

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



**ESTUDIO GEOLÓGICO Y CONTROLES DE MINERALIZACIÓN DEL SISTEMA
DE VETAS POLIMETÁLICAS, DE LA CONCESIÓN MINERA LOMAS II, PARA LA
DETERMINACIÓN DE SU POTENCIAL ECONÓMICO, DISTRITO CASMA, CASMA-
ANCASH**

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Geólogo

PRESENTADO POR:

Br. CATUNTA ZARATE, Miguel Angel

Br. ORUE QUISPE, Edgar Luis

Asesor: Mgt. MAURO A. ZEGARRA CARREÓN

Cusco, Perú 2021

Agradecimientos

Primeramente, doy gracias a dios por haberme permitido tener una buena experiencia dentro de mi casa de estudios, agradezco a nuestra universidad y a todos nuestros maestros por inculcarnos los conocimientos básicos que tuvieron mucha importancia en mi formación profesional, agradezco a mis padres y terceros por haberme apoyado incondicionalmente durante mi vida estudiantil.

Agradezco a la Pontificia universidad católica del Perú por haberme dado la oportunidad de enriquecer y afianzar mis conocimientos sobre geología mediante el convenio red peruana de universidades (RPU)

Mi gratitud a los Ing, Mario Silva , Alberto del rio Carranza por haberme dado la oportunidad de iniciarme en el ámbito minero.

Miguel Angel Catunta Zarate



Agradecimientos

Agradezco a Dios, a mis padres, mis hermanos, y familiares que estuvieron constantemente apoyándome en todo el proceso que involucró llegar a concluir el trabajo de investigación y llegar hasta estas instancias.

por permitirme tener una buena experiencia dentro de mi casa de estudios, agradezco a nuestra universidad y a todos nuestros maestros por inculcarnos los conocimientos básicos que tuvieron mucha importancia en mi formación profesional, agradezco a mis padres y terceros por haberme apoyado incondicionalmente durante mi vida estudiantil sobre todo agradezco a nuestro asesor Mauro Zegarra que nos dio consejos y apoyo en todo el proyecto de este trabajo.

Damos conocer nuestra mayor gratitud al gerente de la EMPRESA MINERA PYRAMID METALS, y al Ing, Mario Silva, Eulogio Coaricona, por las enseñanzas y los consejos que me brindaron, sobre todo a la sra Giovana Espino, que me apoyó incondicionalmente en la unidad minera y en las labores mineras

Edgar Luis Orue Quispe



Dedicatoria

Para nuestros familiares en especial para nuestros padres Nely y Indalicio, Por confiar en nosotros y apoyarnos incondicionalmente.

A nuestros hermanos, Karen, Maribel, Noemi, Flor Milady, Meliton y Wilbert por sus recomendaciones y consejos

A nuestros docentes de la carrera profesional de Ingeniería geológica.

A todos nuestros amigos de facultad Ingeniería de Minas, Metalurgia y Geologia, y a la facultad de Ingeniería Geológica. De igual forma con nuestros amigos del trabajo, como olvidar las aventuras, experiencias, vivencias y demás momentos que tuvimos.

Los tesistas.



Contenido

ABREVIATURAS	8
UNIDADES	9
ÍNDICE DE CUADROS	10
ÍNDICE DE IMÁGENES	10
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	11
LISTA DE TABLAS	14
LISTA DE MICROFOTOGRAFÍAS	15
LISTA DE FIGURAS	18
RESUMEN	22
ABSTRACT.....	23
CAPITULO I. ASPECTOS GENERALES.....	24
1.1. UBICACIÓN	24
1.1.1. Ubicación Política	24
1.1.2. Ubicación geográfica.....	24
1.2. ACCESIBILIDAD	25
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	25
1.3.1. Descripción del problema	25
1.3.2. Problema principal.....	26
1.3.3. Formulación del problema general.....	26
1.3.4. Justificación e importancia.....	26
1.4. OBJETIVOS	26
1.4.1. Objetivo general.....	26
1.4.2. Objetivos específicos.....	27
1.5. HIPÓTESIS	27
1.5.1. Hipótesis general.....	27
1.5.2. Hipótesis específicas	27
1.6. MARCO REFERENCIAL.....	27
1.6.1. Antecedentes	27
1.7. VARIABLES E INDICADORES	29
1.7.1. Variables.....	29
1.7.2. Indicadores.....	29
1.8. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	29



1.8.1. Método de la investigación.....	29
1.8.2. Metodología de trabajo	30
1.9. TÉCNICAS DE INFORMACIÓN.....	31
1.10. UNIVERSO.....	31
1.10.6. Procesamiento de datos	32
1.11. FLORA, FAUNA Y CLIMA	32
CAPITULO II: GEOMORFOLOGÍA	35
1.12. INTRODUCCIÓN.....	35
1.13. GEOMORFOLOGÍA REGIONAL.....	35
1.13.1. Descripción de las unidades geomorfológicas regionales	35
2.3. GEOMORFOLOGÍA LOCAL	37
2.3.1. Descripción de unidades geomorfológicas locales	37
CAPITULO III: GEOLOGÍA.....	41
3.1. GEOLOGÍA REGIONAL.....	41
3.1.1. Unidades Litoestratigráficas	41
3.2. GEOLOGÍA LOCAL	45
3.2.1. Rocas Igneas.....	45
3.2.2. Rocas Metamórficas.....	47
3.2.3. Depósitos cuaternarios	48
CAPÍTULO IV: MAGMATISMO Y EVOLUCIÓN TECTÓNICA	49
4.1. GENERALIDADES	49
4.2. BASAMENTO DE LA LLANURA PRE ANDINA.....	49
4.2.1. Batolito de la Costa	49
4.2.2. Segmento Lima	55
4.3. CUENCA HUARMEY	58
4.4. EVOLUCIÓN TECTÓNICA Y MINERALIZACIÓN	58
4.4.1. Fase Tectónica Peruana	58
4.4.2. Fase Tectónica Inca	58
4.4.3. Fase Tectónica Quechua	59
CAPÍTULO V: GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.....	60
5.1. GENERALIDAD.....	60
5.2. ESTRUCTURAS REGIONALES	61



5.2.1.	Dominios estructurales	61
5.3.	Estructuras Locales.....	61
5.3.1.	Estructuras de ambiente frágil.....	61
5.3.2.	Estructuras de ambiente dúctil.....	67
5.4.	Geometría del sistema de Vetas-Fallas y Fallas	68
5.4.1.	Descripción Principales Fallas	68
5.5.	Geometría del sistema de Vetas	71
5.5.1	Descripción principales Vetas	71
5.6.	Análisis de datos estructurales.....	79
5.6.1.	Datos estructurales Escala 1/5000.....	79
5.6.2.	Datos estructurales Escala 1/500.....	84
5.7.	Modelo estructural preliminar del sistema de vetas en la mina lomas II	96
5.7.1	Secuencia tectónica de los Andes del Perú	97
5.7.2	Secuencia tectónica Unidad minera Lomas II	98
6.	CAPÍTULO VI: PETROMINERAGRAFIA	101
6.1.	GENERALIDADES.....	101
6.1.1.	Estudio Petrográfico.....	101
6.1.2.	Estudio Mineragráfico.....	101
6.2.	ESTUDIO PETROGRÁFICO	102
6.2.1.	Roca Silicificada S-1	102
6.2.2.	Dique D-1	107
6.3.	ESTUDIO MINERAGRÁFICO.....	112
6.3.2.	Veta Lomas Muestra M-1.....	112
6.3.3.	Veta Lomas Muestra M-2.....	117
6.3.3.1.	Texturas de la Mineralización	117
6.3.3.2.	Intercrecimientos entre Minerales de Mena	117
6.3.3.3.	Descripción Macroscópica Muestra M-2	117
6.3.3.4.	Descripción microscópica Muestra M-2	118
6.3.3.5.	Descripción Mineralógica Muestra M-2.....	118
6.3.3.6.	Fotomicrografías Muestra M-2	120
6.3.4.	Hornfles Mineralizado Muestra M-3.....	121
6.3.5.	Dique Pórfido Diorítico Muestra M-4	125



6.3.6.	Veta Daysi M-1d.....	128
6.3.7.	Veta Daysi M-2d.....	135
6.4.	Microscopia Electrónica de Barrido (MEB).....	142
6.4.1.	Veta Daysi M-2d.....	143
7.	CAPITULO VII: GEOLOGÍA ECONÓMICA.....	155
7.1.	GENERALIDADES.....	155
7.2.	METALOGENIA DE LA ZONA	157
7.3.	DESCRIPCIÓN DEL TARGET ZONA CENTRO.....	158
7.3.1.	Veta Lomas II.....	159
7.3.2.	Veta Daysi	161
7.4.	MINERALIZACIÓN DEL YACIMIENTO LOMAS II.....	163
7.4.1.	Minerales de mena en Óxidos	163
7.4.2.	Minerales de Ganga en óxidos.....	166
7.4.3.	Minerales de Mena sulfuros	167
7.4.4.	Minerales de Ganga en sulfuros	171
7.5.	PARAGÉNESIS	172
7.5.1.	Veta Lomas.....	172
7.5.2.	Daysi.....	172
7.6.	ALTERACIÓN HIDROTERMAL	173
8.	CAPITULO VIII: ESTIMACIÓN DE RESERVAS Y RECURSOS.....	175
8.1.	GENERALIDADES.....	175
8.2.	PROYECCIÓN A 7 AÑOS DE PROYECTO.....	176
	CONCLUSIONES.....	177
	RECOMENDACIONES.....	179
	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	180



ABREVIATURAS

Abreviatura	Nombre	Composición Química
Apy	Arsenopirita	FeAsS
Au	Oro	Au
TLRs	Telururos	Calaverita (AuTe ₂), silvanita (AgAuTe ₄), petzita (Ag ₃ AuTe ₂) y hessita (Ag ₂ Te).
Cpy	Calcopirita	CuFeS ₂
Ef	Esfalerita	(Zn,Fe)S
El	Electrum	Au,Ag
GGs	Gangas	(variada)
Hes	Hessita	Ag ₂ Te
gn	Galena	PbS
Il	Ilmenita	FeTiO ₃
Po	Pirrotita	Fe _{1-x} S _x
Py	Pirita	FeS ₂
Bt	Biotita	K(Mg,Fe) ₃ (Al,Fe)Si ₃ O ₁₀ (OH,F) ₂
Cal	Calcita	CO ₃ Ca
Chl	Clorita	(Fe ⁺² , Mg, Fe ⁺³ , Al) ₆ (Si ₃ Al)O ₁₀ (OH, O) ₈
Ep	Epidota	Ca ₂ (Al,Fe) ₃ (SiO ₄) ₃ (OH).
Hem	Hematita	Fe ₂ O ₃
Jrs	Jarosita:	KFe ₃ SO ₄ ·2(OH) ₆
Kfs		
Ms	Moscovita	KAl ₂ Si ₃ AlO ₁₀ (OH,F) ₂
Pl	Plagioclasa	(NaCa)(Si,Al) ₃ O ₈
Qz	Cuarzo	SiO ₂
Ser	Sericita	KAl ₂ Si ₃ AlO ₁₀ (OH,F) ₂
Abreviatura	Nombre	
DEM	Modelo Digital de Elevación	
INGEMMET	Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico	
UTM	Universal Transverse Mercator	
MEM	Ministerio de Energía y Minas	
MINAM	Ministerio del Ambiente	
ICP-OES	Espectrometría de Emisión Óptica-Plasma de Acoplamiento Inductivo	
AAS	Espectrometría de Absorción Atómica	
ICP-MS	Espectrometría de Masas Por Plasma Acoplado Inductivamente	
AES	Espectroscopia de Emisión Atómica Minerales	



UNIDADES

cm:	Centímetros
gr:	Gramos
gr/tn:	Gramos por tonelada
Oz/tn	Onzas por tonelada
kg:	Kilogramo
km:	Kilómetro
m:	Metro
msnm:	Metros sobre el nivel del mar
Ma:	Millones de años
ppb:	Partes por billón
ppm:	Partes por millón
“- “:	Trazas de mineral



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Ubicación política zona de estudios.....	24
Cuadro 2. Ubicación UTM zona de estudios.....	24
Cuadro 3: Cuadro modelo de la cubicación de tajos. Fuente: Elaboración Propia.....	159
Cuadro 4: Cuadro de modelo de muestreo de la veta lomas II. Fuente: Elaboración Propia	160
Cuadro 5. Tabla de muestreo modelo veta Deysi y su rango de colores de la ley. Fuente: Elaboración Propia.....	162
Cuadro 6: Cuadro de estimación de reservas y recursos potenciales del proyecto. Fuente: Elaboración Propia.....	175
Cuadro 7: Tabla de proyección de reservas y recursos a diez años. Fuente: Elaboración Propia	176

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Vía de acceso desde la ciudad de Lima a la unidad minera Lomas 2.....	25
Imagen 2: Columna estratigráfica local de lomas II. Fuente: Elaboración propia.....	48
Imagen 3. Batolito Costero – Segmento Lima, con sus respectivos datos radiométricos. Fuente: (Romero, 2007).	51
Imagen 4. Distribución espacial y evolución magmática de la zona Costera y cordillera Occidental del Perú Central. Fuente: Samuel B Mukasa 1986.	52
Imagen 5. Posiciones de la placa de Nasca, a través del tiempo geológico, interpretado mediante anomalías magnéticas. Fuente: Pardo-Casas y Molnar, 1987.....	98



ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Foto tomada en salida de campo de la Tillandsia. Fuente: Elaboración propia.	32
Fotografía 2. Cleistocactus, en campo y quebradas. Fuente: Elaboración propia.	33
Fotografía 3. Arbustos presentes en la zona de estudio. Fuente: Elaboración Propia.	33
Fotografía 4. A: grillo del desierto. B: lagartija del desierto. Fuente: Elaboración propia.	34
Fotografía 5. Colinas en la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia.	37
Fotografía 6 . Montaña de roca vulcano-sedimentaria en la zona de estudio Fuente: Elaboración propia	38
Fotografía 7. Abanicos aluviales presentes al sur de la concesión lomas II. Fuente: Elaboración propia	39
Fotografía 8. Dunas en el campo presentes al norte este de la concesión minera Lomas II. Fuente: Elaboración propia	40
Fotografía 9. Mantos de arena en el proyecto presente por el norte. Fuente: Elaboración propia	40
Fotografía 10. Falla Normal Daysi con afloramiento en superficie de 4 km, zona 4. Fuente: Elaboración propia	63
Fotografía 11. Falla inversa Jobbita con afloramiento en superficie de 2km. Fuente: Elaboración propia	63
Fotografía 12. Se observa al grupo Casma, con diaclasas que se muestra en líneas entrecortadas. Fuente: Elaboración propia	64
Fotografía 13. Se observa zona plegada con presencia de anticlinal. Fuente: Elaboración propia	67
Fotografía 14. Presencia de un sinclinal a 4 km al Norte de la concesión. Fuente: Elaboración propia	68



Fotografía 15. Vista techo de Gal 120 NO, donde se evidencia claramente movimiento Dextral. Fuente: Elaboración propia	69
Fotografía 16. Se observa movimiento inverso con plano de falla y presencia de estrías. Fuente: Elaboración propia	69
Fotografía 17. Se observa movimiento Normal propio de la Falla Daysi. Fuente: Elaboración propia	70
Fotografía 18. Se observa Veta Lomas en la Gal 120 NW con potencia de 1.1mt. Fuente: Elaboración propia	71
Fotografía 19. Se observa Veta Jobbita Gal 48 NW, con esporádica presencia de mineralización. Fuente: Elaboración propia.	73
Fotografía 20. Se observa Veta Daysi Gal 470 NW, Zona 3, con mayor presencia de mineralización. Fuente: Elaboración propia.	75
Fotografía 21. Se observa Veta Daysi Gal 280 NO, Zona 4, con mayor presencia de mineralización. Fuente: Elaboración propia.	76
Fotografía 22: Muestra de mano. Fuente: Elaboración propia.	102
Fotografía 23: Muestra de mano de la diorita Porfírica. Fuente elaboración propia.	108
Fotografía 24: Muestra de mano y sección pulida de la veta lomas. Fuente: propia	113
Fotografía 25: muestra de mano y sección pulida de la zona silicificada y diseminada. Fuente: propia	117
Fotografía 26: muestra de mano y sección pulida del Hornfles mineralizado. Fuente: propia .	122
Fotografía 27: muestra de mano y sección pulida del dique porfido diorítico. Fuente: Elaboración propia	126



Fotografía 28: muestra de mano y sección pulida de la veta Daysi M-1d. Fuente: Elaboración propia	128
Fotografía 29: Muestra de mano y sección pulida de la veta Daysi M-2. Fuente: Elaboración propia	135
Fotografía 30: Plano de ubicación de vetas y cuerpos zona centro. Fuente: Elaboración Propia	158
Fotografía 31: Mineralización de la Jarosita en la estructura. Fuente: Elaboración Propia	164
Fotografía 32: Presencia de óxidos de cobre en la zona de estudio. Fuente: Elaboración Propia	164
Fotografía 33: Presencia de la Goethita en la parte superficial de la estructura, en una buena potencia. Fuente: Elaboración Propia	165
Fotografía 34: presencia de la sílice granular en pequeñas zonas de alta ley. Fuente: Elaboración Propia	165
Fotografía 35: Presencia de hematita en la apertura de la bocamina. Fuente: Elaboración Propia	166
Fotografía 36: Oxido de manganeso presente en las labores parte superficial. Fuente: Elaboración Propia	167
Fotografía 37: Presencia de Arsenopirita, masiva en la veta, por sectores se encontraron cristalizados. Fuente: Elaboración Propia.....	167
Fotografía 38: Presencia de Pirrotita en venillas y masiva en la veta en interior mina. Fuente: Elaboración Propia.....	168
Fotografía 39: Calcopirrita con relleno masivo en fracturas. Fuente: Elaboración Propia.....	169
Fotografía 40: Presencia de pirita fina, presente en las fracturas. Fuente: Elaboración Propia..	169
Fotografía 41: Galena cristalizada. Fuente: Elaboración Propia	170



Fotografía 42: Presencia de la Marmatita. Fuente: Elaboración Propia 170

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: base de datos de las fallas. Fuente: Elaboración propia..... 80

Tabla 2: Base de datos de las vetas. Fuente: Elaboración propia 81

Tabla 3. Base de datos de las vetas. Fuente: Elaboración propia 82

Tabla 4. Base de datos tomados en campo de la veta las lomas. Fuente: Elaboración propia..... 85

Tabla 5: base de datos tomados en campo de la veta las Jobbita. Fuente: Elaboración propia. .. 89

Tabla 6: Base de datos tomados en campo de la veta las Jobbita. Fuente: Elaboración propia. . 93

Tabla 7: Descripción mineralógica muestra S-1 103

Tabla 8: Descripción Mineralógica de la Roca Silicificada..... 109

Tabla 9: Descripción Mineralógica..... 114

Tabla 10: Descripción microscópica..... 118

Tabla 11: Descripción microscópica..... 123

Tabla 12: Descripción microscópica..... 127

Tabla 13: Descripción microscópica..... 130

Tabla 14: Descripción microscópica..... 136

Tabla 15: resumen de análisis de espectros EDS (Espectrometría de dispersión de energía de rayos X)..... 143

Tabla 16: resumen de análisis de espectros EDS (Espectrometría de dispersión de energía de rayos X)..... 145

Tabla 17: resumen de análisis de espectros EDS (Espectrometría de dispersión de energía de rayos X)..... 147



Tabla 18: resumen de análisis de espectros EDS (Espectrometría de dispersión de energía de rayos X).....	149
Tabla 19: resumen de análisis de espectros EDS (Espectrometría de dispersión de energía de rayos X).....	151
Tabla 20: resumen de análisis de espectros EDS (Espectrometría de dispersión de energía de rayos X).....	153
Tabla 21: Paragénesis de la veta las lomas II. Fuente: Elaboración Propia.....	172
Tabla 22: Paragénesis de la veta Daysi. Fuente: Elaboración Propia.....	172
Tabla 23: Alteración de una roca silisificada. Fuente: Elaboración Propia.....	173
Tabla 24: Alteración de la veta lomas II. Fuente: Elaboración Propia.....	173
Tabla 25: Alteración de la veta Daysi. Fuente: Elaboración Propia.....	174

LISTA DE MICROFOTOGRAFÍAS

Fotomicrografía N° 1: Relictos del protolito sedimentario conservando el carácter detrítico de los granos de cuarzo I (cz I). Nótese los agregados de piroxenos I (PXs I) y anfíboles I (ANFs I)	
Fotomicrografía en LT-NX.....	105
Fotomicrografía N° 2: Venillas de piroxenos II (PXs II) y albita (ab), cortando al protolito sedimentario. Fotomicrografía en LT-NX.	106
Fotomicrografía N° 3: Venillas de piroxenos II (PXs II), cuarzo II (cz II), cortando al protolito sedimentario de cuarzo I (cz I). Nótese los agregados masivos de minerales opacos II (sulfuros) rellenando espacios en las venillas. Fotomicrografía en LT-NX.....	106
Fotomicrografía N° 4: Detalle de los agregados masivos de minerales opacos II (sulfuros), rellenando espacios en las venillas de piroxenos II (PXs II). Fotomicrografía en LT-NX.	107



Fotomicrografía N° 5: Fenocristales de piroxenos I (PXs I), reemplazados por actinolita. Nótese la matriz, también, reemplazada por actinolita. Fotomicrografía en LT-NX. 110

Fotomicrografía N° 6: Fenocristales de plagioclasas I (PGLs I) y feldespatos potásicos (FPKs) con bordes ligeramente corroídos. Matriz reemplazada por actinolita (act). Fotomicrografía en LT-NX..... 111

Fotomicrografía N° 7: Plagioclasas I (PGLs I) con alteración a sericita (ser) y bordes ligeramente corroídos. Detalle de la matriz de actinolita (act) y agregados microfibrosos de biotita (bt). Fotomicrografía en LT-NX..... 111

Fotomicrografía N° 8: Cristal euhedral de piroxeno I (PXs I), maclado con sección octogonal, reemplazado por agregados fibrosos de actinolita (act). Fotomicrografía en LT-NX..... 112

Fotomicrografía N° 9: Arsenopirita II (apy II) formando intercrecimientos de tipo ameboide (1b II) con calcopirita II (cp II) y esfalerita II (ef II). Ganga de cuarzo (cz) Fotomicrografía en LR-NP. 115

Fotomicrografía N° 10: Calcopirita II (cp II) y arsenopirita II (apy II), formando intercrecimientos de tipo ameboide (1b II). Inclusión (1e I) en calcopirita II (cp II). Ganga de cuarzo (cz). Fotomicrografía en LR-NP. 116

Fotomicrografía N° 11: Primer evento de mineralización: disseminados de pirrotita I (po I), arsenopirita I (apy I) y cavidad con relleno de calcopirita I (cp I). Fotomicrografía en LR-NP. 116

Fotomicrografía N° 12: Pirrotita II (po II) junto con arsenopirita II (apy II) y esfalerita II (ef II), formando intercrecimientos de tipo simple (1a I). Fotomicrografía en LR-NP..... 120

Fotomicrografía N° 13: Electrum (el) en contacto con pirrotita II (po II) y esfalerita II (ef II); en ambos casos, con intercrecimiento de tipo simple (1a II). Ganga de cuarzo III (cz III). Fotomicrografía en LR-NP. 120



Fotomicrografía N° 14: Primer evento: diseminados de pirrotita I (po I) junto con calcopirita I (cp I), formando intercrecimiento de tipo simple (1a I). Ganga (GGs): hornfels. Fotomicrografía en LR-NP.	121
Fotomicrografía N° 15: Agregado masivo de pirrotita II (po II), de forma veteadada. e intercrecimiento simple (1a I) con calcopirita II (cp II). Venilla de cuarzo (cz) y piroxenos (PXs). Fotomicrografía en LR-NP.	124
Fotomicrografía N° 16: Agregados masivos de pirrotita II (po II) con inclusiones (1e I) con calcopirita II (cp II). Fotomicrografía en LR-NP.....	124
Fotomicrografía N° 17: Molibdenita (mb) con hábito fibroso laminar junto con pirrotita II.....	125
Fotomicrografía N° 18: Pirrotita (po) y calcopirita (cp) como diseminados y relleno de intersticios en la matriz de actinolita (act). Fotomicrografía en LR-NP.....	127
Fotomicrografía N° 19: Cristales subhedrales de arsenopirita (apy) englobados por agregados masivos de pirrotita (po). Fotomicrografía en LR-NP.....	132
Fotomicrografía N° 20: Agregados masivos de pirrotita (po), arsenopirita (apy) y calcopirita II (cp II) de forma veteadada (3d I). Ganga (GGs). Fotomicrografía en LR-NP.	132
Fotomicrografía N° 21: Calcopirita II (cp II) masiva asociado a cubanita (cub) y esfalerita (ef).Ganga de cuarzo (cz). Fotomicrografía en LR-NP.	133
Fotomicrografía N° 22: Arsenopirita (apy) con inclusiones de electrum I (el I) y la asociación telururos de plata (TLRs Ag) – bismuto II (Bi II). Fotomicrografía en LR-NP.	133
Fotomicrografía N° 23: Arsenopirita (apy) con inclusiones (1a I) de electrum I (el I) y pirrotita (po) en contacto simple (1a I) con bismuto I (Bi I). Fotomicrografía en LR-NP.	134
Fotomicrografía N° 24: Grano libre de electrum II (el II) en porosidades de arsenopirita (apy). Pirrotita (po). Fotomicrografía en LR-NP.	134



Fotomicrografía N° 25: Cristales de arsenopirita (apy) englobados por pirrotita (po) y calcopirita II (cp II). Fotomicrografía en LR-NP. 139

Fotomicrografía N° 26: Asociación de pirrotita (po), galena (gn) y calcopirita II (cp II) con intercrecimientos simples (1a I) y ameboide (1b I). Ganga (GGs). Fotomicrografía en LR-NP. 139

Fotomicrografía N° 27: Arsenopirita (apy) con inclusiones de electrum I (el I) y porosidades con la asociación galena (gn) – bismuto II (Bi II) y telururos de plata (TLRs Ag). Fotomicrografía en LR-NP. 140

Fotomicrografía N° 28: Cristal de arsenopirita (apy) con inclusiones (1e I) de electrum I (el I). Porosidades con granos libres de electrum II (el II) en microfracturas y la asociación telururos de plata (TLRs Ag) - bismuto II (Bi II). Pirrotita (po). Fotomicrografía en LR-NP. 140

Fotomicrografía N° 29_ Cristal de galena (gn) con inclusiones (1e I) de bismuto II (Bi II). Pirrotita (po). Fotomicrografía en LR-NP. 141

Fotomicrografía N° 30: Galena (gn) con inclusiones (1e I) de bismuto II (Bi II) asociados con telururos de plata (TLRs Ag). Calcopirita II (cp II). Ganga (GGs). Fotomicrografía en LR-NP. 141

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Unidades morfo-estructurales del Perú. Fuente: (Ingemmet, 1995) 36

Figura 2. Tres diferentes estadios de la subducción durante el Mesozoico – Cenozoico, relacionado a la velocidad de roll-back y a los procesos generados. (Modelo conceptual tomado de Ramos, 2009). 54



Figura 3. Esquema del mapa geológico que muestra la mayor parte del segmento lima del Batolito Costero y la distribución de las principales superunidades.....	57
Figura 4. Niveles estructurales de la corteza terrestre. (Según Mattauer, 1976).	60
Figura 5. Indicadores cinemáticos (fuente: Mattauer, 1976).....	62
Figura 6. Clasificación básica de las fallas: normal, inversa y en dirección. Fuente: Mattauer, 1976.....	64
Figura 7. Modelo de ruptura ideal para un macizo rocoso a lo largo de un plano de falla sinistral según los trabajos de Cloos (1928) y Riedel (1929). Gráfico tomado de Van Der Pluijm y Marshak (2004).....	65
Figura 8. Sentido del movimiento (según las flechas en rojo) que está determinado de acuerdo a la relación geométrica oblicua entre la superficie de falla y el plano de riedel. Gráfico tomado de Allmendinger (1987).....	65
Figura 9. Las fracturas secundarias asociadas a fallas mostrando las relaciones con el sentido de cizalla. Fuente: Petit, 1987.....	66
Figura 10. Clasificación básica de las fallas: normal, inversa y en dirección. Fuente: Mattauer, 1976.....	67
Figura 11: Sección geológica Veta Lomas. Fuente: Elaboración propia.....	72
Figura 12: Sección geológica Veta Lomas. Fuente: Elaboración propia.....	74
Figura 13: Geológica Veta Lomas Fuente: Elaboración propia.....	77
Figura 14: Sección geológica Veta Lomas. Fuente: Elaboración propia.....	78
Figura 15. Análisis de los datos estructurales de Vetas, Fallas Normales, Inversas y Sinextrales. Estos datos fueron ploteados en el Software Stereonet. Fuente: Elaboración propia.....	83



Figura 16. Análisis de datos estructurales de fallas dextrales y diques. Estos datos fueron ploteados en el Software Stereonet . Fuente: Elaboración propia.	84
Figura 17. Clasificación de la veta Lomas II, en el cuadro comparativo cabeceo vs. buzamiento. (Tomado de Angilier, 1994).	86
Figura 18. Estereogramas y diedros de deformación de la veta Lomas II, primera tendencia de datos. Fuente: Elaboración propia.....	87
Figura 19: Estereogramas y diedros de compresión de la veta Lomas II, segunda tendencia de datos. Fuente: Elaboración propia.....	88
Figura 20: Estereogramas y diedros de compresión de la veta Lomas II, tercera tendencia de datos. Fuente: Elaboración propia.....	88
Figura 21. Estereogramas y diedros de compresión de la veta Lomas II, cuarta tendencia de datos. Fuente: Elaboración propia.....	89
Figura 22. Clasificación de la veta Jobbita, en el cuadro comparativo cabeceo vs. buzamiento. (Tomado de Angilier, 1994).	90
Figura 23. Estereogramas y diedros de deformación de la veta Jobbita, primera tendencia de datos. Fuente: Elaboración propia.....	91
Figura 24. Estereogramas y diedros de deformación de la veta Jobbita, segunda tendencia de datos. Fuente: propia.....	91
Figura 25. Estereogramas y diedros de deformación de la veta Jobbita, tercera tendencia de datos. Fuente: Elaboración propia.....	92
Figura 26: Clasificación de la veta Daysi, en el cuadro comparativo cabeceo vs. buzamiento. (Tomado de Angilier, 1994).	94



Figura 27. Estereogramas y diedros de deformación de la veta las Daysi, primera tendencia de datos. Fuente: Elaboración propia.....	95
Figura 28. Estereogramas y diedros de deformación de la veta las Daysi, segunda tendencia de datos. Fuente: Elaboración propia.....	95
Figura 29. Estereogramas y diedros de deformación de la veta las Daysi, tercera tendencia de datos. Fuente: Elaboración propia.....	96
Figura 30. Resumen de la tectónica de los Andes del norte del Perú. Fuente: Turner, 1997; Llosa et al 1996 Megard, 1984; Pardo-Casas y Molnar, 1987; Pilger, 1984; Modificado de Richard D, 2002.....	97
Figura 31. Secuencia Tectónica Unidad Minera Las Lomas II. Fuente: Turner, 1997; Llosa et al 1996 Megard, 1984; Pardo-Casas y Molnar, 1987; Pilger, 1984; Modificado de Richard D, 2002.	99
Figura 32: Sección Estructural de la Unidad Minera Lomas II. Fuente: Elaboración propia....	100
Figura 33. Tipos de texturas en rocas volcánicas e hipoabisales en función al contenido de la matriz y fenocristales.	101
Figura 34: Mapa Plano de ubicación de zonas y targets del proyecto. Fuente: Elaboración propia.	156
Figura 35: Mapa Plano de ubicación de zonas y targets del proyecto. Fuente: Ingemmet.....	157
Figura 36: Plano de cubicación de reserva probada de la veta las lomas II. Fuente: Elaboración Propia.	161
Figura 37: Plano de cubicación de reservas probadas de la veta Deysi. Fuente: Elaboración Propia.	163



RESUMEN

La unidad mineral Las Lomas II está ubicada políticamente en la Región de Ancash, Provincia de Casma, Distrito comandante Noel, ubicada en la Carta Nacional de Casma (19-G) Zona 17s.

El área Las Lomas II presenta lomas elevadas y penillanuras en partes bajas, con sedimentos marinos y fluviomarinos, sedimentos recientes eólicos en toda la zona.

El ambiente litológico del área está conformado por discontinuos y dispersos afloramientos propios del Grupo Casma, causadas por la presencia de rocas del batolito de la costa y diques que lo corta.

Estructuralmente se encuentra en una zona de compresión con movimiento dextral, con esfuerzo principal σ_1 en dirección NW- SE, Este fuerza genera la apertura de pequeñas franjas dilatadas generando la inyección de fluidos mineralizados emplazándose y precipitando en rocas del grupo Casma, el análisis estereográfico y de rosetas nos indica la presencia de 4 eventos tectónicos estos pertenecen a diferentes etapas geológicas.

La mineralogía en superficie se caracteriza por la presencia de óxidos (Goethita, Hematita, Jarocita), con alteraciones cuarzo sericita, alunita y sílice residual, esta zona de oxidación ocupa una capa delgada de 20 a 30 mt de profundidad hasta llegar a la zona de transición, los sulfuros presentes son la pirrotina, arsenopirita, pirita diseminada, calcopirita, marmatita, Tz de esfalerita Tz de galena y Tz de molibdeno. El contenido de oro y plata se presentan como electrum de bismuto y electrum de Cobre en minerales tales como: Arsenopirita, calcopirita, bismuto y pirita. Su contenido metálico aurífero en zonas anómalas de sulfuro llegó a tener valores de hasta 7 Oz/Tm y en zona de óxidos hasta 3 Oz/Tm.

Como reserva la unidad lomas II tiene cubicado a lo largo de la veta daysi un total de 288 000 Tm de mineral con una ley de 6.57 Gr/tm, de igual manera la veta lomas II tiene una reserva de 362 580 Tm de mineral con una ley de 4.57 Gr/Tm, en total 650 580 Tm con ley promedio de 5.57 Gr/Tm.

Palabras claves: Electrum, Trazas (Tz) y Batolito



ABSTRACT

The Las Lomas II mineral unit is politically located in the Ancash Region, Casma Province, Comandante Noel District, located in the Casma National Charter (19-G) Zone 17s.

The Las Lomas II area has high hills and peneplains in the lower parts, with marine and fluviomarine sediments, recent aeolian sediments throughout the area.

The lithological environment of the area is made up of discontinuous and dispersed outcrops typical of the Casma Group, caused by the presence of rocks from the coastal batholith and dikes that cut it.

Structurally, it is located in a compression zone with dextral movement, with signal main stress in NW-SE direction. This force generates the opening of small dilated fringes, generating the injection of mineralized fluids, emplacing and precipitating in rocks of the Casma group, the stereographic analysis and rosettes indicate the presence of 4 tectonic events, these belong to different geological stages.

Surface mineralogy is characterized by the presence of oxides (Goethite, Hematite, Jarosite), with alterations quartz sericite, alunite and residual silica, this oxidation zone occupies a thin layer 20 to 30 m deep until reaching the zone of transition, the sulfides present are pyrrhotin, arsenopyrite, disseminated pyrite, chalcopyrite, marmatite, Tz of sphalerite, Tz of galena and Tz of molybdenum. The gold and silver content are presented as bismuth electrum and Copper electrum in minerals such as: Arsenopyrite, chalcopyrite, bismuth and pyrite. Its gold metallic content in anomalous sulfur zones reached values of up to 7 Oz / Tm and in oxide zones up to 3 Oz / Tm.

As a reserve, the lomas II unit has cubed along the daysi vein a total of 250,000 Tm of mineral with a grade of 10 Gr / t, in the same way the vein Lomas II has a reserve of 440,000 Tm of mineral with a grade of 3 Gr / Tm, in total 690,000 Tm with an average grade of 6.5 Gr / Tm.

Keywords: Electrum, Traces (Tz) and Batholith



CAPITULO I. ASPECTOS GENERALES

1.1. UBICACIÓN

1.1.1. Ubicación Política

La concesión minera Lomas II está ubicado políticamente en el distrito Casma, provincia Casma, departamento Ancash (cuadro 1), cuadrángulos geológicos Casma- Huarney (20-g4), (Instituto Geológico Minero Metalúrgico) a una altitud promedio de 380 m.s.n.m.

Cuadro 1. Ubicación política zona de estudios.

Región	Ancash
Provincia	Casma
Distrito	Casma

Fuente: Elaboración propia

1.1.2. Ubicación geográfica

El área de estudio se encuentra en las siguientes coordenadas: Universal Transversal de Mercator (UTM) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Ubicación UTM zona de estudios.

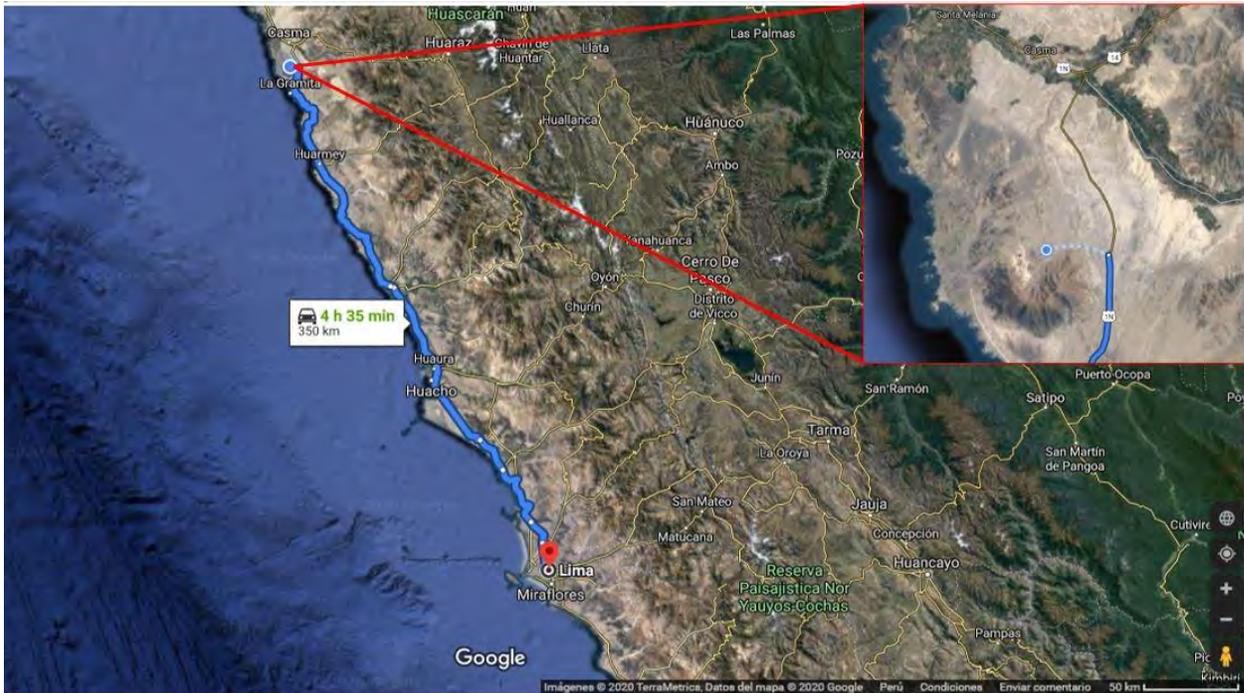
Nº Vertices	X	Y
1	794741.53	8937638.04
2	794741.53	8939638.05
3	796741.51	8939638.04
4	796741.52	8937638.04
5	797741.51	8937638.03
6	797741.51	8936638.03
7	796741.52	8936638.03
8	796741.52	8934638.03
9	795741.53	8934638.03
10	795741.53	8937638.04

Fuente: Elaboración propia

1.2. ACCESIBILIDAD

La accesibilidad a la zona de estudio es por vía terrestre desde la ciudad de Lima se recorre hasta el kilómetro 365 de la nueva autopista Panamericana Norte. De allí se ingresa por una vía de trocha 7 kilómetros en dirección al oeste. Desde la ciudad de Casma, es accesible por una trocha carrozable desde el km 365 de la panamericana Norte (Imagen 1).

Imagen 1. Vía de acceso desde la ciudad de Lima a la unidad minera Lomas 2



Fuente: Elaboración propia.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.3.1. Descripción del problema

El margen costero representa una zona de estudio de gran potencial, debido a la presencia de mineralización aurífera a polimetálica en sistemas vetiformes que se encuentra emplazados en rocas volcánicas andesíticos y volcánico – sedimentarios, por la falta de información detallada sobre la zona de estudios y la ausencia de estudios a detalle, se requiere un análisis integrado de su geología, contexto estructural y mineralogía para determinar su potencial económico.

De esta manera se generará un nuevo enfoque y una mejor interpretación, para mejorar la producción y viabilizar nuevos puntos de exploración y frentes de explotación, direccionados a



estructuras mineralizadas, con el fin de minimizar costos en la apertura de labores que no sean productivas ni económicamente rentables.

1.3.2. Problema principal

En la concesión minera Lomas II, no se tiene un estudio detallado sobre el contexto geológico y controles de mineralización del sistema de vetas polimetálicas, para la determinación de su potencial económico.

1.3.3. Formulación del problema general

¿Cuál es el contexto geológico y los controles de mineralización del sistema de vetas polimetálicas, de la concesión minera Lomas II, para la determinación de su potencial económico?

1.3.4. Justificación e importancia

Perú aún se mantiene como primer productor de oro en toda América Latina y en sexto lugar a nivel mundial. En el 2020 el Perú ocupó el sexto lugar a nivel mundial con una producción de 145 Tm de oro, Perú aporta el 4.5% de oro a la producción mundial.

La producción de plata alcanzó 4,162 toneladas y el Perú se ubica en segundo lugar a nivel mundial. El Perú ocupa el segundo lugar en producción de cobre con 2.44 millones de toneladas métricas finas, que representa el 11.8% de la producción mundial.

Por estos motivos es necesario el énfasis en el estudio de estos yacimientos auríferos a polimetálicos, con un análisis integrado de todos los datos que se pudo obtener y reconocer, de afloramientos de estructuras con anomalías geoquímicas resaltantes a mejorar en profundidad, y con potencial a mejorar la rentabilidad de las nuevas zonas de exploración y explotación, ya que se tendrá un análisis detallado del yacimiento, de esta manera teniendo un mejor entendimiento de la dinámica del yacimiento se podrá proponer nuevos puntos de exploración con más certeza.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Determinar el estudio geológico y controles de mineralización del sistema de vetas polimetálicas, mediante el cartografiado, estudios macroscópicos y microscópicos, de la concesión minera Lomas II, para la determinación de su potencial económico.



1.4.2. Objetivos específicos

1. Determinar el contexto geológico mediante la exploración y mapeo.
2. Determinar el control estructural y su evolución tectónica, para la mineralización del sistema de vetas polimetálicas.
3. Realizar estudios petrográficos y minerográficos para identificar su litología, mineralogía, estadios de mineralización y ensambles de alteración hidrotermal
4. Determinar un modelo preliminar para la identificación del yacimiento y su correlación mineralógico.
5. Obtener el potencial económico de la concesión minera Lomas II.

1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis general

El estudio detallado sobre el contexto geológico y controles de mineralización del sistema de vetas polimetálicas en la concesión minera lomas II, determinara su potencial económico.

1.5.2. Hipótesis específicas

6. Geológicamente se presentaría un ambiente favorable para la mineralización polimetálicas en vetas.
7. Estructuralmente la zona de estudios se presentaría diferentes controles estructurales, dándole una interpretación geológica compleja.
8. El control mineralógico seria netamente estructural.
9. El contenido mineralógico seria polimetálico con mayor énfasis en la mineralogía Aurífera.

1.6. MARCO REFERENCIAL

1.6.1. Antecedentes

CONDOR. A. J (2019). Estudio Geológico Económico concesión Minera “Las Lomas 2” Casma, Ancash - Perú. Pyramid Metals S.A.C. Informe geológico que indica que la veta según la exploración aflora en un recorrido horizontal de 10.0 km, Presentan una aureola de oxidación de



40.00 m de profundidad con respecto a superficie, tomando en cuenta que en esta zona se considera al Au como el único mineral explotable con ley promedio en las zonas de bolsonada de 10 gr/tn., a partir de los sulfuros se tiene un yacimiento polimetálico con menas de Marmatita, Calcopirita, Galena y como ganga, Pirita y Pirrotita.

SÁNCHEZ QUISPE, F. (2018). Geología del Sistema de Vetas Auríferas en la mina Phoenix-5, Huarmey, Ancash - Perú. Universidad Nacional de san Antonio Abad del Cusco. Indica que, de acuerdo a la recopilación de datos estructurales, el análisis estructural y el análisis cinemático. Se han definido 5 eventos tectónicos que han sido responsables de generar: pre y syn estructuras favorables para la mineralización; post-mineral responsables de generar defomación y fallamientos posteriores (desplazamientos) de las estructuras mineralizadas a lo largo del espacio y tiempo geológico.

HERMOZA M. G, APAZA H. B (2021). Determinación y Análisis de los Paleoesfuerzos que controlaron la Mineralización Aurífera en la unidad minera Phoenix 05 - Huarmey- Ancash. licenciatura. Universidad Nacional de san Antonio Abad del Cusco. Del estudio Mineragráfico se concluye que la alteración cerca de la zona de mineralización está compuesta por una anfibolitización (Anfiboles – epidota – apatito) pervasiva y una cloritización selectiva de intensidad débil.

Según la secuencia paragenética primero se desarrolló la alteración anfibolítica – clorítica, luego recién se depositaron los sulfuros y óxidos en el siguiente orden, Pirita – Magnetita – Pirrotita/Cuarzo – Arsenopirita/Cuarzo – Esfalerita/Cuarzo – Calcopirita/Cuarzo.



1.7. VARIABLES E INDICADORES

1.7.1. Variables

A. Variable independiente.

- ❖ Estudio geológico y controles de mineralización del sistema de vetas polimetálicas

B. Variable Dependiente.

- ❖ Determinación del potencial económico de la concesión minera Lomas II.

1.7.2. Indicadores.

- ❖ Formaciones
- ❖ Potencia
- ❖ Formas estructurales, deformaciones
- ❖ Indicadores cinemáticos
- ❖ Rocas
- ❖ Litología
- ❖ Textura
- ❖ Minerales
- ❖ Ensamblados de alteración
- ❖ Asociación mineralógica
- ❖ Clases
- ❖ Forma
- ❖ Tamaño
- ❖ Relieve
- ❖ Drenaje

1.8. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

1.8.1. Método de la investigación

La metodología utilizada en este trabajo fue:

Descriptiva. Se hizo la recopilación de información de variables independientes.



Analítico. Se trabajó e interpreto los datos recolectados.

Hipotética. Por qué servirá para orientar la investigación ahorrando los recursos y tiempo.

Deductiva. Partirá del marco teórico y conceptual en base a la información obtenida y de esa forma evaluar el yacimiento respectivo.

1.8.2. Metodología de trabajo

Se realiza 3 etapas de trabajo que a continuación se desarrolla:

Etapla gabinete

- ❖ Recolección de los datos e información bibliográfica.
- ❖ Recolección de todos los datos (como litología, rumbo y buzamientos, potencias y leyes) necesaria que existe de la zona de estudio.
- ❖ Elaboración de planos, de ubicación, imagen satelital, topográfico, para mejor trabajo en campo el trabajo en campo.
- ❖ Fotogeología e interpretación de la litología y estructuras posible de la zona de estudio.

Etapla de campo 1

- ❖ Interpretación y mapeo geológico final local del área de estudio en base a planos topográficos desarrollados en la etapa preliminar.
- ❖ Ubicación y localización de las vetas, paras su cartografiado superficial.
- ❖ Medición de rumbos y buzamientos de las estructuras (vetas, fallas, estratificación, diques, etc.) y la mineralización de vetas.
- ❖ Reconocimiento de minerales y alteraciones en la zona de estudio.
- ❖ Muestreo sistemático en vetas.

Etapla de campo 2

- ❖ Obtención del levantamiento topográfico de las labores aperturadas.
- ❖ Reconocimiento y mapeo geológico subterráneo.
- ❖ Ubicación y localización de las vetas, paras su cartografiado subterráneo.
- ❖ Medición de rumbos y buzamientos de las estructuras mineralizadas
- ❖ Reconocimiento de minerales y alteraciones en la zona de estudio.
- ❖ Muestreo sistemático en vetas por canales.



Etapas finales de gabinete

- ❖ Procesamiento de la información obtenida de campo tanto superficial y subterráneo.
- ❖ Descripción de muestras de mano, con fines petrográficos y mineralógicos.
- ❖ Elaboración de planos, geológica, estructural, y geoquímica.
- ❖ Interpretación de los planos geológicos.
- ❖ Interpretación de resultados de laboratorio.
- ❖ Interpretación de anomalías geofísicas.
- ❖ Elaboración del informe final.

1.9. TÉCNICAS DE INFORMACIÓN

Se hizo uso del análisis bibliográfico, observación, medición, recolección de datos de la zona, así como el muestreo para enviar al laboratorio y hacer su respectivo análisis para llegar a las conclusiones y recomendaciones.

1.10. UNIVERSO

1.10.1. Universo físico

- ❖ Concesión Minera (Lomas II)

1.10.2. Muestra

- ❖ Sistema de vetas polimetálicas.

Para el cumplimiento de los objetivos planteados en el trabajo de investigación abarca lo siguiente.

1.10.3. Técnicas

Preparación de mapas base, mapeo geológico local, levantamiento topográfico local, análisis cinemático del yacimiento, muestreo de las venillas y el modelamiento de las venillas en la zona de estudio.

1.10.4. Equipos

Equipos de campo: GPS, wincha, brújula.

Equipos de gabinete: Laptop, plóter, celular con cámara,



1.10.5. Materiales

Materiales de campo: Picota de Geólogo, brújula, lupa, rayador, bolsas de muestreo, cincel, comba, tiza, libreta de campo, linterna, mapas, escalímetro, protector, tablero y wincha

1.10.5.1. Laboratorio

Andes Consultors & Prospectors E.I.R.L.

1.10.6. Procesamiento de datos

Para el procesamiento se usarán los siguientes programas AutoCAD 2019, ArcGis 10.8, Minesight 15.4, Microsoft office 2019, Google Earth Pro, SAS.Planet, Faultkin y Stereonet.

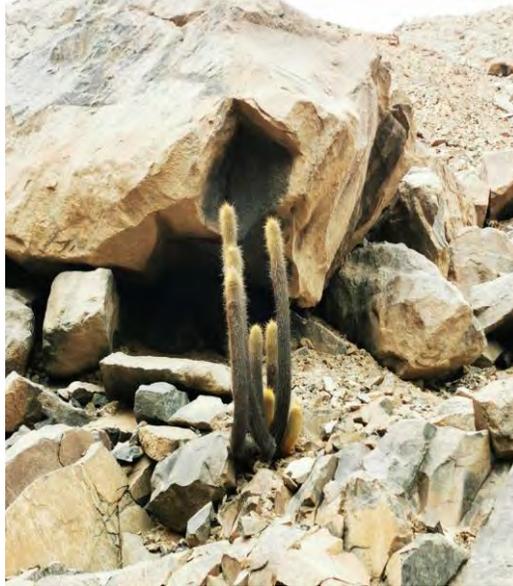
1.11. FLORA, FAUNA Y CLIMA

1.11.1. Flora



Fotografía 1. Foto tomada en salida de campo de la Tillandsia. Fuente: Elaboración propia.

El género *Tillandsia* (Fotografía 1) cuenta con la mayor variedad de especies de la familia Bromeliaceae, más de 512 especies, estos se describen regularmente cuando se encuentran nuevas especies. Sus hojas son triangulares, lineales, filiformes o en forma de lígula; los límites de las hojas son finas. Los pétalos no tienen apéndices como en el género *Yriesea* (Lucila Pautrat. et al, 2012).



Fotografía 2. Cleistocactus, en campo y quebradas. Fuente: Elaboración propia.

Cleistocactus (Borzicactus, Loxanthocereus, Seticereus, Bolivicereus, Akersia, Seticleistocactus, Clistanthocereus o Borzicactella). Cactus columnares de tallos delgados, algunos con costillas tuberculadas (Lucila Pautrat, 2012).



Fotografía 3. Arbustos presentes en la zona de estudio. Fuente: Elaboración Propia.

1.11.2. Fauna

En la zona se presentan pocos animales por el hostil ambiente que presenta, con escasa vegetación, y casi sin agua, los animales que se presentan viven de las pocas plantas existente en la zona, las cuales son el grillo, el zorrillo, y lagarto de desierto.



Fotografía 4. A: grillo del desierto. B: lagartija del desierto. Fuente: Elaboración propia.

1.11.3. Clima

La unidad minera Lomas 2 presenta un clima templado cálido, no supera las temperaturas bajas frío (5°C) o calor sofocante (30°C), con temperatura media anual de 17°C .

Estas temperaturas se presenta en general solamente dos tipos de estaciones, la primera que es verano, comenzando en noviembre hasta el mes de marzo abril, teniendo un rango de 16°C a 32°C , de temperatura. siendo los meses de febrero a abril los más calurosos; y el invierno que comprende los meses del resto del año, con temperaturas de 05°C a 15°C ; los meses de julio a setiembre los de más baja temperatura. Las densas neblinas producen una intensa sensación de frío en invierno.



CAPITULO II: GEOMORFOLOGÍA

1.12. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describe las características generales del relieve terrestre, que ha ido evolucionando a lo largo del tiempo geológico mediante una serie de procesos constructivos y destructivos, que van generando distintas geoformas positivas y negativas que se ven afectados permanentemente por la fuerza de gravedad estas actúan como equilibradora de los desniveles; es decir, hace que las zonas elevadas erosionarse y colmatar las zonas bajas y los valles.

La unidad minera lomas II se encuentra dentro de la unidad geomorfológica regional denominada Llanura pre andina (Ingemmet, 1995, p. 62).

1.13. GEOMORFOLOGÍA REGIONAL

1.13.1. Descripción de las unidades geomorfológicas regionales

Llanura pre andina (Faja costanera)

La Llanura Pre andina (Mapa 1), es una faja angosta desértica, cortado por ríos temporales, su forma es irregular, con 20 km a 100 km de ancho, entre el nivel del mar o la Cordillera de la Costa y la cota de 500- 700 msnm. Esta faja está formada por una cobertura de terrazas marinas, depósitos aluviales y acumulaciones eólicas; que cubren rocas vulcano-sedimentarias marinas de edad cretácea, intrusivos del Batolito de la Costa secuencias marinas y continentales del Paleógeno-Neógeno (Plalacios Moncayo, Vargas Vilchez, Sanchez Fernandez, & Lecaros, 2000, pág. 9).

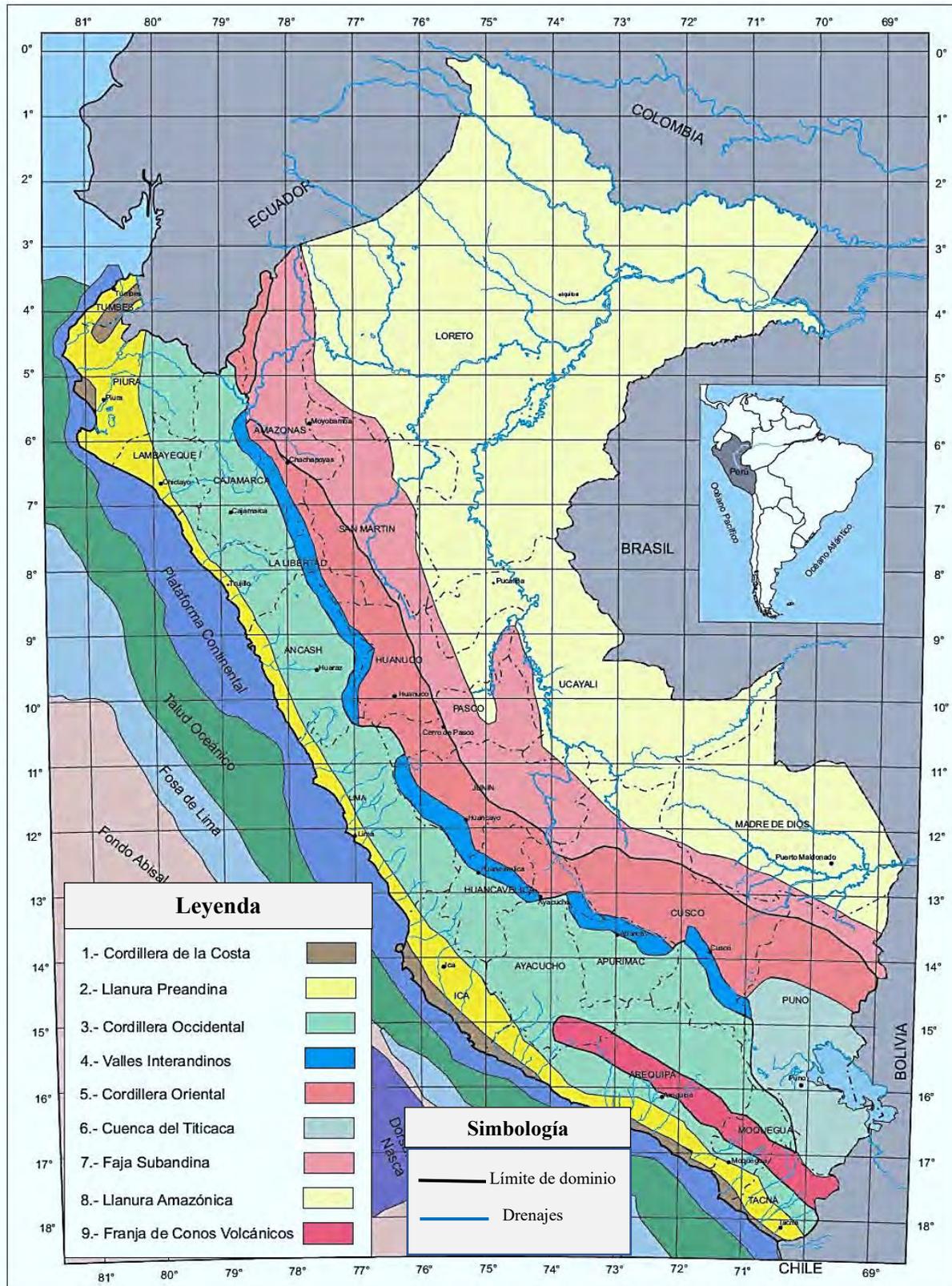


Figura 1: Unidades morfo-estructurales del Perú. Fuente: (Ingemmet, 1995)

2.3. GEOMORFOLOGÍA LOCAL

2.3.1. Descripción de unidades geomorfológicas locales

2.3.1.1. Colina en roca volcano-sedimentaria (RC-rvs) (*Lucio Medina Allcca, 2016*)

Corresponde a los afloramientos de rocas vulcano sedimentarias, con una fuerte meteorización y diversos procesos, las formas elevadas son las que conformando elevaciones un tanto alargadas, presentes en las laderas de baja a moderada pendiente.

2.3.1.2. Colina en roca intrusiva (RC-ri) (*Lucio Medina Allcca, 2016*)

Corresponde a afloramientos de rocas intrusivas de tipo dioritas, granitos y gabros, estas disponen como stocks y batolitos (Fotografía 5), de formas irregulares y alargadas, con cimas algo redondeadas y largadas en algunos casos y laderas de pendientes bajas a medianas.



Fotografía 5. Colinas en la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia.

2.3.1.3. Montaña en roca volcano-sedimentaria (RM-rvs) (*Lucio Medina Allcca, 2016*)

El la zona se muestra material acumulado que son volcáno sedimentario que son de tipo derrames lávicos, diques andesíticos o intercalaciones(interdigitaciones) de ambos. Las geoformas más características en la zona son superficies planas y onduladas, con frentes escarpados a abruptos. (Fotografía 6) El movimiento de las masas asociados son: caída de rocas, deslizamiento, derrumbes, y erosión en todas las zonas de la concesión .



Fotografía 6 . Montaña de roca vulcano-sedimentaria en la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia.

2.3.1.4. Montaña en roca intrusiva (RM-ri) (*Lucio Medina Allcca, 2016*)

Este tipo de geoformas se presenta en las elevaciones con poca altura. Con características suaves de sus laderas y bases, el promedio de su altura es relativamente de más de 200 m. Aunque en algunas zonas son mayores. Se presenta generalmente en las zonas no inundables como las riberas.

2.3.1.5. Llanura o planicie inundable (PI-i) (*Lucio Medina Allcca, 2016*)

Corresponde superficies planas, ligeramente onduladas e inundable por el curso principal; se estima desniveles con respecto al nivel de estiaje del río, esta constituidas por materiales provenientes de la denudación de las superficies de montañosas y colinas. El nivel freático, en algunos sectores, se encuentra a menos de un metro del nivel del suelo; y en otros, al nivel de la superficie, tal como se observa en la fotografía 7.



Fotografía 7. Abanicos aluviales presentes al sur de la concesión lomas II. Fuente: Elaboración propia.

2.3.1.6. Meseta volcánica/sedimentaria (M-v/s) (*Lucio Medina Allcca, 2016*)

Se presentan en la zona en la zona de estudio en varios sectores siendo una la unidad, la cual presenta una intercalación entre material sedimentario y material volcánico, de forma interdigitada, las cuales presentan potencias mayores a 100 metros.

2.3.1.7. Mantos de arena (M-a) (*Lucio Medina Allcca, 2016*)

La geomorfología más extensa presente en la zona son los mantos de arena, las cuales son generadas por los vientos litorales, gracias a estas son se presentan zonas extensas de mantos de arena suaves y uniformes. Estos mantos de arena pueden ser trasladados en diversas direcciones las cuales pueden formar dunas, las mantos de arena generalmente están en la laderas de las afloramientos rocosos altos donde la dirección del viento es una sola dirección.



Fotografía 8. Dunas en el campo presentes al norte este de la concesión minera Lomas II. Fuente: Elaboración propia.

2.3.1.8. Campo de dunas (C-d) (*Lucio Medina Allcca, 2016*)

Son zonas extensas de superficie suaves y poca potencia, siendo de grandes extinciones. En las dinas hay zonas de gran dimensión como zonas de menor dimensión, cabe resaltar que el aporte de arena y intensidad de los vientos litorales son predominantes para la formación de las dunas.



Fotografía 9. Mantos de arena en el proyecto presente por el norte. Fuente: Elaboración propia.



CAPITULO III: GEOLOGÍA

3.1. GEOLOGÍA REGIONAL

3.1.1. Unidades Litoestratigráficas

3.1.1.1. Mesozoico (Cretácico Inferior – Superior)

Grupo Casma (Albiano – Cenomaniano) (112 - 93 Ma) (Agapito S. et al, 1995)

Está representado por una importante secuencia volcano-sedimentaria de facies marinas tholeíticas y calcosilicatadas, posteriormente intruidas por el batolito de la Costa. Los volcánicos del grupo Casma representan la facie del eugeosinclinal, en el lado occidental se mantuvo el vulcanismo muy activo, sobre todo en la región central, depositando lavas y piroclastos en un medio submarino y marginal al continente las mismas que por cambios laterales pasan al oriente a una sedimentación carbonatada.

Según Jacay et al. 2003 el Grupo Casma consiste en derrames de andesita, dacita, riolita, piroclastos intercalados con areniscas (grauvacas) y pelitas que totalizan ~3000 m de espesor. Las formaciones Junco y la Zorra constituyen el grupo Casma del cuadrángulo Culebras 20-g.

Formación Junco (Albiano inferior – Albiano medio) (Agapito S. et al, 1995)

A lo largo del flanco derecho del valle de Culebras entre los cerros Junco Chico y Tenten se encuentran una secuencia de lavas almohadilladas, flujos y brechas. Penetrados por diversos plutones del batolito sufriendo diversos grados de metamorfismo.



Se distinguen claramente lavas almohadilladas, flujos lávicos (lavas andesíticas masivas) intercaladas con algunos aglomerados, lavas brechadas, areniscas volcanoclásticas, hialoclastitas y en algunos casos horizontes tobáceos. La mayoría de las rocas son de grano fino, gris oscuras a verdosas.

Los aglomerados presentes en la zona y que se encuentran son de color grises, con coloraciones marrones (meteorización irregular), también pueden observarse texturas porfiríticas y afáníticas. La consistencia de las lavas autobrechadas son de clastos de lavas porfiríticas con composición similar de material de grano fino. Las hialoclastitas están parcialmente compuestas de flujos de lava y se encuentran a modo de cuerpos lenticulares estas lavas almohadillas, su composición presente en este material son fragmentos vítreos y fragmentos angulosos de lavas.

El espesor promedio de las lavas almohadillas es de 20 m, mientras que el grosor total es muy variable, según la proximidad o lejanía de la zona de emisión (E. Cobbing) asume un espesor de 1500 a 2000 m, valor que permite dar una idea del volumen del material lávico que conforman los paleo-volcanes por donde fue expedido el magma.

Los factores del metamorfismo que presenta y han actuado en la formación Junco son la temperatura, la cual se incrementó notablemente gracias a la acción de las intrusiones de cuerpos mayores y menores más la presión, en nuestra zona de estudio ha tenido efecto en las rocas generando un clivaje y una esquistosidad incipiente.

Las lavas almohadilladas han sido endurecidas formando hornfels donde la epidota los ha reemplazado notoriamente y especialmente en la proximidad del batolito.



Formación la Zorra (Albiano medio a Cenomaniano) (Agapito S. et al, 1995)

La Formación La Zorra sobreyace concordantemente a la Formación Junco y comprende principalmente flujos de andesita en capas delgadas, y piroclastos de mayor dimensión intercalados con secuencias sedimentarias. Esta unidad se encuentra en la parte occidental del Batolito de la Costa, se extiende desde la parte Sur de Culebras. La Formación La Zorra característicamente está bien estratificada y presenta mayor grado de plegamiento que otras unidades del Grupo Casma, muestra un buen desarrollo entre las quebradas del río Culebras y Quebrada (Agapito S. et al, 1995)

Al Norte de Playa Grande y desde el cerro Las Lomas hasta Puerto Casma, se tiene afloramientos parciales, desde allí se encuentran ocurrencias más limitadas hacia el Norte en la cadena de Cerros que se encuentran en Tortugas, isla Los Chimús, en el Cerro de la Cruz, etc.

A lo largo de la línea litoral, desde Culebras hasta Chimbote, se exponen en forma discontinua buenas secuencias sedimentarias intercaladas con rocas volcánicas.

La Formación La Zorra reúne una variedad de sedimentarias y rocas volcánicas especialmente piroclásticas, que se encuentran bien estratificadas; se observa claramente las estructuras de deformación tipo pliegues, los que son fácilmente distinguibles en las fotografías aéreas. Sin embargo, es importante indicar que existen considerables variaciones locales dentro de los volcánicos, de manera que las secuencias que se definen en un área o perfil solamente se pueden trazar por cortas distancias. Así en el tramo inferior del valle Culebras, la Formación La Zorra presenta la secuencia siguiente en orden de supraposición (del más joven al más antiguo).

3.1.1.2. Complejo Intrusivo

Batolito de la Costa (Agapito S. et al, 1995)

Corresponde a uno de los ensambles plutónicos más extensos y más importantes de los Andes (Soler .P, 1991). Este ensamble plutónico calco–alcalino estructuralmente forma una franja de



dirección NO-SE que se extiende de manera “continua” sobre toda la Costa peruana, posee entre 30 y 80 Km. de ancho y aproximadamente 2000 Km de largo, aunque sumando los plutones aislados que se extienden en el alineamiento plutónico desde Chile al Ecuador, la longitud alcanza 2600 Km. (Romero, 2007)

3.1.1.3. Depósitos Recientes

Aluviales (Pleistoceno- Holoceno) (Agapito S. et al, 1995)

Estos son muy diversos, pues se presentan más a lo largo de los valles, también se presentan en la donde desembocan los ríos y en el mar donde forman abanicos de gran espesor. La composición de estos materiales son diversos como fragmentos angulosos y sub-redondeados provenientes de rocas intrusivas, volcánicas, areniscas, conglomerados, lutitas y limolitas; mayormente en estratos de formas lenticulares.

Depósito eólico

Los depósitos eólicos tienen una estructura de dunas eolicas, mantos de arena inconsolidadas, se presentan a manera de amplias franjas alineadas según la dirección del viento, estos forman zonas llanas y extensas de corredores de dunas y mantos de arena que cubren grandes extensiones.

Deposito coluvial

Estos depósitos se exponen en las laderas de los cerros al pie de las escarpas formando conos de deyección, compuestos por materiales de diversos tamaños tanto en la matriz y clastos que están sin sementar.

Depósito fluvial

Este tipo de depósitos presentes en la zona, presentan una matriz de arena y limo arcilla, las cuales envuelven a los clastos de diversas dimensiones, Las cuales se presentan en las faldas de los cerros formando los depósitos fluviales.



3.2. GEOLOGÍA LOCAL

3.2.1. Rocas Igneas

3.2.1.1. Grano Diorita

Se ubica al sur oeste de la mina, aflorando en unas dimensiones de 2 kilómetros de largo y 1.2 kilómetros de ancho Pertenece a la super unidad Santa Rosa (Corralillo 2) de edad Turoniano – Coniaciano según datación del Ingemmet, la cual está en contacto con los vulcano sedimentarios de la zona, las mismas que presentan meteorización esferoidal e incipiente oxidación de ferromagnesianos, presenta una textura fanerítica sub - hedral granular, de tonalidad gris blanquecina, compuesta por 50% de plagioclasas Na-Ca, 14% de cuarzo, 16 % de ortoclasa, 10% de hornblendas, 7% de biotita y 3% de opacos, dicha estructura no presentan cuerpos mineralizados, con escasas venillas de cuarzo, la cual indica un buen metalotecto para albergar mineralización y apertura de vías para nuevas mineralizaciones.

3.2.1.2. Gabrodiorita

Se presentan por zona centro de la zona de estudio, las cual aflora en la cúspide del cerro lomas, con una textura sub-hedral variando de grano medio a grueso de composición de plagioclasas en un 35% y minerales ferromagnesianos en un 55% la cual presenta peso específico alto, destacando hornblenda y biotitas. En las rocas alteradas de la gabrodioritas, la presencia de hornblenda en gran canticas representa ser un mineral mafico, la cual presenta una cristalización poikilítica o idiomórfica, la presencia de piroxenos es menor y por sectores no se presentan y mayormente las plagioclasas se presentan sonadas.

Parece ser que los gabros se emplazaron contemporánea o ligeramente posterior a la fase compresiva que se asume ocurrió en el Cretácico terminal. Para (Pitcher W., 1977), estos cuerpos se emplazaron traslapando en el tiempo a la fase compresiva intracretácea (Albiano) sugiriendo un



emplazamiento a presión, pero que sin embargo muchas intrusiones gabroides son post-tectónicas. En muchos casos los gabros cortan a los estratos albianos y deben por tanto ser más jóvenes que 107 m.a., Pitcher et al. (1985). De todos modos parece cierto que estos cuerpos son Cretácico. Stewart et. al. (1974) ha datado una muestra de gabrodiorita extraída de Machay, habiendo obtenido, por el método K/AR 89 + -2 m.a. sobre biotita y 74 + -12 m. a. Sobre hornblenda; es decir que su edad se ubica en el Cretácico superior. (Pitcher W., 1977)

3.2.1.3. Andesita

Se presentan en amplias zonas de la zona de estudio, la cuales se presentan en estructuras como diques y cuerpos, de textura muy variables, pueden ser: microlítica, porfirítica, escoracea o vesicular, las cuales se presentaron en escasos afloramientos, pero en las labores subterráneas se presentan en diversas formas, tanto únicamente como andesitas o intercaladas con las andesita porfiríticas. Dichas formas estas compuestos en diversas relaciones con los minerales principales y secundarios y también presentan diversas texturas que podrían ser. andesita microlítica, andesita porfirítica.

Modo de ocurrencia. Las andesitas se presentan asociadas a andesitas básicas, traquitas, dacitas, encontrándose en diques o coladas. (Heinrich; 1972).

3.2.1.4. Andesita Porfirítica

En la zona de estudio se presenta en mayor proporción diques de andesita porfirítica, la cual es caja de las principales vetas sectorizadas en la unidad minera Lomas II.

Los afloramientos presentes en la zona de estudio son en una secuencia de forma interdigita de diques andesíticos con una secuencia de colores gris-oscuro de composición intermedia compuesta por plagioclasa Na-Ca 70%, hornblenda-biotita 17%, opacos 4% y vidrio 9%. Las características,



texturas y composición química de la roca son hospederas para una posible mineralización puesto que las mayores potencias de sulfuros masivos se encuentran dentro de esta unidad litológica.

Así mismo, esta unidad se encuentra afectada por un metamorfismo de contacto local como consecuencia de la intrusión posterior de la diorita, perteneciente al batolito de la Costa, generando hornfels silicificado y una esquistosidad incipiente, cuyo protolito son las andesitas porfíricas. Por otra parte, se ha desarrollado venillas de anfíboles como la actinolita dentro de las andesitas porfíricas y también dentro del intrusivo.

3.2.1.5. Dique Aplítico

Se encontró diques de composición aplítica las cuales se encuentran intruyendo a la mayoría de las litologías presentes como las rocas, la granodiorita y gabbro diorita andesitas y vulcano sedimentario con direcciones predominantes de azimut de 124° a 138° norte, con buzamientos variables de 64° a 82° en dirección SW, por lo general sub vertical a vertical, con una potencia de 1 metros en promedio mucho menos en potencia con respecto a las diques andesíticos las cuales se presentan de color gris claro a blanco, de grano fino, principalmente compuesto por cuarzo y feldespato potásico, componentes accesorios, biotita, hornblenda.

3.2.2. Rocas Metamórficas

Hornfels Andesítico

Se presentan en los contactos con las vetas principales por ser una roca metamórfica de contacto, con textura moteada, formada por cordierita-espínela. Por sectores se observan relictos de agregados de cuarzo I, que aún conservan el carácter detrítico, propio de un protolito sedimentario. Asimismo, presenta una asociación de minerales de alta temperatura, constituida por feldespato potásico y biotita secundaria. Se reconoce un evento de cuarzo II en venillas, rellenando cavidades y formando agregados poligonales con puntos triples. Además, se

reconoce una asociación de menor temperatura asociado a una alteración retrógrada formada por muscovita y sericita y serpentina con una mezcla de agregados microfibrosos (pinita). La serpentina rellena escasos moldes de probables piroxenos. La mineralización de sulfuros corresponde a los minerales opacos y ocurren como relleno de cavidades y fracturas.

3.2.3. Depósitos cuaternarios

Estos depósitos Sobreyacen a todas las unidades descritas, siendo los más importantes los depósitos fluviales y aglomerados vulcanogénicos, pero lo que es mucho mayor son los depósitos de arena. Las cuales se depositaron de la erosión de las unidades geológicas a lo largo de toda la zona de estudios.

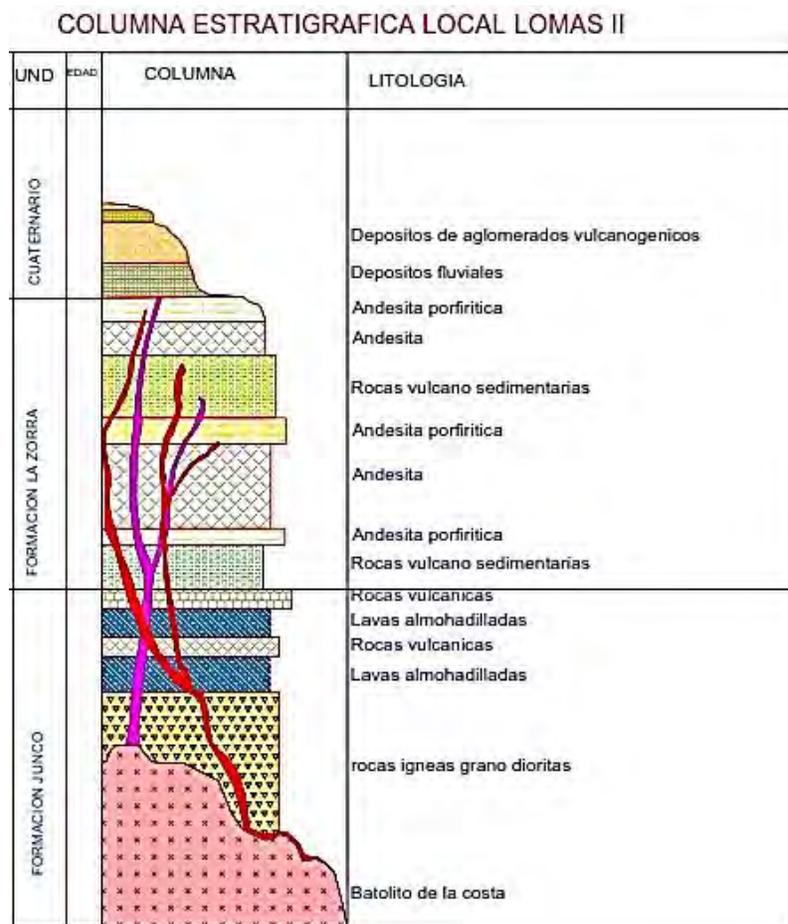


Imagen 2: Columna estratigráfica local de lomas II. Fuente: Elaboración propia



CAPÍTULO IV: MAGMATISMO Y EVOLUCIÓN TECTÓNICA

4.1. GENERALIDADES

La zona de estudios tiene una amplia evolución magmática asociado a un complejo sistema tectónico. La sedimentación cretácica tiene lugar en cuencas controladas por movimientos oscilatorios verticales a lo largo de fallamientos longitudinales heredados de la tectónica hercínica y de movimientos nevadianos que separan bloques levantados y hundidos. (Ingemmet, 1995)

4.2. BASAMENTO DE LA LLANURA PRE ANDINA

4.2.1. Batolito de la Costa

Uno de los rasgos geológicos principales del Perú, es el gran batolito, que tiene una posición paralela a los Andes occidentales, con una longitud de unos 1,300 km., de un extremo del país a otro. A pesar de su gran extensión el batolito costanero forma sólo un segmento de la cadena de plutones del Mesozoico tardío que representa la ascensión de un enorme volumen de magma hasta un nivel alto de la corteza. En el Perú central, donde hemos estudiado este cuerpo intrusivo, forma un complejo de muchos plutones individuales, emplazados a alto nivel dentro de una gruesa secuencia de volcánicos andesíticos, generalmente de edad cretácica. (Wilson, 1963)



Los primeros estudios y los más completos del Batolito de la Costa fueron realizados por Pitcher et. al. (1985) quienes dividieron toda la franja del batolito, en cinco segmentos.

De Norte a Sur se tiene el segmento Piura, segmento Trujillo, segmento Lima, segmento Arequipa y segmento Toquepala.

Posteriormente (Soler .P, 1991) realiza una reinterpretación de esta franja de intrusivos y propone una subdivisión de episodios de emplazamiento en base a las edades radio cronológicas. En base a dataciones realizadas principalmente por el método U–Pb y relaciones estratigráficas con rocas volcánicas infra yacientes y suprayacentes, los intrusivos del Batolito de la Costa fueron divididos en tres etapas de intrusión:

Primera etapa de Intrusión: entre 105 y 90 Ma; relacionada con los depósitos volcano–sedimentarios del Grupo Casma.

Segunda etapa de Intrusión: entre 90 y 70 Ma; no tiene depósitos volcánicos contemporáneos.

Tercera etapa de Intrusión: entre 70 y 60 Ma, relacionada con depósitos volcano–sedimentarios del Cretácico superior – Paleoceno (Romero, 2007).

El área de estudio se ubica dentro del segmento Lima que tiene 400 km desde Chimbote a Lima. El orden de emplazamiento de los plutones en el segmento Lima está dada de la siguiente manera: (1) súper unidad Patap, (2) Jecuan, (3) Santa Rosa, (4) Humaya, (5) La mina, (6) San jeronimo, (7) Puscao (8) Cañas- Sayán, (9) Paccho, (10) Pativilca, (11) Dioritas tempranas y monzogranito de Lumbre (Samuel B Mukasa 1986).

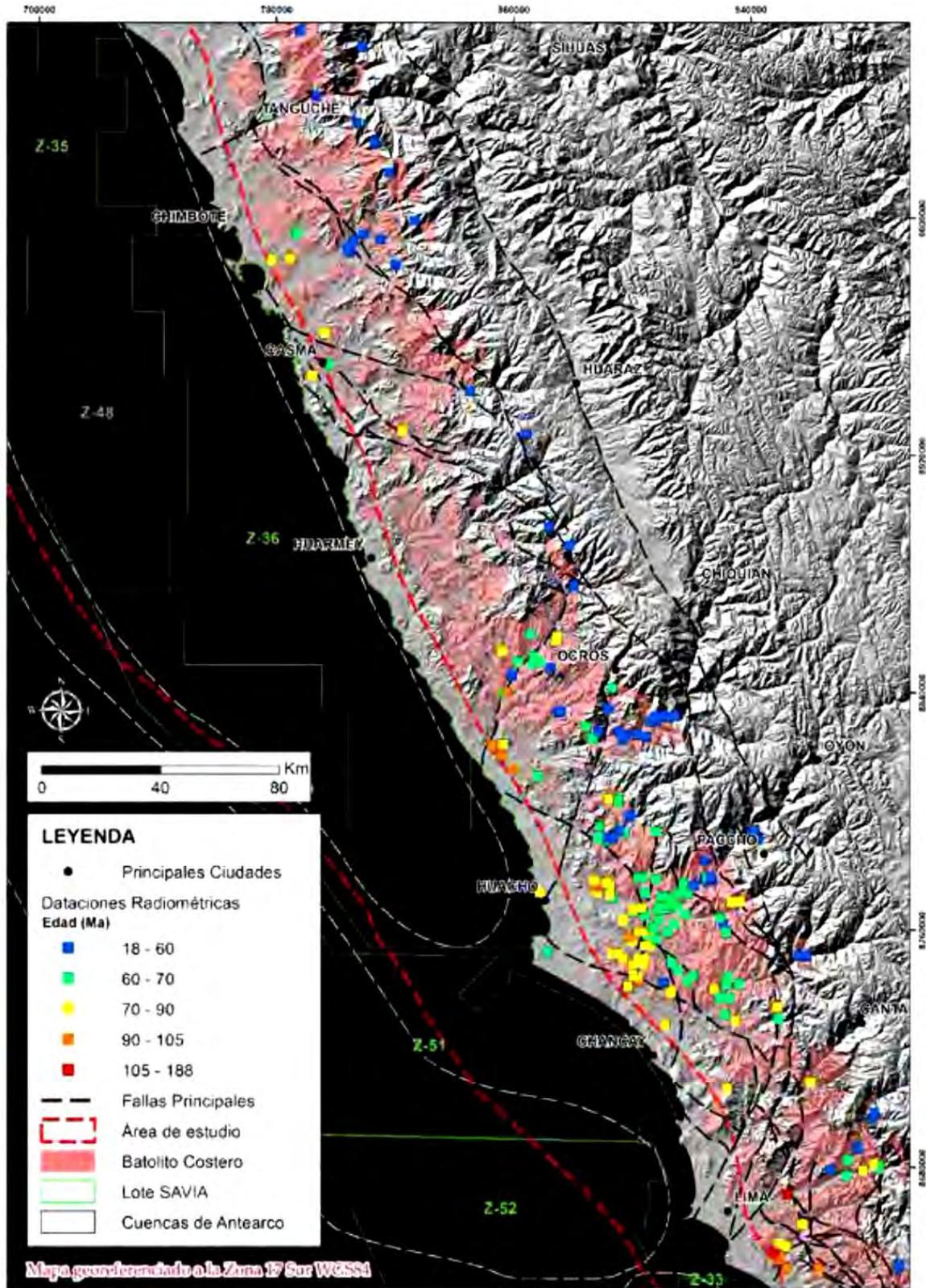


Imagen 3. Batolito Costero – Segmento Lima, con sus respectivos datos radiométricos. Fuente: Romero, 2007.

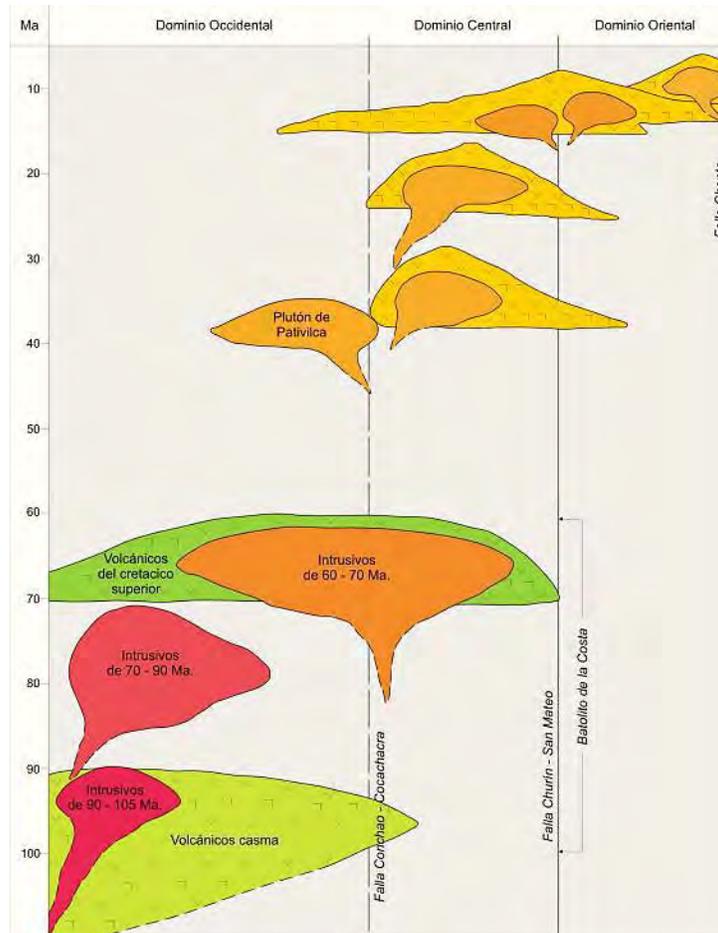


Imagen 4. Distribución espacial y evolución magmática de la zona Costera y cordillera Occidental del Perú Central. Fuente: Samuel B Mukasa 1986.

Los intrusivos son de pequeñas dimensiones e intruyen a rocas del Cretácico inferior (Gpo. Morro Solar, Pamplona-Atocongo-Pucusana y Grupo Casma). Estos intrusivos estarían relacionados con los depósitos volcánicos del Grupo Casma.

Los intrusivos entre 90 y 70 Ma, corresponden a los plutones ubicados en la parte centro-occidental de los afloramientos del Batolito de la Costa; los que corresponden a los valles de Huaura-Chancay y los sectores de Lima y el valle de Mala. Comprenden las Super unidades de Patap, Santa Rosa (facies Huaricanga y Corralillo) y Humaya (Pitcher et al., 1985). Presentan dimensiones medianas. Las composiciones de estos intrusivos varían de gabros, tonalitas,



granodioritas hasta monzogranitos e intruyen a rocas del Cretácico inferior (Grupo Morro Solar, Formaciones Pamplona-Atocongo-Pucusana y Grupo Casma). No se han determinado los productos volcánicos equivalentes a estos intrusivos.

Finalmente, la etapa de las intrusiones entre 70 y 60 Ma, corresponde a los mayores volúmenes del Batolito de la Costa, estos plutones abarcan toda la parte oriental del Batolito de la Costa. Comprenden las superunidades de Patap, Paccho, Santa Rosa (facies Huaricanga y Corralillo), San Jerónimo, Puscao, Sayan y Humaya (Pitcher et. al, 1985). La composición de estos intrusivos es variable presentándose gabros, tonalitas, granodioritas hasta monzogranitos; afloran desde la Quebrada de Pativilca al norte, pasando por Sayan, Chosica hasta el valle de Mala. Intruyen a rocas del Grupo Casma y a los depósitos del Cretácico superior. Estos intrusivos estarían relacionados al vulcanismo del Cretácico Superior – Paleoceno (Polliand, 2005 y Romero, 2007).

Contexto tectónico

El offshore y la franja costera del Perú Centro–Norte poseen una evolución tectónica asociada al Ciclo Orogénico Andino (Megard 1978; Ramos 2009b) producto de los diferentes procesos asociados a la subducción entre la Placa oceánica, actual Placa de Nazca, y la Placa Sudamericana. Dichos procesos son: empujamiento de la placa oceánica, engrosamiento cortical, generación de un arco magmático, erosión cortical, variación de la velocidad de roll-back y variación del régimen termal; los cuales han actuado en diferentes estadios generando así la actual configuración tectónica.

El Ciclo Andino comienza en el Triásico, con un periodo de quietud y tranquilidad donde no hubo subducción y todo se estaba resquebrajando debido a la rotura de Pangea, en dicho estadio predomina el régimen extensional con evidencias de depósitos de sin–rifts correspondientes al Gpo. Pucara (Rosas, 2007; en (Ramos, 2009)

Como producto de la rotura de Gondwana, África–América del Sur se desplazan en la misma dirección que la Placa Oceánica, generando una tasa de estiramiento muy importante que se refleja en el antearco, en el arco volcánico y en el retroarco; de esta manera todo el sistema estuvo dominado por un régimen de subducción extensional y África–América del Sur tenían una velocidad de roll-back negativa.

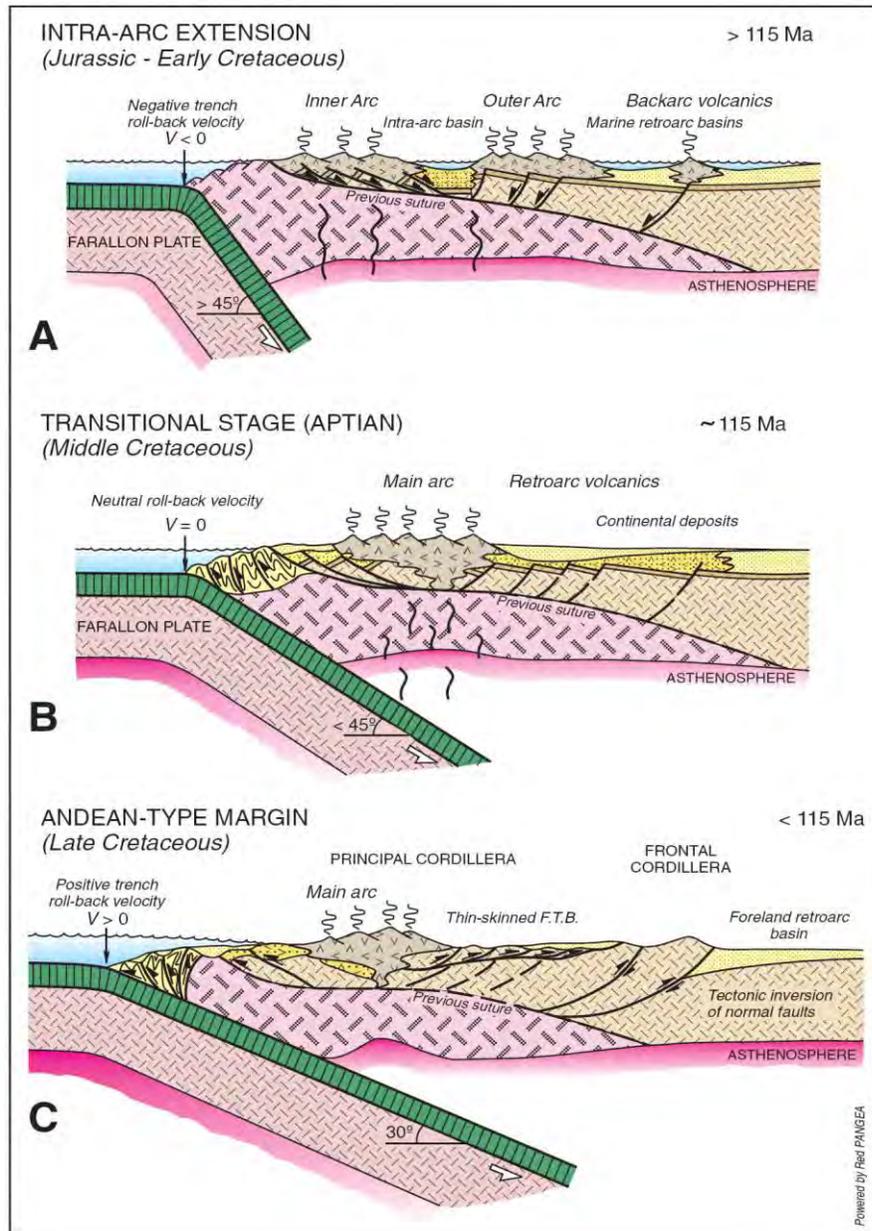


Figura 2. Tres diferentes estadios de la subducción durante el Mesozoico – Cenozoico, relacionado a la velocidad de roll-back y a los procesos generados. (Ramos, 2009).



Benavides–Cáceres (1999), define que a partir del Campaniano inferior, se producen una serie de fases tectónicas compresivas; como es el caso de la fase Peruana (84 Ma – 79 Ma), Incaica I (59 Ma – 55 Ma), Incaica II (43 Ma – 42 Ma), Incaica III (30 Ma – 27 Ma), Incaica IV (22 Ma), Quechua I (17 Ma), Quechua II (8 Ma – 7 Ma) y Quechua III (5 Ma –4 Ma), las cuales se encargan de la formación de los Andes.

Sistema de diques

El sistema de diques que se presentan en la zona tiene una dirección de noreste-sureste, la cuales son diques de que son monzonitas, las cuales presenta un buzamiento similar de 85° a 92° sur este. Las cuales no cortan a la veta lomas, lo cual indica que es pre mineralización, siendo una guía para el cateo de la veta, también se presentan un sistema de diques monzoníticos- graníticos paralelos a la veta, las cuales acompañan a la veta.

4.2.2. Segmento Lima

Dentro del segmento Lima del Batolito Costero se encuentra situado la unidad minera Las lomas II, muy cercana a ella se encuentra la super unidad Santa Rosa y Patap, la edad más antigua registrada, 102 Ma, de ello se deduce que la sedimentación, el entierro, metamorfismo, plegamiento y emplazamientos del batolito sucedieron muy de cerca, ya que comúnmente es el caso de los Andes.

4.2.2.1. Súper Unidad Patap

Esta unidad se constituye de cuerpos de gabros y dioritas, los cuerpos de gabro presentan en sus partes marginales gradación a una diorita básica de color oscuro por los ferromagnesianos que contiene y que la hacen diferente a las dioritas de las otras super unidades, mostrando en su parte interna variaciones complejas de anfíboles y piroxenos.



Las dioritas presentan texturas holocristalinas, resaltando las plagioclasas en una proporción que llega de 80% y 85%, así como hornblendas entre 5% y 10%, también muestran adiciones de cuarzo en los contactos con las tonalitas de Superunidad Santa Rosa, así como calcita en las zonas de intrusión a las secuencias calcáreas, produciendo la alteración de las hornblendas o del material carbonatado. Sus contactos con los cuerpos ácidos que los intruye son verticales y bien nítidos, además de cuerpos prismáticos y tabulares.

4.2.2.2. Super Unidad Santa Rosa

Los diques que afloran en superficie en la zona de trabajo son de composición microdioritas a porfíricas, se presentan a menudo en relaciones múltiples y compuestas, con anchos que varían de pocos centímetros a varios metros. Tienen rumbo noroeste a este-oeste, pero ocurren conexiones cruzadas y algunas veces constituyen una verdadera malla de intrusiones. Comúnmente son empinados, pero hay una extraña tendencia de grupos con buzamientos empinados

Esta super unidad se constituye de cuerpos tonalítico-dioríticos y tonalítico granodioríticos, emplazándose con posterioridad a los gabros y dioritas de la Super unidad Patap a los que intruye con contactos definidos y casi verticales. Así mismo intruye a las secuencias del grupo Casma (Volcánicos Huarangal). Los cuerpos de tonalita-diorita se presentan constituyendo la parte central de esta superunidad con un marcado color oscuro. Los contactos entre las tonalitas claras y oscuras son gradacionales por disminución del cuarzo y aumento de los ferromagnesianos, especialmente clinopiroxenos pasando de tonalitas a dioritas.

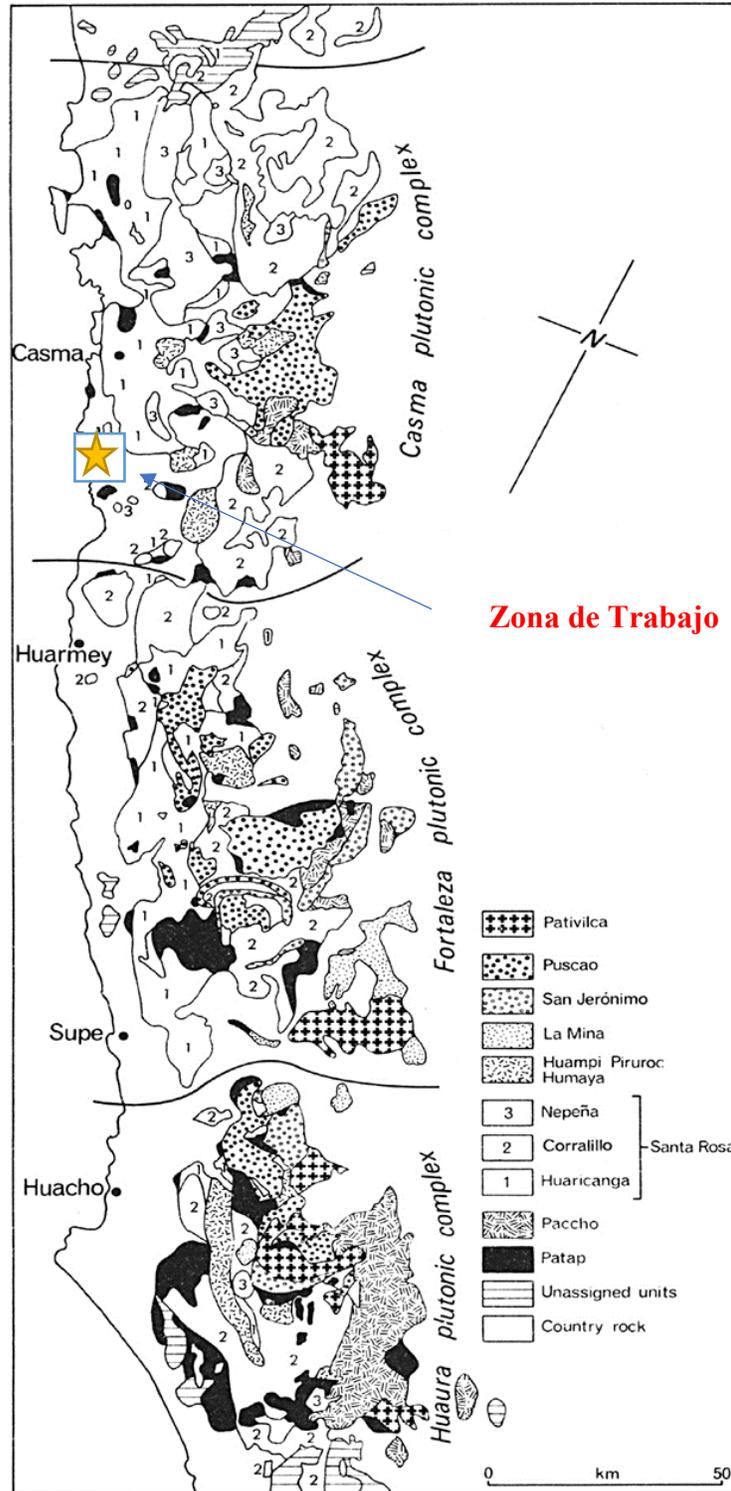


Figura 3. Esquema del mapa geológico que muestra la mayor parte del segmento lima del Batolito Costero y la distribución de las principales superunidades. (Pitcher W., 1977)



4.3. CUENCA HUARMEY

La cuenca Huarmey se extendió desde el Turaniano al Albiano (Cobbing, E.J., 1978) , con hundimiento máximo durante un período muy corto en el Albiano (Myers, J.S., 1974). Este período de hundimiento muy rápido y volcánico la actividad coincidió con la principal extensión de la corteza. Las rocas del grupo Casma que componen el relleno de la cuenca Huarmey se extienden desde el norte de Trujillo en centro-norte de Perú, hasta cerca de Lima.

4.4. EVOLUCIÓN TECTÓNICA Y MINERALIZACIÓN

4.4.1. Fase Tectónica Peruana

La Fase Tectónica Peruana, es un evento de deformación “compresional” con dirección principal de compresión NO-SE, que afecta principalmente la Costa. Durante el período de “compresión” de la Fase Peruana, se habrían producido áreas de debilidad por fracturas a nivel del frente andino, lo que habría facilitado el subsecuente emplazamiento del Batolito de la Costa cortando las series plegadas mesozoicas.

4.4.1.1 Mineralización

En esta etapa se apertura pequeñas franjas dilatadas producto de la compresión y fracturamiento de zonas frágiles a causa del esfuerzo principal sigma (σ_1) NO-SE, por donde sucede la mineralización y esta corta la secuencia volcanosedimentario del grupo Casma.

4.4.2. Fase Tectónica Inca

Es la fase más importante del ciclo andino, afecta principalmente a los segmentos Norte y Central del Perú que presentan una deformación más que el Sur con dirección principal de compresión N-S., Benavides-Cáceres subdivide en cuatro Eventos (Inca I – Inca IV).



4.4.2.1 Mineralización

En esta etapa de intenso plegamiento se reactivan algunas fallas por el cambio de dirección de compresión del esfuerzo principal sigma 1, esto genero la apertura de espacios ya mineralizados que consecuentemente fueron inyectados y rellenados con fluidos mineralizantes.

4.4.3. Fase Tectónica Quechua

El período tectónico quechua corresponde a una aceleración de la convergencia entre la placa Nazca y la placa sudamericana, después del cambio de dirección de convergencia a los 26 Ma, con dirección principal de compresión NE-SO, Este período se caracteriza por una intensa actividad magmática efusiva e intrusiva. Tectónicamente este período corresponde a la estructuración de los Andes tal como se presentan hoy en día, debido a un largo período de deformación en compresión que afecta los Andes centrales en su totalidad.

4.4.3.1 Mineralización

En esta etapa de plegamiento se reactivaron algunas fallas y debido al cambio de dirección de subducción y compresión de las placas no se generó mucha mineralización pero si el fracturamiento y la deformación de estratos.

CAPÍTULO V: GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

1.1. GENERALIDAD

- La geología estructural como ciencia se encarga de estudiar los movimientos y procesos que constituyen la corteza terrestre a escalas de microscopio - regional, estas deformaciones son causadas por el stress que se ocasiona por movimiento de placas tectónicas, vulcanismo, el peso del agua, de los glaciares y el propio peso de la corteza (el overburden).
- La identificación de zonas de cizalla, zonas de dilatación, zonas de falla nos facilita la posible localización de cuerpos mineralizados.

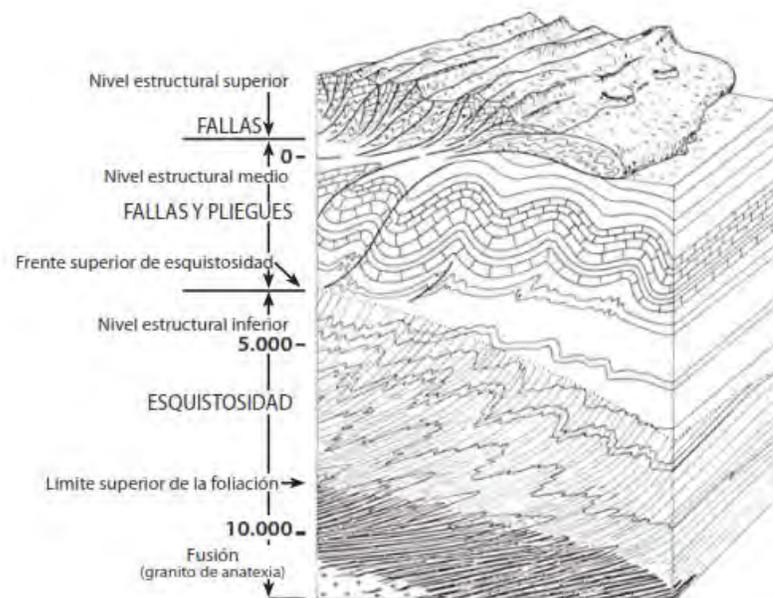


Figura 4. Niveles estructurales de la corteza terrestre. (Según Mattauer, 1976).



1.2. ESTRUCTURAS REGIONALES

Por la zona de estudios fueron cartografiados anticlinales y sinclinales que tienen un afloramiento bien notorio, los estratos hacia el oeste tienden a reducir su buzamiento hasta alcanzar la horizontalidad y estos se pierden en el mar, de igual forma hacia el este tienden a elevarse con buzamientos de hasta 87° dando la apariencia de estratos verticales, a lo largo de la zona de trabajo se identificaron fallas con desplazamiento vertical y horizontal, estas asociadas a una falla cartografiada regionalmente.

Paralelos al rumbo de las fallas regionales se identificaron presencia de diques aplíticos y dioritas Porfírica estas con buzamientos casi verticales.

1.2.1. Dominios estructurales

Se pudo identificar la presencia de dos dominios estructurales bien marcados, la primera con una asociación de estructuras con rumbo NW-SE, entre ellos se tienen Fallas regionales principales, fallas locales asociadas a mineralización, estructuras mineralizadas, diques y vetas, el segundo dominio estructural tiene con rumbo E-W, asociado a ellas fallas secundarias, fracturamiento y algunos diques.

1.3. Estructuras Locales

Los factores que determinan si la deformación será frágil o dúctil son la presión, la temperatura, la velocidad de deformación y la presencia de fluidos.

1.3.1. Estructuras de ambiente frágil

La deformación frágil es un fenómeno controlado fundamentalmente por la presión o la fricción. La fuerza friccional es proporcional al esfuerzo normal, es generalmente aceptado que las fracturas se inician a partir de un defecto (crack); esto puede ser muy pequeño, como una pequeña fractura

o el clivaje en un cristal, o cualquier otro defecto que constituya una zona o plano de discontinuidad muy pequeño relacionado al objeto que se está deformando.

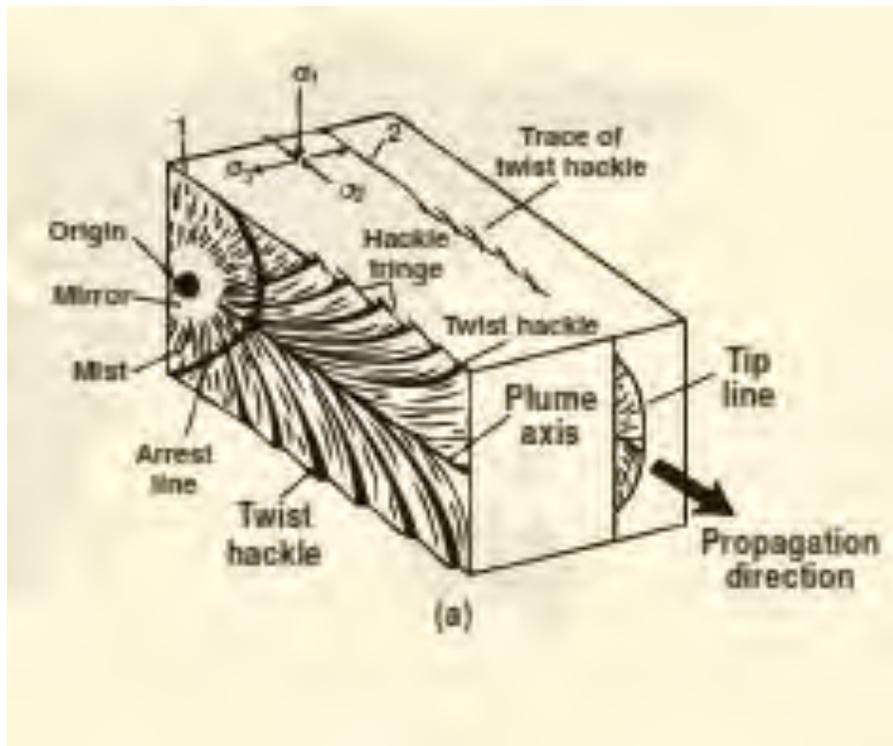


Figura 5. Indicadores cinemáticos (fuente: Mattauer, 1976)

1.3.1.1. Fallas

Son fracturas en la corteza a lo largo de las cuales ha tenido lugar un desplazamiento apreciable. Pueden tener longitudes en planta desde pocos metros hasta centenares de kilómetros, como por ejemplo la falla de Tambomachay.

Los movimientos repentinos de las fallas son normalmente los responsables de la mayoría de los terremotos. Las fallas antiguas suelen ser inactivas.

Características y tipos:

Fallas Normales. Se produce un desplazamiento vertical por esfuerzos distensivos cuando el bloque de techo se desplaza hacia abajo con respecto al bloque piso (Fotografía 10).



Fotografía 10. Falla Normal Daysi con afloramiento en superficie de 4 km, zona 4. Fuente: Elaboración propia

Fallas Inversas. Se produce un desplazamiento vertical por esfuerzos compresivos cuando el bloque de muro se desplaza hacia arriba con respecto al bloque techo, en la unidad minera se puede identificar el plano de desplazamiento y su cinemática (Fotografía 11).



Fotografía 11. Falla inversa Jobbita con afloramiento en superficie de 2km. Fuente: Elaboración propia

Fallas en dirección. Son planos de fracturas con desplazamiento en la horizontal paralelas en dirección de la falla. Se dan en todas las escalas, pueden recorrer desde centenares de kilómetros y afecta a toda la corteza o tratarse de pequeños accidentes que acompañe a los pliegues.

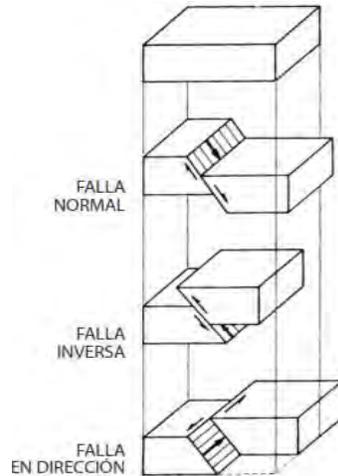


Figura 6. Clasificación básica de las fallas: normal, inversa y en dirección. Fuente: Mattauer, 1976.

1.3.1.2. Diaclasas

Una diaclasa es un plano de fractura a favor del cual no se produce desplazamiento de los bloques que quedan a ambos lados (Fotografía 12).



Fotografía 12. Se observa al grupo Casma, con diaclasas que se muestra en líneas entrecortadas.
Fuente: Elaboración propia

1.3.1.3. Indicadores cinemáticos

Permite determinar el movimiento de una falla. Es posible ver que una falla no corresponde a un plano 100% uniforme que corta a una roca, sino que realidad está compuesta por una serie de fracturas con cinemáticas propias que pueden llegar a interconectarse dando lugar a la falla, dichas

fracturas, conocidas como del tipo riedel, tienen relaciones geométricas bien definidas según ángulos oblicuos respecto a la traza de la falla principal. De este modo, por ejemplo, en el modelo de riedel (Cloos, 1928; Riedel, 1929) se plantea que el sentido del movimiento del bloque que no alberga a los ángulos oblicuos es el mismo hacia donde estos ángulos están inclinados.

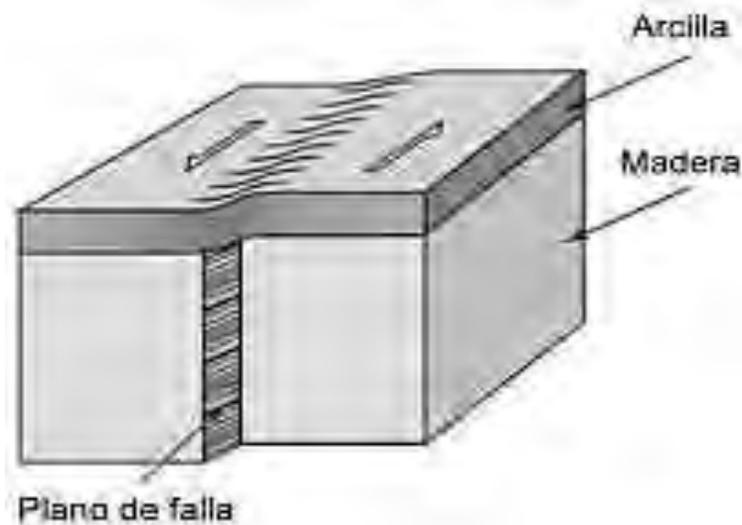


Figura 7. Bloque ideal donde indica un plano de ruptura generando un plano de falla sinistral. Fuente: Van Der Pluijm y Marshak , 2004.

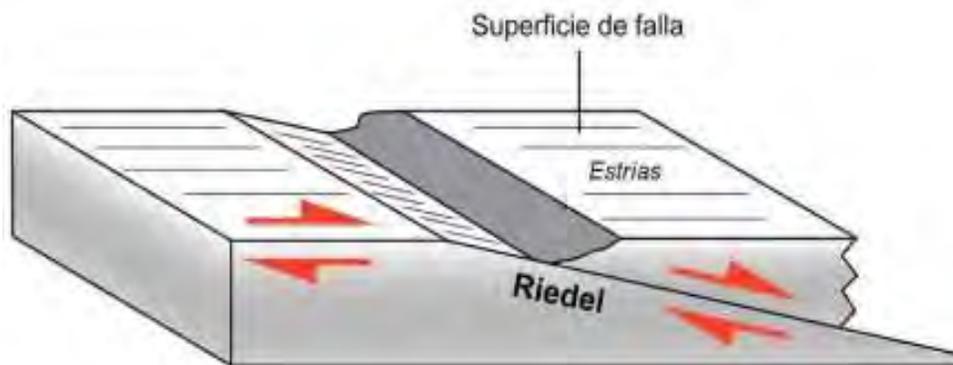


Figura 8. Sentido de movimiento con la presencia de Riedels en lo vertical. Fuente: Allmendinger, 1987.

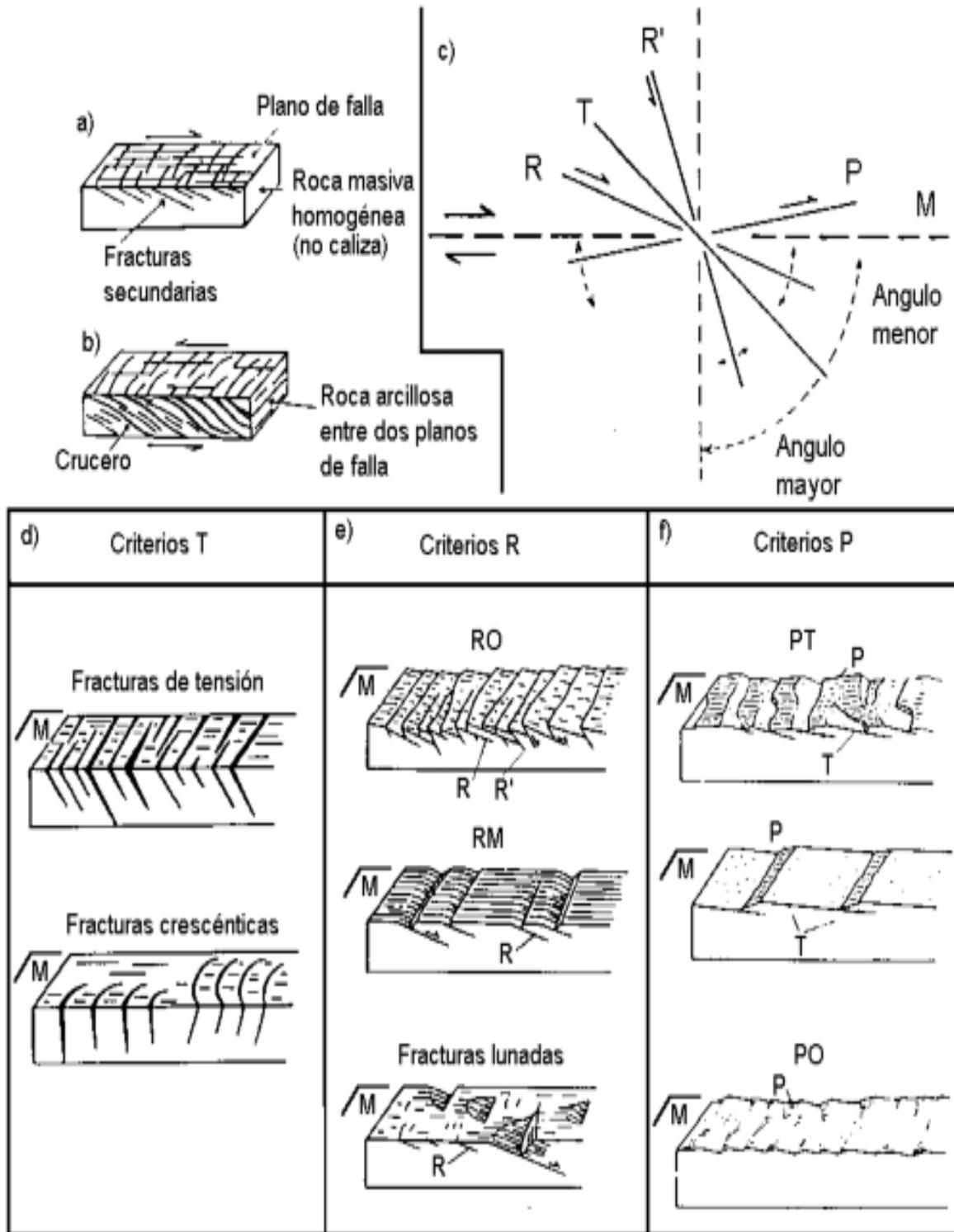


Figura 9. Las fracturas secundarias asociadas a fallas mostrando las relaciones con el sentido de cizalla. Fuente: Petit, 1987.

1.3.2. Estructuras de ambiente dúctil

1.3.2.1. Pliegues

Una roca se pliega en un ambiente dúctil, este aumento de temperatura hace que las rocas tengan un comportamiento elástico, generando pliegues por la fuerza de compresión a la que están sometidos, normalmente se pueden observar en las fajas plegadas de la cordillera de los andes.

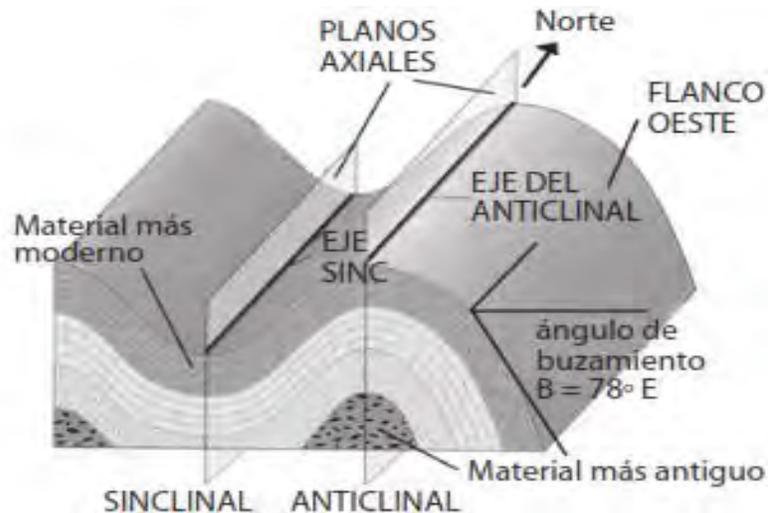


Figura 10. Clasificación básica de las fallas: normal, inversa y en dirección. Fuente: Mattauer, 1976.

1.3.2.2. Anticlinales.

Pliegue arqueado con los estratos más jóvenes hacia la charnela y los estratos más antiguos hacia el núcleo de dicho pliegue.



Fotografía 13. Se observa zona plegada con presencia de anticlinal. Fuente: Elaboración propia.



1.3.2.3. Sinclinales

Pliegues arqueados o con la convexidad hacia el núcleo los estratos más jóvenes se localizan en el núcleo, se pudo identificar hacia el norte de la concesión zonas plegadas con presencia de sinclinales como se muestra en la foto.



Fotografía 14. Presencia de un sinclinal a 4 km al Norte de la concesión. Fuente: Elaboración propia.

1.4. Geometría del sistema de Vetas-Fallas y Fallas

5.4.1. Descripción Principales Fallas

5.4.1.1. Falla Lomas

Se presenta atravesando la concesión en dirección NO-SE, con una longitud reconocida en campo de 2 km, en interior mina se observa claramente en las Galerías 120 NO, 90 NO y 260 NO, ya que dichas galerías se desarrollaron con la misma dirección y a través de dicha falla, la cinemática es dextral con componente normal, esto debido a que la roca caja techo tiende a descender verticalmente con un movimiento hacia la derecha en lo horizontal (Fotografía 15).

Azimuth: N 320°

Buzamiento: 88° NE

Pitch: 18° E

Cinemática: Dextral Normal (Dx Nx)



Fotografía 15. Vista techo de Gal 120 NO, donde se evidencia claramente movimiento Dextral. Fuente: Elaboración propia.

5.4.1.2 Falla Jobbita

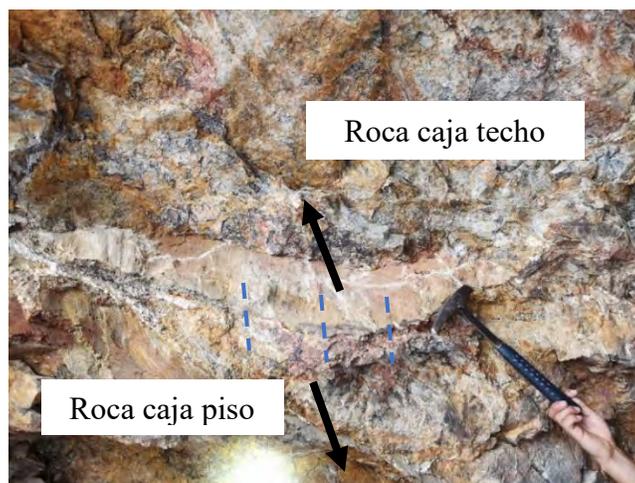
Se presenta a 100 metros de la Falla lomas, tiene un movimiento compresional con una cinemática inversa sinextral, donde la roca caja techo tiende a subir y en lo horizontal se desplazó hacia la izquierda (Fotografía 16), este movimiento no permitió que suba y haya precipitación significativa de mineral, generando zonas de fracturamiento y pequeñas zonas de cizalla.

Azimuth: N 145°

Buzamiento: 88° SO

Pitch: 75 E

Cinemática: Inversa Sinextral (Ix Sx)



Fotografía 16. Se observa movimiento inverso con plano de falla y presencia de estrías. Fuente: Elaboración propia.

5.4.1.3 Falla Daysi

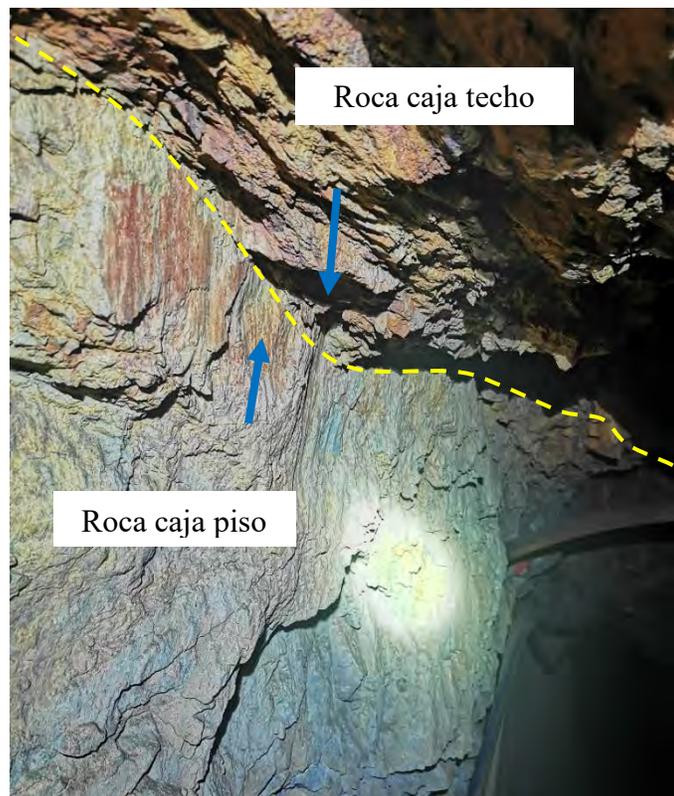
Se presenta a 200 metros de la Falla Jobbita, se extiende a lo largo de toda la concesión, con una longitud reconocida en campo de 4km, presenta un movimiento extensional con una cinemática normal dextral, donde la roca caja techo tiende a bajar verticalmente y en lo horizontal se desplazó hacia la derecha (Fotografía 17) con buena presencia de mineralización, en superficie presenta un fracturamiento intenso, mientras se va profundizando a más de 20 mt, el fracturamiento disminuye y presenta una mejor calidad de roca en los paquetes andesíticos de la formación Casma.

Azimuth: N 320°

Buzamiento: 88° NE

Pitch: 74°

Cinemática: Normal Dextral (Nx Dx)



Fotografía 17. Se observa movimiento Normal propio de la Falla Daysi. Fuente: Elaboración propia.



1.5. Geometría del sistema de Vetas

5.5.1 Descripción principales Vetas

5.5.1.1 Veta Lomas II

Estructura mineralizada con potencia promedio de Veta de 2 metros clasificada como Zona 1, geoméricamente se encuentra asociada a la Falla Lomas, tiende a tener zonas de ensanchamiento de hasta 6 metros en el nivel 300 Tj 1, con presencia de ramales y bifurcación de Veta, tiene una extensión reconocida en campo de 5 km y en profundidad 100 mt, donde se evidencia la misma dirección y buzamiento.

Azimuth: N 320°

Buzamiento: 88° NE

Potencia Promedio: 2mt



Fotografía 18. Se observa Veta Lomas en la Gal 120 NW con potencia de 1.1mt. Fuente: Elaboración propia.

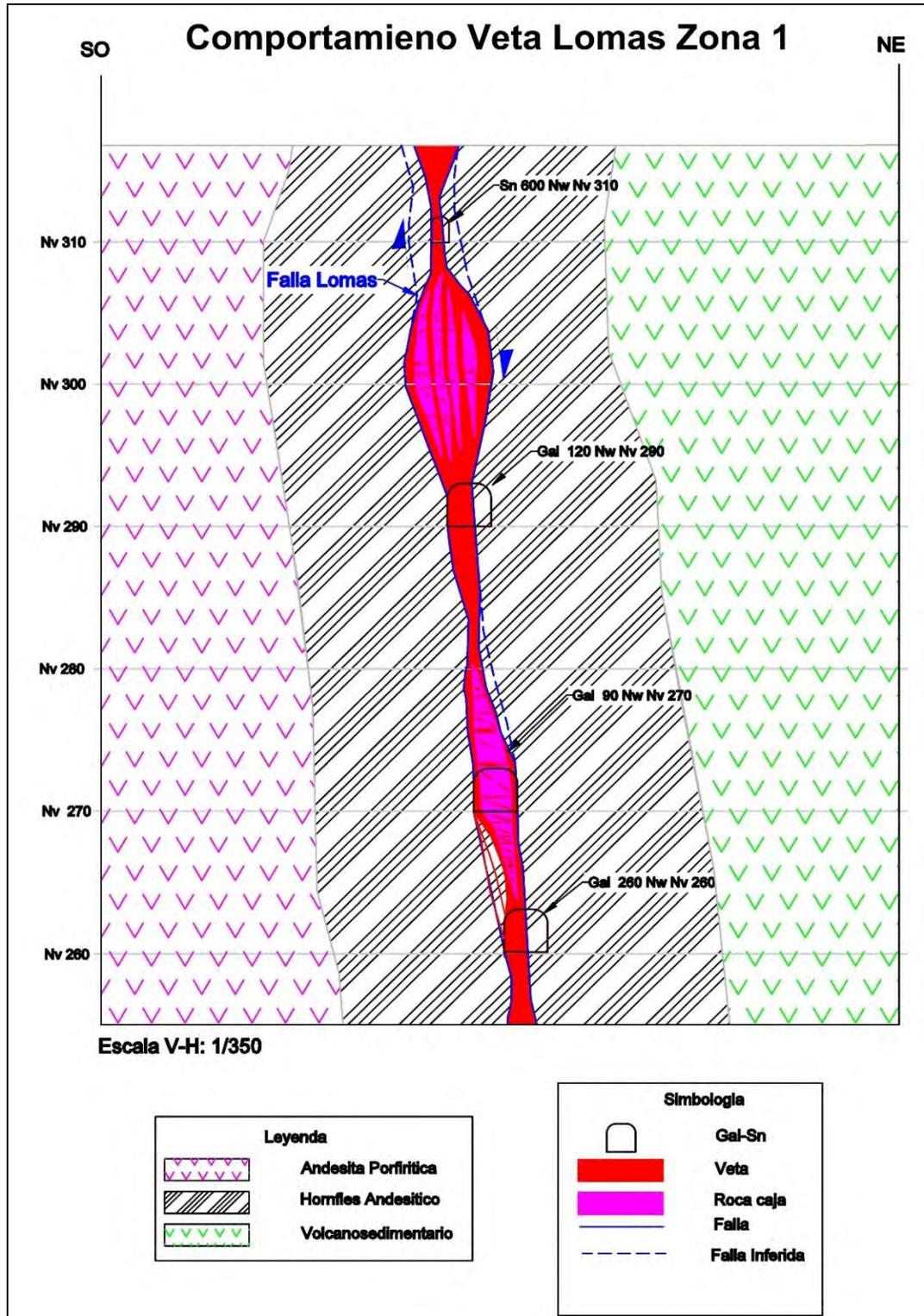


Figura 11: Sección geológica Veta Lomas. Fuente: Elaboración propia.

5.5.1.2 Veta Jobbita

Se presenta paralela a 100 mt de la Veta Lomas clasificada como Zona 2 está atraviesa la concesión en dirección NO-SE, con una longitud reconocida en campo de 0.5 km, en interior mina se observa claramente en las Galerías 48 NO, ya que dichas galerías se desarrollaron con la misma dirección y a través de dicha Veta falla, tiene un movimiento compresional por lo que no genera apertura y no desarrolla una mineralización económica, solo mineraliza espacios generados por su movimiento Sinextral (Fotografía 19).

Azimuth: N 135°

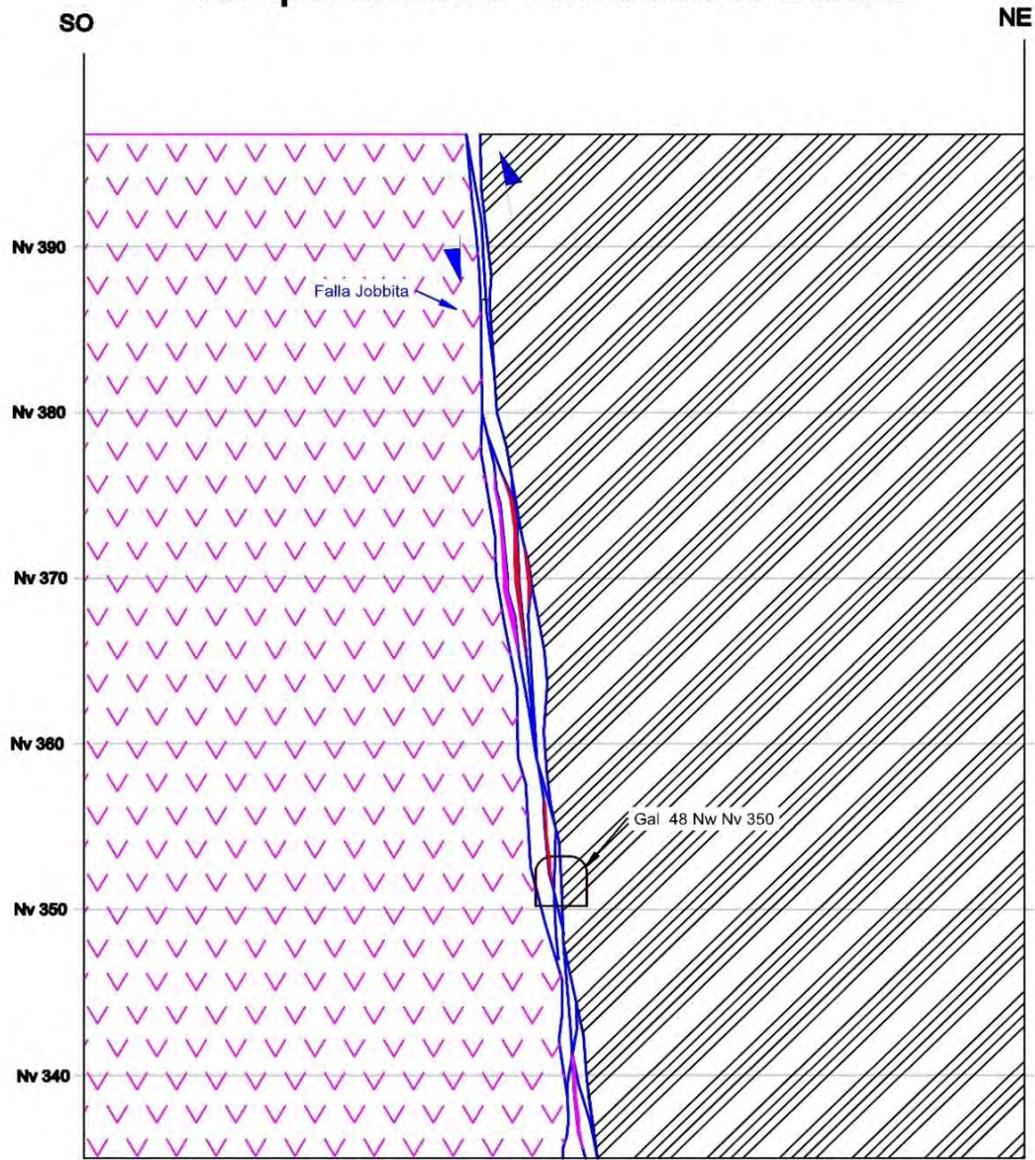
Buzamiento: 88° SW

Cinemática: Inversa Sinextral (Ix Sx)



Fotografía 19. Se observa Veta Jobbita Gal 48 NW, con esporádica presencia de mineralización.
Fuente: Elaboración propia.

Comportamiento Veta Jobbita Zona 2



Escala V-H: 1/350

Leyenda	
	Andesita Porfírica
	Hornos Andesítico

Simbología	
	Gal-Sn
	Veta
	Roca caja
	Falla
	Falla Inherida

Figura 12: Sección geológica Veta Lomas. Fuente: Elaboración propia.



5.5.1.3 Veta Daysi

. Se presenta paralela a 200 mt de la Veta Jobbita, con una longitud reconocida en campo de 4 km, tiene un movimiento extensivo, generando buenas zonas de mineralización rentable y con potencias explotables, la mayor parte de mineral que se envía a planta es producto del aporte significativo de esta veta.

En interior mina se dividieron en dos Zonas:

Zona 3. Se observa claramente en las Galerías 470 NO, Gal 490 NO y Sub nivel 810 NO el ensanchamiento de la Veta hasta 3 metros (Fotografía 20), dando una geometría de Veta en rosario con zonas de fracturamiento y cizalla (Figura 14).

Azimuth: N 318°

Buzamiento: 88° SO

Potencia: 3 mt



Fotografía 20. Se observa Veta Daysi potencia de 3 mt, Gal 470 NO, con mayor presencia de mineralización. Fuente: Elaboración propia.

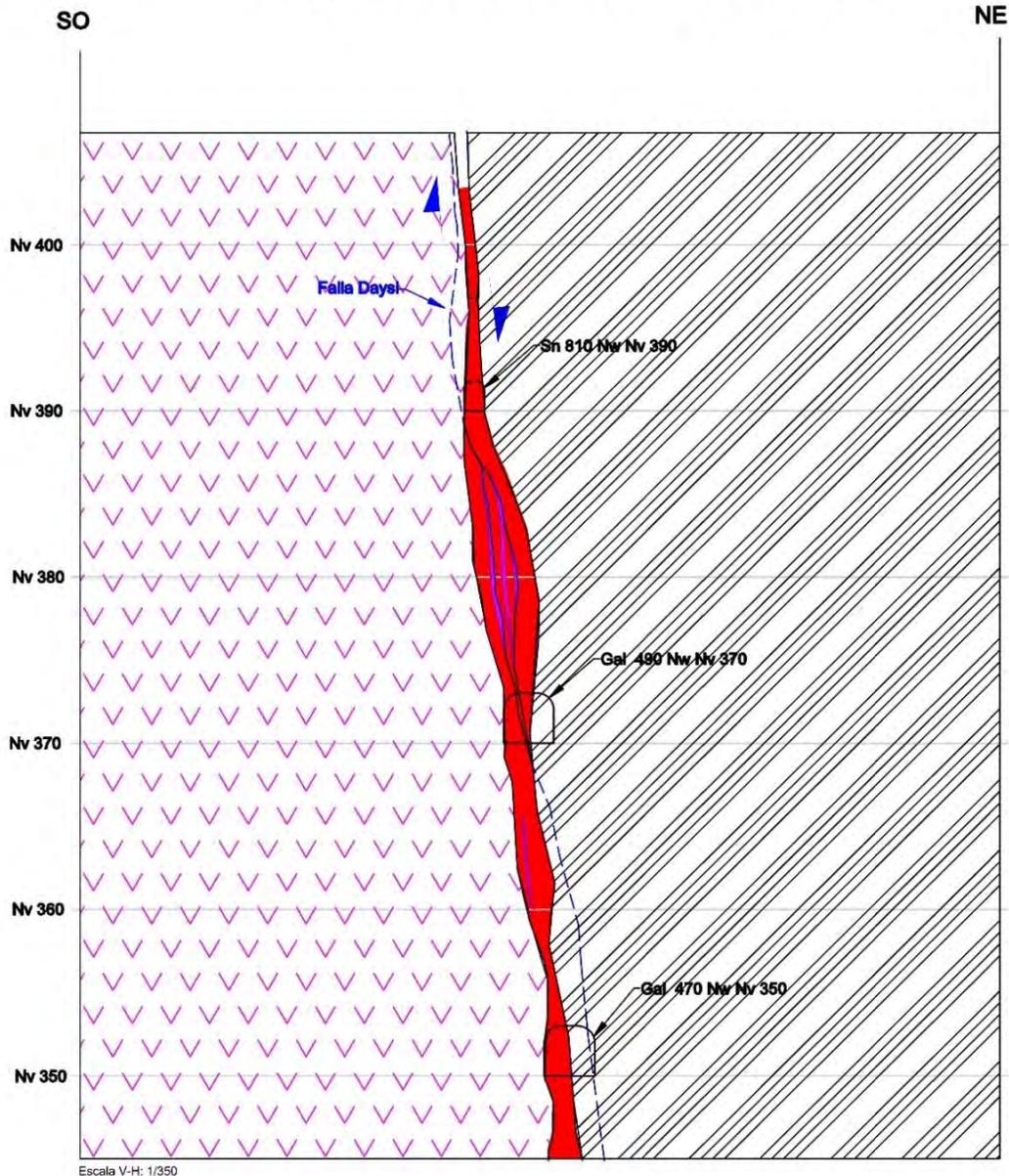
Zona 4. Se observa claramente en las Galerías 280 NO, Vt 48 NO y Sub nivel 990 NO el ensanchamiento de la Veta hasta 6 metros de potencia, ya que dichas galerías se desarrollaron con la misma dirección y a través de dicha falla, resalta mucho la variación de su geometría, en un nivel superior e inferior se puede tener un ensanchamiento o adelgazamiento, todo esto nos conlleva a tener un significativo error en la cubicación de dichos recursos e incluso en el direccionamiento de dichas labores de exploración y desarrollo.



Fotografía 21. Se observa Veta Daysi Gal 280 NO, Zona 4, con mayor presencia de mineralización.
Fuente: Elaboración propia.



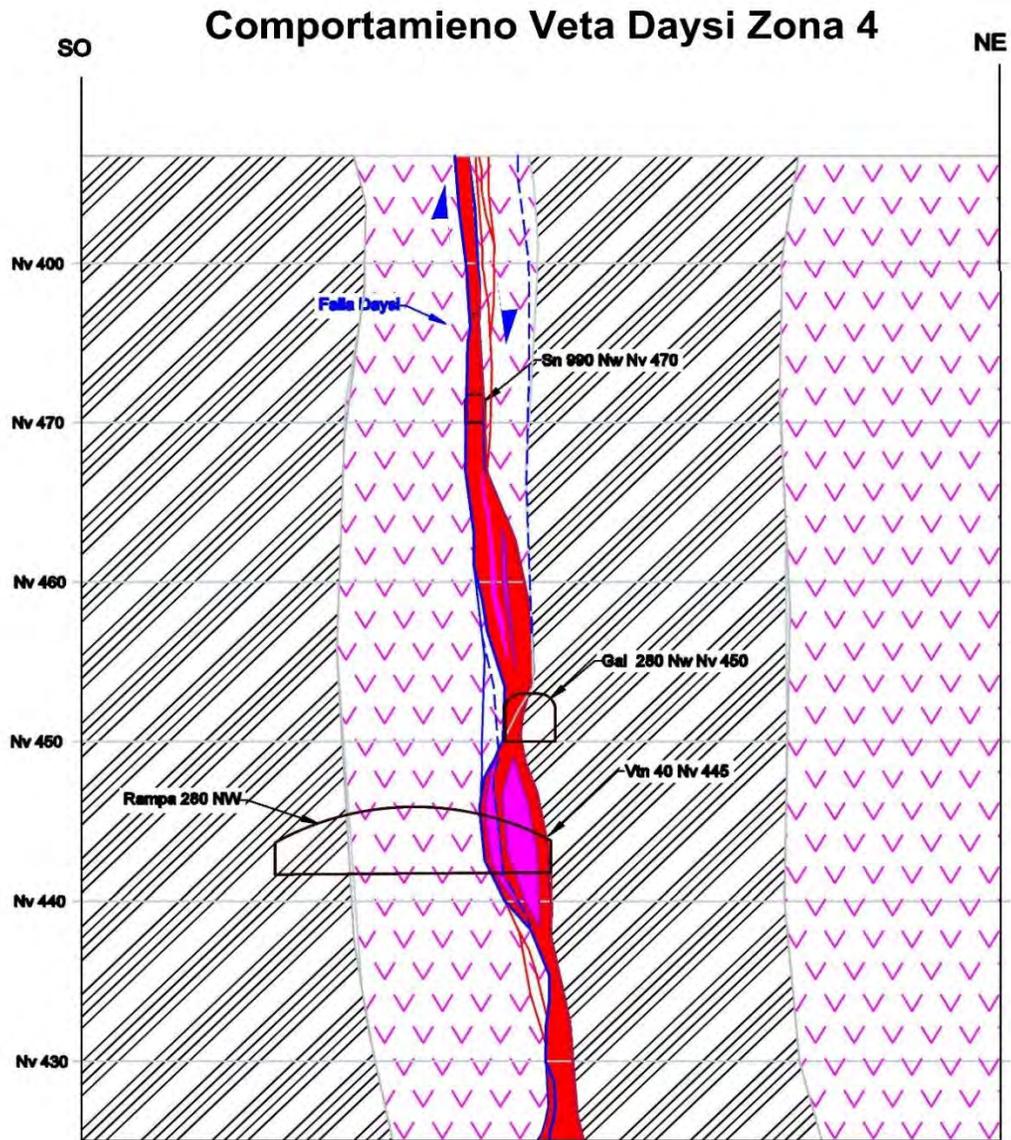
Comportamiento Veta Daysi Zona 3



Leyenda	
	Andesita Porfírica
	Homfies Andesítico

Simbología	
	Veta
	Roca caja
	Falla
	Falla Inferida
	Gal-Sn

Figura 13: Geológica Veta Lomas Fuente: Elaboración propia.



Escala V-H: 1/350

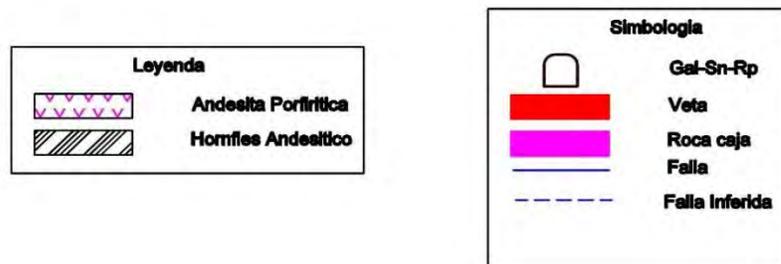


Figura 14: Sección geológica Veta Lomas. Fuente: Elaboración propia.



1.6. Análisis de datos estructurales.

En la unidad minera lomas II se hizo la recolección exhaustiva de datos de campo a diferentes escalas, dando su debido detalle a estructuras que aflora en superficie.

Los datos recolectados serán analizados e interpretados mediante el uso de algunos softwares como son el Faultkin y el Stereonet, la recolección de datos reales y certeros, serán de suma importancia para el análisis de datos estructurales ya que si se tomarían con errores estos conllevarían a una mala interpretación y por consiguiente a una toma mala de decisión al realizar algún pozo de perforación o en el direccionamiento de labores (Galerías, Subniveles).

1.6.1. Datos estructurales Escala 1/5000

Se recolectaron datos de exploración de varias campañas que se realizó en coordinación con la jefatura del área de geología, entre ellas se tomaron datos de Rumbo, Buzamientos, potencias de Estratos, Diques, Fallas y Vetas, todos estos datos se tomaron cuidadosamente con la capacitación necesaria y los estándares que se maneja en la empresa, de esta manera los resultados que se obtendrá al finalizar su interpretación tendrán una buena confiabilidad para el posterior planteamiento de proyectos y actividades a desarrollarse en las zonas exploradas.

Se tubo algunos inconvenientes con la toma de datos ya que las zonas de exploración mayormente presentaban cobertura de arena, este nos limitó el avance, pero aun así se logró tomar la mayor información posible que se detallara a continuación.

Los Datos obtenidos se indicarán en las siguientes tablas



5.6.1.1 Datos Estructurales de Fallas

Se indica datos que detallan el tipo de estructura y sus características geométricas.

Item	Estructura	Tipo	Azimuth	Bz
1	Falla	PRINCIPAL NORMAL	318	82
2	Falla	PRINCIPAL INVERSA	124	64
3	Falla	SECUNDARIA INVERSA	261	79
4	Falla	SECUNDARIA INVERSA	210	72
5	Falla	SECUNDARIA DEXTRAL	76	78
6	Falla	SECUNDARIA SINEXTRAL	64	79
7	Falla	SECUNDARIA SINEXTRAL	82	81
8	Falla	PRINCIPAL INVERSA	123	72
9	Falla	PRINCIPAL INVERSA	126	76
10	Falla	SECUNDARIA INVERSA	282	83
11	Falla	SECUNDARIA INVERSA	286	79
12	Falla	SECUNDARIA INVERSA	120	81
13	Falla	SECUNDARIA INVERSA	296	82
14	Falla	SECUNDARIA SINEXTRAL	136	79
15	Falla	SECUNDARIA INVERSA	275	84
16	Falla	SECUNDARIA INVERSA	241	79
17	Falla	PRINCIPAL INVERSA	132	78
18	Falla	PRINCIPAL INVERSA	136	82
19	Falla	SECUNDARIA INVERSA	120	84
20	Falla	SECUNDARIA INVERSA	98	78
21	Falla	PRINCIPAL NORMAL	312	81
22	Falla	PRINCIPAL NORMAL	318	83
23	Falla	SECUNDARIA SINEXTRAL	212	82
24	Falla	SECUNDARIA INVERSA	210	84
25	Falla	SECUNDARIA DEXTRAL	98	82
26	Falla	SECUNDARIO DEXTRAL	110	79
27	Falla	SECUNDARIO INVERSA	138	76
28	Falla	PRINCIPAL INVERSA	134	74
29	Falla	PRINCIPAL INVERSA	139	72
30	Falla	PRINCIPAL NORMAL	316	86
31	Falla	PRINCIPAL NORMAL	318	87
32	Falla	PRINCIPAL NORMAL	312	86
33	Falla	PRINCIPAL NORMAL	311	85
34	Falla	PRINCIPAL INVERSA	122	79

Tabla 1: base de datos de las fallas. Fuente: Elaboración propia.



5.6.1.2 Datos estructurales de Vetas

FID	Tipo de Estructura	Nombre	Azimuth	Bz	Potencia
1	Veta	LOMAS 2	318	82	0.6
2	Veta	INFERIDO	324	86	0.2
3	Veta	INFERIDO	326	84	0.3
4	Veta	INFERIDO	328	85	0.2
5	Veta	INFERIDO	321	87	0.3
6	Veta	INFERIDO	332	86	0.4
7	Veta	INFERIDO	319	81	0.6
8	Veta	INFERIDO	336	82	0.6
9	Veta	LOMAS 2	338	85	0.8
10	Veta	LOMAS 2	338	79	0.6
11	Veta	LOMAS 2	338	81	0.4
12	Veta	LOMAS 2	316	85	0.2
13	Veta	LOMAS 2	320	83	0.6
14	Veta	JESSICA	324	86	0.4
15	Veta	JESSICA	312	81	0.5
16	Veta	LOMAS 2	314	86	0.6
17	Veta	JOBBITA	316	87	0.4
18	Veta	RUSA	321	82	3
19	Veta	SOFIA	318	83	0.2
20	Veta	CASANDRA	319	84	0.2
21	Veta	MYLAGROS	320	82	0.4
22	Veta	INFERIDO	312	86	0.2
23	Veta	INFERIDO	310	82	0.4
24	Veta	INFERIDO	304	85	0.2
25	Veta	INFERIDO	298	86	0.2
26	Veta	INFERIDO	290	83	0.2
27	Veta	JOBBITA	316	84	0.4
28	Veta	DAYSÍ	312	81	1.2
29	Veta	DAYSÍ	314	85	1.4
30	Veta	DAYSÍ	310	79	1.6
31	Veta	INFERIDO	312	82	0.6
32	Veta	INFERIDO	314	85	0.4
33	Veta	PROYECCION	310	82	-
34	Veta	PROYECCION	304	85	-
35	Veta	PROYECCION	298	86	-
36	Veta	PROYECCION	290	83	-
37	Veta	PROYECCION	316	84	-
38	Veta	PROYECCION	312	81	-
39	Veta	PROYECCION	314	85	-
40	Veta	PROYECCION	310	79	-
41	Veta	PROYECCION	312	82	-

Tabla 2: Base de datos de las vetas. Fuente: Elaboración propia



5.6.1.3 Datos estructurales de Diques

Item	Estructura	Tipo	Az	Bz	Potencia
1	Dique	Aplítico	124	64 SW	5m
2	Dique	Gabro Diorita	123	72 SW	10m
3	Dique	Andesita Porfírica	314	76 NE	5m
4	Dique	Aplítico	132	78 SW	2m
5	Dique	Aplítico	136	82 SW	2m
6	Dique	Gabro Diorita	320	76 NE	5m
7	Dique	Andesita Porfírica	134	74 SW	7m
8	Dique	Aplítico	315	72 NE	3m
9	Dique	Andesita Porfírica	122	79 SW	8m
10	Dique	Aplítico	138	76 SW	3m
11	Dique	Aplítico	318	78 NE	4m
12	Dique	Gabro Diorita	139	79 SW	3m
13	Dique	Andesita Porfírica	126	81 SW	4m

Tabla 3. Base de datos de las vetas. Fuente: Elaboración propia.

Análisis Datos Estructurales Software Stereonet

Se hizo la interpretación de todos los datos tomados mediante el uso de estereogramas y diagrama de rosetas, las vetas mapeadas, Diques, Fallas Sx y Fallas Dx tienen una dirección de NO-SE dando como resultado la dirección de apertura de pequeñas franjas dilatadas para la posterior mineralización, estas se corroborarán con el estudio a escala más detallada de las zonas donde se presentan estructuras con la dirección antes mencionada, las Fallas inversas y normales tienen direcciones cambiantes, posiblemente algunas se asocien con la dirección principal y otras sean de un evento pretectónico o postectónico que sucedió durante la evolución tectónica de la zona de estudios.

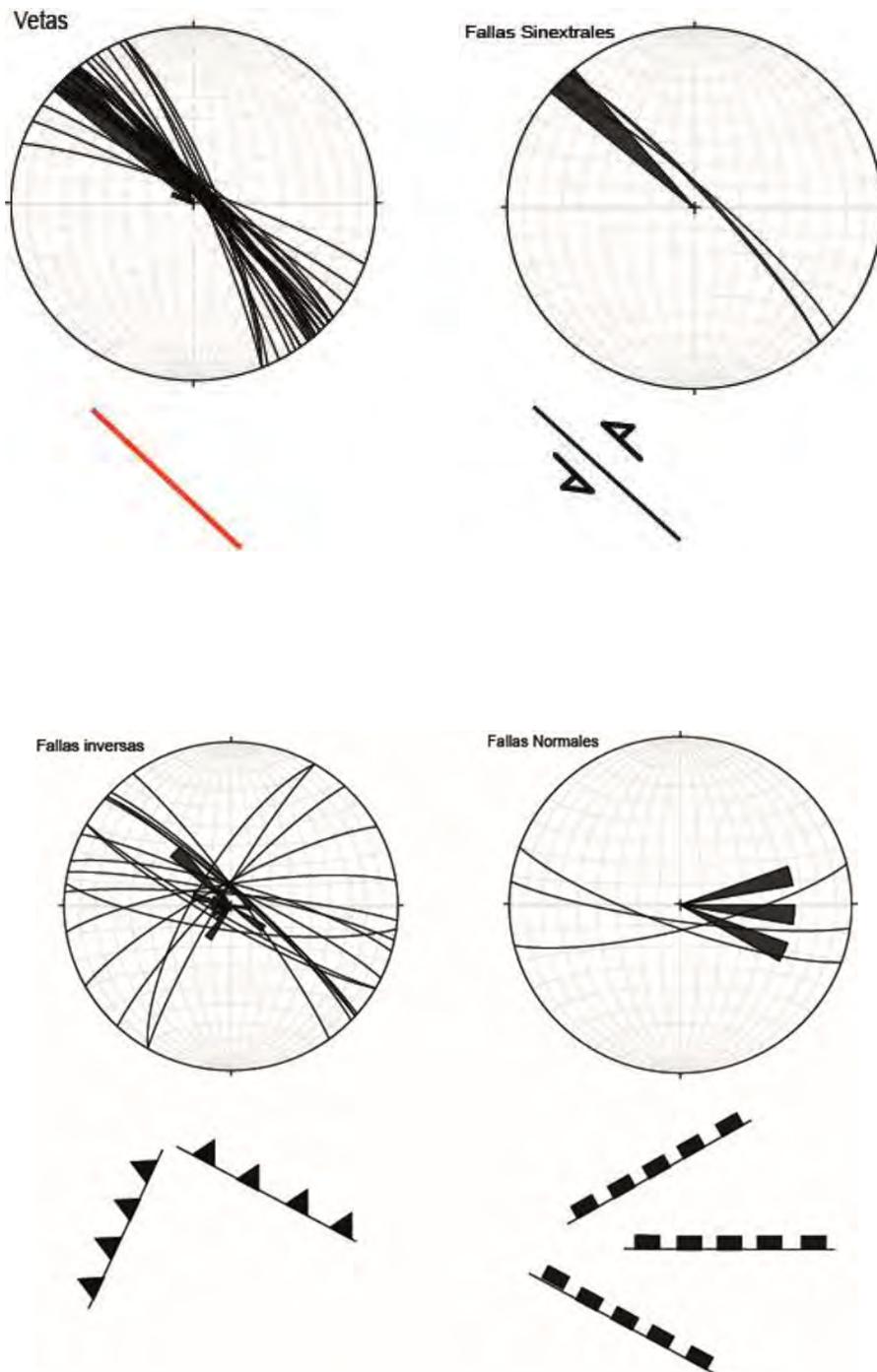


Figura 15. Análisis de los datos estructurales de Vetas, Fallas Normales, Inversas y Sinestrales. Estos datos fueron ploteados en el Software Stereonet. Fuente: Elaboración propia.

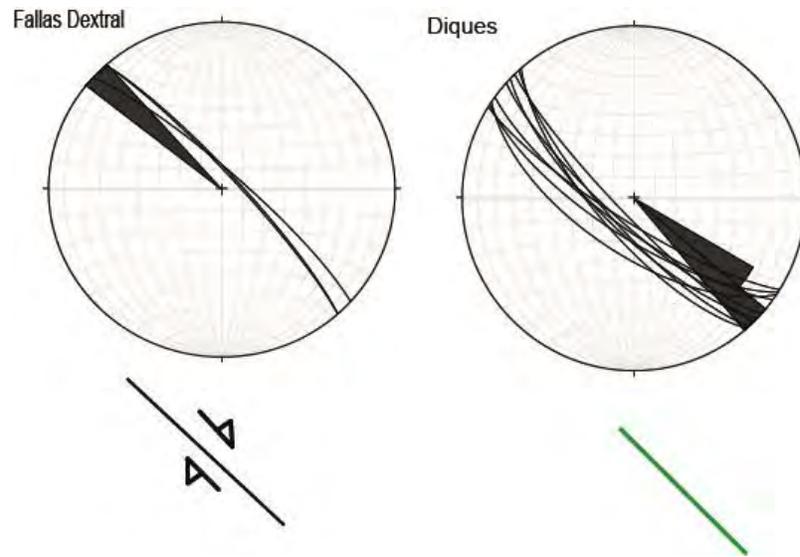


Figura 16. Análisis de datos estructurales de fallas dextrales y diques. Estos datos fueron ploteados en el Software Stereonet. Fuente: Elaboración propia.

1.6.2. Datos estructurales Escala 1/500

1.6.2.1. Zona Lomas II

Se tomaron datos estructurales a las diferentes estructuras presentes en la zona lomas 2, se contaba con laboreo subterráneo el cual nos facilitó para la toma de datos estructurales tales como rumbo, buzamiento, cabeceo.

La labor subterránea en dicha zona cuenta con un nivel principal nivel 295 msnm y en profundización hasta el nivel 260 msnm

Datos microestructurales.

Para esta recolección de información se colocaron 11 estaciones microestructurales a lo largo de todo el laboreo desarrollado en interior de mina, un aproximado de 200 mts, dichas estaciones microestructurales fueron colocadas identificando la claridad y visibilidad de dichos datos estructurales, de los cuales con un trabajo a detalle y exhaustivo se identificaron y se hizo la



medidas de distintos datos como Azimuth, Buzamiento y Pitch que nos pide posteriormente el software que analizara la cinemática de dichas estructuras, esta información se adjuntó en dicha tabla (Tabla 4).

ESTACION	E	N	RUMBO	BUZAMIENTO	A-R Rake	P RHR	PITCH CAMPO	Direccion PITCH	Movimineto simple	Movimiento Compuesto	Movimiento Principal	ESTRUCTURA	OTROS
L-01	796623.017	8938122.022	333	86	-178	SO	12	S	NX	NXDX	DX	VETA	FALLA LOMAS
			321	87	-179	SO	11	S	NX	NXDX	DX		
			326	88	-177	SO	13	S	NX	NXDX	DX		
			327	85	-175	SO	15	S	NX	NXDX	DX		
			337	86	-174	SO	16	S	NX	NXDX	DX		
L-02	796616.846	8938127.670	240	85	166	NO	14	S	IX	IXDX	IX	FALLA	Fibras de recristalización
			241	84	164	NO	16	S	IX	IXDX	IX		
			243	83	162	NO	18	S	IX	IXDX	IX		
			241	82	165	NO	15	S	IX	IXDX	IX		
			239	84	163	NO	17	S	IX	IXDX	IX		
L-03	796598.246	8938153.549	254	35	65	NO	65	N	IX	IXSX	IX	FALLA	Foliación tectónica
			251	34	63	NO	63	N	IX	IXSX	IX		
			250	36	69	NO	69	N	IX	IXSX	IX		
			253	39	69	NO	69	N	IX	IXSX	IX		
			252	32	60	NO	60	N	IX	IXSX	IX		
L-04	796587.683	8938165.738	60	79	12	SE	12	S	IX	IXSX	IX	FALLA	Fibras de recristalización
			75	84	11	SE	11	S	IX	IXSX	IX		
			72	82	13	SE	13	S	IX	IXSX	IX		
			68	79	14	SE	14	S	IX	IXSX	IX		
			69	85	12	SE	12	S	IX	IXSX	IX		
L-05	796550.903	8938228.615	281	83	59	NO	59	E	IX	SXIX	DX	FALLA	Fibras de recristalización
			286	82	63	NO	63	E	IX	SXIX	DX		
			281	84	67	NO	67	E	IX	SXIX	DX		
			282	82	60	NO	60	E	IX	SXIX	DX		
			283	81	60	NO	60	E	IX	SXIX	DX		
L-06	625506.417	4800565.891	240	77	-32	NO	32	S	NX	DXNX	DX	FALLA	Foliación tectónica
			243	79	-36	NO	36	S	NX	DXNX	DX		
			241	83	-35	NO	35	S	NX	DXNX	DX		
			244	83	-35	NO	35	S	NX	DXNX	DX		
			241	85	-33	NO	33	S	NX	DXNX	DX		
L-07	796602.887	8938150.335	40	80	-78	NO	78	E	NX	NXDX	NX	FALLA	Fractura tipo riedel
			42	80	-75	NO	75	E	NX	NXDX	NX		
			41	84	-76	NO	76	E	NX	NXDX	NX		
			39	82	-79	NO	79	E	NX	NXDX	NX		
			35	80	-75	NO	75	E	NX	NXDX	NX		
L-08	796584.290	8938168.742	332	75	111	NO	69	S	IX	IXSX	IX	FALLA	Fibras de recristalización
			336	76	115	NO	65	S	IX	IXSX	IX		
			335	76	112	NO	68	S	IX	IXSX	IX		
			334	75	113	NO	67	S	IX	IXSX	IX		
			332	73	114	NO	66	S	IX	IXSX	IX		
L-09	796552.037	8938220.091	254	75	32	NO	32	E	IX	SXIX	DX	FALLA	Fibras de recristalización
			252	81	34	NO	34	E	IX	SXIX	DX		
			253	77	35	NO	35	E	IX	SXIX	DX		
			256	77	36	NO	36	E	IX	SXIX	DX		
			258	81	38	NO	38	E	IX	SXIX	DX		
L-10	796586.088	8938166.656	164	80	78	SE	78	O	IX	IXSX	IX	FALLA	Foliación tectónica
			166	81	82	SE	82	O	IX	IXSX	IX		
			165	85	83	SE	83	O	IX	IXSX	IX		
			168	84	81	SE	81	O	IX	IXSX	IX		
			167	84	79	SE	79	O	IX	IXSX	IX		
L-11	796607.924	8938137.639	79	79	-80	SE	80	N	NX	NX SX	NX	FALLA	Fractura tipo riedel
			76	78	-76	SE	76	N	NX	NX SX	NX		
			74	78	-82	SE	82	N	NX	NX SX	NX		
			75	82	-75	SE	75	N	NX	NX SX	NX		
			77	76	-75	SE	75	N	NX	NX SX	NX		

Tabla 4. Base de datos tomados en campo de la veta las lomas. Fuente: Elaboración propia.

Clasificación según Angilier Zona Lomas II.

Se ploteo los cabeceos y buzamientos de todos los datos tomados en las estaciones microestructurales y nos dio anomalía en el campo de Fallas de deslizamiento oblicuo (Dx y Sx) son claro ejemplo del comportamiento cinemático presente a lo largo de la Veta lomas II.

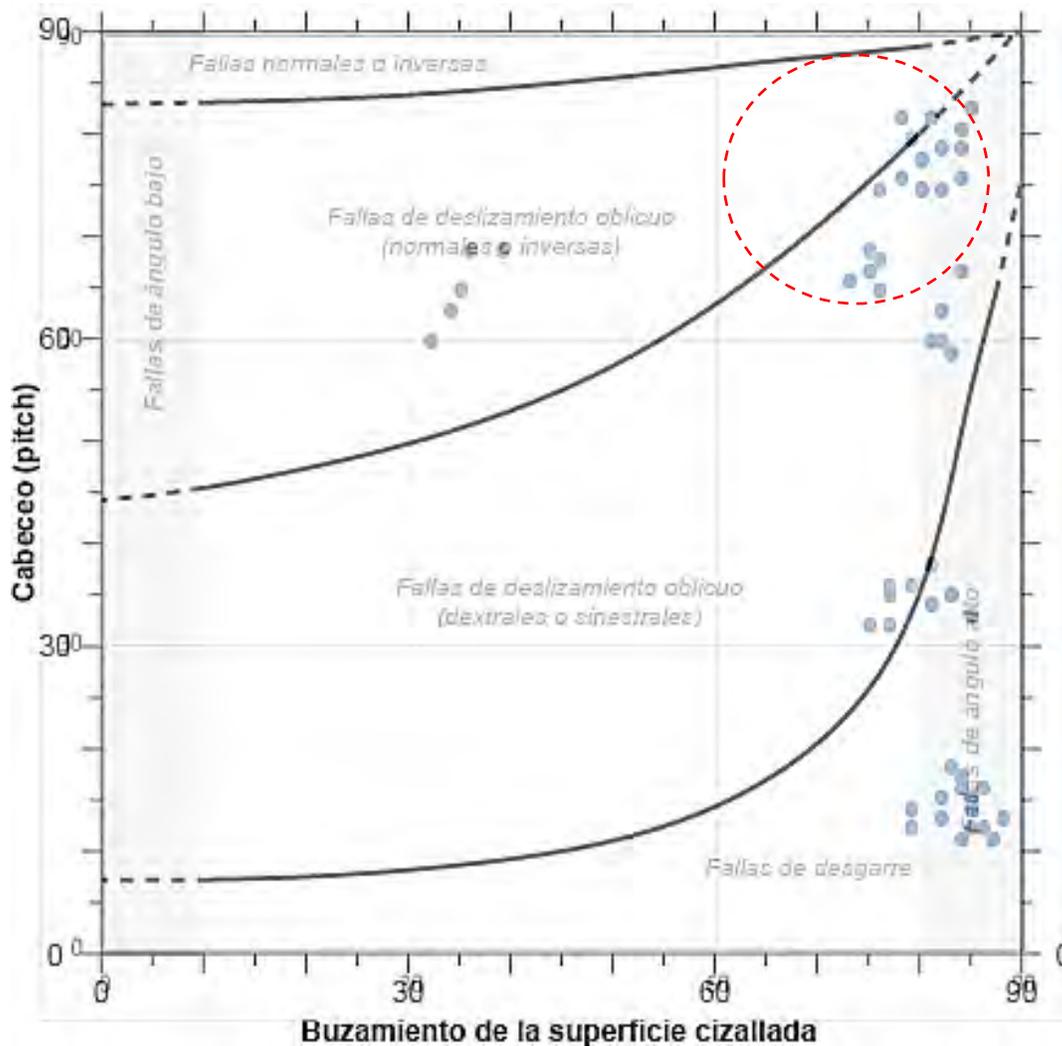


Figura 17. Clasificación de la veta Lomas II, en el cuadro comparativo cabeceo vs. buzamiento.

(Tomado de Angilier, 1994).

Estereogramas y diedros de deformación

Estaciones microestructurales con la similar dirección del Sigma 1 (σ_1)

➤ **Grupol**

Dentro de esta familia de estaciones microestructurales se tiene a 7 estereogramas con diedros de deformación que muestran el mayor esfuerzo sigma 1 (σ_1) en dirección NE-SO.

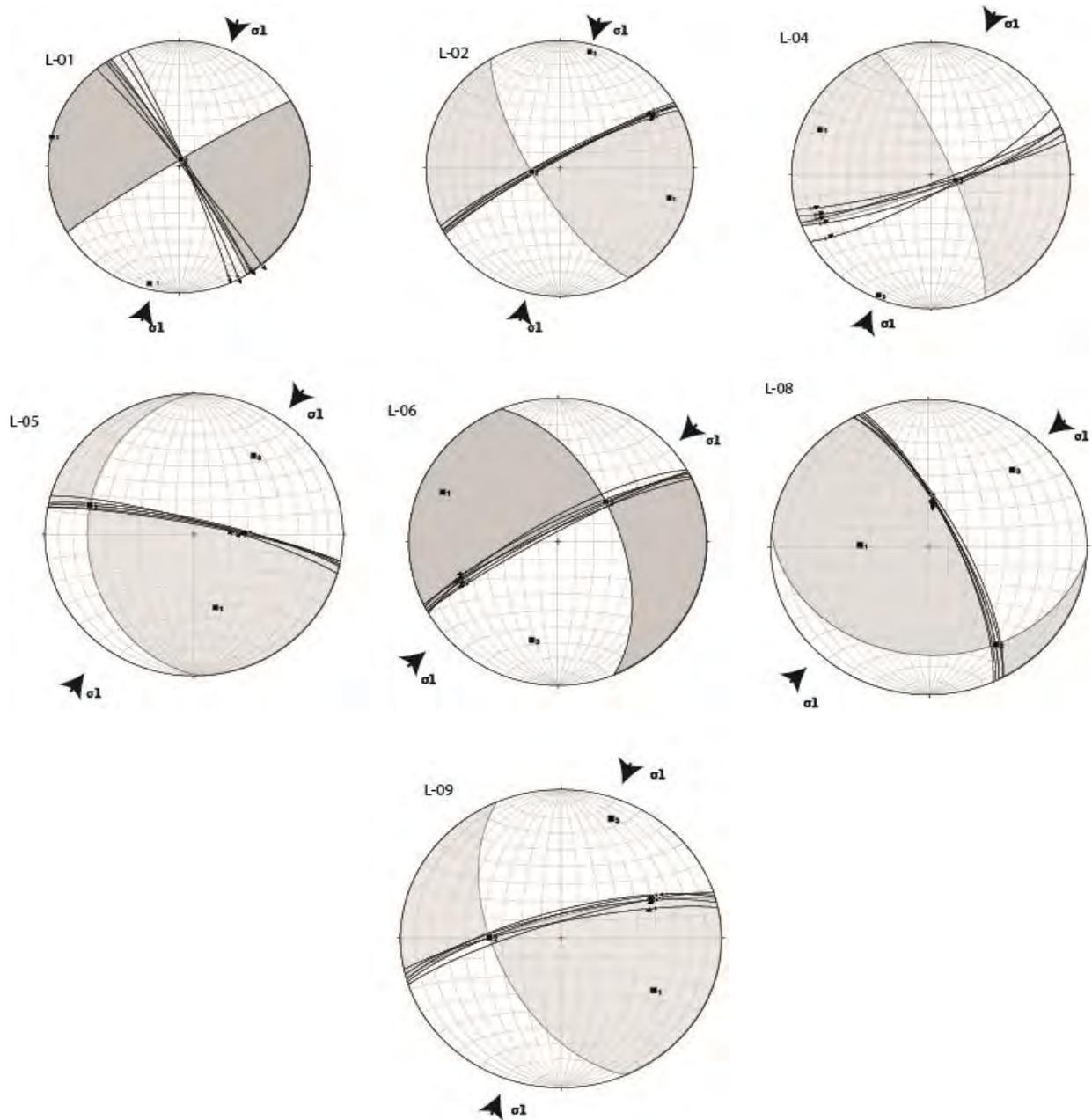


Figura 18. Estereogramas y diedros de deformación de la veta Lomas II, primera tendencia de datos.
Fuente: Elaboración propia.

➤ **Grupo2**

Dentro de esta familia de estaciones microestructurales se tiene un estereogramas con diedros de deformación que muestran el mayor esfuerzo sigma 1 (σ_1) en dirección NO-SE.

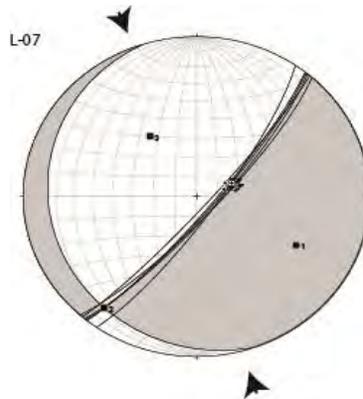


Figura 19: Estereogramas y diedros de compresión de la veta Lomas II, segunda tendencia de datos.

Fuente: Elaboración propia

➤ **Grupo3**

Dentro de esta familia de estaciones microestructurales se tiene a 2 estereogramas con diedros de deformación que muestran el mayor esfuerzo sigma 1 (σ_1) en dirección N-S.

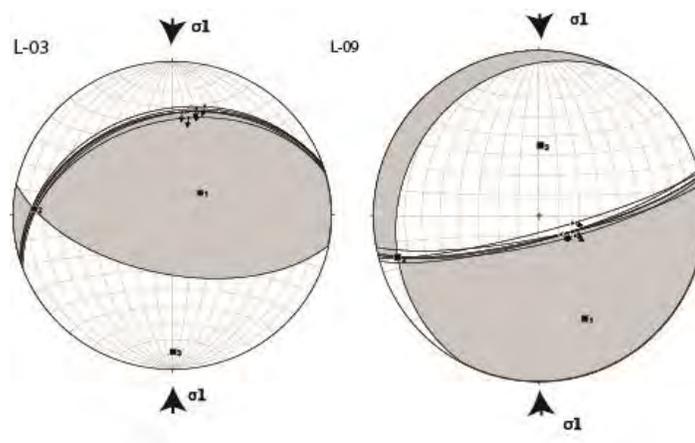


Figura 20: Estereogramas y diedros de compresión de la veta Lomas II, tercera tendencia de datos.

Fuente: Elaboración propia

➤ **Grupo4**

Dentro de esta familia de estaciones microestructurales se tiene a 7 estereogramas con diedros de deformación que muestran el mayor esfuerzo sigma 1 (σ_1) en dirección E-O

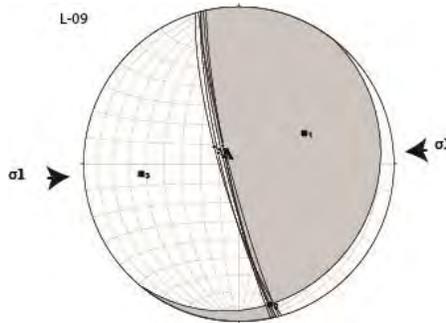


Figura 21. Estereogramas y diedros de compresión de la veta Lomas II, cuarta tendencia de datos.
 Fuente: Elaboración propia.

1.6.2.2. Zona Jobbita

Se tomaron datos estructurales a las diferentes estructuras presentes en la zona Jobbita, estos datos fueron reconocidos dentro de labores ya desarrollados el cual nos facilitó el reconocimiento. Se tomaron medidas de Rumbo, Buzamiento y Cabeceo, datos sumamente importantes para la posterior interpretación de su cinemática.

Para esta recolección de información se colocaron 05 estaciones microestructurales a lo largo del laboreo desarrollado, un aproximado de 100 mts. Dichos datos se muestran en la tabla adjunta.

ESTACION	E	N	RUMBO	BUZAMIENTO	A-R Rake	P RHR	PITCH CAMPO	Dirección PITCH	Movimineto simple	Movimiento Compuesto	Movimiento Principal	ESTRUCTURA	OTROS
L-01	796623.017	8938047.917	315	86	-73	NE	73	N	NX	NX SX	DX	VETA	FALLA JOBBITA
			318	87	-72	NE	72	N	NX	NX SX	DX		
			320	88	-71	NE	71	N	NX	NX SX	DX		
			319	85	-70	NE	70	N	NX	NX SX	DX		
			321	86	-69	NE	69	N	NX	NX SX	DX		
L-02	796584.219	8938057.490	352	76	82	NE	82	S	IX	IX DX	IX	FALLA	Fibras de recristalización
			354	79	86	NE	86	S	IX	IX DX	IX		
			355	78	81	NE	81	S	IX	IX DX	IX		
			356	75	85	NE	85	S	IX	IX DX	IX		
			353	78	84	NE	84	S	IX	IX DX	IX		
L-03	796569.165	8938076.249	302	70	65	NE	65	S	IX	IX SX	IX	FALLA	Foliación tectónica
			304	71	63	NE	63	S	IX	IX SX	IX		
			306	74	69	NE	69	S	IX	IX SX	IX		
			305	75	69	NE	69	S	IX	IX SX	IX		
			308	78	60	NE	60	S	IX	IX SX	IX		
L-04	796550.066	8938100.239	281	45	70	NE	70	S	IX	IX SX	IX	FALLA	Fibras de recristalización
			280	51	74	NE	74	S	IX	IX SX	IX		
			276	47	72	NE	72	S	IX	IX SX	IX		
			279	50	73	NE	73	S	IX	IX SX	IX		
			282	47	71	NE	71	S	IX	IX SX	IX		
L-05	796526.975	8938125.914	252	83	-59	NO	59	E	IX	SX IX	DX	FALLA	Fibras de recristalización
			245	82	-63	NO	63	E	IX	SX IX	DX		
			249	84	-67	NO	67	E	IX	SX IX	DX		
			248	82	-60	NO	60	E	IX	SX IX	DX		
			250	81	-60	NO	60	E	IX	SX IX	DX		

Tabla 5: Base de datos tomados en campo de la veta Jobbita. Fuente: Elaboración propia.

Clasificación según Anglier Zona Jobbita

Se ploteo los cabeceos y buzamientos de todos los datos tomados en las estaciones microestructurales dándonos anomalías en el campo de Fallas de deslizamiento oblicuo (Dx, Sx y Nx). Esta comparación de los datos de cabeceo y buzamiento nos indica un claro ejemplo del comportamiento cinemático presente a lo largo de todo el laboreo de la Veta Jobbita.

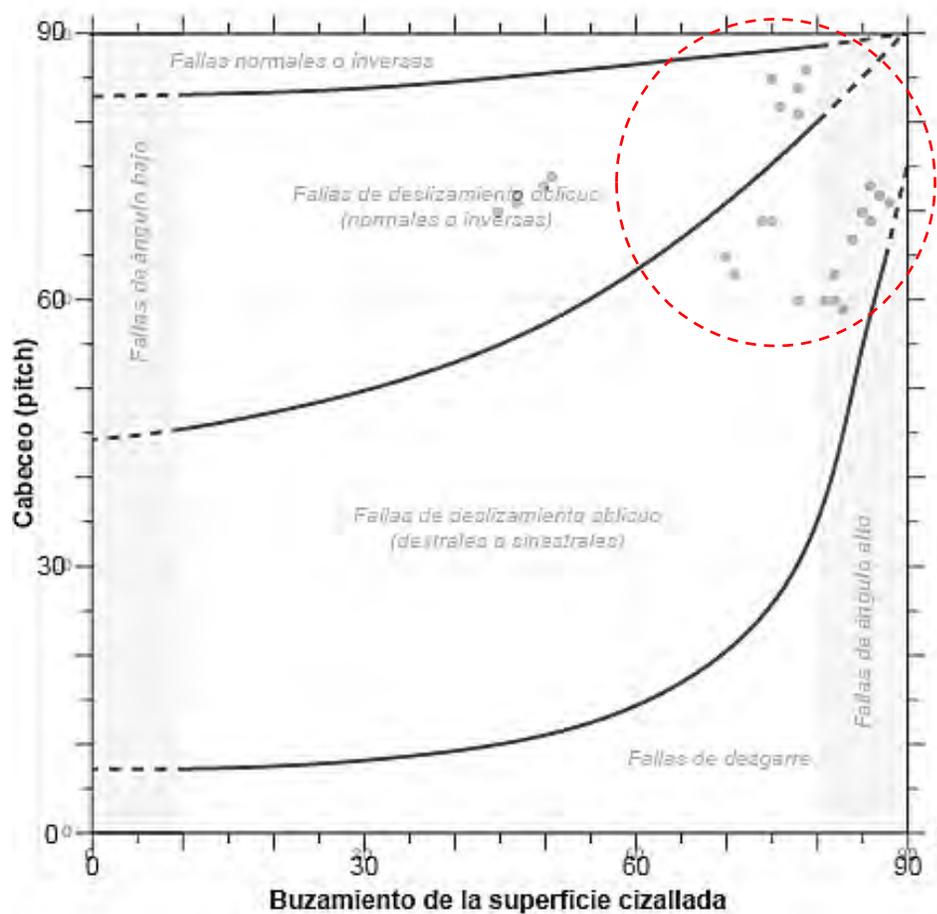


Figura 22. Clasificación de la veta Jobbita, en el cuadro comparativo cabeceo vs. buzamiento. (Tomado de Anglier, 1994).

Estereogramas y diedros de deformación

Estaciones microestructurales con la similar dirección del Sigma 1 (σ_1)

➤ **Grupo1**

Dentro de esta familia de estaciones microestructurales se tiene a 2 estereogramas con diedros de deformación que muestran el mayor esfuerzo de compresión sigma (σ_1) en dirección N-S con una ligera tendencia a NE-SW.

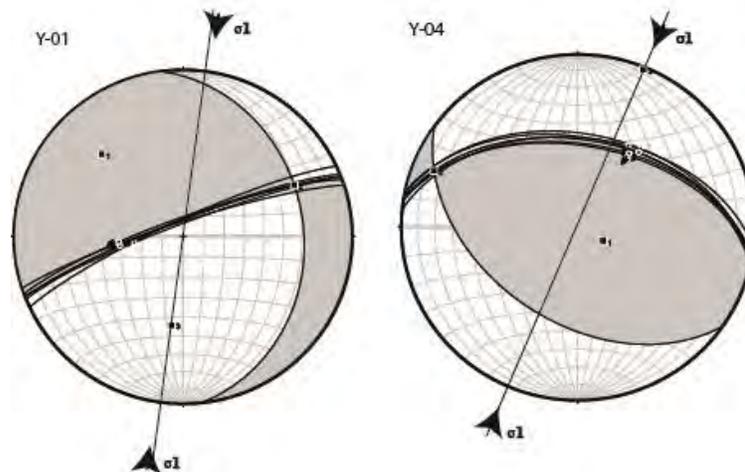


Figura 23. Estereogramas y diedros de deformación de la veta Jobbita, primera tendencia de datos.
Fuente: Elaboración propia.

➤ **Grupo2**

Dentro de esta familia de estaciones microestructurales se tiene a 2 estereogramas con diedros de deformación que muestran el mayor esfuerzo de compresión sigma (σ_1) en dirección NE-SO.

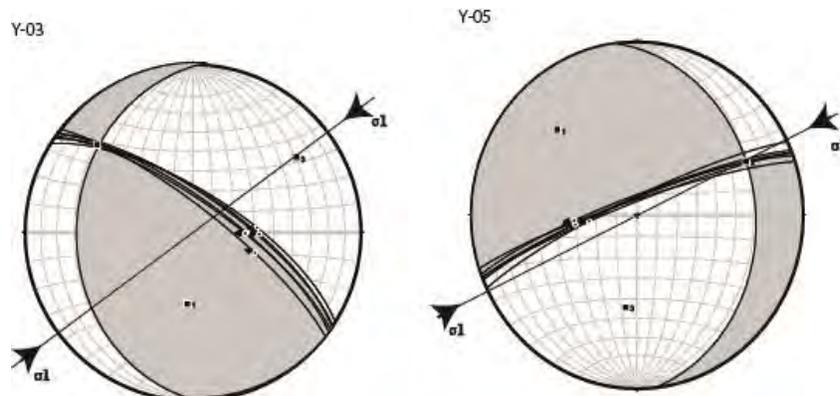


Figura 24. Estereogramas y diedros de deformación de la veta Jobbita, segunda tendencia de datos.
Fuente: propia

➤ **Grupo3**

Dentro de esta familia de estaciones microestructurales se tiene un estereograma con diedros de deformación que muestran el mayor esfuerzo de compresión sigma (σ_1) en dirección E-O.

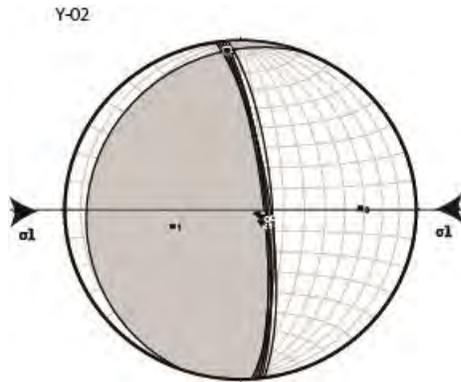


Figura 25. Estereogramas y diedros de deformación de la veta Jobbita, tercera tendencia de datos.
Fuente: Elaboración propia.

1.6.2.3. Zona Daysi

Se tomaron datos estructurales a las diferentes estructuras en la zona Daysi, estos datos fueron reconocidos dentro de labores ya desarrollados en un aproximado de 200 mts, el cual nos facilitó el reconocimiento. Se realizaron medidas de Rumbo, Buzamiento y Cabeceo datos sumamente importantes para la posterior interpretación de su cinemática. Para esta recolección de información se colocaron 06 estaciones microestructurales. Dichos datos se muestran en la tabla adjunta.



ESTACION	E	N	RUMBO	BUZAMIENTO	A-R Rake	P RHR	PITCH CAMPO	Direccion PITCH	Movimine to simple	Movimiento Compuesto	Movimiento Principal	ESTRUCTUR A	OTROS
L-01	796616.846	8938127.670	279	81	160	NO	20	S	IX	IX DX	IX	FALLA	Fibras de recristalización
			281	80	158	NO	22	S	IX	IX DX	IX		
			284	79	154	NO	26	S	IX	IX DX	IX		
			286	75	159	NO	21	S	IX	IX DX	IX		
			285	76	163	NO	17	S	IX	IX DX	IX		
L-02	796616.846	8938127.670	298	73	152	NO	28	S	IX	IX DX	IX	FALLA	Fibras de recristalización
			301	75	149	NO	31	S	IX	IX DX	IX		
			302	76	148	NO	32	S	IX	IX DX	IX		
			299	74	146	NO	34	S	IX	IX DX	IX		
			304	73	154	NO	26	S	IX	IX DX	IX		
L-03	796607.924	8938137.639	321	79	-80	SE	80	N	NX	NX SX	NX	FALLA	Fractura tipo riedel
			315	78	-76	SE	76	N	NX	NX SX	NX		
			316	78	-82	SE	82	N	NX	NX SX	NX		
			317	82	-75	SE	75	N	NX	NX SX	NX		
			318	76	-75	SE	75	N	NX	NX SX	NX		
L-04	796623.017	8938122.022	333	86	-178	SO	12	S	NX	NX DX	DX	FALLA	Fibras de recristalización
			321	87	-179	SO	11	S	NX	NX DX	DX		
			326	88	-177	SO	13	S	NX	NX DX	DX		
			327	85	-175	SO	15	S	NX	NX DX	DX		
			337	86	-174	SO	16	S	NX	NX DX	DX		
L-05	796550.903	8938228.615	281	83	59	NO	59	E	IX	IX SX	IX	FALLA	Fibras de recristalización
			286	82	63	NO	63	E	IX	IX SX	IX		
			281	84	67	NO	67	E	IX	IX SX	IX		
			282	82	60	NO	60	E	IX	IX SX	IX		
			283	81	60	NO	60	E	IX	IX SX	IX		
L-06	625506.417	4800565.891	312	82	-82	SE	82	N	NX	NX SX	NX	FALLA	Foliación tectónica
			310	86	-84	SE	84	N	NX	NX SX	NX		
			315	84	-79	SE	79	N	NX	NX SX	NX		
			321	85	-81	SE	81	N	NX	NX SX	NX		
			311	83	-78	SE	78	N	NX	NX SX	NX		

Tabla 6: Base de datos tomados en campo de la veta las Jobbita. Fuente: Elaboración propia.

Clasificación según Anglier

Se ploteo los cabeceos y buzamientos de todos los datos tomados en las estaciones microestructurales y nos dio anomalía en el campo de Fallas de deslizamiento oblicuo (Nx, Dx) son claro ejemplo del comportamiento cinemático presente a lo largo de todo el laboreo en interior mina de la zona Daysi (Figura 19).

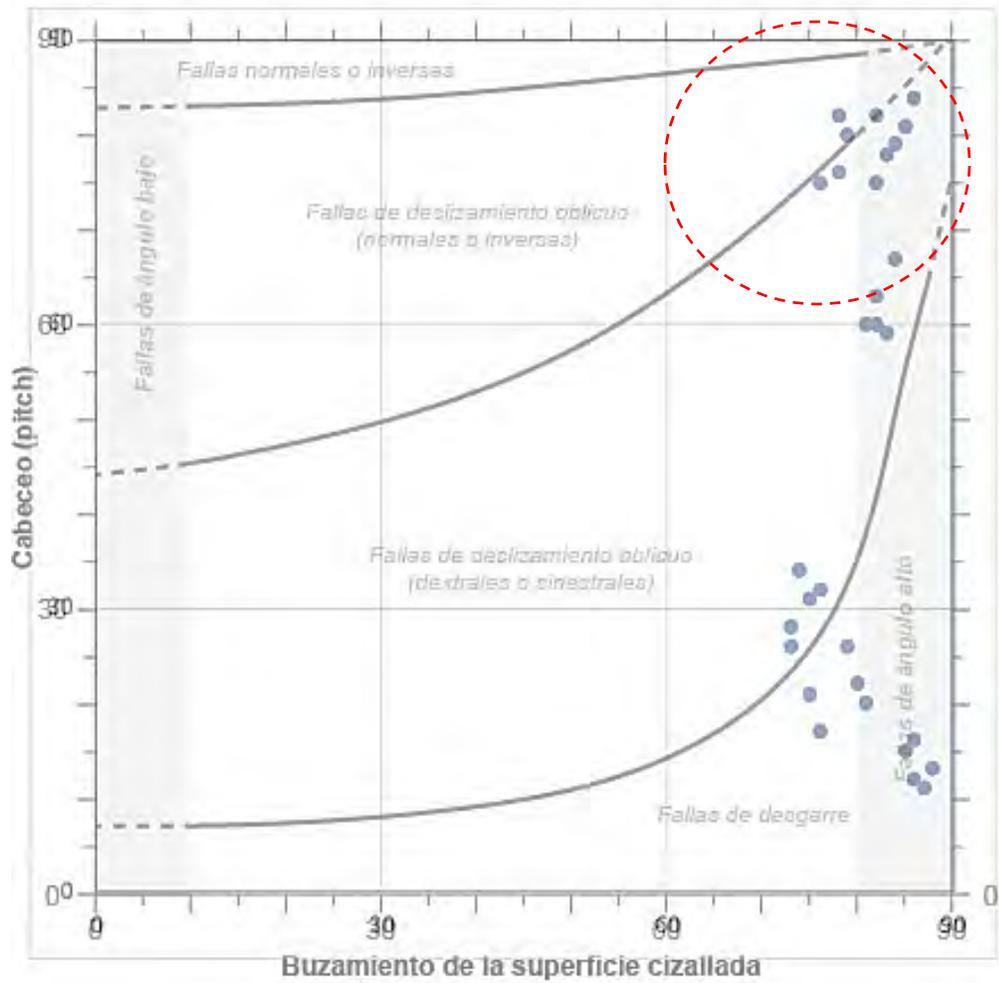


Figura 26: Clasificación de la veta Daysi, en el cuadro comparativo cabeceo vs. buzamiento. (Tomado de Angelier, 1994).

Estereogramas y diedros de deformación

Estaciones microestructurales con la similar dirección del Sigma 1 (σ_1)

➤ **Grupo1**

Dentro de esta familia de estaciones microestructurales se tiene a 2 estereogramas con diedros de deformación que muestran el mayor esfuerzo de compresión sigma (σ_1) en dirección NW-SE.

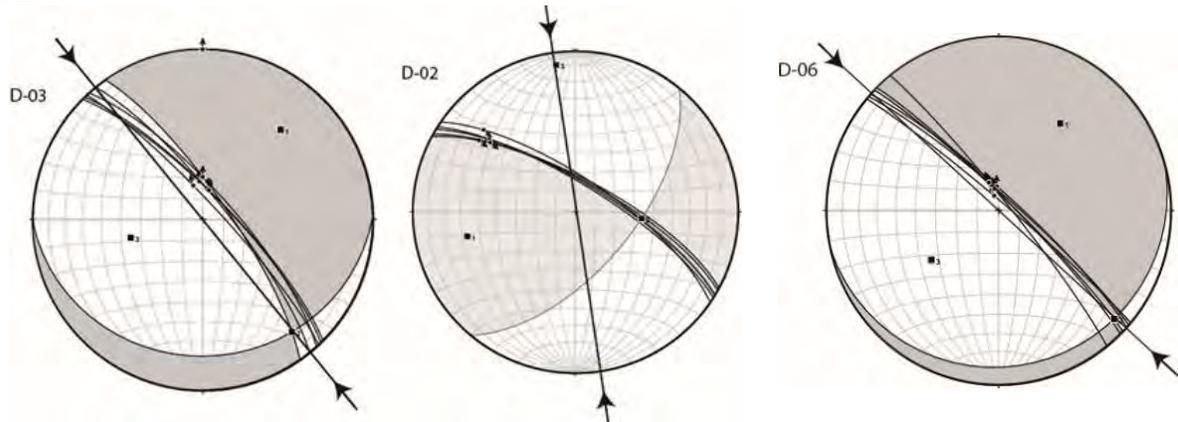


Figura 27. Estereogramas y diedros de deformación de la veta las Daysi, primera tendencia de datos.
Fuente: Elaboración propia.

➤ **Grupo2**

Dentro de esta familia de estaciones microestructurales se tiene a 2 estereogramas con diedros de deformación que muestran el mayor esfuerzo de compresión sigma (σ_1) en dirección NE-SO.

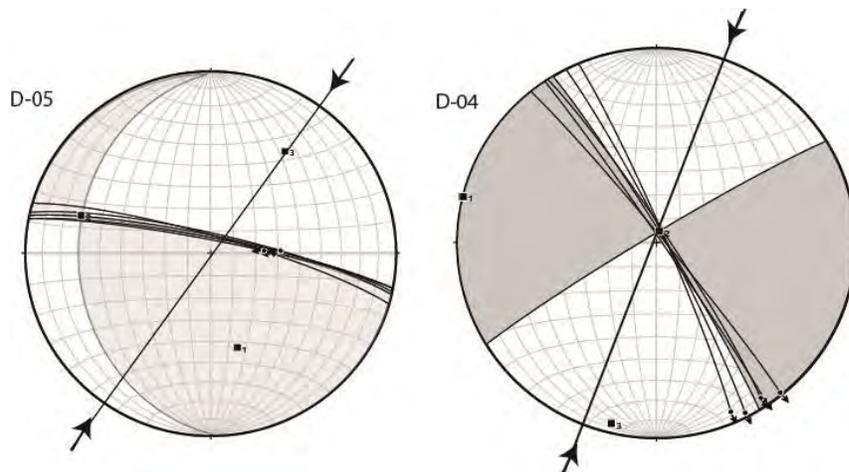


Figura 28. Estereogramas y diedros de deformación de la veta las Daysi, segunda tendencia de datos.
Fuente: Elaboración propia.

➤ **Grupo3**

Dentro de esta familia de estaciones microestructurales se tiene a 2 estereogramas con diedros de deformación que muestran el mayor esfuerzo de compresión sigma (σ_1) en dirección NE-SO con tendencia E-O.

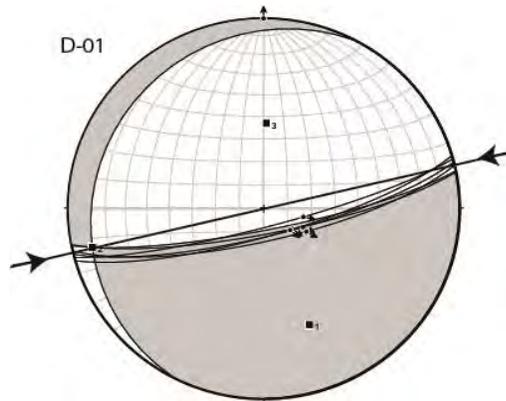


Figura 29. Estereogramas y diedros de deformación de la veta las Daysi, tercera tendencia de datos.
Fuente: Elaboración propia.

1.7. Modelo estructural preliminar del sistema de vetas en la mina lomas II

Después de una exhaustivo análisis e interpretación cinemática de todos los datos tomados en campo se realizó un modelo estructural preliminar de todo el sistema de vetas y estructuras que se mapearon en superficie, para esto se asociara con los eventos tectónicos que sucedieron durante toda la historia geológica de subducción de la placa Nasca sobre la placa Continental (Figura 28).

5.7.1 Secuencia tectónica de los Andes del Perú

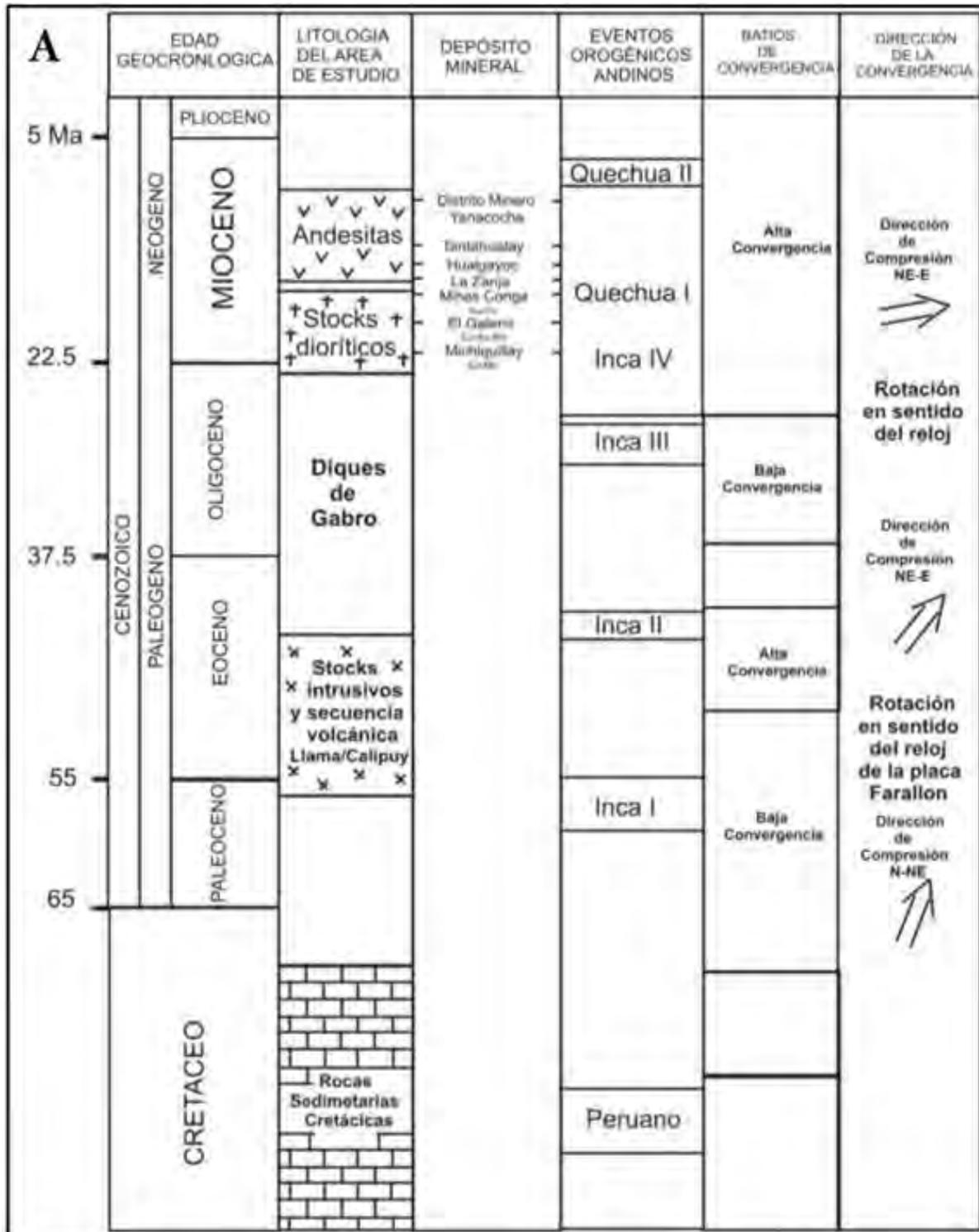


Figura 30. Resumen de la tectónica de los Andes del norte del Perú. Fuente: Turner, 1997; Llosa et al 1996 Megard, 1984; Pardo-Casas y Molnar, 1987; Pilger, 1984; Modificado de Richard D, 2002.

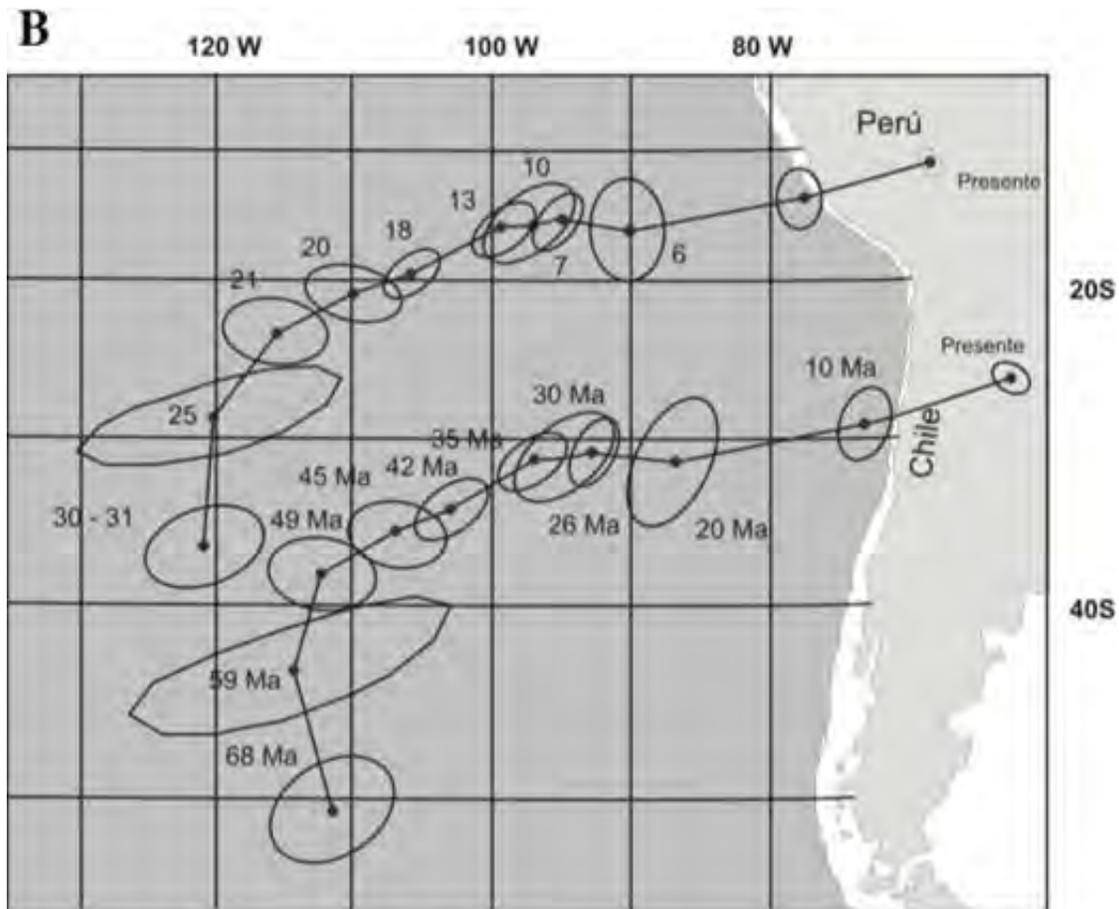


Imagen 5. Posiciones de la placa de Nasca, a través del tiempo geológico, interpretado mediante anomalías magnéticas. Fuente: Pardo-Casas y Molnar, 1987.

5.7.2 Secuencia tectónica Unidad minera Lomas II

Como resultado final se pudo interpretar una secuencia tectónica que se da en el Cretácico, con apertura de zonas de dilatación y su posterior mineralización, se emplazaron algunos diques aprovechando esta apertura donde el esfuerzo principal tenía un dirección de compresión NW-SE, posterior a este evento se da la compresión en dirección casi N-S, mientras la placa de Nasca continuaba con su subducción la dirección del esfuerzo de compresión tenía tendencia a una dirección de compresión E-W (Figura 31).

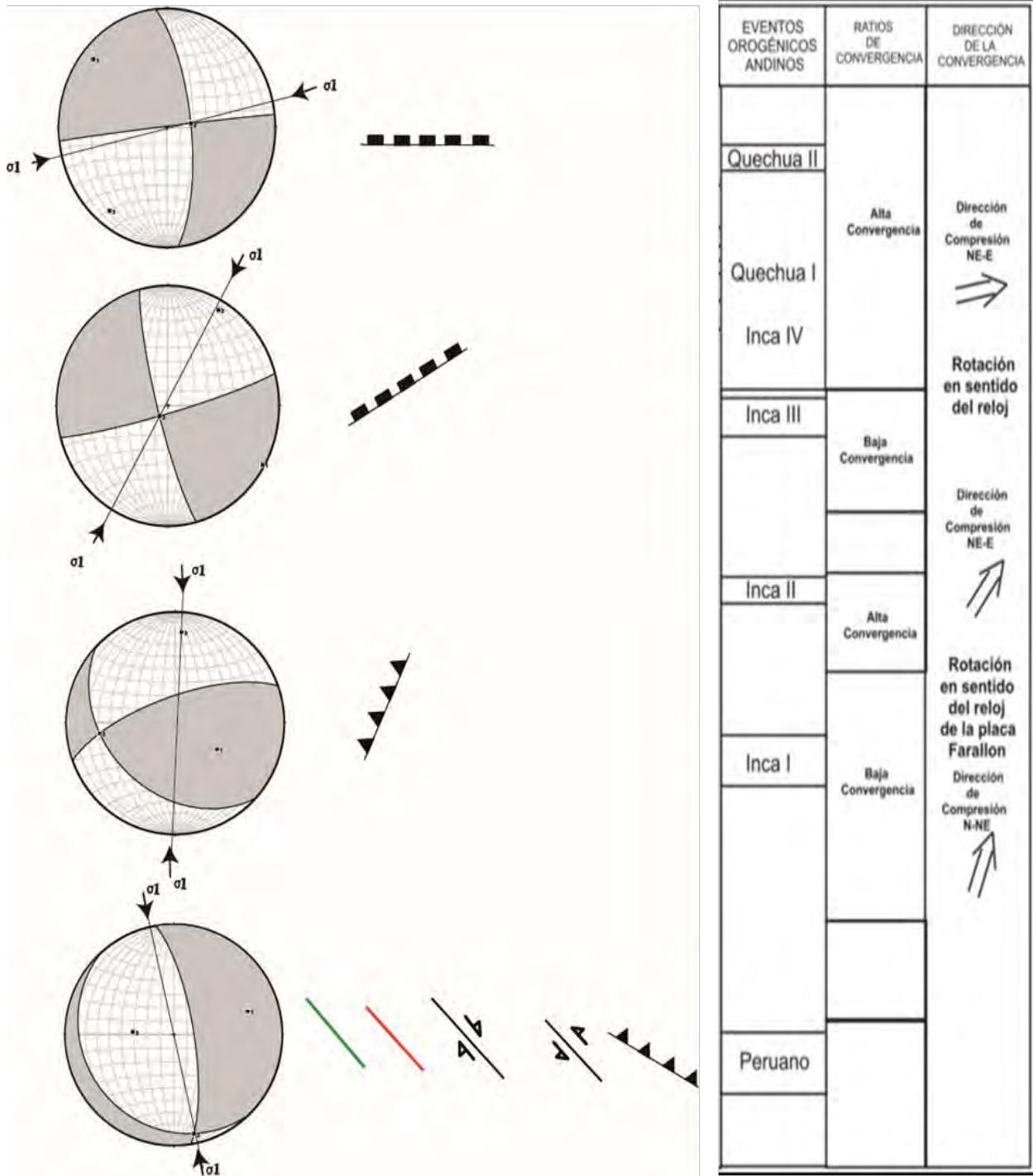
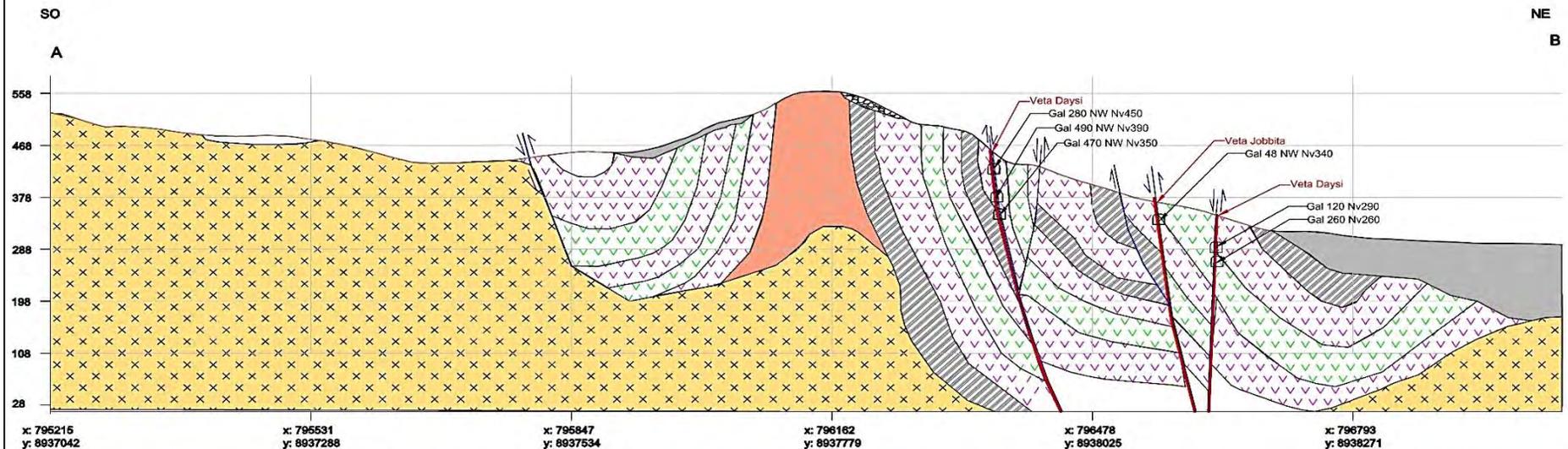


Figura 31. Secuencia Tectónica Unidad Minera Las Lomas II. Fuente: Turner, 1997; Llosa et al 1996 Megard, 1984; Pardo-Casas y Molnar, 1987; Pilger, 1984; Modificado de Richard D, 2002.



Seccion Geologica Lomas II



Escala: H: $\frac{1}{500}$ V: $\frac{1}{500}$

Leyenda	
	Depósito de Arena
	Aglomerado Volcanico
	Aglomerados Arenosos
	Vulcanosedimentario
	Andesita
	Hornsfiles Andesíticos
	Aplita
	Gabro Diorita
	Granodiorita

Simbologia	
	Veta
	Fallas

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALURGIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA		
"ESTUDIO GEOLÓGICO Y CONTROLES DE MINERALIZACIÓN DEL SISTEMA DE VETAS POLIMETÁLICAS, DE LA CONCESIÓN MINERA LOMAS II, PARA LA DETERMINACIÓN DE SU POTENCIAL ECONÓMICO, CASMA, CASMA- ANCASH"		
SECCION GEOLOGICA LOMAS II		
UBICACIÓN	ELABORADO POR TESISTA(S):	SISTEMA DE COORDENADAS
SECTR: Lomas II	Br. CATUNTA ZARATE MIGUEL ANGEL	WGS84 UTM--> ZONA 17S
DIST: Casma	Br. ORUE QUISPE EDGAR LUIS	Esc: Indicada
PROV: Casma	ASESOR: Mgt. MAURO A. ZEGARRA CARREÓN	Esc de hoja: A3
DEP: Ancash	EMPRESA: PYRAMID METALDS	FECHA
REGION: Ancash	AREA DE GEOLOGIA: LOMAS II	Enero-2020
		Seccion 01

Figura 32: Sección Estructural de la Unidad Minera Lomas II. Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO VI: PETROMINERAGRAFIA

2.1. GENERALIDADES

2.1.1. Estudio Petrográfico

Para la clasificación de rocas volcánicas, intrusivas y sus equivalentes hipoabisales se ha seguido la nomenclatura mostrada en la Figura, en función de la distribución bimodal de los tamaños de grano y el tipo de matriz.

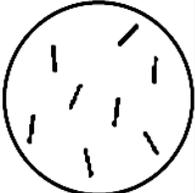
ROCA	VOLCÁNICA		HIPOABISAL		PLUTÓNICA
TEXTURA	 Matriz afanítica	 Matriz afanítica + fenocristales	 Matriz granular fina + fenocristales	 Matriz granular gruesa + fenocristales	 Matriz fanerítica
NOMENCLATURA	NOMBRE VOLCÁNICO	NOMBRE VOLCÁNICO + "PORFIRÍTICA"	"PÓRFIDO" + NOMBRE VOLCÁNICO	"PÓRFIDO" + NOMBRE INTRUSIVO	NOMBRE INTRUSIVO
EJEMPLO	ANDESITA	ANDESITA PORFIRÍTICA	PÓRFIDO ANDESÍTICO	PÓRFIDO DIORÍTICO	DIORITA

Figura 33. Tipos de texturas en rocas volcánicas e hipoabisales en función al contenido de la matriz y fenocristales.

2.1.2. Estudio Minerográfico

El estudio corresponde a la determinación y descripción de minerales de mena y gangas. Se ha establecido el tamaño de minerales, relaciones y asociaciones mineralógicas y reemplazamientos para determinar el tipo de textura y probable secuencia paragenética (orden de formación de los minerales).



El tipo de reemplazamiento de minerales que se describe en el informe está definido los tipos geométricos de intercrecimiento entre minerales (Canchaya & Cardozo, 1977)

2.2. ESTUDIO PETROGRÁFICO

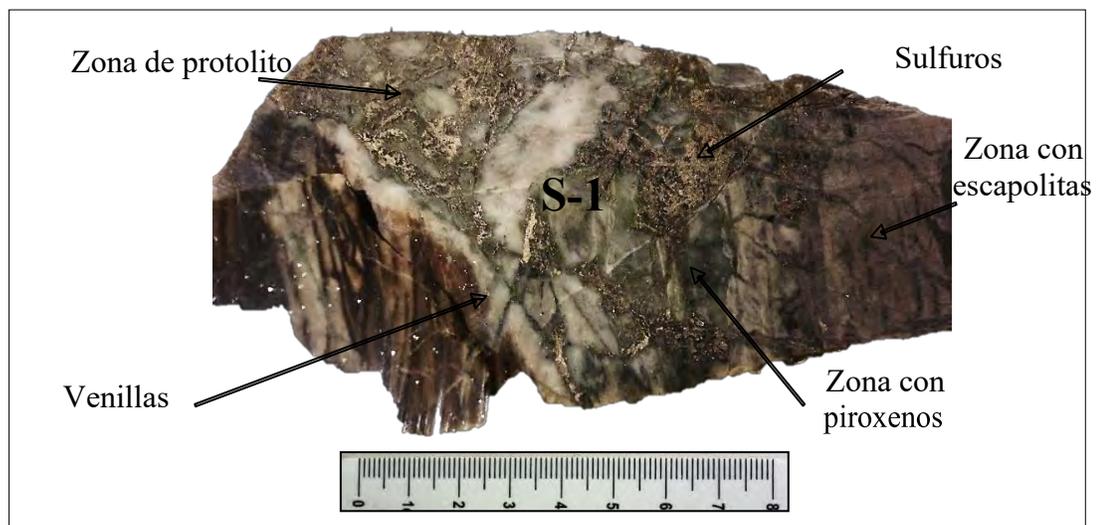
2.2.1. Roca Silicificada S-1

2.2.1.1. Clasificación de la Muestra

Roca: Hornfels calcosilicatado.

2.2.1.2. Descripción macroscópica

Roca metamórfica no foliada, con zonas de color gris blanquecino, grises verdosos y grises parduzcos. Las zonas grises blanquecinas y verdosas, corresponden a finos granos de cuarzo recristalizado (protolito) y piroxenos. Las zonas grises parduzcos corresponden a zonas de escapolitas. La muestra está cortada por venillas de piroxenos y sulfuros, entre ellos, pirrotita y calcopirita. Presenta fractura concoidea, densidad media a alta, dureza alta y fuerte magnetismo.



Fotografía 22: Muestra de mano.



2.2.1.3. Descripción Microscópica Muestra S-1

Roca metamórfica con textura granoblástica microcristalina y por zonas con textura obliterada. Está compuesta por zonas granulares de cuarzo I, correspondiente a relictos del protolito sedimentario, afectados por un metamorfismo termal. Los relictos del protolito están afectados por dos eventos de metamorfismo metasomático. El primer evento, consta de escapolitas, esfena y minerales opacos I. El segundo se destaca por la presencia de piroxenos I, anfíboles I y escasa zoisita. Se reconocen venillas de piroxenos II - cuarzo II - albita, asociados a minerales opacos II (sulfuros). Como evento tardío se reconocen delgadas venillas de anfíboles. Asimismo, se observan agregados de cloritas, producto de la alteración de los anfíboles y piroxenos.

2.2.1.4. Descripción Mineralógico Muestra S-1

Tabla 7: Descripción mineralógica muestra S-1

MINERALES	
PRIMARIOS	<p>Cuarzo I</p> <p>Cristales con formas anhedrales y, algunos, poligonales. Presentan bordes suturados y ocurren formando agregados granulares, por sectores, con puntos triples. Estos agregados aún conservan el carácter clástico detrítico del protolito sedimentario; probable arenisca. Por sectores, se encuentra junto con esfena, escapolitas, piroxenos I, anfíboles I y diseminados de minerales opacos I. con tamaño de <0.05 mm y con un 55 %</p>
	<p>Piroxenos I</p> <p>Ocurren con formas subhedrales y anhedrales, con hábito prismático tabular, formando finos agregados granulares junto con anfíboles. Por zonas, se observa con textura esquelética. Se encuentra junto con los agregados de cuarzo I en los relictos del protolito sedimentario. con tamaño de <0.07 mm y con un 10 %</p>
SECUNDARIOS	<p>Venillas de piroxenos II - cuarzo II - albita</p> <p>Presentan formas irregulares y se cortan entre si; con espesores de hasta 0.5 mm.</p>
	<p>Piroxenos II</p> <p>Los cristales ocurren con formas subhedrales y hábito prismático tabular. En muchos casos ocurren con formas poligonales. Con tamaño de <0.05 mm y con un 10 %.</p>



MINERALES	Cuarzo II Presentan formas anhedrales con bordes suturados. Principalmente, se encuentran como relleno de las partes centrales de las venillas. Con tamaño de <0.4 mm y con un 2 %.
	Albita Se muestra a modo de cristales con formas anhedrales. Se encuentran maclados. Son escasos y, generalmente, ocurre junto con piroxenos II. Con tamaño de <0.02 mm y presencia en trazas.
	Escapolita Presenta formas subhedrales y anhedrales, formando finos agregados granulares de aspecto bandeado, junto con los cristales de cuarzo I en los relictos del protolito sedimentario. Con tamaño de <0.03 mm y con un 8 %.
	Esfena Cristales con formas euhedrales y subhedrales con hábito prismático rómbico. Se encuentran junto con los cristales de cuarzo I en los relictos del protolito sedimentario. Con tamaño de <0.03 mm y con un 2 %.
	Zoisita Se presenta a modo de cristales con formas anhedrales, formando agregados granulares, rellenando cavidades. Con tamaño de <0.05 mm y con presencia en trazas.
	Cloritas Ocurre a modo de agregados microfibrosos, producto de la alteración de los anfíboles y algunos piroxenos (I y II).
	Venillas de anfíboles II Presenta formas rectas de hasta 0.1 mm de espesor. Los cristales presentan formas subhedrales con hábito prismático tabular. Por sectores, se observa cortando a los relictos del protolito sedimentario. Con tamaño de <0.05 mm y con un 1 %.
	Opacos I Presentan formas subhedrales y euhedrales. Se encuentran como disseminados en los relictos del protolito sedimentario, asociados a anfíboles, piroxenos I y escapolita. Con tamaño de <0.06 mm y con un 2 %.
	Opacos II Presentan formas anhedrales, formando masas irregulares en las partes centrales de las venillas, englobando piroxenos II, cuarzo II y albita. Por zonas se observa como relleno de fracturas en los relictos del protolito. Con tamaño de <0.8 mm y con un 8 %.



2.2.1.5. Texturas Muestra S-1

Roca: Granoblástica microcristalina.

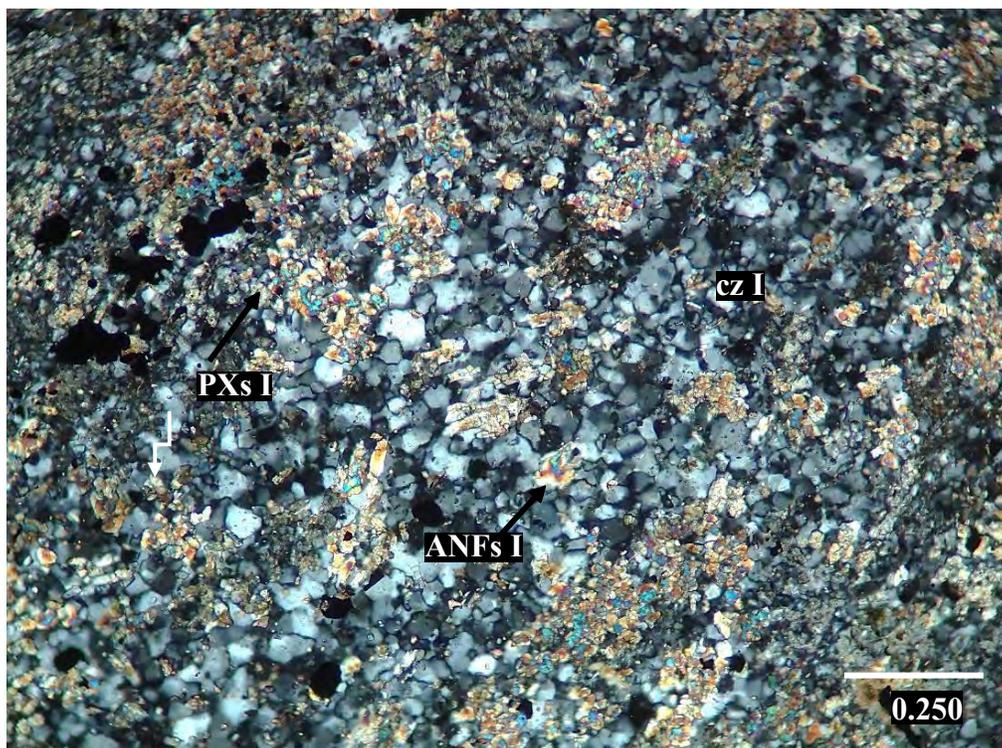
Alteración: Penetrativa y en venillas.

Mineralización: En fracturas.

2.2.1.6. Tipo de Metamorfismo

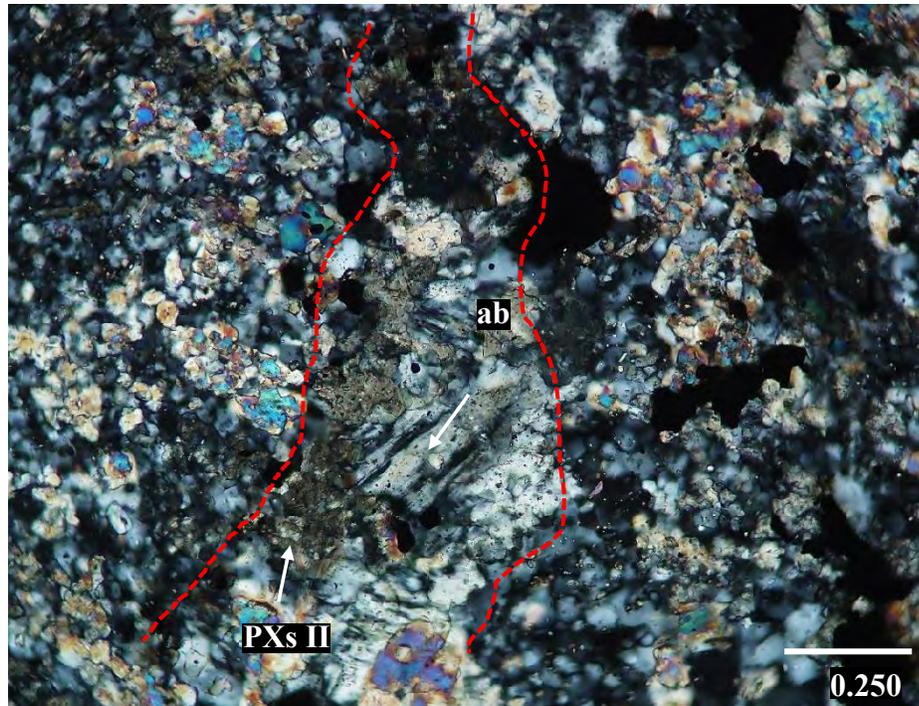
Metamorfismo termal metasomático.

2.2.1.7. Fotomicrografías Muestra S-1

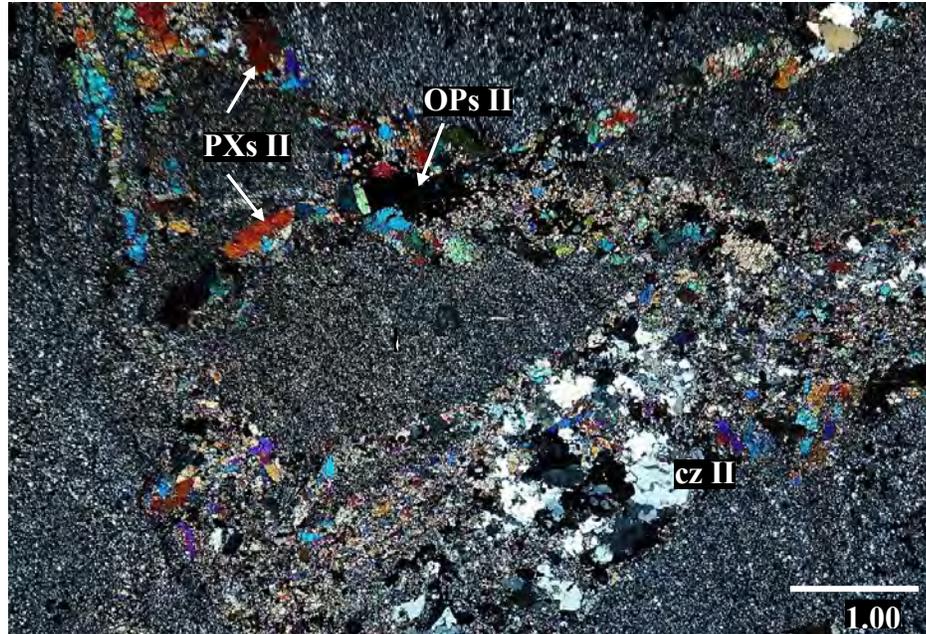


Fotomicrografía N° 1: Relictos del protolito sedimentario conservando el carácter detrítico de los granos de cuarzo I (cz I). Nótese los agregados de piroxenos I (PXs I) y anfíboles I (ANFs I)

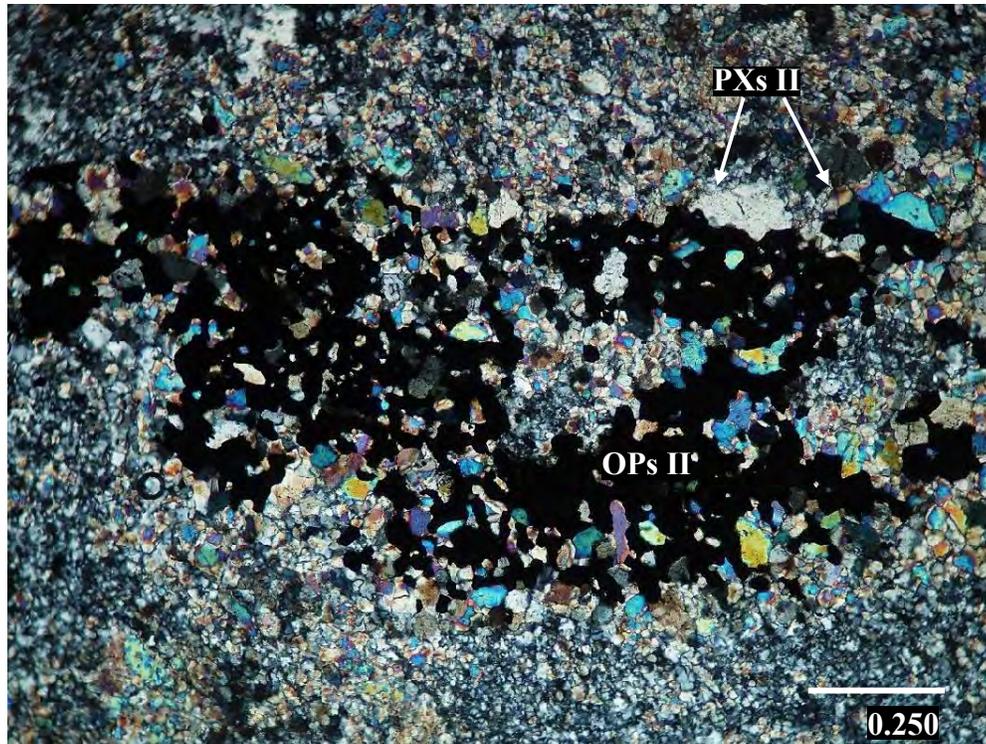
Fotomicrografía en LT-NX.



Fotomicrografía N° 2: Venillas de piroxenos II (PXs II) y albita (ab), cortando al protolito sedimentario. Fotomicrografía en LT-NX.



Fotomicrografía N° 3: Venillas de piroxenos II (PXs II), cuarzo II (cz II), cortando al protolito sedimentario de cuarzo I (cz I). Nótese los agregados masivos de minerales opacos II (sulfuros) relleno espacios en las venillas. Fotomicrografía en LT-NX.



Fotomicrografía N° 4: Detalle de los agregados masivos de minerales opacos II (sulfuros), relleno de espacios en las venillas de piroxenos II (PXs II). Fotomicrografía en LT-NX.

6.2.2. Dique D-1

6.2.2.1. Clasificación de la Muestra D-1

Roca: Subvolcánica, Diorita Porfírica.

6.2.2.2. Descripción microscópica Muestra D-1

Roca ígnea subvolcánica compacta de color gris oscuro con textura porfírica. Está compuesta por fenocristales de piroxenos y plagioclasas que están inmersos en una matriz afanítica. Los piroxenos muestran sección octogonal y, en algunos casos, están alterados a actinolita; las plagioclasas presentan formas tabulares. La muestra tiene densidad media y débil magnetismo.



Fotografía 23: Muestra de mano de la diorita Porfirítica. Fuente: Elaboración propia.

6.2.2.3.Descripción microscópica

Roca ígnea subvolcánica con textura porfirítica. Está compuesta por fenocristales de piroxenos, plagioclasas y escasos cristales de feldespato potásico y cuarzo. Algunos piroxenos están parcialmente reemplazados por anfíboles; estos reemplazamientos sugieren el proceso de uralitización. La matriz presenta relictos de plagioclasas II y piroxenos II. Sin embargo, por muchos sectores, presenta textura obliterada y está totalmente reemplazada por agregados fibrosos, en ocasiones con aspecto asbestiforme, de actinolita. Los piroxenos (I y II) y anfíboles, también están reemplazados por actinolita. Se observan minerales opacos a modo de diseminados en la matriz y a modo de exsoluciones en piroxenos. Las plagioclasas (I y II) y cuarzo están ligeramente corroídos. Asimismo, se reconocen agregados microfibrosos de biotita secundaria rellenando cavidades en la matriz. Por último, se observan agregados de sericita y cloritas como productos de alteración plagioclasas (I y II).



6.2.2.4. Descripción Mineralógica Muestra D-1

Tabla 8: Descripción Mineralógica de la Roca Silicificada.

MINERALES		TAMAÑO O (mm)	%	
PRIMARIOS	Fenocristales	Piroxenos I Se muestran a modo de cristales con formas euhedrales y subhedrales, con hábito prismático tabular y otros con sección octogonal. Presenta exsoluciones de minerales opacos. Algunos cristales se muestran parcialmente reemplazados por anfíboles (uralitización), a lo largo de bordes y microfracturas. En otros casos, la uralitización es total. Están fuertemente reemplazados por actinolita.	< 12.0	30
		Plagioclasas I Cristales con formas euhedrales y subhedrales. Se encuentran con macla polisintética. Algunos están zonados y ligeramente alterados por sericita y cloritas y escasamente por biotita II. Están débilmente corroídos por actinolita.	< 1.50	8
		Feldespatos potásico Cristales con formas euhedrales y subhedrales con hábito prismático tabular y con macla de Carlsbad). Se encuentran dispersos en la matriz.	< 0.5	Traza
		Cuarzo Cristales con formas anhedrales. Están dispersos y se encuentran débilmente corroídos por actinolita.	< 0.25	Traza
	Matriz	Plagioclasas II Presentan formas anhedrales. Son muy escasos y se encuentran en algunos sectores de la matriz.	< 0.20	Traza
		Piroxenos II Ocurren con formas anhedrales. Son muy escasos y se muestran como relictos en algunas zonas de la matriz.	< 0.15	Traza
SECUNDARIOS	Actinolita Se presenta en agregados fibrosos aciculares subradiados. En ocasiones de aspecto asbestiforme. Ocurre como reemplazamiento total de la matriz y como reemplazamiento parcial de los fenocristales de piroxenos I y II.	< 0.20	46	
	Anfíboles Destaca por su forma irregular. Se muestra como reemplazamiento, principalmente en fenocristales, de piroxenos I, a lo largo de bordes y microfracturas. Estas texturas sugieren el proceso de uralitización. Además, están parcialmente reemplazados por actinolita.	-	5	
	Biotita II Corresponde a biotita secundaria. Se muestra a modo de agregados microfibrosos, rellenando intersticios en la matriz. Asimismo, se observa como reemplazamiento de algunas plagioclasas (I y II).	< 0.05	5	
	Sericita			



	Ocurre a modo de agregados microfibrosos, producto de la alteración de las plagioclasas (I y II).	< 0.03	Traza
	Cloritas Se presenta a modo de agregados microfibrosos, producto de alteración de plagioclasas (I y II).	< 0.03	Traza
MINERALES OPACOS	Se muestra con formas anhedrales. Ocurre a modo de exsoluciones irregulares en cristales de piroxenos (I y II); y como diseminados en la matriz.	< 0.2	6

6.2.2.5. Texturas:

Roca: Porfírica con matriz obliterada

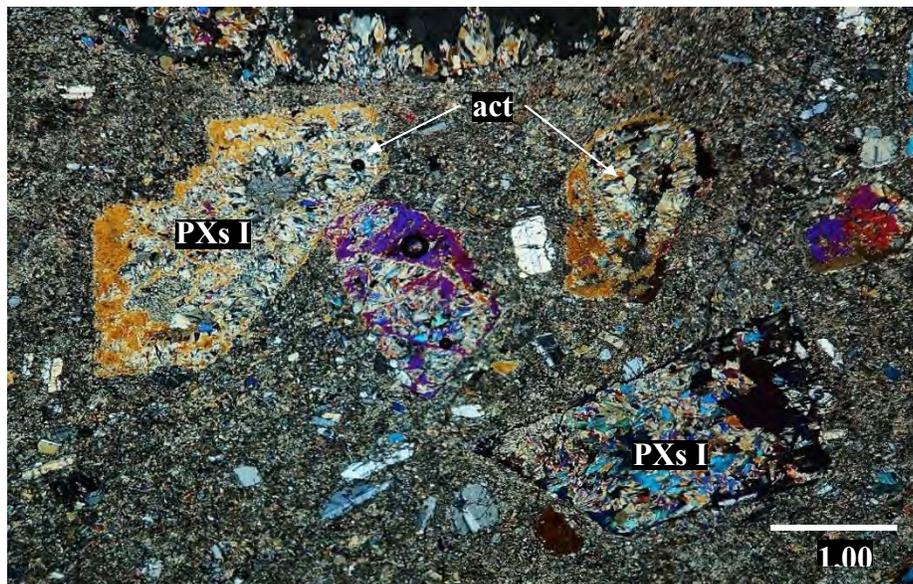
Alteración: Penetrativa

Mineralización: Diseminada

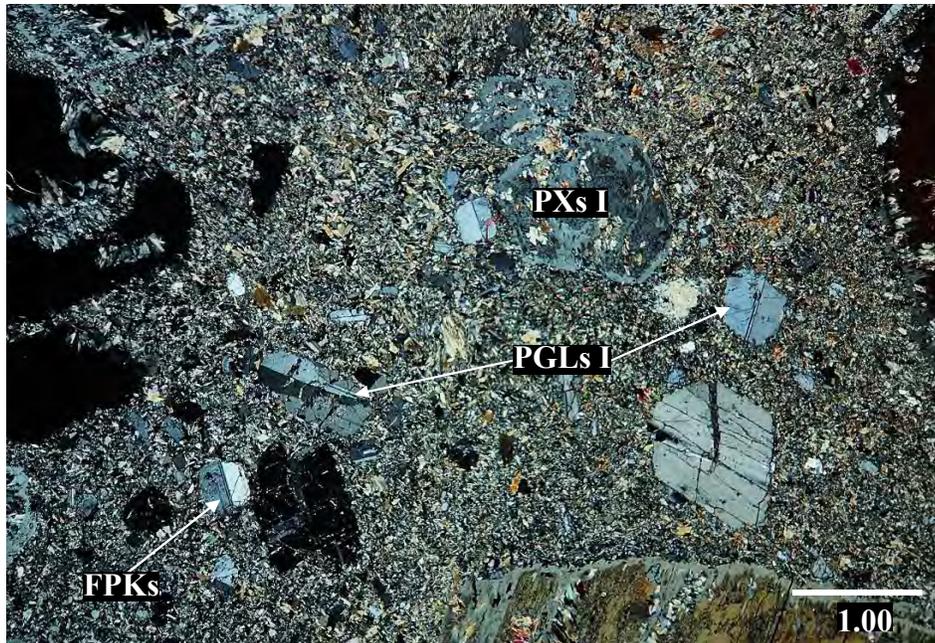
6.2.2.6. Tipo de metamorfismo:

Metamorfismo termal metasomático

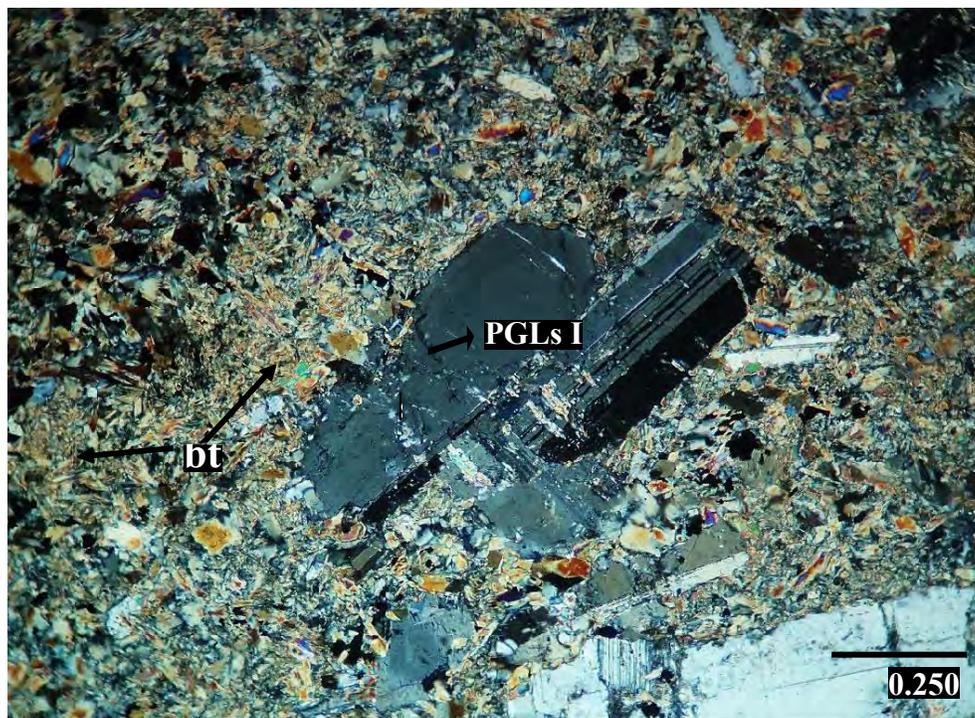
6.2.2.7. Fotomicrografías



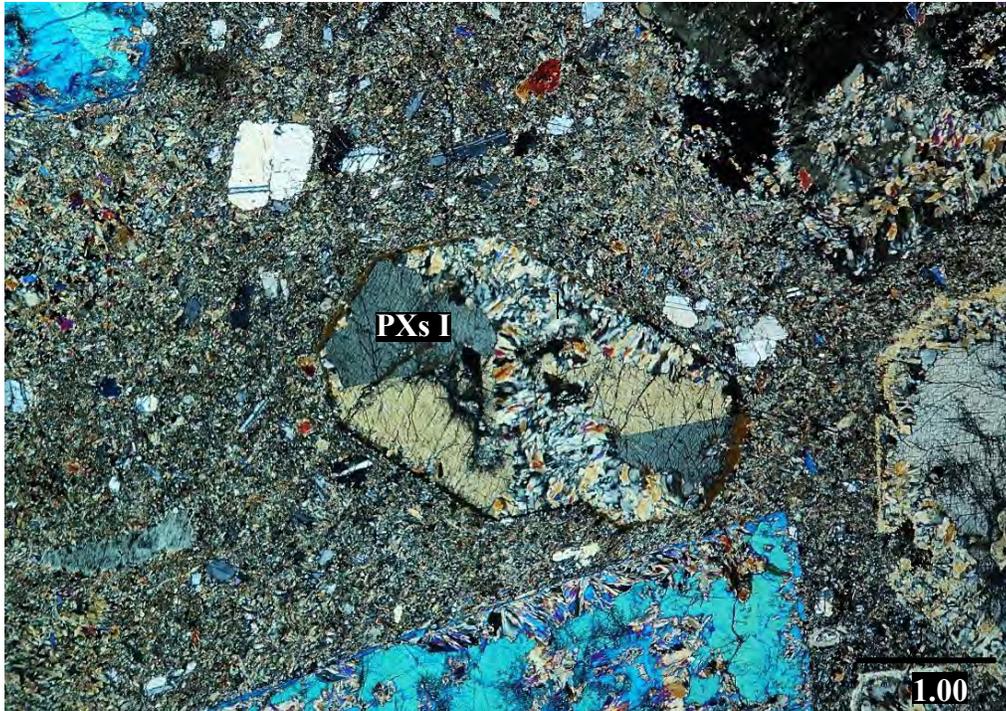
Fotomicrografía N° 5: Fenocristales de piroxenos I (PXs I), reemplazados por actinolita. Nótese la matriz, también, reemplazada por actinolita. Fotomicrografía en LT-NX.



Fotomicrografía N° 6: Fenocristales de plagioclasas I (PGLs I) y feldespatos potásicos (FPKs) con bordes ligeramente corroídos. Matriz reemplazada por actinolita (act). Fotomicrografía en LT-NX.



Fotomicrografía N° 7: Plagioclasas I (PGLs I) con alteración a sericita (ser) y bordes ligeramente corroídos. Detalle de la matriz de actinolita (act) y agregados microfibrosos de biotita (bt). Fotomicrografía en LT-NX.



Fotomicrografía N° 8: Cristal euhedral de piroxeno I (PXs I), maclado con sección octogonal, reemplazado por agregados fibrosos de actinolita (act). Fotomicrografía en LT-NX.

6.3. ESTUDIO MINERAGRÁFICO

6.3.2. Veta Lomas Muestra M-1

6.3.2.1. Texturas de la Mineralización:

Masivo y diseminado

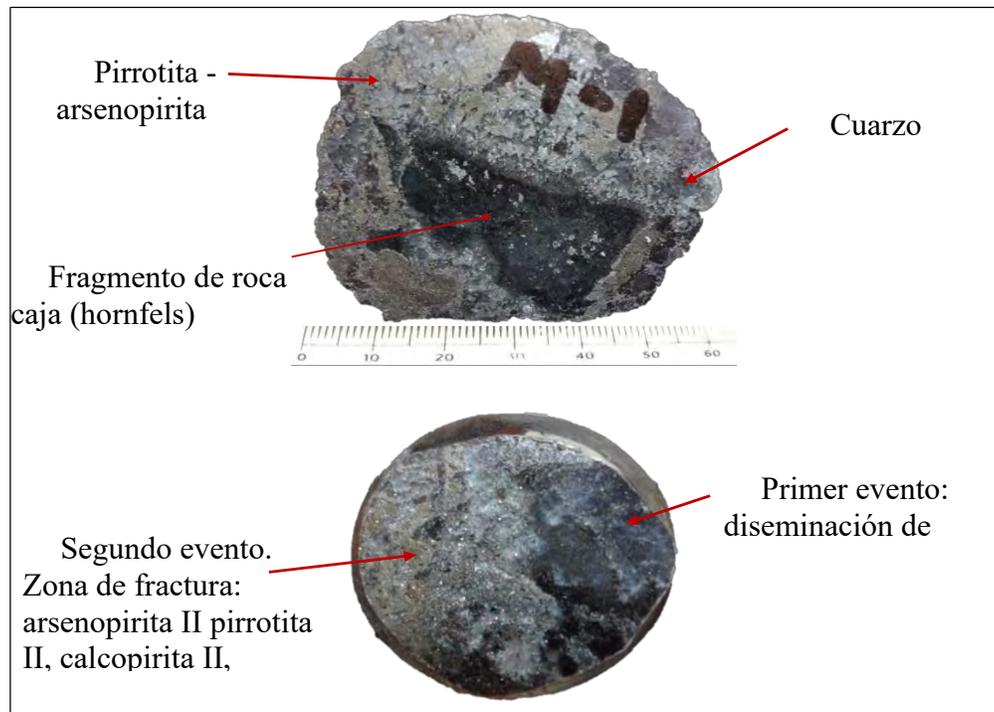
6.3.2.2. Intercrecimientos entre Minerales de Mena

Ameboide (1b II); simple (1a I), (1a II) e inclusión (1e I)

6.3.2.3. Descripción Macroscópica Muestra M-1:

Muestra de relleno hidrotermal, compuesta por fragmentos angulosos de roca caja (hornfels), con mineralización de forma diseminada y como relleno de fracturas y cavidades.

La mineralización consta de pirrotita, arsenopirita, calcopirita y esfalerita. Tiene densidad alta y fuerte magnetismo.



Fotografía 24: Muestra de mano y sección pulida de la veta lomas. Fuente: Elaboración propia.

6.3.2.4. Descripción microscópica Muestra M-1

La muestra corresponde a un relleno hidrotermal donde se observan dos tipos de ganga, relacionados a dos eventos de precipitación de sulfuros, ver estudio petrográfico. El primer evento de precipitación corresponde a ilmenita, arsenopirita I, pirrotita I, calcopirita I y esfalerita I; principalmente ocurren como disseminados o relleno intersticial en la roca caja. Asimismo, es frecuente los intercrecimientos de tipo simple (1a I). El segundo evento de precipitación, consta de arsenopirita II, pirrotita II, calcopirita II y esfalerita II; generalmente, masivos, de mayor tamaño y abundancia, relleno fracturas. Destacan los intercrecimientos de tipo ameboide (1b II) y, en menor grado, de tipo simple (1a I) y (1a II); ocasionalmente, se observan intercrecimientos de tipo inclusión (1e I).



6.3.2.5.Descripción mineralógica Muestra M-1

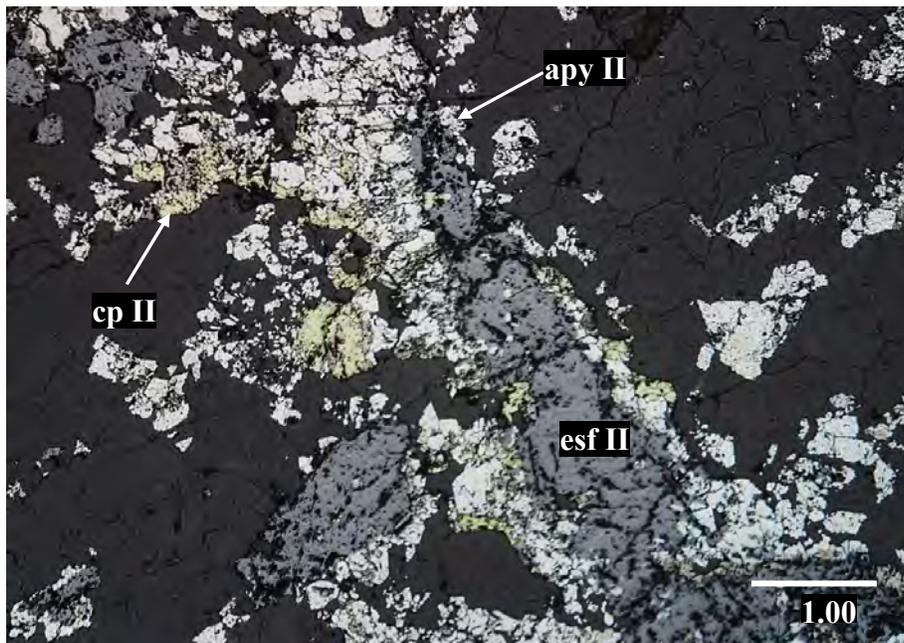
Tabla 9: Descripción Mineralógica

MINERALES		Tamaño (mm)	%
RELENO HIDROTHERMAL II	Arsenopirita II Se presenta a modo de cristales anhedrales y subhedrales con tamaños menores a 1.5mm. Los cristales subhedrales muestran hábito rómbico y los anhedrales hábito masivo muy fracturado. Está parcialmente reemplazada por pirrotita II, esfalerita II y calcopirita II, mostrándose como primer evento de precipitación. Con pirrotita II y esfalerita II, los contactos son del tipo ameboide (1b II); y los intercrecimientos con calcopirita, son del tipo simple (1a I).	< 1.5	30
	Pirrotita II Se presenta como cristales anhedrales de aspecto masivo con tamaños de hasta 3 mm. En ocasiones, fracturados. Está reemplazando arsenopirita II y está reemplazada por calcopirita II y esfalerita II. Los intercrecimientos con arsenopirita II y esfalerita II son de tipo ameboide (1b II); y con calcopirita II, de tipo simple (1 ^a – I). Ocasionalmente se observa como inclusión (1e I) en calcopirita II.	< 3.0	15
	Esfalerita II Ocurre principalmente como agregados masivos con tamaños de hasta 2.4 mm. Se muestra como un evento posterior a arsenopirita II, pirrotita II y calcopirita II. Con arsenopirita II y pirrotita II, forma intercrecimientos del tipo ameboide (1b II); y con la calcopirita contacto simple (1a – II). Además, es frecuente las inclusiones (1e I) de pirrotita II, arsenopirita II y calcopirita II.	< 2.4	10
	Calcopirita II Se destaca por presentarse como agregados masivos con tamaños menores a 0.7 mm. Se muestra como reemplazamiento de arsenopirita II, formando intercrecimientos de tipo ameboide (1b II); el contacto con pirrotita II es de tipo simple (1a-1). Además, por zonas, se observa en contacto simple (1a I) con esfalerita II.	< 0.7	2
RELENO	Arsenopirita I Se muestra como cristales con formas euhedrales y subhedrales. Ocurren, generalmente, de forma aislada, diseminados o rellenando intersticios. Ocasionalmente, se observa en contacto simple (1a-l) con pirrotita I.	< 0.3	2
	Pirrotita I Ocurre con formas anhedrales, formando agregados masivos con tamaños de hasta 0.20 mm. Se encuentra, como diseminados y rellenando intersticios, por sectores, asociada con calcopirita I y arsenopirita I. Con intercrecimiento de tipo simple.	< 0.20	1

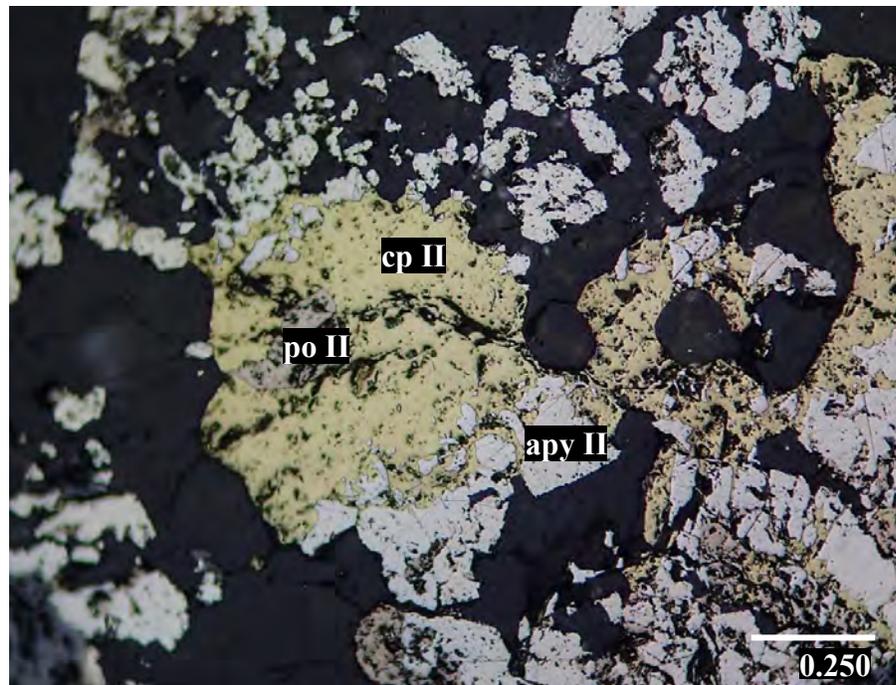


	Calcopirita I Se muestra con formas anhedrales (masivos) con tamaños de hasta 0.05 mm. Se muestra como relleno de intersticios o diseminados. Es frecuente la asociación con pirrotita I y esfalerita I, formando intercrecimiento simple (1a-1).	< 0.05	Traz a
	Esfalerita I Se presenta a modo de cristales con formas anhedrales (masivos) con tamaños de hasta 0.10 mm. Se observa como diseminados y relleno de intersticios, por sectores, en contacto simple (1a-I) con arsenopirita I y calcopirita I.	< 0.10	Traz a
	Ilmenita Ocurre con formas euhedrales y hábito prismático acicular. Se encuentran aislados y dispersos. En algunos casos en contacto simple (1a-1).	< 0.02	Traz a
GANGA	Se observa presencia de cuarzo en venillas y como agregados irregulares. Además, se reconocen dos eventos relacionados a mineralización, ver estudio petrográfico.	-	40

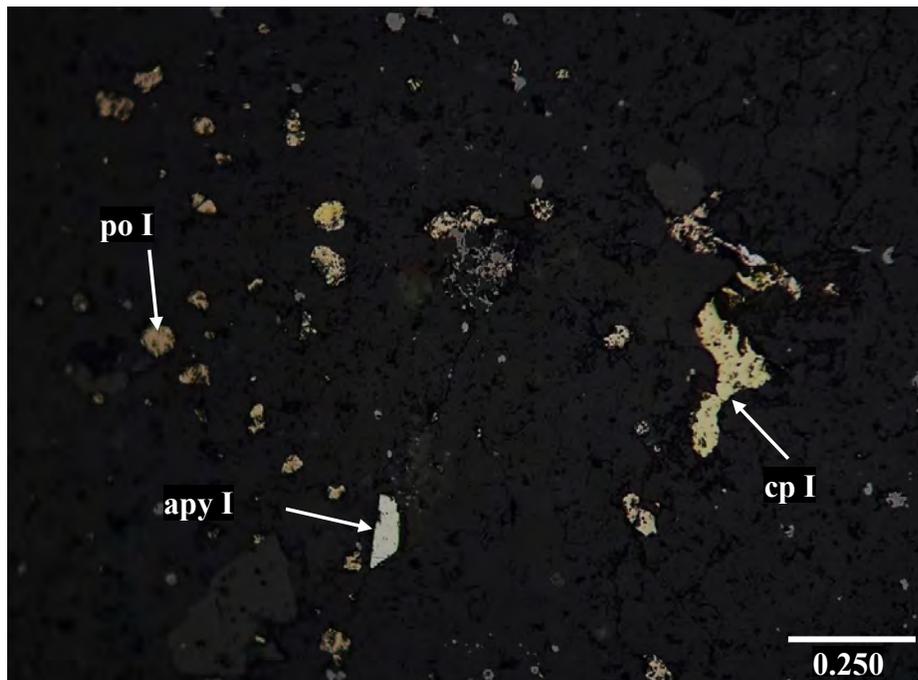
6.3.2.6. Fotomicrografías



Fotomicrografía N° 9: Arsenopirita II (apy II) formando intercrecimientos de tipo ameboide (1b II) con calcopirita II (cp II) y esfalerita II (ef II). Ganga de cuarzo (cz) Fotomicrografía en LR-NP.



Fotomicrografía N° 10: Calcopirita II (cp II) y arsenopirita II (apy II), formando intercrecimientos de tipo amebode (1b II). Inclusión (1e I) en calcopirita II (cp II). Ganga de cuarzo (cz). Fotomicrografía en LR-NP.



Fotomicrografía N° 11: Primer evento de mineralización: diseminados de pirrotita I (po I), arsenopirita I (apy I) y cavidad con relleno de calcopirita I (cp I). Fotomicrografía en LR-NP.



6.3.3. Veta Lomas Muestra M-2

6.3.3.1. Texturas de la Mineralización

Masivo y disseminado

6.3.3.2. Intercrecimientos entre Minerales de Mena

Simple (1a I), (1a II), (1a III); inclusión (1e I), (1e III); ameboides (1b I), (1b II)

6.3.3.3. Descripción Macroscópica Muestra M-2

Roca alterada de grano muy fino, de color gris con tonalidades verdosas y parduscos (hornfels), ver estudio petrográfico. Presenta mineralización de sulfuros disseminados y en fracturas (masivos). Los sulfuros corresponden a Arsenopirita, Pirrotita, Esfalerita y Calcopirita.



Fotografía 25: muestra de mano y sección pulida de la zona silicificada y disseminada. Fuente: Elaboración propia



6.3.3.4. Descripción microscópica Muestra M-2

La muestra corresponde a un hornfels alterado con dos eventos relacionados a mineralización de sulfuros, ver estudio petrográfico. El primer evento precipitación, se muestra como diseminados y relleno de intersticios, principalmente, en la roca caja; consta de arsenopirita I, pirrotita I, calcopirita I, esfalerita I y calcopirita II. Predominan los intercrecimientos del tipo simple (1a I) y de inclusión (1e I) y (1e III). El segundo evento destaca por presentarse como relleno de cavidades y fracturas (masivos), principalmente, asociados a ganga de cuarzo (III); consta de arsenopirita II, pirrotita II, galena, calcopirita III, esfalerita II, calcopirita IV y electrum. Los intercrecimientos son de tipo simple (1a I) y (1a II); ameboide (1b I) y (1b II); y de inclusión (1e I) y (1e III). El electrum ocurre junto con pirrotita II y esfalerita II, con intercrecimientos de tipo simple (1a II) y (1a I), respectivamente.

6.3.3.5. Descripción Mineralógica Muestra M-2

Tabla 10: Descripción microscópica

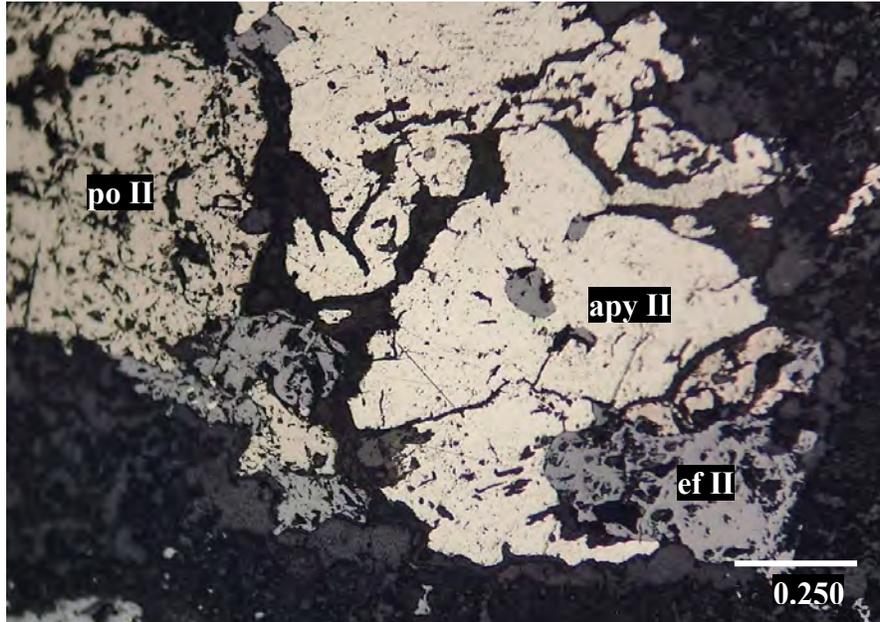
MINERALES		%
RELENO HIDROTHERMAL	Pirrotita I Se muestra a modo de cristales con formas anhedrales con tamaños de hasta 0.50 mm. Se muestran como diseminados o rellenando intersticios. Se encuentran junto con calcopirita formando intercrecimientos de tipo simple (1a I). Ocasionalmente presenta inclusiones de Calcopirita.	3
	Esfalerita I Se presenta a modo de cristales anhedrales con tamaños menores a 0.15 mm. Ocurre como relleno de intersticios. Se encuentra junto con pirrotita I, formando intercrecimiento de tipo simple (1a I). Además, presenta inclusiones (1e III) lamelares de Calcopirita II.	2
	Arsenopirita I Cristales con formas anhedrales con tamaños de hasta 0.02 mm. Se muestra a modo de granos aislados diseminados. Son escasos.	Traza
	Calcopirita I Ocurre con formas anhedrales, masivos con tamaños de hasta 0.1 mm. Se encuentra junto con pirrotita I, formando intercrecimientos simple (1a I). Ocasionalmente se muestra como inclusión (1e I) en pirrotita I.	Traza



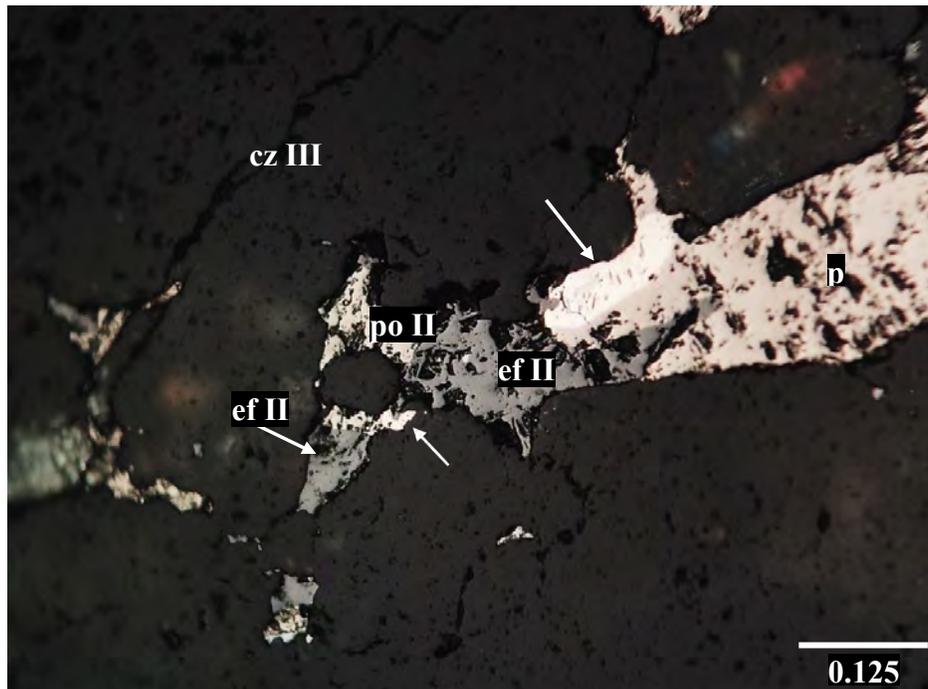
	<p>Calcopirita II Se exhibe con tamaños menores a 0.01 mm. Ocurre como exsoluciones lamelares en esfalerita I, formando intercrecimiento de tipo inclusión (1e III).</p>	Traza
	<p>Arsenopirita II Se exhibe con formas anhedrales y subhedrales, hábito rómbico con tamaños de hasta 1.2 mm. Ocurre a modo de agregados masivos, rellenando cavidades, por sectores de forma veteada. Se encuentra junto con pirrotita II y esfalerita II; en ambos casos los intercrecimientos son de tipo simple (1a I).</p>	4
	<p>Esfalerita II Se muestra a modo de agregados masivos con tamaños menores a 4.1 mm. Ocurre formando playas irregulares, rellenando cavidades. Se encuentra junto con arsenopirita II, pirrotita II, alcopirita II y galena. El intercrecimiento con arsenopirita II es de tipo simple (1a I); con pirrotita II de tipo simple (1a I) y ameboide (1b I); con calcopirita II y galena es de tipo simple (1a I) y (1a II), respectivamente. Presenta inclusiones lamelares (1e III) de calcopirita IV.</p>	8
	<p>Galena Presenta formas irregulares con tamaños de hasta 0.2 mm. Ocurren masivos rellenando cavidades. Asimismo, se encuentra junto con pirrotita II y esfalerita II. Los intercrecimientos en ambos casos es de tipo simple (1a II). Por sectores se muestra de forma aislada.</p>	Traza
	<p>Pirrotita II Se exhibe a modo de agregados masivos con tamaños de hasta 10 mm. Generalmente formando playas, por sectores, de forma veteada y rellenando cavidades. Se encuentra junto con arsenopirita II, calcopirita II, esfalerita II y galena. El intercrecimiento con arsenopirita II es de tipo simple (1a I); con calcopirita II de tipo ameboide (1b II); con esfalerita II presenta contactos de tipo simple (1a I) y ameboide (1b I) y, por sectores, la pirrotita II está como inclusión (1e I) en esfalerita II; con galena presenta intercrecimiento simple (1a II).</p>	18
	<p>Calcopirita III Ocurre a modo de agregados masivos, con tamaños de hasta 0.6 mm. Se muestra formando playas, rellenando cavidades, por sectores englobando ganga. Ocurre junto con pirrotita II, esfalerita II y arsenopirita II. El intercrecimiento con pirrotita II es de tipo ameboide (1b I); y los intercrecimientos con esfalerita II y arsenopirita II es tipo simple (1a II).</p>	5
	<p>Electrum Se muestra como un grano de forma irregular con las siguientes dimensiones: largo = 0.18 mm; ancho = 0.05 mm. Ocurre en contacto con pirrotita II y esfalerita II. El intercrecimiento con pirrotita II es de tipo simple (1a II); y con esfalerita II de tipo simple (1a I). Se encuentra en ganga de cuarzo III (ver estudio petrográfico). Además, destaca por su color de reflectancia y alta reflectividad, mostrando características que sugieren contenidos considerables de plata en su composición.</p>	Traza
	<p>Calcopirita IV Se exhibe con tamaños menores a 0.02 mm. Se presenta como exsoluciones lamelares en esfalerita II, formando intercrecimiento de tipo inclusión (1e III).</p>	Traza
GANGA	<p>La ganga corresponde a la roca caja (hornfels) y los eventos de cuarzo II y III, ver estudio petrográfico.</p>	60



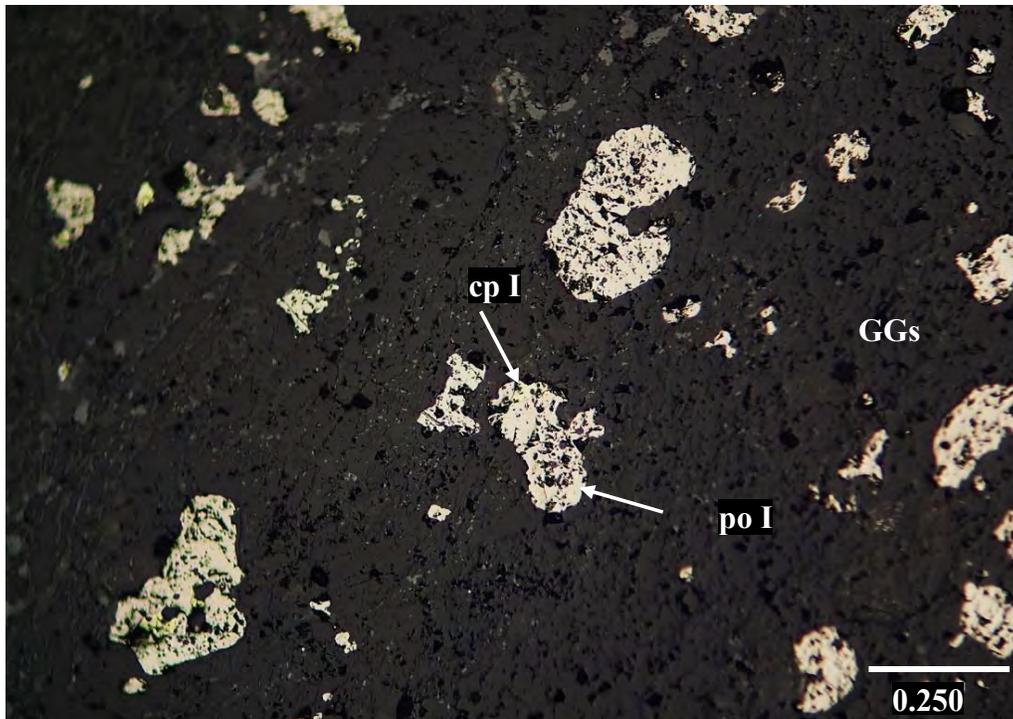
6.3.3.6. Fotomicrografías Muestra M-2



Fotomicrografía N° 12: Pirrotita II (po II) junto con arsenopirita II (apy II) y esfalerita II (ef II), formando intercrecimientos de tipo simple (1a I). Fotomicrografía en LR-NP.



Fotomicrografía N° 13: Electrum (el) en contacto con pirrotita II (po II) y esfalerita II (ef II); en ambos casos, con Intercrecimiento de tipo simple (1a II). Ganga de cuarzo III (cz III). Fotomicrografía en LR-NP.



Fotomicrografía N° 14: Primer evento: diseminados de pirrotita I (po I) junto con calcopirita I (cp I), formando intercrecimiento de tipo simple (1a I). Ganga (GGs): hornfels. Fotomicrografía en LR-NP.

6.3.4. Hornfels Mineralizado Muestra M-3

6.3.4.1. Texturas de la Mineralización:

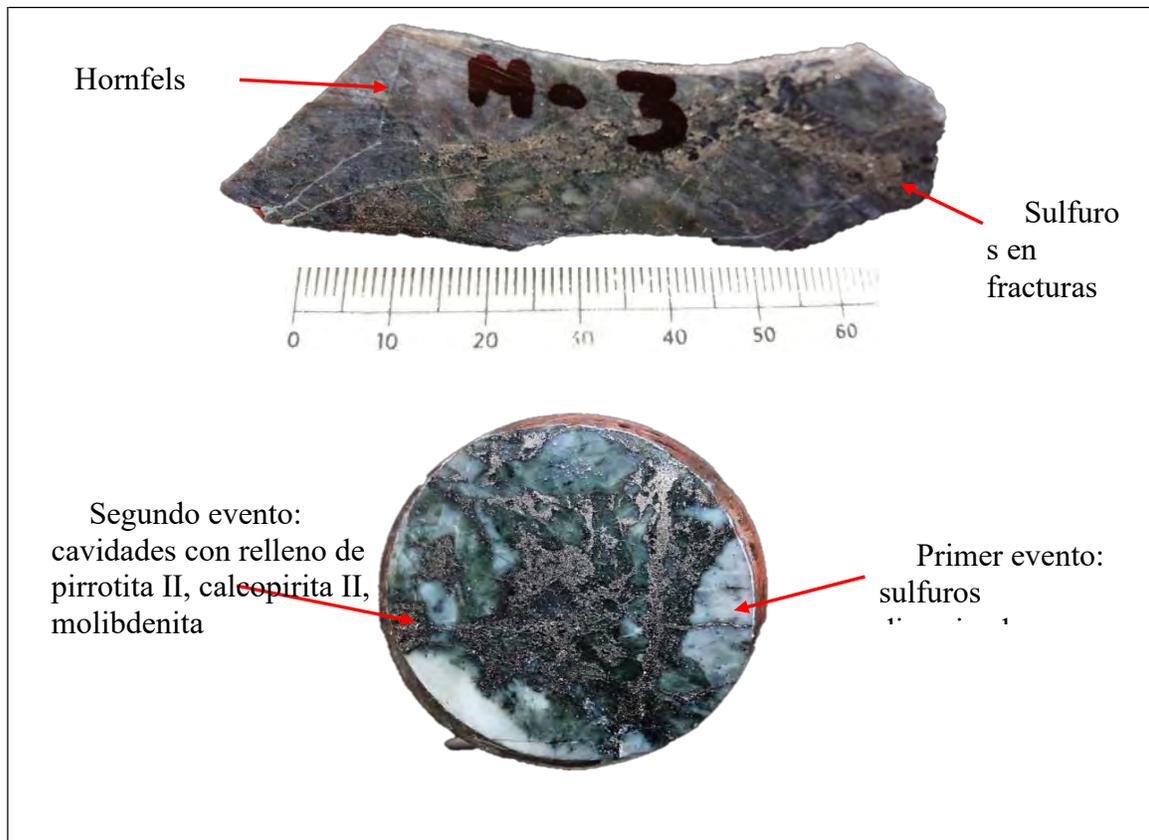
Masivo y diseminada

6.3.4.2. Intercrecimientos entre Minerales de Mena

Simple (1a I) e inclusión (1e I)

6.3.4.3. Descripción Macroscópica:

Muestra de hornfels con tonalidades gris verdosas y gris parduscas. La mineralización de sulfuros ocurre en fracturas y consta de Arsenopirita, Pirrotita y Calcopirita. Posee densidad media a alta y magnetismo fuerte.



Fotografía 26: muestra de mano y sección pulida del Hornfels mineralizado. Fuente: Elaboración propia.

6.3.4.4. Descripción Microscópica Muestra M-3

La muestra corresponde a un hornfels con alteración/metamorfismo de tipo skarn (ver estudio petrográfico). La mineralización metálica consta de dos eventos de precipitación de sulfuros. El primer evento ocurre, principalmente, como disseminados y relleno de intersticios; y se compone de pirrotita I, calcopirita I y escasa arsenopirita; los intercrecimientos son de tipo simple (1a l); la arsenopirita ocurre de forma aislada. El segundo evento, ocurre como relleno de cavidades y masivos, por sectores, de forma veteada; además, consta de pirrotita II, calcopirita II y molibdenita; es frecuente los intercrecimiento simples (1a l); sin embargo, en menor grado, se observan inclusiones de tipo (1e l).



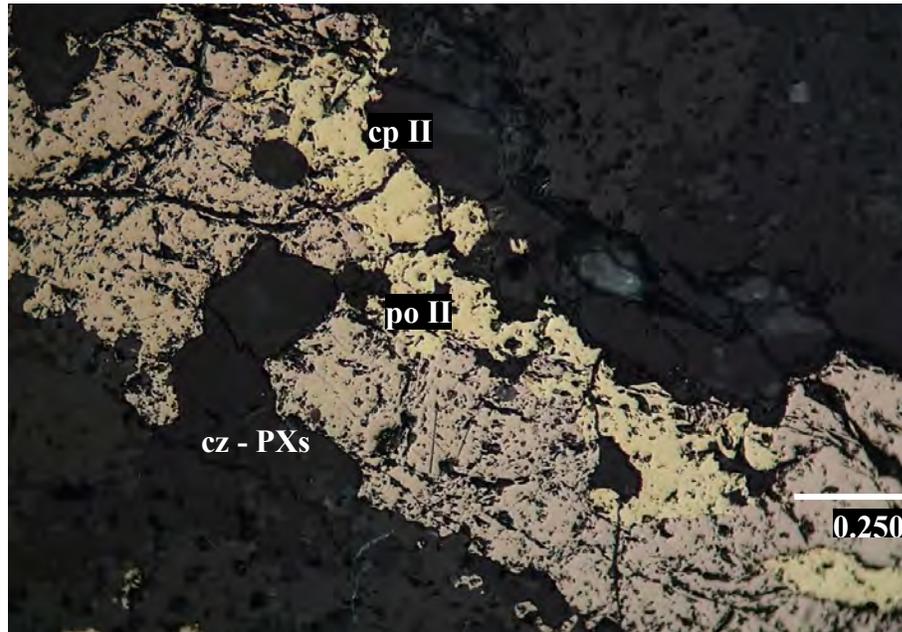
6.3.4.5. Descripción Mineralógica Muestra M-3

Tabla 11: Descripción microscópica

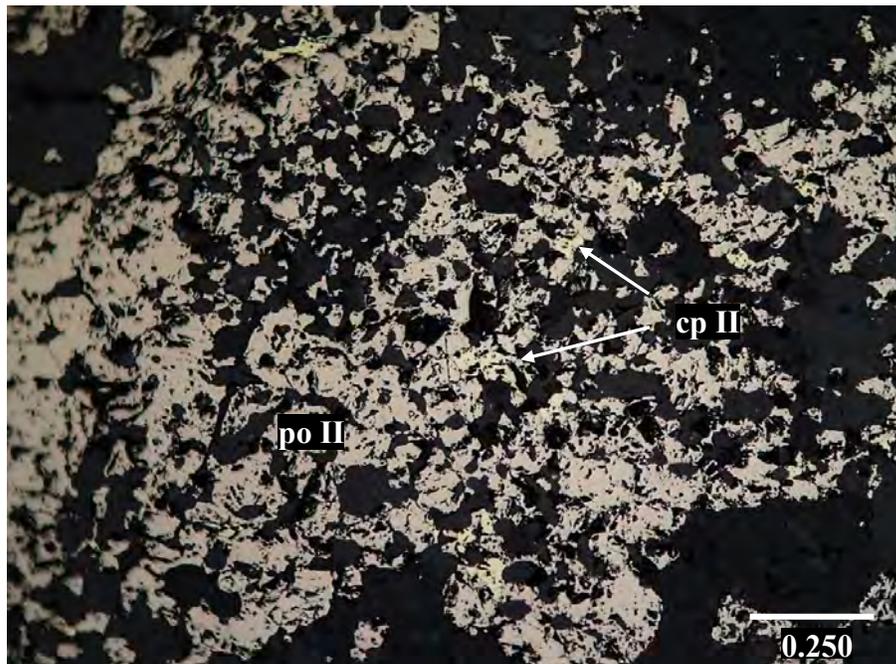
MINERALES		%
RELLENO HIDROTHERMAL II	<p>Pirrotita II</p> <p>Se presenta como cristales con formas anhedrales, formando agregados masivos con tamaños de hasta 10 mm. Por sectores se muestra de forma vetada y, en otras zonas, como relleno de cavidades irregulares englobando ganga. Se encuentra junto con calcopirita II y molibdenita. En la mayoría de los casos la calcopirita se muestra como inclusión (1e I); y poco frecuente, con intercrecimiento de tipo simple (1a I). Con la molibdenita el intercrecimiento es de tipo simple (1a I).</p>	41
	<p>Calcopirita II</p> <p>Se presenta a modo de cristales con formas anhedrales de aspecto masivo con tamaños menores a 0.5 mm. Por sectores se muestra de forma aislada y en otros casos junto con pirrotita II. Los intercrecimientos con pirrotita II son de tipo simple (1a I). Sin embargo, en otros casos, esta calcopirita II, se observa como inclusiones (1e I) en pirrotita II. Además, ocasionalmente, se observa en contacto simple (1a I) con molibdenita.</p>	6
	<p>Molibdenita</p> <p>Destaca por su hábito fibroso laminar. Presenta tamaños de hasta 0.30 mm. Generalmente, se encuentra como cristales asilados. Sin embargo, en algunos casos, se observa junto con pirrotita II y calcopirita II, formando intercrecimientos de tipo simple (1a I).</p>	Traza
RELLENO HIDROTHERMAL I	<p>Pirrotita I</p> <p>Se muestra como cristales con formas anhedrales, masivos con tamaños de hasta 0.3 mm. Se muestran a modo de diseminados o rellenando intersticios de forma aislada. Ocasionalmente, se encuentra junto con calcopirita I, formando intercrecimientos del tipo simple (1a I).</p>	2
	<p>Calcopirita I</p> <p>Ocurre con formas anhedrales, masivos con tamaños menores a 0.06 mm. Se encuentran diseminados de forma aislada; sin embargo, en algunos casos, se presenta con intercrecimiento siempre (1a I) con pirrotita I.</p>	1
	<p>Arsenopirita</p> <p>Se presenta como cristales subhedrales, con tamaños de hasta 0.03 mm. Son escasos y se encuentran aislados (granos libres) o diseminados.</p>	Traza
GANGAS	Corresponde a la parte no metálica de la muestra, formada por cuarzo, piroxenos, etc. Está relacionada con dos eventos de mineralización (ver estudio petrográfico).	50



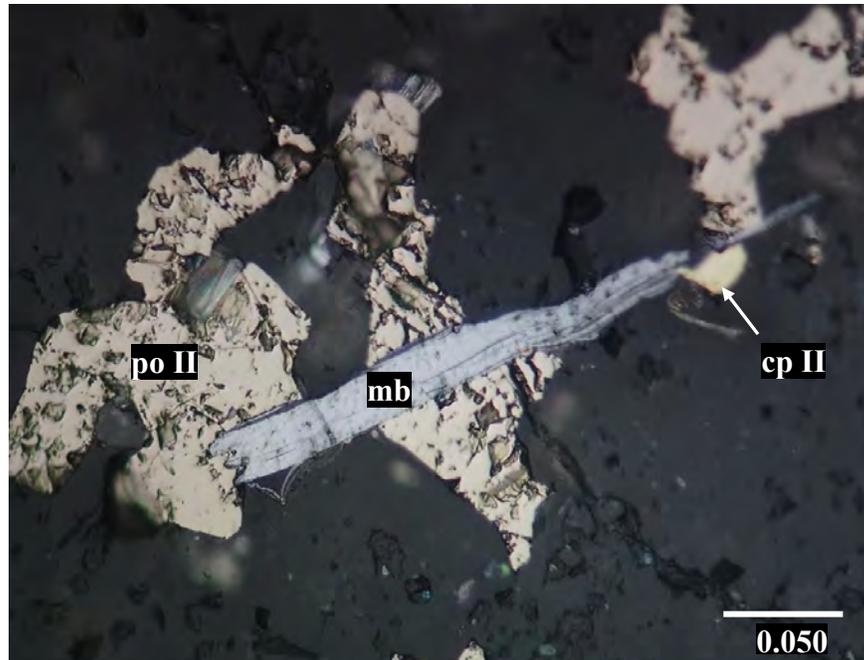
6.3.4.6. Fotomicrografías



Fotomicrografía N° 15: Agregado masivo de pirrotita II (po II), de forma veteada. e intercrecimiento simple (1a I) con calcopirita II (cp II). Venilla de cuarzo (cz) y piroxenos (PXs). Fotomicrografía en LR-NP.



Fotomicrografía N° 16: Agregados masivos de pirrotita II (po II) con inclusiones (1e I) con calcopirita II (cp II). Fotomicrografía en LR-NP.



Fotomicrografía N° 17: Molibdenita (mb) con hábito fibroso laminar junto con pirrotita II (po II) y calcopirita II (cp II), con intercrecimiento simple (1a I). Fotomicrografía en LR-NP.

6.3.5. Dique Pórfido Diorítico Muestra M-4

6.3.5.1. Texturas de la Mineralización

Diseminado y relleno de cavidades

6.3.5.2. Intercrecimientos entre Minerales de Mena

Simple (1a I) e inclusiones (1e I), (1e II)

6.3.5.3. Descripción Macroscópica

Roca ígnea subvolcánica con textura porfírica, de color gris oscuro compuesta por fenocristales de piroxenos y feldespatos, inmersos en una matriz afanítica. La mineralización diseminada consta de sulfuros que principalmente, se hospedan en la matriz. Presenta una densidad media a alta y tiene moderado magnetismo.



Fotografía 27: muestra de mano y sección pulida del dique porfido diorítico. Fuente: Elaboración propia

6.3.5.4. Descripción Microscópica Muestra M-4

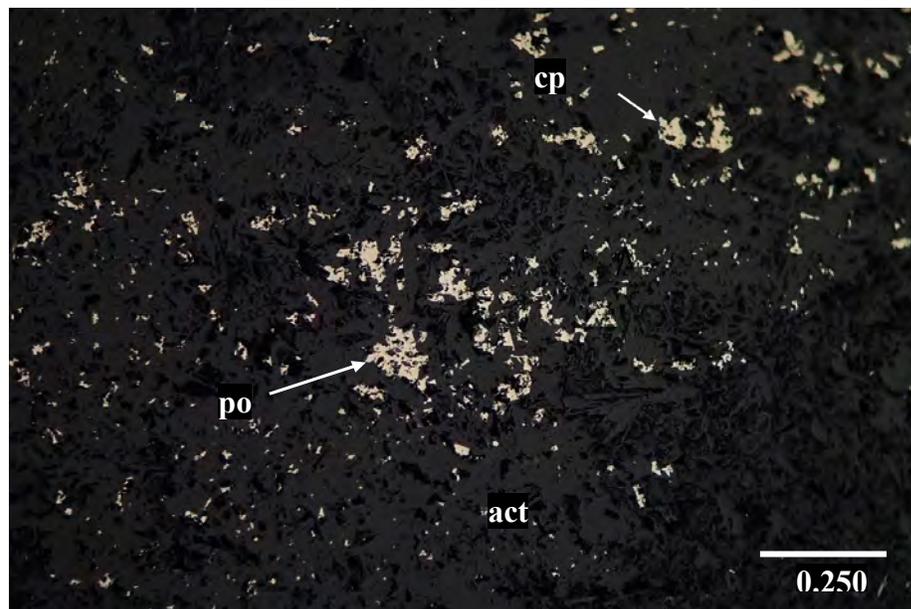
La muestra corresponde a una roca ígnea con textura porfírica. Los fenocristales corresponden, principalmente a piroxenos y plagioclasas dispuestos en una matriz obliterada (ver estudio petrográfico). La mineralización consiste de pirrotita y calcopirita con escasos cristales de ilmenita; y ocurre como diseminados o relleno de intersticios en la matriz. Asimismo, en algunos casos, se observa pirrotita como exsoluciones en fenocristales (piroxenos). La ilmenita ocurre como cristales aislados. También se presenta como intercrecimientos entre la pirrotita y calcopirita, son de tipo simple (1a I). Sin embargo, en algunos casos, se observa pirrotita con inclusiones (1e I) y (1e II) de calcopirita.

6.3.5.5. Descripción Mineralógica Muestra M-4

Tabla 12: Descripción microscópica

MINERALES		%
RELLENO HIDROTHERMAL	Pirrotita: Se presenta a modo de cristales con formas anhedrales (masivos) con tamaños de hasta 0.1 mm. Se observa como diseminados y relleno de intersticios; por sectores, formando intercrecimiento simple (1a-I) con calcopirita; ocasionalmente contiene inclusiones (1e I) y (1e II) de calcopirita. Ocurre, principalmente, en la matriz (junto con los agregados microfibrosos) y, en algunos casos, se observa como exsoluciones lamelares en fenocristales de piroxenos I.	6
	Calcopirita: Se muestra con formas anhedrales masivos, con tamaños de hasta 0.1 mm. Se muestra como relleno de intersticios o diseminados. Es frecuente la asociación con pirrotita, formando intercrecimiento simple (1a- I). En algunos casos, se muestra como inclusiones (1e I) y (1e II) en pirrotita.	Traza
	Ilmenita: Ocurre con formas euhedrales y hábito prismático acicular de hasta 0.03 mm. Se encuentran de forma aislada, diseminados en la matriz.	Traza
GANGAS	Se reconocen fenocristales dispuestos en una matriz (actinolita). Los fenocristales corresponden a piroxenos y plagioclasas, ver estudio petrográfico.	94

6.3.5.6. Fotomicrografías Muestra M-4



Fotomicrografía N° 18: Pirrotita (po) y calcopirita (cp) como diseminados y relleno de intersticios en la matriz de actinolita (act). Fotomicrografía en LR-NP.



6.3.6. Veta Daysi M-1d

6.3.6.1. Texturas de la Mineralización

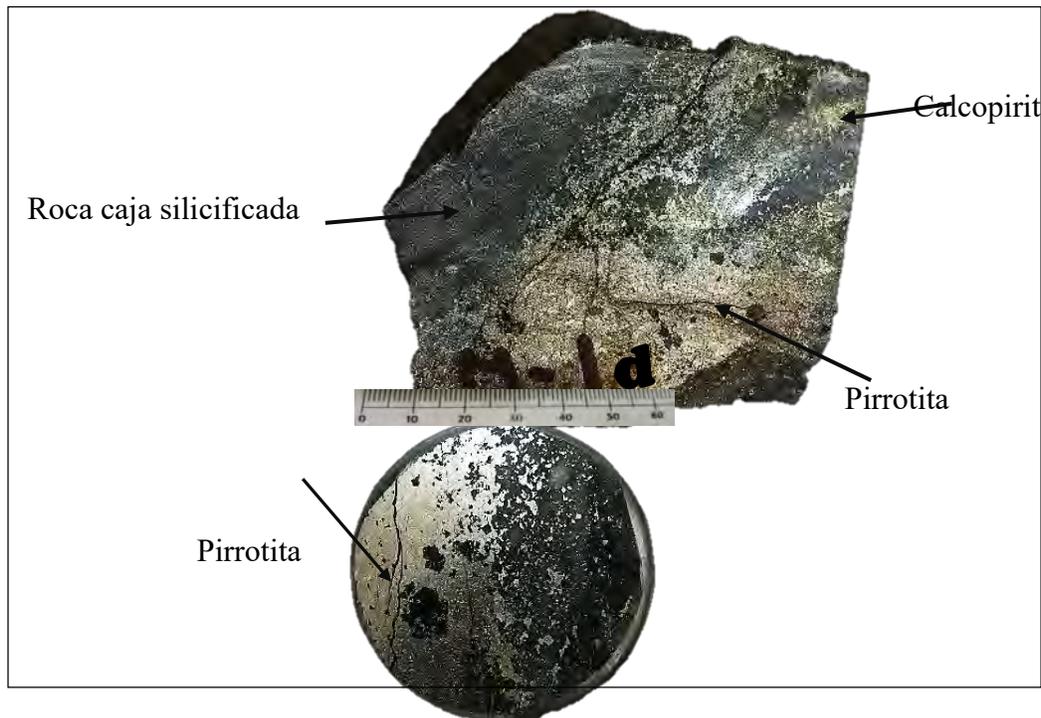
Masivo e inclusión

6.3.6.2. Intercrecimientos entre Minerales de Mena

Inclusión (1e l); simple (1a l), (1a ll); ameboide (1b l); veteados (3d I).

6.3.6.3. Descripción Macroscópica

Muestra alterada compacta de color gris oscuro que forma parte de la roca hospedante. Se encuentra silicificada y presenta mineralización como relleno hidrotermal de sulfuros. La mineralización corresponde a pirrotita masiva, calcopirita y arsenopirita. Por sectores, se observa arsenopirita y calcopirita en venillas. Se reconoce ganga de cuarzo masivo de aspecto lechoso. Posee densidad media a alta y magnetismo moderado.



Fotografía 28: muestra de mano y sección pulida de la veta Daysi M-1d. Fuente: Elaboración propia.



6.3.6.4. Descripción Microscópica Muestra M-1d

La muestra corresponde a una roca alterada con relleno hidrotermal de sulfuros. Presenta dos generaciones de **electrum (I y II)** y de **bismuto (I y II)**. El primer evento de **electrum I** ocurre como inclusiones (1e I) en arsenopirita y puede presentar contenidos de bismuto (reconocido con MEB en la muestra M-2). El **electrum II** se observa como granos libres en microfracturas y porosidades de arsenopirita. La arsenopirita también presenta calcopirita como inclusiones. El evento de **bismuto I** está asociado con contacto simple (1a II) con la pirrotita mientras que el **bismuto II** se encuentra en contacto simple (1a II) con telururos de plata en las porosidades de arsenopirita. Asimismo, se observa un evento masivo de calcopirita II y cubanita; por sectores, asociado con esfalerita que presenta exsoluciones de calcopirita. Se reconoce escasa galena asociada a la arsenopirita. Por sectores, se observan cristales de ilmenita. Los intercrecimientos entre los sulfuros de arsenopirita, pirrotita, calcopirita II y esfalerita son de tipo simple (1a I) y ameboide (1b I). Localmente, se observa pirrotita y calcopirita II de forma vetada (3d I). Por último, se reconoce ganga de cuarzo.



6.3.6.5. Descripción Mineralógica Muestra M-1d

Tabla 13: Descripción microscópica

Mineral	
RELLENO HIDROTHERMAL	<p>Pirrotita. Se presenta a modo de agregados masivos e irregulares; por sectores, se observa como relleno de intersticios. Localmente, se observa en contacto simple (1a II) con bismuto I. Por sectores, se observa en forma vetada 3d I. Está intercrecido con arsenopirita, calcopirita II y esfalerita. Estos intercrecimientos son de tipo ameboide (1b I) y simple (1a I); además, sugieren la precipitación de pirrotita posterior a la arsenopirita.</p>
	<p>Arsenopirita. Se muestra como cristales subhedrales y euhedrales; con formas rómbicas e irregulares, respectivamente. Están ligeramente corroídas. Presenta inclusiones (1e I) irregulares de electrum I y calcopirita I. Además, en sus porosidades se observa la asociación telururos de plata – bismuto II y, en otros casos, granos libres de electrum II. También se observa galena en sus porosidades. En contacto con pirrotita y calcopirita II forma intercrecimiento simple (1a I) y ameboide (1b I). de dimensiones ≤ 1.1 y un 20%.</p>
	<p>Calcopirita II. Ocurre con formas masivas e irregulares. Por sectores, como relleno intersticial. Está asociado a cubanita. Además, en contacto con arsenopirita, pirrotita y esfalerita, forma intercrecimientos de tipo simple (1a I). Localmente, se muestra en forma vetada (3d I). Estos intercrecimientos sugieren la precipitación de calcopirita posterior a la pirrotita. de dimensiones \leq - y un 8%.</p>
RELLENO HIDROTHERMAL II	<p>Ilmenita. Se muestra como cristales con formas subhedrales y anhedrales; prismáticos e irregulares, respectivamente. Se encuentra, principalmente, asociada a pirrotita y ganga de cuarzo. de dimensiones ≤ 0.20 y un 1%.</p>
	<p>Cubanita. Presenta formas irregulares con tamaños de hasta 0.1 mm. Se encuentra asociada a calcopirita II con intercrecimiento simple (1a II). de dimensiones ≤ 0.12 y presencia en trazas.</p>
	<p>Esfalerita - calcopirita Ocurre a modo de cristales anhedrales e irregulares. Se encuentra asociada a calcopirita II, formando intercrecimiento de tipo ameboide (1a I). En algunos casos se observa como relleno de microfracturas. Contiene exsoluciones de calcopirita. de dimensiones ≤ 0.16 y presencia en trazas.</p>
	<p>Calcopirita. Presenta tamaños de hasta 0.02 mm. Ocurre a modo de exsoluciones globulares en esfalerita. de dimensiones ≤ 0.02 y presencia en trazas.</p>
	<p>Telururos de plata (Hessita). Presenta formas irregulares con tamaños de hasta 0.08 mm. Se encuentra en contacto simple (1a II) con bismuto II; esta asociación es común en las porosidades de la arsenopirita y se muestra como un evento posterior. Este mineral se ha reconocido por microscopía electrónica (MEB) en la muestras M-2. de dimensiones ≤ 0.08 y presencia en trazas</p>



Calcopirita I.

Se muestra a modo de cristales anhedrales con tamaños de hasta 0.01 mm. Ocurre a modo de inclusiones irregulares (1e I) en arsenopirita. de dimensiones ≤ 0.01 y presencia en trazas

Galena.

Ocurre con formas anhedrales con tamaños de hasta 0.10 mm. Se encuentra como relleno de porosidades en arsenopirita. de dimensiones ≤ 0.10 y presencia en trazas

Electrum I.

Se muestra como **inclusiones** irregulares en arsenopirita; estas inclusiones son de tipo 1e I. Destaca por su particular color de reflectancia y alta reflectividad. **Se ha comprobado su composición de Au y Ag con el microscopio electrónico de barrido (MEB), así como bismuto en varias inclusiones en la muestra M-2.** Se han medido las dimensiones (largo y ancho) de 5 granos:

1. Largo = 0.020 mm; ancho = 0.005 mm
2. Largo = 0.030 mm; ancho = 0.010 mm
3. Largo = 0.020 mm; ancho = 0.010 mm
4. Largo = 0.020 mm; ancho = 0.010 mm
5. Largo = 0.010 mm; ancho = 0.005 mm

El electrum II presenta **bismuto** en su composición, como se ha podido comprobar con el microscopio electrónico de barrido en la muestra M-2. de dimensiones ≤ 0.03 y 0.15%.

Bismuto I.

Se muestra como granos irregulares en contacto simple (1a II) con pirrotita. Destaca por su particular color de reflectancia blanco cremoso y alta reflectividad. de dimensiones ≤ 0.012 y presencia en trazas

Electrum II.

Se encuentra a modo de granos libres en las porosidades y **microfracturas** de la arsenopirita. Destaca por su particular color de reflectancia blanco con tonalidad amarilla y alta reflectividad. **Se ha comprobado su composición de Au y Ag con el microscopio electrónico de barrido (MEB) en la muestra M-2.** Se han medido las dimensiones (largo y ancho) de 1 grano: Largo = 0.02 mm; ancho = 0.004 mm. de dimensiones ≤ 0.02 y presencia en trazas

Bismuto II.

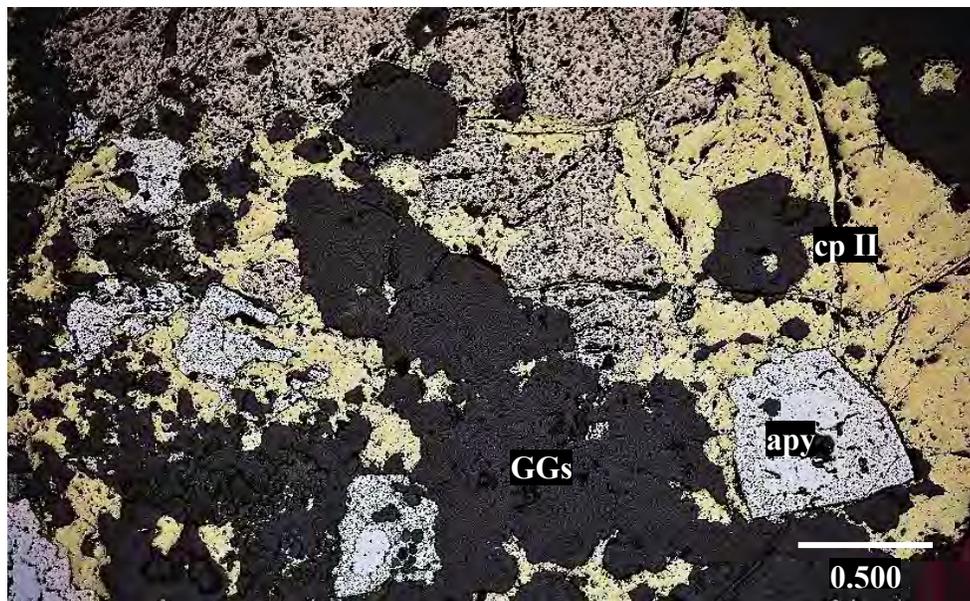
Se encuentra en contacto simple (1a II) con telururos de plata en las porosidades de la arsenopirita. Destaca por su color de reflectancia blanco cremoso y alta reflectividad. de dimensiones ≤ 0.03 y 0.1%.



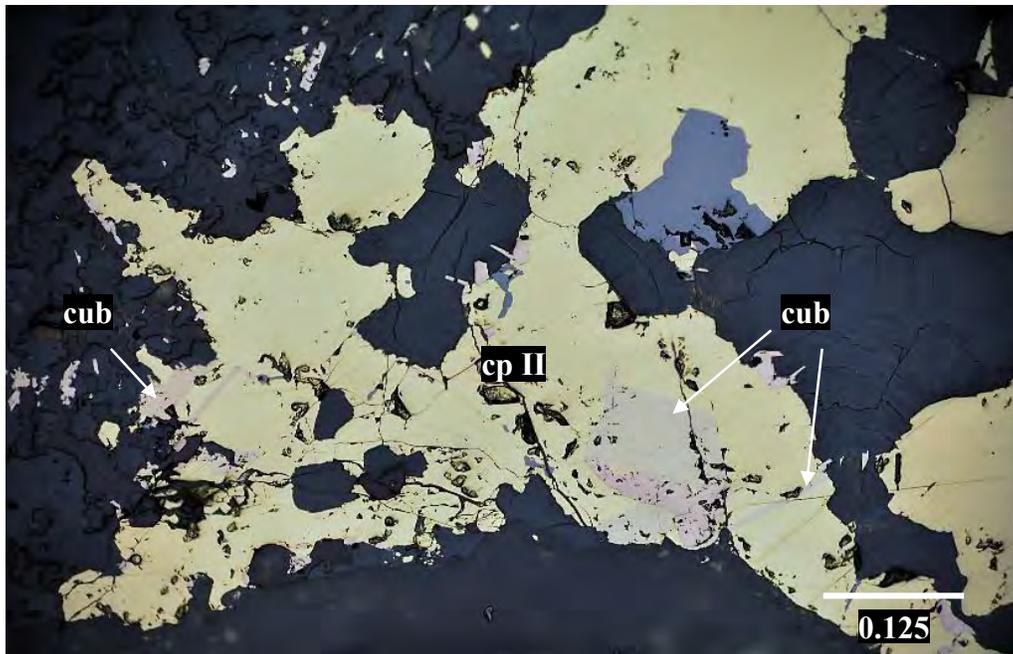
6.3.6.6. Fotomicrografías Muestra M-1d



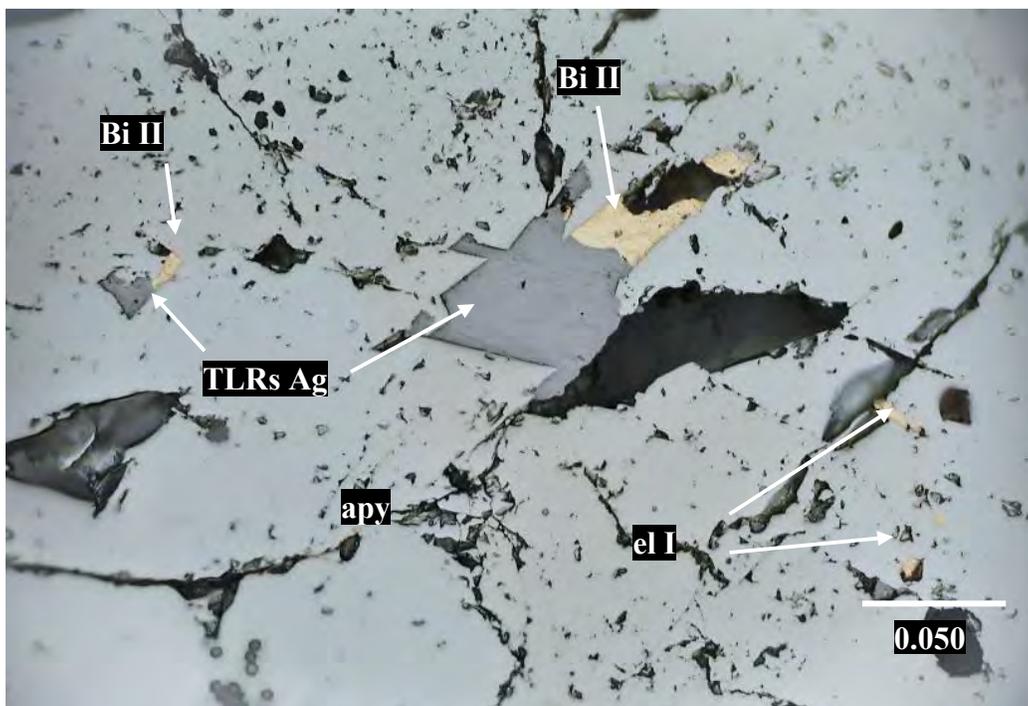
Fotomicrografía N° 19: Cristales subhedrales de arsenopirita (apy) englobados por agregados masivos de pirrotita (po). Fotomicrografía en LR-NP.



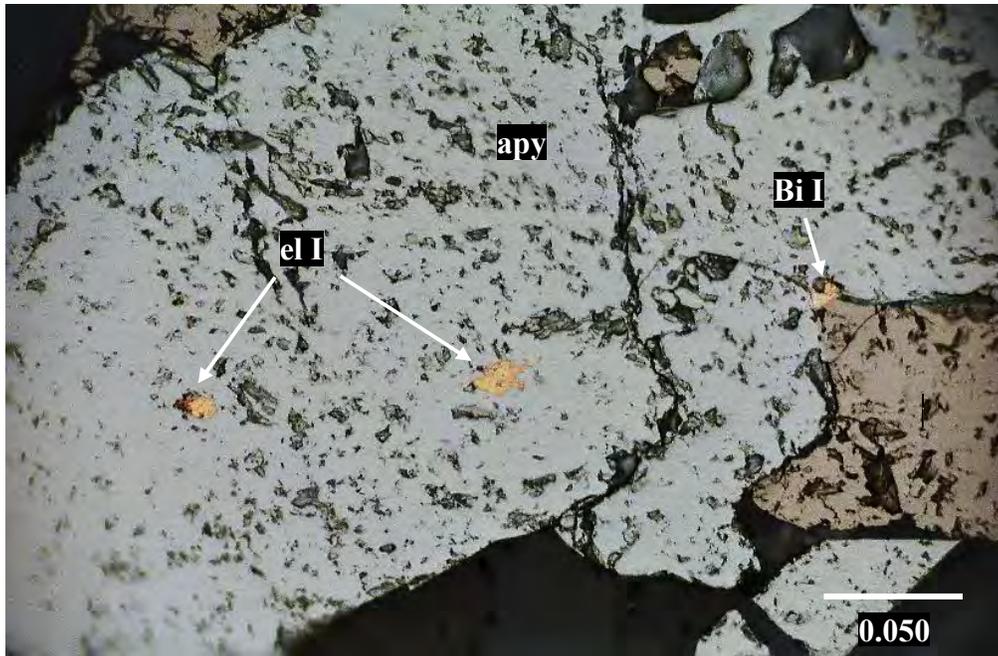
Fotomicrografía N° 20: Agregados masivos de pirrotita (po), arsenopirita (apy) y calcopirita II (cp II) de forma veteada (3d I). Ganga (GGs). Fotomicrografía en LR-NP.



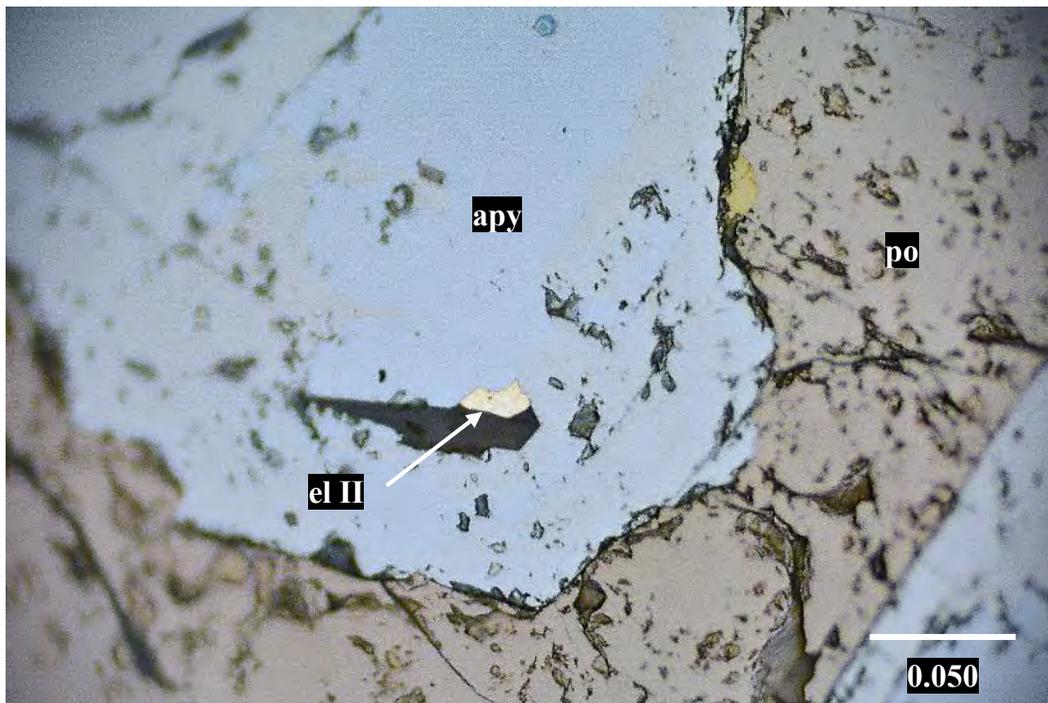
Fotomicrografía N° 21: Calcopirita II (cp II) masiva asociado a cubanita (cub) y esfalerita (ef). Ganga de cuarzo (cz). Fotomicrografía en LR-NP.



Fotomicrografía N° 22: Arsenopirita (apy) con inclusiones de electrum I (el I) y la asociación telururos de plata (TLRs Ag) – bismuto II (Bi II). Fotomicrografía en LR-NP.



Fotomicrografía N° 23: Arsenopirita (apy) con inclusiones (1a I) de electrum I (el I) y pirrotita (po) en contacto simple (1a I) con bismuto I (Bi I). Fotomicrografía en LR-NP.



Fotomicrografía N° 24: Grano libre de electrum II (el II) en porosidades de arsenopirita (apy). Pirrotita (po).
Fotomicrografía en LR-NP.

6.3.7. Veta Daysi M-2d

6.3.7.1. Texturas de la Mineralización

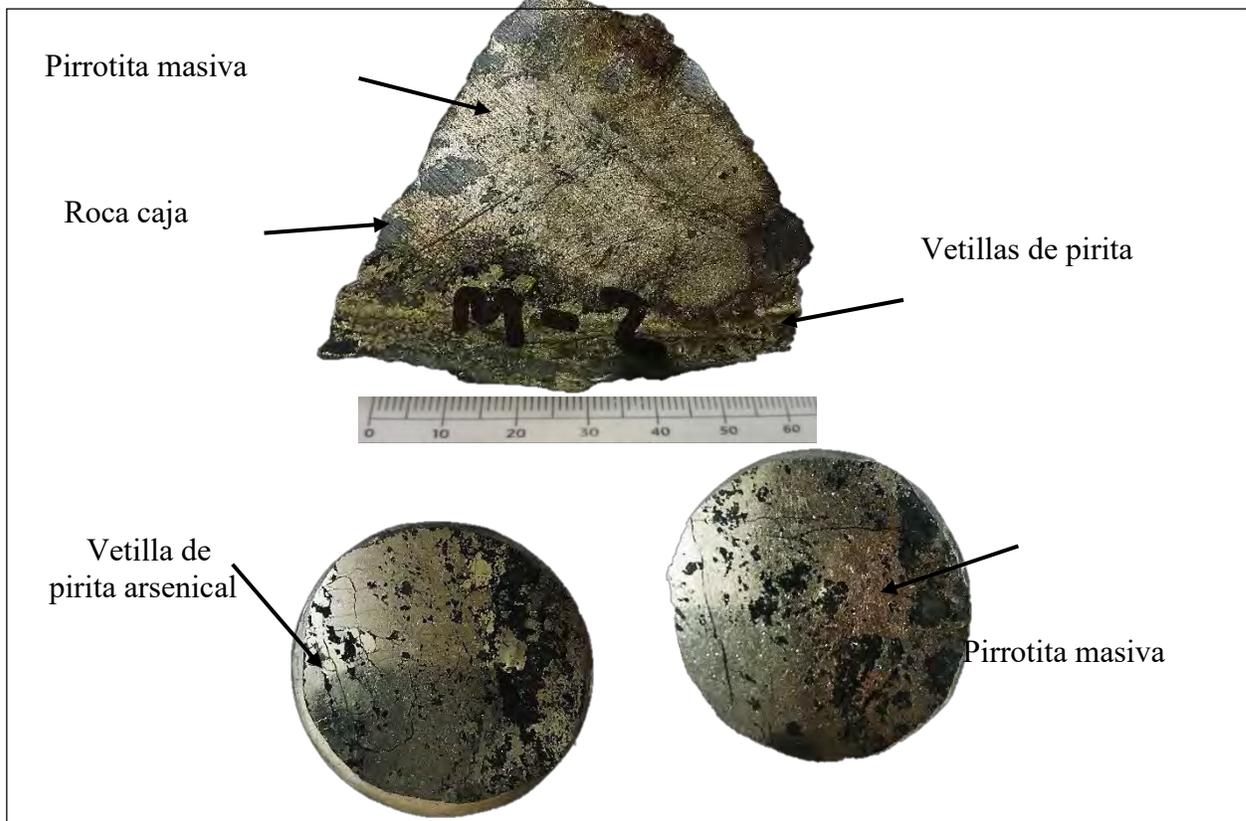
Masivo e inclusión

6.3.7.2. Intercrecimientos entre Minerales de Mena

Inclusión (1e I); simple (1a II), (1a II); ameboide (1b I); veteadado (3d I)

6.3.7.3. Descripción Macroscópica M-2d

Muestra alterada compacta de color gris oscuro que forma la roca hospedante. Se encuentra silicificada y presenta mineralización como relleno hidrotermal de sulfuros. La mineralización corresponde a pirrotita masiva, calcopirita y arsenopirita. Presenta vetillas de pirita de hasta 2 cm de espesor. Posee densidad media a alta y magnetismo moderado.



Fotografía 29: Muestra de mano y sección pulida de la veta Daysi M-2. Fuente: Elaboración propia.



6.3.7.4. Descripción Microscópica Muestra M-2d

La muestra corresponde a una roca alterada con relleno hidrotermal de sulfuros. Presenta dos generaciones de **electrum (I y II)**. La primera consta de **electrum I** y se presenta como inclusiones (1e I) en arsenopirita, algunos presentan en su composición bismuto (demostrado con MEB). El **electrum II** ocurre granos libres en microfracturas y porosidades de la arsenopirita. También se reconoce calcopirita como inclusiones en la arsenopirita. Destaca pirita arsenical en venillas hasta de 10.5 mm de espesor. Asimismo, se observa un evento masivo de calcopirita II y cubanita; por sectores, asociados con esfalerita que presenta exsoluciones de calcopirita. El evento de **bismuto II** ocurre como inclusión (1e I) en galena que puede estar asociada a telururos de plata; localmente se observa en las porosidades de arsenopirita. Los intercrecimientos entre los sulfuros de arsenopirita, pirrotita, calcopirita II, galena y esfalerita son de tipo simple (1a I) y ameboide (1b I). Localmente, se observa pirrotita y calcopirita II de forma veteada (3d I). Por último, se reconoce ganga de cuarzo.

6.3.7.5. Descripción mineralógico Muestra M-2d

Tabla 14: Descripción microscópica

	Mineral
RELLENO HIDROTHERMAL	Pirrotita. Se presenta a modo de agregados masivos e irregulares. Está intercrecido con arsenopirita, calcopirita II, galena, esfalerita; los intercrecimientos son de tipo ameboide (1b I) y simple (1a I). Por sectores, se observa en forma veteada (3d I). Estos intercrecimientos sugieren la precipitación de pirrotita posterior a la arsenopirita. Con 73.70%
	Calcopirita II. Ocurre con formas masivas e irregulares. Está asociada a cubanita. Además, en contacto con arsenopirita y esfalerita forma intercrecimiento simple (1a I) y con pirrotita forma intercrecimiento ameboide (1b I). Localmente, se muestra en forma veteada (3d I) y relleno intersticial. Estos intercrecimientos sugieren la precipitación de calcopirita posterior a la pirrotita. Con un 5%



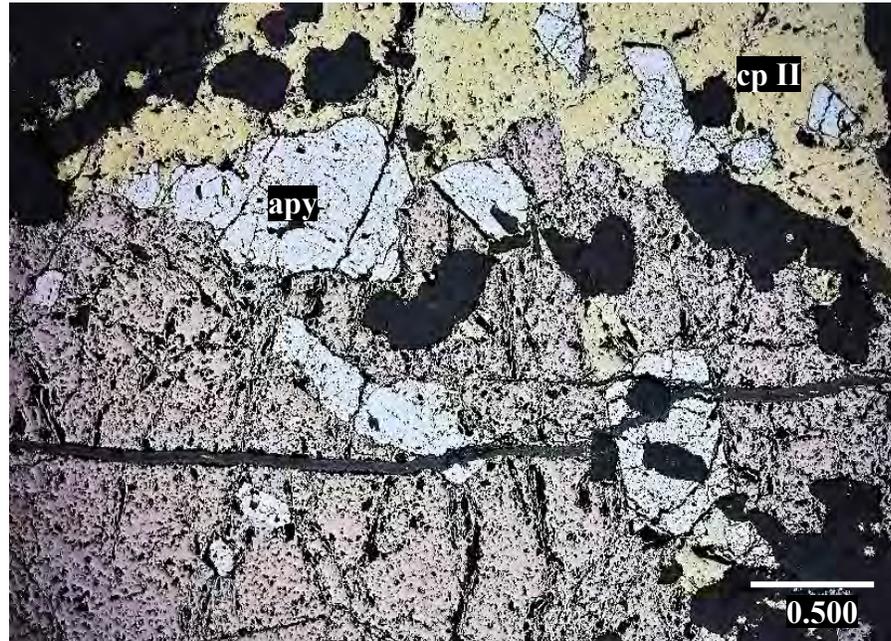
<p>Arsenopirita. Se muestra como cristales subhedrales y euhedrales; con formas rómbicas e irregulares, respectivamente. Presenta inclusiones (1e I) irregulares de electrum I y calcopirita I. En algunos casos, se observan granos libres de electrum II en sus microfracturas. Además, en sus porosidades se observa la asociación telururos de plata galena - bismuto II. En contacto con pirrotita y calcopirita II forma intercrecimiento simple (1a I) y ameboide (1b I). Estos intercrecimientos sugieren como primer evento la precipitación de arsenopirita. De tamaño ≤ 1.5 y un 3%.</p>
<p>Galena. Se presenta como agregados irregulares con tamaños de hasta 0.8 mm. Presenta inclusiones (1e I) de bismuto II y está asociado con telururos de plata. Localmente, se observa en las porosidades de cristales arsenopirita, así como inclusiones en la pirrotita. Además, ocurre en contacto simple (1a I) con calcopirita II y arsenopirita. De tamaño ≤ 0.1 y un 1%.</p>
<p>Esfalerita – calcopirita Ocurre a modo de cristales anhedrales e irregulares. Se encuentra asociada a calcopirita II, formando intercrecimiento de tipo simple (1a I). Por sectores se muestra como relleno de microfracturas. Presenta exsoluciones de calcopirita. De tamaño ≤ 0.02 y presencia en tazas.</p> <p>Calcopirita. Presenta tamaños de hasta 0.02 mm. Ocurre a modo de exsoluciones globulares en esfalerita.</p>
<p>Cubanita. Presenta formas irregulares con tamaños de hasta 0.2 mm. Se encuentra asociada a calcopirita II con intercrecimiento simple (1a II). De tamaño ≤ 0.02 y presencia en tazas.</p>
<p>Telururos de plata (Hessita). Se exhibe con formas irregulares con tamaños de hasta 0.02 mm. Se encuentra asociado en contacto simple (1a II) con galena y bismuto II; esta asociación es común en las porosidades de la arsenopirita. Este mineral se ha reconocido por microscopía electrónica (MEB). De tamaño ≤ 0.02 y presencia en tazas</p>
<p>Calcopirita I. Se presenta a modo de cristales anhedrales con tamaños de hasta 0.01 mm. Ocurre a modo de inclusiones irregulares (1e I) en arsenopirita. De tamaño ≤ 0.01 y presencia en tazas</p>
<p>Electrum I. Se muestra como inclusiones irregulares en arsenopirita; estas inclusiones son de tipo 1e I. Se ha comprobado su composición de Au y Ag con el microscopio electrónico de barrido (MEB), así como bismuto en varias inclusiones. Se han medido las dimensiones (largo y ancho) de 5 granos:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Largo = 0.040 mm; ancho = 0.020 mm, Largo = 0.014 mm; ancho = 0.006 mm, Largo = 0.010 mm; ancho = 0.006 mm, Largo = 0.008 mm; ancho = 0.004 mm, Largo = 0.008 mm; ancho = 0.006 mm, De tamaño ≤ 0.04 y 0.1%



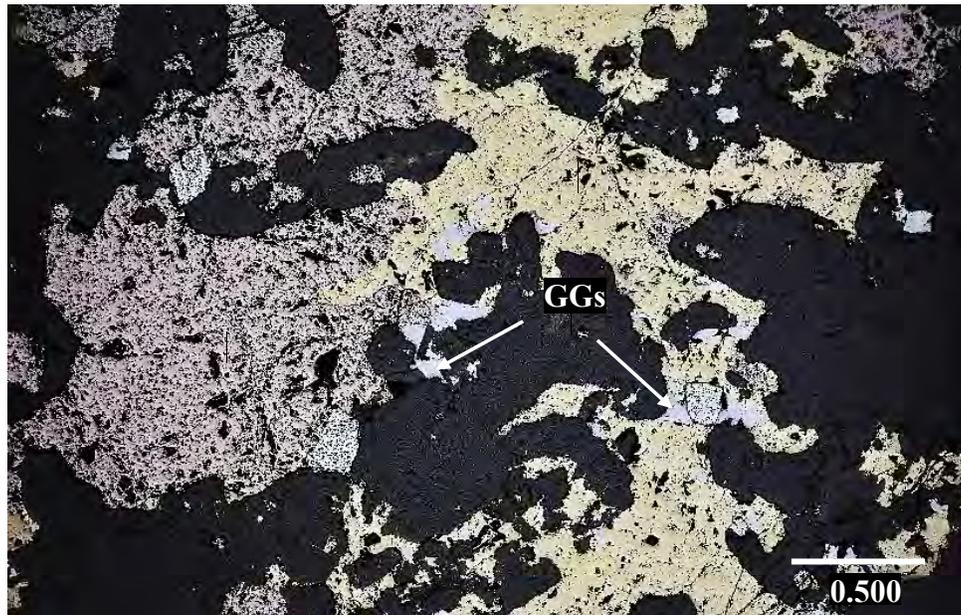
	<p>Electrum II. Se encuentra relleno microfracturas como granos libres en la arsenopirita, formando microvenillas. Destaca por su particular color de reflectancia blanco con tonalidad amarilla y alta reflectividad. Se ha comprobado su composición de Au y Ag con el microscopio electrónico de barrido (MEB). Se han medido las dimensiones (largo y ancho) de 2 granos: Largo = 0.006 mm; ancho = 0.004 mm Largo = 0.015 mm; ancho = 0.005 mm, De tamaño ≤ 0.03 y presencia en tazas</p>
	<p>Bismuto II. Se muestra como inclusiones irregulares en galena; estas inclusiones son de tipo 1e 1. Algunos granos están asociados con telururos de plata en porosidades de arsenopirita. Destaca por su color de reflectancia y alta reflectividad. De tamaño ≤ 0.03 y 0.20%.</p>
	<p>Pirita arsenical. Ocurre a modo de agregados masivos, localmente con tendencia a formar rombos. Presenta inclusiones (1e 1) irregulares de pirrotita; y también se encuentra en contacto simple (1a I) con calcopirita II. Ocurre como relleno de venillas de hasta 10.5 mm de espesor. Cabe mencionar que este mineral se encuentra en la sección complementaria; por lo cual no se está considerando el porcentaje en el presente formato.</p>
GANGAS	Se muestra como agregados masivos e irregulares. Se reconoce cuarzo. Con 15%



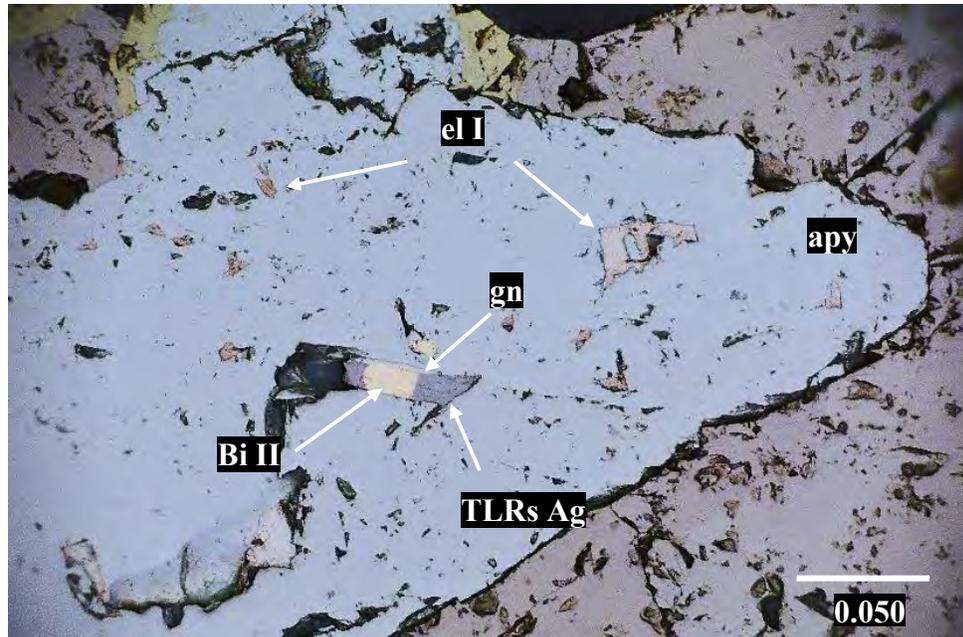
6.3.7.6. Fotomicrografías M-2d



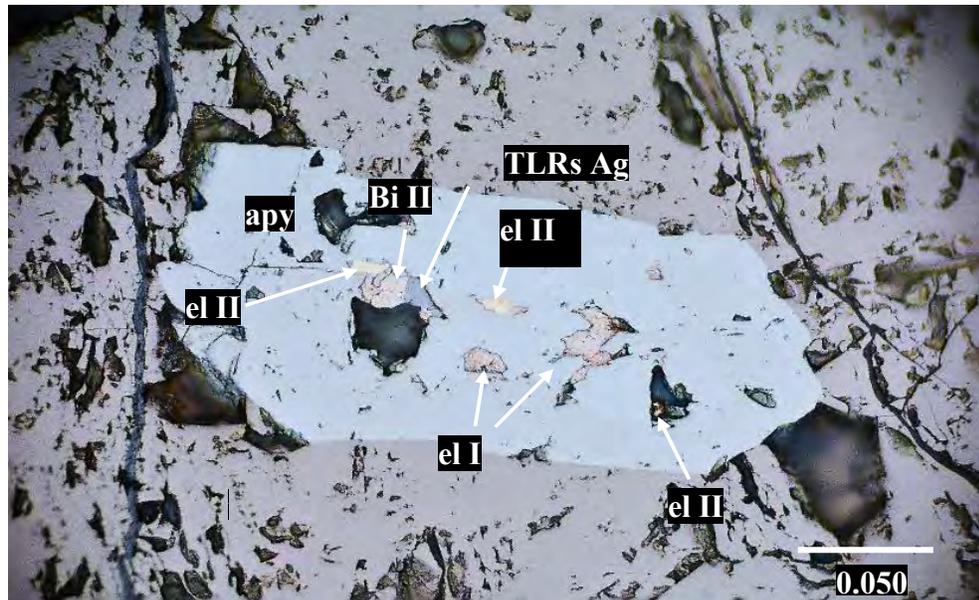
Fotomicrografía N° 25: Cristales de arsenopirita (apy) englobados por pirrotita (po) y calcopirita II (cp II). Fotomicrografía en LR-NP.



Fotomicrografía N° 26: Asociación de pirrotita (po), galena (gn) y calcopirita II (cp II) con intercrecimientos simples (1a I) y ameboide (1b I). Ganga (GGs). Fotomicrografía en LR-NP.



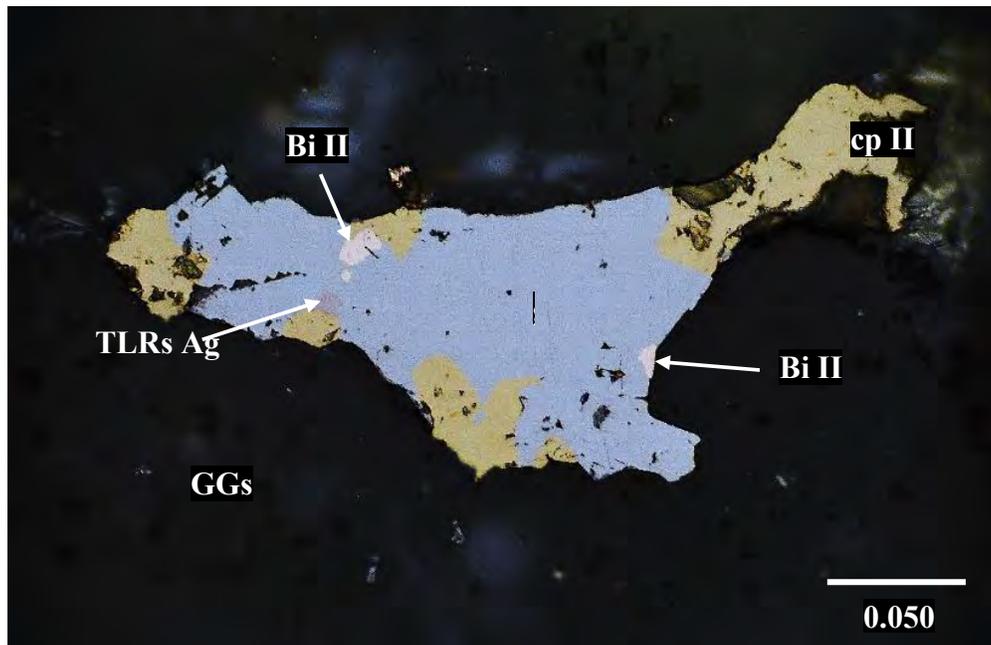
Fotomicrografía N° 27: Arsenopirita (apy) con inclusiones de electrum I (el I) y porosidades con la asociación galena (gn) – bismuto II (Bi II) y telururos de plata (TLRs Ag). Fotomicrografía en LR-NP.



Fotomicrografía N° 28: Cristal de arsenopirita (apy) con inclusiones (1e l) de electrum I (el I). Porosidades con granos libres de electrum II (el II) en microfracturas y la asociación telururos de plata (TLRs Ag) - bismuto II (Bi II). Pirrotita (po). Fotomicrografía en LR-NP.



Fotomicrografía N° 29_ Cristal de galena (gn) con inclusiones (1e I) de bismuto II (Bi II). Pirrotita (po). Fotomicrografía en LR-NP.



Fotomicrografía N° 30: Galena (gn) con inclusiones (1e I) de bismuto II (Bi II) asociados con telururos de plata (TLRs Ag). Calcopirita II (cp II). Ganga (GGs). Fotomicrografía en LR-NP.



6.4. Microscopia Electrónica de Barrido (MEB)

El estudio sirve para reconocer especies minerales complejas y especies con tamaños muy pequeños que no se pueden reconocer por medio de la microscopía óptica. Su aplicación es fundamental en la geometalurgia, para el reconocimiento de minerales perjudiciales que contienen As, Sb, Hg, etc. propio en los sulfosales.

De la misma manera, se aplica para reconocer minerales que no se pueden identificar con el análisis de difracción de rayos X, por encontrarse en concentraciones menores que el 2%. Se requiere de un estudio minerográfico previo, donde se haya reconocido los minerales complejos que serán materia de estudio con la microscopía electrónica.

El estudio se puede realizar en una sección pulida o delgada-pulida y comprende:

- Reconocimiento y tamaño de especies minerales (menas y gangas).
- Reconocimiento de oro y electrum en porcentajes.
- Reconocimiento de variedades de sulfosales de plomo, plata, bismuto, cobre, etc,
- Determinación elemental de las especies minerales reconocidas de manera puntual, lineal y/o areal. Según sea el caso se complementa con un análisis estadístico para estudios de oro y plata.

6.4.1. Veta Daysi M-2d

6.4.2.1. Campo 1: Galena incluida en pirrotita

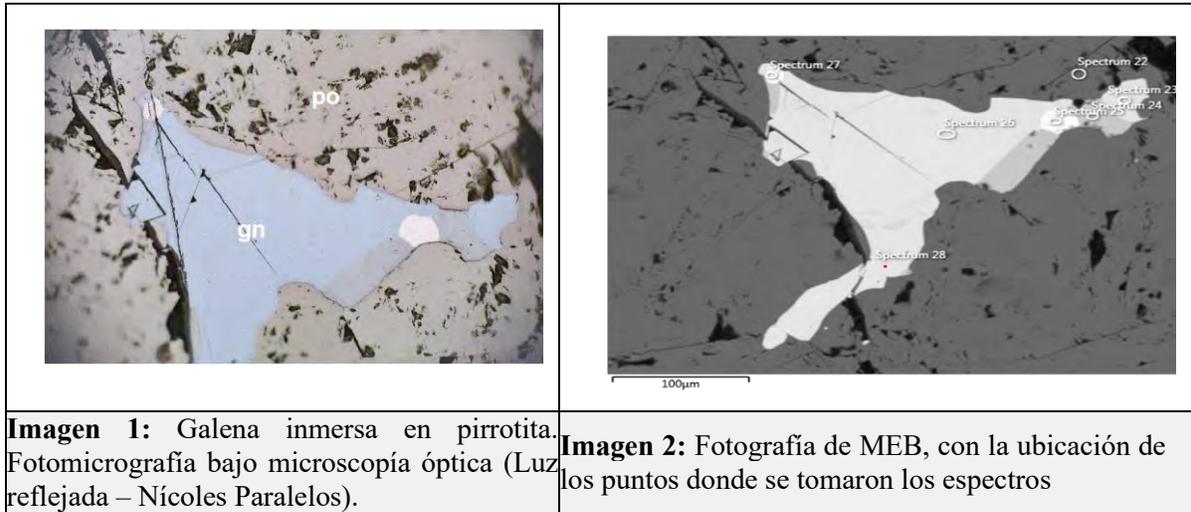


Imagen 1: Galena inmersa en pirrotita. Fotomicrografía bajo microscopía óptica (Luz reflejada – Nícoles Paralelos).

Imagen 2: Fotografía de MEB, con la ubicación de los puntos donde se tomaron los espectros

Tabla 15: resumen de análisis de espectros EDS (Espectrometría de dispersión de energía de rayos X).

N° espectro	de	S	Fe	Pb	Ag	Te	Bi	O	Sb	Minerales Reconocidos
22		38.8	61.2							Pirrotita
23		12.2		87.8						Galena
24					64	36				Teluro de plata
25							96.9	2	1.1	Bismuto nativo
26		12		88						Galena
27							95.9	4.1		Bismuto nativo
28		11.7		80.9			7.4			Galena con bismuto

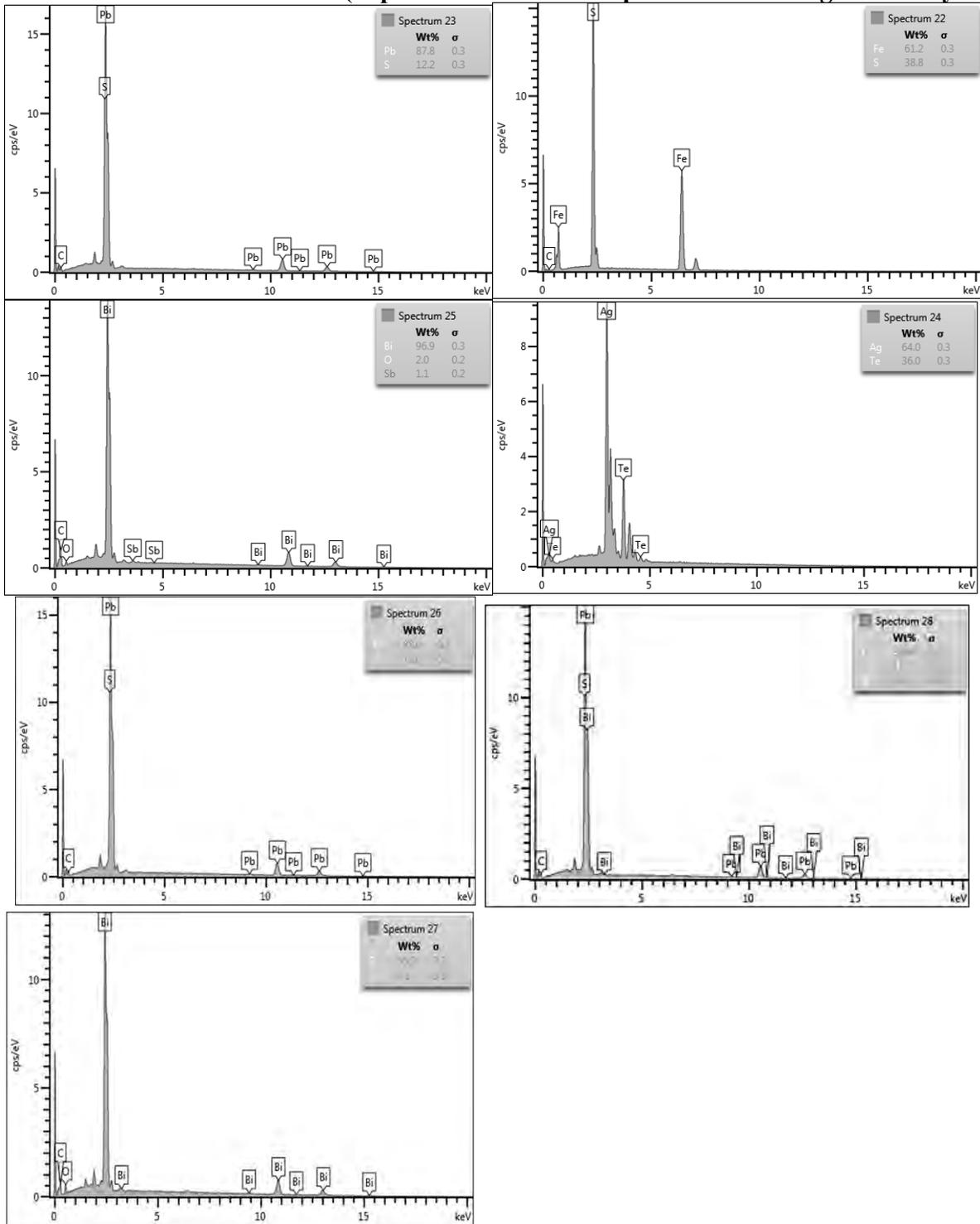
Fuente: Unidad minera Pyramid Metals.

Resumen de minerales reconocidos

Pirrotita, galena, telururo de plata (posible Hessita), Bismuto nativo.



ESPECTROS EDS (Espectrometría de dispersión de energía de rayos X).



Fuente: Unidad minera Pyramid Metals.



6.4.2.2. Campo 2: Galena intercrecida con calcopirita

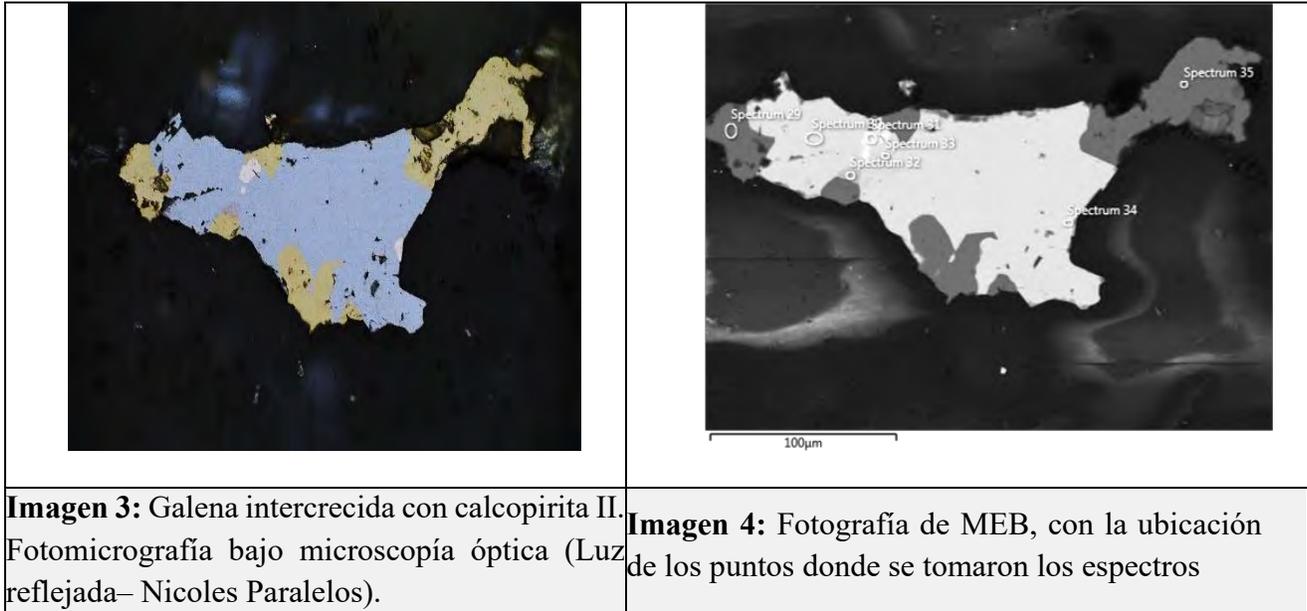


Imagen 3: Galena intercrecida con calcopirita II. Fotomicrografía bajo microscopía óptica (Luz reflejada– Nícoles Paralelos).

Imagen 4: Fotografía de MEB, con la ubicación de los puntos donde se tomaron los espectros

Tabla 16: resumen de análisis de espectros EDS (Espectrometría de dispersión de energía de rayos X).

No de Espectro	S	Fe	Cu	Pb	Ag	Te	Bi	O	Sb	Al	Si	Minerales Reconocidos
29	35.5	30.4	34.1									Calcopirita
30	12.2			87.8								Galena
31							97.4	1.5	1.1			Bismuto nativo
32				1.3	63.5	35.2						Teluro de plata
33	12.3			87.7								Galena
34							71.7	19.3		6.4	2.7	Bismuto nativo
35	35.7	30.4	33.9									Calcopirita

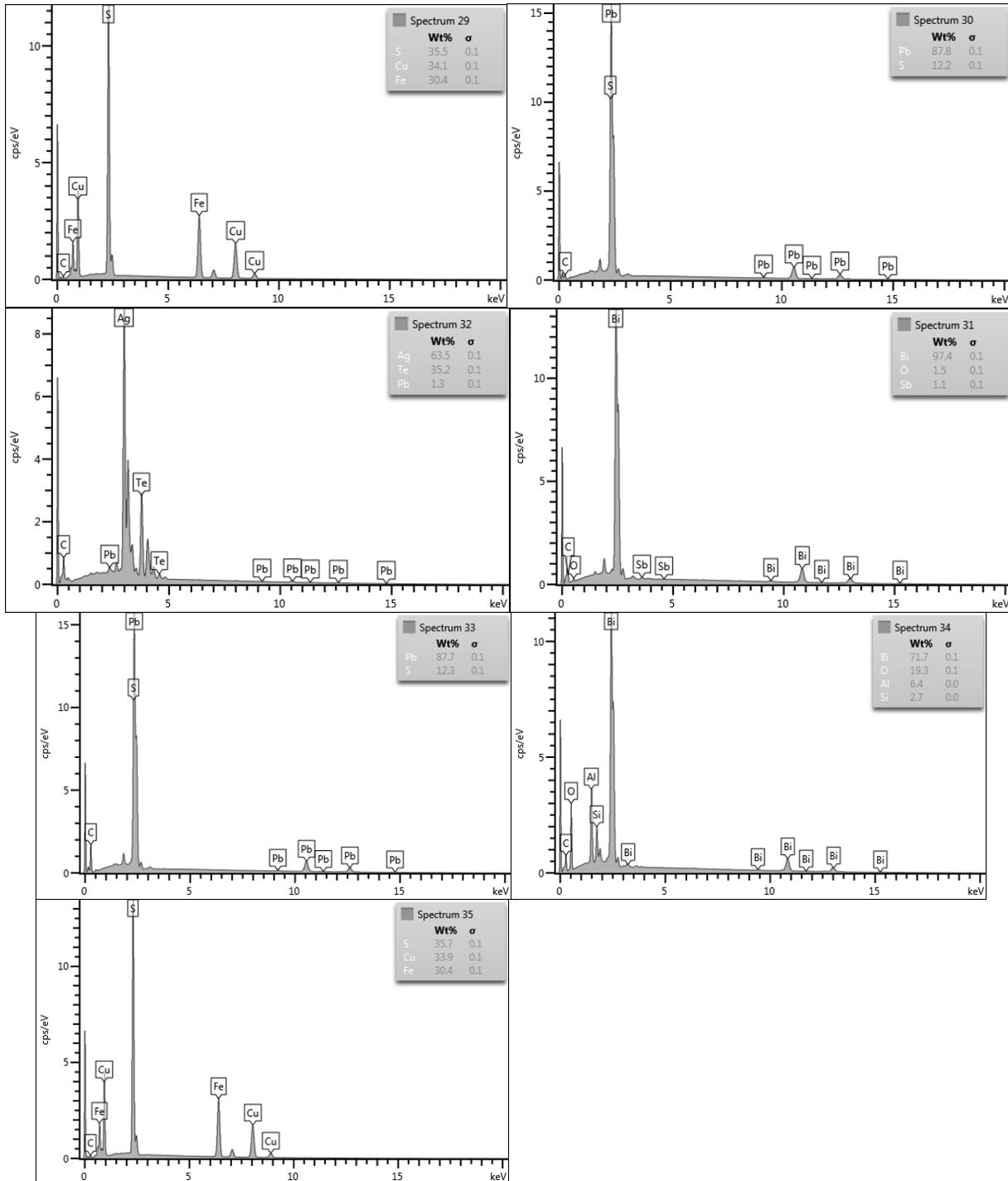
Fuente: Unidad minera Pyramid Metals.

Resumen de minerales reconocidos

Calcopirita, galena, Bismuto nativo, telururo de plata (posible Hessita).



ESPECTROS EDS (Espectrometría de dispersión de energía de rayos X).



Fuente: Unidad minera Pyramid Metals



6.4.2.3. Campo 3: Arsenopirita incluida en pirrotita

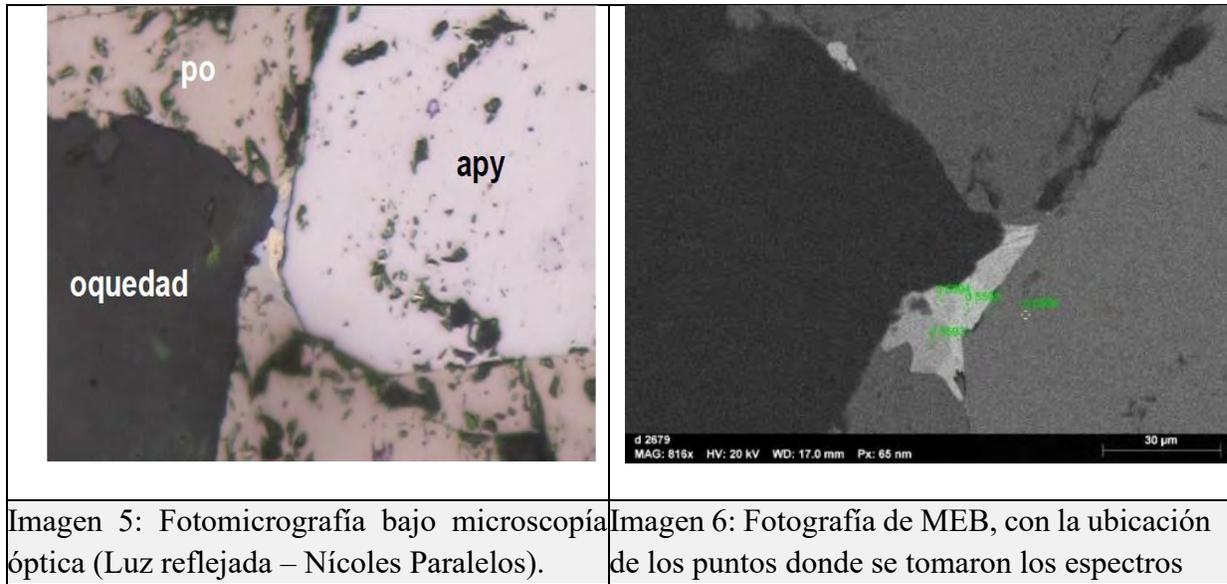


Imagen 5: Fotomicrografía bajo microscopía óptica (Luz reflejada – Nícoles Paralelos).

Imagen 6: Fotografía de MEB, con la ubicación de los puntos donde se tomaron los espectros

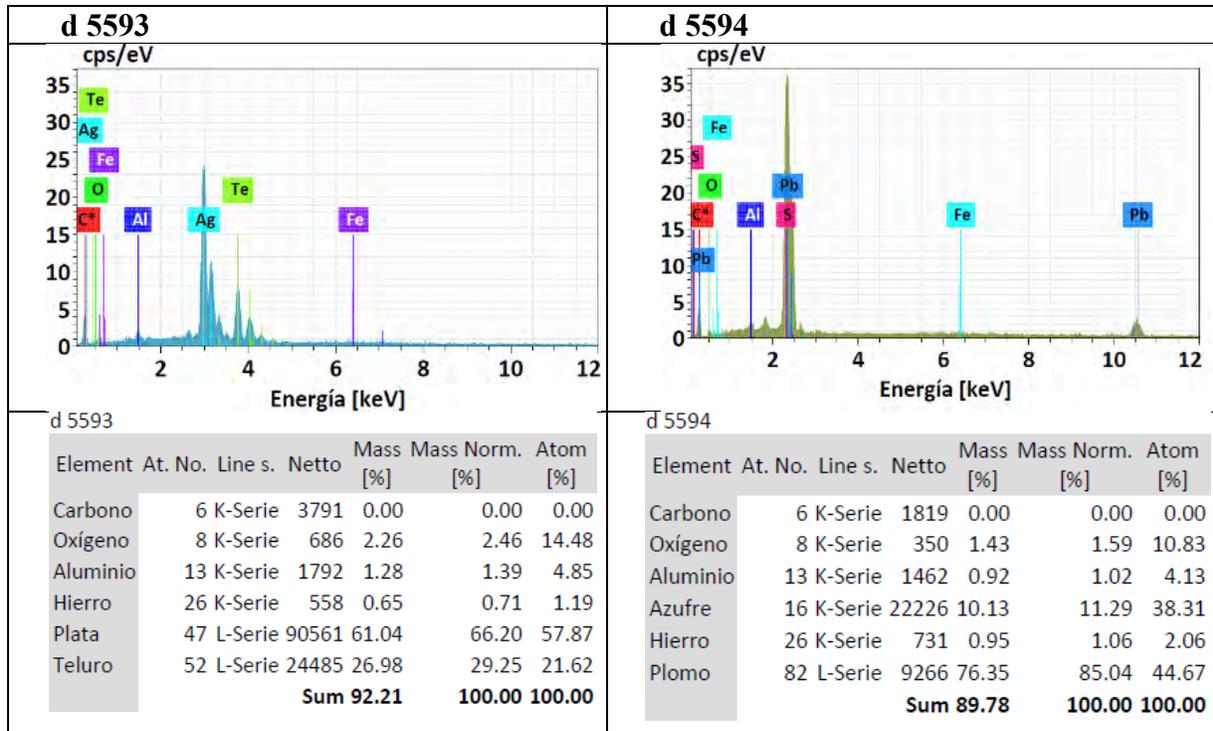
Tabla 17: resumen de análisis de espectros EDS (Espectrometría de dispersión de energía de rayos X).

No de espectro	S	Fe	As	Pb	Ag	Te	Bi	O	Al	Minerales Reconocidos
5593		0.71			66.2	29.3		2.46	1.39	Teluro de plata
5594	11.29	1.06		85.04				1.59	1.02	Galena
5595		1.73					95.58	1.62	1.07	Bismuto nativo
5596	17.64	34.4	47					0.97		Arsenopirita

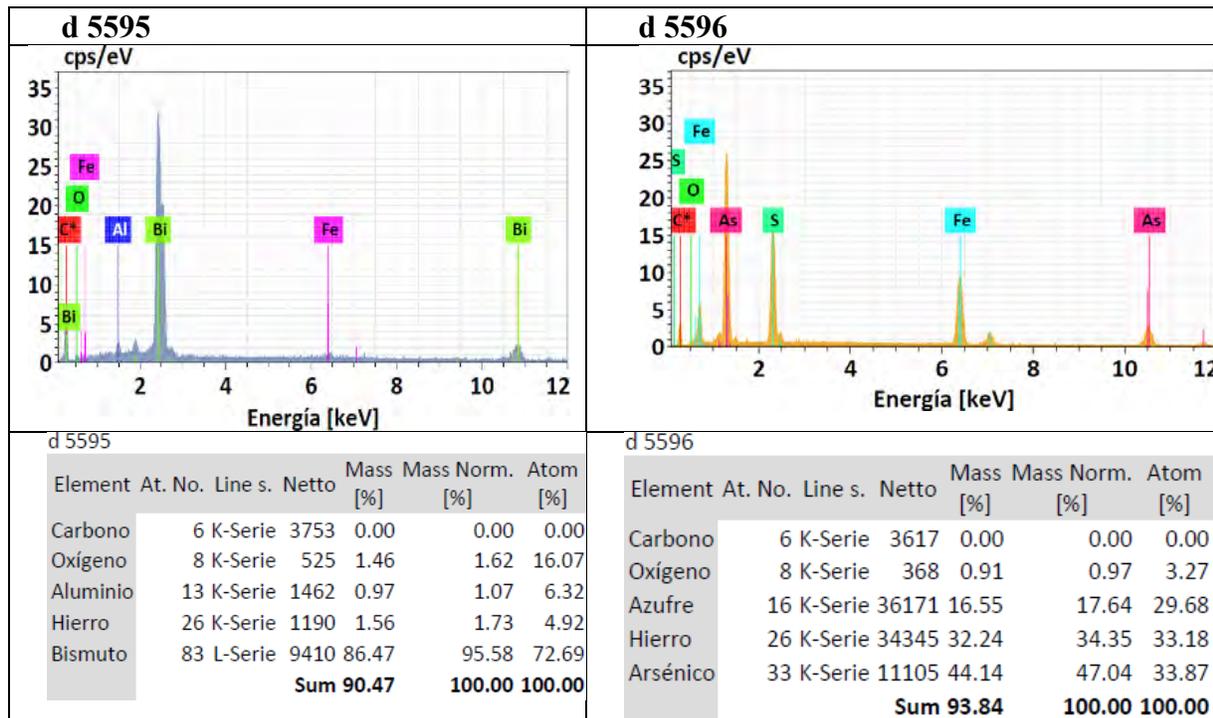
Fuente: Unidad minera Pyramid Metals.

Resumen de minerales reconocidos:

Teluro de plata (posible Hessita), galena Bismuto nativo, arsenopirita.



6.4.2.4. Campo 4: Arsenopirita intercrecida con calcopirita



Fuente: Unidad minera Pyramid Metals

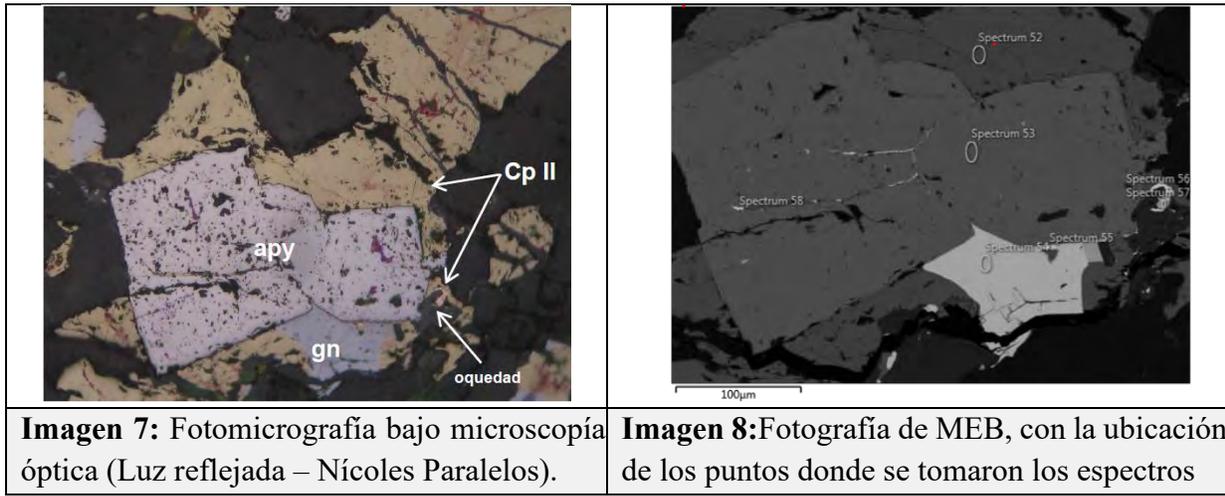


Imagen 7: Fotomicrografía bajo microscopía óptica (Luz reflejada – Nícoles Paralelos).

Imagen 8: Fotografía de MEB, con la ubicación de los puntos donde se tomaron los espectros

Tabla 18: resumen de análisis de espectros EDS (Espectrometría de dispersión de energía de rayos X).

No de espectro	S	Fe	Cu	Pb	Ag	Au	Bi	As	Minerales Reconocidos
52	35.7	29.9	34.4						Calcopirita
53	19.5	33.5						47	Arsenopirita
54	12.5			87.5					Galena
55		1.1					98.9		Bismuto nativo
56	1.9	2.8	2.3				92.9		Bismuto nativo, calcopirita
57					74.5	25.5			Electrum
58	13	21.3					28.2	37.5	Bismuto nativo, arsenopirita

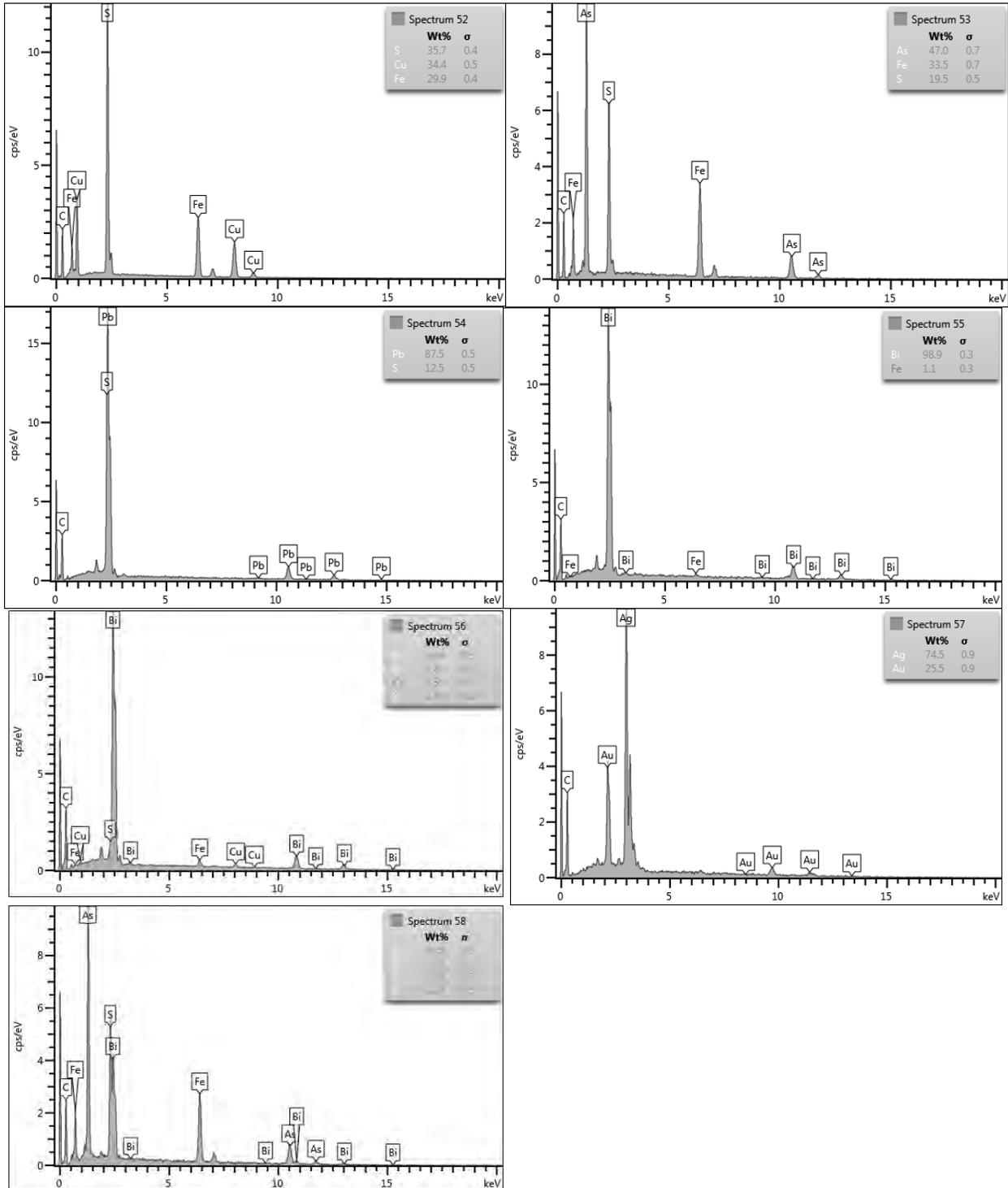
Fuente: Unidad minera Pyramid Metals.

Resumen de minerales reconocidos:

Calcopirita, arsenopirita, galena, Bismuto nativo, electrum.



ESPECTROS EDS (Espectrometría de dispersión de energía de rayos X).



Fuente: Unidad minera Pyramid Metals.

6.4.2.5. Campo 5: Arsenopirita con microvenillas

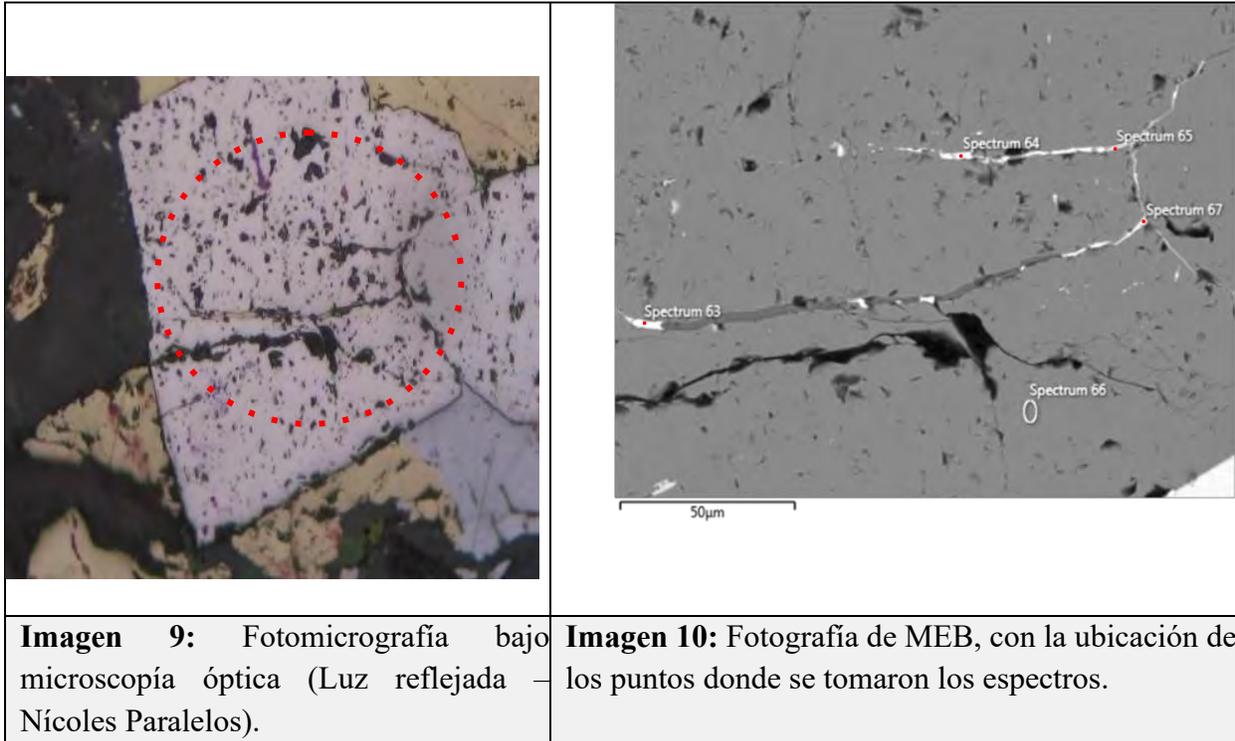


Imagen 9: Fotomicrografía bajo microscopía óptica (Luz reflejada – Nícoles Paralelos).

Imagen 10: Fotografía de MEB, con la ubicación de los puntos donde se tomaron los espectros.

Tabla 19: resumen de análisis de espectros EDS (Espectrometría de dispersión de energía de rayos X).

No de espectro	S	Fe	Au	Ag	Bi	As	O	Al	Minerales Reconocidos
63		3.3			96.7				Bismuto nativo
64		4.3			95.7				Bismuto nativo
65			22.2	77.8					Electrum
66	18.7	32.8				48.5			Arsenopirita
67		6			72.7	5.9	10.9	4.4	Bismuto nativo

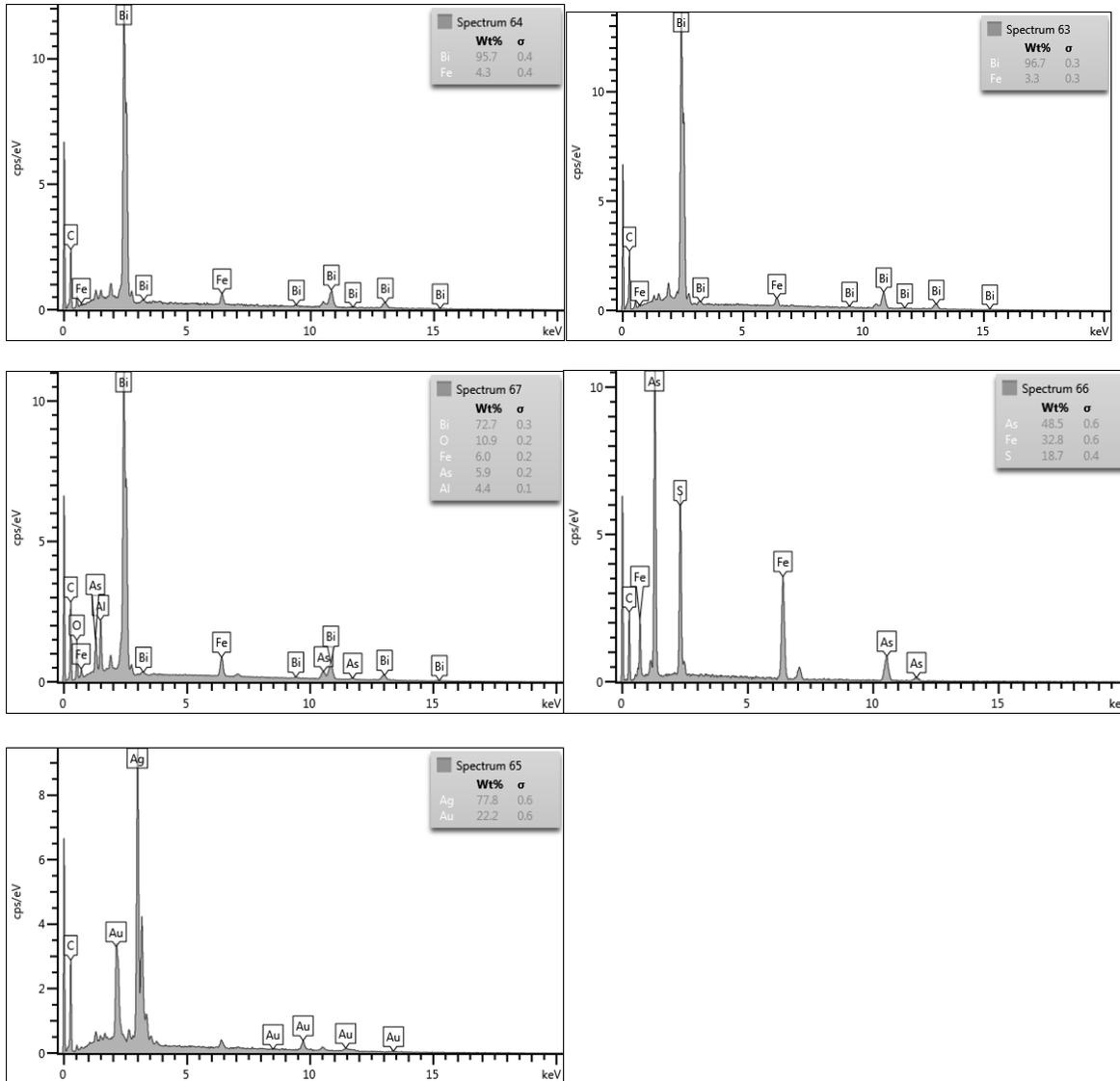
Fuente: Unidad minera Pyramid Metals.

Resumen de minerales reconocidos:

Bismuto nativo, electrum, arsenopirita.



ESPECTROS EDS (Espectrometría de dispersión de energía de rayos X).



Fuente: Unidad minera Pyramid Metals

6.4.2.6. Campo 6: Arsenopirita incluida en calcopirita

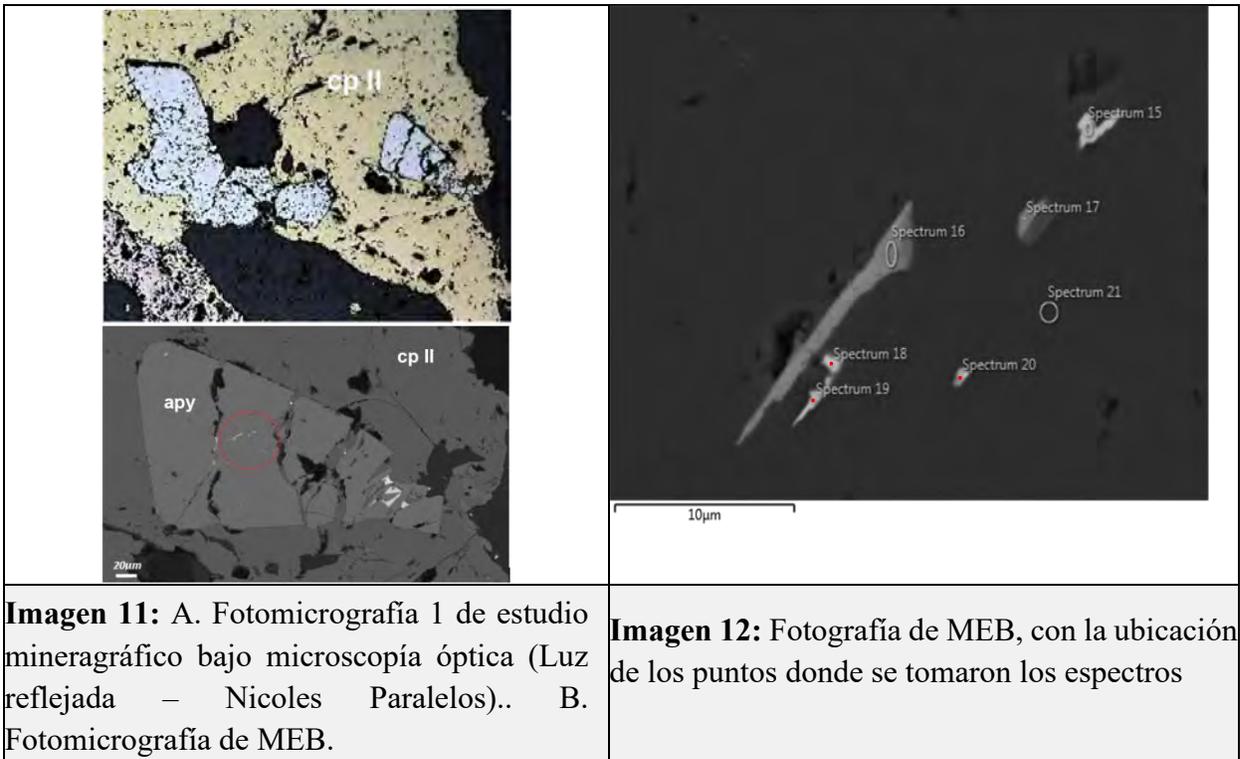


Imagen 11: A. Fotomicrografía 1 de estudio minerográfico bajo microscopía óptica (Luz reflejada – Nícoles Paralelos).. B. Fotomicrografía de MEB.

Imagen 12: Fotografía de MEB, con la ubicación de los puntos donde se tomaron los espectros

Tabla 20: resumen de análisis de espectros EDS (Espectrometría de dispersión de energía de rayos X).

N° de Espectro	S	Fe	Au	Ag	Bi	As	Sb	Te	O	Minerales Reconocidos
15	2.4	6	20.2	13.7	49.4	5.8	2.6			Electrum, arsenopirita, bismuto nativo
16	1.3	3.4		55		6.5		30.1	3.7	Teluro de plata, arsenopirita
17	2.4	5.9		47.8		16.8		27.2		Teluro de plata, arsenopirita
18	3.4	7.5			71.7	14.5	3			Bismuto nativo
19	5.3	8.3	38.5	32.2		15.7				Electrum, arsenopirita
20	6.4	11	31	7.2	18.8	17.5	2.8	2.6	2.7	Teluro de oro-plata, arsenopirita, bismuto nativo
21	18.1	33.2				48.7				Arsenopirita

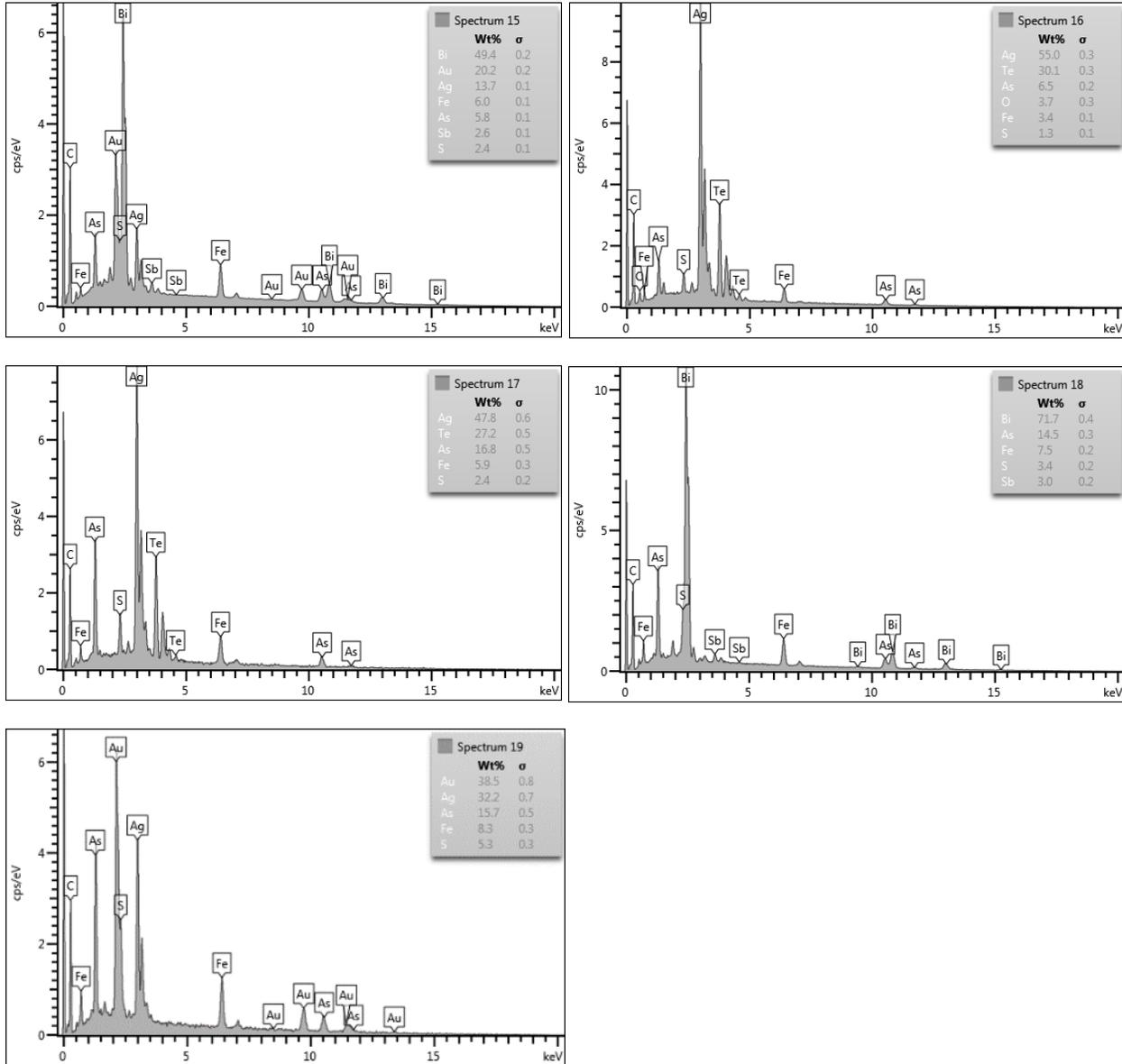
Fuente: Unidad minera Pyramid Metals.

Resumen de minerales reconocidos:

Bismuto nativo, electrum, arsenopirita, telururo de plata,



Espectros EDS (Espectrometría de dispersión de energía de rayos X).



Fuente: Unidad minera Pyramid Metals.



CAPITULO VII: GEOLOGÍA ECONÓMICA

7.1. GENERALIDADES

El proyecto Lomas II se divide en tres zonas de acuerdo a la accesibilidad y cercanía como son:

Target Zona Sur. Se identificaron dos vetas (Lomas y Jazmín) las cuales son proyección de la zona centro(target), estas Vetas están siendo trabajadas artesanalmente por mineros informales.

Target zona Centro. Se ubicaron 3 Vetas (Daysi, Jobbita y Lomas II) y una inferida (Jazmín) que se proyecta de la zona sur, de dichas Vetas sale la producción diaria y se tiene más laboreo, del cual ampliaremos su descripción más adelante.

Target zona Norte. En esta zona se tiene una alteración similar a la zona centro, se tiene ubicados la proyección de cuatro vetas superficiales (Daysi, Jobbita, Lomas, Jazmín) con un potencial de exploración alto, ya que está ubicado dentro de la franja que abarca regionalmente los depósitos de tipo IOCG.

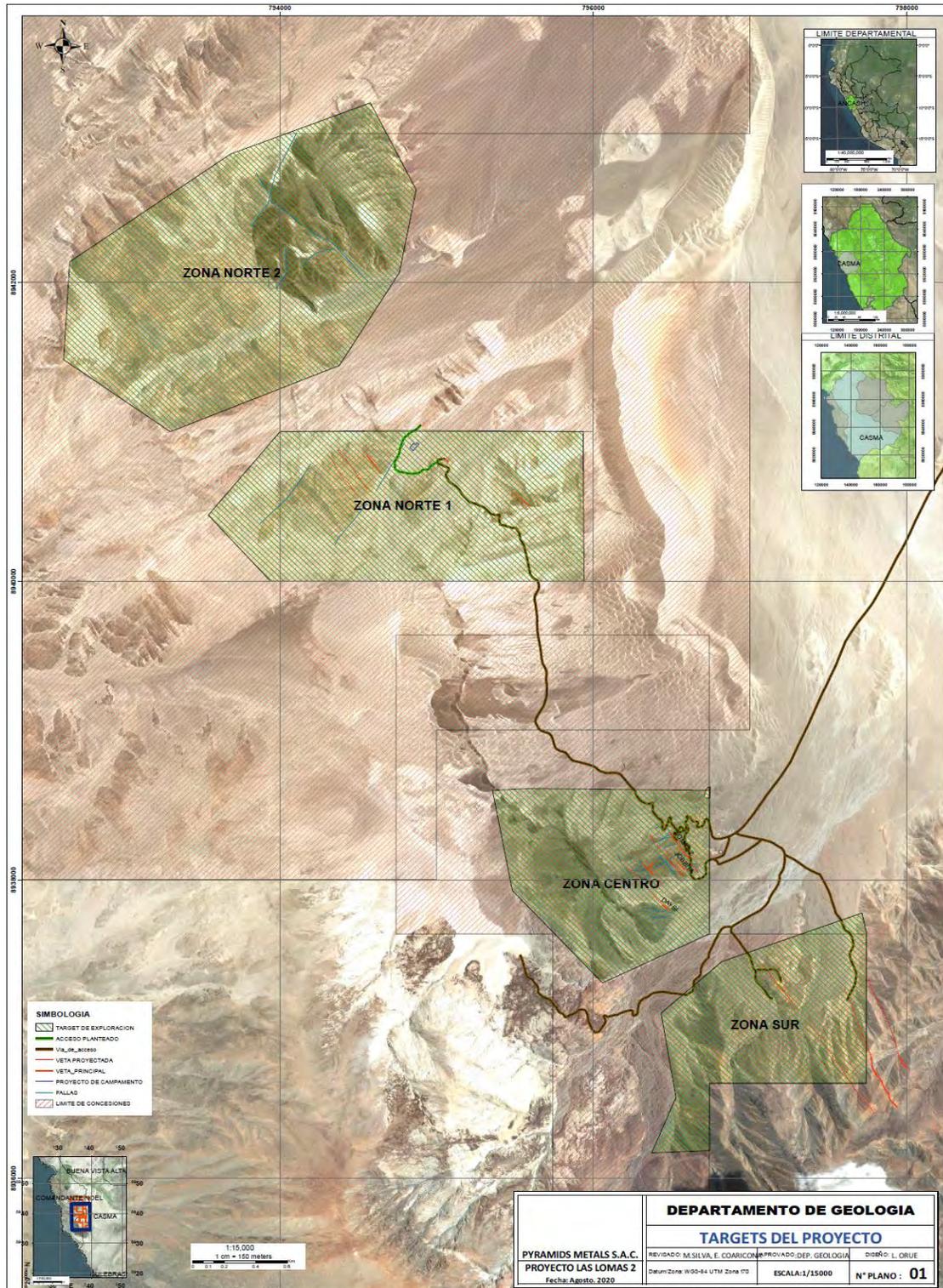


Figura 34: Mapa Plano de ubicación de zonas y targets del proyecto. Fuente: Elaboración propia.



7.2. METALOGENIA DE LA ZONA

Metalogénicamente la zona de trabajo pertenece a la VIII franja de depósitos de Cu-Fe-Au (IOCG) del Cretácico inferior. Los depósitos metálicos están relacionados con la actividad magmática de la cuenca Casma. Los principales controles de mineralización son fallas NO-SE, los eventos de mineralización que constituyen esta franja están entre 115 y 100 Ma (Acosta, 2008)

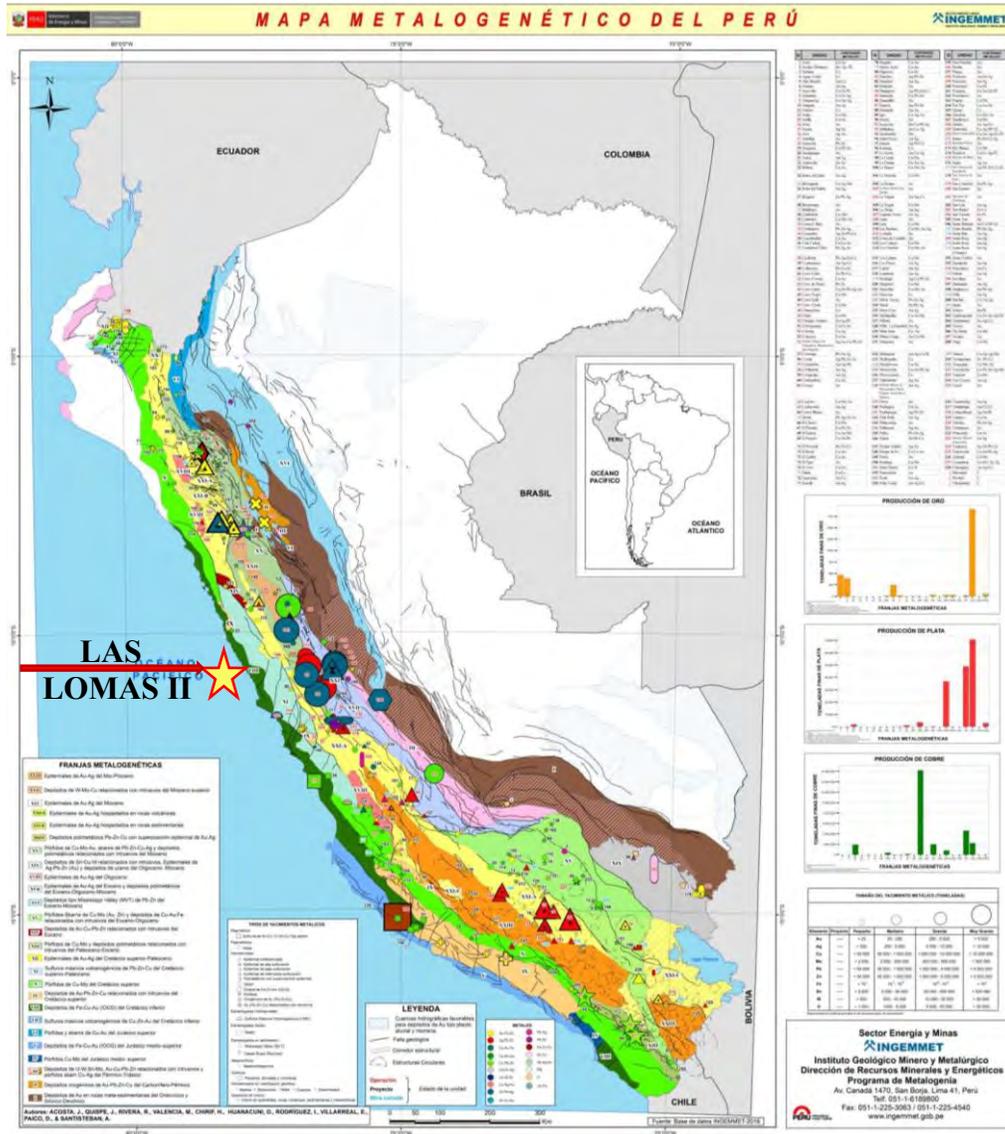


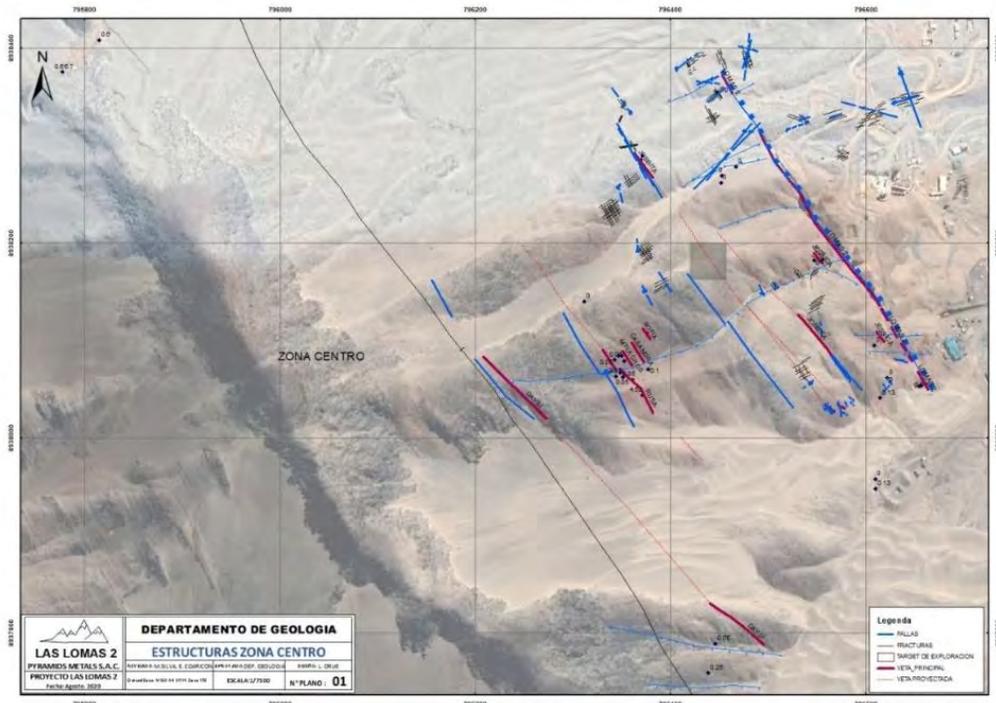
Figura 35: Mapa Plano de ubicación de zonas y targets del proyecto. Fuente: Ingemmet.



7.3. DESCRIPCIÓN DEL TARGET ZONA CENTRO

En esta zona se tiene los trabajos más avanzado tanto como trincheras, accesos, muestreo, y labores mineros de exploración y producción, La producción está ubicado en esta zona con 800 hectáreas titulado y registrado en registro públicos, se tiene una cesión de la concesión por diez años con una opción de compra, y está dentro del proyecto Pyramid Gold, y se encuentra registrada todas las concesiones a nombre de la Compañía Minera Pyramid Metals S:A:C.

Se tiene los estudios geológicos más avanzados en exploración de todo el proyecto Pyramid Gold, y se tiene ubicados 3 vetas como son (Veta las Lomas, Veta Jobbita, Veta Daysi), se tiene mayor información de las vetas Las Lomas II y veta Daysi por ser las vetas en producción, profundización, y explotación, la veta Jobbita tiene una galería y un cruceo de exploración y se tiene muestras puntuales, se piensa continuar con la exploración tanto en galería y cruceo.



Fotografía 30: Plano de ubicación de vetas y cuerpos zona centro. Fuente: Elaboración Propia.



7.3.1. Veta Lomas II

En el proyecto Pyramid Metals, la veta Lomas II tiene una longitud de 350m con una potencia promedio de 0.60m con una profundización vertical 240m se tiene desarrollo tres niveles y tres subniveles de nivel a nivel es de 50m de nivel a subnivel 25m con una longitud de 350m aproximados, en los cuales se ubica tres galería (G1 290, G1 120, y G1 260) y cada nivel tiene su subnivel explotación a excepción del nivel 340 que no tiene su subnivel por estar cerca de la superficie, y el nivel 260 tiene 2 subniveles, accesibles por una rampa negativa llamada Lomas II con una extensión de 320m aproximados, la forma de cubicación en cada tajo es con muestras sistemáticos a cada metros de muestra a muestra filtrados y promediados y ponderados para una cubicación estándar cómo podemos observar el cuadro modelo de cubicaciones de los tajos.

											P. UNITARIOS				
											43.95	4.925	5.626	19.998	5.565
INVENTARIO GENERAL AL															
UNIDAD:	LOMAS														
CUERPO:	LOMAS DOS														
BLOCK:	205	NIVEL:	0	MINERAL:						FRESCO					
CERTEZA:	probable			ACCESIBILIDAD:						MINABLE					
REFERENCIA	LONG	ANCHO VETA	AREA	Au gr/t	Ag Oz/ t	% Pb	% Cu	% Zn	ANCHO MINA	US\$					
GAL 110 NW	30.00	0.70	20.85	7.49	1.26				0.80	335.40					
GAL 120 NW	34.00	0.75	25.50	4.41	2.12				0.80	204.24					
CH 205	28.00	0.45	12.60	5.00					0.80						
TOTAL	92.00	1.90	58.95	16.90	3.38	0.00	0.00	0.00	2.40	539.64					
PROMEDIO		0.64		5.63	1.36	0.00	0.00	0.00	0.80	253.94					
PROMEDIO DILUIDO				4.51	1.09	0.00	0.00	0.00		203.40					
PROMEDIO DILUIDO CASTIGADO				4.51	1.09	0.00	0.00	0.00		203.40					
BUZAMIENTO	87.00	PE:	2.80	TMS:	1218										
ALTURA CORFO	6.00	AREA (m2):	543.80	F.C.:	85%										
LONGITUD:	38.00	VOLUMEN (m3):	435.04	TMS X FC:	1035.40										

Cuadro 3: Cuadro modelo de la cubicación de tajos. Fuente: Elaboración Propia.



7.3.1.1.Exploración y Desarrollo veta Lomas II

En el nivel 340 galería 290, nivel 300 galería 120, Nivel 260 se tiene tajeadas y explotadas en su totalidad de todo el desarrollo, solo quedando como mineral en los puentes de seguridad como guarda cabeza, y algunos tajos por tajar se tiene 23,780.60Tm de mineral en todo sus tajos, con una potencia de veta de 0.60m promedio y una ley promedio de Au 3.2gr/Tm y también se tiene reservas probables de 19,871.20 Tm mineral con una ley promedio de 2.2gr/Tm Au, y por último se tiene proyectado las reservas potenciales en profundización horizontal y verticalmente, quedando en exploración los tope de casi todo los niveles solo queda como reservas potenciales y tenemos cubicados 19,124.30Tm de mineral con una ley proyectada de Au 1.5gr/Tm con esto tenemos para 2 años de producción, hay presentamos cuadro ejemplo de muestreo y plano de bloques de cubicación para validar lo descrito.

MUESTREO DE LABORES DE LA VETA LAS LOMAS DOS									
ITEM	CODIGO	FECHA	VETA	LABOR	M EN:	TIPO M.	POTENCIA	Au gr/Tm	Ag Oz/Tm
1	2060	44025	Lomas	CH 205	Frente	Canal	0.45	10.467	5.545
2	2061	44025	Lomas	CH 205	Piso	Canal	0.45	1.4	0.891
3	2062	44025	Lomas	TJ 235	Frente	Canal	0.5	3.1	2.636
4	2063	44025	Lomas	Gal 110 NW	Techo	Canal	0.3	1.23	0.586
5	2064	44025	Lomas	Gal 110 NW	Techo	Canal	0.55	6.7	1.081
6	2065	44025	Lomas	Gal 110 NW	Techo	Canal	0.45	4.93	10.42
7	2066	44025	Lomas	Gal 110 NW	Techo	Canal	0.3	1.86	1.07
8	2067	44025	Lomas	Gal 110 NW	Techo	Canal	0.55	2.8	0.41
9	2068	44025	Lomas	Gal 110 NW	Techo	Canal	0.6	4.1	0.38
10	2069	44026	Lomas	GL260NW	Techo	Canal	0.75	8.43	1.18
11	2070	44026	Lomas	GL260NW	Techo	Canal	0.5	9.1	0.99
12	2071	44026	Lomas	GL260NW	Techo	Canal	0.45	6.76	0.73
13	2072	44026	Lomas	GL260NW	Techo	Canal	0.55	11.73	0.95
14	2073	44031	Lomas	Gal 110 NW	Techo	Canal	0.4	0.83	0.56
15	2074	44031	Lomas	Gal 110 NW	Techo	Canal	0.55	1.83	0.7
16	2075	44031	Lomas	Gal 110 NW	Techo	Canal	0.75	19.53	1.76
17	2076	44031	Lomas	Gal 110 NW	Techo	Canal	0.75	22.56	3.18
18	2077	44031	Lomas	Gal 110 NW	Techo	Canal	0.8	19.73	2.46
19	2078	44031	Lomas	Gal 110 NW	Techo	Canal	0.7	4.96	0.68
20	2079	44031	Lomas	Gal 110 NW	Techo	Canal	0.95	2.13	0.97
INTERVALO DE LEYES DE MINERAL									
				COLOR	VALOR	Au gr/Tm			
					Valor de fondo de Mineral	< 1			
					Valor bajo	1 a 2			
					Valor medio	2 a 3.2			
					Valor Alto	3.2 a 10			
					Valor Anomalo	> 10			

Cuadro 4: Cuadro de modelo de muestreo de la veta lomas II. Fuente: Elaboración Propia.

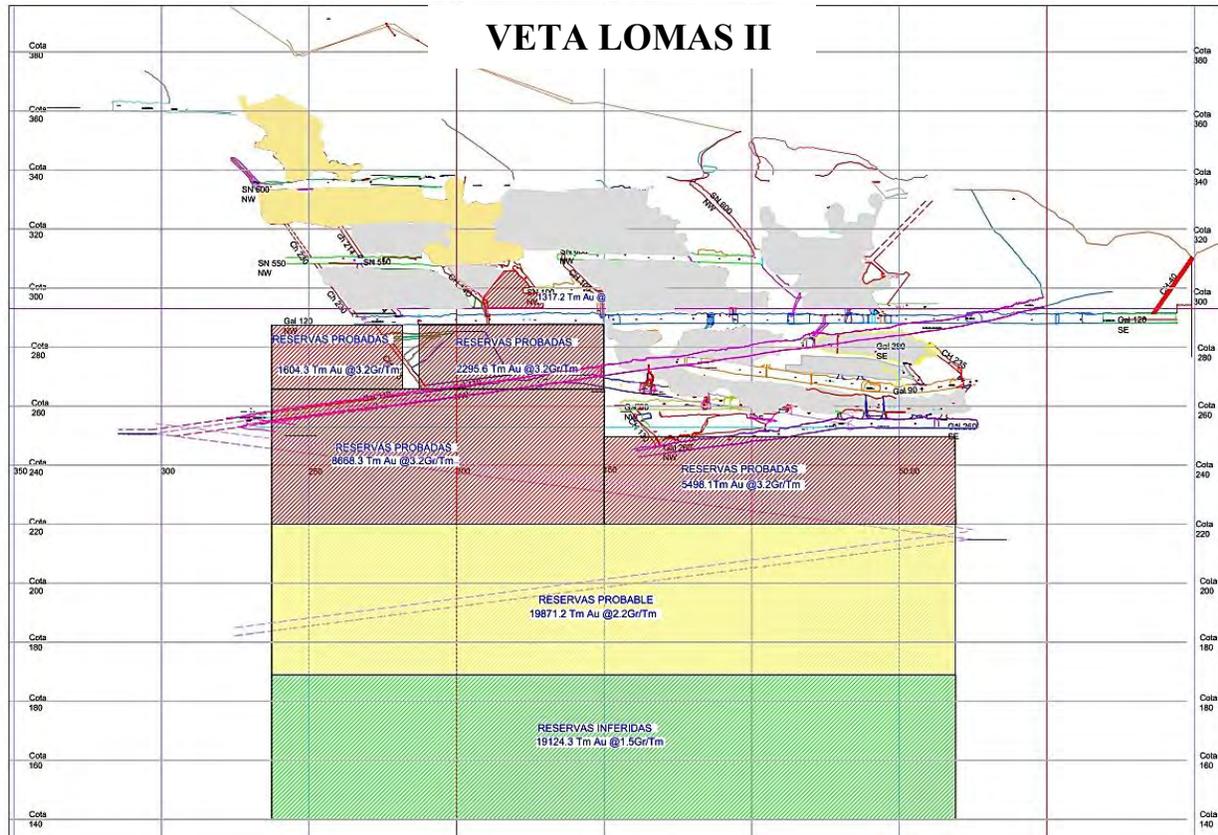


Figura 36: Plano de cubicación de reserva probada de la veta las lomas II. Fuente: Elaboración Propia.

7.3.2. Veta Daysi

En los trabajos programados de exploración de hacer accesos y trincheras al Suroeste de la veta lomas II dentro del proyecto Pyramid Metals descubrió la Veta Daysi con una potencia promedio de 0.80m aproximados que alarga 750mt con una diferencia de cota de 400mt, y se tiene una reserva probada 20,028.90 con una ley promedio de 21.32gr/Tm Au, hasta el momento, en reservas probables tenemos 126,660.10Tm con un ley promedio de Au 9.8gr/Tm, también tenemos una reserva potencial de 441,114.90Tm de mineral con una ley promedio de Au 4.1gr/Tm, se está desarrollándose rápidamente con labores de exploración en dos niveles sobre estructura tiene como



denominación galería (G1 470, y G1 490) donde se avanza con resultados bastante expectativa, en algunos puntos sobre pasan las 301.35gr/Tm Au. Estos detalles lo describimos en cuadro de muestreo y presentamos Figura de planos de cubicación.

MUESTREO DE LABORES DE LA VETA DEYSI										
ITEM	CODIGO	FECHA	VETA	GALERIA	MUESTRA EN	TIPO M.	POTENCIA	AU	AG	
1	2837	13/08/2020	Daysi	GL 470 NW	Techo	Canal	0.3	0.667	0.205	
2	2838	13/08/2020	Daysi	GL 470 NW	Techo	Canal	0.45	13.167	0.08	
3	2839	13/08/2020	Daysi	GL 470 NW	Techo	Canal	0.35	16.817	0.19	
4	2840	13/08/2020	Daysi	GL 470 NW	Techo	Canal	0.6	2.43	0.22	
5	2841	13/08/2020	Daysi	GL 470 NW	Techo	Canal	0.6	7.33	0.21	
6	2842	13/08/2020	Daysi	GL 470 NW	Techo	Canal	0.6	120.417	0.97	
7	2843	13/08/2020	Daysi	GL 470 NW	Techo	Canal	0.45	2.95	0.31	
8	2844	13/08/2020	Daysi	GL 470 NW	Techo	Canal	0.3	8.817	0.15	
9	2845	13/08/2020	Daysi	GL 470 NW	Techo	Canal	0.4	0.38	0.16	
10	2846	13/08/2020	Daysi	GL 470 NW	Techo	Canal	1.3	21.75	0.37	
11	2847	13/08/2020	Daysi	GL 470 NW	Techo	Canal	0.9	38.33	0.33	
12	2848	13/08/2020	Daysi	GL 470 NW	Techo	Canal	0.85	4.68	0.2	
13	2849	13/08/2020	Daysi	GL 470 NW	Techo	Canal	0.9	114.98	0.67	
14	2850	13/08/2020	Daysi	GL 470 NW	Techo	Canal	0.6	13.25	0.3	
15	2851	13/08/2020	Daysi	GL 470 NW	Techo	Canal	0.45	301.35	1.96	
16	2852	13/08/2020	Daysi	GL 470 NW	Techo	Canal	0.35	79.967	0.57	
17	2853	13/08/2020	Daysi	GL 470 NW	Techo	Canal	0.4	48.1	0.23	
18	2854	13/08/2020	Daysi	GL 470 NW	Techo	Canal	0.4	47.5	0.75	
19	2855	15/08/2020	Daysi	GL 470 NW	Frente	Canal	0.4	33.48	0.64	
20	2856	15/08/2020	Daysi	GL 470 NW	Frente	Canal	1.3	1.18	0.29	
				INTERVALO DE LEYES DE MINERAL						
				COLOR	VALOR	Au gr/Tm				
					Valor de fondo de Mineral	< 1				
					Valor bajo	1 a 2				
					Valor medio	2 a 3.2				
					Valor Alto	3.2 a 10				
					Valor Anomalo	> 10				

Cuadro 5. Tabla de muestreo modelo veta Deysi y su rango de colores de la ley. Fuente: Elaboración Propia.

¿

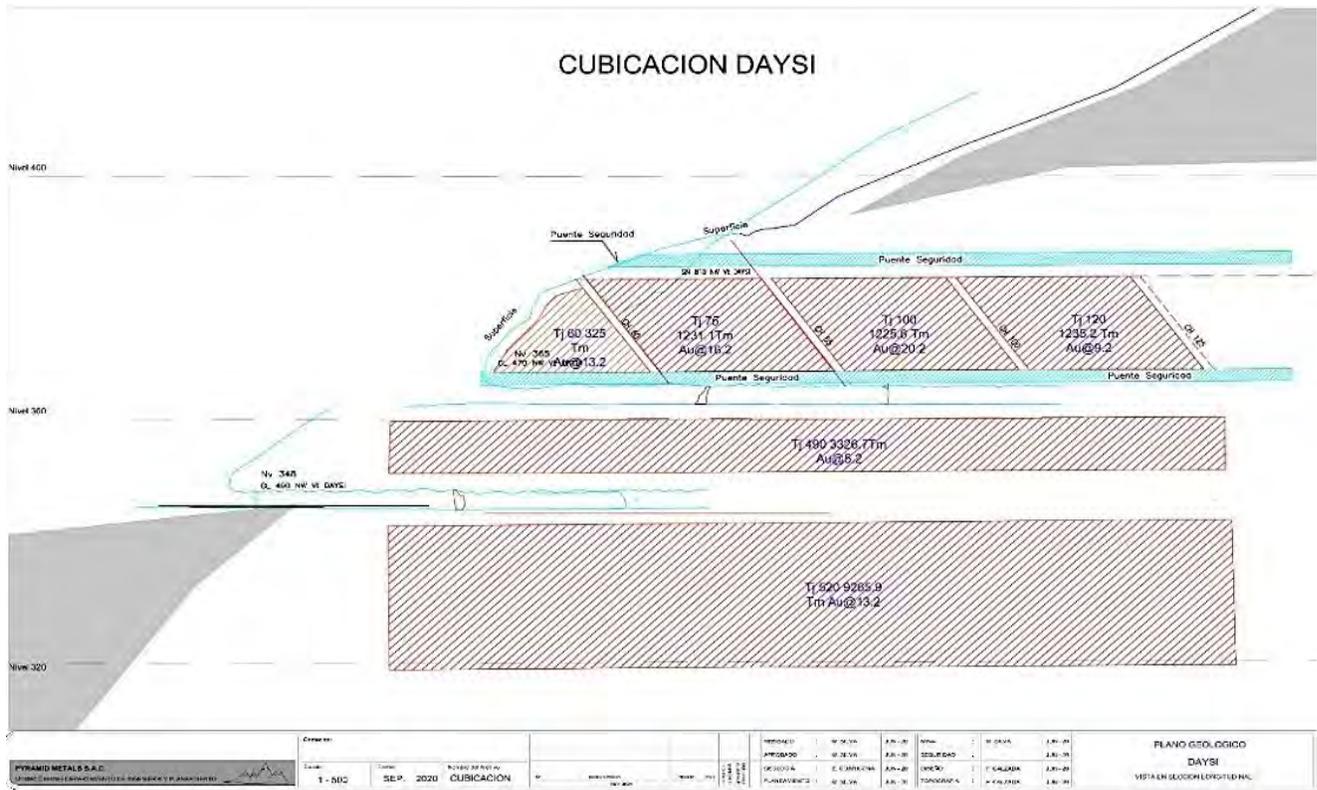


Figura 37: Plano de cubicación de reservas probadas de la veta Deysi. Fuente: Elaboración Propia.

7.4. MINERALIZACIÓN DEL YACIMIENTO LOMAS II

7.4.1. Minerales de mena en Óxidos

Jarosita (Ja) $KFe^{3+}_3(SO_4)_2(OH)_6$

Esta mineralización se presenta en la mina en las partes superficiales de las vetas, la zona de óxidos, con un color amarillento pardo, a amarillento rojizo, Forma cristales generalmente pequeños, pseudocúbicos tabulares; típicamente aparece a modo de costras granulares, pero también puede formar nódulos o masas fibrosas, pulverulentas, o en concreciones, presentándose en zonas puntuales.



Fotografía 31: Mineralización de la Jarosita en la estructura. Fuente: Elaboración Propia.

Óxidos de Cobre

Los minerales de óxidos de Cobre se presentan como Malaquita y la Crisocola, presentes en la parte superficial de las vetas, las cuales afloraban en pocas zonas, presentaban una oxidación penetrante.



Fotografía 32: Presencia de óxidos de cobre en la zona de estudio. Fuente: Elaboración Propia.

Goethita $\text{Fe}^{3+}\text{O}(\text{OH})$



La Goethita se presenta zonas puntuales de la zona de oxido, con una coloración marrón oscuro y casi negro, generalmente se presentan en una estructura maciza.



Fotografía 33: Presencia de la Goethita en la parte superficial de la estructura, en una buena potencia.
Fuente: Elaboración Propia..

Sílice granular (SiO₂)

La Sílice granular se presentar con aspecto poroso, y es muy deleznable, en puntos eventuales se presentan la alumnita con su característica tonalidad blanquecina.



Fotografía 34: presencia de la sílice granular en pequeñas zonas de alta ley. Fuente: Elaboración Propia.



7.4.2. Minerales de Ganga en óxidos

Hematita (Fe_2O_3)

Se presenta en la zona de estudio que son el resultado de la lixiviación de la Pirita, se forma en condiciones de oxidación en los más distintos tipos genéticos del yacimientos lomas 2 y rocas; composición química Fe 70%, cristaliza en el sistema trigonal, el color es negro de hierro al gris de acero, la raya es roja-guinda, brillo semimetálico, dureza 5-5.6, es frágil, peso específico 5.0-5.2, su ocurrencia es más restringida, su relación con el oro es menos directa, aunque se han presentado escasas presencia de oro con la Hematita.



Fotografía 35: Presencia de hematita en la apertura de la bocamina. Fuente: Elaboración Propia.

Óxidos de manganeso (Mn^{4+}O_2)

Los óxidos de Manganeso (pirolusita) se presentan en agregados dendríticos y Terrosos. Se encuentran relleno microfracturas y cavidades. Representan el 10% del total de la roca aproximadamente.



Fotografía 36: Oxido de manganeso presente en las labores parte superficial. Fuente: Elaboración Propia

7.4.3. Minerales de Mena sulfuros

Arsenopirita (FeAsS)

Se presenta a modo de cristales anhedrales y subhedrales con tamaños menores a 1.5mm. Los cristales subhedrales muestran hábito rómbico y los anhedrales hábito masivo muy fracturado. Está parcialmente reemplazada por Pirrotita, Esfalerita y Calcopirita, mostrándose como primer evento de precipitación. Con Pirrotita y Esfalerita, los contactos ligeramente definidos, cristales con formas anhedrales con tamaños de hasta 0.02 mm. Se muestra a modo de granos aislados diseminados. Son escasos.



Fotografía 37: Presencia de Arsenopirita, masiva en la veta, por sectores se encontraron cristalizados. Fuente: Elaboración Propia.



Pirrotita ($\text{Fe}_{(1-x)}\text{S}$)

Se exhibe a modo de agregados masivos con tamaños de hasta 10 mm. Generalmente formando playas, por sectores, de forma vetada y relleno de cavidades. Se encuentra junto con arsenopirita II, calcopirita II, esfalerita II y galena. El intercrecimiento con arsenopirita II es de tipo simple (1a I); con calcopirita II de tipo ameboide (1b II); con esfalerita II presenta contactos de tipo simple (1a I) y ameboide (1b I) y, por sectores, la pirrotita II está como inclusión (1e I) en esfalerita II; con galena presenta intercrecimiento simple (1a II).

Se presenta como cristales con formas anhedrales, formando agregados masivos con tamaños de hasta 10 mm. Por sectores se muestra de forma vetada y, en otras zonas, como relleno de cavidades irregulares englobando ganga. Se encuentra junto con Calcopirita II y molibdenita. En la mayoría de los casos la Calcopirita se muestra como inclusión (1e I); y poco frecuente, con intercrecimiento de tipo simple (1a I). Con la molibdenita el intercrecimiento es de tipo simple (1a I).



Fotografía 38: Presencia de Pirrotita en venillas y masiva en la veta en interior mina. Fuente: Elaboración Propia.

Calcopirita (CuFeS_2)

Se destaca por presentarse como agregados masivos en la venillas y como en las fracturas como relleno con tamaños menores a 0.7 mm. Se muestra como reemplazamiento de Arsenopirita II, formando



intercrecimientos de tipo ameboide (1b II); el contacto con Pirrotita II es de tipo simple (1a-1). Además, por zonas, se observa en contacto simple (1a I) con Esfalerita.



Fotografía 39: Calcopirrita con relleno masivo en fracturas. Fuente: Elaboración Propia.

Pirita (FeS₂)

La Pirita se encuentra con el 0.09% en peso de la muestra; donde el 0.08 corresponde a granos libres y el porcentaje restante se presenta como granos mixtos binarios de GGs/py. Su grado de liberación es de 83.33%.



Fotografía 40: Presencia de pirita fina, presente en las fracturas. Fuente: Elaboración Propia

Galena(PbS)



Presenta formas irregulares con tamaños de hasta 0.2 mm. Ocurren masivos rellenando cavidades. Asimismo, se encuentra junto con Pirrotita II y esfalerita II. Los intercrecimientos en ambos casos es de tipo simple (1a II). Por sectores se muestra de forma aislada.



Fotografía 41: Galena cristalizada. Fuente: Elaboración Propia.

Marmatita ((Zn,Fe,)S)

Se presenta de forma cristaliza en el Sistema cúbico con tamaños hasta de 2 cm en zonas y otras finas de 0.1 mm de forma irregulares, las cuales estaba juntos ala pirita, la arsenopirita, y pirrotita, por sectores se presentaba de forma masiva y en otras diseminadas.



Fotografía 42: Presencia de la Marmatita. Fuente: Elaboración Propia.



7.4.4. Minerales de Ganga en sulfuros

Cuarzo (blanco gris): Se muestra como agregados masivos e irregulares. Este mineral es el que más abunda en la corteza terrestre, y se presentan como relleno de las vetas. Presentándose de forma masiva como cuarzo blanco-hialino a blanco gris, fracturado cavernoso (poroso), brechado y oxidado en la parte superficial; ocasionalmente en forma cristalina. La alta dureza y características del mineral la estructura mineralizada, sirve de guía en la exploración de las vetas y limitantes. Se caracteriza por su dureza 7, P_v 2,65, brillo vítreo incoloro, fractura concoidea se presenta en yacimientos hidrotermales.

Calcita: se presenta como limitante de la veta y es una guía para la explotación de los recursos y vetas principales, Este es un mineral de carbonato de calcio, la estabilidad que presenta este mineral es el mejor de los carbonatos de calcio, frente a los otros dos polimorfos con la misma fórmula química, aunque a diferencia de la distinta estructura cristalina: el aragonito como la vaterita, son más inestables y solubles, las cueles se presentan las vetas principales en ambas estructuras.

Clorita: Son minerales que se presentas en las vetas principales de origen metamórfico de contacto que cristalizan en el sistema monoclinico y que se encuentran en forma de láminas flexibles de color verde. Se forman por transformación y alteración de la augita, la biotita y la hornblenda.

Epidota: La epidota es un componente común de las rocas, pero su origen es secundario. El mineral se forma cuando las calizas y esquistos sufren metamorfismo. También puede surgir por alteración hidrotermal de feldespatos, micas, piroxenos, anfíboles, granates y otros, componentes todos ellos de las rocas ígneas.



7.5. PARAGÉNESIS

7.5.1. Veta Lomas II

Paragénesis	Evento
1. Arsenopirita I	Relleno Hidrotermal Primer evento
2. Pirrotita I	
3. Calcopirita I	
4. Esfalerita I	
5. Calcopirita II	
6. Arsenopirita II	Relleno Hidrotermal Segundo evento
7. Pirrotita II	
8. Electrum	
9. Galena	
10. Calcopirita III	
11. Esfalerita II	
12. Calcopirita IV	

Tabla 21: Paragénesis de la veta las lomas II. Fuente: Elaboración Propia.

7.5.2. Daysi

Paragénesis	Evento
1. Ilmenita	Relleno Hidrotermal
2. Arsenopirita – electrum I – calcopirita I	
3. Electrum II	
4. Pirrotita – bismuto I	
5. Calcopirita II – cubanita	
6. Galena	
7. Bismuto II	
8. Esfalerita con exsoluciones de calcopirita	
9. Teluro de plata (Hessita)	

Tabla 22: Paragénesis de la veta Daysi. Fuente: Elaboración Propia.



7.6. ALTERACIÓN HIDROTHERMAL

La alteración que se presenta a continuación de la roca silisificada se presenta con la siguiente: Incipiente débil (1-11%), moderada (12-49%) y fuerte (>50%). El Tipo de alteración hidrotermal esta dado en orden por relación temporal. La asociación de minerales está dada por orden de abundancia e intensidad y no por relación temporal, las cuales se mencionan a continuación.

Alteración roca silisificada

Tipo de Alt./metamorfismo	Estilo	Intensidad	Asociación mineralógica**
Silicificación	Penetrativa	Moderada	Cuarzo II
Potásica	Penetrativa	Débil	Feldespato potásico-biotita II
Sericitización	Penetrativa	Débil	Sericita - muscovita
Serpentinización	Penetrativa	Moderada	Serpentina +/- pinita

Tabla 23: Alteración de una roca silisificada. Fuente: Elaboración Propia.

Alteración Veta Lomas II

Tipo de Alt./metamorfismo*	Estilo	Intensidad	Asociación mineralógica
Silicificación	Penetrativa	Débil	Cuarzo II +/- rutilo
Biotitización	Penetrativa	Débil	Biotita II
Sericitización	Penetrativa	Débil	Sericita +/- muscovita
Silicificación	Venillas	Moderada	Cuarzo III
Carbonatación	Venillas	Débil	Calcita I
Calcosilicatada	Venillas y penetrativa	Débil	Zeolita - clorita-calcita II-III

Tabla 24: Alteración de la veta lomas II. Fuente: Elaboración Propia.



Alteración Veta Daysi

Tipo de Alt./metamorfismo*	Estilo	Intensidad	Asociación mineralógica
Silicificación	Penetrativa	Moderada	Cuarzo II
Sericitización	Penetrativa	Moderada	Sericita +/- muscovita
Silicificación	Venillas	Moderada	Cuarzo III
Carbonatación	Venillas	Débil	Calcita I
Calcosilicatada	Venillas y penetrativa	Débil	Zeolita - clorita-calcita II-III

Tabla 25: Alteración de la veta Daysi. Fuente: Elaboración Propia.



CAPITULO VIII: ESTIMACIÓN DE RESERVAS Y RECURSOS

8.1. GENERALIDADES

La estimación de reservas probadas, reservas probables y recursos potenciales solo se toma dos vetas desarrolladas para reservas, probadas, probables, y reservas potenciales detallado en el cuadro, el resto de vetas y cuerpos son recursos potenciales del proyecto Pyramid Gold para su exploración como podemos observar en el cuadro de ubicaciones de estimación de reservas y recursos potenciales.

ESTIMACION DE RESERVAS Y RECURSOS POTENCIALES									
Veta o Cuerpo	Certeza	Clase	Accesibilidad	Area o potencia	Toneladas	g/t de Au	Contenido metalico	Au (onzas)	Oz USD
Las Lomas Dos	Probado	Medidos	accesible	0.6	23,780.60	3.2	76097.92	2,446.88	4,649,069.07
	Probable	Indicados	inaccesible	0.6	19,871.20	2.2	43716.64	1,405.68	2,670,791.51
	Potencial	Inferidos	inaccesible	0.6	19,124.30	1.5	28686.45	922.39	1,752,548.39
Daisy	Probado	Medidos	accesible	0.8	20,028.90	21.32	427016.15	13,730.42	26,087,803.25
	Probable	Indicados	inaccesible	0.8	126,660.10	9.8	1241268.98	39,912.19	75,833,153.12
	Potencial	Inferidos	inaccesible	0.8	441,114.90	4.1	1808571.09	58,153.41	110,491,481.38
TOTAL RESERVA PROBADO					43,809.50	11.48	503114.07	16,177.30	30,736,872.32
TOTAL RESERVA PROBABLE					146,531.30	8.77	1284985.62	41,317.87	78,503,944.63
TOTAL RESERVAS POTENCIALES					460,239.20	3.99	1837257.54	59,075.81	112,244,029.77
GRAN TOTAL					650,580.00	5.57	3,625,357.23	116,570.97	221,484,846.73

Cuadro 6: Cuadro de estimación de reservas y recursos potenciales del proyecto. Fuente: Elaboración Propia.



8.2. PROYECCIÓN A 7 AÑOS DE PROYECTO

La producción que se tiene proyectado en diez años, es al ritmo de la producción actual que es de 80Tm diarias con una producción mensual de 2400Tm, con una producción anual de 28,800Tm si tomamos este ritmo como patrón, y nos proyectamos por diez años tendríamos 288,000Tm de mineral producido con una ley promedio de 5.57gr/Tm de Au estos solo en las dos vetas Lomas II y Daysi, tenemos la producción sostenido por casi 7 años, cubicados y proyectados al ritmo actual de producción de mineral, y tenemos todo el potencial de algunas vetas para explorar y desarrollarlo estamos solo una zona nos falta 2 zonas grandes como son zona Sur y zona Norte para su exploración el cuadro que se detalla a continuación es el producto de proyección a base de datos que tenemos y que hemos podido realizar desde junio donde asumimos la jefatura del área de geología del proyecto minero Pyramid Gold del propiedad de Pyramid Metals S.A.C. a continuación vemos el cuadro de proyección de producción de mineral cubicado a la fecha para validar lo que se describe, también los planos de cubicación proyectado a futuro de las vetas Lomas II y Daysi.

CUADRO DE PROYECCION PROYECTO PYRAMID GOLD POR DIEZ AÑOS							
ITEM	AÑO	TONELAJE TM	Ley Au gr/Tm	Contenido metalico	Total OZ Au	\$ USD Mes	\$ USD Año
1	2021	28,800.00	5.57	160,416.00	5,158.07	816,694.53	9,800,334.41
2	2022	28,800.00	5.57	160,416.00	5,158.07	816,694.53	9,800,334.41
3	2023	28,800.00	5.57	160,416.00	5,158.07	816,694.53	9,800,334.41
4	2024	28,800.00	5.57	160,416.00	5,158.07	816,694.53	9,800,334.41
5	2025	28,800.00	5.57	160,416.00	5,158.07	816,694.53	9,800,334.41
6	2026	28,800.00	5.57	160,416.00	5,158.07	816,694.53	9,800,334.41
7	2027	28,800.00	5.57	160,416.00	5,158.07	816,694.53	9,800,334.41
8	2028	28,800.00	5.57	160,416.00	5,158.07	816,694.53	9,800,334.41
9	2029	28,800.00	5.57	160,416.00	5,158.07	816,694.53	9,800,334.41
10	2030	28,800.00	5.57	160,416.00	5,158.07	816,694.53	9,800,334.41
		288,000.00	5.57	1,604,160.00	51,580.71	8,166,945.34	98,003,344.05

Cuadro 7: Tabla de proyección de reservas y recursos a diez años. Fuente: Elaboración Propia.



CONCLUSIONES

1. La mineralización se emplazó en rocas volcánicas andesíticas y volcánico – sedimentarias de alta sulfuración del Grupo Casma, entre la litología presente en el lugar tenemos la formación Junco (Albiano inferior – Albiano medio) y como base superpuesta esta la formación La Zorra (Albiano medio a Cenomaniano) de edad cretácica.
2. Los datos estructurales, nos dio como resultado la orientación del esfuerzo principal (Sigma 1) NE SO, generando un movimiento dextral con un componente normal, posteriormente se produjo una reactivación, generando un movimiento inverso con componente dextral. El primer estadio de mineralización se dio con la apertura que produjo el movimiento dextral con componente normal asociada a la apertura de pequeñas franjas dilatadas que posteriormente fueron mineralizadas, con el segundo movimiento la apertura no fue importante, por lo que no generó buenas estructuras mineralizadas, solo se mineralizo en zonas puntuales.
3. Se identificaron minerales de mena con asociación de electrum de cobre y bismuto en minerales como la calcopirita y arsenopirita, se detalla la presencia de venillas y microfracturas rellenas de oro no visibles con sección delgada, los cuales se identificaron mediante el apoyo del microscopio electrónico de barrido.
4. Se identifico un modelo preliminar con ensambles mineralógicos de arsenopirita, pirrotita y calcopirita, para una zona de enriquecimiento de sulfuros; hematita, gohetita, jarosita y sílice residual para una zona de enriquecimiento de óxidos, con zonas alteradas de cuarzo,



serecita, pirita, clorita, actinolita y epidota, esta asociación mineralógica son guía para su identificación.

5. Cubicamos un total de 650 580 toneladas de mineral con una ley promedio de Au @ 5.57 Gr/Tm, Ag @ 1 Oz/Tm y Cu @ 0.5 % reservas que tendrán un aproximado de 9 a 10 años de explotación.



RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios de ICP para validar la presencia de otros minerales anómalos que puedan tener interés económico.
2. Plantear pozos de perforación diamantina de longitud de 200 metros para validar las reservas y recursos presentes en la unidad lomas 2.
3. Realizar un muestreo por mallas para determinar de mejor manera los puntos de anomalía aurífera.
4. Realizar trincheras profundas por la presencia de potente espesor de cobertura, las cuales servirán de guía y obtención de muestra fresca o ligeramente más fresca y representativa.
5. Realizar un estudio geofísico para determinar zonas anómalas a profundidad.



REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Acosta, J. Q. (2008). Épocas metalogenéticas y tipos de. San Borja, Lima.
- Agapito S. et al. (1995). Geología de los cuadrangulos de Chimbote, Casma y Culebras. En O. M. Agapito Sanchez F.
- Atherton, M.P.; Pitcher, W.S. & Warden, V. (1983). The Mesozoic marginal basin of central Peru. Nature.
- Benavides, V. (1999). Orogenic evolution of the Peruvian Andes: the Andean cycle. En: Skinner, B.J., ed. Geology and ore deposits of the Central Andes. En S. : Society of Economic Geologists.
- Cloos, H. (1928). Experimenten zur inneren Tektonik. Centralblatt fur Mineralogie und Paleontologie. 609.
- Cobbing, E. J. (1978). The Andean guosyncline in Peru, and its distinction from Alpine geosynclines. Journal uf the Geologicat Society of London 135, 207-218.
- Cobbing, E. J. (1985). The tectonic setting uf the Peruvian Andes. In: Magmatism ata Plate Edge, the Peruuiian Andes (Edited by W.S. Pitcher, M. P. Atherton, E. J. Cobbing, and R. B.Beckinsale Blackie Halstead Press, Glasgow.
- Cobbing, E.J. & Garayar, J. (1972). Geología de los cuadrángulos de Huaral Huacho y Cantabarranca-Ambar-Oyón~Boln.Serv.Geol.Min.Perú.
- Cobbing, E.J. (1978). The andean geosyncline in Peru, and its distinction from alpine geosynclines. Jour. Geol. Soc. London: 135.



- Etienne, J. (1992). LA FASE PERUANA (CRETÁCEO SUPERIOR) EN LA MARGEN PERUANA. En B. d. Penu.
- Ingemmet. (1995). Geología del Perú . Boletín No 55 Serie A : Carta Geológica Nacional, Primera Edición, 62.
- L.Corriveau, J.-F. M. (2016). Alteration Facies Linkages Among Iron Oxide Copper-Gold, Iron Oxide-Apatite, and Affiliated Deposits in the Great Bear Magmatic Zone, Northwest Territories, Canada. *Economic Geology*, v. 111, 2. Canada.
- Lucila Pautrat, I. Á. (2012). Manual de Identificación de Especies Peruanas de Flora y Fauna Silvestre Susceptibles al Comercio Ilegal, Módulo II. LIMA.
- Lucio Medina Allcca. (2016). Mapa Geomorfológico del Perú. Ficha de metadatos entrega de Información Geográfica, 1-16.
- Metals, P. (2019). Estudio Geológico Económico concesión Minera “Las Lomas 2” Casma, Ancash - Perú. Casma.
- Megard, F. (1984). The Andean orogenic period and its major structures in central and northern Peru. En J. G. London.
- Myers, J.S. (1974). Cretaceous stratigraphy and structure Western Andes of Peru between latitudes 10°-10°30'.
- Noble, D.C., et al. (1990). Cenozoic stratigraphy, magmatic activity, compressive deformation and uplift in northern Peru. En .. G. Bulletin.
- Oyarzun, R. L. (2013). Geología estructural aplicada a la minería y exploración minera.
- P, S. (s.f.). Contribution a l'étude du magmatisme associe aux marges Contribution a l'étude du magmatisme .



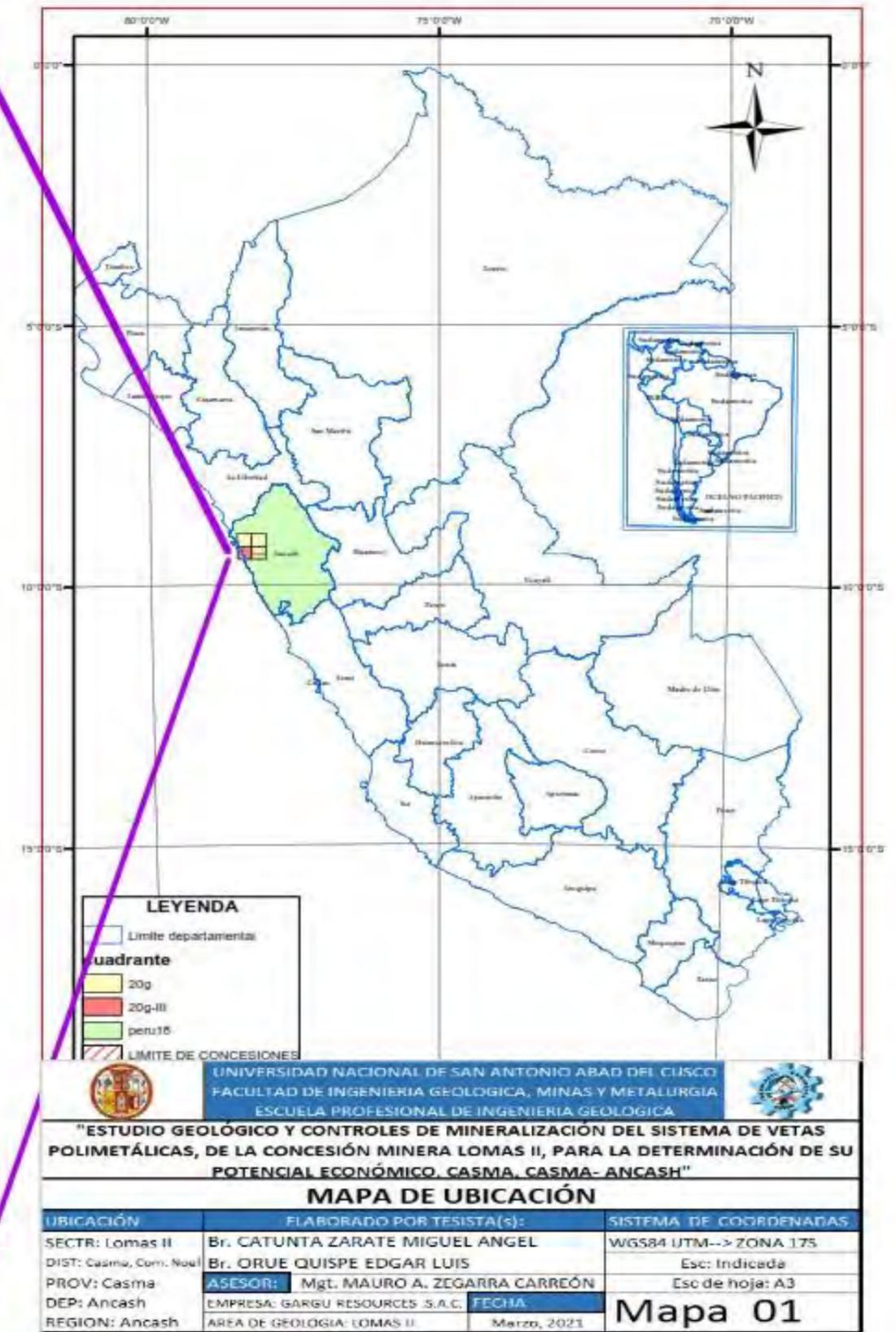
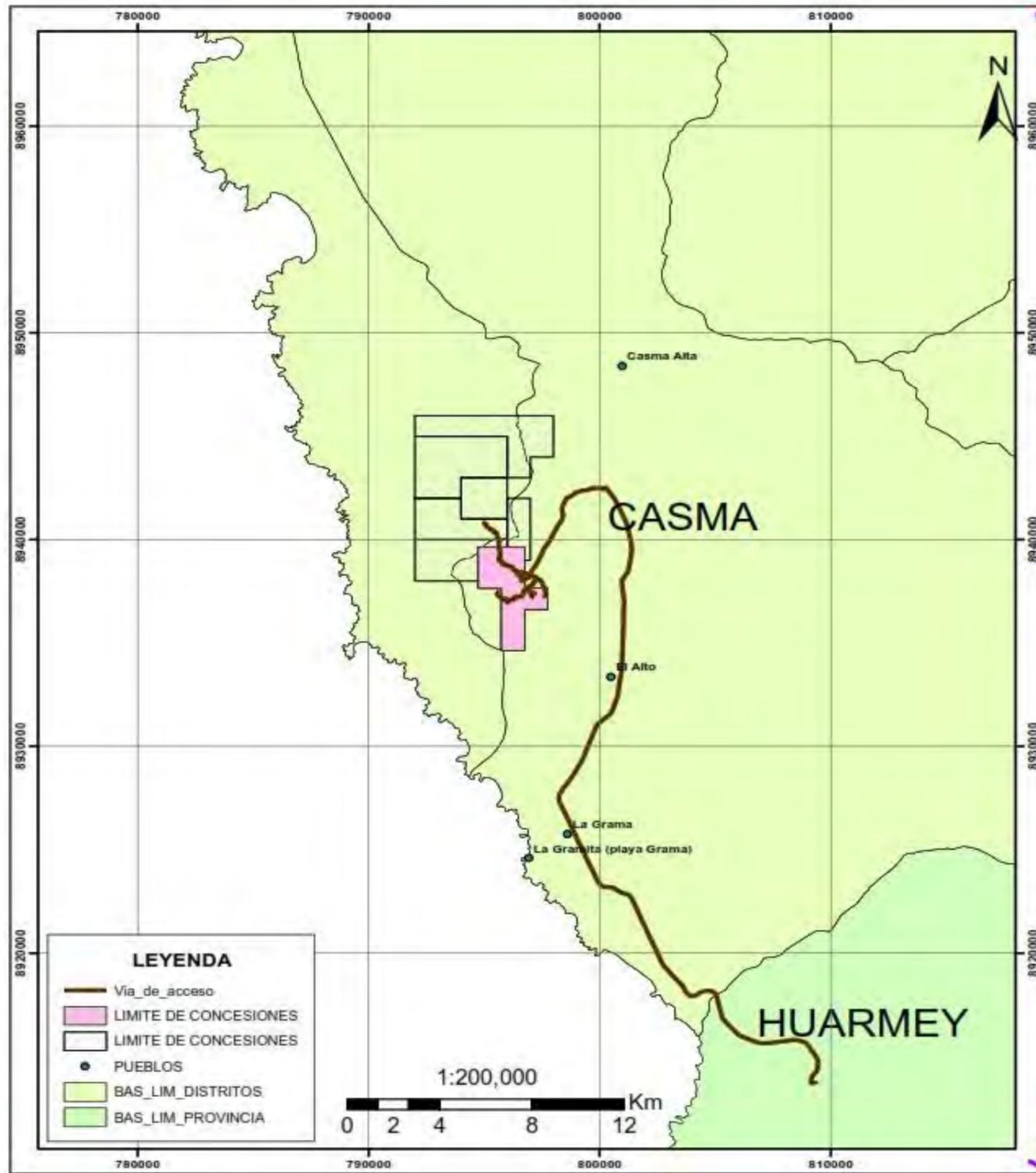
- Pardo-Casas, F. & Molnar, P. (1987). Relative motion of the Nazca (Farallón) and South American plates since Late Cretaceous time.
- Petit, J.P. (1987). Criteria for sense of movement on fault surfaces in brittle rocks. En Journal of Structural Geology, (Vol. 9, págs. 577-608).
- Pilger R. (1984). Cenozoic plate kinematics, subduction and magmatism: South American Andes. En J. o. London.
- Pitcher et. al. (1985). Eds. Magmatism at a Plate Edge. The Peruvian Andes. Blackie Halsted Press, Glasgow.
- Pitcher W. (1977). The anatomy of a batholith. 162.
- Plalacios Moncayo, O., Vargas Vilchez, L., Sanchez Fernandez, A., & Lecaros, L. (2000). MEMORIA EXPLICATIVA DEL MAPA GEOLOGICO DEL PERU. LIMA: INGEMMET 2000.
- Ramos. (2009). Backbone of the Americas: Shallow Subduction, Plateau Uplift, and Ridge and Terrane Collision.
- Riedel, W. (1929). Zur Mechanik Geologischer Brucherscheinungen. Zentral-blatt fur Mineralogie. Geologie und Paleontologie B, 354-368.
- Romero, F. D. (2007). La cuenca cretácico superior - Paleoceno del Perú central: Un metalotecto para la exploracion SMW ejemplo Mina Maria Teresa.
- Sanchez Quispe, F. (2018). Geología del Sistema de Vetas Auríferas en la mina Phoenix-5, Huarmey, Ancash - Perú. licenciatura. Universidad Nacional de san Antonio Abad del Cusco. Cusco.

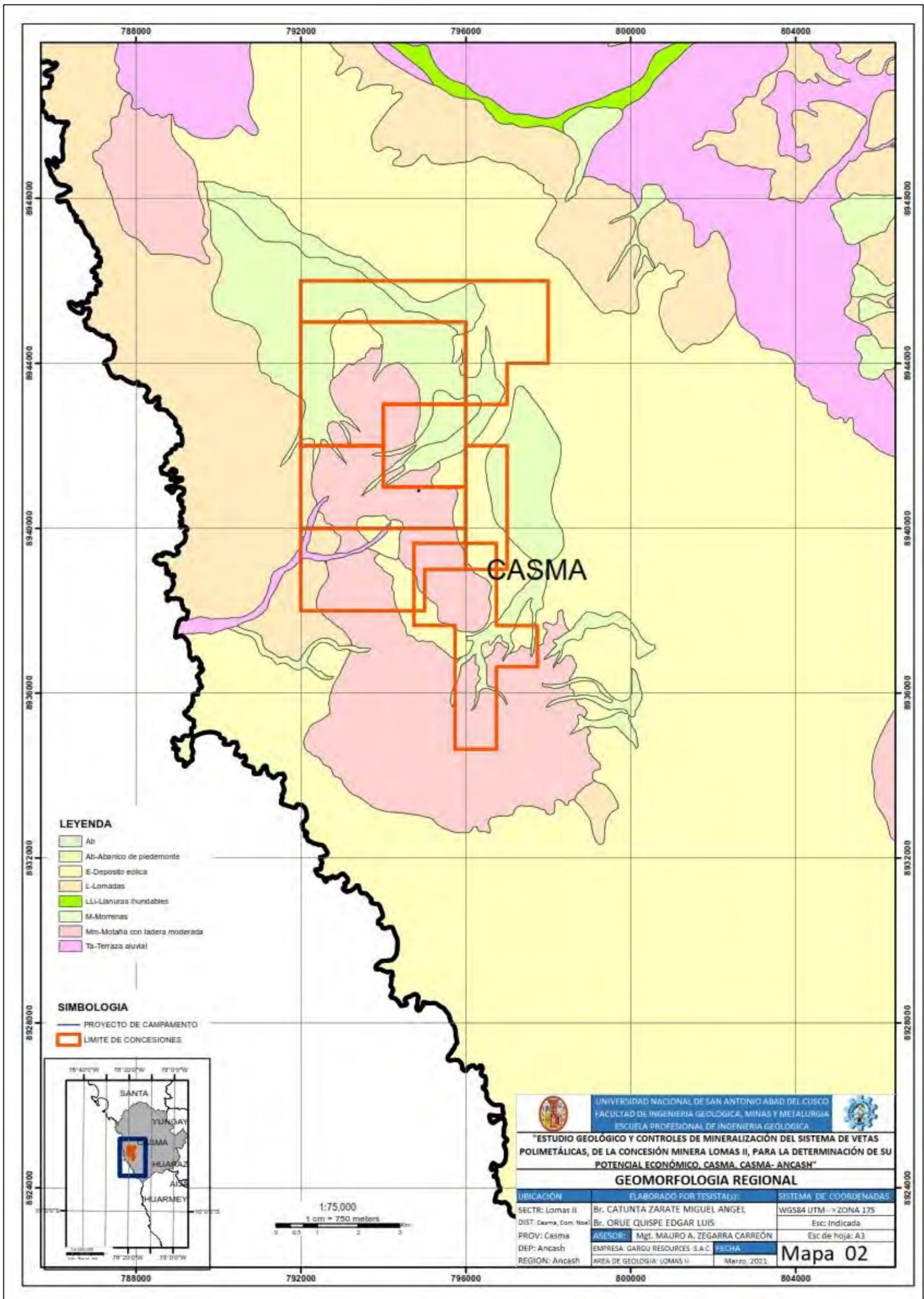


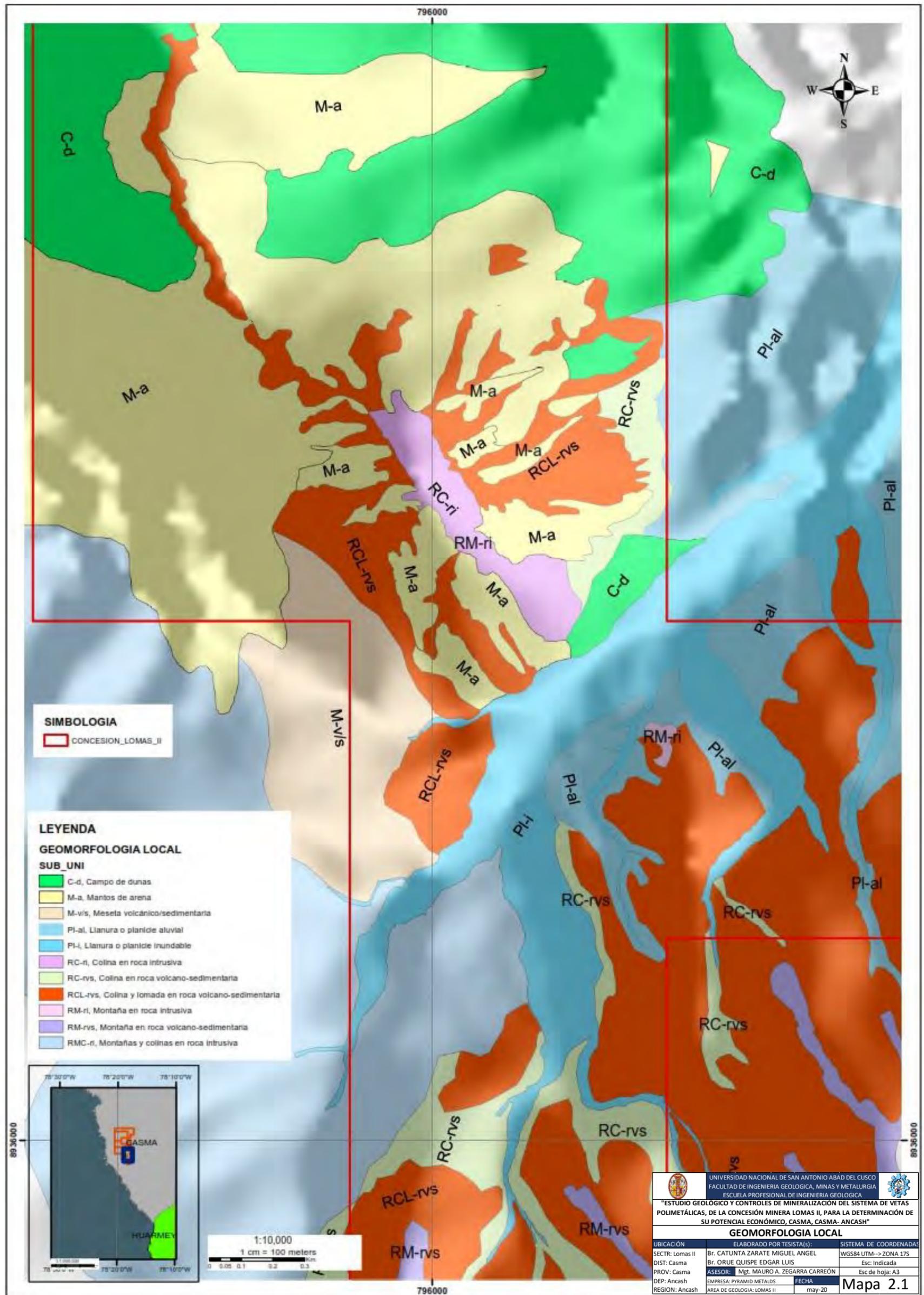
- Sebrier, M. & Soler, P. (1991). Tectonics and magmatism in the Peruvian Andes from late Oligocene time to the Present. En: Harmon, R.S. & Rapela, C.W., eds. *Andean*. En S. P. Geological Society of America.
- Soler .P. (1991). Contribution a l'étude du magmatisme associe aux marges Pliocène le long d'une transversale des andes du Pérou central implications. Paris.
- Soulas, J.P. (1977). Les phases tectoniques andines du Tertiaire supérieur, résultats d'une transversale Pisco Ayacucho (Pérou Central). En C. R. Sciences.
- Tumialan, P. (2002-2008). Compendio de yacimientos minerales del Perú.
- Van Der Pluum, B. Y Marshak, S. (2004). *Earth Structure, An Introduction to Structural Geology and Tectonics*. Second Edition. W.W. Norton & Company, 656.
- Wilson. (1963). *Cretaceous stratigraphy of Central Andes of Peru*. AAPG.



ANEXO

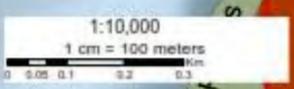
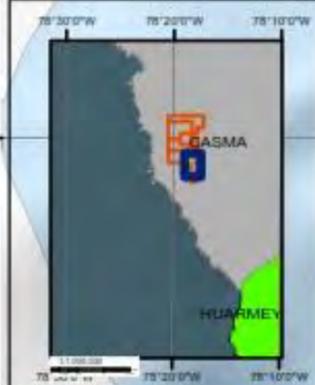




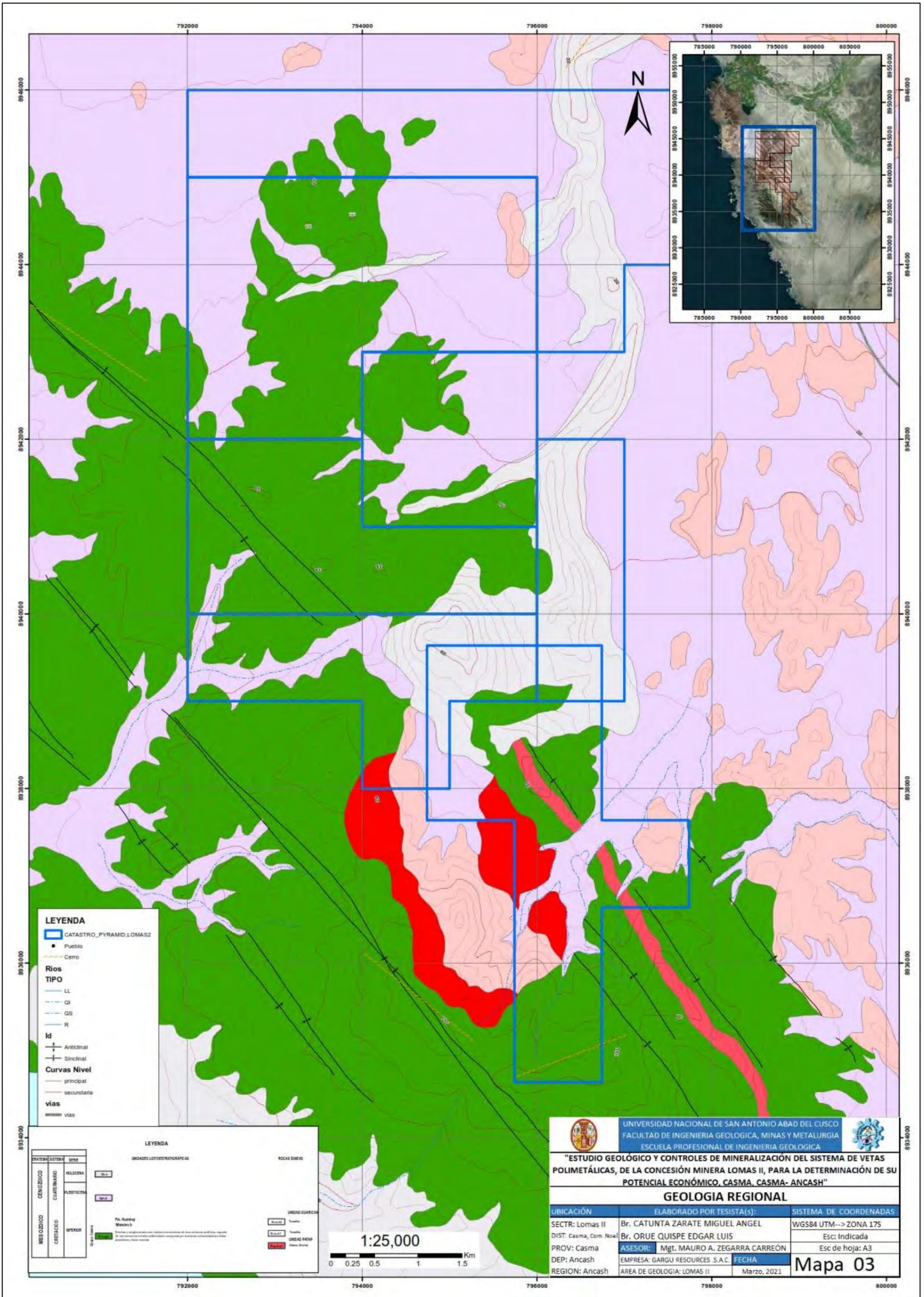


SIMBOLOGIA
 CONCESION_LOMAS_II

- LEYENDA**
GEOMORFOLOGIA LOCAL
SUB_UNI
- C-d, Campo de dunas
 - M-a, Mantos de arena
 - M-v/s, Meseta volcánico/sedimentaria
 - Pl-al, Llanura o planicie aluvial
 - Pl-l, Llanura o planicie inundable
 - RC-ri, Colina en roca intrusiva
 - RC-rvs, Colina en roca volcano-sedimentaria
 - RCL-rvs, Colina y lomada en roca volcano-sedimentaria
 - RM-ri, Montaña en roca intrusiva
 - RM-rvs, Montaña en roca volcano-sedimentaria
 - RMC-ri, Montañas y colinas en roca intrusiva



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
"ESTUDIO GEOLOGICO Y CONTROLES DE MINERALIZACION DEL SISTEMA DE VETAS POLIMETALICAS, DE LA CONCESION MINERA LOMAS II, PARA LA DETERMINACION DE SU POTENCIAL ECONOMICO, CASMA, CASMA- ANCASH"		
GEOMORFOLOGIA LOCAL		
UBICACION	ELABORADO POR TESISISTA(S)	SISTEMA DE COORDENADAS
SECTR: Lomas II	Br. CATUNTA ZARATE MIGUEL ANGEL	WGS84 UTM--> ZONA 17S
DIST: Casma	Br. ORUE QUISPE EDGAR LUIS	Esc: Indicada
PROV: Casma	ASESOR: Mgt. MAURO A. ZEGARRA CARREON	Esc de hoja: A3
DEP: Ancash	EMPRESA: PIRAMID METALOS	FECHA
REGION: Ancash	AREA DE GEOLOGIA: LOMAS II	may-20
		Mapa 2.1



LEYENDA

- CATASTRO_PYRAMID_LOMAS2
- Pueblo
- Cerro

Rios TIPO

- LL
- QI
- QS
- R

Id

- Anticinal
- Sinclinal

Curvas Nivel

- principal
- secundaria

vías

- vías

LEYENDA

ERA/TIEMPO	SISTEMA	UNIDAD LITOSTRATIGRAFICA	ROCAS IENAS
MESOZOICO	CRETACEO	W1	W1
	CRETACEO	W2	W2
CENOZOICO	CUATERNARIO	Q1	Q1
	CUATERNARIO	Q2	Q2
TERCIARIO	OLIGOCENO	O1	O1
	OLIGOCENO	O2	O2

UNIDAD QUIMICA

- Quartzita
- Tronchales
- Graveros
- Graveros
- Graveros

Nota: El estudio geológico se realizó considerando la información geológica disponible en el catastro y en el terreno.

1:25,000

0 0.25 0.5 1 1.5 Km

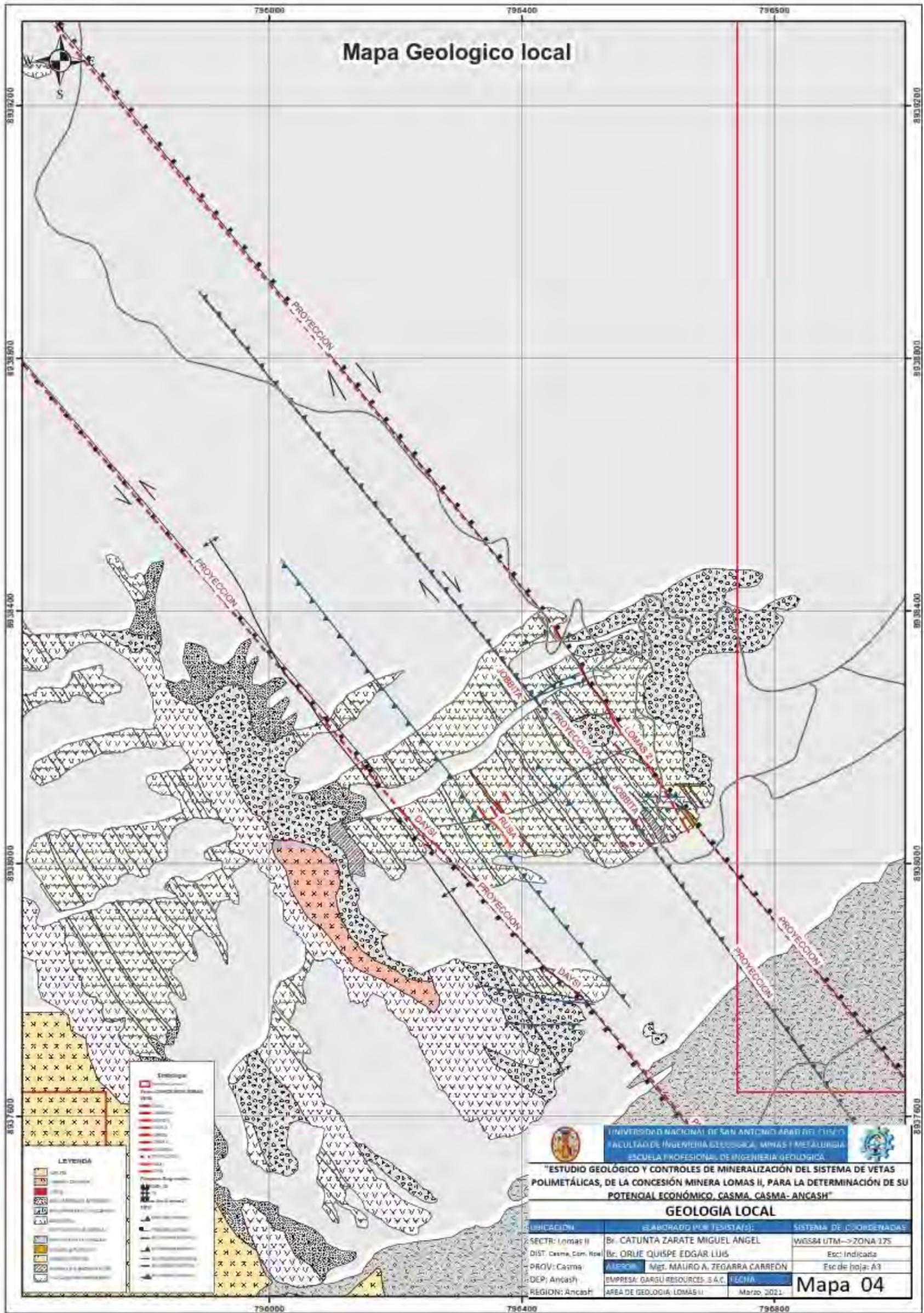
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

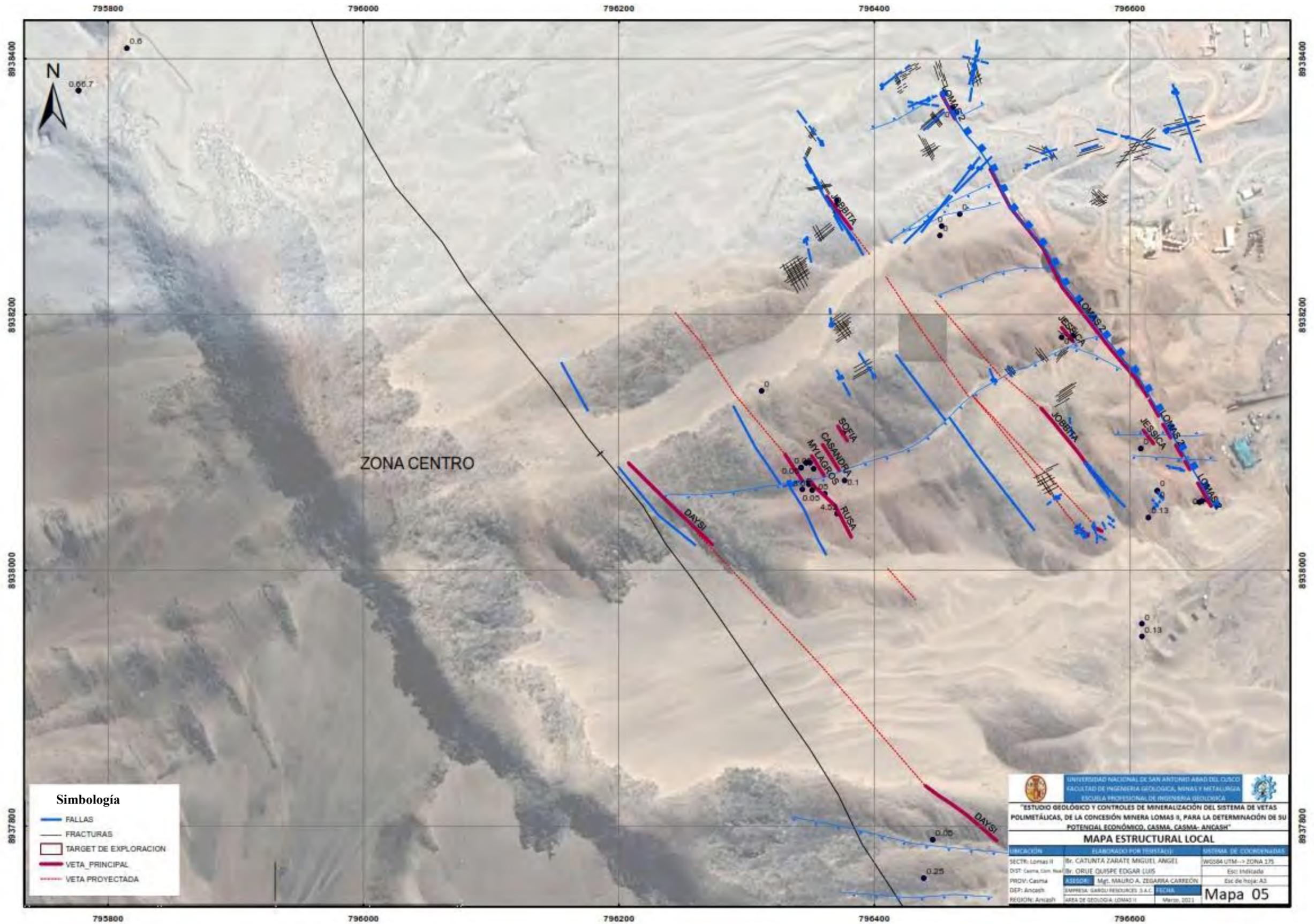
"ESTUDIO GEOLOGICO Y CONTROLES DE MINERALIZACION DEL SISTEMA DE VETAS POLIMETALICAS, DE LA CONCESION MINERA LOMAS II, PARA LA DETERMINACION DE SU POTENCIAL ECONOMICO, CASMA, CASMA- ANCASH"

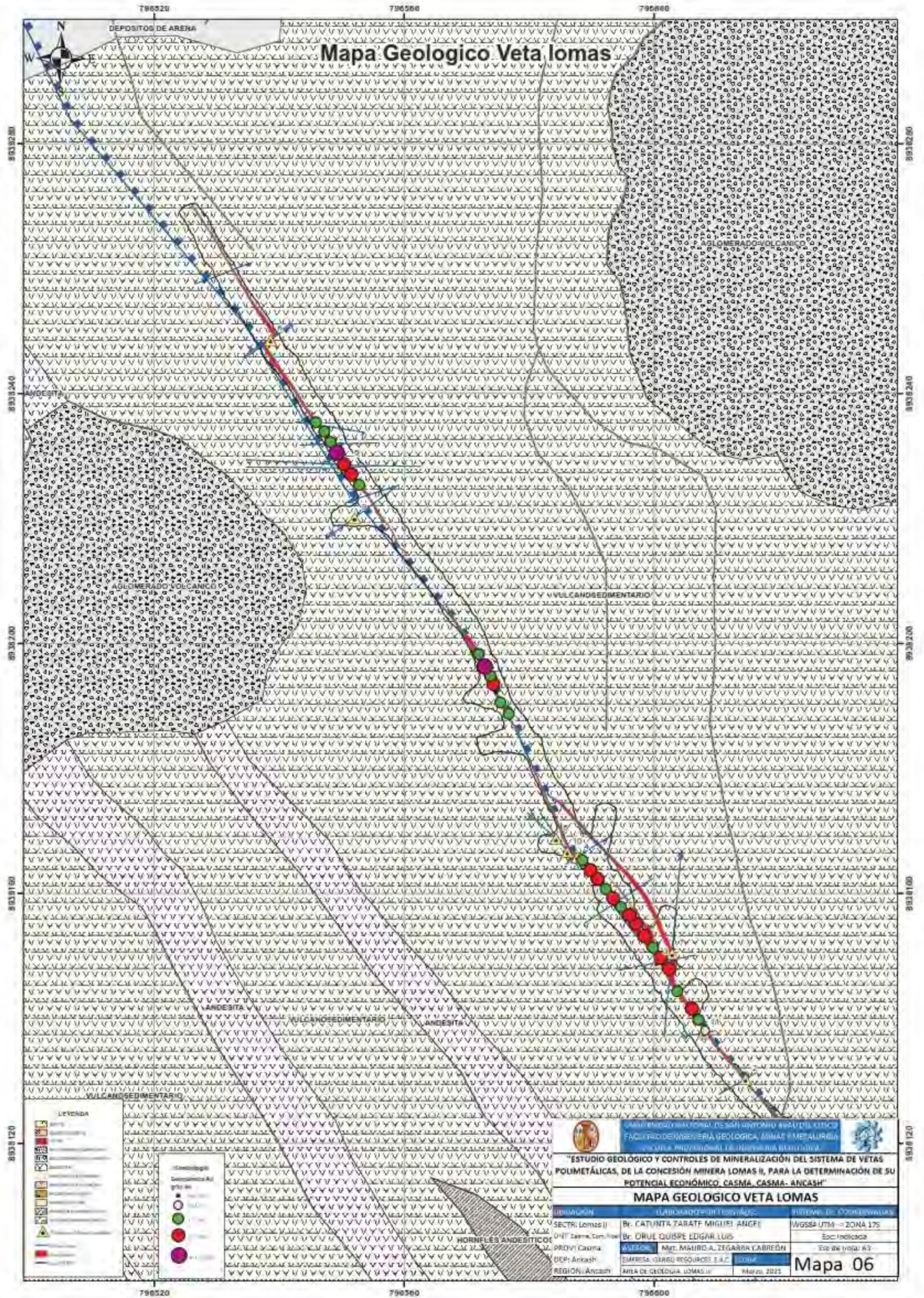
GEOLOGIA REGIONAL

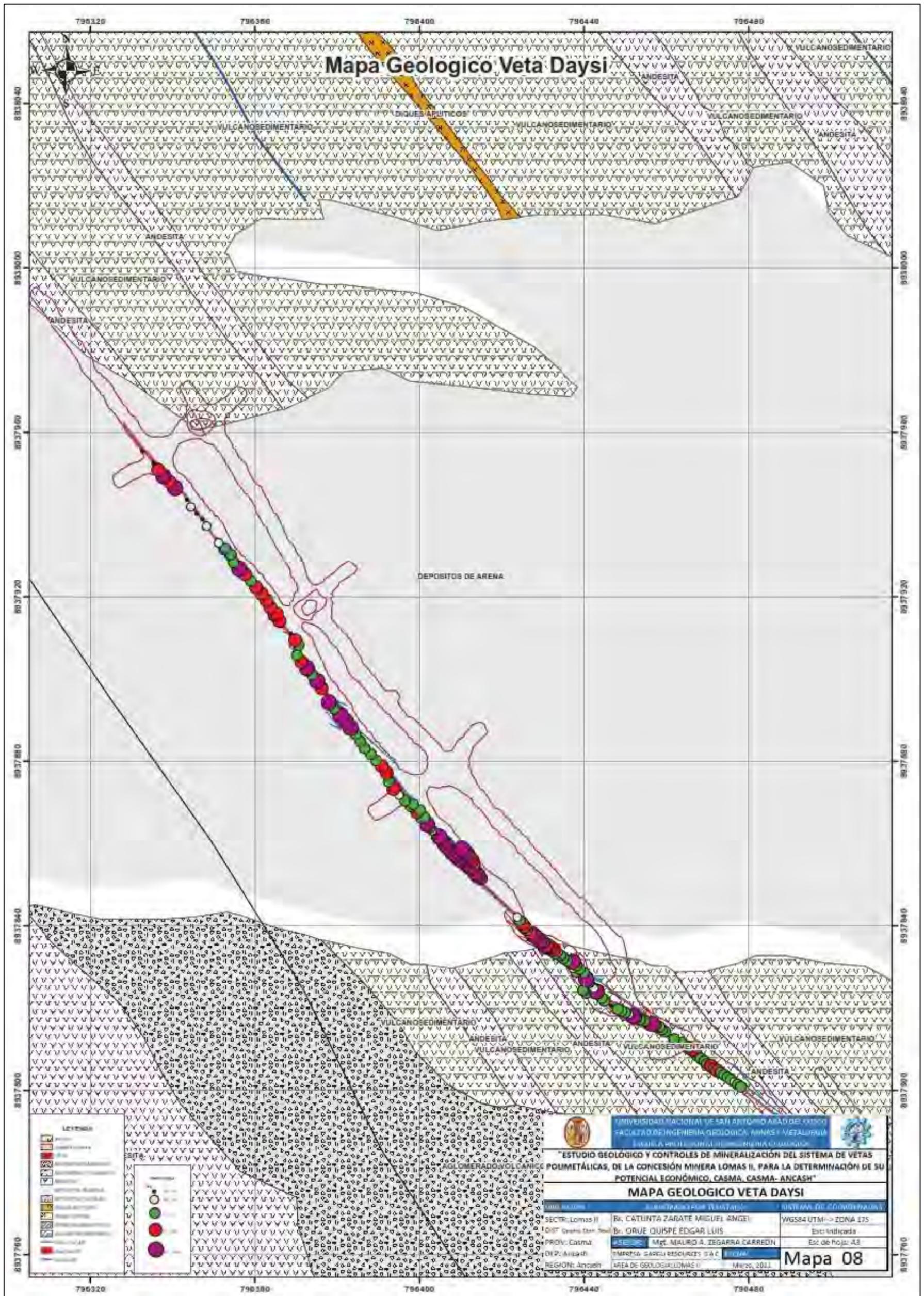
UBICACION	ELABORADO POR TESISTA(S):	SISTEMA DE COORDENADAS
SECTR: Lomas II	Br. CATUNTA ZARATE MIGUEL ANGEL	WGS84 UTM--> ZONA 17S
DIST: Casma, Com. Noel	Br. ORUE QUISPE EDGAR LUIS	Esc: Indicada
PROV: Casma	ASESOR: Mgt. MAURO A. ZEGARRA CARREON	Esc de hoja: A3
DEP: Ancash	EMPRESA: GARGU RESOURCES S.A.C	FECHA
REGION: Ancash	AREA DE GEOLOGIA: LOMAS II	Marzo, 2021

Mapa 03

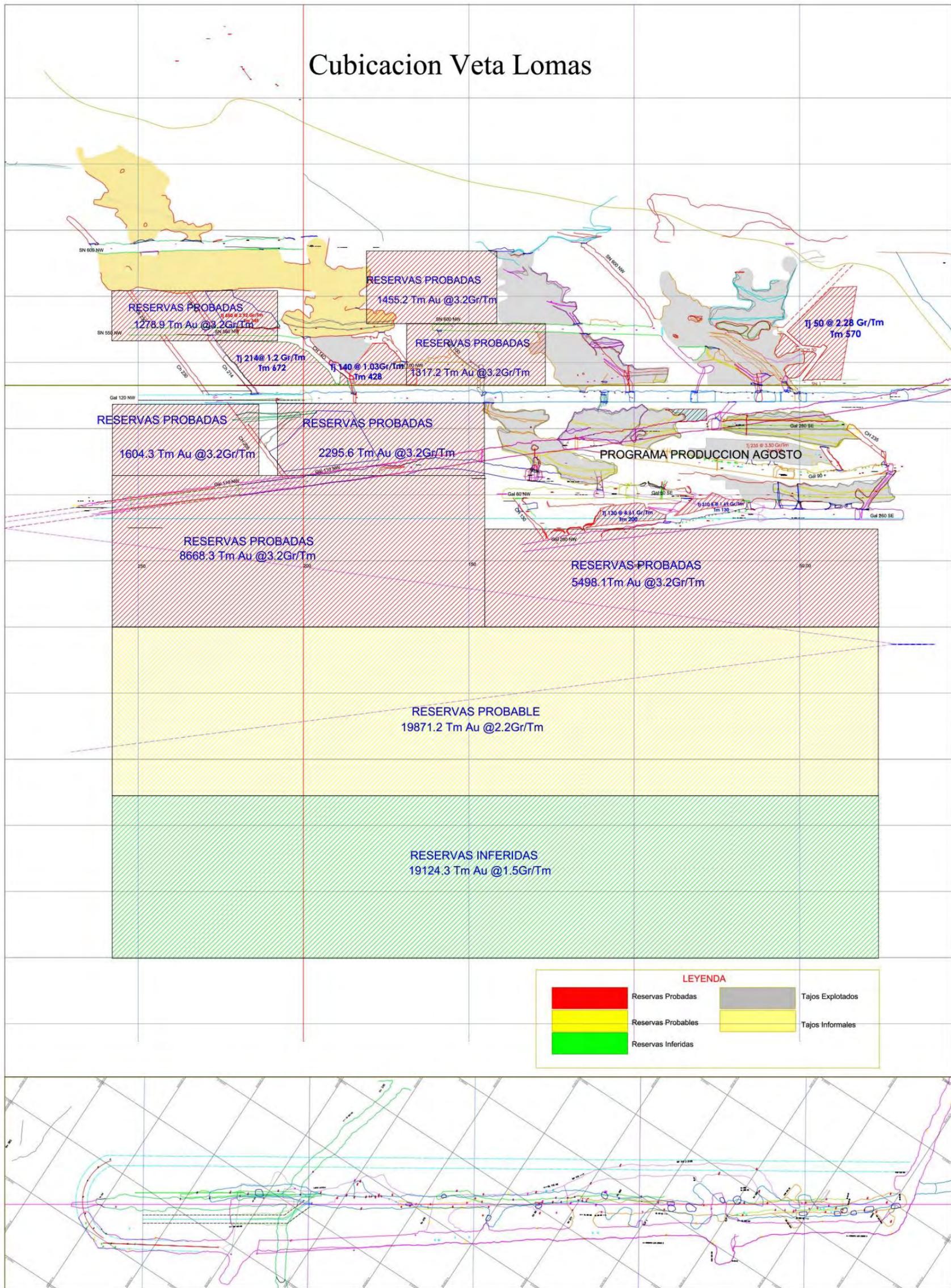


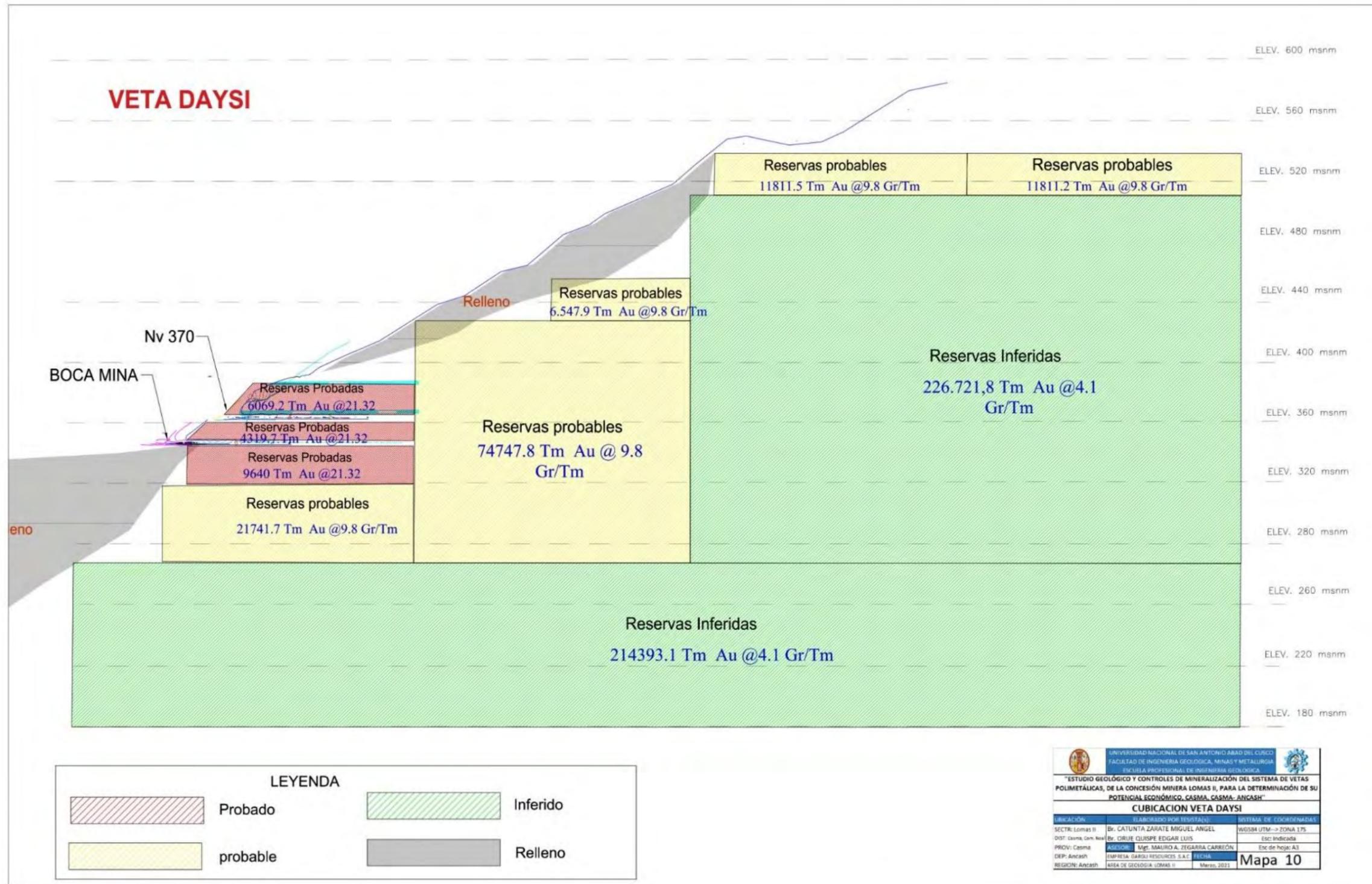






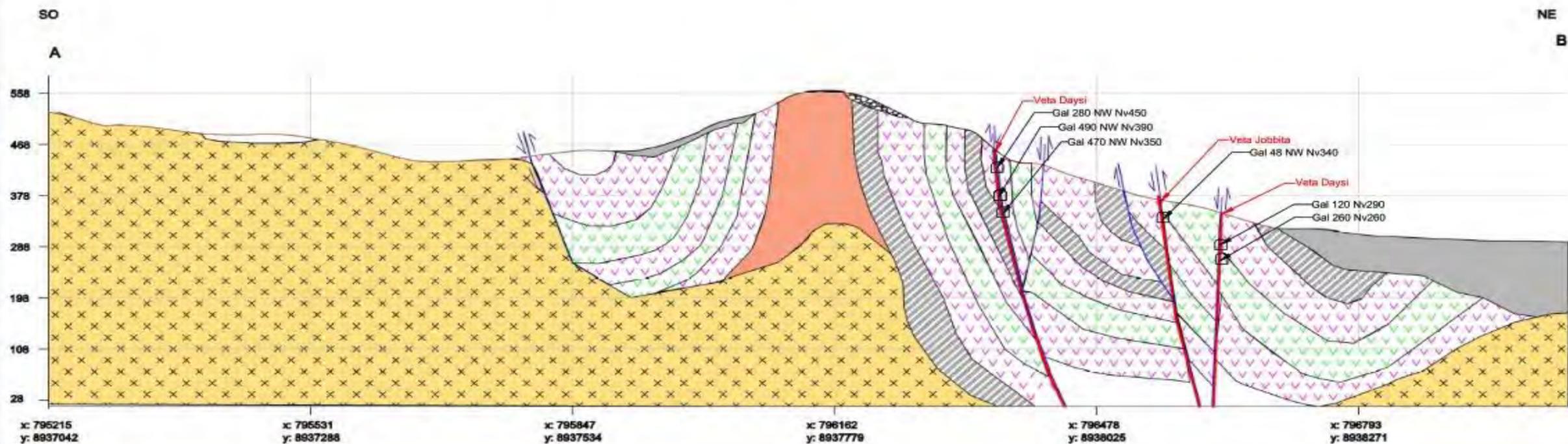
Cubicacion Veta Lomas





MAPA DE CUBICACION DE VETA DAYSI

Seccion Geologica Lomas II



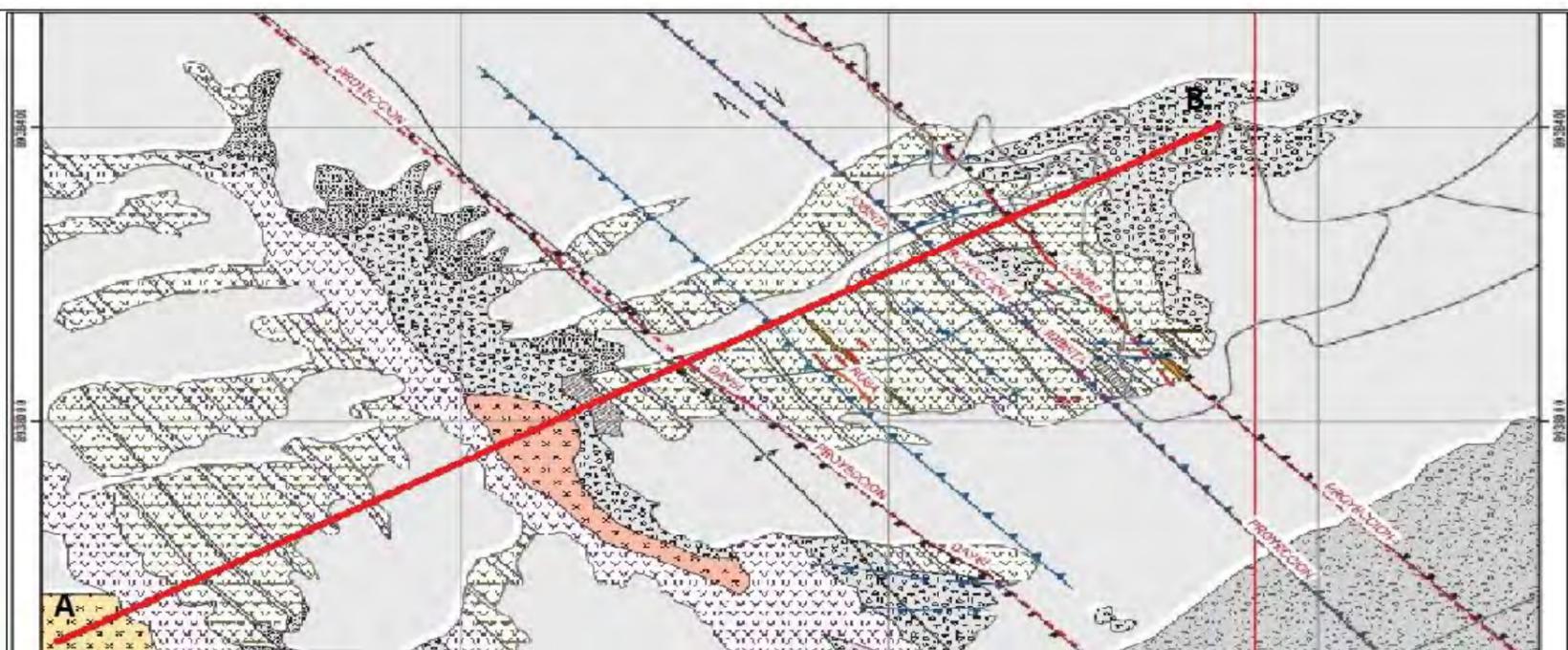
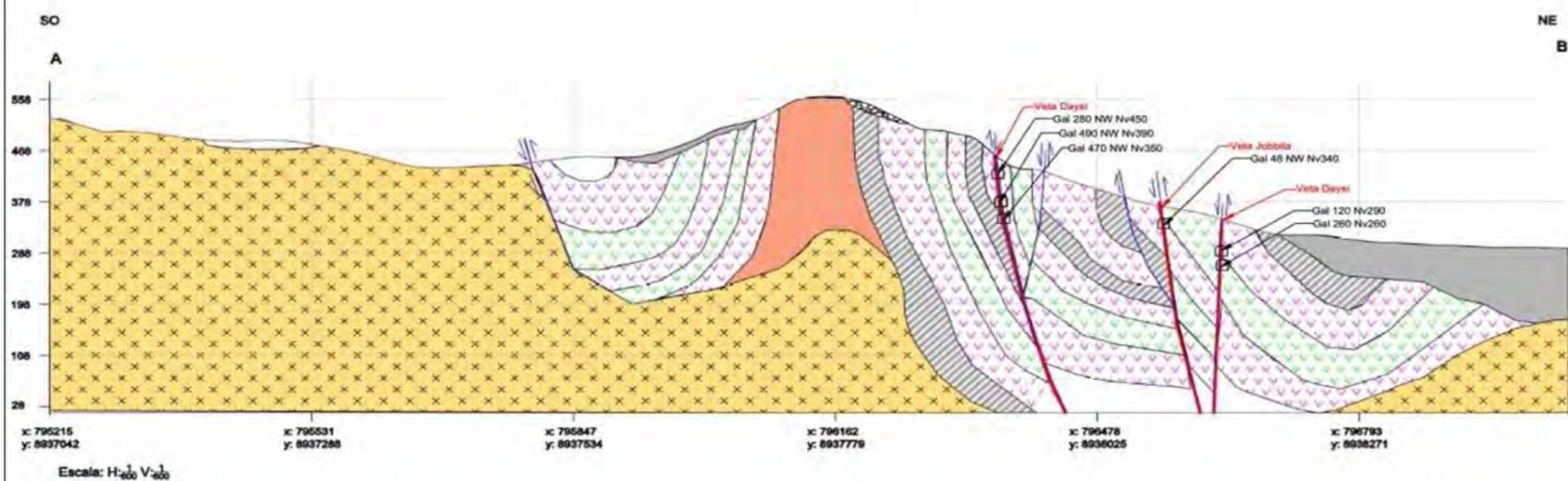
Escala: H: $\frac{1}{600}$ V: $\frac{1}{600}$

Leyenda	
	Deposito de Arena
	Aglomerado Volcanico
	Aglomerados Arenosos
	Vulcanosedimentario
	Andesita
	Hornfels Andesiticos
	Aplita
	Gabro Diorita
	Granodiorita

Simbologia	
	Veta
	Fallas

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
"ESTUDIO GEOLOGICO Y CONTROLES DE MINERALIZACION DEL SISTEMA DE VETAS POLIMETALICAS, DE LA CONCESION MINERA LOMAS II, PARA LA DETERMINACION DE SU POTENCIAL ECONOMICO, CASMA, CASMA- ANCASH"		
SECCION GEOLOGICA LOMAS II		
UBICACION	ELABORADO POR TESISISTA(S):	SISTEMA DE COORDENADAS
SECTR: Lomas II	Br. CATUNTA ZARATE MIGUEL ANGEL	WGS84 UTM--> ZONA 17S
DIST: Casma	Br. ORUE QUISPE EDGAR LUIS	Esc: Indicada
PROV: Casma	ASESOR: Mgt. MAURO A. ZEGARRA CARREON	Esc de hoja: A3
DEP: Ancash	EMPRESA: PYRAMID METALDS	FECHA
REGION: Ancash	AREA DE GEOLOGIA: LOMAS II	Enero-2020
		Seccion 01

Seccion Geologica Lomas II



Leyenda	
	Depósito de Arena
	Aglomerado Volcánico
	Aglomerados Atericos
	Volcanoclastos
	Andesita
	Hornasita Andesítica
	Ppilita
	Galena Clorita
	Granodiorita

Simbología	
	Veta
	Falla

"ESTUDIO GEOLOGICO Y CONTROLES DE MINERALIZACION DEL SISTEMA DE VETAS POLIMETALICAS, DE LA CONCESION MINERA LOMAS II, PARA LA DETERMINACION DE SU POTENCIAL ECONOMICO, CASMA, CASMA- ANCASH"		
SECCION GEOLOGICA LOMAS II		
UBICACION	ELABORADO POR TESISTA(S)	SISTEMA DE COORDENADAS
SECTR: Lomas II	Br. CATUNTA ZARATE MIGUEL ANGEL	WGS84 UTM -> ZONA 17S
DIST: Casma	Br. ORUE QUISPE EDGAR LUIS	Esc: Indicada
PROV: Casma	ASESOR: Mgt. MAURO A. ZEGARRA CARREON	Esc de hoja: A3
DEP: Ancash	EMPRESA: PYRAMID METALS	FECHA
REGION: Ancash	AREA DE GEOLOGIA: LOMAS II	Enero-2020
		Seccion 01