbritas y flujos de composición andesíticas es la base de la Serie Portovelo.

La Serie Portovelo se constituye de lavas basalto-andesíticas y andesíticas y tiene un rumbo NO-SE que se inclina de 35° a 40° al SO. La actividad magmática continúa con la Serie Faique, que se encuentra al O y se superpone a la Serie Portovelo.

La Serie Faique tiene en común rocas volcánicas descritas para la Serie Muluncay, pero las tobas se encuentran en mayor porcentaje y las lavas andesíticas tienen una proporción mucho más baja, finalmente la Serie termina con intrusivos subvolcánicos granodioríticos, dioríticos, monzoníticos cuarzosos y riolíticos que afloran entre Zaruma y Portovelo. (Bonilla, 2009)

En las inmediaciones de los filones del distrito y al O de Zaruma afloran stocks subvolcánicos de composición riolítica a dacítica.

Para esta Unidad se estableció una edad del orden de los 28.4 a 21.5 Ma (Oligoceno alto a Mioceno muy temprano; Dunkley y Gaibor 1997).

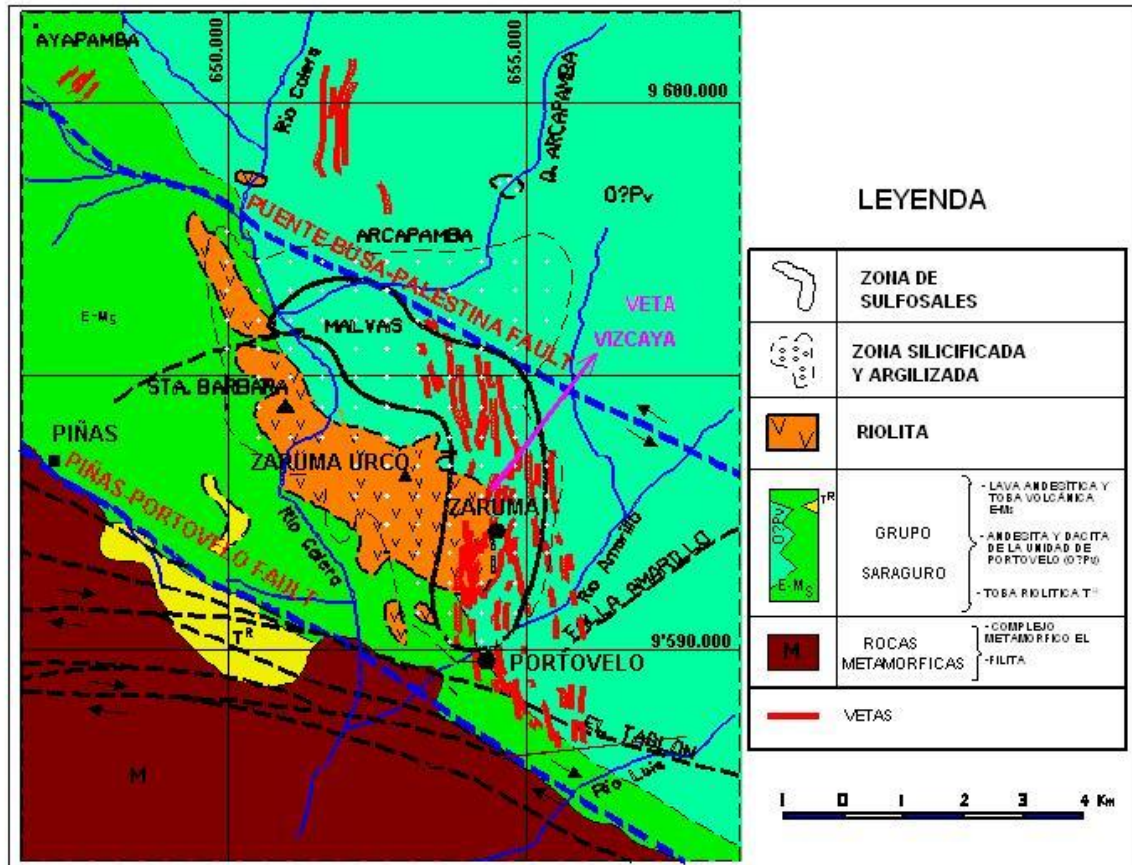


Figura 20. Mapa de geología local de la zona de Zaruma y Portovelo. Fuente: (Bonilla, 2005)

2.2.3 Magmatismo

Los depósitos minerales de Au-Ag y sulfuros de metales base (Fe, Cu, Pb, Zn) del distrito minero Zaruma-Portovelo se formaron en la corteza del terreno Chaucha durante la actividad del arco continental magmático del Terciario Superior.

En el Eoceno Superior el volcanismo en este arco formó productos calco-alcalinos que afectaron al basamento de rocas metamórficas del terreno Chaucha. Los productos son flujos de ceniza de composición riolítica a dacítica con participación de lavas de composición andesítica a basalto-andesítica de textura masiva y porfírica, pertenecientes al grupo Saraguro.

El grupo mencionado involucra a la Unidad Portovelo con un amplio historial de actividad magmática volcano-efusiva terciaria y plutónica integrado por las tres series de Billingsley (1926): Muluncay, Faique y Portovelo.

En el distrito, los esfuerzos tectónicos que generaron la formación de depósitos minerales permitieron la circulación de magmas riolíticos-andesíticos de la Serie Portovelo, se cree que estos esfuerzos fueron optimizados por perturbaciones térmicas en conjunto con la presión de fluidos hidrotermales relacionados a las intrusiones cercanas ej.: (pórfido El Poglio).

2.2.4 Descripción de los depósitos minerales

2.2.4.1 Tipo de yacimiento

Los yacimientos minerales en el distrito minero Zaruma-Portovelo se encuentran a escasa profundidad en relación a la superficie terrestre.

Bajo este parámetro se habla de yacimientos epitermales exponiendo el término epitermal con origen en base a la clasificación de Lindgreen expuesta en 1911 para sistematizar los depósitos minerales hidrotermales los cuales se definen como depósitos o sistemas metalíferos que se formaron muy próximos a la superficie por aguas termales en ascenso y relacionados genéticamente a rocas ígneas. Para este tipo de yacimientos se establecen condiciones de poca profundidad < 1000 m, temperaturas relativamente bajas < 200°C, y condiciones de presión relativamente moderadas.

Los yacimientos auríferos de tipo argentífero – polimetálico de Portovelo-Zaruma-Minas Nuevas son los más representativos dentro de las rocas que conforman el Arco Volcánico Saraguro desde el punto de vista metalogénico.

Se habla básicamente de yacimientos vetiformes de tipo epi-mesotermal con metales base de cobre zinc y plomo además de metales preciosos de oro y plata; según Heald P. (1987) son de tipo adularia-sericita (meso-epitermales de sulfuración baja). Los yacimientos minerales de este Distrito pueden tener un tamaño excepcionalmente grande con sistema de vetas que presentan principalmente dirección NS. (Paladines, 2010)

Estos yacimientos minerales responden a procesos de fracturamiento de corteza continental gracias a la tectónica del lugar y un posterior relleno de fluidos hidrotermales, que presentan contactos muy bien definidos y claras estructuras zonadas.

2.2.4.2 Génesis del yacimiento

Inicialmente, el origen de las estructuras mineralizadas “San José” y “La Arenosa”, tienen relación con la formación pre-tardía del terreno continental Chaucha donde luego se dio el emplazamiento de rocas volcánicas intrusivas durante el Cenozoico. En el terreno Chaucha ha sido posible evidenciar un amplio historial de registros magmáticos de actividad plutónica o volcano-efusiva con edad miocénica además de un evento hidrotermal post-miocénico que se caracterizó por la ocurrencia de riolitas epigenéticas tardías, cuerpos magmáticos que exhiben foliaciones de flujo. (Crespo, 2017)

La subducción de la placa oceánica Farallón con el margen continental se mantuvo oblicua en dirección NE durante el Cenozoico, en el Mioceno un evento estructural de ortogonalización E-W disminuyó al ángulo del plano de subducción. (Pilger, 1983) luego de depositarse la Unidad Portovelo perteneciente al Grupo Saraguro. Con la aparición de esta unidad, se da el comienzo a la actividad tectónica post-miocénica evidenciado en dos fallas geológicas locales del sector: Piñas-Portovelo y Puente Busa-Palestina.

Desplazamientos progresivos verticales y horizontales dieron paso a que la roca andesítica encajante sea generadora de fisuras o fracturas con dirección N-S y

buzamiento preferencial hacia el E. Finalmente, gracias a este proceso se da la formación o franja excepcional de cizallamiento que sirvió de roca de caja para variados filones hidrotermales y vetas luego de ser rellenadas las fracturas por fluidos mineralizantes.

Localmente este proceso dió origen a la ocurrencia de brechas con clastos de composición andesítica-dacítica cementados por material de igual composición y sulfuros diseminados como la pirita en grano fino (en caja) debido a eventuales procesos tectónicos explosivos de brechificación de tipo eruptivo volcánico e hidrotermal. Se cree que las zonas de mineralización con tendencia N-S se formaron simultáneamente o inmediatamente antes de la modificación del ángulo del plano de subducción.

Los sectores con volcanitas entre las zonas de falla y cabalgamiento Piñas-Portovelo y Puente Busa-Palestina bajo un esfuerzo de compresión mayor en sentido NE-SW, habrían desarrollado un sistema de fallas en direcciones N-S a NNW-SSE con sentido dextral de movimiento lateral además de fracturas extensionales bajo la misma orientación y estructuras subordinadas de rumbo NE.

Los sistemas de vetas en echelon que son apreciables en el segmento Portovelo-Zaruma-Malvas son propios de eventos transpresivos de cizalla simple. Estas estructuras secundarias tempranas, son responsables del primer estadio de desarrollo de vetas, que con el giro horario de esfuerzos remotos y vetas tensionales adicionales constituyeron su evolución perpendicular a discretos intervalos. En el transcurso de un evento tectónico posterior al enjambre de vetas pudo haber desplazamiento senestral e inflexiones mayores.

Indicadores cinemáticos (relación S-C y estructuras dilatantes en inflexiones) en las vetas “San José” y “La Arenosa”, evidencian constantes movimientos oblicuos normales-sinestrales durante el segundo estadio de desarrollo de vetas.

2.2.4.3 Mineralización

Las andesitas de la serie Saraguro de grano fino a medio intruídas por riolitas, macizos de granodioritas y monzonitas cuarzosas, local y regionalmente representan la roca de caja de la mineralización. La mineralización es variable tanto longitudinal como extensionalmente, en el N de Zaruma las vetas son de cuarzo con abundante pirita, pero la calcopirita suele encontrarse en poco porcentaje.

A 1.600 msnm, hacia el N de Zaruma se encuentra el afloramiento más alto del Distrito mientras que el nivel más bajo se encuentra en Portovelo a 200 msnm con un rango vertical de 1.400 metros, extensión de la cual se piensa sea producto de fracturación de bloques post-mineralización. Las vetas que presentan buzamientos entre 45° y 80° suelen tener hasta 1.90 metros de espesor horizontal y excepcionalmente hasta 5 metros (ej. Veta Octubre) y su media de espesor es 1.36 metros. La ley mineral tiene tendencia al incremento porcentual mientras más ancha sea la veta.

El oro libre, el oro con asociación de sulfuros, además de sulfosales de plata (tetraedrita, bornita) representan la principal mineralización económica. La esfalerita, la galena, la calcopirita y la pirita son los sulfuros principales. No ha sido posible establecer una zonación vertical pero el cambio lateral es evidente. A lo largo del eje centro de las vetas Agua Dulce, Vizcaya y Sesmo el sistema mineralizado se caracteriza por cuarzo + sulfuros abundantes + adularia + adularia menor y solo con oro libre parcialmente.

Sectores en los extremos del cinturón (El Tablón-Minas Nuevas-Ayapamba) se caracterizan por la mineralización cuarzo + sulfuros menores + clorita +/- epidota, +/- calcita con predominio de oro libre.

Van Thournout et al. (1996) describe 3 zonas dentro de la parte central del cinturón mineralizado:

Zona 1: Piritización diseminada y stockwork que está intensamente más desarrollada en lugares con silicificación penetrativa asociado a sheeting, brechas y diques de guijarros alrededor de los cerros Zaruma-Urcu y Santa Bárbara y hacia el borde de las vetas del eje Portovelo-Zaruma.

Zona 2: Vetas de cuarzo y cuarzo adularia con oro además de un significativo porcentaje de sulfuros aparecen en una zona arqueada que comprende el eje Portovelo-Zaruma.

Zona 3 Vetas de cuarzo calcita y cuarzo clorita con oro además sulfosales y pequeños sulfuros menores que se evidencian en una gran aureola alrededor de la zona central de sulfuros. Presentes en la zona del núcleo y casi siempre ambos tipos de mineralización suelen encontrarse en la misma veta.

En las vetas ha sido posible distinguir las siguientes texturas: (peine, cinta, bandeada, coloforme) que suelen representar ciclos repetitivos de depositación mineral. Las vetas más anchas exhiben bandeado de rotura –sellado con más texturas de relleno de espacios abiertos.

En la veta uno de los dos bordes tiene sulfuros masivos o bandeados mientras que el interior está caracterizado por relleno de espacios abiertos además de brecha.

Constituyen los minerales primarios de mena: pirita, calcopirita, bornita, galena, tennantita, tetraedrita, plata y oro.

Como enriquecimiento secundario la calcosina y la covelina y como minerales de ganga el cuarzo además de calcita.

El oro nativo está relacionado con el cuarzo oqueroso (vuggy sílica) heterogéneo y con limonita, Generalmente no se relaciona con el cuarzo compacto masivo, denso con poca cantidad del sulfuros y oxidaciones, o puede hacerlo, pero en no tan altas concentraciones. (Paladines, 2010)

2.2.4.4 Estadias de mineralización.

Se presentan dos estadias de mineralización propuestos según (Kalinaj, 2004):

Primera estadia

Cuarzo – adularia - metales base - oro - plata. Considerada como la primera fase de mineralización donde las vetas presentan asociación mineral de pirita, calcopirita, galena, esfalerita y plata. En cantidades menos representativas se encuentran tetraedrita y bornita, además calcosina, covelina y óxidos de cobre.

Segunda estadia

Cuarzo - calcita - clorita - electrum - sulfosales de plata. Se considera como la fase de mineralización más reciente caracterizada por bajo contenido de sulfuros y oro grueso libre. Este estadio a más de sulfosales de plata también tiene sulfosales de cobre.

Además de (Kalinaj, 2004), (Bonilla, 2009) presentó estadias o fases de mineralización para el distrito minero Zaruma-Portovelo.

ESTADIAS DE MINERALIZACIÓN DEL DISTRITO ZARUMA-PORTOVELO, PALADINES Y ROSERO (1996)					
MINERALES	1a	2a	3a	4a	ES
CUARZO					
PIRITA					
CALCOPIRITA					
ESFALERITA					
GALENA				...	
BORNITA		...			
TETRAHEDRITA				...	
TENNANTITA					
ORO		...			
PLATA		...			
CALCOSINA					
COVELINA					

ES = ENRIQUECIMIENTO SECUNDARIO

Figura 21. Secuencia paragenética del distrito Zaruma-Portovelo según Paladines y Rosero (1996), tomado de Bonilla (2009).

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA DE LOS TRABAJOS

3.1 TRABAJOS DE CAMPO

El trabajo se inició con el levantamiento topográfico subterráneo mediante cinta y brújula y sus resultados fueron graficados mediante el software AUTOCAD 2019. El mapeo geológico en el interior de la mina se realizó en conjunto con el levantamiento topográfico subterráneo y consistió en el levantamiento de la información geológica, mineralógica y estructural a una la escala de 1:200.

El muestreo para obtener muestras de mano para descripciones macroscópicas detalladas se realizó a un intervalo de 25 metros con la extracción de 34 muestras, así como 2 para secciones delgadas y 7 para secciones pulidas; para esto fueron considerados los cambios de texturas y mineralogía a lo largo de las vetas “San José” y “La Arenosa”. El muestreo para análisis químico de laboratorio tuvo el mismo criterio de elección en cuanto a puntos de interés, considerando además las texturas de las menas y tipos de mineralización, seleccionando 10 puntos para el análisis de los elementos Au, Ag y Cu.

Tabla 4. Materiales utilizados en trabajos de campo.

MATERIALES UTILIZADOS EN TRABAJOS DE CAMPO
Brújula Brunton
Cinta métrica 30m
GPS
Mapa topográfico y mapa geológico
Pirola colgante
Clavos de Acero
Spray
Brújula Colgante y Eclinómetro
Libreta de Campo
Martillo Geológico
Fundas para muestreo
Combo y Cuña
Lápiz rayador con imán
Lupa 20x

3.1.1 Levantamiento topográfico de la mina

El Reglamento de Normas Básicas de Seguridad Minera, e Instrucciones Técnicas Complementarias señalan que en todo trabajo o explotación subterráneos deben existir planos topográficos.

La explotación correcta de una mina subterránea necesita la planificación de sus diferentes labores tanto internamente como externamente donde se puede mencionar la construcción de pozos, nuevas galerías, chimeneas, rebajes, cruceros o piques principales, etc, estas labores optimizan los trabajos al interior de la mina permitiendo el acceso al yacimiento, la circulación tanto de personal como de maquinaria, la extracción de mineral, el material estéril, la ventilación de las labores, etc.

Debido a la falta de control técnico y geológico que existía en la mina Santa Marianita de la empresa Minera Blacio Aguilar no se contaba con la topografía subterránea de la zona de estudio. Actualmente los proyectos de topografía son importantes dentro de la empresa Minera Blacio Aguilar, donde el objetivo principal es la actualización de la cartografía según los avances que se tiene en cada frente de trabajo.

El levantamiento topográfico subterráneo se realizó con la ayuda de una brújula colgante y un eclímetro. Cabe mencionar que este tipo topografía a nivel de labores subterráneas se complementa con el uso de flexómetro, cinta métrica, clavos, piola y pinturas tipo spray.

La topografía realizada por el método de cinta y brújula en la Veta “San José” consta de 700 metros lineales en galería principal.

La topografía realizada en la Veta “La Arenosa” por el método de cinta y brújula consta de 120 metros lineales en galería principal.

La representación gráfica de la topografía en las vetas “San José” y “La Arenosa” se realizó con el software AUTOCAD 2019.

METODOLOGÍA PARA USO DE EQUIPOS EN TOPOGRAFÍA SUBTERRÁNEA

Al interior de la mina, en labores angostas es común el uso de la brújula colgada o brújula de minero además de complementarlo con un eclímetro.



Figura 23. Eclímetro.



Figura 22. Brújula colgante.

3.1.1.1 Procedimiento para el uso de brújula colgante

Básicamente la orientación geográfica de estructuras mineralizadas y de labores subterráneas es gracias al empleo de la brújula colgante o brújula del minero. Su lectura nos permitió conocer un ángulo de dirección 0-360 grados que es medido con respecto al norte magnético y en dirección al avance de la labor donde se deseó conocer la información topográfica. La brújula fue colgada en el tramo intermedio de una cuerda tendida y templada entre dos puntos extremos de la trayectoria que midió.

Al momento de tomar las direcciones de las estructuras o labores y para evitar errores puntuales, se realizó la lectura de la brújula tanto en el inicio como en el fin de la trayectoria de la cuerda que la suspende. La brújula colgante se empleó de forma complementarla con un eclímetro.

3.1.1.2 Procedimiento para el uso del eclímetro

En labores mineras angostas, sirven para la medición del ángulo vertical correspondiente a la alineación que se forma por dos puntos. Gracias a esto es posible el cálculo de la distancia reducida y el desnivel que existe entre ellos. El eclímetro está constituido por un semicírculo graduado y una plomada que cuelga desde el centro de este círculo. El hilo que cuelga de la plomada sirve como índice de lectura. En tramos con pronunciadas pendientes, para evitar su deslizamiento se utilizan en las cuerdas pequeños nudos, como en el caso de las brújulas mineras.

Durante el uso del eclímetro, si el ángulo a medir es bastante horizontal, conviene su lectura desde el centro de la misma. Una opción para una buena lectura de inclinación en el eclímetro es la toma de información a ambos extremos del hilo, o en su defecto tomar información por cada metro entre uno de ellos y luego hallar una media aritmética entre dos lecturas obtenidas.

Se debe tener precisión al indicar si la trayectoria que se está midiendo es positiva (subiendo) o negativa (bajando) para evitar errores en el cálculo de desnivel.

A continuación, se muestran los mapas topográficos que se elaboraron en la mina Santa Marianita para la veta “San José” divididos en tres secciones: norte, centro y sur y veta “La Arenosa” con una sección.

En el levantamiento topográfico realizado no se consideró la corrección de la declinación magnética porque este trabajo se replanteará a futuro con el uso de estación total.

A continuación, se muestran los planos topográficos que se elaboraron en las minas.

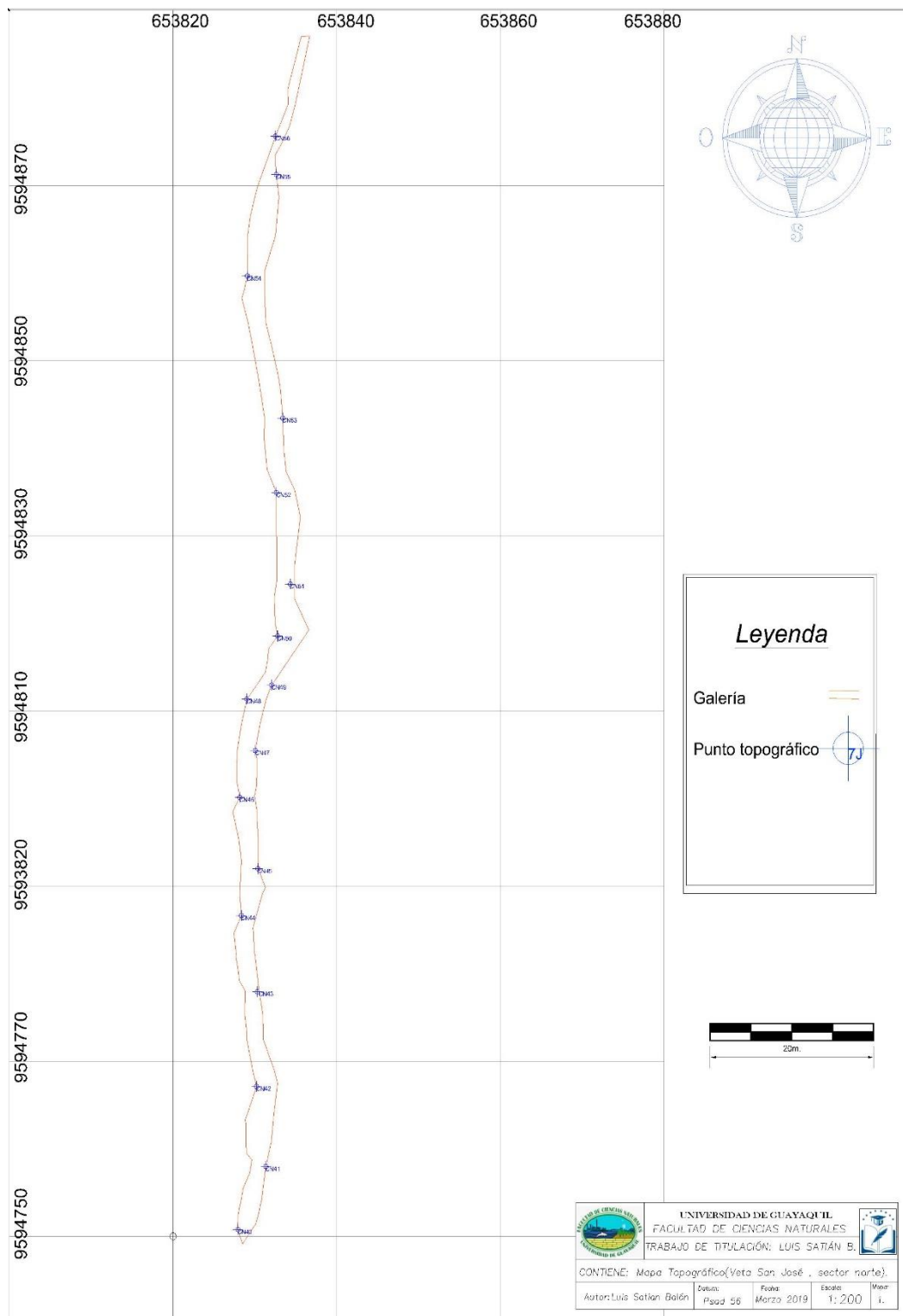


Figura 24. Mapa topográfico Veta San José. Sector norte.

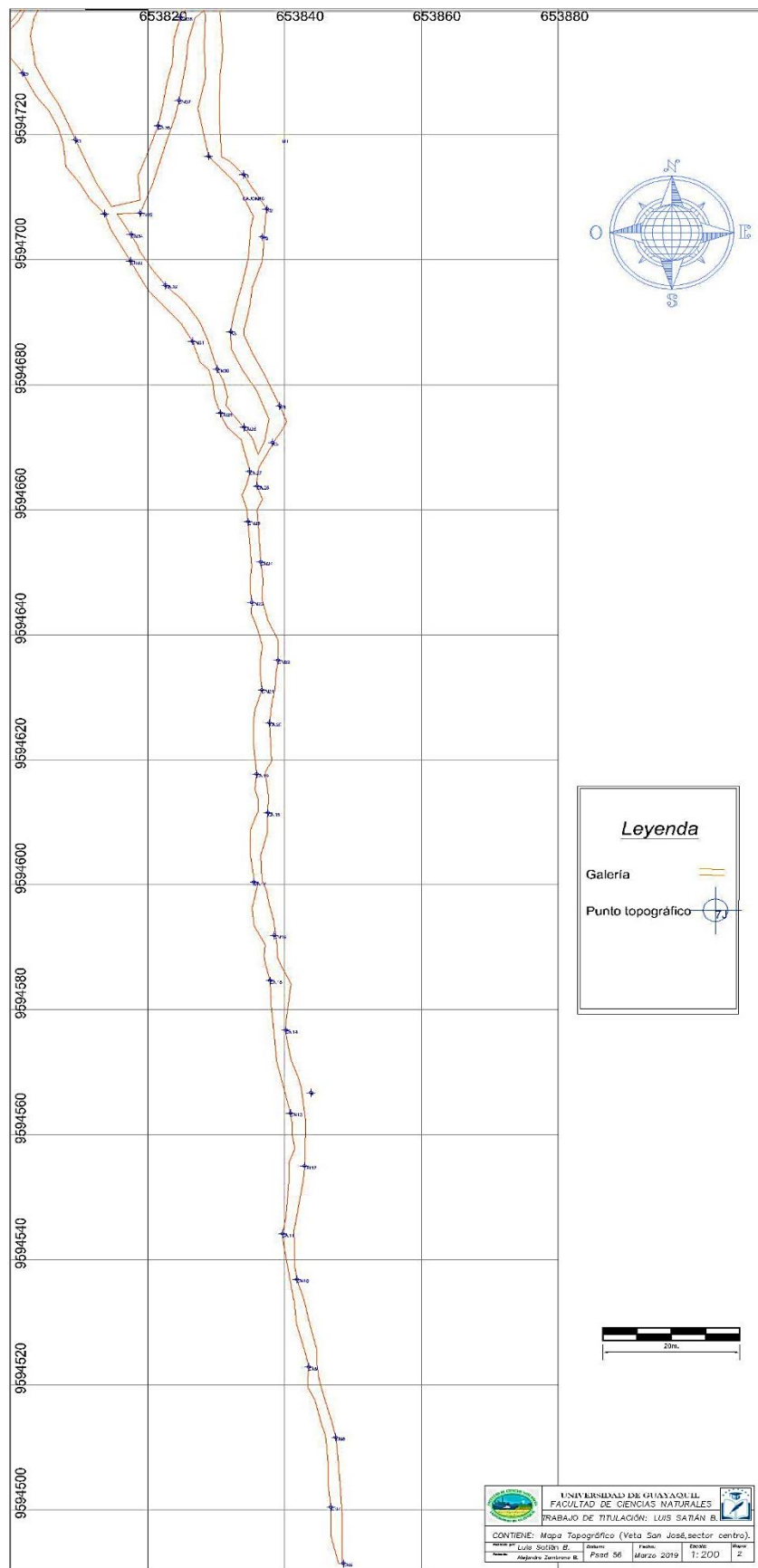


Figura 25. Mapa topográfico Veta San José. Sector centro.

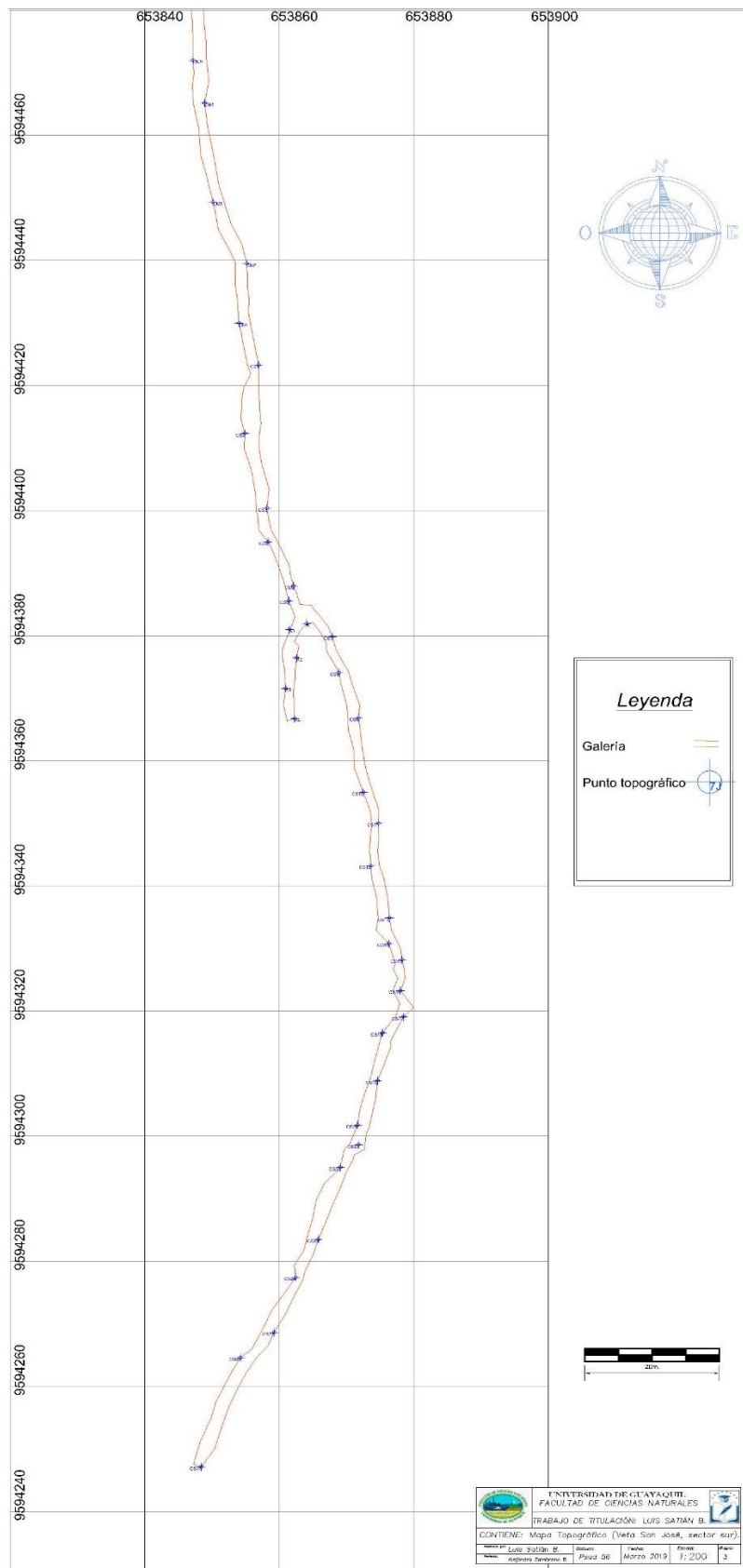


Figura 26. Mapa topográfico Veta San José, Sector sur.

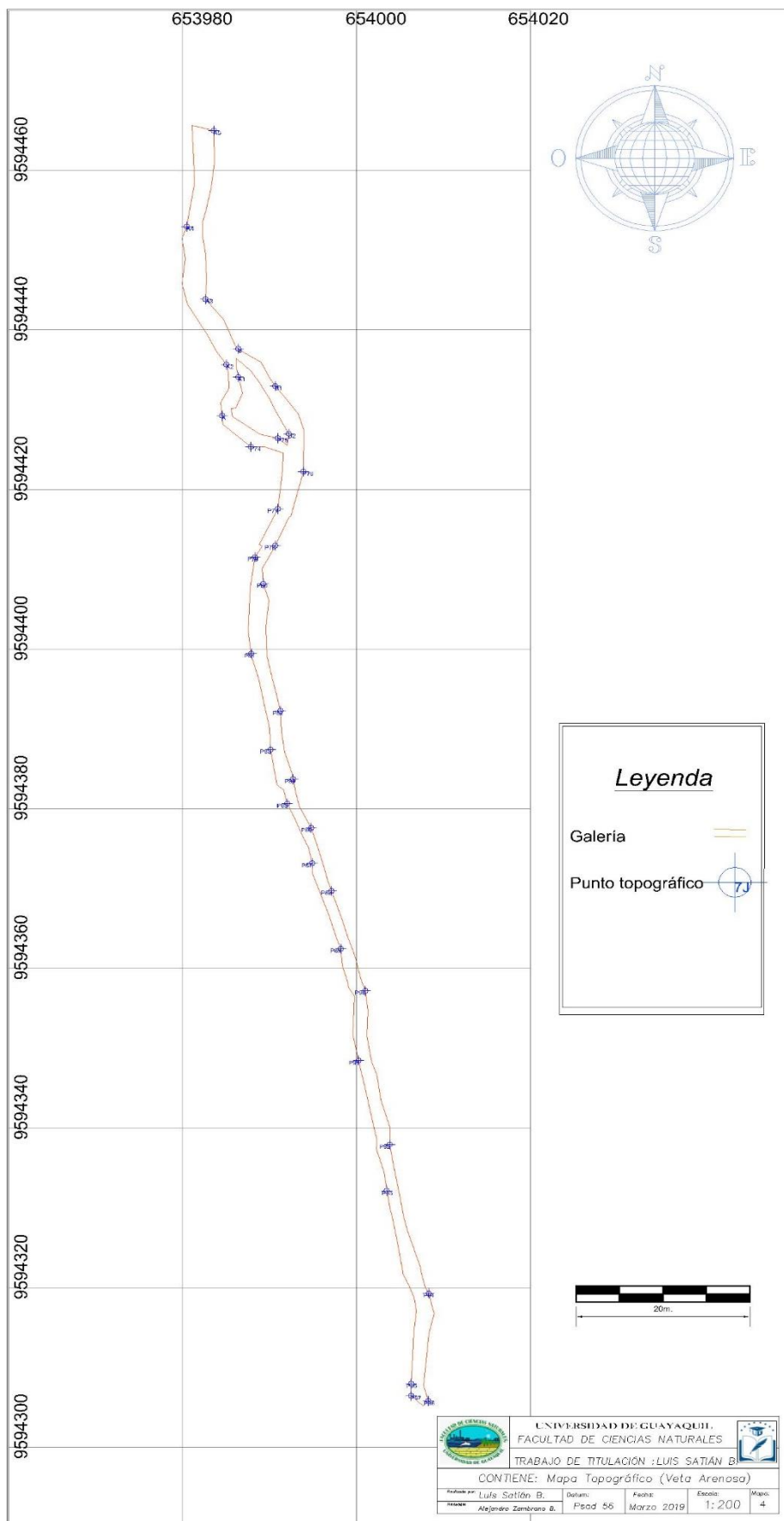


Figura 27. Mapa Topográfico Veta Arenosa.

3.1.2 Documentación geológica.

3.1.2.1 Mapeo geológico subterráneo

Una vez realizado el levantamiento topográfico subterráneo fue posible representar mediante cartografía geológica los sistemas mineralizados que se encuentran al interior de la mina. El mapeo geológico subterráneo tiene como objetivo la representación a detalle de las estructuras mineralizadas y fallas que se encontraron en las vetas “San José” y “La Arenosa” bajo un estricto control estructural y una escala de trabajo bien definida (Escala 1:200).

Para complementar el mapeo geológico de la mina fue necesario recopilar información sobre los datos estructurales, características geológicas, características litológicas y el respectivo registro de las dimensiones longitudinales de los cuerpos de veta.

El mapeo geológico subterráneo requiere el uso de una cinta métrica para el control de los detalles según la escala de trabajo donde cada 2 metros se procedió al control estructural (Brújula Brunton) y litológico (evaluación de características macroscópicas) de las vetas “San José” y “La Arenosa”. El mapeo geológico se realizó teniendo como base topográfica un mapa base topográfico a escala 1:200, brújula tipo Brunton, lápiz portaminas, borrador, escalímetro, transportador, tablero portapapel, martillo geológico y lápiz rayador magnético.

La metodología para la confección de mapas al interior de mina consistió en utilizar la proyección de las estructuras geológicas desde techo de la galería hacia un plano de referencia en el piso, graficando dichas estructuras en el mapa base mediante su traza a la altura del pecho como referencia. De esta forma se siguió la trayectoria de los cuerpos mineralizados a todo lo largo de las galerías procediendo al registro de la información de rumbo y buzamiento además de las dimensiones horizontales de los cuerpos de veta.

El objetivo del mapeo geológico de las vetas “San José” y “La Arenosa” fue recopilar la información necesaria para el análisis del comportamiento de las estructuras mineralizadas con lo cual es posible resolver problemas de tipo estructural, así como el desplazamiento de las vetas por algún tipo de falla y dar seguimiento a las estructuras mediante técnicas geológicas convencionales.

En la representación geológica se reconoció el tipo de roca además se midieron elementos estructurales como azimuth y buzamiento de contactos geológicos junto a características y límites de las alteraciones hidrotermales donde estas se manifestaron. Las medidas estructurales fueron tomadas con una brújula Brunton azimuthal.

La representación gráfica de los detalles de minerales de mena, ganga y alteraciones se realizó con diferentes colores: rojo para vetas, azul fallas, naranja para vetillas, amarillo en las alteraciones, estandarizando así la información geológica y evitando confusiones con otras tareas de mapeo geológico subterráneo.

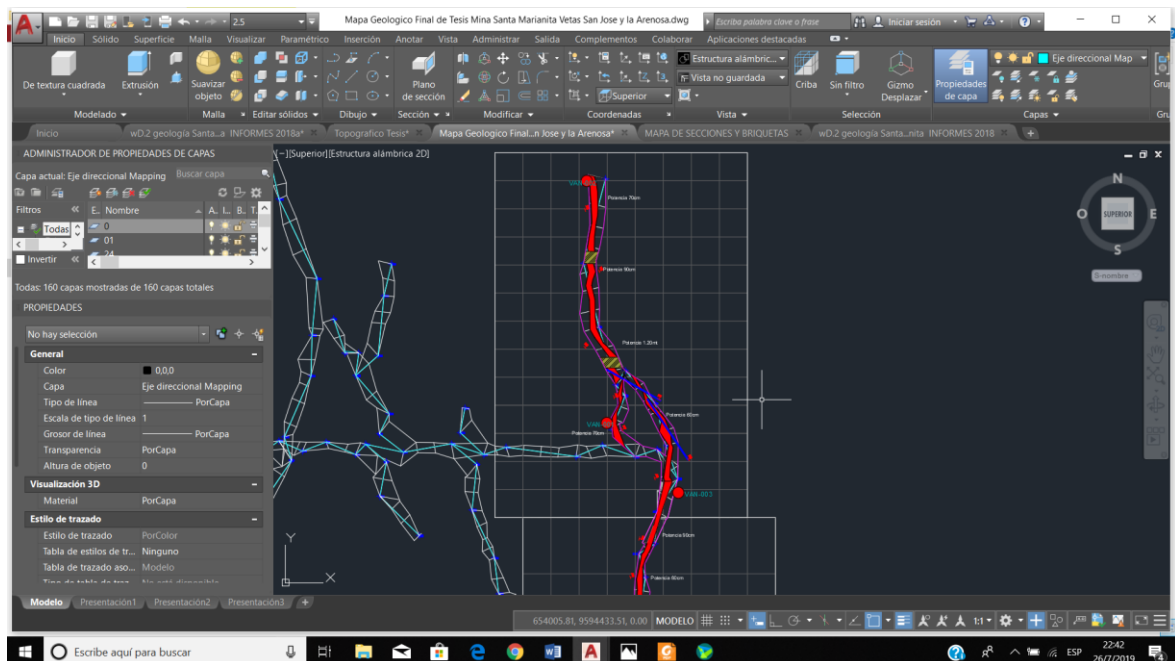


Figura 28. Modelo de mapeo geológico subterráneo graficado en software AUTOCAD.

3.1.3 Muestreos realizados.

El muestreo de rocas en las vetas “San José” y “La Arenosa” constituye uno de los puntos más importantes para la evaluación de los depósitos minerales, debido a que los resultados que el análisis presente, reflejaran si la zona tiene o no viabilidad técnica y por su puesto factibilidad económica. Las muestras a más de ser representativas deben tener la proporción correcta, ser de un lugar preciso y contar con un proceso que implique su análisis optimo y un proceso de elaboración apropiado.

En el muestreo se utilizaron principalmente puntas y cinceles de acero además de un combo. Complementan al muestreo de rocas el uso de fundas tipo de polietileno resistentes, talonario de muestreo, flexómetro, cinta métrica, spray, bolígrafos y la respectiva libreta de apuntes para el registro.

La caracterización geológica y mineralógica de las vetas “San José” y “La Arenosa” se realizó a la par con el muestreo de roca. En todo frente de trabajo las muestras que se toman deben ser representativas en relación al yacimiento, proporcionales a la estructura mineralizada y en lo posible libres de cualquier tipo de contaminación. El muestreo es el único método para determinar la calidad de las menas.

Metodología

El proceso de muestreo para determinar la composición cuantitativa y cualitativa de los componentes útiles de la mena, así como también las impurezas del mineral comprendió:

1. Selección y extracción de las muestras.
2. Tratamiento de las muestras.
3. Ensayo de las muestras.

En las labores subterráneas el muestreo para análisis químico de laboratorio de las vetas “San José” y “La Arenosa” se realizó por medio de canales perpendiculares a la inclinación o buzamiento de las estructuras mineralizadas.

En la Mina Santa Marianita de la Minera Blacio Aguilar, para este estudio se realizaron dos tipos de muestreos de roca: sistemático y volumétrico.

Los muestreos se realizaron cada 50 metros hacia el N y hacia el S en la veta San José y de igual manera en un intervalo de 25 metros para la veta La Arenosa.

Considerando la naturaleza del yacimiento, desventajas y ventajas relacionadas a la eficacia y alcance (Orche, 1999) propone la siguiente clasificación para los diferentes tipos de muestreo:

Tabla 5. Clasificación de los métodos de muestreo según (Orche, 1999).

Muestreo	Método	Submétodo
Muestro por puntos	Point o "lump sampling" Puntual "Pit "o "Chip Sampling" Grab Sampling	
Muestro lineal	Barrenos Sondeos	A testigo continuo A polvo
Muestro volumétrico	Ranurado Calicatas y Pocillos Planar o "Layer Sampling" "Muck Sampling" "Bulk Sampling"	

Métodos de muestreo utilizados:

Por la forma irregular de los filones presentes en las vetas “San José” y “La Arenosa” de la mina Santa Marianita se utilizó el muestreo por puntos utilizado para depósitos de distribución uniforme del componente útil; el método Channel Sampling se utilizó para la obtención de muestras que fueron analizadas microscópicamente a través de secciones pulidas y secciones delgadas y en conjunto con el método Grab Sampling se realizó muestreos para análisis químicos de laboratorio. La ubicación de muestreos realizados para análisis químico de laboratorio y muestras de mano para descripciones macroscópicas y microscópicas de roca de caja y veta pueden observarse en el mapa geológico de este estudio en las figuras 39,40,41 y 42.

Para descripciones macroscópicas de las vetas “San José” y “La Arenosa” se realizó la extracción de muestras de mano. Los tipos de muestreos utilizados se describen a continuación:

3.1.3.1 Ranurado continuo o Channel Sampling

Método de muestreo utilizado para el análisis químico de laboratorio que consistió en la excavación de un canal estrecho y continuo a lo largo de la veta o con ángulo recto al trazado de esta. El canal se realizó con inclinación perpendicular respecto a la dirección o rumbo de la mineralización a una profundidad de 5 centímetros con la ayuda de puntas de cincel y combo. Luego de la extracción de la muestra se procedió a detallar la labor y la potencia de las mismas en la respectiva etiqueta de codificación. Este tipo de muestreo se realizó a medida del avance de los frentes de trabajo. Para el análisis químico de laboratorio fueron extraídas 8 muestras por el método de muestreo Channel Sampling.



Figura 29. Modelo de muestreo Channel Sampling.

3.1.3.2 Muestreo Grab sampling

Este tipo de muestreo se utilizó en conjunto con el método Channel sampling para análisis químico de laboratorio y consistió en la recolección de muestras al azar a partir de un material ya extraído y acumulado en frentes los de trabajo o en lugares de depósito y reserva del mineral. Este método de muestreo debe cubrir representativamente la zona o frente de trabajo donde exista un volumen considerable de mineral que es extraído luego de cada voladura. Para el análisis químico de laboratorio fueron tomadas 2 muestras con el método de muestreo Grab Sampling.



Figura 30. Material acumulado en frente de trabajo, Veta La Arenosa.

Se realizó la extracción de 34 muestras de mano para la descripción macroscópica de roca de caja y de veta, posteriormente se seleccionan 9 puntos de interés para la elaboración de 7 secciones delgadas y 2 secciones pulidas con el objetivo de describirlas microscópicamente en el laboratorio. Las zonas de interés que se consideraron para elaborar láminas delgadas y briquetas se tomaron en base a las características geológicas y mineralógicas más representativas en cada veta.



Figura 31. Muestras de mano para descripción macroscópica de vetas.

3.1.3.3 Muestreo para análisis químico

Los criterios de factibilidad técnica y económica al momento de estudiar los sistemas mineralizados en una labor subterránea, se dan cuando el muestreo de rocas de caja y veta obtienen sus resultados de ley de mineral en el laboratorio.

Para el análisis químico de elementos Au, Ag y Cu se tomaron 10 muestras, el tipo de muestreo utilizado fue Channel Sampling consiste en canales perpendiculares al buzamiento de la veta y el Grab Sampling utilizado para el muestreo volumétrico realizado del material obtenido luego del disparo de los frentes en las vetas “San José” y “La Arenosa”. El peso promedio de las muestras fue de 12 kg, estas se depositaron en fundas de polietileno resistente y se codificaron tomando en consideración las siguientes siglas:

Tabla 6. Codificación de muestreos realizados.

CÓDIGO DE MUESTREO	DETALLE DE CODIFICACIÓN
VSN-XXX	VETA SAN JOSÉ NORTE
VSS-XXX	VETA SAN JOSÉ SUR
VAN-XXX	VETA ARENOSA NORTE
VAS-XXX	VETA ARENOSA SUR
EJEMPLO DE CODIFICACIÓN UTILIZADO	
VAS-001	

3.2 TRABAJOS DE LABORATORIO

3.2.1 Análisis químico de laboratorio

Los elementos de interés para complementar la caracterización geológica y mineralógica de las vetas San José y La Arenosa son: Oro (Au – g/t), Plata (Ag – g/t), y Cobre (Cu - %).

El análisis químico de las muestras se realizó en el Laboratorio Golden Lab ubicado en el cantón Portovelo, el oro fue determinado por el método de ensayo al fuego con terminación en espectrofotometría de absorción atómica (EF-AA) y el cobre se determinó por espectrofotometría de absorción atómica AA)

Los resultados de análisis químico de laboratorio para este estudio se recogen en 2 reportes de laboratorio (ver ANEXO 3 de Reportes y comparación de análisis químicos de laboratorio de elementos Au, Ag y Cu en las vetas "San José" y "La Arenosa".) con un total de 10 muestras que se refieren a continuación en la tabla 7.

Tabla 7. Datos de análisis químicos de Ensayo al Fuego y Absorción atómica en vetas San José y La Arenosa.

MUESTRA	Au-g/TM Oro-total	Ag-g/TM Plata- total	%Cu Cobre
	E.F	E.F	AA
VSJN-001	3,33	93,73	3,88
VSJN-002	0,33	104,53	2,40
VSJN-003	1,67	17,07	0,62
VSJN-005	0,47	77,07	2,16
VSJS-001	0,27	65,87	3,38
VSJS-002	0,27	10,07	0,27
VAS-001	0,67	16,53	0,15
VAS-002	0,33	11,80	0,19
VAS-003	0,13	3,20	0,11
VAS-004	0,20	3,80	0,12

3.2.2 Descripción macroscópica de las muestras

Se realizó la extracción de 29 muestras de mano a lo largo de la veta “San José” en un intervalo de distancia de 25 metros cubriendo sus principales galerías y además su crucero principal. En la veta “La Arenosa” se realizó la extracción de 5 muestras de mano en un intervalo de distancia de 25 metros solamente en su crucero principal.

La descripción de muestras de mano tomadas de material de veta y roca de caja a nivel macroscópico fue posible utilizando una lupa de aumento 20x y un lápiz rayador con imán, con lo que es posible identificar mineralogía, asociaciones y alteraciones hidrotermales siendo posible la interpretación y relación de algún tipo de estructura geológica con el yacimiento mineral.

Para la descripción macroscópica se consideró evaluar las siguientes propiedades de los minerales: color de mineral, color de raya, brillo y transparencia además de del tipo de fractura, diafanidad, tenacidad y propiedades magnéticas. Se evaluaron también otras propiedades como el tamaño absoluto y relativo de los cristales, geometría y la clasificación mineral presente en base a la composición mineralógica dominante. El análisis modal de rocas de caja y veta se realizó en referencia a una estimación visual de la muestra macroscópica utilizando tablas porcentuales de representación de ocurrencia mineral. Las fichas de descripciones macroscópicas se recogen en el Anexo 1 del presente estudio.

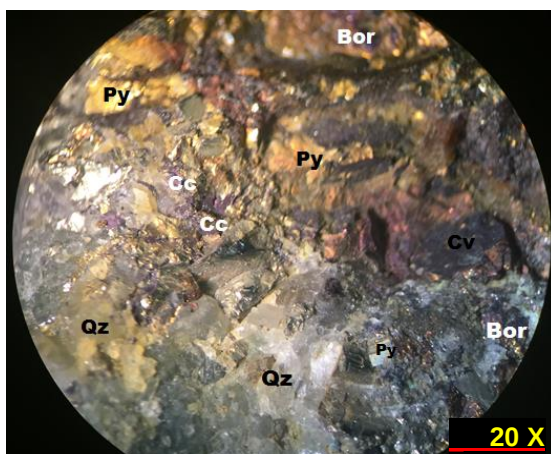


Figura 32. Muestra de mano de material tipo veta, visto desde microscopio binocular.

3.2.3 Descripción microscópica de secciones delgadas

Se realizó la descripción microscópica de 2 secciones delgadas para el estudio petrográfico de rocas de caja de difícil diagnóstico en la veta “San José”. La veta “La Arenosa” presentaba similares características y se asoció la mineralogía de la descripción de secciones delgadas de la veta “San José”. La elaboración de secciones delgadas se realizó en el laboratorio de petrografía de la Universidad Central del Ecuador y su descripción microscópica fue posible en el laboratorio de petrografía de la Escuela Superior Politécnica del Litoral a través del microscopio petrográfico o microscopio de luz polarizada.

Los análisis macroscópicos de muestras de mano para la zona de estudio junto a el soporte teórico de (Bonilla, 2009) definen a la roca de caja por su litología predominante como andesita piroxénica y andesita horbléndica de textura afanítica a porfíritica, características petrográficas asociadas a la Unidad Portovelo definida por (Pratt, 1977) como eventos con procesos de actividad magmática plutónica y calco alcalina efusiva.

Las descripciones de secciones delgadas de difícil diagnóstico responden a esta denominación por el fuerte grado de alteración que presentaba la roca madre definiendo la sección VSN-012 como una toba riolítica con textura porfírica y la muestra VSN-020 como una toba con fragmentos líticos de posible composición riolita-andesita. Las fichas de descripciones petrográficas de las secciones delgadas se pueden apreciar en el ANEXO 2 de descripciones microscópicas de láminas delgadas y secciones pulidas de las vetas “San José” y “La Arenosa”.



Figura 33. Secciones delgadas y secciones pulidas para descripción microscópica de muestras en la zona de estudio.

3.2.4 Descripción microscópica de secciones pulidas

Se realizó la descripción de 7 secciones pulidas para el estudio de la composición mineralógica de la veta “San José” y “La Arenosa”, distribuyendo 6 secciones pulidas para la primera veta debido a su variada mineralogía y 1 sección pulida para la segunda estructura mineralizada debido al bajo porcentaje de minerales en relación a la primera estructura mineralizada y un fuerte grado de alteración de la roca por oxidación de sulfuros debido al agua que circula por fracturas.

Metodología

La elaboración de secciones pulidas se realizó en el laboratorio de petrografía de la Universidad Central del Ecuador mientras que las descripciones microscópicas se realizaron en el laboratorio de petrografía de la Escuela Superior Politécnica del Litoral a través del microscopio de luz reflejada.

Mediante la descripción de las secciones pulidas fue posible la identificación de sulfuros no distinguibles mediante descripciones macroscópicas de muestra de mano, pudiendo además definir la paragénesis mineral para las 2 vetas.

Para el análisis porcentual de porcentajes de mineral se utilizaron los mismos criterios de las descripciones microscópicas de secciones delgadas.

Las fichas de descripciones minerográficas de las secciones pulidas se pueden apreciar en el ANEXO 2, que corresponden a descripciones microscópicas de secciones delgadas y secciones pulidas en las vetas “San José” y “La Arenosa”.

3.3 TRABAJOS DE GABINETE

Corresponde a los trabajos de oficina como elaboración de mapas y procesamiento de información que se levantó en los trabajos de campo.

3.3.1 ELABORACIÓN DE MAPAS SISTEMÁTICOS

La topografía subterránea de las vetas “San José” y “La Arenosa” fué la base para la elaboración de la cartografía geológica minera y para la elaboración de un mapa red de muestreos que tiene como objetivo principal la selección del criterio de avance en los mejores frentes de trabajo. Se elaboró un mapa para referenciar los puntos donde se tomaron las muestras para la descripción macroscópica de rocas de caja y veta con un intervalo de proximidad de 25 metros.

Se procedió a representar gráficamente en un mapa los puntos donde se realizó el muestreo para el control de leyes minerales: Oro (Au), Plata (Ag), y Cobre (Cu) en las vetas “San José” y “La Arenosa” en un intervalo de distancia de 50 metros.

Para el mapeo subterráneo se elaboraron 4 mapas topográficos a escala 1:200, estos fueron: tres mapas en la Veta “San José” (zona norte, centro y sur) y uno para la veta “La Arenosa”. Sobre los mapas topográficos se realizó el levantamiento geológico subterráneo que consistió en la graficación de vetas y fallas y la caracterización de las estructuras mineralizadas, estos mapas de campo fueron escaneados proporcionando imágenes que posteriormente fueron digitalizadas en el software AUTOCAD 2019.

CAPÍTULO 4

DISCUSIÓN

Integrando los parámetros geológicos que se analizaron en el siguiente estudio producto de análisis microscópicos macroscópicos y químicos de las muestras tomadas en las vetas “San José” y “La Arenosa” mediante los métodos de muestreo por canales y volumétricos junto a sus respectivas interpretaciones realizadas, se elaboraron dos mapas geológicos para la zona de estudio divididos en 3 secciones para los sectores centro, sur y norte de la veta “San José” y 1 sección para la veta “La Arenosa” representados sobre el mapa topográfico base a escala 1:200.

El objetivo del mapeo de las mencionadas estructuras mineralizadas fue definir su caracterización litológica, mineralógica, las estructuras presentes y sus texturas. Se realizó también el análisis de la roca estéril o roca de caja como, así como el de las vetas siendo estas analizadas in-situ y complementadas con un estudio detallado de secciones delgadas y secciones pulidas, resultados que se presentan en este capítulo.

Finalmente, con el estudio por análisis químico se definió la concentración en g/ton de los elementos Au, Ag y en % para Cu para determinar entre las 2 vetas la zona mineralizada con mayor interés económico con el objetivo de planificar futuras labores mineras subterráneas.

4.1 CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL YACIMIENTO

En las labores mineras de la mina Santa Marianita, en las vetas “San José” y “La Arenosa” se realizó un mapeo geológico y estructural a partir de un mapa topográfico base de todas las galerías principales. Desde la bocamina hasta la veta “San José” hay aproximadamente 523 m y 663 m hacia la veta “La Arenosa”.

El ambiente geológico está compuesto por rocas volcánicas de composición andesítica con presencia de plagioclasas y minerales máficos alterados a clorita en una matriz afanítica de tonalidad gris verdosa. Ha sido posible encontrar brechas volcánicas en los sectores centro y norte de la veta “San José”.

En el sector norte de la veta “San José” ha sido posible identificar brechas de falla junto a rellenos de falla, producidas por el mecanismo físico del desplazamiento que producen fallas locales con material arcilloso(milonita). Los rellenos de falla en el sector centro de la veta “San José” se encuentran mayormente mineralizados por pirita diseminada. El rumbo de las vetas “San José” y “La Arenosa” presentaba tendencia Norte-Sur.

Un pórfido de composición dacítica hacia el norte de la “Veta San José” se registró durante el levantamiento de la información de campo para la elaboración del mapa geológico subterráneo.

La mineralización característica en la veta “San José” se definió gracias al mapeo geológico básicamente de sulfuros y óxidos como minerales de mena y cuarzo como principal formador de ganga.

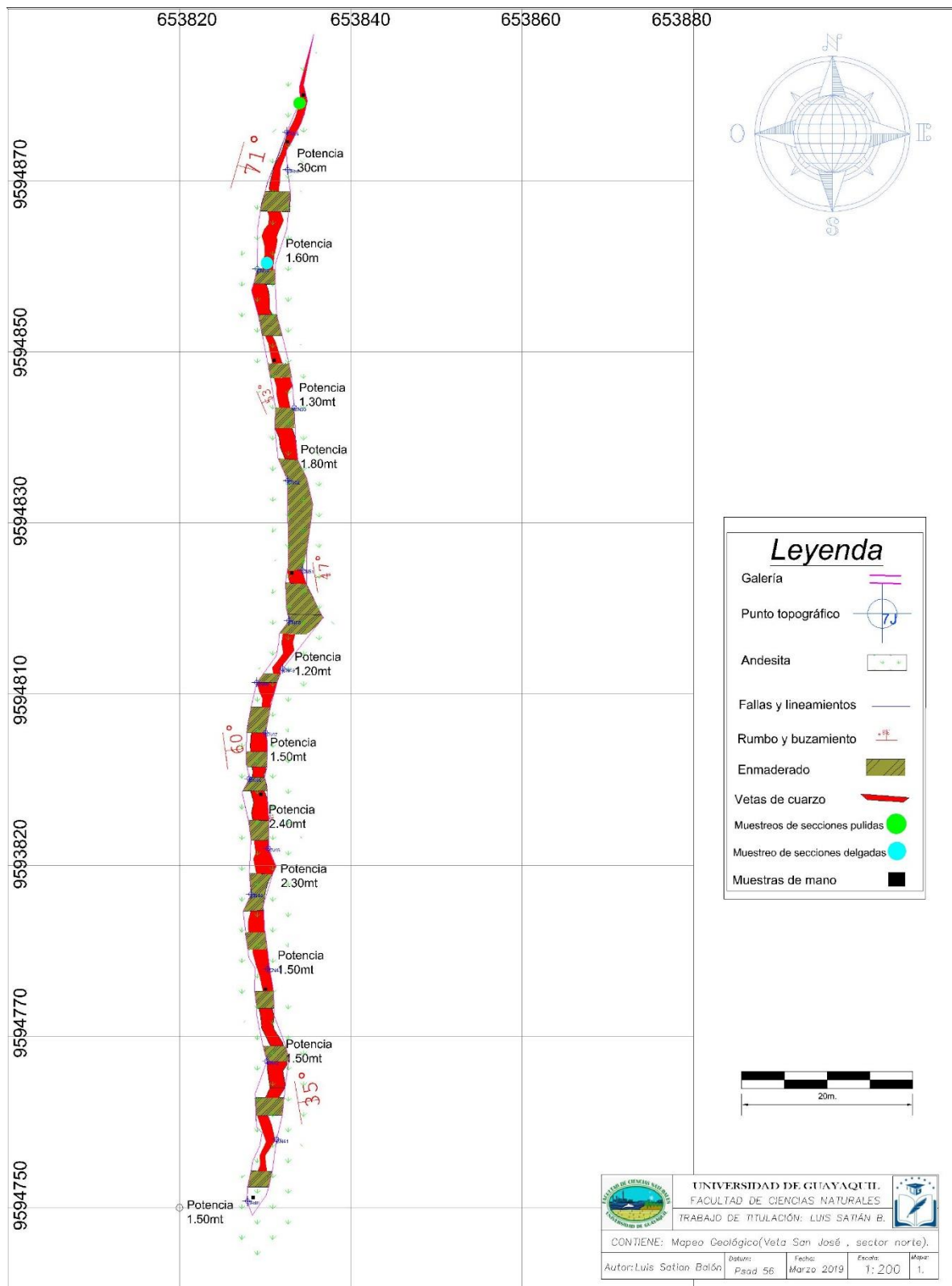


Figura 34. Mapa Geológico de la Veta San José. Sector norte.

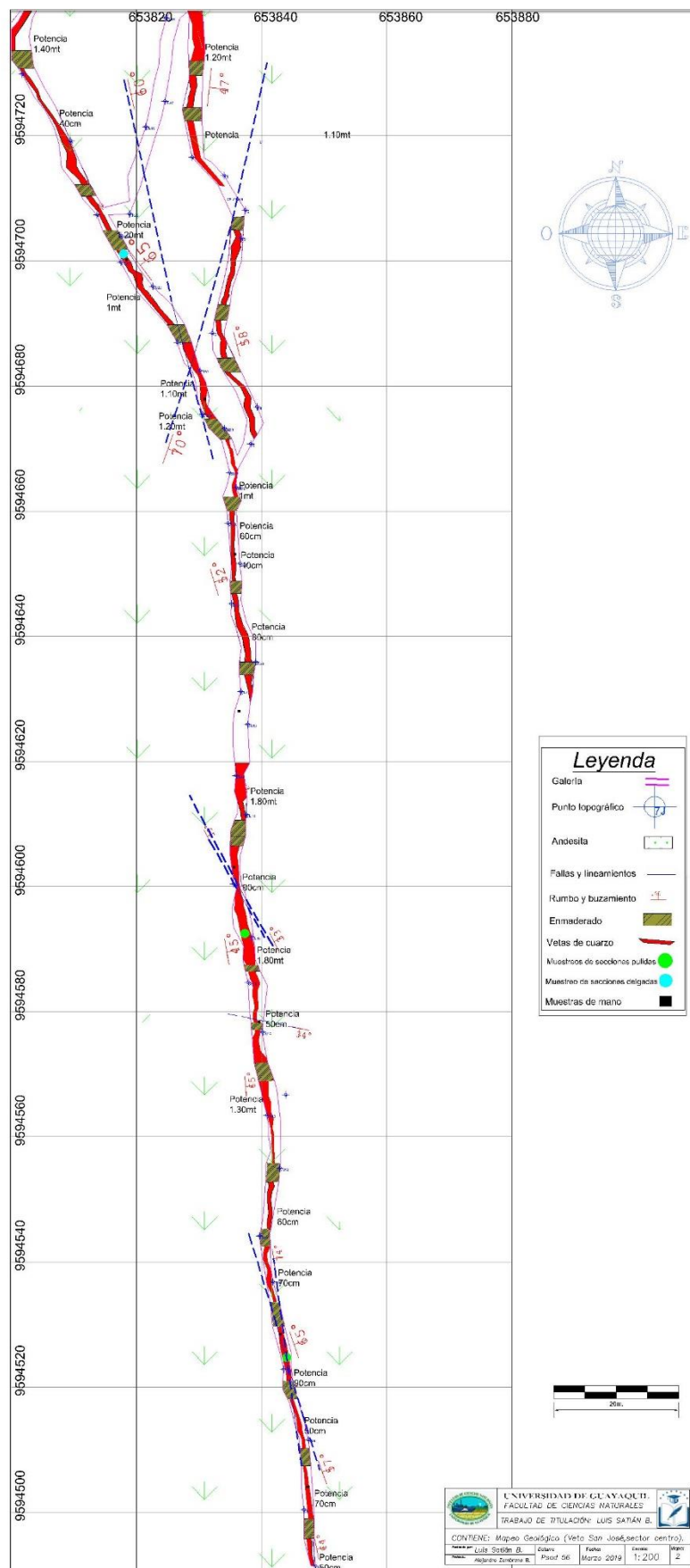


Figura 35. Mapa Geológico de la Veta San José. Sector centro.

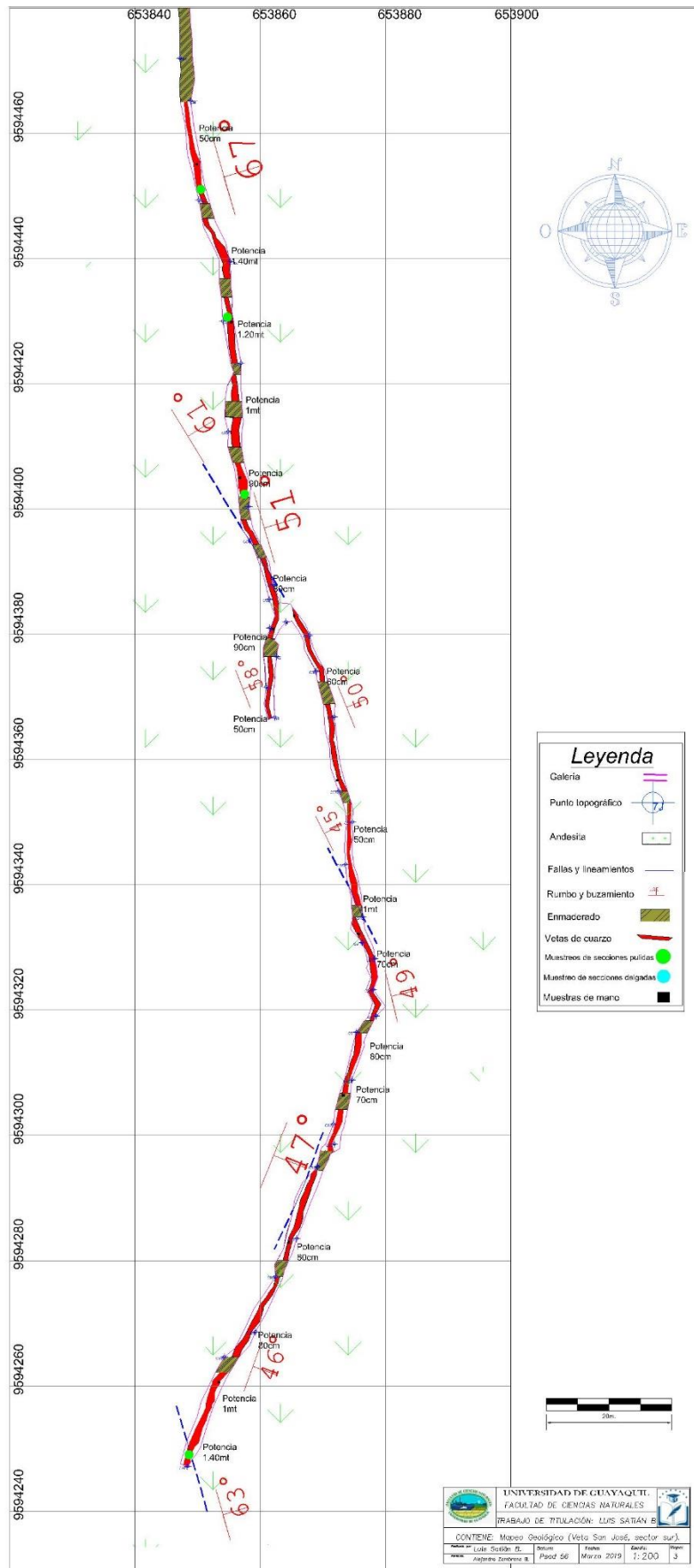


Figura 36. Mapa Geológico de la Veta San José. Sector sur.

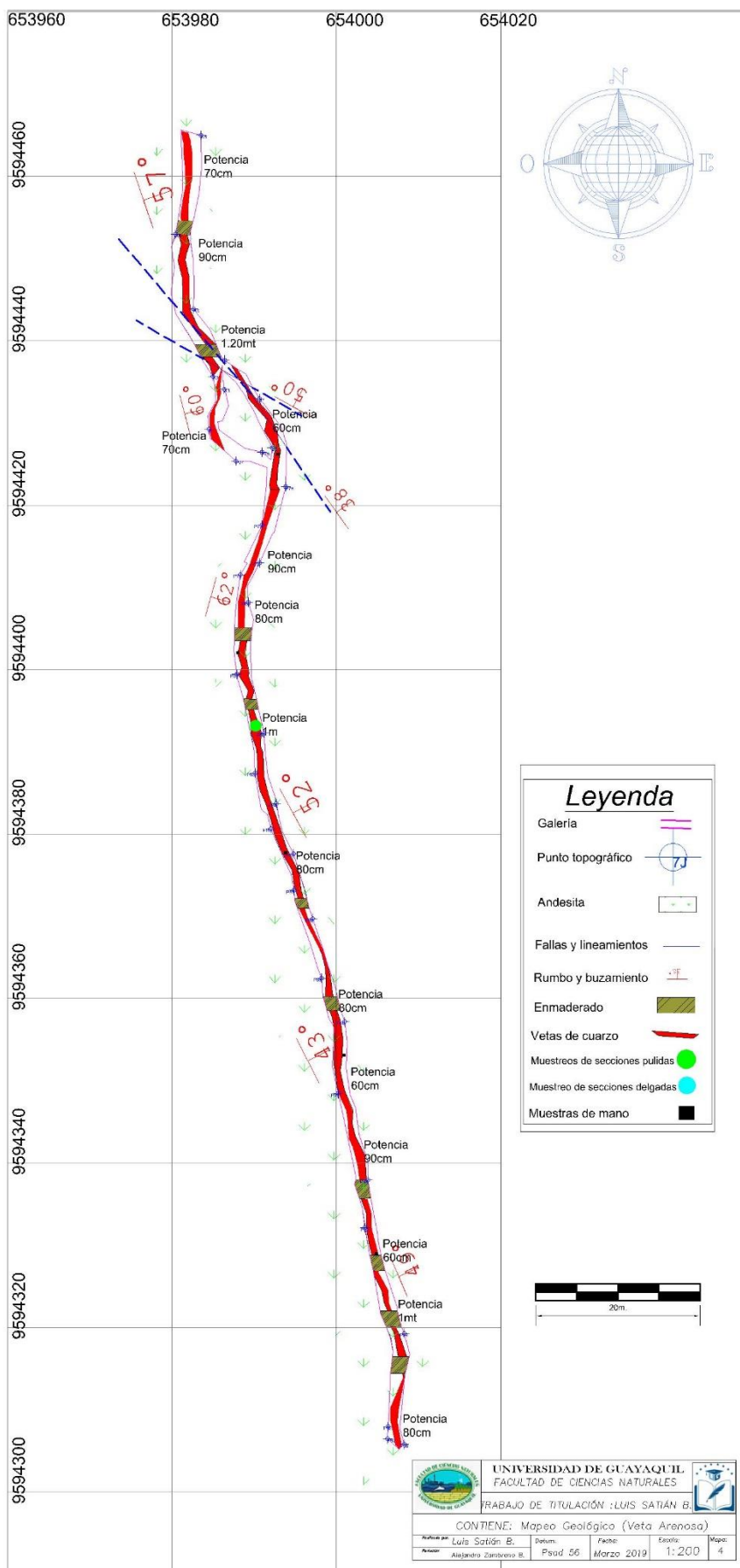


Figura 37. Mapa Geológico de la Veta La Arenosa.

4.1.1 Roca de caja

En base a la descripción macroscópica de muestras de mano con mineralogía predominante de plagioclasas, feldespatos, piroxenos, minerales máficos y cuarzo se determinó que la roca de caja en la veta “San José” y “La Arenosa” es una andesita con variedades de andesita horbléndica si predominan la horblenda y andesita piroxénica si predominan los piroxenos.

Dos zonas de difícil diagnóstico por fuerte grado de alteración de la roca encajante de las vetas “San José” fueron descritas a través de 2 secciones delgadas:

La descripción microscópica de la sección (VSN-020) define a la roca como riolita con fragmentos líticos; una roca ígnea extrusiva de textura porfídica caracterizada por la presencia de cuarzo, fenocristales de clorita, epidota y remanentes de plagioclasas, un alto grado de alteración puede observarse en este análisis dominado por la presencia de arcillas y sericita. Se interpreta la roca como una toba con fragmentos líticos de posible riolita-andesita.

La descripción microscópica de la sección delgada (VSN-012) define a la roca como una roca ígnea extrusiva con xenolitos deformados alargados de 0.5 a 4cm, la mineralización está compuesta por clorita, epidota y sericita alterada a esmectita. Se define la roca como una toba riolítica.

4.1.2 Descripción del cuerpo mineral

A partir del análisis general de las vetas “San José” en los sectores norte, sur y centro y “La Arenosa” se determinó que las vetas tienen orientación preferencial N-S debido al proceso de fracturamiento con la formación de espacios abiertos de la roca de caja andesítica y su posterior relleno con los productos cristalizados de fluidos hidrotermales de baja sulfuración.

Por las características mineralógicas y condiciones de formación del depósito se deduce que este tipo de yacimiento se encuentra en la zona de oxidación donde la gran parte de los minerales sulfurosos son inestables en condiciones oxidantes cerca de la superficie y se descomponen para formar una nueva mineralogía

estable en condiciones de meteorización como son sus óxidos. Con la modificación de la mineralogía de los cuerpos mineralizados de origen hidrotermal es afectada también su metalurgia extractiva, su composición química y su estructura; la formación de óxidos en las vetas “San José” y “La Arenosa” es por la destrucción de sulfuros con posterior enriquecimiento secundario de Cu, y en menor grado del Au.

4.1.2.1 Caracterización de la veta “San José”

La veta “San José” se extiende a lo largo de los puntos topográficos CS27 y CN64 formando un filón de orientación preferencial N-S con buzamientos que varían de 45° a 65°. Se hospeda en rocas andesíticas con alteración propilítica. Su potencia varía con valores de 0.80 m a 1.20 m respectivamente. Fallas locales son responsables del desplazamiento de la veta y la disminución de leyes de minerales.

La ganga característica es el cuarzo mientras que los principales minerales formadores de mena son sulfuros y óxidos que llegan a ocupar el 60 - 70% del volumen de la mena.

Se identifican los siguientes minerales de mena: pirita (Py), calcopirita (Cpy), esfalerita (Esf), galena (Gn), bornita (Brn), tennantita – tetraedrita (Tn-Th), covelita (Cv), azurita (Az) y malaquita (Mal), acompañados de minerales de ganga como cuarzo (qz), carbonatos (Cb), hematita (Hm) y adularia (Ad).

Dentro de las texturas encontradas en la veta “San José” se definen texturas de crecimiento primario como son las texturas crustiforme y coloforme en casi toda la extensión longitudinal de la veta.

En cuanto a las alteraciones hidrotermales en la veta se observa principalmente alteración propilítica representada por la presencia de epidota y clorita como minerales principales y sericita, pirita y cuarzo como minerales asociados además de la alteración argílica caracterizada por la formación de minerales arcillosos.

4.1.2.2 Caracterización veta “La Arenosa”

La veta “La Arenosa” se extiende a lo largo de los puntos topográficos A5-P94 con buzamiento promedio de 38° a 35°, se hospeda en rocas andesíticas con alteración argílica y mineralización general de pirita diseminada. La potencia de la veta varía entre 0.70 centímetros A 1.20metros. La ganga característica es el cuarzo junto a sulfuros, óxidos como componentes principales de la mena. Como texturas de mineral presente destaca la textura crustiforme y coloforme.

Se han identificado los siguientes minerales de mena: pirita (Py), calcopirita (Cpy), bornita (Brn), covelita (Cv) acompañado de cuarzo como principal mineral de ganga.

La alteración hidrotermal que predomina en esta veta es la alteración argílica caracterizada por la formación de minerales arcillosos junto a la alteración propilítica que involucra epidota, clorita, carbonatos, además de sericita, pirita y óxidos de hierro.



Figura 38. Vista hacia el techo de mineralización característica en la veta San José de sulfuros y óxidos con pátinas de malaquita.



Figura 39. Pirita diseminada, cuarzo lechoso y pátinas de malaquita en Veta San José. Sector centro.

Vista de fotografía hacia el techo



Figura 40. Cuarzo lechoso junto a limonita y calcopirita en la Veta San José. Sector Norte.

Vista de fotografía hacia el techo

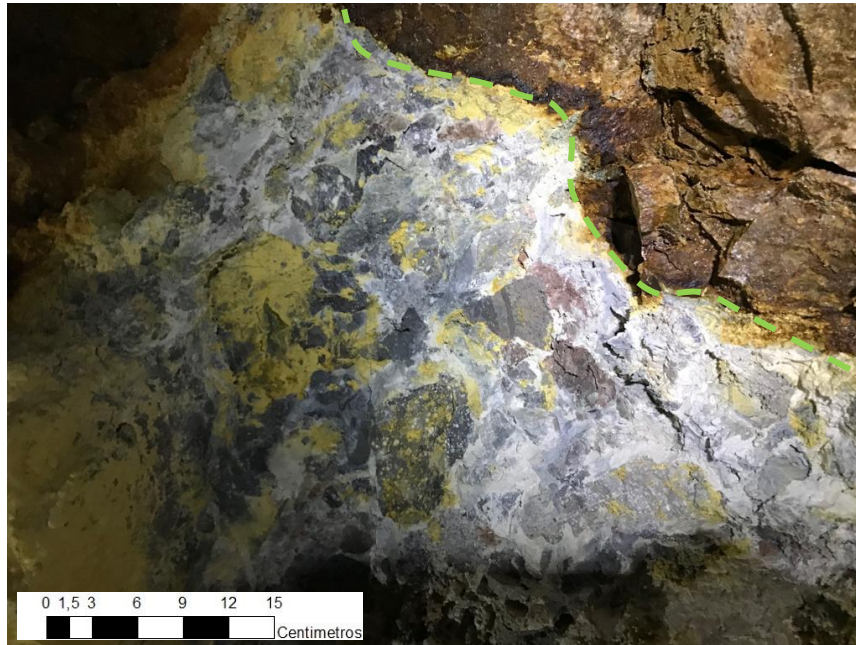


Figura 41. Brechas volcánicas en rellenos de falla junto a roca encajante en Veta San José. Sector centro.

Vista de fotografía hacia el techo



Figura 42. Drusas de cuarzo con alteración por oxidación en la Veta San José. Sector centro.

Vista de fotografía en una cavidad de relleno.

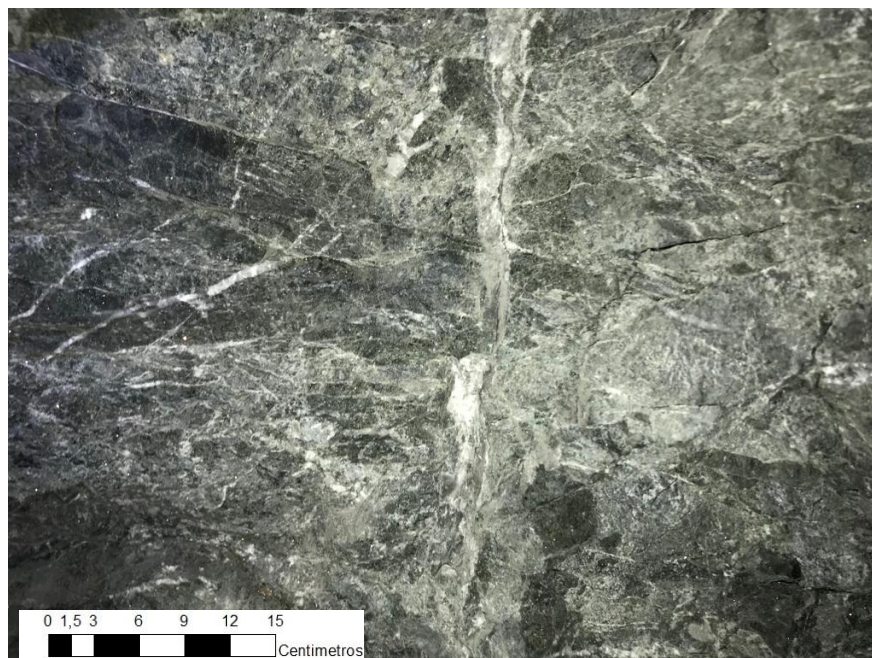


Figura 43. Halos de alteración hidrotermal en Veta San José. Sector norte.
Vista de fotografía hacia el techo



Figura 44. Estructura mineralizada alterada por oxidación en Veta La Arenosa.
Vista de fotografía hacia el techo.

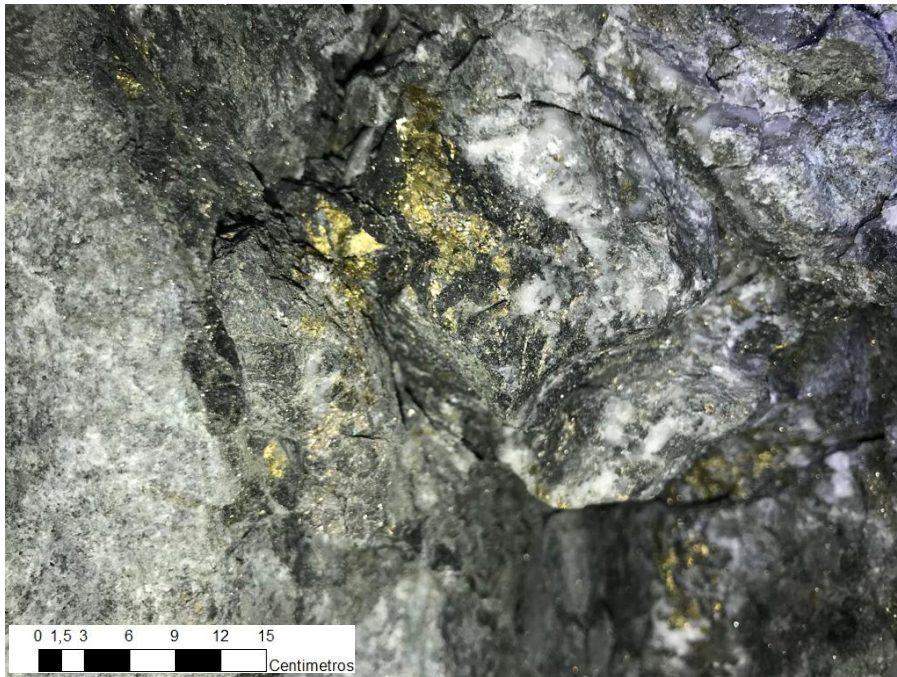


Figura 45. Pirita diseminada en halos de alteración, Veta San José. Sector norte.

Vista de fotografía hacia el techo.

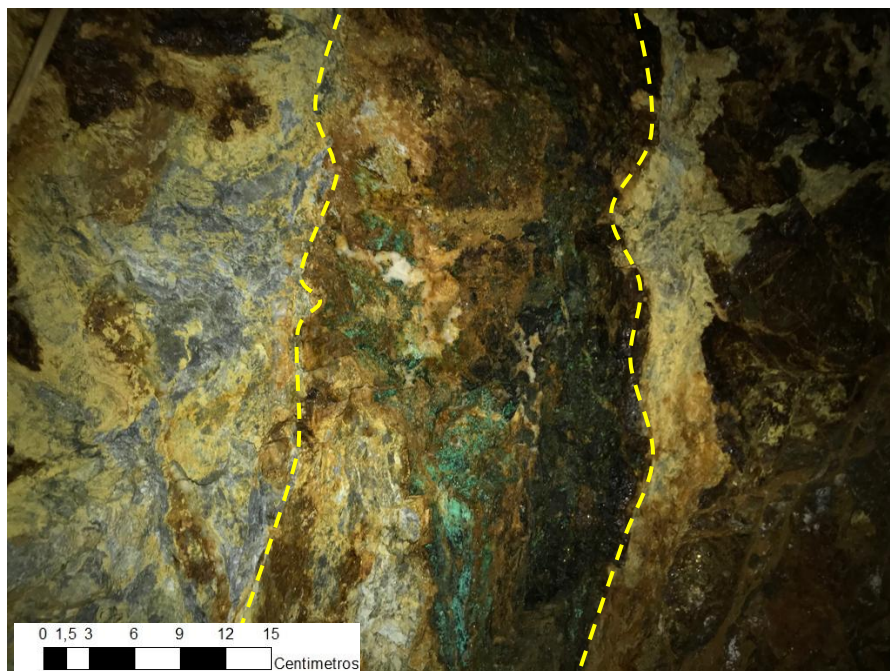


Figura 46. Rellenos de falla, veta y roca de caja en Veta San José Norte.

Vista de fotografía hacia el techo.

4.1.3 Caracterización estructural del depósito

Los datos estructurales de las vetas “San José” y “La Arenosa” se tomaron a medida que se levantaba la información geológica de la zona de estudio. En base al mapa geológico realizado a escala 1:200 se procedió al levantamiento de la información de control estructural que comprendía la información de rumbo y buzamiento de vetas y fallas y fracturas en un intervalo de 2 metros a lo largo de la extensión longitudinal de cada veta.

Se verifica mediante la hipótesis según (Bonilla,2009) que el principal enjambre de filones en el distrito Zaruma-Portovelo tienen rumbo N-S con ligeras variaciones NE-SO Y NO-SE.

En la veta “San José” el control estructural de este estudio define orientación general NO-SE y variaciones NE-SO y buzamiento promedio de 35° a 65° en vetas de entre 80 centímetros a 1.80 metros de potencia.

En la veta “La Arenosa” el control estructural está definido por orientación NO-SE y variaciones NE-SO y buzamiento promedio de 45° a 68° en vetas de entre 0.80 centímetros y 1.20 metros de potencia.

4.1.3.1 Fallas

El sistema de vetas con orientación preferencial N-S y ligeras variaciones NO-SE “San José” y “La Arenosa” se localizan en la roca de caja adyacentes a un considerable número de fallas geológicas e influyen significativamente en el desplazamiento de estos cuerpos mineralizados. La dirección predeterminada del buzamiento de las estructuras mineralizadas es de orientación “SE” y “SO” en la veta “San José” y “SO” en la veta “La Arenosa”.

Las fallas locales de la zona de estudio son producto de la tectónica del lugar y a través del fracturamiento producido en la roca de caja se dió lugar al relleno de fluídos hidrotermales para generar el proceso de mineralización.

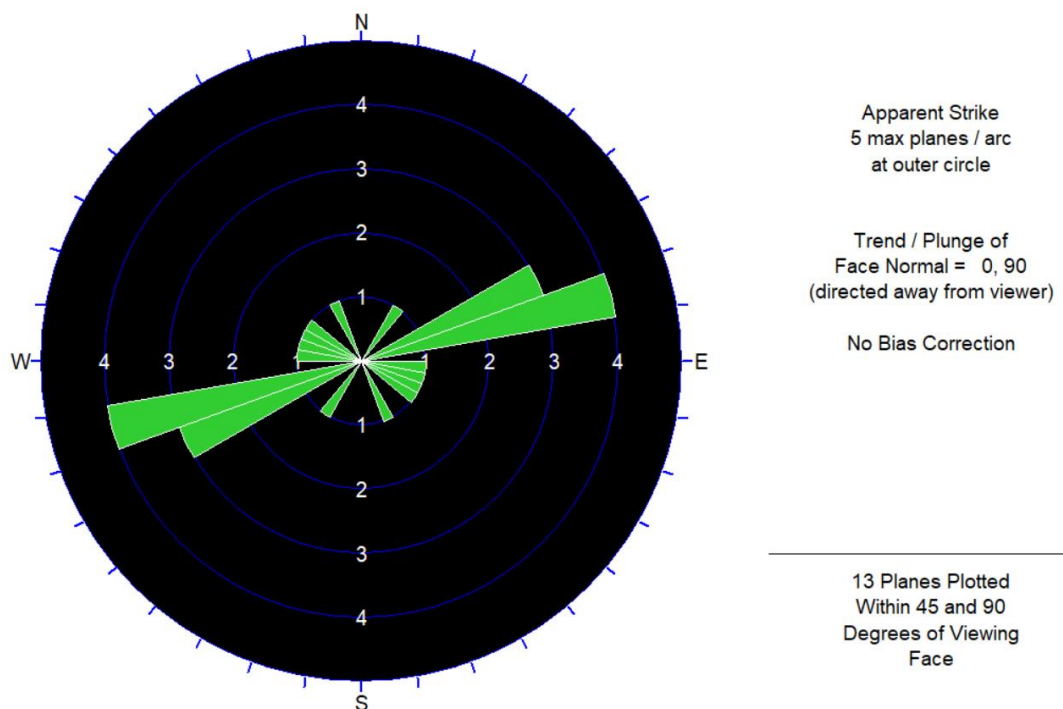


Figura 47. Diagrama de rosetas de fallas en las vetas “San José” y “La Arenosa”.

Tabla 8. Datos estructurales de fallas en la veta "La Arenosa".

ESTUDIO ESTRUCTURAL VETA "LA ARENOSA"				
No	ESTRUCTURA	RUMBO(°)	BUZAMIENTO(°)	DIRECCIÓN BZ
1	FALLA	326	38	SO
2	FALLA	300	50	SO

Tabla 9. Datos estructurales de fallas en veta "San José".

ESTUDIO ESTRUCTURAL VETA "SAN JOSÉ"				
No	ESTRUCTURA	RUMBO(°)	BUZAMIENTO(°)	DIRECCIÓN BZ
1	FALLA	5	72	SE
2	FALLA	10	34	SE
3	FALLA	34	74	SE
4	FALLA	345	64	SO
5	FALLA	8	29	SE
6	FALLA	344	65	SO
7	FALLA	15	70	SE
8	FALLA	330	72	SO
9	FALLA	346	75	SO
10	FALLA	330	61	SO
11	FALLA	343	59	SO
12	FALLA	334	45	SO
13	FALLA	24	64	SE
14	FALLA	62	63	SE
15	FALLA	23	44	SE



Figura 48. Relleno de falla en la veta San José

4.1.4 Caracterización mineralógica

A partir del análisis macroscópico de muestras de mano y análisis microscópico de secciones delgadas y secciones pulidas (briquetas) de las vetas “San José” y “La Arenosa” se definió la composición mineralógica de los sistemas mineralizados y se realizó la comparación entre ambas vetas. Se definieron también texturas de mena y ganga, así como alteraciones las hidrotermales presentes.

En la veta “San José” predominan los sulfuros de cobre, hierro y plomo, además de silicatos, óxidos y carbonatos de cobre a lo largo de toda la extensión longitudinal del cuerpo mineralizado. La alteración hidrotermal predominante es la alteración propilítica que involucra epidota, clorita, carbonatos, además de sericita, pirita y óxidos de hierro junto a la alteración argílica caracterizada por la formación de minerales arcillosos.

En la veta “La Arenosa” la cantidad de sulfuros, carbonatos de cobre y silicatos es menor en relación a la veta “San José” pero los óxidos se encuentran en mayor porcentaje. La alteración hidrotermal predominante es la alteración argílica, junto a la alteración propilítica en menor proporción.

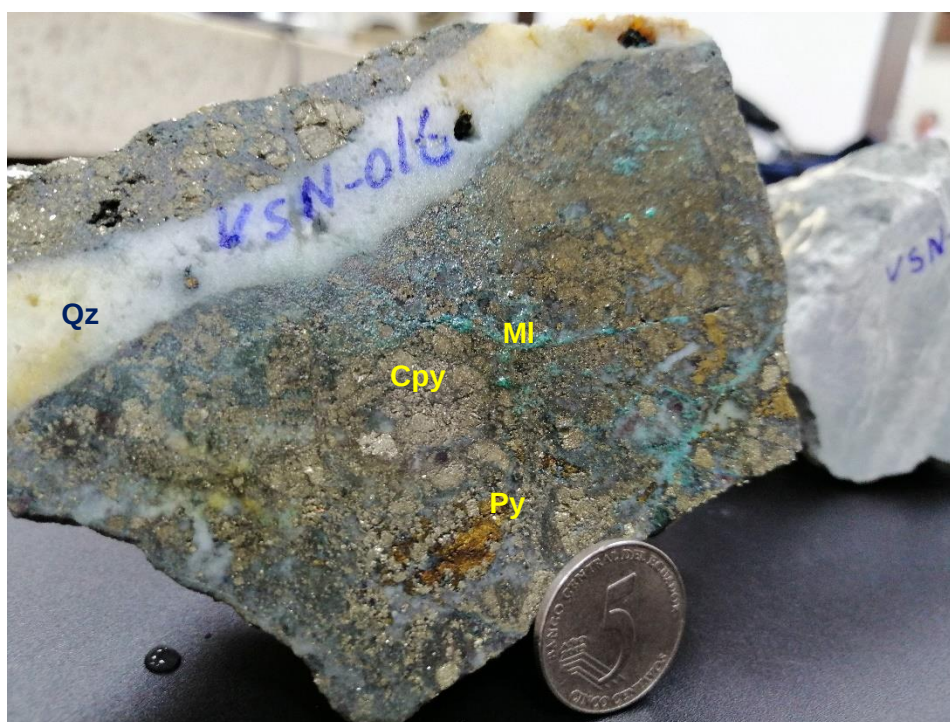


Figura 49. Muestra de mano con corte para elaboración de secciones pulidas.
Se observa silicatos (qz) sulfuros de hierro y cobre y carbonatos (malaquita)

4.1.4.1 Textura de las menas

Con referencia a estudios texturales de minerales de mena y de ganga en vetas de origen epitermal, se realizó una caracterización de muestras de mano encontradas en el campo, esto permite identificar en la zona rasgos típicos del sistema epitermal presente en las vetas “San José” y “La Arenosa”. Fue posible el reconocimiento de texturas propias de crecimiento primario y otras texturas de recrystalización que se clasificaron según lo expuesto por DONG et al. (1995).

Buchanan, (1981) generó un modelo para relacionar minerales de mena, ganga, texturas de vetas (LS); profundidad y temperatura con un esquema que relaciona todos estos parámetros, y se aplica solo para depósitos con características (LS) o baja sulfuración y superficialmente con características transicionales a (HS) o alta sulfuración.

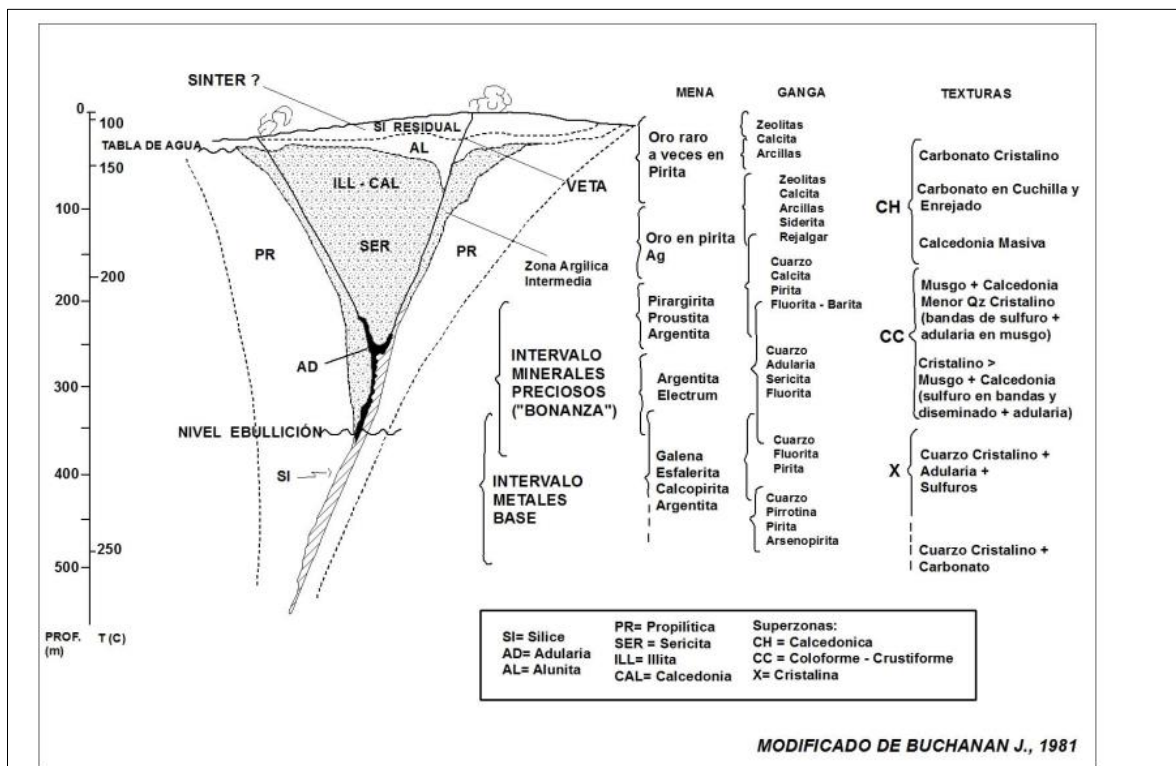


Figura 50. Modelo de Buchanan, (1981) para depósitos epitermales de baja sulfuración.

Relación entre superzonas texturales, profundidad, temperatura, mineralogía de mena y ganga. Tomado de Tritón S.A. Gerencia de Exploración, manual de campo año 2000.

4.1.4.1.1 Texturas encontradas en las vetas “San José” y “La Arenosa”

En menas se pueden encontrar texturas de crecimiento primario, de recrystalización y de reemplazamiento. Las siguientes texturas de crecimiento primario fueron reconocidas durante la documentación geológica en las vetas “San José” y “La Arenosa”:

Textura Masiva

Se hace referencia principalmente a vetas compuestas principalmente de minerales que se disponen sin un arreglo mineralógico en particular, con apariencia homogénea en cristales no tan desarrollados y equigranulares.



Figura 51. Textura Masiva en veta San José, sector norte.



Figura 52. Cuarzo masivo en veta La Arenosa.

TEXTURAS DE CRECIMIENTO PRIMARIO

Textura crustiforme

Para esta textura es característico el ordenamiento de minerales dentro de bandas muy bien definidas que mayormente ocurren con una disposición subparalela, desarrolladas simétrica o asimétricamente como bandas sucesivas paralelas a la veta y definidas por textura, color o mineralogía característica. Esta textura tiene un subtipo denominado “cocarda” que se refiere a bandas crustiformes concéntricas que suelen delimitar fragmentos de roca. (Moncayo, 2017)

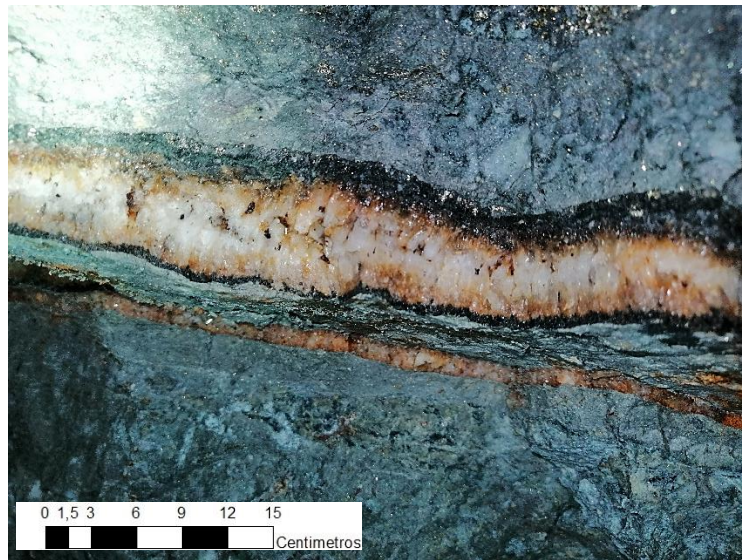


Figura 53. Textura crustiforme en veta San José. Sector centro.

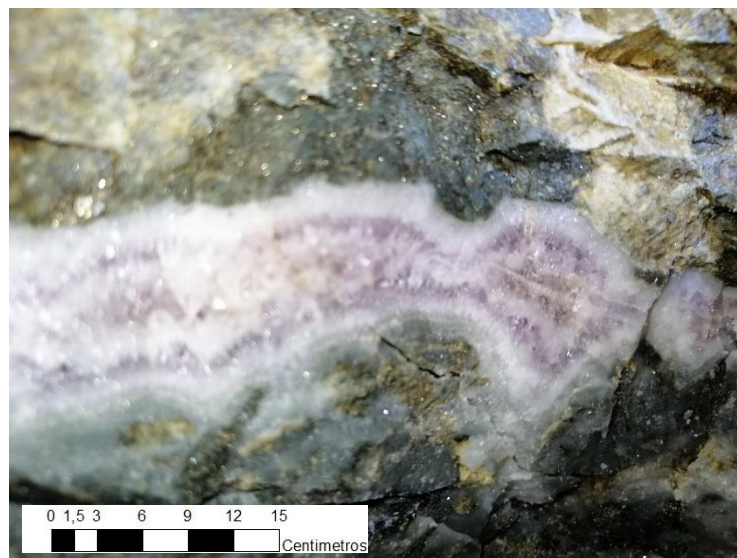


Figura 54. Textura Crustiforme en veta San José, Sector norte.

Textura coloforme

Tiene relación con la textura crustiforme, pero difiere en las bandas generadas que se disponen de manera sinuosa, mostrando formas botroidales, esféricas, mamilares y reniformes. (DONG *et al.* 1995). Se presenta como bandas rítmicas de grano fino con superficies típicas de habito reniforme y comúnmente con forma interna radial. (Moncayo, 2017)



Figura 55. Textura coloforme en veta San José. Sector norte.

Textura de brecha

Se presenta como masas calcáreas o de sílice que encierran fragmentos de roca de caja u otros materiales propios de la veta o algún material preexistente. Suelen predominar clastos de formas angulares. Se relaciona comúnmente con otro tipo de texturas.



Figura 56. Textura de brecha en veta San José Norte.

Textura de peine

Se presenta con cristales paralelos o subparalelos de orientación perpendicular a las paredes de las vetas, la similitud de la textura refiere a los dientes de una peinilla.



Figura 57. Textura de peine en veta San José, sector norte.

Textura sacaroidal

Representa una mineralización cuarzosa granular masiva de color lechoso a vítreo con apariencia de granos de azúcar. Suelen ser granos de tamaño similar, pero granulometría es generalmente fina (Moncayo, 2017).



Figura 58. Textura sacaroidal, veta San José. Sector norte.

4.1.4.2 Composición mineralógica de la mena y de la ganga

El análisis de la paragénesis de las estructuras mineralizadas “San José” y “La Arenosa” permitió conocer información detallada de la ocurrencia de los minerales y la relación que tienen entre sí. Para su efecto el estudio, análisis e interpretación de secciones pulidas permitió identificar minerales no observables con lupa o microscopio binocular, pero no fue posible la identificación de inclusiones generadas durante la formación de la veta o roca de caja. El análisis de minerales de mena y de ganga fue realizado por estudios separados.

Características de minerales de mena

Es fundamental el estudio de minerales metálicos ya que son los minerales de interés económico, si bien todos los minerales opacos no son menas o son importantes, el estudio de los mismos resulta importante por motivo a que acompañan a la mena y también se encuentran presentes en la ganga.

Definir la mineralogía en la veta “San José” y “La Arenosa” fue posible gracias a estudios macroscópicos y microscópicos de secciones delgadas y secciones pulidas.

En la veta “San José” se encontraron minerales de mena de (Cu) como: calcopirita, covelina, calcosina, bornita, cuprita y malaquita; mena (Fe) como: pirita, pirrotina, magnetita, hematita, goethita y mena de (Pb) galena.

Los sulfuros se encontraban oxidados por el paso del agua a través de canales originados por fracturas en la veta “San José”.

En la veta la “Arenosa” se encontraron pocos minerales de mena de Cu en relación a la veta “San José”, destacándose la calcopirita y bornita; minerales de mena de (Fe) destacándose pirita diseminada, mientras que no fueron observados minerales de mena de (Pb).

Características de minerales de ganga

Denominados así aquellos minerales que formados por el ascenso de fluidos mineralizantes se encuentran asociados a minerales de interés económico o minerales de mena. En las vetas “San José” y “La Arenosa” el mineral de ganga predominante fue el cuarzo mientras que sericita y arcillas aparecen en menor proporción.

El cuarzo en la veta “San José” se encuentra forma de drusas mientras que en la veta “La Arenosa” tiene apariencia oqueroso y se encuentra mayormente oxidado.



Figura 59. Drusas de cuarzo cristalino de la veta San José.

4.1.4.3 Paragénesis mineral

El término paragénesis define el orden de cristalización de los minerales que componen una roca, además interpreta el modo de origen que tuvo la roca y junto a la mineralización.

Se determinó las asociaciones mineralógicas en las vetas “San José” y “La Arenosa” con el objetivo de identificar la variación textural y mineralógica en los sistemas mineralizados a lo largo de las labores mineras.

Los minerales presentes en la veta se caracterizan por varias fases de apertura y relleno de fluidos atribuidos a diferentes procesos hidrotermales.

Por encontrarse en la zona de oxidación en estas estructuras mineralizadas la descomposición de la calcopirita forma calcosina, covelina, cuprita y malaquita, pero suele estar siempre asociado con bornita. La alteración de sulfuros puede formar carbonatos, sulfatos, óxidos e hidróxidos. La pirita en la veta “La Arenosa” suele transformarse en limonita debido al contacto con la atmósfera pasando de sulfuro de hierro a hidróxido de hierro y por reemplazo puede pasar de pirita a esfalerita, calcopirita, bornita, galena y covelina través de enriquecimiento secundario de Ag y Cu. La pirrotina encontrada en la veta “San José” suele reemplazar a la pirita. La bornita suele ser reemplazada por covelina, mientras que la calcosina por pirita.

Tabla 10. Paragénesis mineral en veta San José.

Fase hidrotermal	Fase 0	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV
Clorita	—————	-----			-----
Cuarzo		—————	-----		
Pirita		—————	-----	-----	
Calcopirita			—————		
Tetraedrita			-----		
Calcosina				-----	
Covelina				-----	
Óxidos de Fe (Hematita)					-----
Limonita- Goethita					-----
Malaquita					-----

4.1.4.3.1 Análisis de la paragénesis en la veta “San José”

Fase inicial. Metamorfismo regional que afecta la roca de caja de clorita.

Fase 1 Empieza evento hidrotermal con cuarzo acompañado de pirita.

Fase 2 Continúa el evento hidrotermal acompañado de calcopirita y tetraedrita puntual.

Fase 3 Finaliza evento hidrotermal y precipitan sulfuros secundarios: calcosina-covelina-bornita.

Fase 4 Inicia etapa de interperismo con la formación de óxidos hidróxidos, carbonatos y posible liberación de oro.

Tabla 11. Paragénesis mineral en veta La Arenosa.

Fase hidrotermal	Fase 0	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV
Cuarzo		————— --	-----		
Pirita		—————	-----	-----	
Calcopirita			—————		
Calcosina				-----	
Covelina				-----	
Óxidos de Fe					-----
Malaquita					-----

4.1.4.3.2 Análisis de la paragénesis veta “La Arenosa”

Fase 1 Empieza evento hidrotermal con cuarzo acompañado de pirita.

Fase 2 Continúa el evento hidrotermal con la precipitación de calcopirita.

Fase 3 Finaliza evento hidrotermal y precipitan sulfuros secundarios: calcosina y covelina.

Fase 4 Inicia etapa de interperismo con la formación de óxidos (hematita) y carbonatos (malaquita).

4.1.4.4 Descripción de las alteraciones hidrotermales acompañantes a la mineralización.

Son los procesos que se producen por la interacción de un fluido mineralizante y la roca de caja. Las rocas pueden alterarse cuando sus minerales constituyentes no se encuentran en equilibrio con el fluido que las invade, causando inestabilidad en la fase mineral que para lograr un nuevo equilibrio debe formar nuevos ensambles mineralógicos.

La alteración comprende básicamente el cambio mineralógico y textural en la roca de caja teniendo en cuenta la temperatura de formación del mineral, la composición del fluido mineralizante, la composición de la roca de caja, el tiempo, permeabilidad, porosidad, EH, PH.

Las alteraciones hidrotermales presentes en las vetas “San José” y “La Arenosa” son:

4.1.4.4.1 Silisificación

Alteración hidrotermal resultado de la adición de sílice (SiO_2) a una roca. La presencia de sílice es muy común como elemento componente de soluciones hidrotermales. Mayormente se origina por destrucción total de silicatos por efecto de la acidez. La solubilidad de la sílice se facilita si el PH es alcalino y también se incrementa a medida que la temperatura también lo hace. Ante el proceso de

silicificación una roca aumenta su dureza, así como también su resistencia a los esfuerzos, respecto a otras formas de alteración que tienen tendencia a debilitarlas.

Este tipo de alteración se ve representado físicamente en la roca de caja de las vetas “San José” y “La Arenosa” donde la roca es dura y también impermeable, constituyendo el tipo de alteración más común de las rocas de caja.

Su origen se debe al metasomatismo del cuarzo y la lixiviación de cationes alcalinos. La absorción de la sílice tiene origen en la misma roca y se libera por reacciones químicas y fisicoquímicas entre la pared rocosa y soluciones hidrotermales.

La sílice distribuida en la roca de caja se debió fundamentalmente al aporte de fluidos hidrotermales en temperaturas (400°C -500°C) donde es muy fuerte la inyección de sílice (Chuctaya, 2016).

4.1.4.4.2 Argilización

Alteración hidrotermal con predominio de arcillas tipo caolín y sericita en porcentajes menores. Su ocurrencia generalmente es en rocas volcánicas tipo andesitas y es posible observar su exposición en el medio de contacto junto a la mineralización. Los minerales de arcilla suelen ser de reemplazo para las plagioclasas mientras que los minerales ferromagnesianos suelen conformar halos de alteración en ambos lados de la estructura mineral.

4.1.4.4.3 Alteración propilítica

Alteración hidrotermal que da lugar a la formación de rocas verdes compuestas de clorita, epidota y actinolita junto a calcita, pirita, albita y sericita que suelen ser indicios de mineralización sulfurosa hidrotermal. Los sulfuros asociados, principalmente pirita tienen una relación azufre/metal baja a intermedia. Esta alteración común en depósitos de cuarzo aurífero, aunque también se encuentra presente en rocas intrusivas y volcánicas básicas a intermedias. La formación de minerales de magnesio y calcio es frecuente en rocas intermedias.

En la propilitización, hacia la roca ingresa abundante agua y puede haber también adición de CO₂, S, As.

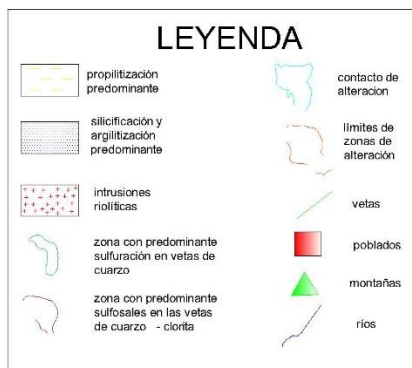
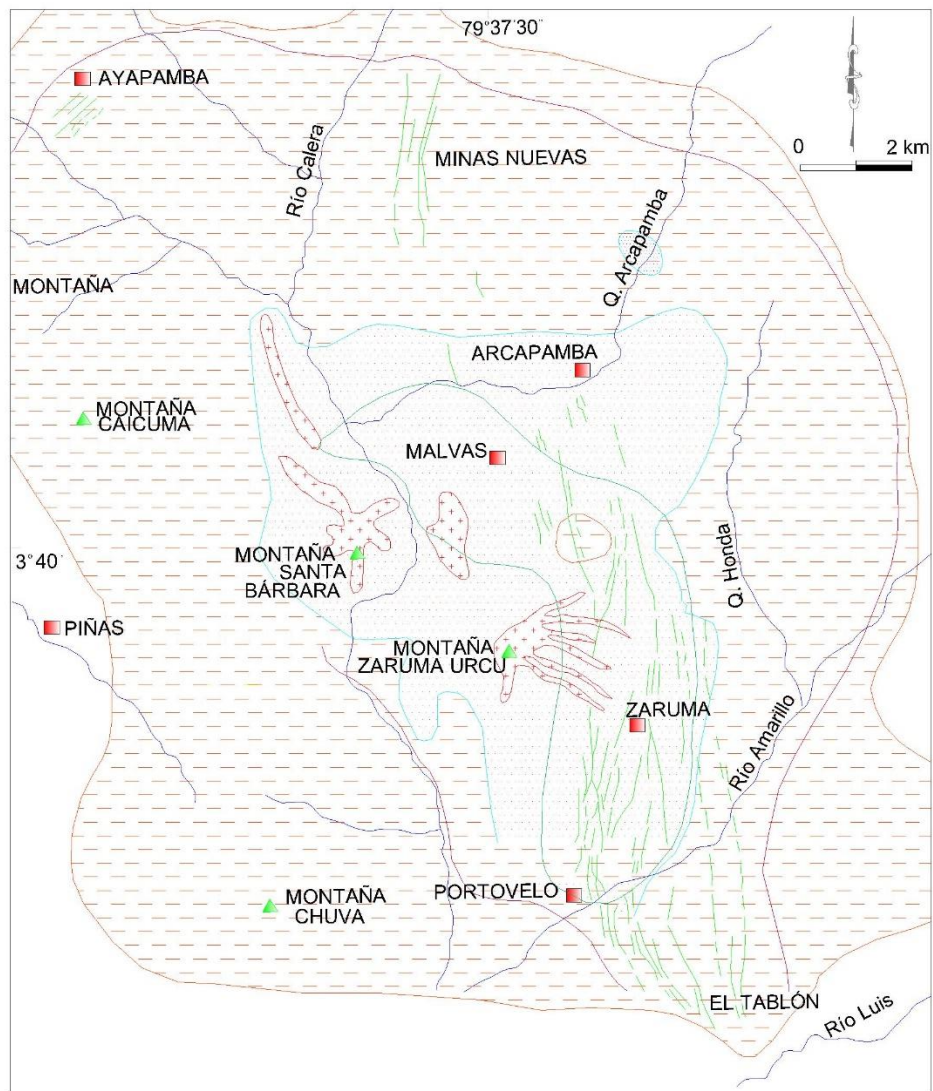
Esta alteración puede denominar grandes volúmenes de rocas y no estar relacionada con depósitos minerales epigenéticos.

Se desarrolla generalmente en zonas externas de las estructuras mineralizadas, aunque predomina la clorita, sulfuros como la pirita se presentan diseminados de manera muy débil, es posible observar ocurrencia de vetillas de calcita, su ensamble de minerales es clorita, epidota, calcita y pirita. La sericita suele presentarse, pero en porcentajes mucho menores. Tipo de alteración hidrotermal predominante en las vetas “San José” y “La “Arenosa”.

4.1.4.4 Sericitización

Alteración hidrotermal que localmente suele encontrarse en la caja y techo de estructuras mineralizadas, además de ser observable en rocas que se encuentran en contacto con fallas de tonalidades generalmente blanquecinas. (rellenos de falla) Tipo de alteración hidrotermal presente en la veta “San José”, sector centro.

Se observa mineral de sericita principalmente y no es tan frecuente la ocurrencia de la pirita. Como producto de alteración de silicatos se origina un mosaico de cuarzo-sericita que en algunos casos destruye la estructura original de la roca. (Chuctaya, 2016)



 Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Naturales 		
TRABAJO DE TITULACIÓN: LUIS SATIÁN BALÓN.		
Contiene : <i>Alteraciones del área de estudio Portovelo</i>	MAPA: 5	Escala: Gráfica
Fecha: 01 - 07 - 2019	Digitalización: LUIS SATIÁN BALÓN	Dirección: ALEJANDRO ZAMBRANO
Fuente: Paladines A. y García M.		

Figura 60. Mapa de alteraciones hidrotermales de la zona de estudio. Tomado de Informe de Producción Minera Blacio Aguilar.

4.1.4.5 Caracterización de las condiciones de formación del depósito

Los filones mineralizados de Au-Ag y de sulfuros de metales base (Cu, Fe, Zn, Pb) se formaron durante la actividad del arco continental magmático del Terciario Superior, en el SO del Ecuador, específicamente en la corteza del terreno Chaucha. Los productos calco-alcalinos del grupo Saraguro, que incluye a la Unidad Portovelo integrada por las series Muluncay, Portovelo y Faique (Billingsley 1926) se formaron durante el volcanismo subaéreo del Eoceno Superior.

La actividad magmática y la mineralización filoneana de estilo epitermal Au-Ag en todo el distrito y el proceso de mineralización de estilo pórfiro de Cu en la sección NE del sistema Minas Nuevas-Muluncay (Pórfiro El Poglio) se desarrollaron en un marco estructural de régimen distensivo regional en un intervalo de 10 y 48 Ma bajo un ambiente intraplaca.

Los movimientos transcurrentes de las fallas Puente-Busa Palestina y Piñas-Portovelo están relacionados a la formación de andesita y riolita de la Serie Portovelo y el Pórfiro El Poglio. Consecuentemente fracturas tensionales en la zona de cizalla dilatacional junto al estado de esfuerzo de carácter distensivo regional que estuvo favorecido por perturbaciones térmicas y tectónicas además de presiones de fluidos hidrotermales provenientes de intrusiones cercanas, originaron sitios de discontinuidad que adecuaron el sistema de fallas que alojan filones mineralizados en forma de duplexes.

En los mecanismos de cristalización y fraccionamiento magmático los elementos químicos incompatibles formadores de mena no se incorporaron en los minerales durante la cristalización, sino que permanecieron en mezcla fundida hasta las etapas finales de evolución magmática. De forma tardía o ligeramente simultánea los fluidos magmáticos hidrotermales enriquecidos se combinaron con Fe, Cu, Zn, Pb y Au junto a fluidos meteóricos provocando así la precipitación de los sulfuros y metales preciosos como el Au.

La adición de fluidos meteóricos originó un incremento en el proceso de oxidación con la desestabilización del ligante HS, dando lugar a la depositación de metales como Au, Cu, Ag que posiblemente formaban complejos bisulfurados en este

estadio de evolución. Se encuentra vinculada también la magnetita y hematita en forma de fases accesorias hipóginas comunes encontradas en las porciones crustiformes de los filones.

Los contactos entre las litologías permeables y el intrusivo junto a las fracturas extensionales constituyeron la canalización y vías de ascenso para los fluidos magmáticos hidrotermales, de esta manera la fase hidrotermal tuvo lugar al final del episodio magmático, que se desarrolló en un intervalo entre 48 y 10 Ma.

El hidrotermalismo empieza desarrollando procesos de alteración propilítica en la roca de caja de composición andesítica, sumando silisificación durante el estadio e1, luego para continuar con el estadio 2 se produjo gradualmente alteración argílica intermedia o subpropilítica, con formación de vetas y venillas que dieron lugar a stockworks. La generación de depósitos y circulación de las soluciones transcurrió en un sistema abierto y bajo un régimen distensivo de fracturas extensionales orientadas principalmente a 345°.

En los lugares donde las rocas andesíticas presentaron mayor debilidad estructural, la presión de fluidos venció la cohesividad de rocas y la presión litostática, generando mediante brechamiento conductos tabulares para el escape de las soluciones. Los pórfiro son rocas intrusivas sub-superficiales con textura porfirítica y no necesariamente cuerpos porfíricos de Au-Cu a 1 km de profundidad (Bonilla,2009).

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

La investigación realizada en la zona de estudio definió estructuras mineralizadas en forma de vetas con orientación preferencial N-S y ligeras variaciones NO-SE y NE-SO y zonas de falla con orientación preferencial SE, confirmando el modelo estructural definido para el distrito minero Zaruma - Portovelo según (Bonilla, 2009).

La mineralización de la veta “San José” está dominada por sulfuros de cobre, sulfuros de hierro, óxidos y silicatos. La alteración de minerales de cobre dio lugar a la formación de carbonatos.

Se encontraron estructuras tipo stockworks que aparecen en la veta “San José” producto de un fracturamiento no tan amplio para el relleno de soluciones mineralizantes por consiguiente no se forman vetas sino vetillas de pocos milímetros de espesor que no representan mineral económicamente rentable.

La mineralización en la veta “San José” está relacionada a las texturas de relleno crustiforme y coloforme donde las leyes minerales fueron mayores en relación y comparación a la veta “La Arenosa”.

La mineralización en la veta “La Arenosa” presenta un porcentaje menor de carbonatos, los óxidos son más frecuentes en relación a la veta “San José” mientras que sulfuros de cobre y hierro aparecen en porcentajes bajos.

La evaluación de los resultados del análisis químico de los elementos Au, Ag y Cu realizados por muestreos en las vetas “San José” y “La Arenosa” definen a la veta “San José” como la estructura mineral que representa mayor interés económico en relación a la veta “La Arenosa” donde las leyes minerales para los tres elementos analizados fueron relativamente más bajas.

La interpretación de análisis mineralógico definió la paragénesis de las vetas “San José” y “La Arenosa” caracterizada por los minerales cuarzo, calcopirita, pirita,

esfalerita, y en menor proporción hematita, bornita, covelina y calcosina confirmando y relacionando la hipótesis de (Bonilla, 2009) que describe como minerales primarios de mena a la pirita, calcopirita, bornita, galena junto a la tetraedrita-tennatita, plata, oro y como minerales de enriquecimiento secundario como la covelina y la calcosina con el cuarzo como mineral dominante de ganga.

Las vetas “San José” y “La Arenosa” se formaron a poca profundidad en relación a la superficie, (Guilbert y Park, 1986) definen a los yacimientos que se forman bajo esta condición como depósitos epitermales producto de volcanismo con actividad hidrotermal que se da a poca profundidad y bajas temperaturas.

En los depósitos de baja sulfuración predominan las vetas asociadas estructuras tipo stockworks (Bonilla, 2009). En la veta “San José” en base a este tipo de estructuras se caracterizó este yacimiento como un depósito epitermal de baja sulfuración (Arribas y Hedenquist, 2000).

Se definen 2 tipos de alteración hidrotermal para las estructuras mineralizadas que son motivo de estudio: alteración argílica en la veta “La Arenosa” representada por la presencia de minerales arcillosos y alteración propilítica para la veta “San José” donde la epidota y plagioclasas alteradas son indicios de este tipo de alteración.

Los resultados de análisis químico de laboratorio para Au y Ag expresado en g/ton además de Cu en % para la veta “San José” son más representativos en relación a la veta “La Arenosa” debido a un mayor porcentaje de mineralogía presente constituida principalmente por sulfuros de cobre y hierro, óxidos, carbonatos y silicatos.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda mantener actualizada la base topográfica subterránea en los frentes de trabajo de las vetas “San José” y “La Arenosa” con el objetivo de controlar los avances en las labores de trabajo y planificar proyectos que definan la exploración para búsqueda de nuevas estructuras mineralizadas.

Continuar a medida que avancen los trabajos de explotación con la documentación de mapas geológicos de las vetas “San José” y “La Arenosa” y su respectiva interpretación realizando la evaluación y elaboración de criterios como posible solución a situaciones que puedan interrumpir el normal seguimiento para la explotación de las estructuras mineralizadas.

Se recomienda efectuar constantes muestreos channel sampling y grab sampling para análisis químico en las vetas “San José” y “La Arenosa” para mantener un control continuo y una correcta selección del material que se extrae en cada frente de trabajo.

Para la planificación de nuevos frentes de trabajo con objetivo de extracción de material de mena, se recomienda la valoración de los resultados de análisis químicos en Au, Ag en (g/ton) y Cu en % antes de la ejecución de labores que permitan la extracción del mineral.

Se recomienda realizar pozos, subniveles y rebajes donde los estudios geológicos y análisis geoquímicos de muestreos en las vetas tengan relación de interés de tal manera que el impacto siempre sea económicamente positivo para la empresa.

Debería considerarse lugares de interés para la explotación y extracción de material en vetas donde se presenten las texturas coloforme y crustiformes complementando su asociación con el cuarzo cristalino, la magnetita y la esfalerita considerando también que en las zonas de brecha donde exista una significativa concentración de minerales de cobre es factible la extracción de material con una correcta explotación selectiva.

REFERENCIAS

- Albuja, J.V.,2017**, Caracterización geológica y cálculo de reservas de la Veta Jane, en la mina “Golden Comunitaria” de la parroquia Huertas, Cantón Zaruma [Tesis de grado] Quito, Universidad Central del Ecuador.
- Allen J Maynard, Philip, A. - 21st October 2005**, Independent geological evaluation, Zaruma Project, El Oro Province, Ecuador prepared for Dynasty Metals & Mining Inc. For submission to the tsx venture exchange.
- Añazco, J.P., 2017**, Paragénesis de las vetas del sector Minas Nuevas, “O Nivel”, ubicado en el distrito aurífero-polimetálico Portovelo-Zaruma [Tesis de grado] Quito, Universidad Central del Ecuador.
- Berrezueta, E., Ordoñez, B., Bonilla, W., Banda, R., Castroviejo, R., Carrión, P., Puglla, S.,2016**, Ore Petrography Using Optical Image Analysis: Application to Zaruma-Portovelo Deposit (Ecuador) Geosciences,23p.
- Bonilla, W. 2009**, Metalogenia del distrito minero Zaruma-Portovelo, República del Ecuador, [Ph.D. thesis]: Buenos Aires, Universidad de Buenos Aires, 219 p.
- Ccohuata, J.A., 2016**, Estudio listoestructural, impacto ambiental y evaluación de riesgos en Minera Paraíso-Azuay-El Oro-Ecuador, [Tesis de grado] Arequipa, Universidad Nacional de San Juan de Arequipa.
- Chuqui, R.G., 2018**, Zonificación metalogénica de vetas de los sectores M y R de la mina Goldmins, ubicada en la parroquia Malvas, cantón Zaruma de la Provincia de El Oro Portovelo [Tesis de grado] Quito, Universidad Central del Ecuador.
- Crespo, J.W., 2007**, Elección del sistema de explotación del Bloque R Norte de la veta Santa Ana, Distrito minero Zaruma-Portovelo [Tesis de grado] Guayaquil, Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Corbett, G., 2017**, Epithermal Gold - Silver and Porphyry Copper - Gold exploration- Short course manual: Corbett Geology, section 1, 19 p.
- Demoustier, A., Castroviejo, R., Charlet, JM.,1998**, Clasificación textural del cuarzo epitermal (Au-Ag) de relleno filoneano del área volcánica del Cabo de Gata, Almería, España: Boletín Geológico y Minero, Vol. 109-5 y 6 p.29-48.

Echeveste, H., Del Blanco., Bodaño., 2014, Atlas de minerales opacos, La Plata, Argentina, Universidad Nacional de La Plata, 76p.

Estruch, M., Tapia, A.,2010, Topografía subterránea para minería y obras, Catalunya, España, Edicions UPC, 444P.

García, M., Andrade, X., Mejía, V., Cuenca, J., Déleg, N., Vásquez, F., 2014, Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Zaruma, El Oro, Zaruma: GAD Municipal, 328 p.

Kalinaj (2004) Mapa geológico regional del distrito Zaruma-Portovelo.

Marshall, D., Mumin, H., Anglin C.D., 2004, Ore Mineral Atlas: Geological Association of Canada, Mineral Deposits Division, 112 p.

Maynard, A.J., 2005, Independent Geological Evaluation, Zaruma-Portovelo Project, El Oro Province, Ecuador, Technical report prepared for Dynasty Metals & Mining.

Mineralogy and Formation Conditions of Portovelo-Zaruma Gold-Sulphide Vein Deposit, Ecuador.

Mora, G., 2008, Explotación Minera Cantones Zaruma y Portovelo Provincia de El Oro, Quito ,134p.

Morocho, A.L., 2018, Caracterización geológica de las vetas Uno, Gloria de Dios y Ranfla, en la mina Sociedad Civil Minera “Gloria de Dios” de la parroquia Ayapamba, cantón Atahualpa, Provincia de El Oro [Tesis de grado] Quito, Universidad Central del Ecuador.

Ordoñez, C.C.,2016, Estudio geológico estructural de la galería principal de acceso y transporte, denominada “Mina a la carretera” del área minera “Miranda alto” Código 481 del cantón Zaruma provincia del El Oro-ecuador [Tesis de grado] Loja, Universidad Nacional de Loja.

Paladines, A., y Rosero, 1996, Zonificación mineralogénica del Ecuador: Quito, Ecuador, Laser.

Paladines, A., Soto, J., 2010, Geología y Yacimientos minerales del Ecuador: Loja, Universidad de Loja, 312 p.

Pérez, J.M., 2019, Particularidades geológicas y mineralógicas de los cerros Zaruma Urcu y Santa Bárbara, Distrito minero Zaruma-Portovelo, Provincia de El Oro Portovelo [Tesis de grado] Guayaquil, Universidad de Guayaquil.

PRODEMINCA, 2000, Depósitos porfídicos y epi-mesotermiales relacionados con intrusiones de las Cordilleras Occidental y Real: Evaluación de Distritos Mineros del Ecuador, Quito, Ecuador.

Ramayo, L., 2001, Texturas de los minerales del grupo de la sílice de la manifestación epitermal El Rifle-Hato Viejo, Región de Moa: Clasificación, descripción e implicaciones genéticas, Cuba: Revista Minería y Geología, Vol. XVI II, No. 1, p. 21 – 29.

Segura, I.S., Turner, M.L., 2018, Evaluación geológica y mineralógica para la determinación de zonas potenciales auríferas en el sector del Río Piloto, cantón Santa Rosa, provincia El Oro, Ecuador. [Tesis de grado] Guayaquil, Universidad de Guayaquil.

Smirnov, V. I., 1982, Geología de Yacimientos Minerales.

Taylor, R., 2009, Ore textures, recognition and interpretation, Springer Science, Queensland, Australia, 288p.

Tutivén, J.A., 2017, Determinación de las asociaciones minerales con contenido de oro en la veta hidrotermal del distrito minero Zaruma-Portovelo [Tesis de grado] Guayaquil, Universidad de Guayaquil.

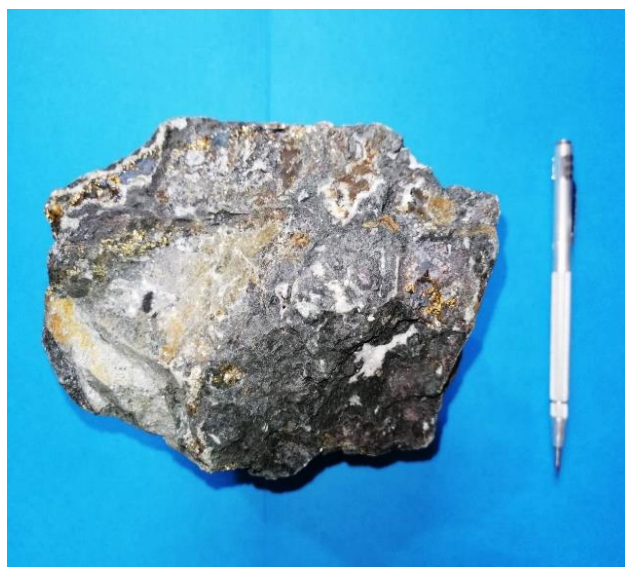
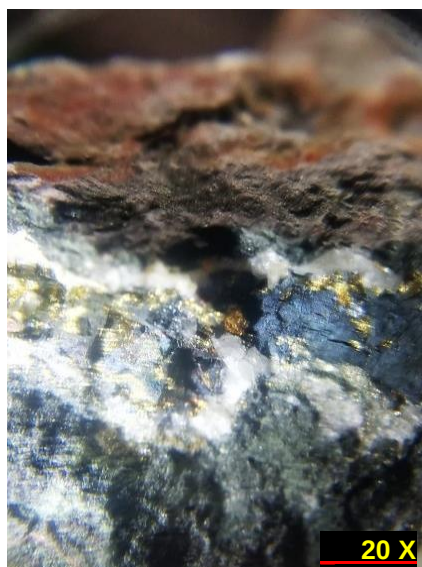
Vikentyev, I., Banda, R., Tsepin, A., Prokofiev, V., and Vikentyeva, O., 2005, Mineralogy and formation conditions of Zaruma-Portovelo gold sulphide vein deposit, Ecuador, Bulgaria Academy of Science, Geochemistry, Mineralogy and Petrology.

Zavala, C.J., 2014, Diseño de excavación de la galería principal de acceso a la mina “Reina del Cisne”, Distrito Minero Portovelo-Zaruma, Cantón Zaruma, Provincia de El Oro Portovelo [Tesis de grado] Quito, Universidad Central del Ecuador.

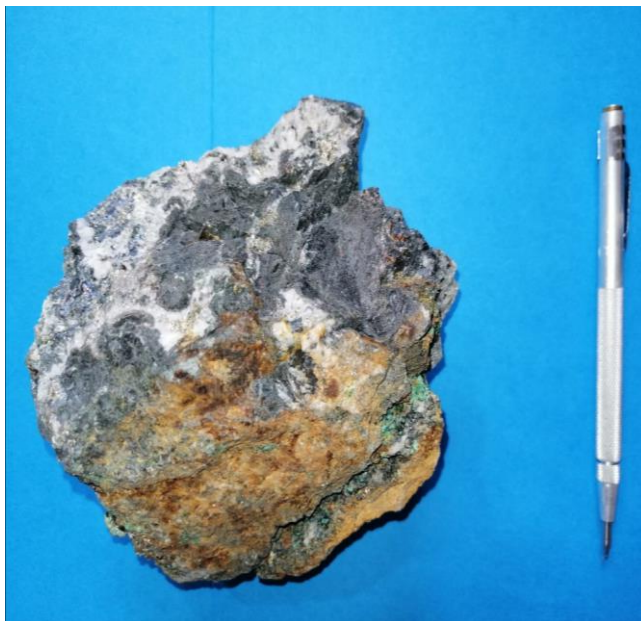
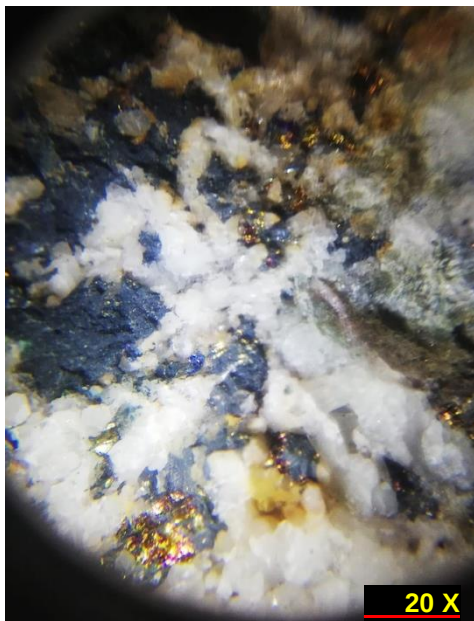
ANEXOS

Anexo 1. Descripción macroscópica de muestras de mano para las vetas "San José" y "La Arenosa"

DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA SAN JOSÉ NORTE			
Autor:	Luis Satián B		
Fecha:	14-03-2019		
Código de muestra:	VSN-001 COORDENADAS : X 653855 Y 9594430		
Tipo de roca:	Ígnea extrusiva		
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular	Roca encajante: Andesita		
Minerales de Mena	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Calcopirita	20%	Color amarillo latón, raya negro verdosa, brillo metálico y opaco ,fractura irregular .
	Bornita	10%	Color púrpura, raya negro grisáceo, brillo metálico opaco, iridiscente y fractura concoidal.
	Calcosina	10%	Color oscuro y grisáceo, raya negra, brillo metálico, opaco, fractura concoidal.
	Pirita	20%	Color amarillo latón pálido, raya negra, brillo metálico ,opaco, fractura concoidal ,presenta maclas.
	Cuprita	10%	Color rojo pardo, raya roja y pardo ,brillo submetálico y ,opaco, fractura concoidal.
Minerales de ganga:	Cuarzo	30%	Color transparente ,raya blanca , brillo vítreo y traslucido ,fractura concoidal.
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo metálico, submetálico y vítreo. Diapfanidad: Minerales Opacos y transparentes. Minerales con foliación y fracturas. Tenacidad: Frágil y Flexible. Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo.		
	Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm. Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriadados. Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos. Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina. Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos. Agregados cristalinos: Masivos y granulares. Clases minerales presentes: Sulfuros, Óxidos, Silicatos.		



DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA SAN JOSÉ NORTE			
Autor:	Luis Satián B		
Fecha:	14-03-2019		
Código de muestra:	VSN-002	COORDENADAS : X 653849 Y 9594454	
Tipo de roca:	Ígnea extrusiva		
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular	Roca encajante: Andesita		
Minerales de Mena	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Calcopirita	20%	Color amarillo latón, raya negro-verdosa, brillo metálico y opaco, fractura irregular.
	Bornita	10%	Color púrpura, raya negro-grisáceo, brillo metálico, opaco e iridiscente, fractura concoidal e irregular.
	Calcosina	30%	Color negro-grisáceo, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidea, mineral masivo.
	Pirita	10%	Color amarillo latón pálido, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidea e irregular ,maclado característico.
	Cuprita	10%	Color rojo pardo, raya roja y pardo, brillo submetálico y, opaco, fractura concoidea e irregular.
	Malaquita	10%	Color verde, raya verde claro, brillo sedoso y vítreo, fractura concoidea e irregular .
	Minerales de ganga:	Cuarzo	10%
Alteración:	Propilítica	Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo metálico, submetálico y vítreo.		
	Diafanidad: Minerales Opacos y transparentes, Minerales con foliación y fracturas.		
	Tenacidad: Frágil y Flexible.		
	Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo.		
	Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm.		
	Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados.		
	Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos.		
	Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina.		
	Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos.		
	Agregados cristalinos: Masivos y granulares.		
	Clases minerales presentes: Sulfuros, Óxidos, Silicatos, Carbonatos.		



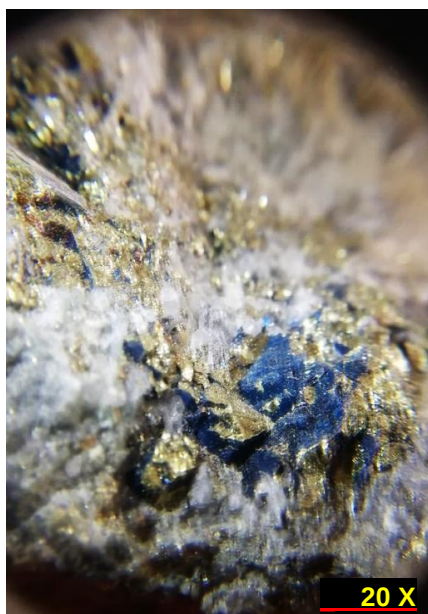
DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA SAN JOSÉ NORTE			
Autor:	Luis Satián B		
Fecha:	14-03-2019		
Código de muestra:	VSN-003	COORDENADAS : X 653848 Y 9594480	
Tipo de roca:	Ígnea extrusiva		
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular	Roca encajante: Andesita		
Minerales de Mena	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Calcopirita	10%	Color amarillo latón, raya negro-verdosa, brillo metálico y opaco, fractura irregular.
	Bornita	10%	Color púrpura, raya negro grisáceo, brillo metálico, opaco e iridiscente, fractura concoideal e irregular.
	Calcosina	30%	Color oscuro y grisáceo, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidea, mineral masivo.
	Pirita	10%	Color amarillo latón pálido ,raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidea e irregular ,maclado característico.
	Malaquita	30%	Color verde ,raya verde claro, brillo sedoso y vítreo ,fractura concoideal e irregular , mineral granular y masivo.
Minerales de ganga:	Cuarzo	10%	Color transparente, raya blanca , brillo vítreo y traslucido ,fractura concoideal ,textura crustiforme.
Alteración:	Propilítica	Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo metálico, submetálico y vítreo.		
	Diafanidad: Minerales Opacos y transparentes, Minerales con foliación y fracturas.		
	Tenacidad: Frágil y Flexible		
	Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo		
	Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm.		
	Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados.		
	Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos.		
	Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina.		
	Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos.		
	Agregados cristalinos: Masivos y granulares.		
	Clases minerales presentes: Sulfuros, Óxidos, Silicatos, Carbonatos.		



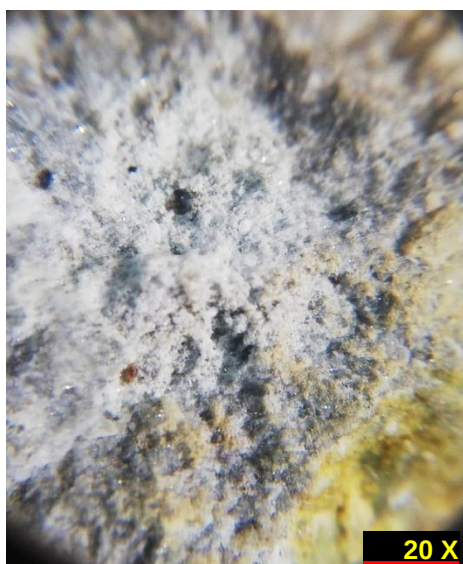
DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA SAN JOSÉ NORTE			
Autor:	Luis Satián B		
Fecha:	14-03-2019		
Código de muestra:	VSN-004	COORDENADAS : X 653847 Y 9594504	
Tipo de roca:	Ígnea extrusiva		
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular	Roca encajante: Andesita		
Minerales de Mena	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Pirita	40%	Color amarillo latón pálido, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal, maclado característico.
Minerales de ganga:	Cuarzo	30%	Color transparente ,raya blanca , brillo vítreo y traslúcido ,fractura concoidal.
	Otros	30%	Minerales constituyentes de andesita.
Alteración:		Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo metálico, submetálico y vítreo. Diafanidad: Minerales Opacos y transparentes. Minerales con foliación y fracturas. Tenacidad: Frágil y Flexible. Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo.		
	Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm. Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados. Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos. Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina. Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos. Agregados cristalinos: Masivos y granulares. Clases minerales presentes: Sulfuros, Óxidos, Silicatos. *Matriz mayormente silíceo , plagioclasas, horrendas, piroxenos como minerales secundarios de roca encajante .		



DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA SAN JOSÉ NORTE			
Autor:		Luis Satián B	
Fecha:		14-03-2019	
Código de muestra:		VSN-005	
Tipo de roca:		Ígnea extrusiva	
		COORDENADAS : X 653842 Y 9594528	
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular		Roca encajante: Andesita	
Minerales de Mena	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Calcopirita	40%	Color amarillo latón ,raya negro verdosa, brillo metálico y opaco, fractura irregular.
	Bornita	5%	Color púrpura, raya negro grisáceo, brillo metálico, opaco e iridiscente, fractura concoidal e irregular.
	Covelina	10%	Color azul índigo, raya gris, brillo terroso, resinoso y opaco, fractura irregular ,mineral presenta exfoliación.
	Pirita	5%	Color amarillo latón pálido, raya negra, brillo metálico y opaco ,fractura concoidal e irregular ,maclado característico .
	Cuprita	5%	Color rojo pardo, raya roja y pardo, brillo submetálico y opaco, fractura concoidal e irregular.
	Malaquita	10%	Color verde, raya verde claro, brillo sedoso y vítreo, fractura concoidal, irregular y granular.
Minerales de ganga:	Cuarzo	25%	Color transparente, raya blanca , brillo vítreo, traslúcido ,fractura concoidal.
Alteración:	Propilítica	Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo metálico, submetálico y vítreo. Diafanidad: Minerales Opacos y transparentes, Minerales con foliación y fracturas. Tenacidad: Frágil y Flexible. Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo.		
	Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm. Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados. Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos. Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina. Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos. Agregados cristalinos: Masivos y granulares. Clases minerales presentes: Sulfuros, Óxidos, Silicatos, Carbonatos.		



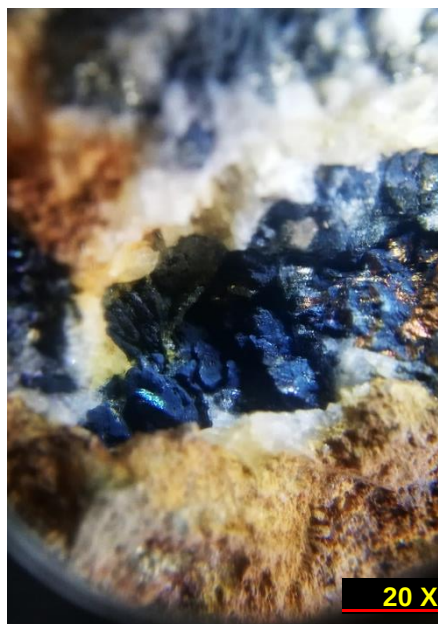
DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA SAN JOSÉ NORTE			
Autor:		Luis Satián B	
Fecha:		16-03-2019	
Código de muestra:		VSN-006	
Tipo de roca:		Ígnea extrusiva	
COORDENADAS : X 653841 Y 9594553			
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular		Roca encajante: Andesita	
Minerales presentes	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Plagioclasas	20%	Color blanco , gris y amarillento, raya blanca , brillo vítreo , nacarado, traslucido y opaco .
	Piroxenos	20%	Brillo vítreo , ocurrencia en forma de prismas cortos.
	Feldespatos	10%	Blancos e incoloros, raya blanca, brillo vítreo, formas prismáticas y tabulares, granulares y masivas, fractura irregular y concoidal.
	Pirita	10%	Color amarillo latón pálido, raya negra, brillo metálico y opaco ,fractura concoidal, maclado característico.
	Cuarzo	40%	Color transparente ,raya blanca , brillo vítreo y traslúcido ,fractura concoidal.
Alteración:		Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:		Propilítica	
Brillo: Minerales de brillo no metálico y vítreo. Diafanidad: Minerales Opacos y transparentes. Minerales con foliación y fracturas. Tenacidad: Frágil y Flexible. Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo. Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm. Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados. Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos. Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina. Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos. Agregados cristalinos: Masivos y granulares. Clases minerales presentes: Silicatos.			



DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA SAN JOSÉ NORTE			
Autor:	Luis Satián B		
Fecha:	16-03-2019		
Código de muestra:	VSN-007	COORDENADAS : X 653839 Y 9594578	
Tipo de roca:	Ígnea extrusiva		
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular	Roca encajante: Andesita		
Minerales de Mena	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Calcopirita	20%	Color amarillo latón ,raya negro verdosa, brillo metálico y opaco, fractura irregular.
	Bornita	5%	Color púrpura, raya negro grisáceo, brillo metálico, opaco e iridiscente, fractura concoidal e irregular .
	Calcosina	20%	Color oscuro y grisáceo, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidea y masiva.
	Pirita	10%	Color amarillo latón pálido, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidea e irregular ,maclado característico.
	Cuprita	5%	Color rojo pardo, raya roja y pardo, brillo submetálico y opaco, fractura concoidea e irregular.
	Malaquita	5%	Color verde, raya verde claro, brillo sedoso y vítreo, fractura concoidea, irregular y granular.
	Hematita	2%	Color rojo ,raya roja ,brillo metálico y opaco, fractura concoidea, pequeña microvetilla.
	Covelina	3%	Color azul índigo, raya gris, brillo terroso, resinoso y opaco, fractura irregular ,mineral presenta exfoliación.
Minerales de ganga:	Cuarzo	30%	Color transparente, raya blanca , brillo vítreo y traslucido ,fractura concoidea.
Alteración:	Propilítica	Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo metálico, submetálico y vítreo. Diafanidad: Minerales Opacos y transparentes. Minerales con foliación y fracturas. Tenacidad: Frágil y Flexible. Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo. Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm. Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados. Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos. Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina. Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos. Agregados cristalinos: Masivos y granulares. Clases minerales presentes: Sulfuros, Óxidos, Silicatos, Carbonatos.		



DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA SAN JOSÉ NORTE			
Autor:	Luis Satián B		
Fecha:	19-03-2019		
Código de muestra:	VSN-008	COORDENADAS : X 653835 Y 9594603	
Tipo de roca:	Ígnea extrusiva		
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular	Roca encajante: Andesita		
Minerales de Mena	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Calcopirita	30%	Color amarillo latón, raya negro-verdosa, brillo metálico y opaco, fractura irregular.
	Bornita	20%	Color púrpura, raya negro-grisáceo, brillo metálico, opaco e iridiscente, fractura concoidal e irregular.
	Calcosina	10%	Color oscuro y grisáceo, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal, mineral masivo.
	Pirita	10%	Color amarillo latón pálido, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal e irregular ,presenta maclas.
	Limonita	10%	Color pardo amarillento, raya parda amarillenta, brillo terroso, fractura irregular y granular.
	Covelina	10%	Color azul índigo, raya gris, brillo terroso , resinoso y opaco, fractura irregular ,mineral presenta exfoliación.
Minerales de ganga:	Cuarzo	10%	Color transparente, raya blanca , brillo vítreo y traslúcido ,fractura concoidal.
Alteración:	Propilítica	Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo metálico, submetálico y vítreo.		
	Diafanidad: Minerales Opacos y transparentes, Minerales con foliación y fracturas.		
	Tenacidad: Frágil y Flexible.		
	Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo.		
	Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm.		
	Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados.		
	Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos.		
	Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina.		
	Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos.		
	Agregados cristalinos: Masivos y granulares.		
	Clases minerales presentes: Sulfuros, Óxidos, Silicatos.		



DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA SAN JOSÉ NORTE			
Autor:	Luis Satián B		
Fecha:	20-03-2019		
Código de muestra:	VSN-010	COORDENADAS : X 653835 Y 9594653	
Tipo de roca:	Ígnea extrusiva		
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular	Roca encajante: Andesita		
Minerales de Mena	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Pirita	20%	Color amarillo latón pálido, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal e irregular ,maclado característico.
	Limonita	20%	Color pardo amarillento, raya parda amarillenta, brillo terroso ,fractura irregular y granular.
	Goethita	10%	Color pardo rojizo, raya pardo amarillenta, brillo mate y opaco.
Minerales de ganga:	Cuarzo	50%	Color transparente, raya blanca , brillo vítreo y traslucido ,fractura concoidal.
Alteración:	Propilítica	Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo metálico, submetálico y vítreo. Diaphanidad: Minerales Opacos y transparentes. Tenacidad: Frágil y Flexible. Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo y paramagnetismo.		
	Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm. Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados. Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos. Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina. Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos. Agregados cristalinos: Masivos y granulares. Clases minerales presentes: Sulfuros, Óxidos, Silicatos.		
*Halo de alteración de veta , asociado a mineralización tipo stockwork con vetillas de cuarzo entre 1 y 2 mm de potencia.			



DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA SAN JOSÉ NORTE			
Autor:	Luis Satián B		
Fecha:	20-03-2019		
Código de muestra:	VSN-011	COORDENADAS : X 653830 Y 9594677	
Tipo de roca:	Ígnea extrusiva		
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular	Roca encajante: Andesita		
Minerales de Mena	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Calcopirita	5%	Color amarillo latón ,raya negro-verdosa ,brillo metálico y opaco, fractura irregular.
	Bornita	5%	Color púrpura, raya negro-grisáceo, brillo metálico, opaco e iridiscente, fractura concoidal e irregular.
	Calcosina	15%	Color oscuro y grisáceo ,raya negra ,brillo metálico y opaco, fractura concoidal, mineral masivo.
	Pirita	40%	Color amarillo latón pálido ,raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal e irregular ,maclado característico.
	Limonita	5%	Color pardo amarillento, raya parda amarillenta, brillo terroso, fractura irregular y granular.
	Malaquita	5%	Color verde, raya verde claro, brillo sedoso y vítreo, fractura concoidal, irregular y granular.
	Covelina	5%	Color azul índigo ,raya gris, brillo terroso , resinoso y opaco, fractura irregular , mineral presenta exfoliación.
Minerales de ganga:	Cuarzo	20%	Color transparente, raya blanca , brillo vítreo y traslucido ,fractura concoidal.
Alteración:	Propilítica	Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo metálico, submetálico y vítreo.		
	Diafanidad: Minerales Opacos y transparentes. Minerales con foliación y fracturas.		
	Tenacidad: Frágil y Flexible.		
	Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo.		
	Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm.		
	Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados.		
	Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos.		
	Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina.		
	Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos.		
	Agregados cristalinos: Masivos y granulares.		
	Clases minerales presentes: Sulfuros, Óxidos, Silicatos, Carbonatos.		



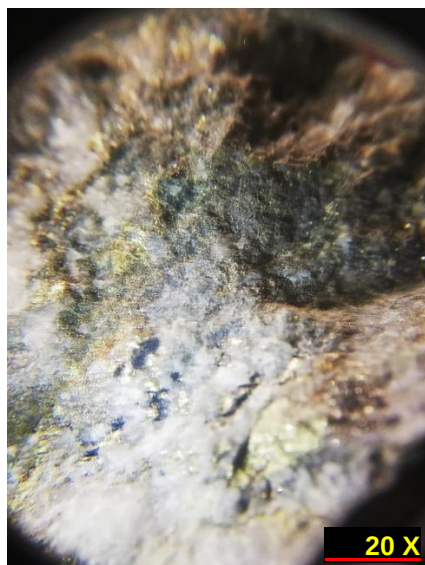
DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA SAN JOSÉ NORTE			
Autor:	Luis Satián B		
Fecha:	16-03-2019		
Código de muestra:	VSN-012	COORDENADAS : X 653817 Y 9594700	
Tipo de roca:	Ígnea extrusiva		
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular	Roca encajante: Andesita		
Minerales presentes	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Plagioclasas	20%	. Color blanco , gris y amarillento, raya blanca , brillo vítreo , nacarado, traslucido y opaco
	Piroxenos	20%	Brillo vítreo , ocurrencia en forma de prismas cortos.
	Feldespatos	10%	Blancos e incoloros, raya blanca, brillo vítreo, formas prismáticas y tabulares, granulares y masivas, fractura irregular y concoidal.
	Pirita	10%	Color amarillo latón pálido, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal e irregular ,maclado característico.
	Cuarzo	40%	Color transparente, raya blanca, brillo vítreo, traslúcido, fractura concoidea. Variedad mineral de cuarzo lechoso en vetilla deformada por esfuerzos de compresión
Alteración:	Propilítica	Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo no metálico y vítreo. Diafanidad: Minerales Opacos y transparentes. Minerales con foliación y fracturas. Tenacidad: Frágil y Flexible. Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo. Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm. Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados. Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos. Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos Agregados cristalinos: Masivos y granulares. Clases minerales presentes: Silicatos.		



DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA SAN JOSÉ NORTE			
Autor:	Luis Satián B		
Fecha:	09-04-2019		
Código de muestra:	VSN-013	COORDENADAS : X 653823 Y 9594724	
Tipo de roca:	Ígnea extrusiva		
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular	Roca encajante: Andesita		
Minerales de Mena	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Pirita	40%	Color amarillo latón pálido, raya negra ,brillo metálico y opaco, fractura concoidal ,maclado característico .
	Limonita	38%	Color pardo amarillento, raya parda amarillenta, brillo terroso, fractura irregular, ocurrencia mineral granular.
Minerales de ganga:	Cuarzo	20%	Color transparente, raya blanca, brillo vítreo y traslúcido, fractura concoidal. Cristales de mineral tipo drusas.
Alteración:	Argílica	Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo metálico, submetálico y vítreo. Diafanidad: Minerales Opacos y transparentes. Minerales con foliación y fracturas. Tenacidad: Frágil y Flexible. Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo.		
	Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm. Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados. Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos. Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina. Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos. Agregados cristalinos: Masivos y granulares. Clases minerales presentes: Sulfuros, Óxidos, Silicatos.		
*Halo de alteración mineralizado ,vetillas de cuarzo tipo stockwork, roca de caja con mayor volumen en la muestra y mineralización diseminada .			



DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA SAN JOSÉ NORTE			
Autor:	Luis Satián B		
Fecha:	21-03-2019		
Código de muestra:	VSN-014	COORDENADAS : X 653828 Y 9594749	
Tipo de roca:	Ígnea extrusiva		
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular	Roca encajante: Andesita		
Minerales de Mena	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Calcopirita	30%	Color amarillo latón, raya negro verdosa, brillo metálico y opaco, fractura irregular.
	Bornita	5%	Color púrpura, raya negro grisáceo, brillo metálico, opaco e iridiscente, fractura concoidal e irregular.
	Calcosina	15%	Color oscuro y grisáceo ,raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal, mineral masivo.
	Pirita	10%	Color amarillo latón pálido, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal e irregular ,maclado característico.
	Limonita	10%	Color pardo amarillento, raya parda amarillenta, brillo terroso, fractura irregular y granular.
	Goethita	5%	Color pardo rojizo, raya pardo amarillenta, brillo mate y opaco.
Minerales de ganga:	Cuarzo	25%	Color transparente, raya blanca , brillo vítreo y traslucido ,fractura concoidal.
Alteración:	Propilítica	Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo metálico, submetálico y vítreo. Diafanidad: Minerales Opacos y transparentes. Minerales con foliación y fracturas. Tenacidad: Frágil y Flexible. Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo.		
	Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm. Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados. Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina. Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos. Agregados cristalinos: Masivos y granulares. Clases minerales presentes: Sulfuros, Óxidos, Silicatos.		



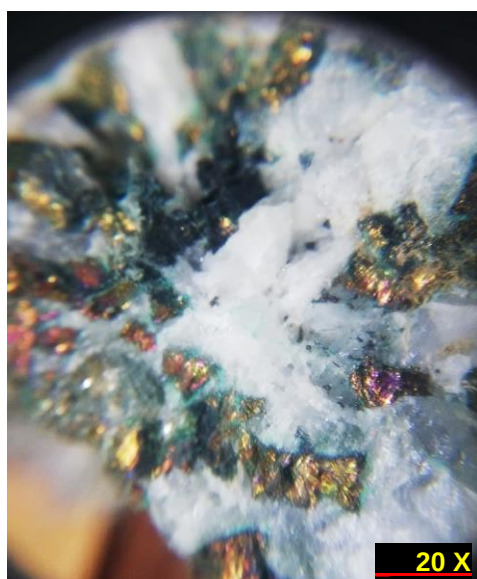
DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA SAN JOSÉ NORTE			
Autor:	Luis Satián B		
Fecha:	21-03-2019		
Código de muestra:	VSN-015	COORDENADAS : X 653828 Y 9594774	
Tipo de roca:	Ígnea extrusiva		
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular	Roca encajante: Andesita		
Minerales de Mena	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Calcopirita	10%	Color amarillo latón, raya negro-verdosa, brillo metálico y opaco, fractura irregular.
	Pirita	10%	Color amarillo latón pálido, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidea e irregular ,maclado característico.
	Limonita	5%	Color pardo amarillento, raya pardo-amarillenta ,brillo terroso, fractura irregular y granular.
	Hematita	5%	Color rojo ,raya roja ,brillo metálico y opaco, fractura concoidea, ocurrencia en pequeña microvetilla.
	Goethita	10%	Color pardo rojizo, raya pardo amarillenta, brillo mate y opaco.
Minerales de ganga:	Cuarzo	20%	Color transparente, raya blanca , brillo vítreo y traslucido ,fractura concoidal.
	Otros	40%	Minerales constituyentes de la andesita.
Alteración:	Propilítica	Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo metálico, submetálico y vítreo.		
	Diafanidad: Minerales Opacos y transparentes, minerales con foliación y fracturas.		
	Tenacidad: Frágil y Flexible.		
	Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo.		
	Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm.		
	Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados.		
	Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos.		
	Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina.		
	Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos.		
	Agregados cristalinos: Masivos y granulares.		
	Clases minerales presentes: Sulfuros, Óxidos, Silicatos.		
	*Halo de alteración mineralizado de la veta principal en roca andesítica ,estructura mineralizada tipo stockwork.		



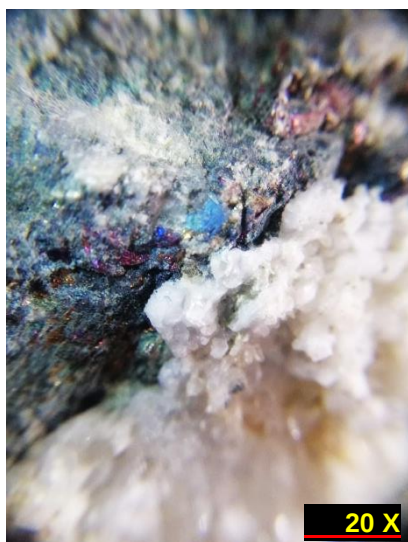
DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA SAN JOSÉ NORTE			
Autor:		Luis Satián B	
Fecha:		21-03-2019	
Código de muestra:		VSN-016	
Tipo de roca:		Ígnea extrusiva	
		COORDENADAS : X 653829 Y 9594799	
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular		Roca encajante: Andesita	
Minerales de Mena	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Calcopirita	10%	Color amarillo latón, raya negro-verdosa, brillo metálico y opaco, fractura irregular .
	Bornita	5%	Color púrpura, raya negro-grisáceo, brillo metálico, opaco e iridiscente, fractura concoidal e irregular.
	Calcosina	10%	Color oscuro y grisáceo, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal, mineral masivo.
	Pirita	40%	Color amarillo latón pálido, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal irregular ,maclado característico.
	Goethita	5%	Color pardo rojizo, raya pardo-amarillenta, brillo mate y opaco.
	Malaquita	5%	Color verde, raya verde claro, brillo sedoso y vítreo, fractura concoidal, irregular y granular.
	Limonita	5%	Color pardo amarillento, raya parda-amarillenta, brillo terroso, fractura irregular y granular.
Minerales de ganga:	Cuarzo	20%	Color transparente, raya blanca , brillo vítreo y traslúcido ,fractura concoidal.
Alteración:	Propilítica	Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo metálico, submetálico y vítreo.		
	Diafanidad: Minerales Opacos y transparentes		
	Minerales con foliación y fracturas		
	Tenacidad: Frágil y Flexible		
	Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo		
	Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm.		
	Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados.		
Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos.			
Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina.			
Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos.			
Agregados cristalinos: Masivos y granulares.			
Clases minerales presentes: Sulfuros, Óxidos, Silicatos, Carbonatos.			



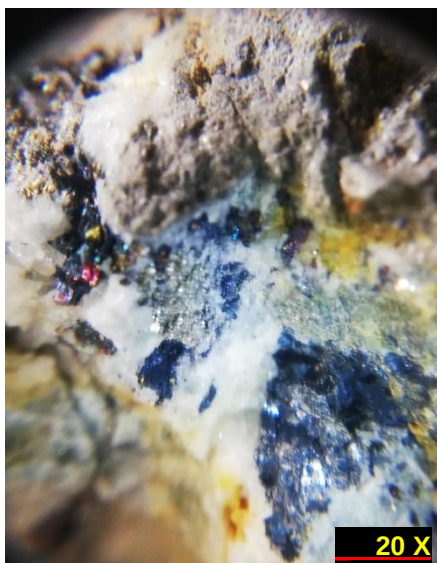
DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA SAN JOSÉ NORTE				
Autor:		Luis Satián B		
Fecha:		21-03-2019		
Código de muestra:		VSN-017		
Tipo de roca:		Ígnea extrusiva		
		COORDENADAS : X 653833 Y 9594823		
Propiedades mineralógicas				
Estructura: Masiva e irregular		Roca encajante: Andesita		
Minerales de Mena	Nombre	Porcentaje	Características distintivas	
	Calcopirita	10%	Color amarillo latón ,raya negro-verdosa, brillo metálico y opaco, fractura irregular .	
	Bornita	5%	Color púrpura, raya negro-grisácea, brillo metálico, opaco e iridiscente, fractura concoidal e irregular.	
	Calcosina	10%	Color oscuro y grisáceo, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal, mineral masivo.	
	Pirita	40%	Color amarillo latón pálido, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal e irregular ,maclado característico.	
	Malaquita	10%	Color verde, raya verde claro, brillo sedoso y vítreo, fractura concoidal, irregular y granular.	
	Cuprita	5%	Color rojo pardo, raya roja y pardo ,brillo submetálico y opaco, fractura concoidal e irregular.	
Minerales de ganga:		Cuarzo	20%	Color transparente, raya blanca , brillo vítreo y traslucido ,fractura concoidal.
Alteración:		Propilítica	Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:		Brillo: Minerales de brillo metálico, submetálico y vítreo. Diafanidad: Minerales Opacos y transparentes. Minerales con foliación y fracturas. Tenacidad: Frágil y Flexible. Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo. Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm. Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados. Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos. Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina. Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos. Agregados cristalinos: Masivos y granulares. Clases minerales presentes: Sulfuros, Óxidos, Silicatos, Carbonatos. *Muestra representa contacto entre el filón hidrotermal y la roca de caja ,además la presencia de un enclave , xenolito.		



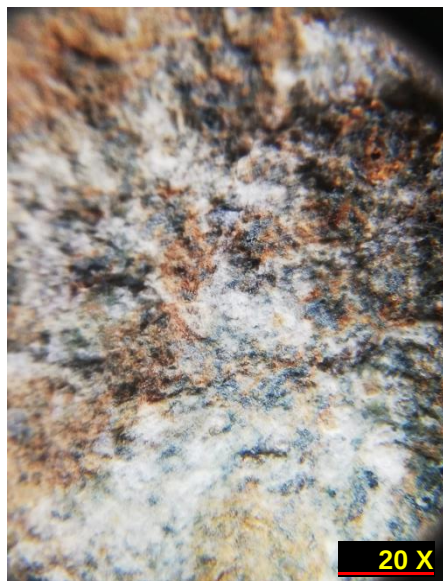
DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA SAN JOSÉ NORTE			
Autor:		Luis Satián B	
Fecha:		09-04-2019	
Código de muestra:		VSN-018	
Tipo de roca:		Ígnea extrusiva	
		COORDENADAS : X 653831 Y 9594848	
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular		Roca encajante: Andesita	
Minerales de Mena	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Calcopirita	10%	Color amarillo latón, raya negro-verdosa, brillo metálico y opaco, fractura irregular .
	Bornita	5%	Color púrpura, raya negro-grisácea, brillo metálico, opaco e iridiscente, fractura concoidal e irregular.
	Pirita	10%	Color amarillo latón pálido, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal e irregular ,maclado característico.
	Malaquita	5%	Color verde, raya verde claro, brillo sedoso y vítreo, fractura concoidal, irregular , ocurrencia mineral granular.
	Calcosina	10%	Color oscuro y grisáceo ,raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal.
	Hematita	30%	. Color rojo ,raya roja ,brillo metálico, opaco, fractura concoidal, ocurrencia mineral en pequeña microvetilla.
Minerales de ganga:	Cuarzo	20%	Color transparente, raya blanca, brillo vítreo, traslúcido, fractura concoidal. Variedad mineral de cuarzo lechoso en vetilla deformada por esfuerzos de compresión .
Alteración:	Propilítica, Argílica	Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo metálico, submetálico y vítreo. Diafanidad: Minerales Opacos y transparentes. Minerales con foliación y fracturas. Tenacidad: Frágil y Flexible. Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo. Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm. Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados. Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos. Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina. Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos. Agregados cristalinos: Masivos y granulares. Clases minerales presentes: Sulfuros, Óxidos, Silicatos, Carbonatos. *Veta alterada ,la oxidación de la muestra se debe a procesos supergenos de fuerte hidrólisis .		



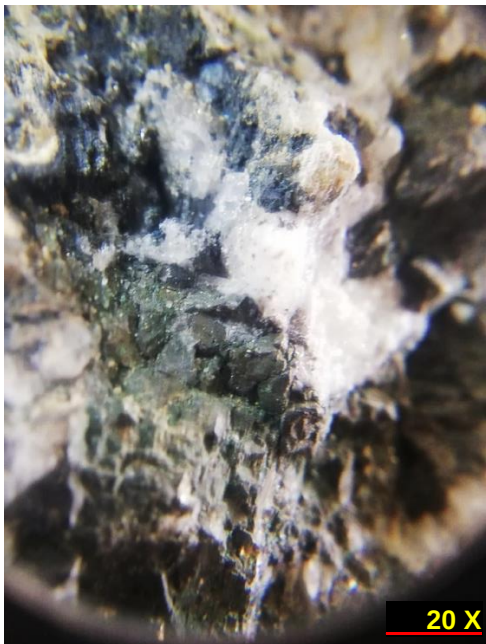
DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA SAN JOSÉ NORTE			
Autor:		Luis Satián B	
Fecha:		21-03-2019	
Código de muestra:		VSN-019	
Tipo de roca:		Ígnea extrusiva	
		COORDENADAS : X 653832 Y 9594873	
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular		Roca encajante: Andesita	
Minerales de Mena	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Calcopirita	10%	Color amarillo latón, raya negro-verdosa, brillo metálico y opaco, fractura irregular .
	Bornita	10%	Color púrpura, raya negro-grisáceo, brillo metálico, opaco e iridiscente, fractura concoidal e irregular.
	Calcosina	10%	Color oscuro y grisáceo, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal ,mineral masivo.
	Pirita	20%	Color amarillo latón pálido, raya negra, brillo metálico y opaco ,fractura concoidal e irregular ,maclado característico.
	Malaquita	20%	Color verde, raya verde claro, brillo sedoso y vítreo, fractura concoidal, irregular y granular.
	Cuprita	10%	Color rojo pardo, raya roja y pardo ,brillo submetálico y opaco, fractura concoidal e irregular.
Minerales de ganga:	Cuarzo	20%	Color transparente ,raya blanca , brillo vítreo y traslúcido ,fractura concoidal.
Alteración:	Propilítica	Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo metálico, submetálico y vítreo. Diafanidad: Minerales Opacos y transparentes. Minerales con foliación y fracturas. Tenacidad: Frágil y Flexible. Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo.		
	Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm. Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados. Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos. Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos. Agregados cristalinos: Masivos y granulares. Clases minerales presentes: Sulfuros, Óxidos, Silicatos, Carbonatos. *Muestra representa contacto entre el filón hidrotermal y la roca de caja ,además la presencia de un enclave . xenolito.		



DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA SAN JOSÉ NORTE			
Autor:	Luis Satián B		
Fecha:	27-03-2019		
Código de muestra:	VSN-020	COORDENADAS : X 653838 Y 9594898	
Tipo de roca:	Ígnea extrusiva		
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular	Roca encajante: Andesita		
Minerales presentes	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Plagioclasas	70%	Color blanco , gris y amarillento, raya blanca , brillo vítreo , nacarado, traslucido y opaco .
	Minerales maticos	20%	Colores oscuros , indistinguibles a simple vista.
	Cuarzo	10%	Color transparente ,raya blanca , brillo vítreo y traslúcido ,fractura concoidal.
Alteración:	Propilítica	Nombre de roca:	Dique dacítico o pórfido dacítico.
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo no metálico y vítreo. Diapfanidad: Minerales Opacos y transparentes. Minerales con foliación y fracturas. Tenacidad: Frágil y Flexible. Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo.		
	Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm. Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados. Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos. Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina. Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos. Agregados cristalinos: Masivos y granulares. Clases minerales presentes: Silicatos. *Muestra correspondiente a cuerpo ígneo de forma tabular y además intrusivo, dado a que atraviesa capas o cuerpos rocosos preexistentes se dice que la estructura es más joven que la roca donde está contenido. *Pórfido , roca eruptiva filoniana con textura de granos minerales del mismo nombre , es representativo el color y la ausencia de minerales ferromagnesianos.		



DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA SAN JOSÉ NORTE			
Autor:	Luis Satián B		
Fecha:	22-03-2019		
Código de muestra:	VSN-021	COORDENADAS : X 653838 Y 9594923	
Tipo de roca:	Ígnea extrusiva		
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular	Roca encajante: Andesita		
Minerales de Mena	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Calcopirita	10%	Color amarillo latón, raya negro-verdosa, brillo metálico y opaco, fractura irregular.
	Bornita	10%	Color púrpura, raya negro-grisáceo, brillo metálico, opaco e iridiscente, fractura concoidal e irregular.
	Calcosina	10%	Color oscuro y grisáceo, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal, mineral masivo.
	Pirita	20%	Color amarillo latón pálido ,raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal e irregular ,maclado característico.
	Malaquita	20%	Color verde, raya verde claro, brillo sedoso y vítreo, fractura concoidal, irregular y granular.
	Cuprita	10%	Color rojo pardo, raya roja y pardo ,brillo submetálico y opaco, fractura concoidal e irregular.
Minerales de ganga:	Cuarzo	20%	Color transparente, raya blanca , brillo vítreo y traslúcido ,fractura concoidal.
Alteración:	Propilítica	Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo metálico, submetálico y vítreo. Diafanidad: Minerales Opacos y transparentes. Minerales con foliación y fracturas. Tenacidad: Frágil y Flexible. Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo. Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm. Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados. Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos. Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina. Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos. Agregados cristalinos: Masivos y granulares. Clases minerales presentes: Sulfuros, Óxidos, Silicatos, Carbonatos. *Muestra representa contacto entre el filón hidrotermal y la roca de caja.		



DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA SAN JOSÉ NORTE			
Autor:	Luis Satián B		
Fecha:	21-03-2019		
Código de muestra:	VSN-022	COORDENADAS : X 653837 Y 9594948	
Tipo de roca:	Ígnea extrusiva		
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular	Roca encajante: Andesita		
Minerales de Mena	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Pirita	10%	Color amarillo latón pálido, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal e irregular ,maclado característico.
Minerales de ganga:	Cuarzo	50%	Color transparente, raya blanca , brillo vítreo y traslúcido ,fractura concoidal.
Alteración:	Propilítica	Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo metálico y vítreo. Diafanidad: Minerales Opacos y transparentes. Minerales con foliación y fracturas. Tenacidad: Frágil. Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo.		
	Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm. Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados. Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos. Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina. Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos. Agregados cristalinos: Masivos y Drusas. Clases minerales presentes: Sulfuros, Silicatos. *Muestra puntual con halo de alteración mineralizado en vetillas de cuarzo tipo stockwork en roca andesítica.		



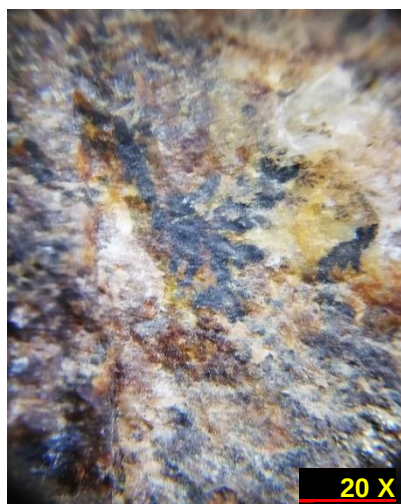
DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA SAN JOSÉ NORTE			
Autor:	Luis Satián B		
Fecha:	22-03-2019		
Código de muestra:	VSN-023	COORDENADAS : X 653834 Y 9594973	
Tipo de roca:	Ígnea extrusiva		
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular	Roca encajante: Andesita		
Minerales de Mena	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Calcopirita	5%	Color amarillo latón, raya negro-verdosa, brillo metálico y opaco, fractura irregular.
	Bornita	5%	Color púrpura, raya negro-grisáceo, brillo metálico, opaco e iridiscente, fractura concoidal e irregular.
	Calcosina	5%	Color oscuro y grisáceo ,raya negra, brillo metálico y opaco ,fractura concoidal.
	Pirita	10%	Color amarillo latón pálido, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal e irregular ,maclado característico.
	Malaquita	20%	Color verde, raya verde claro, brillo sedoso y vítreo, fractura concoidal, irregular y granular.
	Limonita	15%	Color pardo amarillento, raya parda amarillenta, brillo terroso, fractura irregular y granular.
	Cuprita	10%	Color rojo pardo, raya roja y pardo ,brillo submetálico y opaco, fractura concoidal e irregular.
Minerales de ganga:	Cuarzo	30%	Color transparente, raya blanca , brillo vítreo y traslucido ,fractura concoidal.
Alteración:	Propilítica, Argílica	Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo metálico, submetálico y vítreo. Diafanidad: Minerales Opacos y transparentes. Minerales con foliación y fracturas. Tenacidad: Frágil y Flexible. Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo. Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm. Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados. Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos. Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina. Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos. Agregados cristalinos: Masivos y granulares. Clases minerales presentes: Sulfuros, Óxidos, Silicatos, Carbonatos *Arcillas alteran plagioclasas.		



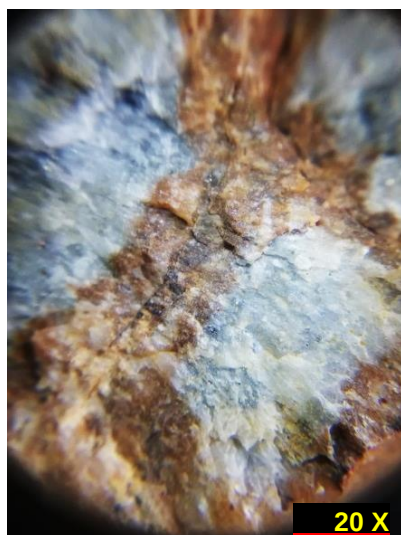
DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA SAN JOSÉ NORTE			
Autor:	Luis Satián B		
Fecha:	22-03-2019		
Código de muestra:	VSN-024	COORDENADAS : X 653842 Y 9594997	
Tipo de roca:	Ígnea extrusiva		
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular	Roca encajante: Andesita		
Minerales de Mena	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Calcopirita	10%	Color amarillo latón, raya negro-verdosa, brillo metálico y opaco, fractura irregular.
	Bornita	10%	Color púrpura, raya negro-grisáceo, brillo metálico, opaco e iridiscente, fractura concoidal e irregular.
	Calcosina	10%	Color oscuro y grisáceo, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal.
	Pirita	10%	Color amarillo latón pálido, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal e irregular ,maclado característico.
Minerales de ganga:	Cuarzo	40%	Color transparente, raya blanca , brillo vítreo y traslucido ,fractura concoidal.
Alteración:	Propilítica, Argílica	Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo metálico, submetálico y vítreo. Diafanidad: Minerales Opacos y transparentes Minerales con foliación y fracturas Tenacidad: Frágil y Flexible Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm. Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados. Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos. Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina. Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos. Agregados cristalinos: Masivos y granulares. Clases minerales presentes: Sulfuros, Óxidos, Silicatos. *Halo de alteración de vetillas de cuarzo tipo stockwork con pirita y otros sulfuros diseminados.		



DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA ARENOSA			
Autor:		Luis Satián B	
Fecha:		22-03-2019	
Código de muestra:		VAN-001	
Tipo de roca:		Ígnea extrusiva	
		COORDENADAS : X 653992 Y 9594427	
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular		Roca encajante: Andesita	
Minerales de Mena	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Bornita	10%	Color púrpura, raya negro-grisáceo, brillo metálico, opaco e iridiscente, fractura concoidal e irregular.
	Calcosina	10%	Color oscuro y grisáceo, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal.
	Pirita	10%	Color amarillo latón pálido, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal e irregular ,maclado característico.
	Pirolusita	10%	Color negro y gris oscuro , raya negra y gris oscura ,brillo metálico y opaco, fractura irregular ,mineral presenta impregnaciones de tipo dendrítico .
	Limonita	30%	Color pardo amarillento, raya parda amarillenta, brillo terroso, fractura irregular y granular.
	Goethita	10%	Color rojo pardo, raya roja y pardo ,brillo submetálico y opaco, fractura concoidal , distribución del mineral irregular.
Minerales de ganga:	Cuarzo	20%	Color transparente, raya blanca , brillo vítreo, traslucido ,fractura concoidal, mineral cristalizado en drusas.
Alteración:	,Argílica	Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo metálico, submetálico y vítreo. Diafanidad: Minerales Opacos y transparentes. Minerales con foliación y fracturas. Tenacidad: Frágil y Flexible. Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo.		
	Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm. Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados. Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos. Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina. Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos. Alteraciones: Argílica por presencia de minerales arcillosos producto de procesos supergenos. de fuerte hidrólisis. Agregados cristalinos: Masivos y granulares. Clases minerales presentes: Sulfuros, Óxidos, Silicatos.		
*Muestra con fuertes oxidaciones por procesos supergenos de fuerte hidrólisis.			



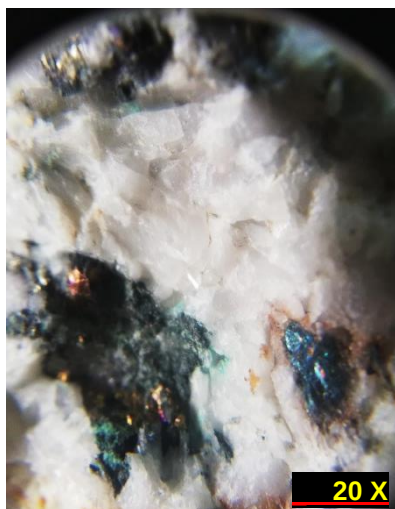
DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA ARENOSA			
Autor:	Luis Satián B		
Fecha:	23-03-2019		
Código de muestra:	VAN-002 COORDENADAS : X 653988 Y 9594402		
Tipo de roca:	Ígnea extrusiva		
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular	Roca encajante: Andesita		
Minerales de Mena	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Calcopirita	5%	Color amarillo latón, raya negro-verdosa, brillo metálico y opaco, fractura irregular.
	Bornita	5%	Color púrpura, raya negro-grisáceo, brillo metálico, opaco, e iridiscente, fractura concoidal e irregular.
	Pirita	10%	Color amarillo latón pálido, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal e irregular ,maclado característico.
	Goethita	10%	Color rojo pardo, raya roja y pardo ,brillo submetálico , y opaco, fractura concoidal, ocurrencia mineral irregular.
	Limonita	20%	Color pardo amarillento, raya pardo-amarillenta, brillo terroso, fractura irregular y granular.
Minerales de ganga:	Cuarzo	40%	Color transparente, raya blanca, brillo vítreo y traslúcido, fractura concoidal. Variedad de cuarzo lechoso y pseudo-citrino.
	Otros	10%	Minerales constituyentes de roca andesita.
Alteración:	Propilítica, Argílica	Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo metálico, submetálico y vítreo. Diafanidad: Minerales Opacos y transparentes. Minerales con foliación y fracturas. Tenacidad: Frágil y Flexible. Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo. Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm. Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados. Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos. Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina. Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos. Alteraciones: Argílica por presencia de minerales arcillosos producto de procesos supergenos de fuerte hidrólisis. Agregados cristalinos: Masivos y granulares. Clases minerales presentes: Sulfuros, Óxidos, Silicatos. *El cuarzo predomina en la composición de la muestra que se encuentra mineralizada con sulfuros y óxidos ,afectada por procesos supergenos alterando el cuarzo y oxidándolo junto a la mineralización presente .		



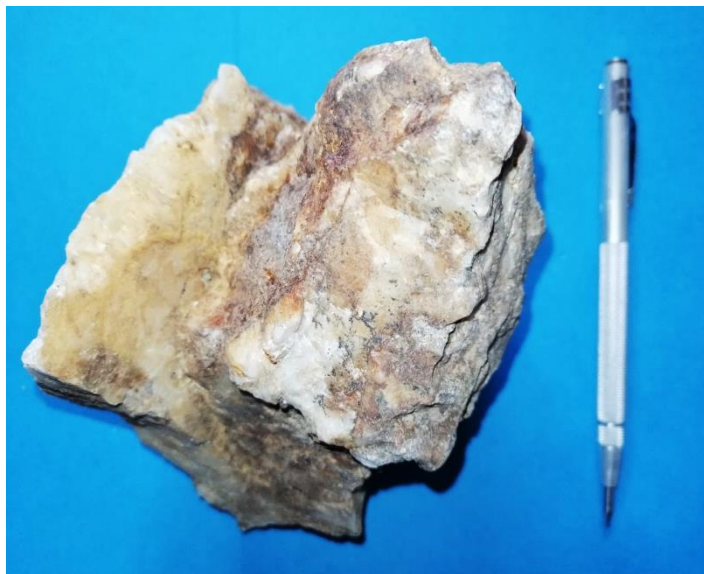
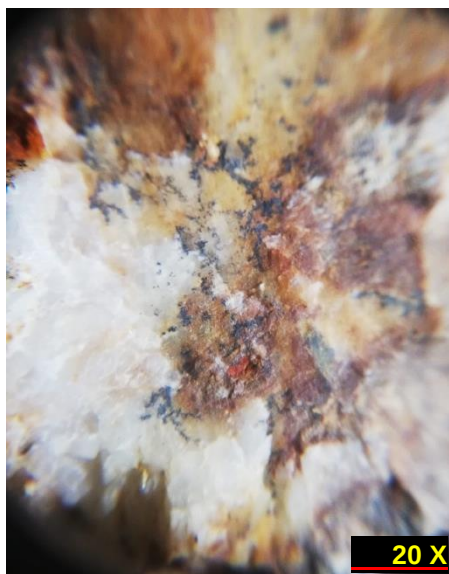
DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA ARENOSA			
Autor:	Luis Satián B		
Fecha:	23-03-2019		
Código de muestra:	VAN-003 COORDENADAS : X 653944 Y 9594377		
Tipo de roca:	Ígnea extrusiva		
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular	Roca encajante: Andesita		
Minerales de Mena	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Calcopirita	10%	Color amarillo latón, raya negro-verdosa, brillo metálico y opaco, fractura irregular .
	Bornita	5%	Color púrpura, raya negro-grisáceo, brillo metálico, opaco e iridiscente, fractura concoidal e irregular.
	Pirita	10%	Color amarillo latón pálido, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal e irregular ,maclado característico .
	Cuprita	10%	Color rojo pardo, raya roja y pardo ,brillo submetálico y opaco, fractura concoidal, ocurrencia mineral irregular.
	Malaquita	5%	Color verde, raya verde claro, brillo sedoso y vítreo, fractura concoidal, irregular y granular
	Calcosina	10%	Color oscuro y grisáceo, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal.
	Limonita	30%	Color pardo amarillento, raya pardo-amarillenta, brillo terroso, fractura irregular y granular.
Minerales de ganga:	Cuarzo	20%	Color transparente, raya blanca, brillo vítreo y traslucido, fractura concoidal. Variedad de cuarzo lechoso .
Alteración:	Propilítica, Argílica	Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo metálico, submetálico y vítreo. Diafanidad: Minerales Opacos y transparentes. Minerales con foliación y fracturas. Tenacidad: Frágil y Flexible. Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo.		
	Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm. Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados. Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos. Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina. Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos. Agregados cristalinos: Masivos y granulares. Clases minerales presentes: Sulfuros, Óxidos, Silicatos, Carbonatos.		
*La oxidación de la muestra se debe a procesos supergenos de fuerte hidrólisis .			



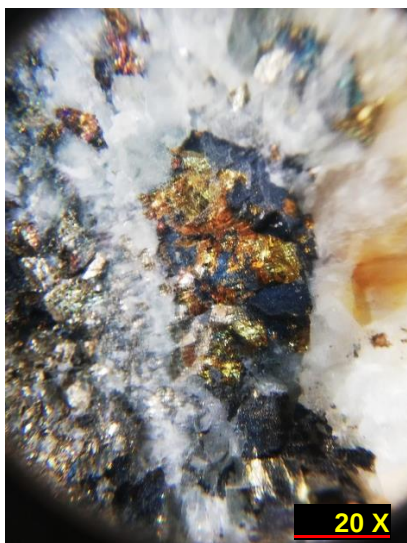
DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA ARENOSA			
Autor:	Luis Satián B		
Fecha:	23-03-2019		
Código de muestra:	VAN-004 COORDENADAS : X 654000 Y 9594353		
Tipo de roca:	Ígnea extrusiva		
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular	Roca encajante: Andesita		
Minerales de Mena	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Calcopirita	10%	Color amarillo latón, raya negro-verdosa, brillo metálico y opaco, fractura irregular .
	Bornita	5%	Color púrpura, raya negro-grisáceo, brillo metálico, opaco e iridiscente, fractura concoidal e irregular.
	Pirita	10%	Color amarillo latón pálido, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal e irregular ,maclado característico .
	Malaquita	5%	Color verde, raya verde claro, brillo sedoso y vítreo ,fractura concoidal ,irregular y granular
	Calcosina	10%	Color oscuro y grisáceo, raya negra, brillo metálico, opaco, fractura concoidal, mineral poco frecuente.
	Hematita	30%	. Color rojo ,raya roja ,brillo metálico, opaco, fractura concoidal, ocurrencia mineral en pequeña microvetilla.
Minerales de ganga:	Cuarzo	20%	Color transparente, raya blanca, brillo vítreo, traslúcido, fractura concoidal. Variedad mineral de cuarzo lechoso ,vetilla deformada por esfuerzo de compresión .
Alteración:	Propilítica, Argílica	Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo metálico, submetálico y vítreo. Diafanidad: Minerales Opacos y transparentes. Minerales con foliación y fracturas. Tenacidad: Frágil y Flexible. Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo. Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm. Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados. Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos. Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina. Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos. Agregados cristalinos: Masivos y granulares. Clases minerales presentes: Sulfuros, Óxidos, Silicatos, Carbonatos. *Veta alterada ,la oxidación de la muestra se debe a procesos supergenos de fuerte hidrólisis .		



DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA ARENOSA			
Autor:	Luis Satián B		
Fecha:	23-03-2019		
Código de muestra:	VAN-005 COORDENADAS : X 654004 Y 9594328		
Tipo de roca:	Ígnea extrusiva		
Propiedades mineralógicas			
Textura :Fanerítica	Cohesividad:		
Estructura: Masiva e irregular	Roca encajante: Andesita		
Minerales de Mena	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Pirolusita	10%	Color negro y gris oscuro , raya negra y gris oscura, brillo metálico .opaco, fractura irregular ,impregnaciones de tipo dendrítico.
	Limonita	15%	Color pardo amarillento, raya parda amarillenta, brillo terroso, fractura irregular, granular.
	Goethita	10%	Color rojo pardo, raya roja y pardo ,brillo submetálico ,opaco, fractura concoidal, ocurrencia mineral irregular.
Minerales de ganga:	Cuarzo	40%	Color transparente, raya blanca, brillo vítreo, traslúcido, fractura concoidal. Variedad de cuarzo lechoso.
	Otros	25%	Minerales constituyentes de roca andesita.
Alteración:	Propilítica, Argílica	Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo metálico, submetálico y vítreo. Diafanidad: Minerales Opacos y transparentes. Minerales con foliación y fracturas. Tenacidad: Frágil y Flexible. Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo.		
	Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm. Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriadados. Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos. Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina. Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos. Agregados cristalinos: Masivos y granulares Clases minerales presentes: Sulfuros, Óxidos, Silicatos.		
*Veta alterada ,la oxidación de la muestra se debe a procesos supergenos de fuerte hidrólisis .			



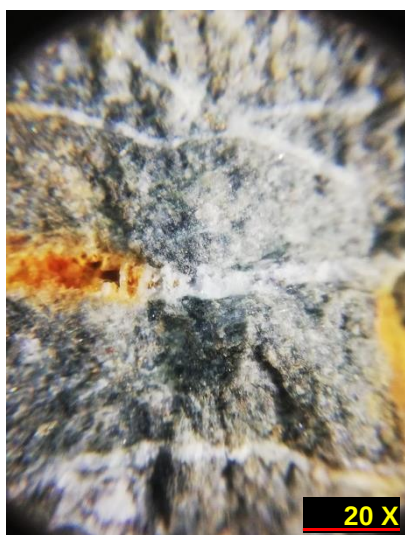
DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA SAN JOSÉ SUR			
Autor:	Luis Satián B		
Fecha:	27-03-2019		
Código de muestra:	VSS-001	COORDENADAS : X 653856 Y 9594405	
Tipo de roca:	Ígnea extrusiva		
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular	Roca encajante: Andesita		
Minerales de Mena	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Calcopirita	15%	Color amarillo latón, raya negro-verdosa, brillo metálico y opaco, fractura irregular.
	Bornita	5%	Color púrpura, raya negro-grisáceo ,brillo metálico, opaco e iridiscente, fractura concoidal.
	Calcosina	10%	Color oscuro y grisáceo ,raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal.
	Pirita	20%	Color amarillo latón pálido, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal, maclado característico .
	Malaquita	5%	Color verde, raya verde claro, brillo sedoso y vítreo, fractura concoidal, irregular y granular.
	Goethita	5%	Color rojo pardo, raya roja y pardo ,brillo submetálico y opaco, fractura concoidal, ocurrencia mineral irregular.
	Covelina	10%	Color azul índigo, raya gris, brillo terroso , resinoso y opaco, fractura irregular ,mineral presenta exfoliación.
	Limonita	10%	Color pardo amarillento, raya pardo-amarillenta, brillo terroso ,fractura irregular y granular.
Minerales de ganga:	Cuarzo	20%	Color transparente, raya blanca , brillo vítreo y traslúcido ,fractura concoidal.
Alteración:	Propilítica	Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo metálico, submetálico y vítreo. Diafanidad: Minerales Opacos y transparentes. Minerales con foliación y fracturas. Tenacidad: Frágil y Flexible. Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo. Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm. Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados. Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos. Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina. Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos. Agregados cristalinos: Masivos y granulares. Clases minerales presentes: Sulfuros, Óxidos, Silicatos.		



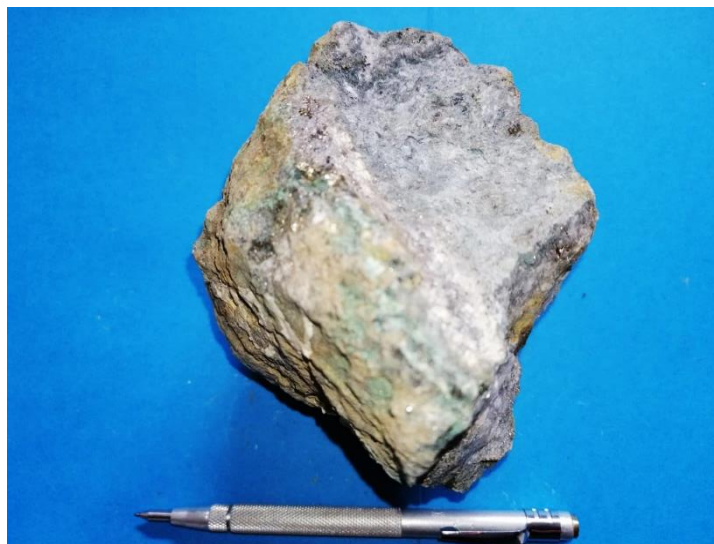
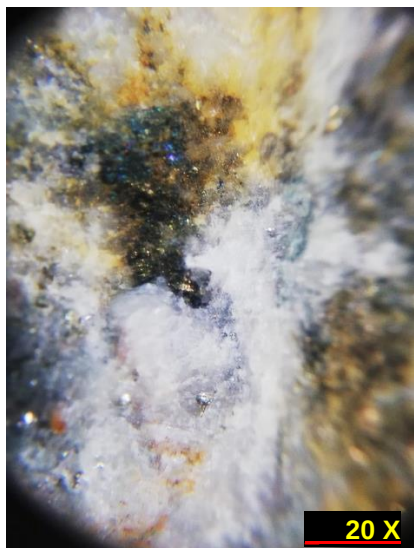
DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA SAN JOSÉ SUR			
Autor:	Luis Satián B		
Fecha:	27-03-2019		
Código de muestra:	VSS-002	COORDENADAS : X 653865 Y 9594382	
Tipo de roca:	Ígnea extrusiva		
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular	Roca encajante: Andesita		
Minerales de Mena	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Calcopirita	5%	Color amarillo latón, raya negro-verdosa ,brillo metálico y opaco, fractura irregular .
	Bornita	10%	Color purpura, raya negro grisáceo, brillo metálico, opaco e iridiscente ,fractura concoidal.
	Pirita	15%	Color amarillo latón pálido, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal, maclado característico .
	Goethita	5%	Color rojo pardo, raya roja y pardo ,brillo submetálico y opaco, fractura concoidal, ocurrencia mineral irregular.
	Cuprita	5%	Color rojo pardo, raya roja y pardo ,brillo submetálico y opaco, fractura concoidal, ocurrencia mineral irregular.
	Limonita	20%	Color pardo amarillento ,raya pardo-amarillenta, brillo terroso, fractura irregular y granular.
Minerales de ganga:	Cuarzo	40%	Color transparente ,raya blanca , brillo vítreo ,traslúcido ,fractura concoidal.
Alteración:	Propilítica	Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo metálico, submetálico y vítreo. Diafanidad: Minerales Opacos y transparentes. Minerales con foliación y fracturas. Tenacidad: Frágil y Flexible. Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo.		
	Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm. Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados. Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos. Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina. Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos. Agregados cristalinos: Masivos y granulares. Clases minerales presentes: Sulfuros, Óxidos, Silicatos. *Halo de alteración mineralizado ,vetillas de cuarzo tipo stockwork, roca de caja con mayor volumen en la muestra y mineralización diseminada .		



DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA SAN JOSÉ SUR			
Autor:	Luis Satián B		
Fecha:	27-03-2019		
Código de muestra:	VSS-003	COORDENADAS : X 653871 Y 9594356	
Tipo de roca:	Ígnea extrusiva		
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular	Roca encajante: Andesita		
Minerales de Mena	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Bornita	2%	Color púrpura, raya negro-grisácea, brillo metálico, opaco e iridiscente, fractura concoidal.
	Pirita	40%	Color amarillo latón pálido ,raya negra ,brillo metálico y opaco, fractura concoidal, maclado característico .
	Limonita	38%	Color pardo amarillento, raya pardo-amarillenta, brillo terroso, fractura irregular y granular.
Minerales de ganga:	Cuarzo	20%	Color transparente, raya blanca , brillo vítreo, traslúcido ,fractura concoidal.
Alteración:	Argílica	Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo metálico, submetálico y vítreo. Diafanidad: Minerales Opacos y transparentes. Minerales con foliación y fracturas. Tenacidad: Frágil y Flexible. Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo. Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm. Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados. Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos. Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina. Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos. Agregados cristalinos: Masivos y granulares. Clases minerales presentes: Sulfuros, Óxidos, Silicatos. *Halo de alteración mineralizado ,vetillas de cuarzo tipo stockwork, roca de caja con mayor volumen en la muestra y mineralización diseminada .		



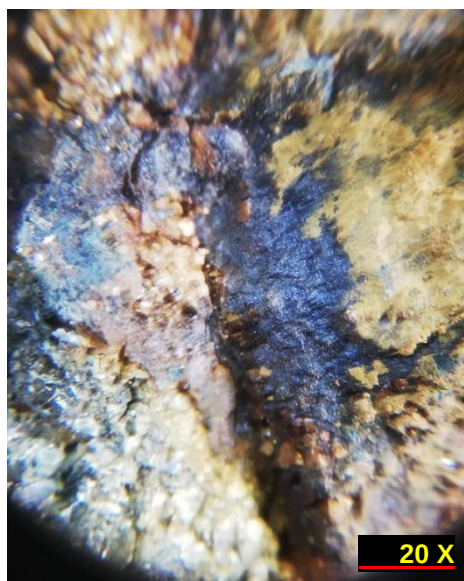
DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA SAN JOSÉ SUR			
Autor:	Luis Satián B		
Fecha:	27-03-2019		
Código de muestra:	VSS-004	COORDENADAS : X 653876 Y 9594332	
Tipo de roca:	Ígnea extrusiva		
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular	Roca encajante: Andesita		
Minerales de Mena	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Bornita	2%	Color púrpura, raya negro-grisácea, brillo metálico, opaco e iridiscente, fractura concoidal. Ocurrencia mineral no representativa.
	Pirita	40%	Color amarillo latón pálido, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal, maclado característico .
	Malaquita	8%	Color verde, raya verde claro, brillo sedoso y vítreo, fractura concoidal, irregular y granular.
	Limonita	30%	Color pardo amarillento ,raya pardo-amarillenta, brillo terroso, fractura irregular y granular.
Minerales de ganga:	Cuarzo	20%	Color transparente, raya blanca , brillo vítreo, traslúcido ,fractura concoidal.
Alteración:	Argílica	Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo metálico, submetálico y vítreo.		
	Diafanidad: Minerales Opacos y transparentes.		
	Minerales con foliación y fracturas		
	Tenacidad: Frágil y Flexible.		
	Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo.		
	Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm.		
	Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados.		
	Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos.		
	Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina.		
	Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos.		
Agregados cristalinos: Masivos y granulares.			
Clases minerales presentes: Sulfuros, Óxidos, Silicatos, Carbonatos.			



DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA SAN JOSÉ SUR			
Autor:	Luis Satián B		
Fecha:	27-03-2019		
Código de muestra:	VSS-005	COORDENADAS : X 653873 Y 9594306	
Tipo de roca:	Ígnea extrusiva		
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular	Roca encajante: Andesita		
Minerales de Mena	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Bornita	10%	Color púrpura, raya negro-grisácea, brillo metálico, opaco e iridiscente, fractura concoidal.
	Calcosina	70%	Color oscuro y grisáceo, raya negra, brillo metálico y opaco, fractura concoidal.
	Limonita	5%	Color pardo amarillento, raya parda amarillenta, brillo terroso, fractura irregular ,distribución mineral granular.
Minerales de ganga:	Cuarzo	15%	Color transparente, raya blanca , brillo vítreo y traslúcido ,fractura concoidal.
Alteración:	Propilítica	Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo metálico, submetálico y vítreo. Diafanidad: Minerales Opacos y transparentes. Minerales con foliación y fracturas. Tenacidad: Frágil y Flexible. Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo. Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm. Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados. Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos. Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina. Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos. Agregados cristalinos: Masivos y granulares. Clases minerales presentes: Sulfuros, Óxidos, Silicatos. *Calcosina ocupa el mayor volumen en la muestra con oxidación de sulfuros .		

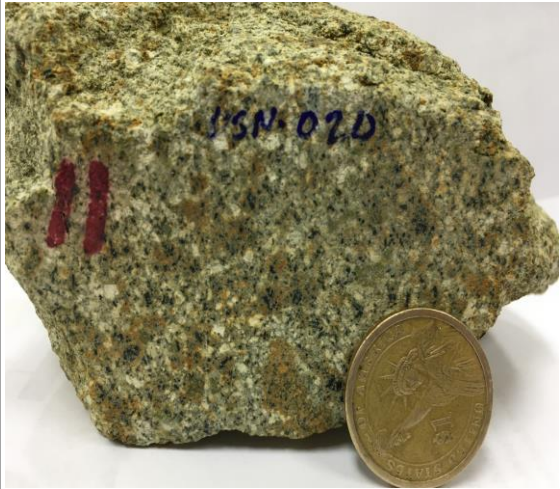
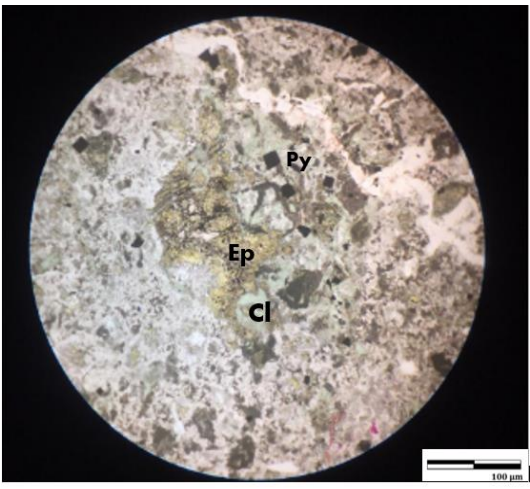
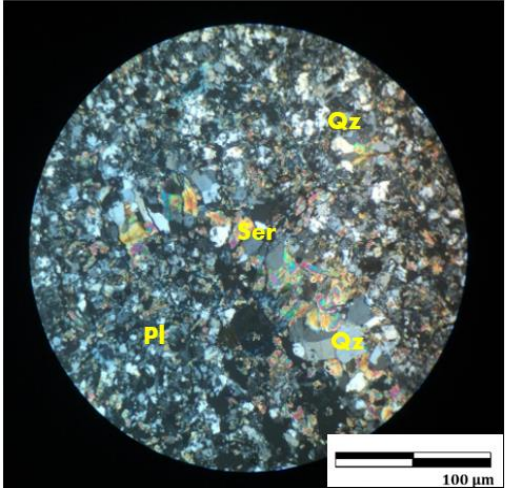


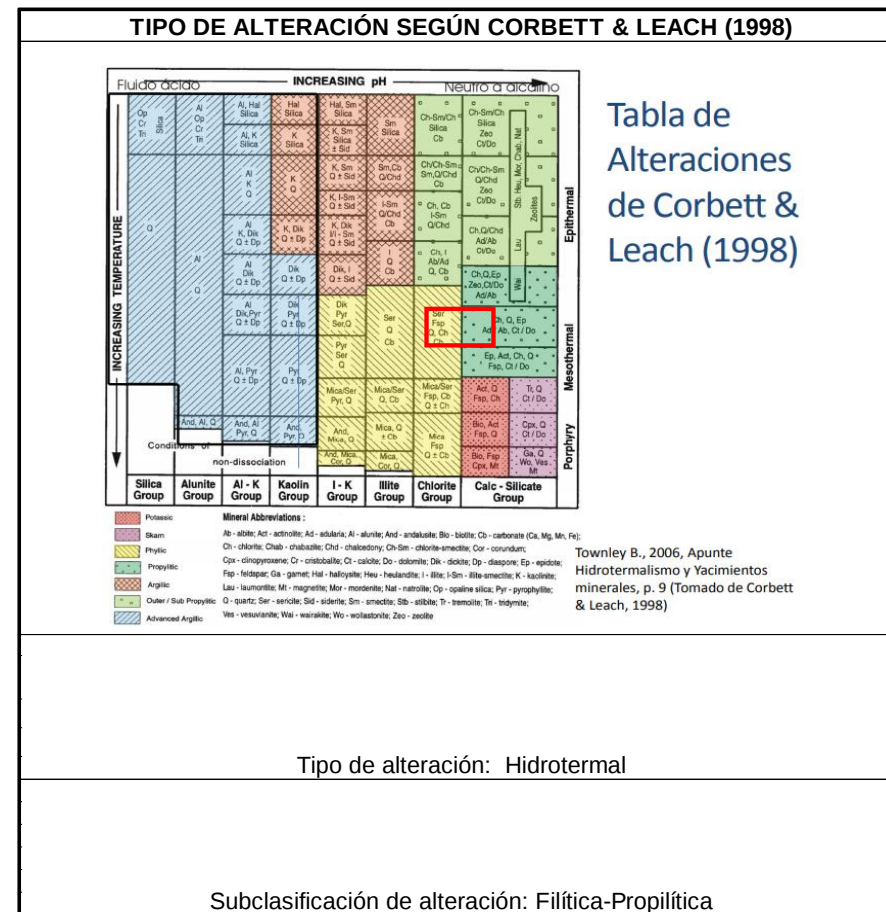
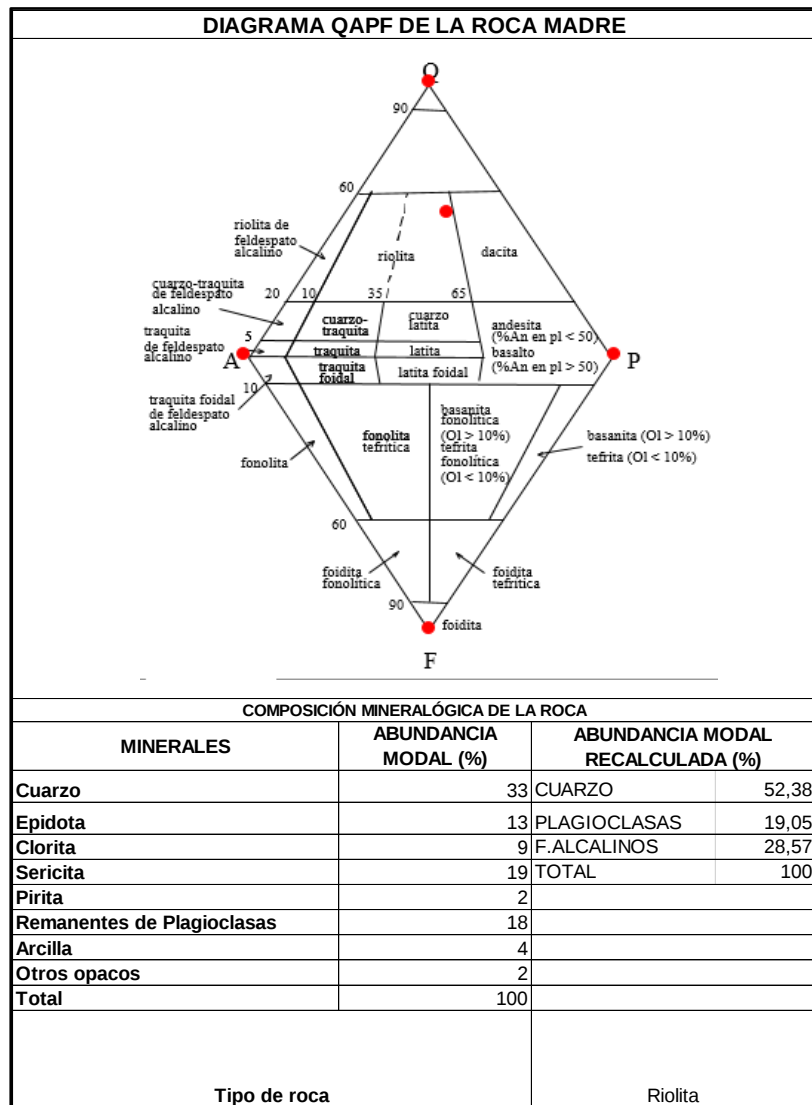
DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO VETA SAN JOSÉ SUR			
Autor:	Luis Satián B		
Fecha:	27-03-2019		
Código de muestra:	VSS-006	COORDENADAS : X 653865 Y 9594283	
Tipo de roca:	Ígnea extrusiva		
Propiedades mineralógicas			
Estructura: Masiva e irregular	Roca encajante: Andesita		
Minerales de Mena	Nombre	Porcentaje	Características distintivas
	Calcopirita	5%	Color amarillo latón, raya negro-verdosa, brillo metálico y opaco, fractura irregular.
	Calcosina	10%	Color oscuro y grisáceo, raya negra ,brillo metálico y opaco, fractura concoidal.
	Pirita	30%	Color amarillo latón pálido, raya negra, brillo metálico y opaco ,fractura concoidal, maclado característico.
	Malaquita	10%	Color verde, raya verde claro, brillo sedoso y vítreo, fractura concoidal, irregular, ocurrencia mineral granular.
	Hematita	5%	. Color rojo ,raya roja ,brillo metálico y opaco, fractura concoidal, mineral representado en pequeña microvetilla.
	Limonita	25%	Color pardo amarillento, raya pardo-amarillenta, brillo terroso, fractura irregular y granular.
Minerales de ganga:	Cuarzo	15%	Color transparente, raya blanca , brillo vítreo y traslúcido ,fractura concoidal.
Alteración:	Propilítica y Argílica	Nombre de roca:	Andesita
Conclusiones:	Brillo: Minerales de brillo metálico, submetálico y vítreo. Diafanidad: Minerales Opacos y transparentes. Minerales con foliación y fracturas. Tenacidad: Frágil y Flexible. Propiedades Magnéticas: Diamagnetismo. Tamaño absoluto de cristales: Fino y medio menores a 1mm y máximo 5mm. Tamaño relativo de cristales: Inequigranulares seriados. Geometría de cristales: Minerales anhedrales y subhédricos. Textura de roca ígnea en función al grado de cristalinidad: Textura holocristalina. Abundancia de minerales principales: Se encuentran minerales primarios y postmagmáticos. Agregados cristalinos: Masivos y granulares. Clases minerales presentes: Sulfuros, Óxidos, Silicatos.		

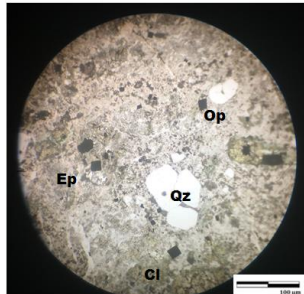
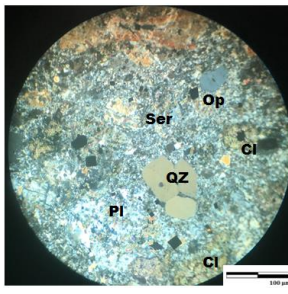


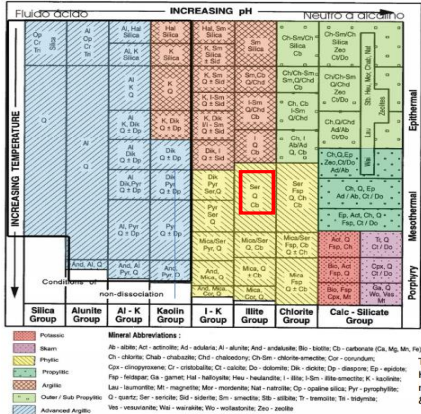
ANEXO 2

Anexo 2. Descripciones microscópicas de secciones delgadas y secciones pulidas en las vetas "San José" y "La Arenosa".

DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE SECCIONES DELGADAS		
MUESTRA	VSN-020	
COORDENADAS	X 653828 Y 9594860	
MUESTRA DE MANO	SECCIÓN DELGADA	
		
DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN	
	VISTA 4X NII	VISTA 4X NX
Roca ígnea de textura porfídica con granos de 1 a 2,5 mm, presenta xenolitos subredondeados de 2 a 2cm que sugieren una aureola de contacto. Los minerales que se observan son: Cuarzo, opacos, remanentes de plagioclasas -feldespatos alcalinos y sericita alterada (arcilla).	Textura porfídica seriada de cuarzo (Qz) y plagioclasas alteradas, con fenocristales de clorita (Cl) y epidota (Ep) xenomorfa. Se presentan pequeños granos de minerales opacos (pirita(Py) y óxidos).	En una de las vetillas se puede observar cuarzo(Qz) alterado con intersecciones de sericita (Ser) y clorita (Cl), también se presentan arcillas y remanentes de plagioclasas.
Interpretación: Roca extrusiva de textura porfídica, inequigranular con fragmentos líticos. Se caracteriza por la presencia de cuazo, fenocristales de clorita, epidota y remanentes de plagioclasas, se evidencia un grado de alteración ligero por la presencia de sercita y arcilla. La roca podría definirse como una toba con fragmentos líticos de posible riolita-andesita. Presenta alteración hidrotermal filítica-propilítica según la clasificación de Corbett & Leach.		

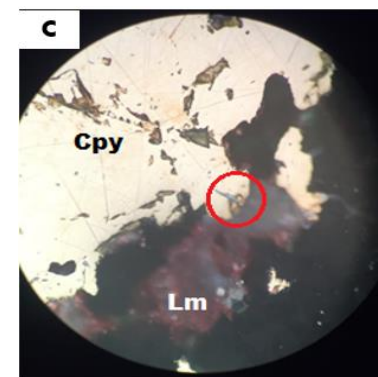
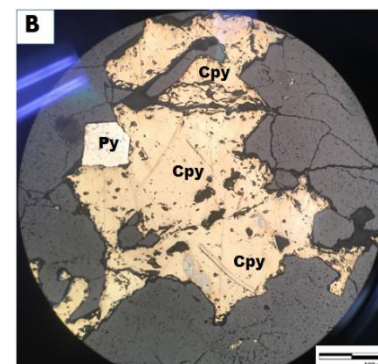
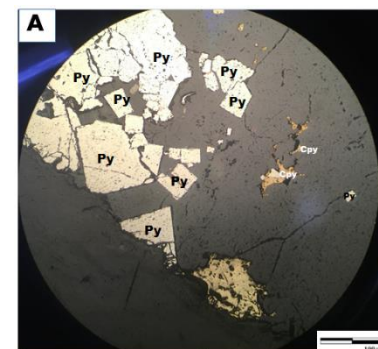


DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE SECCIONES DELGADAS		
MUESTRA	VSN-012	
COORDENADAS	X 653815 Y 9594702	
MUESTRA DE MANO	SECCIÓN DELGADA	
		
DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN	
Roca ígnea de textura porfídica-amigdalóide con xenolitos deformados alargados y mineralizados de 0,5-4cm. Los minerales que se observan son: cuarzo, pirita sobre calcopirita diseminada tanto en los xenolitos como en la roca caja, lo que indica que el evento de piritización ha sido posterior o tardío. Se presentan clorita epidota y sericita alterada a esmectita (arcilla).	VISTA 4X NII	VISTA 4X NX
	Textura porfídica con matriz microgranuda de cuarzo y remanentes de plagioclasas. Se identifican minerales de sericita y clorita alterada a epidota. A lo largo de la muestra se presentan opacos diseminados.	
Interpretación: Roca extrusiva de textura porfídica con fragmentos piroclásticos . Se caracteriza por la presencia de cuarzo, clorita, epidota y remanentes de plagioclasas. La roca podría definirse como una toba riolítica. Presenta alteración hidrotermal filítica según la clasificación de Corbett & Leach debido a la presencia de sericita.		

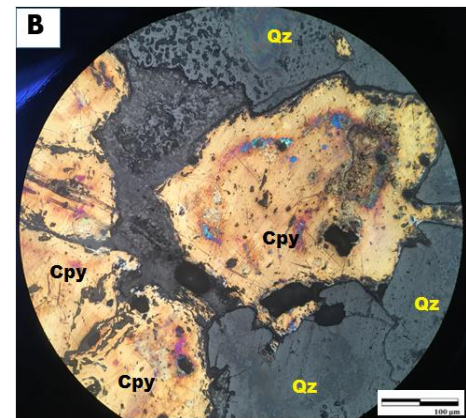
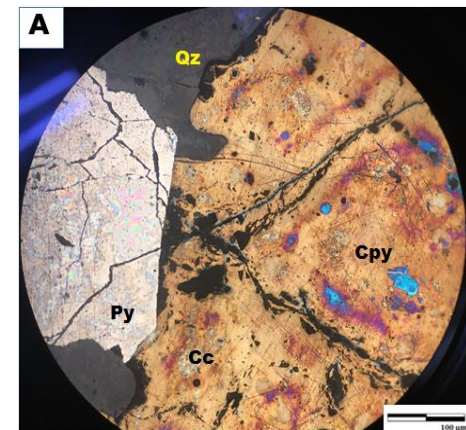
TIPO DE ALTERACIÓN SEGUN CORBETT & LEACH (1998)		
		
Tabla de Alteraciones de Corbett & Leach (1998) Townley B., 2006, Apunte Hidrotermalismo y Yacimientos minerales, p.9 (Tomado de Corbett & Leach, 1998)		
Tipo de alteración: Hidrotermal		
Subclasificación de alterción: Filítica		
No se puede realizar el análisis modal de la roca madre debido al fuerte grado de alteración.		

Descripción microscópica de secciones pulidas

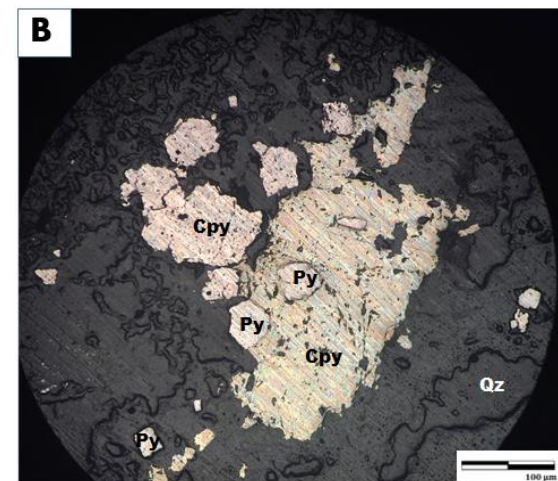
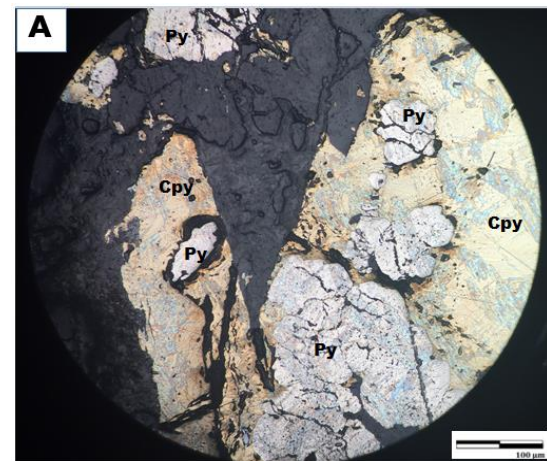
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA (MUESTRAS DE MANO)				COORDENADAS X 653858 Y 9594404		
Autor: Luis Satián B		Tipo de Ensayo		Mineralógico		
		Lugar		Laboratorio de Petrografía, ESPOL		
		Equipos		Microscopio mineralógico		
		N° de muestra		VSS-001		
VETA SAN JOSÉ SUR				En la muestra de mano se identifica una matriz de cuarzo (Qz) y clorita con sulfuros asociados: pirita(Py) y calcopirita (Cpy). Se distingue limonita (Lm) alrededor de la calcopirita diseminada, lo que indica una alteración de los minerales de hierro.		
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA (SECCIONES PULIDAS)						
Autor: Luis Satián B		Tipo de Ensayo		Minerográfico		
		Lugar		Laboratorio de Petrografía, ESPOL		
		Equipos		Microscopio de reflexión		
		N° de muestra		VSS-001		
CARÁCTERÍSTICAS ÓPTICAS DE MINERALES PRESENTES EN LA MUESTRA (NICOLES PARALELOS)				NICOLES CRUZADOS		
Mineral	Color	Reflectividad	Bi-Reflectividad	Pleocrosismo	Reflexiones Internas	Anisotropía
Pirita	Blanco Amarillento	Alta	No se Observa	No se Observa	No se Observa	Isótropo
Calcopirita	Amarillo Intenso	Alta	No se Observa	No se Observa	No se Observa	Gris Azulado a pardo anaranjado
DESCRIPCIÓN						
Figura A (Aumento de 10X NII) Cuarzo (Qz) como mineral principal de la matriz, en donde se han incrustado cristales euedrales a subedrales de pirita (Py), asociados a calcopirita (Cpy) xenomorfa.						
Figura B (Aumento de 20X NII) Calcopirita (Cpy) con incrustaciones de pirita idiomorfa (Py)						
Figura C (Aumento 50X NX inserción en aceite) Se aprecia limonita (Lm) isótropa con incrustaciones de minerales aciculares de alta reflectividad (posiblemente Pirrotina), asociados a calcopirita xenomorfa (Cpy).						
ANÁLISIS MINERALÓGICO PORCENTUAL						
MINERALES				PORCENTAJE (%)		
Cuarzo				35		
Clorita				3		
Limonita				4		
Pirita				40		
Calcopirita				18		
Total				100		



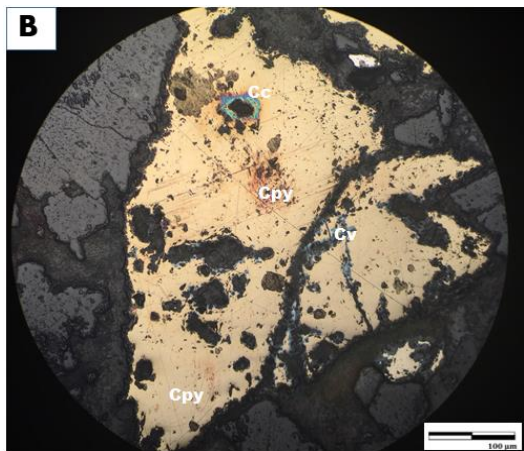
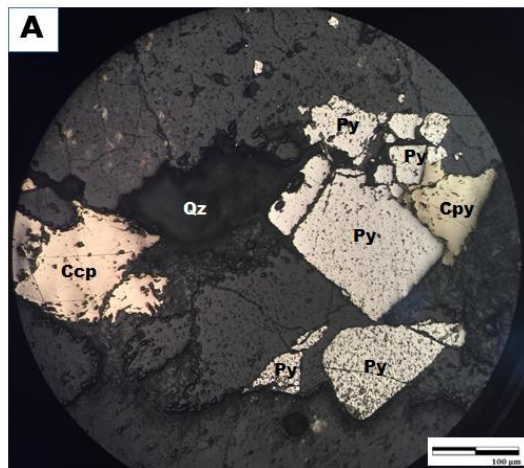
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA MUESTRA DE MANO				COORDENADAS X 653847 Y 9594249		
Autor: Luis Satián B		Tipo de Ensayo		Mineralógico		
		Lugar		Laboratorio de Petrografía, ESPOL		
		Equipos		Microscopio mineralógico		
		N° de muestra		VSS-005		
VETA SAN JOSÉ SUR				Se identifica en la muestra de mano: Pirita (Py), Calcopirita (Cpy), Calcosina (Cc) y Bornita (Bn), formando una mena masiva con una matriz de cuarzo (Qz). Se presenta además minerales de alteración (limonita).		
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA (SECCIONES PULIDAS)						
Autor: Luis Satián B		Tipo de Ensayo		Minerográfico		
		Lugar		Laboratorio de Petrografía, ESPOL		
		Equipos		Microscopio de reflexión		
		N° de muestra		VSS-005		
VISTA EN MICROSCOPIO DE LUZ REFLEJADA						
CARÁCTERÍSTICAS ÓPTICAS DE MINERALES PRESENTES EN LA MUESTRA (NICOLES PARALELOS)					NICOLES CRUZADOS	
Mineral	Color	Reflectividad	Bi-Reflectividad	Pleocrosimo	Reflexiones Internas	Anisotropía
Pirita	Blanco Amarillento	Alta	No se Observa	No se Observa	No se Observa	Isótropo
Calcopirita	Amarillo Intenso	Alta	No se Observa	No se Observa	Si se observa	Gris Azulado a pardo anaranjado
Calcosina	Blanco Grisáceo con un leve tinte a azulado	Media	No se Observa	No se Observa	No se Observa	No distinguible
DESCRIPCIÓN						
Figura A (Aumento de 10X)NII Matriz de cuarzo con cristales relativamente grandes de pirita (Py) y calcopirita (Cpy) alterada. Se presentan cristales de calcosina (Cc) reemplazando a la pirita (Py) y parcialmente a la calcopirita (Cpy). Figura B (Aumento de 20X) NII se observa mas a detalle la alteración que está sufriendo la calcopirita (subhedral) a calcosina(Cc).						
ANÁLISIS MINERALÓGICO PORCENTUAL						
MINERALES				PORCENTAJE (%)		
Cuarzo				5		
Limonita				2		
Pirita				10		
Calcopirita				30		
Calcosina				5		
Bornita				3		
Otros				45		
Total				100		



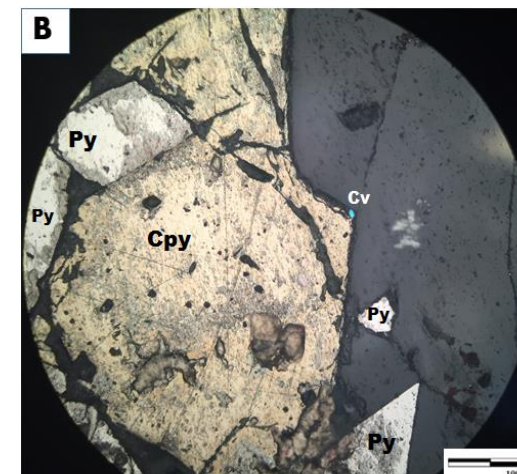
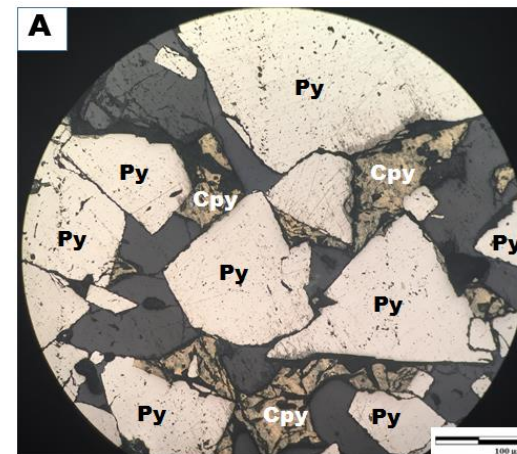
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA MUESTRA DE MANO				COORDENADAS X 653855 Y 9594429		
Autor: Luis Satián B		Tipo de Ensayo		Mineralógico		
		Lugar		Laboratorio de Petrografía, ESPOL		
		Equipos		Microscopio mineralógico		
		N° de muestra		VSN-001		
VETA SAN JOSÉ NORTE				Se identifica en la muestra de mano: Pirita (Py) y Calcopirita (Cpy), diseminadas a lo largo de la matriz de (Qz) y roca encajante, con una alteración superficial. En la perifería se puede identificar calcosina (Cc) asociada a calcopirita		
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA (SECCIONES PULIDAS)						
Autor: Luis Satián B		Tipo de Ensayo		Mineragráfico		
		Lugar		Laboratorio de Petrografía, ESPOL		
		Equipos		Microscopio de reflexión		
		N° de muestra		VSN-001		
VISTA EN MICROSCOPIO DE LUZ REFLEJADA						
CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS DE MINERALES PRESENTES EN LA MUESTRA (NICOLES PARALELOS)					NICOLES CRUZADOS	
Mineral	Color	Reflectividad	Bi-Reflectividad	Pleocrosimo	Reflexiones Internas	Anisotropía
Pirita	Blanco Amarillento	Alta	No se Observa	No se Observa	Si se observa	Isótropo
Calcopirita	Amarillo Intenso	Alta	No se Observa	No se Observa	No se Observa	Gris Azulado a pardo anaranjado
Calcosina	Blanco Grisáceo con un leve tinte a azulado	Media	No se Observa	No se Observa	No se Observa	No distingue
DESCRIPCIÓN						
Figura A (Aumento de 10X)NII. Se observa calcopirita (Cpy) con incrustaciones de pirita (Py) xenomorfa. En la muestra es posible idetificar reflexiones internas propias del borde del mineral en sus inicios de alteración (Cc). Figura B (Aumento de 20X) NII. Pirita (Py) subidiomorfa en calcopirita (Cpy) asociados a granos de Cuarzo (Qz).						
ANÁLISIS MINERALÓGICO PORCENTUAL						
MINERALES				PORCENTAJE (%)		
Cuarzo				13		
Pirita				8		
Calcopirita				21		
Calcosina				3		
Otros				55		
Total				100		



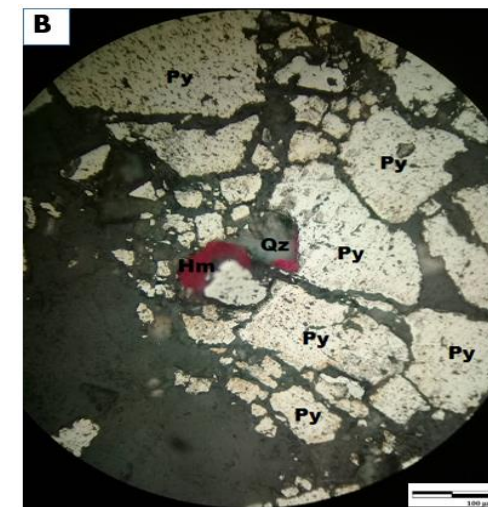
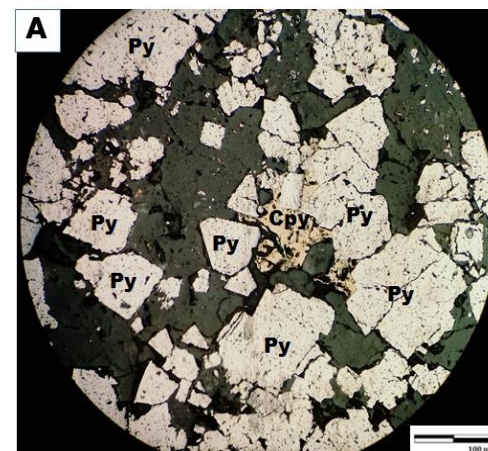
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA (MUESTRA DE MANO)				COORDENADAS X 653848 Y 9594453		
Autor: Luis Satián B		Tipo de Ensayo			Mineralógico	
		Lugar			Laboratorio de Petrografía, ESPOL	
		Equipos			Microscopio mineralógico	
		N° de muestra			VSN-002	
VETA SAN JOSÉ NORTE					Muestra con Cuarzo(Qz), pirita(Py) y Calcopirita(Cpy) asociados a Malaquita (Ml) Calcosina(Cc) y covelina (Cv).	
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA (SECCIONES PULIDAS)						
Autor: Luis Satián B		Tipo de Ensayo			Minerográfico	
		Lugar			Laboratorio de Petrografía, ESPOL	
		Equipos			Microscopio de reflexión	
		N° de muestra			VSN-002	
VISTA EN MICROSCOPIO DE LUZ REFLEJADA						
CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS DE MINERALES PRESENTES EN LA MUESTRA (NICOLES PARALELOS)					NICOLES CRUZADOS	
Mineral	Color	Reflectividad	Bi-Reflectividad	Pleocrosimo	Reflexiones Internas	Anisotropía
Pirita	Blanco Amarillento	Alta	No se Observa	No se Observa	No se Observa	Isótropo
Calcopirita	Amarillo Intenso	Alta	No se Observa	No se Observa	No se Observa	Gris Azulado a pardo anaranjado
Covelina	Azul índigo	Alta	Débil	Leve	No se Observa	Débil pero distintivo en nicoles cruzados.
Calcosina	Blanco Grisáceo con un leve tinte a azulado	Media	Muy débil	No se Observa	No se Observa	Muy débil a no distinguible
DESCRIPCIÓN						
Figura A (Aumento de 10X)NII Se observa cristales idiomorfos de pirita (py) en cristales xenomorfos de calcopirita (Cpy), es posible la asociación con Tetrahedrita (no posible la identificación-hábito particular). Figura B (Aumento de 20X) NII Se identifica alteraciones (Cc y Cv) en los bordes de lo granos de la calcopirita (Cpy) lo que indica un evento de reemplazo. Se comprueba mediante inmersión con aceite.						
ANÁLISIS MINERALÓGICO PORCENTUAL						
MINERALES				PORCENTAJE (%)		
Cuarzo				20		
Malaquita				6		
Pirita				10		
Calcopirita				25		
Calcosina				3		
Covelina				3		
Otros				33		
Total				100		



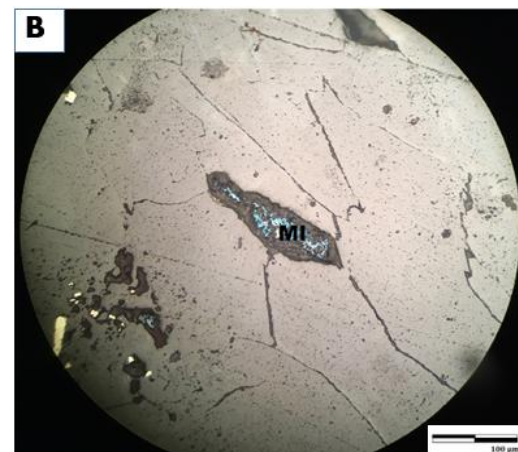
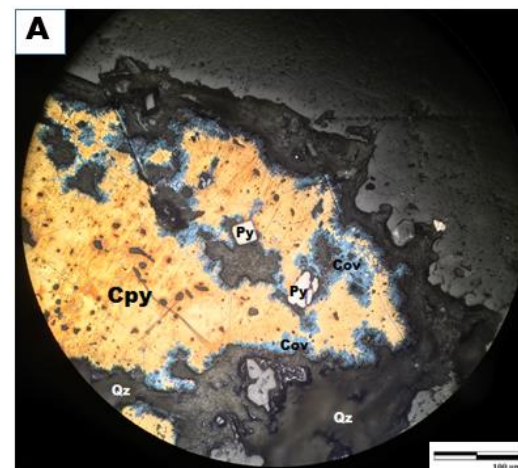
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE MUESTRA DE MANO COORDENADASX 653843 Y 9594524						
Autor: Luis Satián B		Tipo de Ensayo			Mineralógico	
		Lugar			Laboratorio de Petrografía, ESPOL	
		Equipos			Microscopio mineralógico	
		N° de muestra			VSN-005	
VETA SAN JOSÉ NORTE					Mena con vetillas de cuarzo masivo (Qz) y en forma de drusa rellenando una fractura lateral. La mineralización se encuentra en la roca de caja y está compuesta de: sulfuros (pirita (Py), Calcopirita(Cpy), Bornita(Bor) y Calcosina (Cc)); óxidos (Hematita(Hm)-limonita (Lm)) y de minerales alterados de cobre-carbonatos (Malaquita (Ml)) .	
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA (SECCIONES PULIDAS)						
Autor: Luis Satián B		Tipo de Ensayo			Minerográfico	
		Lugar			Laboratorio de Petrografía, ESPOL	
		Equipos			Microscopio de reflexión	
		N° de muestra			VSN-005	
VISTA EN MICROSCOPIO DE LUZ REFLEJADA						
CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS DE MINERALES PRESENTES EN LA MUESTRA (NICOLES PARALELOS)					NICOLES CRUZADOS	
Mineral	Color	Reflectividad	Bi-Reflectividad	Pleocrosimo	Reflexiones Internas	Anisotropía
Pirita	Blanco Amarillento	Alta	No se Observa	No se Observa	No se Observa	Isótropo
Calcopirita	Amarillos Oscuro/ Intenso	Alta	No se Observa	No se Observa	No se Observa	Gris Azulado a pardo anaranjado
Calcosina	Blanco Grisáceo con un leve tinte a azulado	Media	No se Observa	No se Observa	No se Observa	Muy débil a no distinguible
DESCRIPCIÓN						
En la Figura A (Aumento de 10X-NII) Intercrecimiento de pirita (Py) sobre calcopirita (Cpy) En la Figura B (Aumento de 100x-NII) Pirita (Py) sobre calcopirita (cpy) alterandose a Covelina (Cv).						
ANÁLISIS MINERALÓGICO PORCENTUAL						
MINERALES				PORCENTAJE (%)		
Cuarzo				8		
Hematita				3		
Limonita				2		
Malaquita				14		
Pirita				10		
Calcopirita				35		
Calcosina				10		
Covelina				7		
Otros				11		
Total				100		



DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE MUESTRA				COORDENADA X 653829 Y 9594764		
Autor: Luis Satián B				Tipo de Ensayo		Mineralógico
				Lugar		Laboratorio de Petrografía, ESPOL
				Equipos		Microscopio mineralógico
				N° de muestra		VSN-016
VETA SAN JOSÉ NORTE						Se observa una vetilla de cuarzo (qz) de 2cm de potencia sin mineralización. En la roca de caja se aprecian sulfuros: Calcosina (Cc), Calcopirita (Cpy) sobre pirita (py) asociada a microcristales de cuarzo. La alteración de los minerales de cobre ha dado lugar a la formación de carbonatos (Malaquita (Ml) diseminada) y Covelina (Cv).
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA (SECCIONES PULIDAS)						
Autor: Luis Satián B				Tipo de Ensayo		Minerográfico
				Lugar		Laboratorio de Petrografía, ESPOL
				Equipos		Microscopio de reflexión
				N° de muestra		VSN-016
VISTA EN MICROSCOPIO DE LUZ REFLEJADA						
CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS DE MINERALES PRESENTES EN LA MUESTRA (NICOLES PARALELOS)					NICOLES CRUZADOS	
Mineral	Color	Reflectividad	Bi-Reflectividad	Pleocrosimo	Reflexiones Internas	Anisotropía
Pirita	Blanco Amarillento	Alta	No se Observa	No se Observa	No se Observa	Isótropo
Calcopirita	Amarillos Oscuro/ Intenso	Alta	No se Observa	No se Observa	No se Observa	Gris Azulado a pardo anaranjado
Calcosina	Blanco Grisáceo con un leve tinte a azulado	Media	No se Observa	No se Observa	No se Observa	Muy débil a no distinguible
DESCRIPCIÓN						
En la Figura A (Aumento de 10X NII) Calcopirita xenomorfa (Cpy) en pirita idiomorfa (Py). No se observan fases de alteración. En la Figura B (Aumento de 20X NX) Hematita (Hm) alrededor de cuarzo (Qz) y pirita(Py) que sugiere una alteración localizada. Se comprueba por inmersión en aceite.						
ANÁLISIS MINERALÓGICO PORCENTUAL						
MINERALES				PORCENTAJE (%)		
Cuarzo				30		
Malaquita				3		
Pirita				27		
Calcopirita				12		
Calcosina				10		
Covelina				3		
Otros				15		
Total				100		



DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE MUESTRA DE MANO				COORDENADAS X 653983 Y 9594430		
Autor: Luis Satián B				Tipo de Ensayo		Mineralógico
				Lugar		Laboratorio de Petrografía, ESPOL
				Equipos		Microscopio mineralógico
				N° de muestra		VAN-001
VETA ARENOSA						Matriz de cuarzo (Qz) con clorita diseminada (Cl), presenta asociaciones de sulfuros: Pirita (Py), Calcopirita(Cpy) y Covelina (Cov). Se distingue Hematita (Hm) alrededor de la pirita y Limonita(Lm) en la interfase mena caja.
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA (SECCIONES PULIDAS)						
Autor: Luis Satián B				Tipo de Ensayo		Mineragráfico
				Lugar		Laboratorio de Petrografía, ESPOL
				Equipos		Microscopio de reflexión
				N° de muestra		VAN-001
VISTA EN MICROSCOPIO DE LUZ REFLEJADA						
CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS DE MINERALES PRESENTES EN LA MUESTRA (NICOLES PARALELOS)					NICOLES CRUZADOS	
Mineral	Color	Reflectividad	Bi-Reflectividad	Pleocrosimo	Reflexiones Internas	Anisotropía
Pirita	Blanco Amarillento	Alta	No se Observa	No se Observa	No se Observa	Isótropo
Calcopirita	Amarillos Oscuro/ Intenso	Alta	No se Observa	No se Observa	No se Observa	Gris Azulado a pardo anaranjado
Covelina	Blanco Grisáceo con un leve tinte a azulado	Media	No se Observa	No se Observa	Baja	No distinguible
DESCRIPCIÓN						
En la Figura A (Aumento de 10X NII). Calcopirita (Cpy) alterándose a covelina (Cov) con deposición posterior de pirita idiomorfa (Py). En la Figura B (Aumento de 20X NII) Malaquita (MI) en grano de calcopirita alterado.						
ANÁLISIS MINERALÓGICO PORCENTUAL						
MINERALES				PORCENTAJE (%)		
Cuarzo				55		
Hematita				9		
Limonita				11		
Pirita				10		
Calcopirita				5		
Covelina				3		
Otros				7		
Total				100		



ANEXO 3

Anexo 3. Reportes y comparación de análisis químicos de laboratorio de elementos Au, Ag y Cu en las vetas "San José" y "La Arenosa".



GoldenLab
LABORATORIO QUÍMICO METALÚRGICO

RUC: 0703460188001
Telf.: 0991518767 - 0986367332
E-mail: goldenlab@hotmail.es
www.goldenlab.com.ec

Solicitante: Planta de Beneficio San José
Método: E.F.+AA (Ensayo al fuego y lectura en Absorción Atómica)
Fecha de reporte: 09/05/2019

Reporte N° 21971

#	CÓDIGO	Fecha Muestreo	Au-g/TM Oro-total	Ag-g/TM Plata-total	%Cu Cobre	%Pb Plomo	%Zn Zinc	%As Arsénico	%Fe Hierro
			E.F	E.F	AA		AA	EDL	
1	VSNCP-001 Malvas 1	09/05/2019	0,67	112,67	4,36				
2	LSN-001 Malvas 1	09/05/2019	0,20	53,67	0,83				
3	TSM- 001	09/05/2019	0,27	166,93	4,80				
4	VPS-001 Malvas 1	09/05/2019	0,20	116,13	1,43				
5	VSJN-002 Malvas	09/05/2019	0,33	104,53	2,40				
6	VSJS-002 Malvas	09/05/2019	0,27	10,07	0,27				
7	VSNCP-002 Malvas 1	09/05/2019	0,13	2,53	0,03				
8	VPS-002 Malvas 1	09/05/2019	0,33	176,47	2,60				
9	TSM- 002 Malvas 1	09/05/2019	0,67	112,20	3,80				
10	VSJN- 003 Malvas	09/05/2019	1,67	17,07	0,62				
11	CSJN-005 Malvas1	09/05/2019	0,47	77,07	2,16				
12	CSJN-004 Malvas1	09/05/2019	0,27	8,07	0,27				
13	CSJN-006 Malvas 1	09/05/2019	0,20	1,80	0,07				
14	CSJN- 007 Malvas 1	09/05/2019	2,27	9,07	0,42				
15	CSJN- 008 Malvas	09/05/2019	0,13	1,87	0,05				
16	VSJN -001 Malvas 1	09/05/2019	3,33	93,73	3,88				
17	SP2S -001 Malvas 1	09/05/2019	0,20	28,47	0,74				
18	VSTS -001 Malvas 1	09/05/2019	0,27	65,87	3,38				
19	LP2S -001 Malvas 1	09/05/2019	0,13	8,53	0,19				
20	LSN -002 Malvas 1	09/05/2019	0,13	3,87	0,10				
21	A - 1	01/05/2019	0,40	5,60	0,04				
22	A - 2	01/05/2019	0,20	7,47	0,12				
23	A - 3	01/05/2019	0,13	3,60	0,02				
24	A - 4	01/05/2019	0,33	31,33	0,58				
25	A - 5	01/05/2019	0,13	10,80	0,20				
26	Veta Nueva	09/05/2019	0,20	76,07	3,28				


Ing. Químico Julio Rigchag G.
Reg. SENESCYT 1011-08-840900

Dirección: Av. Principal Portovelo-Piñas, A pocos metros del Puente Negro.

Resultados de análisis químicos por ensayo al fuego de vetas San José y La Arenosa, reporte 21971.

Solicitante: Planta de Beneficio San José

Método: E.F.+AA (Ensayo al fuego y lectura en Absorción Atómica)

Fecha de reporte: 10/05/2019

Reporte N° 22021

#	CÓDIGO	Fecha Muestreo	Au-g/TM Oro-total	Ag-g/TM Plata-total	%Cu Cobre	%Pb Plomo	%Zn Zinc	%As Arsénico	% Fe Hierro
			E.F	E.F	AA		AA	EDL	
1	FVVN- 001 Malvas2	10/05/2019	0,20	26,27	0,35				
2	RSVV- 001 Malvas2	10/05/2019	0,27	12,87	0,30				
3	VVS-001 Malvas2	10/05/2019	1,13	4,93	0,17				
4	FVVS-001 Malvas2	10/05/2019	0,13	4,40	0,16				
5	VACS-001 Malvas2	10/05/2019	0,33	82,40	2,81				
6	RLSI-001	10/05/2019	0,35	70,20	0,43				
7	RLS2-001	10/05/2019	0,40	41,60	1,62				
8	RLS2-002 Rebaje Viscaya	10/05/2019	0,35	45,90	0,18				
9	SSJN-001 Malvas	10/05/2019	0,20	50,20	0,09				
10	SSJS-003	10/05/2019	0,33	43,47	1,04				
11	RSLP-001	10/05/2019	0,25	30,70	0,14				
12	LP8N-001 Viscaya Molino	10/05/2019	0,40	71,67	1,42				
13	VSJN-002 Malvas 1	10/05/2019	0,31	58,00	0,63				
14	LCH6N-001 Viscaya Chi	10/05/2019	1,13	23,47	0,60				
15	B9SN-001	10/05/2019	0,52	62,50	0,22				
16	CH8N-001	10/05/2019	0,41	67,80	0,38				
17	P3N-001 Viscaya	10/05/2019	0,48	56,30	0,09				
18	P3M-002 Mina Viscaya	10/05/2019	0,26	46,50	0,13				
19	P3N-003 Viscaya	10/05/2019	0,22	63,20	0,11				
20	CCHJ-001	10/05/2019	0,45	55,60	0,63				
21	CCHS-002 Viscaya	10/05/2019	0,33	58,90	0,48				
22	RCU -001 Viscaya cajón viejo	10/05/2019	0,24	45,80	0,25				
	RCU-002 Viscaya Rebaje cajón	10/05/2019	1,00	15,07	0,38				
23	VAS-002 Malvas 1	10/05/2019	0,33	11,80	0,19				
24	VAJ-002	10/05/2019	0,67	16,53	0,15				
25	VAS-003 Malvas	10/05/2019	0,13	3,20	0,11				
26	VAS-004 Malvas 1	10/05/2019	0,20	3,80	0,12				


Ing. Químico Julio Rigchag G.
Reg. SENESCYT 1011-08-840900

Dirección: Av. Principal Portovelo-Piñas, A pocos metros del Puente Negro.

Resultados de análisis químicos por ensayo al fuego de vetas San José y La Arenosa, reporte 22021.

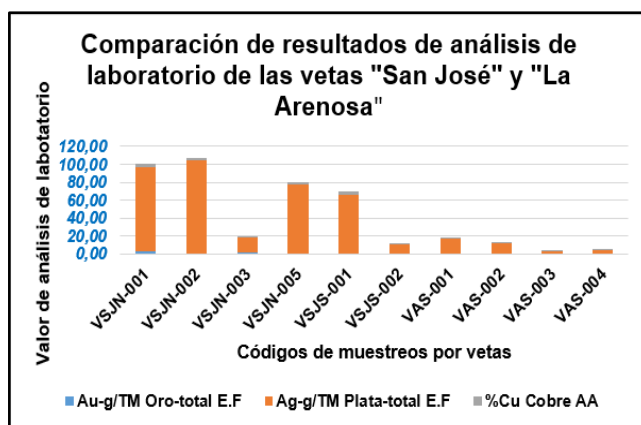
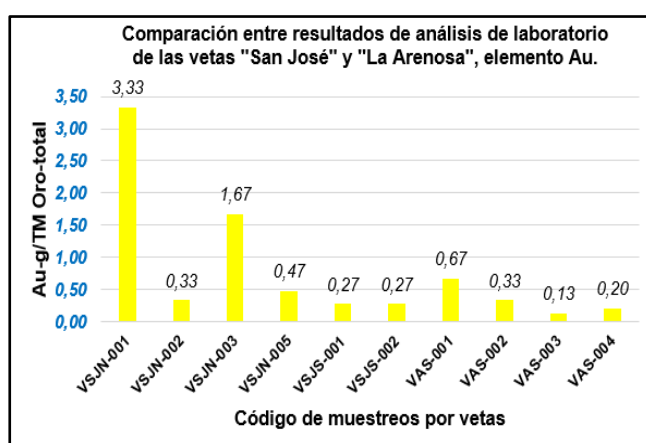
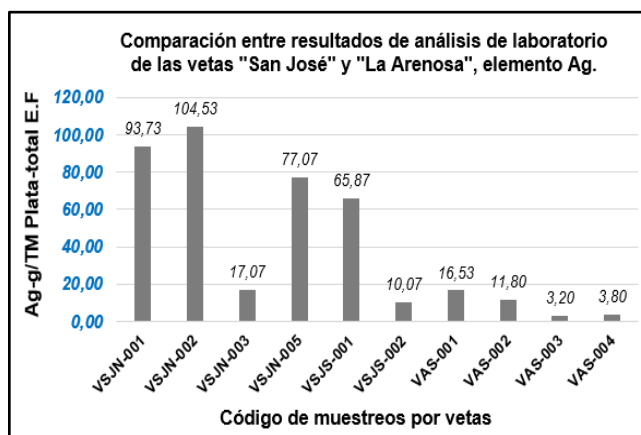


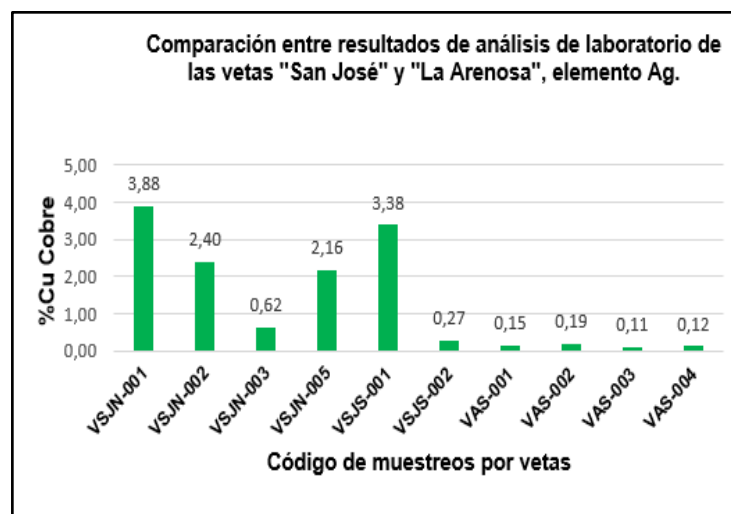
Gráfico comparativo de análisis de laboratorio entre vetas "San José" y "La Arenosa".



Comparación de análisis de laboratorio entre ambas vetas, elemento Au.



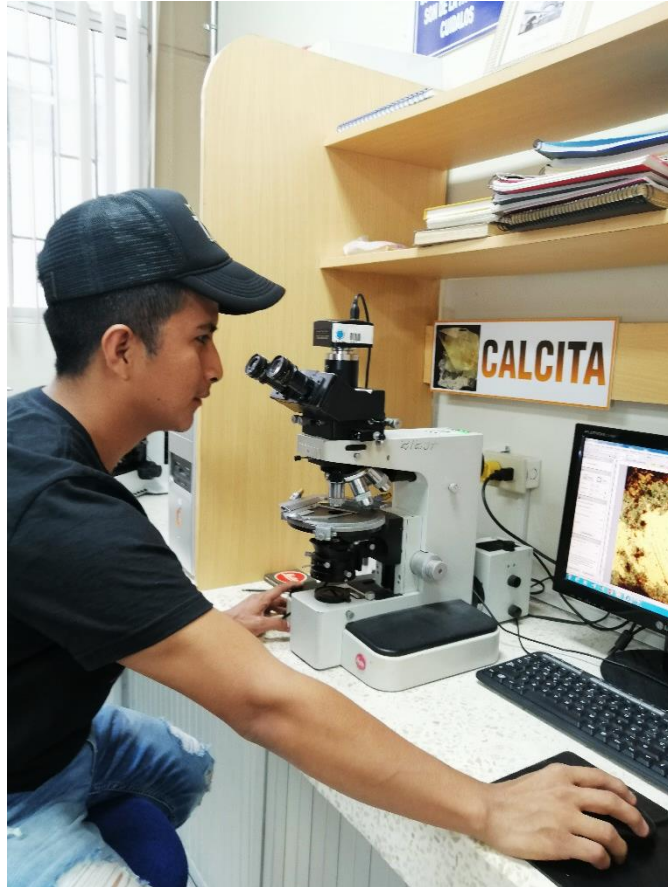
Comparación de análisis de laboratorio entre ambas vetas, elemento Ag.



Comparación de análisis de laboratorio entre ambas vetas, elemento Cu.

ANEXO 4

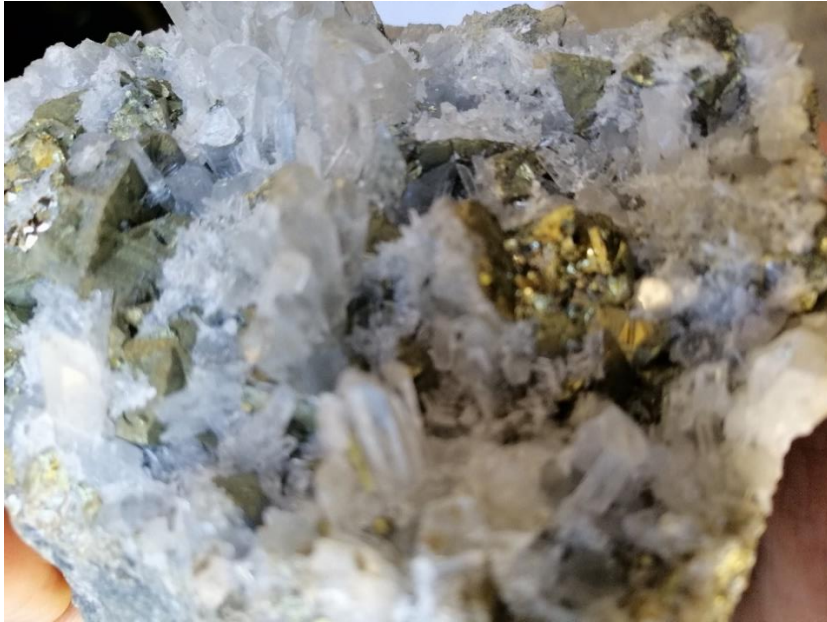
Anexo 4. Fotografías.



Fotografía de análisis de imágenes de secciones pulidas a través de cámara conectada a microscopio

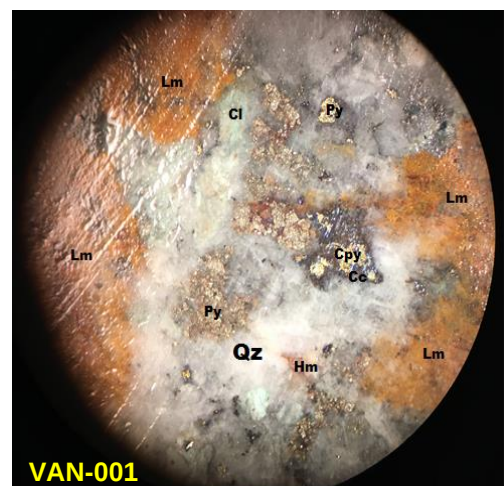
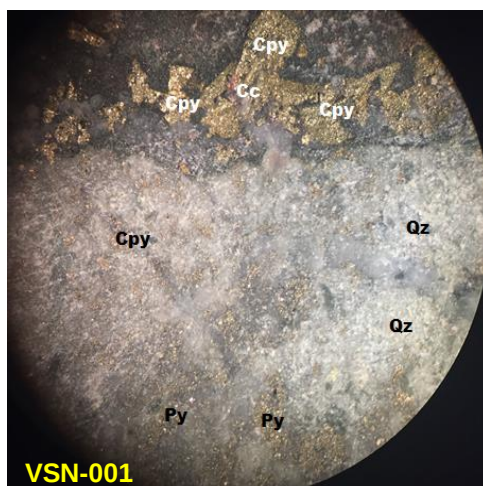
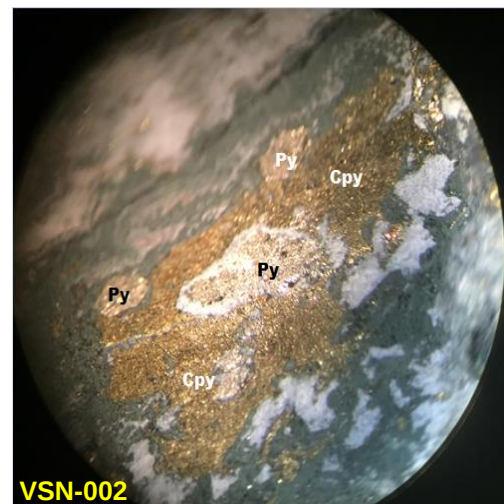
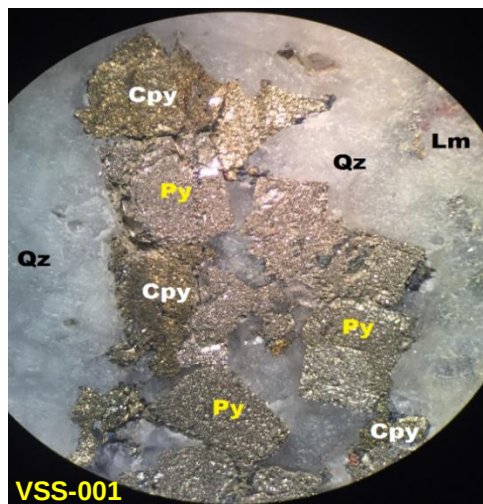


Cortes en vetas para elaboración de secciones pulidas.



Drusas de cuarzo junto a sulfuros de la veta "San José".

Vista en lupa binocular de aumento 20x de secciones pulidas



Vista en lupa binocular de aumento 20x de muestras de mano

