



Universidad de Buenos Aires

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Departamento de Ciencias Geológicas

## **TRABAJO FINAL DE LICENCIATURA**

**“Caracterización metalogenética del sector sur de la Veta Principal, proyecto La Valenciana, Macizo del Deseado, Santa Cruz”**

**Autor: Elías León Fau**

**Directora: Dra. Nora Alicia Rubinstein**

**Codirector: Lic. Darío Vera**

**2024**

# Índice

<b>1. Resumen</b>	<b>9</b>
<b>2. Introducción</b>	<b>11</b>
2.1. Objetivos	11
2.2. Metodología	11
2.3. Ubicación y características geográficas del área de estudio	13
<b>3. Marco geológico regional del Macizo del Deseado</b>	<b>15</b>
3.1. Antecedentes geológicos	15
3.2. Antecedentes mineros	16
3.3. Estratigrafía	19
3.3.1. Complejo Ígneo - Metamórfico Río Deseado	19
3.3.2. Formación La Modesta	20
3.3.3. Grupo Tres Cerros	21
3.3.3.1. Formación La Golondrina	21
3.3.3.2. Formación La Juanita	22
3.3.4. Grupo El Tranquilo	22
3.3.4.1. Formación Cañadón Largo	23
3.3.4.2. Formación Laguna Colorada	23
3.3.5. Formación La Leona	24
3.3.6. Formación Roca Blanca	25
3.3.7. Formación Cerro León	26
3.3.8. Formación Bajo Pobre	27
3.3.9. Grupo Bahía Laura	28
3.3.9.1. Formación Chon Aike	28
3.3.9.2. Formación La Matilde	29
3.3.10. Formación Bajo Grande	30
3.3.11. Formación Baqueró	30
3.3.12. Grupo Chubut	31
3.3.12.1. Formación Pozo D-129	32
3.3.12.2. Formación Castillo	32
3.3.12.3. Formación Bajo Barreal	33
3.3.12.4. Formación Laguna Palacios	33
3.3.13. Formación Salamanca	34

3.3.14. Formación Río Chico	35
3.3.15. Ciclos de volcanismo basáltico cenozoico	36
3.3.16. Sedimentitas marinas y continentales cenozoicas	36
3.3.16.1. Formación San Julián	37
3.3.16.2. Formación Monte León	37
3.3.16.3. Formación Santa Cruz	38
3.4. Marco tectónico y estructura	39
<b>4. Proyecto La Valenciana</b>	<b>43</b>
4.1. Geología del sector sur del Prospecto Veta Principal	43
4.1.1. Formación Chon Aike	45
4.1.1.1. Ignimbrita Valenciana	45
4.1.1.2. Ignimbrita Las Vallas	49
4.1.1.2.1. Miembro con Fiammes	49
4.1.1.2.2. Miembro con Cristales	52
4.1.1.2.3. Miembro Tobáceo	54
4.1.1.3. Geoquímica de roca	55
4.1.2. Veta Principal	59
4.1.2.1. Mineralogía y textura de la ganga	60
4.1.2.2. Paragénesis mineral	64
4.1.2.3. Alteración hidrotermal	68
4.1.2.4. Geoquímica de elementos metálicos	70
4.1.2.5. Estructura	84
<b>5. Modelo Metalogenético</b>	<b>87</b>
5.1. Depósitos epitermales, generalidades	87
5.2. Depósitos epitermales de baja, intermedia y alta sulfuración	89
5.3. Caracterización de la Veta Principal del Proyecto La Valenciana	97
<b>6. Conclusiones</b>	<b>103</b>
<b>7. Bibliografía</b>	<b>105</b>
<b>8. Anexo I: Mapa geológico de la región de estudio</b>	<b>120</b>
<b>9. Anexo II: Mapas de ubicación de las muestras de geoquímica de metales</b>	<b>121</b>
<b>10. Anexo III: Descripción de cortes petrográficos y calcográficos</b>	<b>124</b>
<b>11. Anexo IV: Datos de geoquímica de elementos metálicos</b>	<b>141</b>

# Índice de figuras

Figura 1: (A) Caracterización y descripción de testigos de perforación en el campamento minero del Proyecto La Josefina. (B) Toma de muestras de los testigos de perforación para la realización de secciones delgadas y pulidas y análisis litogegeoquímicos.	12
Figura 2: (A) Ubicación geográfica de la región de estudio, en el extremo occidental del departamento del Deseado, provincia de Santa Cruz. (B) Ubicación de la región de estudio respecto a los límites del Macizo del Deseado. (C) Ubicación del área de estudio y de los catorce mineros que abarca (imagen tomada de Google Earth).	14
Figura 3: Mapa de la geología regional del Macizo del Deseado (tomado de Echeveste, 2005).	16
Figura 4: Mapa de ubicación de los principales prospectos auroargentíferos del Macizo del Deseado. Portfolio of Mining Projects 2022, Secretaría de Minería, Argentina.	17
Figura 5: Columna estratigráfica de la geología regional del Macizo del Deseado elaborada en base a Cobos et al. (2003), Giacosa y Genini (1998) y Panza et al. (1994a, 1994b, 1994c, 1998, 2001a, 2001b).	19
Figura 6: Principales interpretaciones del origen de los terrenos que componen a la Patagonia argentina. (A): Interpretación de Ramos (2008), quien plantea una aloctonía o para-autoctonía de la Patagonia argentina; (B): Propuesta de Pankhurst et al. (2006), quienes plantean la aloctonía del Macizo del Deseado, pero la autoctonía del Macizo de Somún Curá.	40
Figura 7: Imagen de Google Earth mostrando los diferentes objetivos de exploración del Proyecto La Valenciana.	43
Figura 8: Mapa geológico del área de estudio confeccionado en base a información bibliográfica e información de campo.	44
Figura 9: Mapa geológico de la región estudiada (Alperin et al., 2007). El recuadro rojo corresponde al área de estudio del presente trabajo. La Ignimbrita Las Vallas en el área analizada es denominada por Alperin et al. (2007) como Ignimbrita La Eugenia. CECC (Centro Efusivo Cerro Campana); CEBF (Centro Efusivo Bajo del Fénix).	45
Figura 10: Afloramientos de las Ignimbritas Valenciana y Las Vallas en el área de estudio, y la falla inferior que las pone en contacto. (A) Vista hacia el ENE. (B) Vista hacia el S.	46
Figura 11: Ignimbrita la Valenciana, perteneciente a la Formación Chon Aike. (A) Muestra de mano en la cual se reconocen fiammes (Fi), litoclastos (Lc) y cristaloclastos de plagioclasa (Pl), biotita (Bt) y cuarzo (Qz). (B) Fotomicrografía mostrando un cristal de anfíbol con alteración a sericitita (Ser), carbonatos (Cb) y clorita (Chl), cuarzo (Qz) y anatasita (Ant) (sin analizador). (C) Fotomicrografía ilustrando un fiamme y cristaloclastos de plagioclasa y biotita (sin analizador). (D) Fotomicrografía mostrando un individuo de plagioclasa alterado a carbonatos (con analizador). Abreviaturas de minerales según Whitney y Evans (2010).	47
Figura 12: (A) Clasificación composicional de las muestras de ignimbritas analizadas según Schmid (1981). (B) Clasificación granulométrica utilizada para el presente trabajo según Schmid (1981).	48
Figura 13: (A) Afloramiento del Miembro con Fiammes perteneciente a la Ignimbrita Las Vallas (vista hacia el S). (B-C) Detalle de la unidad, donde se observan numerosos fiammes y escasos cristaloclastos de cuarzo. (D) Muestra de testigo de perforación de color gris claro con fiammes de color blanco y escasos cristaloclastos de cuarzo.	50

Figura 14: (A) (B) Fotomicrografías con analizador de fiammes (Fi) con desvitrificación de tipo radial e inclusiones de cristaloclastos de cuarzo (Qz), en una matriz con arreglo felsítico (M) (A: muestra 270156; B: muestra 270158). (C) Fotomicrografía con analizador mostrando individuos de plagioclasa cribados, con rellenos de cuarzo y arcillas (Ar) (muestra 270158). (D) Fotomicrografía sin analizador mostrando trizas vítreas (Tr) (muestra 270156). 51

Figura 15: (A) Afloramiento del Miembro con Cristales perteneciente a la Ignimbrita Las Vallas. (B) Muestra de campo de color castaño oscuro, con cristaloclastos de plagioclasa castaños, cuarzo y biotita. 53

Figura 16: Fotomicrografías de la muestra 270157. (A) Individuo de plagioclasa con macla polisintética, con parches de albita (Alb) y venillas de sericita (con analizador). (B) Secciones basales de anfíboles (Amph) cribados y rellenos por plagioclasa y cuarzo (con analizador). (C)(D) Fiammes con textura eutaxítica y cristaloclastos de biotita y plagioclasa (A: con analizador; B: sin analizador). 54

Figura 17: (A)(B) Muestras de mano del Miembro Tobáceo (MT), con cristaloclastos de cuarzo, fragmentos pumíceos (Pmz) y litoclastos en una matriz afanítica. 55

Figura 18: (A) Diagrama de clasificación Th vs Co (Hastie et al., 2007). (B) Diagrama de clasificación Zr/TiO<sub>2</sub> vs Nb/Y (Winchester y Floyd, 1977). (C) Diagrama de clasificación SiO<sub>2</sub> vs Zr/TiO<sub>2</sub> (Winchester y Floyd, 1977). (D) Diagrama de clasificación Zr/Ti vs Nb/Y (Winchester y Floyd, 1977, modificado por Pearce, 1996). 57

Figura 19: (A) Diagrama multielemento normalizado a MORB según Pearce (1983). (B) Diagrama de tierras raras (REE) normalizado a condrita según Anders y Grevesse (1989). 58

Figura 20: (A) Afloramiento de la Veta Principal en la región de estudio (vista hacia el SSE). (B) Muestra de mano representativa de la brecha observada en el campo. Se observan clastos de cuarzo y litoclastos cementados por sílice jasperoide. (C) Imagen comparativa entre una silicificación de color rojo más próxima a la veta (parte inferior de la imagen) y de color gris a medida que se aleja de la misma (parte superior imagen). 60

Figura 21: Texturas de cristalización primaria reconocidas en el sector norte de la Veta Principal en el área de estudio. (A) Textura bandeada coloforme. (B) Textura bandeada coloforme y en peine. (C) Textura bandeada coloforme y masiva jasperoide en testigo de perforación. (D) Textura en peine. 61

Figura 22: Texturas de reemplazo pseudomórfico reconocidas en el sector norte de la Veta Principal. (A) Textura "lattice bladed" junto a cuarzo en peine. (B) Textura "parallel bladed". En azul se marcan los dominios de las tablas de cuarzo, y en línea roja punteada la dirección de crecimiento que sigue cada una de ellas. 61

Figura 23: (A) Cristales de cuarzo con textura en peine, dispuestos en un arreglo de tipo bandeado crustiforme (con analizador; muestra M270159). (B) Cuarzo con textura plumosa (con analizador; muestra M270160). (C) Textura "flamboyant" (con analizador; muestra M270163). (D) Bandas de grano grueso compuestas por cristales de cuarzo, baritina (Brt), y agregados de titanita (Ttn) y malaquita (Mlc) (con analizador; muestra M270160). (E) Cuarzo con textura en mosaico (con analizador; muestra M270160). (F) Cristales de adularia rómbica/pseudorómbica entre las bandas de cuarzo, y venillas de arcilla (sin analizador; muestra M270160). (G) Muestra de mano mostrando venillas de arcilla y agregados arcillosos con morfologías rómbicas. (muestra M270160). (H) Textura pseudoacicular (con analizador; muestra M270163). (I) Textura "ghost bladed" (con analizador; muestra M270163). (J) Agregados de minerales opacos de hábito acicular (sin analizador; muestra M270163). 64

Figura 24: Muestras de mano de testigos con presencia de malaquita y especularita en bandas (Figura 24A) y

en forma de venillas (Figura 24B).	65
Figura 25: Fotomicrografías de hematita (Hem) y goethita (Gth). (A) Textura acicular. (B) Textura masiva. (C) Textura bandeada coloforme. (D) Agregados de azurita.	66
Figura 26: Fotomicrografías con analizador de la paragénesis mineral de la Veta Principal (muestra M270159). (A) Cristales de galena (Gn) con pits. (B) Cristal de esfalerita (Sp) con calcopirita (Ccp) "disease". (C) Cristal anhedral de pirita (Py). (D) Cristal de calcopirita en contacto con la esfalerita.	67
Figura 27: Fotomicrografías de la paragénesis mineral de la Veta Principal. (A) Agregados de digenita (Dg) con parches de covelina (Cv) masiva. (B) Agregados de digenita con covelina acicular.	67
Figura 28: Fotografía mostrando la diferencia de erosión entre la veta silicificada y la roca de caja argilizada (vista al SSE).	69
Figura 29: Histogramas de frecuencia absoluta en ppm para los diferentes elementos en superficie.	70
Figura 30: Diagramas de correlación de muestras de superficie.	72
Figura 31: Histogramas de frecuencia absoluta en ppm para muestras de la perforación LV-D14-001.	73
Figura 32: Histogramas de frecuencia absoluta en ppm para muestras de la perforación LV-D14-002.	74
Figura 33: Histogramas de frecuencia absoluta en ppm (y en ppb para el Au) para muestras de la perforación LV-D14-003.	75
Figura 34: Histogramas de frecuencia absoluta en ppm para muestras de la perforación LV-D14-004.	76
Figura 35: Diagramas de concentración de elementos metálicos en función de la profundidad de la perforación LV-D14-001.	77
Figura 36: Diagramas de concentración de elementos metálicos en función de la profundidad de la perforación LV-D14-002.	78
Figura 37: Diagramas de concentración de elementos metálicos en función de la profundidad de la perforación LV-D14-003.	79
Figura 38: Diagramas de concentración de elementos metálicos en función de la profundidad de la perforación LV-D14-004.	80
Figura 39: Diagramas de correlación de muestras de perforación. (A), (B) y (C) corresponden a la perforación LV-D14-001. (D), (E) y (F) corresponden a la perforación LV-D14-002. (G), (H), (I) y (J) corresponden a la perforación LV-D14-003. (K) y (L) corresponden a la perforación LV-D14-004.	83
Figura 40: (A) Roca con textura bandeada coloforme con bandas ginguro asociada al intervalo mineralizado más somero (perforación LV-D14-001, muestra M270159). (B) Roca con textura brechosa cementada por óxidos de hierro asociada al intervalo mineralizado más profundo (perforación LV-D14-002, muestra M270162).	84
Figura 41: Diagrama de rosetas mostrando las direcciones predominantes de la Veta Principal en el área de estudio.	84
Figura 42: (A) Mapa geológico de la región de la Estancia El Fénix donde se muestran las principales direcciones de deformación del área. En rojo se señala la región de estudio del presente trabajo. (B)(C) Interpretación de las zonas de fracturación mayores sobre la base del análisis discriminado de la fábrica de fracturación, con discriminación cromática según el rumbo de las fracturas: (B) Distribución espacial de aquellas estructuras frágiles orientadas con rumbos en el cuadrante NE. (C) Distribución espacial de aquellas estructuras frágiles orientadas con rumbos en el cuadrante NO. Tomados de Japas et al. (2013).	85

Figura 43: Modelo que esquematiza los diferentes fluidos hidrotermales que contribuyen al desarrollo de depósitos epitermales. Tomado de Corbett (2007).	88
Figura 44: Mapa de la distribución global de depósitos de alta sulfuración (HS), sulfuración intermedia (IS) y baja sulfuración (LS). Tomado de Wang et al. (2019).	89
Figura 45: Esquema comparativo simplificado de los modelos genéticos de depósitos epitermales de baja, intermedia y alta sulfuración. Tomado de Sillitoe (1995).	90
Figura 46: Comparación de diferentes modelos de alteración hidrotermal en un depósito epitermal de baja sulfuración. (A) Cooke y Simmons (2000); (B) Simmons et al. (2005). (C) Buchanan (1981).	92
Figura 47: Comparación de diferentes modelos de alteración hidrotermal en un depósito epitermal de alta sulfuración. (A) Simmons et al. (2005); (B) Cooke y Simmons (2000); (C) Stoffregen (1987).	94
Figura 48: Perfil estructural esquemático de la región de estudio mostrando la estructura y la distribución de la alteración hidrotermal. La circulación de los fluidos fue interpretada en base a los modelos de Sillitoe (1995) y Corbett (2007).	98

## Índice de tablas

Tabla 1: Edades radimétricas determinadas en circones detriticos en esquistos moscovítico-cloríticos de la Formación La Modesta.	21
Tabla 2: Edades radimétricas determinadas en plutones de la Formación La Leona.	25
Tabla 3: Edades radimétricas determinadas de la Formación Bajo Pobre, en los sectores central y oriental del macizo.	27
Tabla 4: Edades radimétricas determinadas en ignimbritas de la Formación Chon Aike.	29
Tabla 5: Edades radimétricas determinadas para diversos afloramientos de los basaltos cenozoicos.	36
Tabla 6: Geoquímica de las muestras analizadas. Los elementos traza incluidas las REE se encuentran en ppm.	56
Tabla 7: Matriz de correlación de Pearson de muestras de superficie para los metales de interés del prospecto.	71
Tabla 8: Matrices de correlación de Pearson de muestras de perforación. (A) Perforación LV-D14-001. (B) Perforación LV-D14-002. (C) Perforación LV-D14-003. (D) Perforación LV-D14-004.	81
Tabla 9: Características generales de los depósitos de baja, intermedia y alta sulfuración	95
Tabla 10: Geoquímica de elementos metálicos en superficie. Elementos no especificados en ppm.	141
Tabla 11: Continuación de geoquímica de elementos metálicos en superficie. Elementos no especificados en ppm.	142
Tabla 12: Continuación de geoquímica de elementos metálicos en superficie. Elementos no especificados en ppm.	143
Tabla 13: Continuación de geoquímica de elementos metálicos en superficie. Elementos no especificados en ppm.	144

<i>Tabla 14: Geoquímica de elementos metálicos de la perforación LV-D14-001. Elementos no especificados en ppm.</i>	145
<i>Tabla 15: Continuación de geoquímica de elementos metálicos de la perforación LV-D14-001. Elementos no especificados en ppm.</i>	146
<i>Tabla 16: Geoquímica de elementos metálicos de la perforación LV-D14-002. Elementos no especificados en ppm.</i>	147
<i>Tabla 17: Continuación de la geoquímica de elementos metálicos de la perforación LV-D14-002. Elementos no especificados en ppm.</i>	148
<i>Tabla 18: Geoquímica de elementos metálicos de la perforación LV-D14-003. Elementos no especificados en ppm.</i>	149
<i>Tabla 19: Continuación de geoquímica de elementos metálicos de la perforación LV-D14-003. Elementos no especificados en ppm.</i>	150
<i>Tabla 20: Geoquímica de elementos metálicos de la perforación LV-D14-004. Elementos no especificados en ppm.</i>	151
<i>Tabla 21: Continuación de geoquímica de elementos metálicos de la perforación LV-D14-004. Elementos no especificados en ppm.</i>	152

## **Agradecimientos**

El autor del presente trabajo desea agradecer, en primer lugar, a la Universidad de Buenos Aires, a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, y en particular al Departamento de Ciencias Geológicas, por permitirme desarrollarme como estudiante y como futuro profesional en esta hermosa y prestigiosa institución.

A Nora Rubinstein, mi directora, por confiar en mí desde el principio, por todo el apoyo brindado a lo largo de esta etapa, y por los interminables conocimientos que adquirí gracias a ella.

A Darío Vera, mi codirector, por recibirnos de tan buena manera, por ayudarnos constantemente en el campo, y por todos los conceptos aprendidos de su parte.

A mis jurados, Marcela y Carlos, por todas las correcciones realizadas.

A Patagonia Gold por permitirme esta única e increíble oportunidad, y a todo el personal de la empresa, Sergio, Sebas, Arturo, Chaura, Bruno, Lucas, Martín, por las charlas, comidas y momentos compartidos que hicieron de esta experiencia algo inolvidable.

Al Laboratorio de Cortes del IGeBA del Departamento de Geología, por haberme facilitado las secciones delgadas y los pulidos calcográficos utilizados para el presente trabajo.

A todo el plantel docente y colegas de la universidad, Ana, Caro, Leo, Sebas, Vicente, que siempre que pudieron ayudarme con algo lo hicieron, tanto en este trabajo como en todos estos años en la facultad.

A Nacho, por acompañarme en esta hermosa experiencia.

A todos mis amigos de la facultad que me acompañaron desde el primer momento, en especial a Juliano, Viky, Fede y Lauti, sin quienes esto no hubiese sido lo mismo.

A Juli, mi compañera, amiga y novia, quien me eligió y me dio la oportunidad de crecer como persona, por todo el cariño, el amor, la confianza, el apoyo incondicional y la paciencia durante todos estos años.

A Mamá, por ser mi sostén emocional, fuente de apoyo y modelo a seguir en todo sentido, a quien le agradezco infinitamente por todo lo que sacrificó por mí.

A mi abuelo, mi fan N°1 y máximo admirador, a quien le dedico todo este trabajo y quien me inspiró y motivó a seguir adelante.

A todos mis familiares, mis hermanas Selva y Greta, Papá, Ceci, mis hermanos Ciro y Yaco, Ángel, y a todos aquellos que de alguna manera u otra me brindaron su apoyo.

A Marita, quien me inspiró para estudiar esta hermosa carrera, y que siempre que necesitaba ayuda estaba ahí para mí.

Y a todos mis amigos personales y familiares que siempre estuvieron al pendiente de mi progreso.

## 1. Resumen

La Veta Principal es un depósito de oro y metales base perteneciente al Proyecto La Valenciana ubicado en el sector central-occidental del Macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz, a cargo de la empresa Patagonia Gold Corp. El área de estudio del presente trabajo se ubica en el Departamento del Deseado, entre los paralelos 47°56'11,70"S y 47°56'42,10"S y los meridianos 69°37'39,35"O y 69°36'53,30"O, y abarca una superficie aproximada de 0,9 km<sup>2</sup>.

El presente trabajo consistió en estudios petromineralógicos, texturales y análisis geoquímicos de la Veta Principal y de las unidades litoestratigráficas de la región. Se realizó el mapeo de las diferentes litologías aflorantes en el área de estudio con la ayuda de imágenes satelitales. Además se realizó la descripción en detalle de cuatro testigos de perforación, información que fue utilizada como base para la confección de un perfil estructural.

Se tomaron muestras de veta y de rocas de caja tanto de superficie como de testigos de perforación, y con ellas se realizaron secciones delgadas, secciones pulidas, análisis geoquímicos de roca total y de elementos metálicos.

Los datos petromineralógicos y geoquímicos analizados permitieron reconocer en la región a la Ignimbrita Valenciana y a la Ignimbrita Las Vallas, pertenecientes a la Formación Chon Aike del Grupo Bahía Laura, las cuales ya habían sido descritas previamente por otros autores. En base a las observaciones de campo, análisis de perforaciones y bibliografía de la región, la Ignimbrita Las Vallas fue subdividida en tres miembros denominados Miembro con Fiammes, Miembro con Cristales y Miembro Tobáceo. La Ignimbrita Las Vallas corresponde a una roca ácida (entre 69,6-74,8% de SiO<sub>2</sub>) que de acuerdo a su composición química es una riolita-riodacita calcoalcalina potásica/shoshonítica y peraluminosa. La Ignimbrita Valenciana corresponde a una roca intermedia-ácida (65% de SiO<sub>2</sub>), que de acuerdo a su composición química es una riadacita-dacita calcoalcalina potásica/shoshonítica y peraluminosa. En base a las diferencias en la signatura geoquímica de ambas unidades, se interpreta que estas rocas corresponden a dos pulsos volcánico-piroclásticos diferentes.

En las secciones delgadas se reconoció una paragénesis de ganga compuesta principalmente por cuarzo y en menor proporción por baritina, titanita y adularia. Los cristales de cuarzo presentan texturas de cristalización primaria, recristalización y reemplazo pseudomórfico. Se observaron cristales de adularia pseudoaciculares, pseudorómbicos y posibles cristales de adularia rómbica, en orden de abundancia. La

paragénesis de mena identificada consiste en hematita, goethita, galena, digenita, covelina, esfalerita, pirita, calcopirita, malaquita, azurita, calcosina y arsenopirita.

En base a las características petro-mineralógicas y texturales la Veta Principal fue caracterizada como un depósito epitermal de baja sulfuración aurífero del tipo adularia-sericita, y con evidencias de ebullición somera. La geoquímica de elementos metálicos permitió reconocer dos zonas mineralizadas, una más somera y otra más profunda, con altas concentraciones de Au, Pb, Zn y Cu, y en menor proporción de Ag y As. En superficie, las mayores concentraciones de elementos metálicos se encuentran en el sector norte de la veta, en el Clavo Mineralizado #1.

En base a evidencias texturales y mineralógicas se propone como posibles mecanismos que generan la precipitación de Au a la ebullición, principalmente, y en menor proporción a la mezcla de fluidos magmáticos con aguas subterráneas someras y oxigenadas.

## 2. Introducción

### 2.1. Objetivos

El objetivo general del presente Trabajo Final de Licenciatura es realizar la caracterización metalogenética del sector sur de la veta Principal perteneciente al Proyecto La Valenciana (Macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz), así como analizar la geología y estructura del área con el fin de establecer la relación entre las unidades geológicas y la mineralización. Para cumplir con este objetivo se realizó el estudio petro-mineralógico de muestras de veta y de las diferentes unidades aflorantes en el área, así como estudios litogeoquímicos de roca total y análisis de la geoquímica de elementos metálicos de la veta.

### 2.2. Metodología

La metodología utilizada durante el presente trabajo incluyó tareas de campo y de gabinete que se detallan a continuación.

#### • Tareas de campo

La primera etapa de las tareas de campo consistió en la realización de un relevamiento topográfico, estructural y litoestratigráfico detallado de la región de estudio. El trabajo se inició con el reconocimiento general del área y la toma de puntos GPS (Sistema de Localización Global) de diferentes sectores de interés, con el objetivo de realizar un mapeo preliminar. Posteriormente se procedió a la toma de datos estructurales. Una vez concluida la caracterización regional del área de estudio, se procedió a analizar en detalle la zona mineralizada, donde se describió la litología de la roca de caja y la mineralogía y texturas de la Veta Principal.

La segunda etapa de las tareas de campo consistió en el análisis, caracterización y descripción detallada de muestras de testigos de perforación de diamantina (Figura 1A), ubicados en el repositorio de testigos de perforación en el campamento minero de Patagonia Gold en el Proyecto La Josefina. Se estudiaron en detalle los testigos de perforación de diamantina LV-D14-001, LV-D14-002, LV-D14-003 y LV-D14-004, pertenecientes a la Veta Principal, realizados previamente por la empresa FOMICRUZ.

#### • Tareas de gabinete

- Estudios petro-mineralógicos

Esta etapa consistió en la selección de un total de 10 muestras para realizar estudios petrográficos y calcográficos de roca de caja y mineralización (Figura 1B). Se prepararon 8 secciones delgadas y 5 secciones pulidas en el Laboratorio de Cortes del IGeBA (Departamento de Geología, UBA). Los preparados fueron analizados en el Laboratorio de Metalogénesis Andina (IGeBa-UBA) utilizando un microscopio de transmisión/reflexión Leica DM750P, provisto de cámara fotográfica.

- Análisis geoquímicos de roca total

Para los análisis geoquímicos se seleccionaron 5 muestras de roca de caja, 4 de ellas de testigos de perforación y 1 de superficie (Figura 1B). Los análisis geoquímicos fueron realizados por los laboratorios ALS Argentina (preparación de la muestra) y ALS Perú (procedimientos analíticos). Se seleccionó un paquete completo de caracterización litogeoquímica (CCP-PKG03), cuyo procesamiento para los elementos mayoritarios consistió en descomposición por fusión seguida de medición por fluorescencia de rayos X (ME-XRF26). Para los elementos traza se utilizó fusión de borato de litio seguida de disolución ácida y medición por espectrometría de emisión atómica (ME-MS81), mientras que para los elementos traza volátiles se realizó digestión en agua regia seguida de medición por espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ME-MS42). En cuanto a los metales base, el método utilizado fue digestión en cuatro ácidos seguido de medición por espectrometría de emisión atómica (ME-4ACD81). Por último, el carbono y el azufre fueron analizados a través de un horno de inducción (C-IR07 y S-IR08 respectivamente; ME-IR08).



**Figura 1:** (A) Caracterización y descripción de testigos de perforación en el campamento minero del Proyecto La Josefina. (B) Toma de muestras de los testigos de perforación para la realización de secciones delgadas y pulidas y análisis litogeoquímicos.

#### - Geoquímica de elementos metálicos

Este apartado consistió en el análisis de la geoquímica de elementos metálicos de la Veta Principal, tanto de superficie como de testigos de perforación.

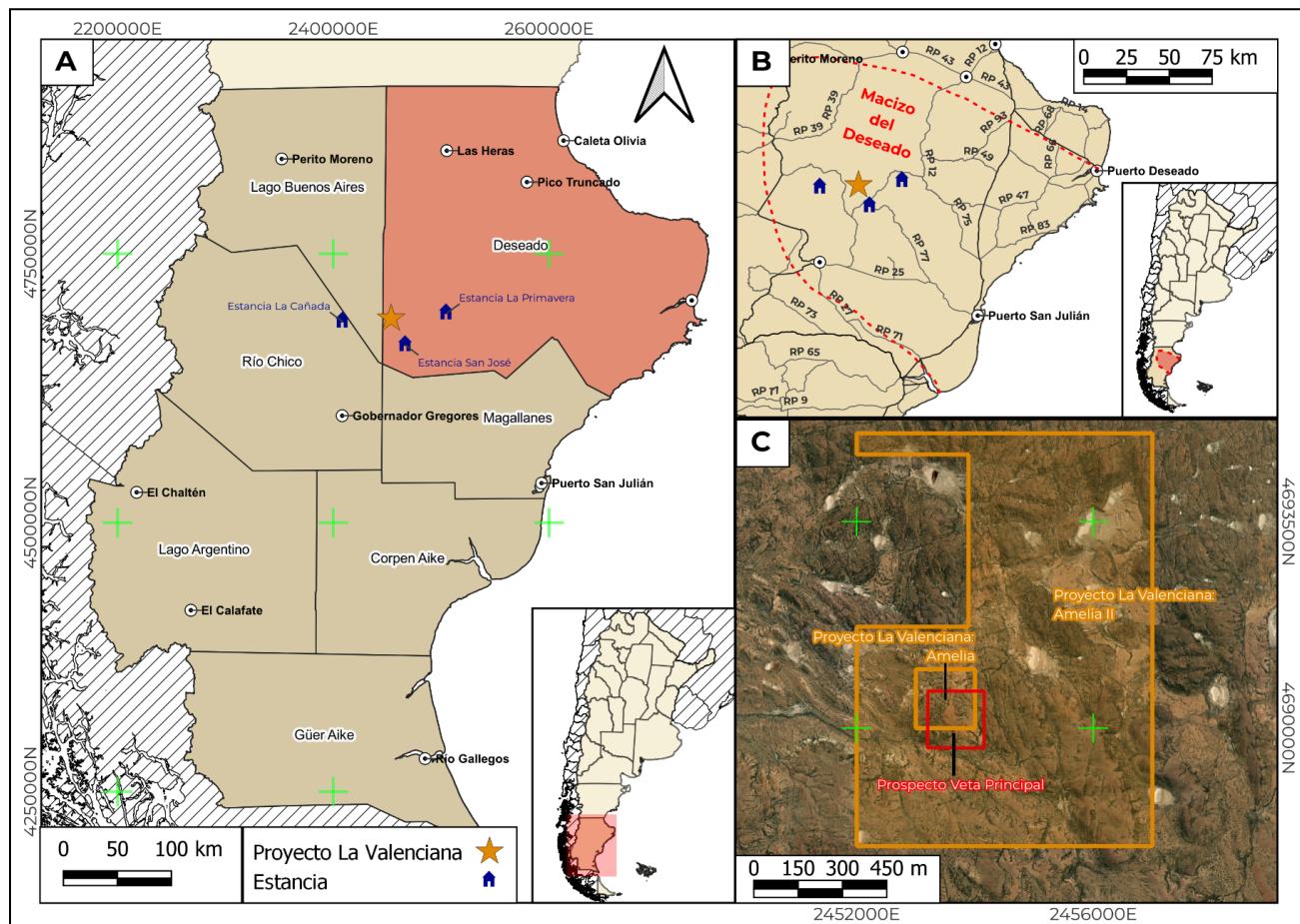
El objetivo principal fue analizar la existencia de anomalías de metales y su distribución en el espacio en el área del prospecto. Para ello, los datos fueron tratados estadísticamente, separando entre datos de muestras superficiales y datos de testigos de perforación, con el fin de establecer contenidos medios, variaciones espaciales de concentración, tendencias y correlaciones. Se realizaron histogramas, matrices y diagramas de correlación de elementos para lograr dicho fin.

### **2.3. Ubicación y características geográficas del área de estudio**

La región de estudio (Figura 2) se encuentra ubicada en el sector centro-norte de la provincia de Santa Cruz, en el extremo SO del departamento del Deseado, a 175 km al SE de la ciudad de Perito Moreno, 178 km al SO de la ciudad de Pico Truncado, y 278 km al O de la ciudad de Puerto Deseado. Localmente, la región se encuentra en cercanías de las estancias San José, La Cañada y La Primavera.

La región se encuentra comprendida en el sector central-occidental de la provincia geológica del Macizo del Deseado. Comprende un área de 0,9 km<sup>2</sup> y se encuentra delimitada por los paralelos 47°56'11,70"S y 47°56'42,10"S, y los meridianos 69°37'39,35"O y 69°36'53,30"O.

Es posible acceder al área de estudio a través de la Ruta Nacional N°3 partiendo desde la ciudad de Comodoro Rivadavia, unos 77 km en dirección sur hasta llegar a la ciudad de Caleta Olivia. Allí se toma la Ruta Provincial N°12, y se recorren aproximadamente unos 270 km en dirección suroeste. Luego se recorre un camino interno hacia el oeste durante aproximadamente 15 km, para llegar al campamento móvil de Patagonia Gold en el Proyecto La Josefina. Por último, se toma un camino interno hacia el suroeste-oeste por aproximadamente 35 km, hasta llegar al sector que comprende la Veta Principal en el proyecto La Valenciana.



**Figura 2:** (A) Ubicación geográfica de la región de estudio, en el extremo occidental del departamento del Deseado, provincia de Santa Cruz. (B) Ubicación de la región de estudio respecto a los límites del Macizo del Deseado. (C) Ubicación del área de estudio y de los cateau mineros que abarca (imagen tomada de Google Earth).

### **3. Marco geológico regional del Macizo del Deseado**

#### **3.1. Antecedentes geológicos**

Los primeros estudios conocidos en la región corresponden a los trabajos pioneros de Darwin (1838), quien definió en los alrededores de Puerto Deseado lo que constituye las primeras descripciones de la provincia ígnea del Chon Aike.

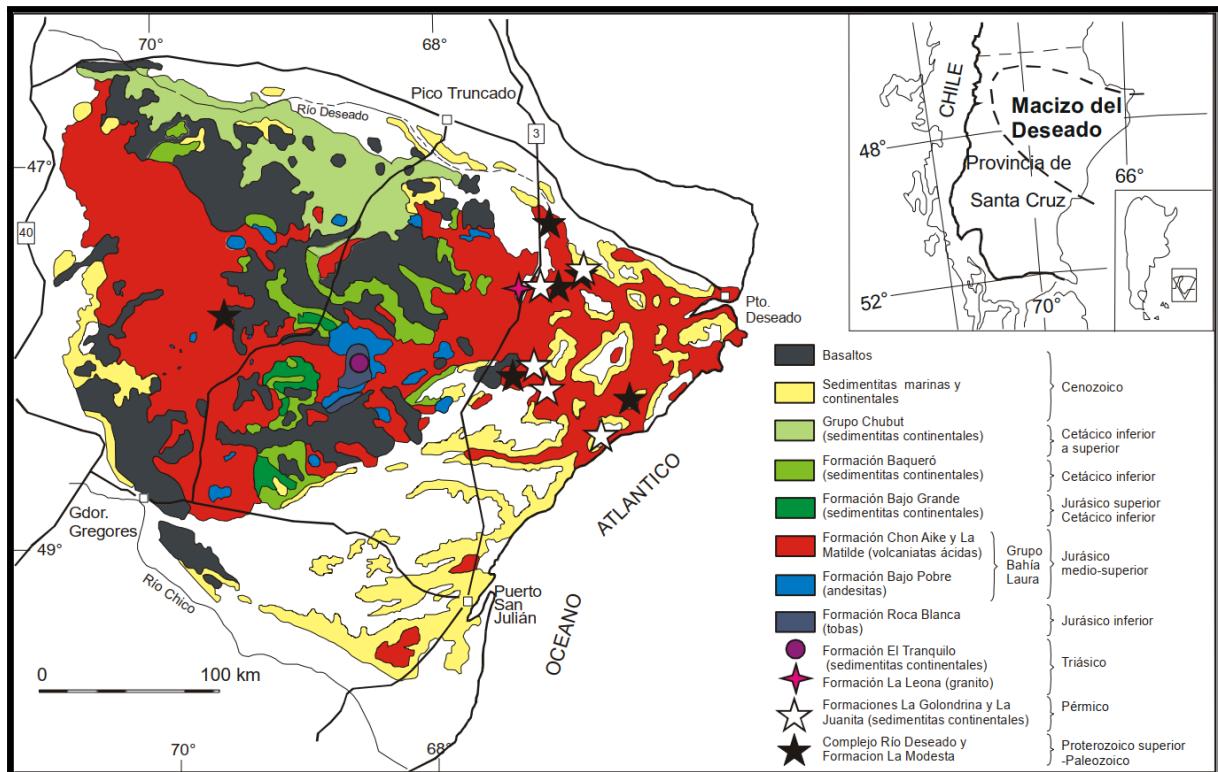
Posteriormente, trabajos como los de Ameghino (1889), Ortmann (1902), Wilckens (1905), Ameghino (1906) e Ihering (1907) continuaron con estudios tanto geológicos como paleontológicos en la región, muchos enfocados en el análisis de fósiles de mamíferos de la Patagonia. Posteriormente al primer descubrimiento de petróleo en la Argentina en la Cuenca del Golfo San Jorge, la cantidad de trabajos en el área comenzó a aumentar, principalmente orientados a la búsqueda de hidrocarburos (Fitzgerald *et al.*, 1990), entre los cuales se mencionan los de Loomis (1914), Wichmann (1922) y Windhausen (1924, 1931).

El Macizo del Deseado fue considerado como un macizo antiguo e independiente del Macizo Norpatagónico por primera vez por Feruglio (1946), mas no fue definido formalmente como tal hasta el trabajo de Leanza (1958), quien lo describió como una provincia geológica delimitada por el río Deseado y el río Chico de Santa Cruz, caracterizada por una gran estabilidad tectónica. Posteriormente, Harrington (1962) lo definió como un nesocratón que habría alcanzado su estabilidad durante el Paleozoico.

En cuanto a trabajos descriptivos de la geología regional, se destacan los de Di Persia (1956, 1958, 1959) y De Giusto (1956, 1958), quienes efectuaron mapas a escala 1:100.000. El basamento del macizo fue descrito por Di Persia (1962) como una secuencia de filitas y esquistos leptometamórficos. Estos mapas se fueron perfeccionando con el tiempo, hasta lograr mapas regionales de todo el Macizo del Deseado (por ej. Figura 3).

Es posible mencionar los relevamientos regionales de detalle de diferentes sectores del macizo realizados por el Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR), que incluyen las hojas geológicas a escala 1:250.000 4766-III, Puerto Deseado (Giacosa y Genini, 1998); 4966-I, Bahía Laura (Panza y Márquez, 1994); 4969-II, Tres Cerros (Panza *et al.*, 1994); 4969-I, Gobernador Gregores (Panza *et al.*, 1998); 4769-IV, Monumento Natural Bosques Petrificados (Panza *et al.*, 2001); 4769-III, Destacamento La María (Panza *et al.*, 2001); y 4969-IV, Puerto San Julián (Panza *et. al*, 1994).

Además, deben ser mencionados trabajos como los de Pankhurst *et al.* (1993, 1998, 2000, 2001) y Pankhurst y Rapela (1995) quienes realizan estudios geocronológicos y geoquímicos del macizo, y aportan información isotópica utilizada para la interpretación de la petrogénesis del magmatismo jurásico en Gondwana.

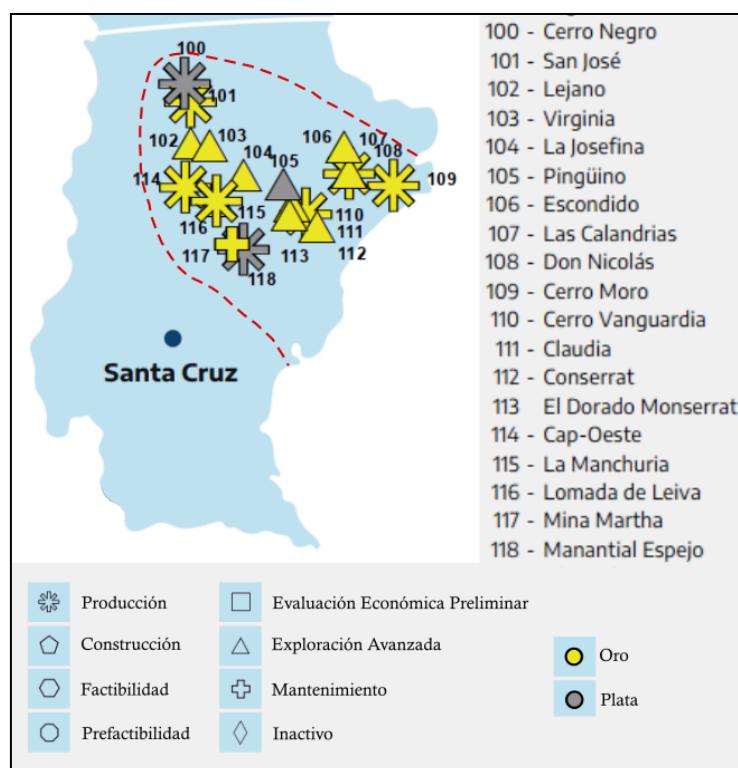


**Figura 3:** Mapa de la geología regional del Macizo del Deseado (tomado de Echeveste, 2005).

### 3.2. Antecedentes mineros

El gran potencial minero de la provincia auroargentífera del Macizo del Deseado se puso en evidencia a fines de la década del '70 y comienzos de la década del '80, a partir del descubrimiento de los primeros yacimientos de oro en vetas de cuarzo en el área de Cerro Vanguardia (Genini, 1977). Su hallazgo habría formado parte de las tareas de prospección del "Plan Patagonia-Comahue" desarrollado por la Secretaría de Minería de la Nación (Zubia *et al.*, 1999). Este yacimiento comenzó a explotarse en 1998, a través de la empresa Cerro Vanguardia S.A. (actualmente constituida AngloGold Ashanti, que posee una participación accionaria del 92,15%, y Fomicruz S.E., Sociedad del Estado de la Provincia de Santa Cruz, con una participación del 7,5%) y continúa actualmente en operación (<https://cerrovanguardia.com.ar/institucional/historia/>). La intensa actividad prospectiva que derivó en este hallazgo ha dado como resultado el descubrimiento de varios distritos vetiformes con presencia de metales preciosos, todos en diferentes estados de desarrollo (Jovic, 2009).

El Macizo del Deseado constituye una “Provincia Auroargentífera Mesozoica” (Schalamuk *et al.*, 2002) en la que se desarrolla un extenso volcanismo Jurásico (Provincia Magmática Chon Aike) asociado al rifting originado como consecuencia de la apertura del Atlántico, el cual se encuentra vinculado a una serie de depósitos vetiformes con concentración de metales preciosos. Esta provincia metalogenética incluye numerosos prospectos auroargentíferos (Figura 4) entre los cuales se destacan proyectos en etapa de producción como Cerro Negro con una producción anual estimada de 278 Koz de Au en 2022 (<https://operations.newmont.com/latac/cerro-negro-argentina>), Cerro Moro con una producción anual estimada de 84,6 Koz de Au y 3,05 Moz de Ag en 2024 (<https://panamericansilver.com/es/operations/silver-segment/cerro-morro/>) y San José con una producción anual estimada de 80,99 Koz de Au y 4.422 Koz de Ag en 2023 (<https://www.hochschildmining.com/es/donde-operamos/operaciones-en-marcha/san-jose/>), y proyectos en etapa de exploración avanzada como La Josefina, La Manchuria y El Dorado-Montserrat. La gran mayoría de estos yacimientos son mineralizaciones epitermales de baja sulfuración, fundamentalmente vetiformes, y con escasas brechas y stockworks.



**Figura 4:** Mapa de ubicación de los principales prospectos auroargentíferos del Macizo del Deseado y su estado de desarrollo. Portfolio of Mining Projects 2022, Secretaría de Minería, Argentina.

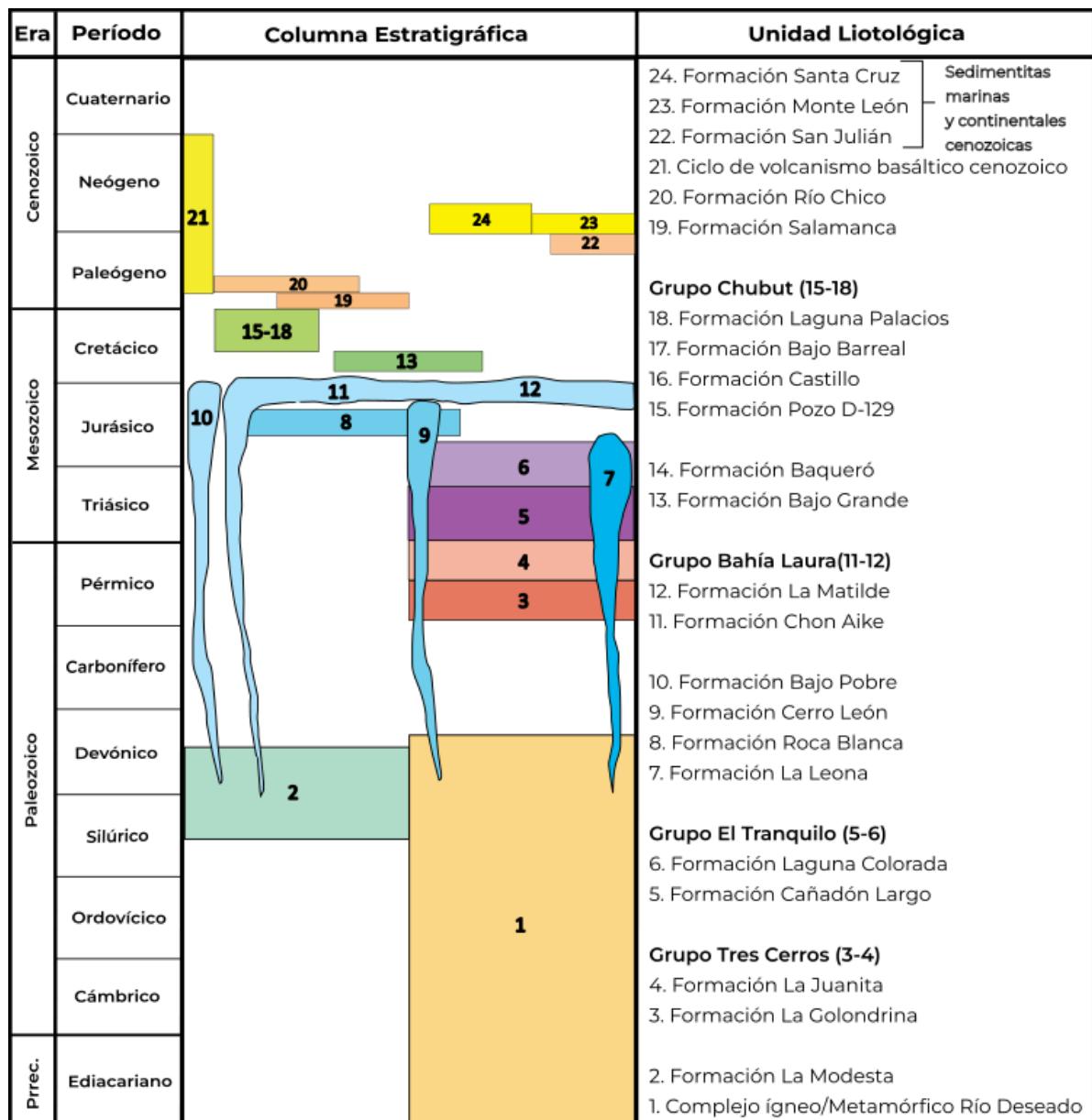
El prospecto La Valenciana fue descubierto a mediados de la década del 90' por la empresa FOMICRUZ S.E. durante un programa de prospección a escala regional, con

la colaboración del INREMI (Instituto de Recursos Minerales de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad de La Plata). Durante esos trabajos se recolectaron muestras para estudios petrográficos y geoquímicos, se llevó a cabo el mapeo de la principal estructura mineralizada, la Veta Valenciana, y se realizaron los primeros estudios geofísicos y perforaciones del prospecto (Méndez, 2006).

En el año 2011, la empresa privada Cerro Cazador S.A. (Hunt Mining Corp.) presentó una iniciativa de exploración y explotación del área La Valenciana, la cual fue adjudicada y puesta en marcha a mediados del 2013. Para el año 2019, Cerro Cazador S.A. anuncia una propuesta de proyecto conjunto con la empresa Patagonia Gold Plc. de varios proyectos, entre ellos, el Proyecto La Valenciana, acuerdo que continúa hasta la actualidad (<https://patagoniagold.com/exploration/la-valenciana/>).

### 3.3. Estratigrafía

En este apartado se da una breve introducción a la geología regional del Macizo del Deseado, interpretando los posibles orígenes de las formaciones que la componen. La estratigrafía general del Macizo del Deseado se ilustra en la Figura 5.



**Figura 5:** Columna estratigráfica de la geología regional del Macizo del Deseado elaborada en base a Cobos et al. (2003), Giacosa y Genini (1998) y Panza et al. (1994a, 1994b, 1994c, 1998, 2001a, 2001b).

#### 3.3.1. Complejo Ígneo - Metamórfico Río Deseado

El Complejo Río Deseado (Viera y Pezzuchi, 1976) comprende escasos afloramientos de reducidas dimensiones de rocas ígneo-metamórficas que se

encuentran en el sector oriental del Macizo del Deseado, al este de la Ruta Nacional 3, en cercanías al río Deseado (Figura 3).

Las litologías de esta unidad varían en las diferentes localidades en las que se encuentran. En la Estancia Tres Hermanas predominan los esquistos anfibolíticos (compuestos por hornblenda + plagioclasa + cuarzo + epidoto + titanita + calcita + opacos ± granate ± diópsido), metacuarcitas, mármoles y en menor medida migmatitas, milonitas y ortogneises graníticos (Giacosa y Genini, 1998, Giacosa *et al.* 2002, Guido 2002, Fracchia y Giacosa 2006). Por otro lado, en la Estancia Dos Hermanos predominan las filitas, anfibolitas, esquistos micáceos y granitoides e intrusivos granodioríticos (Giacosa y Genini, 1998, Guido 2002). Por otra parte, en las estancias El Sacrificio - El Laurel, predominan las rocas plutónicas por sobre las metamórficas, como stocks tonalíticos, granitos foliados y leucogranitos (Giacosa y Genini, 1998).

Dataciones U/Pb SHRIMP en circones detríticos sugieren una edad máxima de depositación de 565 Ma (Pankhurst *et al.*, 2003) en tanto que dataciones K/Ar en anfibolita indican que el metamorfismo de la unidad habría ocurrido a los 540±20 Ma (Pezzuchi, 1978). La edad del magmatismo se ubica entre los 401 y 472 Ma (U/Pb TIMS y U/Pb SHRIMP, Loske *et al.*, 1999 y Pankhurst *et al.*, 2003).

### **3.3.2. Formación La Modesta**

Los afloramientos que constituyen esta formación se encuentran expuestos en el sector centro-occidental del Macizo del Deseado (Figura 3) y fueron descritas por primera vez por Di Persia (1958), quien las denominó “Esquistos La Modesta”, asignándoles edades del Precámbrico. Posteriormente, Pezzi (1970) agrupó y formalizó estos afloramientos en la Formación La Modesta.

La formación La Modesta está compuesta por esquistos moscovíticos y moscovítico-cloríticos, esquistos cuarzo-cloríticos, metacuarcitas, rocas calcosilicáticas, y en menor medida metavolcanitas mesosilícicas, rocas esquistosas ricas en turmalina y bancos de óxidos de Fe y Mn (Moreira *et al.*, 2005). Las litologías más representadas son los esquistos moscovíticos y moscovítico-cloríticos. También fueron descriptas filitas y esquistos con inyecciones cuarzosas (Del Blanco *et al.*, 1994). Se han observado evidencias de metamorfismo de contacto generado por diques y filones capa de la Formación Bajo Pobre, evidenciado por la blastesis de clorita en sus inmediaciones (Moreira *et al.*, 2005).

Dataciones de circones detríticos en los esquistos moscovítico-cloríticos arrojaron edades comprendidas entre el Silúrico Tardío y Devónico Temprano (Tabla 2) para esta unidad.

Autor	Edad	Roca	Método	Ubicación de afloramientos
Moreira et. al. (2005)	413 ± 17 Ma	Circones detríticos en esquistos moscovítico-cloríticos	Rb/Sr	Proximidades a la Estancia La Josefina
Moreira et. al. (2013)	413 ± 6 Ma	Circones detríticos en esquistos moscovítico-cloríticos	U/Pb	Proximidades a la Estancia La Josefina
	446 ± 6 Ma	Circones detríticos en esquistos moscovítico-cloríticos	U/Pb	Proximidades a la Estancia La Josefina

**Tabla 1:** Edades radimétricas determinadas en circones detríticos en esquistos moscovítico-cloríticos de la Formación La Modesta.

### 3.3.3. Grupo Tres Cerros

#### 3.3.3.1. Formación La Golondrina

Las primeras descripciones de esta formación fueron realizadas por Criado Roque (1953) a la que posteriormente Archangelsky (1958a) denomina formalmente como Formación La Golondrina, la cual aflora en el sector oriental del Macizo del Deseado (Figura 3). Jalfín y Bellosi (1984) subdividen a esta formación en 3 miembros (Laguna Lillo, Laguna Polina y Dos Hermanos), y la incluyen en el Grupo Tres Cerros.

La Formación La Golondrina está constituida por una potente secuencia de sedimentitas continentales que incluyen pelitas, areniscas, conglomerados y arcosas que se encuentra en contacto mediante una discordancia angular y parcialmente tectónica con el Complejo Río Deseado, y está instruida por plutones, diques y filones capa de la Formación La Leona y al Grupo Bahía Laura (Giacosa y Genini, 1998).

Los paleoambientes de deposición a los cuales se asocia esta formación son muy variados, incluyendo sistemas fluviales entrelazados, ambientes lacustres de baja energía, conos aluviales (Jalfín, 1987; Bellosi y Jalfín, 1989) y hasta avalanchas o deslizamientos (Guido, 2002).

Stipanicic (1957) asigna esta formación, en base a evidencias paleobotánicas, al Pérmico. Por otro lado, al encontrarse intruida por las plutonitas del Triásico Superior de la Formación La Leona, su edad puede acotarse entre el post-Carbonífero y el Triásico

Superior. En base a estudios de flora fósil, Archangelsky (1958a), Archangelsky y De La Sota (1960) y Arondo (1972) asignan esta formación al Pérmico Inferior (Artinskiano - Kunguriano), y posteriormente Archangelsky (1992) interpreta una posible edad pérmica superior entre los 253 y los 263 Ma. (Capitaniano - Changhsingiano), en base a la presencia de restos fósiles de *Dictyopteridium aff. sporiferum* y del género *Dizeugotheca*.

### **3.3.3.2. Formación La Juanita**

La primera descripción de esta formación corresponde a Di Persia (1955) quien menciona un paquete de conglomerados y areniscas aflorantes en cercanías de la Estancia La Juanita. Esta unidad, que aflora también en otras localidades del Macizo del Deseado (Figura 3), fue denominada de manera formal por Arondo (1972).

Esta unidad está constituida por un espeso paquete de areniscas cuarcíticas medianas a gruesas y conglomerados oligomíticos cuarzosos, con algunas lentes limolíticas (Giacosa y Genini, 1998).

Este paquete se apoya concordantemente sobre el miembro superior de la Formación La Golondrina y se encuentra intruido por plutones del Jurásico Inferior (Giacosa y Genini, 1998).

Chebli *et al.* (1976) y Jalfin (1987) proponen que se habría generado en un ambiente continental de tipo fluvial, similar a la Formación La Golondrina.

Tanto Arondo (1976) como Chebli *et al.* (1976) la asignaron al Pérmico Inferior. Por otro lado, Jalfin (1987), basándose en sus relaciones estratigráficas, la asigna al Pérmico Superior.

### **3.3.4. Grupo El Tranquilo**

Di Persia (1955) es el primero en reconocer un conjunto pelítico-psamítico con paleoflora y vertebrados fósiles en el área de la Estancia El Tranquilo, a la cual denomina "Serie *El Tranquilo*" (Figura 3). Herbst (1965) y De Giusto *et al.* (1980) proponen la separación de esta unidad en dos miembros: un miembro inferior, de tonalidades grises y amarillento-verdosas con un espesor de 800 m y un miembro superior de tonalidades pardo-rojizas y moradas, y espesores de entre 150 - 200 m. Jalfin y Herbst (1995) proponen la denominación de la unidad como Grupo El Tranquilo, el cual está

conformado por las formaciones Cañadón Largo como miembro inferior, y Laguna Colorada como miembro superior. El Grupo El Tranquilo se apoya en probable discordancia sobre la Formación La Juanita (Giacosa y Genini, 1998), pero su base no se encuentra expuesta (Jovic, 2009). Por otra parte, se encuentra intruida por dioritas y filones capa de la Formación La Leona (Giacosa y Genini, 1998).

### **3.3.4.1. Formación Cañadón Largo**

Esta formación aflora en las proximidades de las estancias El Tranquilo, Cañadón Largo y La Calandria y alcanza un espesor máximo de 800 m (Jalfin y Herbst, 1995).

De base a techo presenta un arreglo granodecreciente, presentando una sección inferior compuesta por areniscas/arcosas de grano grueso y en menor medida conglomerados polimíticos con clastos de rocas volcánicas, y una sección superior compuesta por bancos pelíticos carbonosos y areniscas finas (Jalfin y Herbst, 1995). Además presenta numerosas intercalaciones de hasta 20 m de tobas cristalinas (Giacosa y Genini, 1998).

Esta unidad contiene abundante flora de Dicroidium, de los géneros *Dicroidium*, *Asterotheca*, *Cladophlebis*, *Sphenopteris*, *Ginkgoites* y *Lepidopteris* (Arrondo, 1972).

La sección inferior se habría depositado en un sistema fluvial entrelazado, mientras que la sección superior correspondería a un ambiente fluvial de alta sinuosidad, con sedimentos finos de área intercanal y pequeños cuerpos lagunares (Jovic, 2009).

En base a los restos paleoflorísticos y palinológicos hallados en la unidad, Arrondo (1972) y Jovic (2009) la atribuyen al Triásico Medio al Superior, mientras que Chebli *et al.* (1976), Jalfin (1987) y De Giusto (1980) la atribuyen al Triásico Inferior al Medio (Ladiniano a Carniano).

### **3.3.4.2. Formación Laguna Colorada**

Esta unidad aflora en las áreas de Laguna Colorada y Laguna Chica, alcanzando espesores máximos de entre 150 y 200 m. Está compuesta por limolitas, limolitas arcillosas, areniscas, wackes, arcosas y bancos de conglomerados finos con clastos de pelitas, areniscas, volcanitas mesosilíceas y rocas graníticas (Jalfin y Herbst, 1995; Jovic, 2009).

La asociación paleoflorística de la Formación Laguna Colorada es similar a la unidad infrayacente aunque menos diversa e incluye los géneros *Neocalamites*, *Dicroidium*, *Cladophlebis* y *Millerocaulis*. Por otro lado, es portadora de restos de vertebrados, mayoritariamente de Saurisquios (Jalfín y Herbst, 1995).

Esta unidad se apoya en discordancia sobre los términos altos del Grupo Tres Cerros hacia el ENE y sobre la Formación Cañadón Largo hacia el OSO, y se encuentra intruida por los plutones de la Formación La Leona (Jalfín y Herbst, 1995).

Tanto Jalfín y Herbst (1995) como Jovic (2009) y Herbst y Crisafulli (2016) coinciden, en base a evidencias litológicas y paleontológicas, en que el paleoambiente de deposición de esta formación corresponde principalmente a ambientes de tipo fluvial, variables desde entrelazados hasta de alta sinuosidad, y en ocasiones ambientes de tipo lacustre.

Jalfín y Herbst (1995), en base a la fauna de vertebrados, le atribuyen una edad del Noriano, alcanzando la parte superior del Triásico tardío lo cual resulta coherente con la edad del Jurásico temprano de la Formación La Leona (Chebli *et al.*, 1976).

### **3.3.5. Formación La Leona**

Las mejores exposiciones de esta formación se encuentran en cercanías de las Estancias La Calandria-La Juanita y en el Bajo de La Leona (Figura 3; Arrondo, 1972; Chebli, 1974; Chebli *et al.*, 1976, Pankhurst *et al.*, 1993). De Giusto (1955) y Di Persia (1955) fueron los primeros en realizar mapeos de esta unidad, en tanto que Arrondo (1972) la designa como la Formación La Leona.

Los cuerpos plutónicos que conforman esta unidad incluyen dioritas cuarzosas, granodioritas y tonalitas de grano medio en el área de la Estancia La Calandria-La Juanita, y granodioritas, aplitas biotíticas, aplogranitos y leucogranitos en el área del Bajo de la Leona (Pankhurst *et al.*, 1993). En cercanías a la Estancia La Calandria se reconoce la presencia de gabros (Giacosa y Genini, 1998).

Los plutones de la Formación La Leona intruyen al Complejo Río Deseado, a las formaciones La Golondrina y La Juanita y a las sedimentitas del Grupo El Tranquilo.

Dataciones radimétricas realizadas por diferentes autores (Tabla 3) permiten asignar a la Formación La Leona al Jurásico Inferior.

Autor	Edad	Roca	Método	Ubicación de afloramientos
Halpern et. al. (1970)	$199 \pm 7$ Ma	Granito	Rb/Sr	Proximidades a la Estancia La Juanita
Chebli et. al. (1976)	$202 \pm 5$ Ma	Granodiorita	K/Ar	Proximidades a la Estancia La Calandria
Márquez (1981)	$212 \pm 10$ Ma	Granodiorita	K/Ar	Proximidades a la Estancia La Calandria
	$199 \pm 20$ Ma	Granodiorita	K/Ar	Proximidades a la Estancia La Calandria
	$202 \pm 10$ Ma	Stock aploranítico	K/Ar	Proximidades a la Estancia La Calandria
Varela (1992)	$198 \pm 5$ Ma	Diorita cuarzosa y granito	Rb/Sr	Proximidades a la Estancia La Calandria
Pankhurst et. al. (1993)	$203 \pm 2$ Ma	Isocrona apartir de 14 muestras del Plutón La Calandria	Rb/Sr	Proximidades a la Estancia La Calandria

**Tabla 2:** Edades radimétricas determinadas en plutones de la Formación La Leona.

### 3.3.6. Formación Roca Blanca

Los primeros en describir esta formación fueron Di Persia (1956) y De Giusto (1956), quienes reconocieron un potente conjunto piroclástico-epiclástico con basaltos y aglomerados al cual denominaron “Serie de Roca Blanca”. Es Herbst (1965) quien le asigna una edad del Liásico Medio a Superior, y propone la denominación formal como Formación Roca Blanca. Posteriormente, Lesta y Ferello (1972) separaron de esta formación a los basaltos y aglomerados, los cuales atribuyeron a la Formación Bajo Pobre. Los principales afloramientos se encuentran en el sector central-occidental del Macizo del Deseado (Figura 3).

La Formación Roca Blanca comienza en su sección inferior con areniscas líticas gruesas, en ocasiones conglomerados, con abundante material piroclástico retrabajado (Herbst, 1965), generalmente macizas pero en sectores con estratificación entrecruzada en artesa. Los litoclastos corresponden a tobas o volcanitas afaníticas. Le siguen areniscas con estratificación normal y piroclastitas hacia la parte media-superior, con abundantes restos fósiles (Panza y Haller, 2002).

El contenido fosilífero de esta unidad comprende palinomorfos, peces dulceacuícolas y anuros (Reig, 1961; Pöthe de Baldis, 1982; Panza, 1982).

La Formación Roca Blanca está en contacto tectónico o por discordancia angular con las sedimentitas del Grupo El Tranquilo (Panza y Haller, 2002; Jovic, 2009).

El ambiente de deposición habría correspondido al de una llanura de inundación, con un régimen fluvial de competencia variable, y con frecuentes aportes piroclásticos, por medios eólicos o por caídas plinianas (Panza y Haller, 2002).

En base a su contenido fosilífero, Herbst (1965) y Pöthe de Baldis (1982) ubican a esta unidad en el Liásico Medio a Superior (Jurásico inferior), pudiendo llegar al Aaleniano (Jurásico medio). Stipanicic y Bonetti (1970) le asignan, sobre la base de consideraciones estructurales, una edad que va del Toarciano (Jurásico inferior) al Aaleniano.

### **3.3.7. Formación Cerro León**

El primer autor en describir esta unidad fue Di Persia (1956), identificándola como “*Diabasas*”. Posteriormente, Pezzi (1970) realizó un análisis más en detalle, y propuso nombrarla como “*Diabasa Cerro León*”, y finalmente Panza (1982) las denominó formalmente como “*Formación Cerro León*”.

La Formación Cerro León está compuesta por rocas hipabisales básicas a intermedias, las cuales son vinculadas genética y temporalmente al episodio volcánico de la Formación Bajo Pobre (Pezzi, 1970; Panza, 1982). Comprende diques y filones capa de diabasas, basaltos, basandesitas, traquiandesitas, traquibasandesitas, pórfiros andesíticos, pórfiros andesíticos cuarzosos, dioritas y andesitas (Panza *et al.*, 2001; Guido, 2002; Guido *et al.*, 2004; Jovic, 2009).

La Formación Cerro León intruye al Complejo Río Deseado, a la Formación La Golondrina, a las sedimentitas del Grupo El Tranquilo y a la Formación Roca Blanca (Panza *et al.*, 2001; Guido, 2002; Jovic, 2009).

En base a su correlación con la Formación Bajo Pobre, Pezzi (1970) Y Panza (1982) restringen la edad de esta formación al Jurásico Medio - Superior, en tanto que en base a las relaciones estratigráficas Guido (2002) la asigna al Jurásico Inferior (Toarciano) y la parte baja del Jurásico Medio (Aaleniano). La datación de una traquibasandesita mediante el método Ar/Ar en roca total, la cual arrojó una edad de  $180,1 \pm 1,5$  Ma (Toarciano; Guido, 2002). Estudios geocronológicos en pórfidos andesíticos e intrusivos dioríticos, arrojando edades que van entre los  $194 \pm 21$  Ma y los  $164,31 \pm 4,75$  Ma, por lo cual la edad de esta unidad quedaría comprendida entre el Jurásico Inferior (Hettangiano) y el Jurásico Medio (Bajociano) (Jovic, 2009).

### 3.3.8. Formación Bajo Pobre

Las rocas que conforman esta unidad fueron consideradas inicialmente por Di Persia (1956) y De Giusto (1956) como la parte superior de la “Serie de Roca Blanca”. La denominación formal de Formación Bajo Pobre fue otorgada por Lesta y Ferello (1972), quienes la incluyen dentro del Grupo Bahía Laura. Posteriormente, De Giusto *et al.* (1980) sostienen que esta formación se encontraría intercalada con tobas de la Formación Roca Blanca, en tanto que Panza (1982, 1984 y 1986) la reconoce como unidad independiente. Los afloramientos se encuentran principalmente en el sector central del Macizo del Deseado (Figura 3) y constituyen cuerpos tabulares de poca potencia, con un importante grado de alteración y fracturación, dispuestos en lomadas. Las rocas se clasifican petrográficamente como andesitas porfíricas, en ocasiones con abundante biotita y olivina (Guido *et al.*, 2006).

La Formación Bajo Pobre se apoya en forma concordante y en discordancia angular de muy bajo ángulo sobre la Formación Roca Blanca (Jovic, 2009), e intruyendo a la Formación La Modesta.

Dataciones radimétricas de la Formación Bajo Pobre permiten ubicarla entre fines del Jurásico Inferior y fines del Jurásico Superior (Tabla 4), coincidiendo aproximadamente con el Grupo Bahía Laura (Guido *et al.*, 2006).

Autor	Edad	Roca	Método	Ubicación de afloramientos
Tessone <i>et. al.</i> (1999)	173± 8 Ma	Andesita	Rb/Sr	Sector central del macizo
Feráud <i>et. al.</i> (1999)	164,1 ± 0,3 Ma	Andesita basáltica	Ar/Ar	Bajo Pobre
	160,5 ± 0,5 Ma	Andesita basáltica	Ar/Ar	Bajo Pobre
	152,8 ± 2,6 Ma	Andesita	Ar/Ar	Sector central del macizo
	152,7 ± 1,2 Ma	Andesita	Ar/Ar	Sector central del macizo
Pankhurst <i>et. al.</i> (2000)	150,6 ± 2,0 Ma	Andesita basáltica	Ar/Ar	Bajo Pobre
Guido <i>et. al.</i> (2006)	177 ± 4 Ma	Andesita basáltica	Ar/Ar	Sector oriental del macizo
Jovic (2009)	167,22 ± 1,94 Ma	Basalto	Ar/Ar	Área El Tranquilo
	168,64 ± 4,34 Ma	Andesita	Ar/Ar	Área El Tranquilo

**Tabla 3:** Edades radimétricas determinadas de la Formación Bajo Pobre, en los sectores central y oriental del macizo.

### 3.3.9. Grupo Bahía Laura

Las primeras descripciones de esta unidad fueron realizadas por Darwin (1839), quien las describió como pórfidos rojos, a veces vitrofíricos, en afloramientos en los alrededores de Puerto Deseado. Ameghino (1906) describe con mayor detalle al complejo volcánico, y le asigna una edad precretácica. Feruglio (1949) la asigna al

Jurásico y propone denominarla Complejo Bahía Laura. Posteriormente, Lesta y Ferello (1972) fueron quienes definieron formalmente al complejo como Grupo Bahía Laura, donde incluyeron a las formaciones Chon Aike y La Matilde. Pankhurst *et al.* (1998) proponen que las volcanitas jurásicas de la Patagonia y las que se encuentran al oeste de la Antártida conforman una de las mayores provincias ígneas silícicas (SLIP) del mundo, estimando una extensión de más de 100.000 km<sup>2</sup> para el Macizo del Deseado, con espesores de entre 500 a 2.200 m (Féraud *et al.*, 1999).

### **3.3.9.1. Formación Chon Aike**

Esta unidad se encuentra ampliamente distribuida en todo el Macizo del Deseado (Figura 3); es, junto a la Formación La Matilde, la unidad de mayor desarrollo areal en el ámbito del mismo.

Las rocas que conforman a esta formación son predominantemente volcanitas ácidas. Las más abundantes dentro de este grupo son las ignimbritas riolíticas, que conforman mantos compactos, en ocasiones con disyunción columnar (Giacosa y Genini, 1998). Los espesores de los mantos ignimbíticos oscilan entre los 4 y 15 m, pudiendo llegar hasta los 35 m (Panza *et al.*, 2001). En general, tienen texturas porfíricas con fenocristales de cuarzo y escasos de feldespatos y láminas de biotita. Contienen fiammes y fragmentos pumíceos muy alterados, así como pocos litoclastos de rocas volcánicas y tobas (Panza y Haller, 2002). De manera subordinada, se observan tobas de caída, tufitas, lapillitas y aglomerados volcánicos (Panza *et al.* 2001 y Méndez 2006). Las facies lávicas son muy minoritarias, observándose escasos domos dacíticos o riolíticos (Panza y Haller, 2002).

Las volcanitas de la Formación Chon Aike cubren en discordancia angular a las formaciones La Golondrina, La Modesta, y a las sedimentitas del Grupo El Tranquilo, se apoyan en discordancia erosiva sobre las plutonitas de la Formación La Leona, y lateralmente engranan con las tobas y tufitas de la Formación La Matilde (Giacosa y Genini 1998; Panza *et al.* 2001; Panza y Haller 2002).

Análisis químicos de estas rocas indican que son calcoalcalinas, y peraluminosas (de Barrio, 1989, 1993; Franchi *et al.*, 1989). Panza y Haller (2002) interpretan, en base a las abundancias relativas de elementos mayoritarios, elementos traza y evoluciones isotópicas de esta unidad, un origen por subplacado de magmas basáltico - andesíticos instalados dentro o en la base de la corteza inferior.

Autor	Edad	Roca	Método	Ubicación de afloramientos
De Barrio (1993)	162 ± 11 Ma	Ignimbrita riolítica	Rb/Sr	Sector oriental del Macizo del Deseado
Pankhurst et. al. (1993)	168,0 ± 1,9 Ma	Ignimbrita	Ar/Ar	Sector oriental del Macizo del Deseado, próximo a Puerto Deseado
Zubia et. al. (1999)	171 ± 1 Ma	Ignimbrita	U/Pb	Proximidades a la estancia Cerro Vanguardia
Feráud et. al. (1999)	177,8 ± 0,4 Ma	Ignimbrita (sanidina)	Ar/Ar	Sector oriental del Macizo del Deseado, próximo a Puerto Deseado
	168,5 ± 0,4 Ma	Ignimbrita (sanidina)	Ar/Ar	Sector central del Macizo del Deseado

**Tabla 4:** Edades radimétricas determinadas en ignimbritas de la Formación Chon Aike.

Dataciones radimétricas en la Formación Chon Aike indican una edad de entre 162 ± 11 Ma y 177,8 ± 0,4 Ma (Tabla 4), por lo cual es posible asignarla al intervalo Bajociano - Titoniano (Panza y Haller, 2002). Estas edades son parcialmente coincidentes con las postuladas para la Formación Bajo Pobre, por lo que es factible que el volcanismo básico de la misma sea en parte coetáneo con las erupciones ácidas del Grupo Bahía Laura (de Barrio et al., 1999).

### 3.3.9.2. Formación La Matilde

La Formación La Matilde, al igual que su homóloga, la Formación Chon Aike, presenta una amplia distribución a lo largo de todo el Macizo del Deseado (Figura 3). Los afloramientos se presentan como lomadas muy cubiertas por regolito. La litología es bastante homogénea, predominando las tobas vítreas a cristalinas, con escasas intercalaciones de tufitas, mantos de ignimbritas y rocas pelíticas. El espesor máximo de esta unidad se estima en 150 m (de Barrio et al. 1999, Panza et al. 2001, Panza y Haller 2002).

La Formación La Matilde es portadora de los grandes troncos y estróbilos silicificados de las araucariáceas que constituyen el Bosque Petrificado de Madre e Hija (Panza y Haller, 2002). Se observan numerosas improntas de ramas y tallos en tobas, troncos silicificados *in situ* (Panza et al. 2001), y restos de vertebrados fósiles como el anuro *Notobatrachus degiustoi* Reig (Stipanicic y Reig, 1956), pequeños dinosaurios y especies caminadoras y brincadoras identificadas como mamíferos primitivos (Casamiquela, 1961b, 1961c, 1964, 1975).

Su ambiente de formación es fluvial de baja energía, en coetaneidad con un intenso volcanismo. Los depósitos pelíticos laminados indican que hubo pequeños cuerpos de agua como lagunas o pantanos en la planicie de inundación (de Barrio et al., 1999).

Stipanicic y Reig (1995, 1996) asignaron esta unidad, en base a su contenido fosilífero, al intervalo Jurásico Medio - Jurásico Superior.

### **3.3.10. Formación Bajo Grande**

La primera descripción de esta unidad fue realizada por Di Persia (1956), quien las asignó al Chubutiano. Los primeros autores en nombrarla como Formación Bajo Grande fueron Lesta (1969) y Turic (1969), agrupándola en el Grupo Chubut. Posteriormente, De Giusto *et al.* (1980) separaron esta unidad del Grupo Chubut, considerándola como una unidad independiente.

La Formación Bajo Grande se distribuye a lo largo de una franja alargada en sentido norte-sur, en el sector centro-sur del Macizo del Deseado, extendiéndose a lo largo de unos 110 km (Figura 3; Méndez, 2006). Se subdivide en una sección inferior y una superior. La sección inferior está compuesta por areniscas gruesas, sabulitas y conglomerados, casi siempre tuffíticos, conformando bancos con espesores de 0,4 a 2 m, lenticulares o tabulares (Panza *et al.* 2001). La sección superior está integrada por tobas vítreas o vitrocrystalinas, y algunas tufitas. La potencia total de la formación oscila entre 20 y 420 m (Panza 1982).

Esta formación se apoya en discordancia angular sobre el Grupo Bahía Laura y está separada mediante una discordancia angular de la suprayacente Formación Baqueró (Panza *et al.*, 2001).

En base a las edades asignadas a las unidades infra y suprayacentes, su edad queda acotada al Kimmeridgiano Superior - Hauteriviano.

### **3.3.11. Formación Baqueró**

El primero en reconocer esta unidad fue Feruglio (1949), quien los incluyó en el denominado "Complejo Porfírico de la Patagonia Extraandina". Es Archangelsky (1963) quien formaliza a la unidad como Formación Baqueró, integrada por un conjunto de piroclastitas y sedimentitas dispersas en los sectores centrales del Macizo del Deseado (Figura 3).

La Formación Baqueró está constituida por dos miembros (De Giusto *et al.*, 1980). El Miembro Inferior está compuesto por conglomerados, areniscas, tufitas, tobas vítreas y varios niveles de limolitas y arcilitas. El Miembro Superior constituye una

alternancia rítmica de cineritas blancas y friables con tobas castañas más resistentes, pudiendo estas últimas constituir paleosuelos. Ocasionalmente se intercalan niveles de conglomerados y areniscas con estratificación entrecruzada en artesa, formando bancos lenticulares (de Barrio *et al.*, 1999). En conjunto, la unidad alcanza un espesor máximo de hasta 200 m (Archangelsky, 1967).

Esta unidad es portadora de una importante tafoflora estudiada inicialmente por Archangelsky (1967), quien la caracterizó como gimnospérmica, con predominancia de Podocarpáceas y Bennettiales, sobre cuya base postuló un paleoclima tipo templado-moderado de mediana humedad..

El Miembro Inferior se interpreta como un típico ambiente fluvial, en partes lagunar, alternante entre períodos de alta y baja energía. El Miembro Superior se asocia a la sedimentación directa de lluvias de cenizas con interrupciones periódicas, evidenciadas por el desarrollo de paleosuelos.

La Formación Baqueró se apoya mediante una discordancia angular sobre las formaciones Chon Aike, La Matilde y Bajo Grande (Panza *et al.* 2001).

En base al contenido fosilífero, Archangelsky (1967) postula para la Formación Baqueró una edad cretácica inferior (barremiana - aptiana). Cabe mencionar que diversos autores (Di Persia, 1956; De Giusto, 1956) han mencionado un sincronismo y engranaje lateral entre la Formación Baqueró y la Formación Laguna Palacios del Grupo Chubut. Mediante evidencias palinológicas y un fechado radimétrico de una toba lapillítica en el contacto entre ambas unidades, que arrojó una edad de  $90 \pm 5$  Ma, Hechem y Homovc (1986) interpretan que la Formación Baqueró queda comprendida entre el Cretácico inferior y el Cretácico superior, y en discordancia angular se apoya la Formación Laguna Palacios, la cual se atribuye al Cretácico Superior (Coniaciano).

### **3.3.12. Grupo Chubut**

Los afloramientos del Grupo Chubut fueron estudiados por primera vez por Ameghino (1898), quien los denominó Formación Chubutense. Feruglio (1929) utilizó la denominación de "Chubutiano" para los afloramientos en la Sierra de San Bernardo. Posteriormente, Ferello y Tealdi (1950) separaron a la unidad en las Series Matasiete, del Castillo, del Barreal y de las Tobas Amarillas, siendo esta última conocida posteriormente como Serie de Laguna Palacios. Teruggi y Rossetto (1963) utilizaron los términos Formación Castillo y Formación Bajo Barreal en reemplazo de alguna de las

series ya establecidas. Posteriormente, Lesta (1969) utilizó por primera vez el término Grupo del Chubut (formalizado como Grupo Chubut por Lesta y Ferello, 1972), designando formalmente también a las formaciones Matasiete, Pozo D-129 y Laguna Palacios (Panza *et al.* 2001). En el ámbito del Macizo del Deseado, el Grupo Chubut aflora principalmente en el margen nor-noroeste, con una distribución general ONO-ESE (Figura 3).

### **3.3.12.1. Formación Pozo D-129**

La Formación Pozo D-129 (Lesta, 1968) constituye una gran unidad sedimentaria con un importante potencial para generar sistemas petroleros productivos. No se han observado afloramientos en el Macizo del Deseado, pero en subsuelo presenta una distribución areal de más de 150.000 km, con espesores de más de 1500 m (Figari *et al.*, 1999; Paredes *et al.*, 2014). Esta unidad se compone de areniscas medianas a finas, masivas, estratificadas o laminadas, intercaladas por bancos de tobas o de conglomerados finos en su sección inferior (Paredes *et al.*, 2014), mientras que hacia la sección superior predominan las pelitas negras y calizas oolíticas (Figari *et al.*, 1999).

Lateralmente, esta unidad es equivalente a la Formación Matasiete, ambas representando un sistema depositacional fluvial-lacustre de amplio desarrollo (Allard, 2015).

En base a la presencia de una palinoflora dominada por los géneros *Classopollis* y colonias de *Botryococcus*, Vallati (2013) asigna esta unidad al Barremiano - Aptiano temprano.

### **3.3.12.2. Formación Castillo**

Los afloramientos de esta unidad son muy escasos. Litológicamente está constituida por una secuencia uniforme de tobas líticas y tobas finas varicolores, bien estratificadas, con alternancia de bancos de areniscas y conglomerados (Panza *et al.*, 2001). Flores (1955) le asigna a esta unidad un espesor total de entre 200 a 300 m.

La Formación Castillo está separada de la Formación Bajo Pobre y del Grupo Bahía Laura por una clara relación de discordancia angular (Panza *et al.*, 2001), y mediante un contacto concordante con la Formación Pozo D-129 (Allard, 2015).

Por su fauna de dinosaurios, Bonaparte y Gasparini (1978) consideran que podría asignarse a una edad senoniana a esta formación.

### **3.3.12.3. Formación Bajo Barreal**

Esta unidad está conformada casi en su totalidad por tobas y chonitas finas de coloración gris blanquecina con escasas intercalaciones de delgados bancos tobáceos de grano más grueso así como de estratos de tufitas arenosas a sabulíticas. El espesor de esta unidad varía entre 40 a 200 m (Cobos *et al.*, 2003; Panza *et al.*, 2001).

La Formación Bajo Barreal constituye una unidad depositacional diferente de la Formación Castillo (Barcat *et al.*, 1984, 1989) de la cual está separada por una discordancia (Cobos *et al.*, 2003).

Bonaparte y Gasparini (1978) le asignan una edad senoniana (Cretácico Superior) en base a restos de dinosaurios analizados.

### **3.3.12.4. Formación Laguna Palacios**

Esta unidad tiene sus principales afloramientos al sur del Río Deseado. Está constituida por una monótona sucesión que alterna bancos de cineritas gris-blanquecinas, friables y macizos, con tobas vítreas y vitrocristalinas castañas más resistentes con importantes niveles de paleosuelos. Se observan ocasionales intercalaciones de facies gruesas como sabulitas o conglomerados finos hacia los bordes de cuenca (Cobos *et al.*, 2003).

Esta unidad se apoya de manera concordante sobre la Formación Bajo Barreal, y mediante una discordancia angular sobre la Formación Bajo pobre y sobre las vulcanitas del Grupo Bahía Laura, principalmente de la Formación Chon Aike (Panza *et al.*, 2001; Cobos *et al.*, 2003).

La escasez de fósiles en esta unidad dificulta su correcta asignación cronoestratigráfica. Dataciones radimétricas (SHRIMP U/Pb) realizadas por Suárez *et al.* (2014) arrojaron un rango de edades de entre 97,6 y 96 Ma (Cenomaniano). Casal *et al.* (2015) proponen, en base a diferencias litológicas, relaciones estratigráficas y contenido fosilífero, la definición de la Formación Lago Colhué Huapi, la cual presenta techo transicional con la Formación Laguna Palacios, a la cual le atribuyen una edad cretácica

superior (Coniaciano - Mastrichtiano). Este trabajo propone asignar una edad similar para la Formación Laguna Palacios, desestimando la edad cenomaniana propuesta por Suárez et al. (2014).

### **3.3.13. Formación Salamanca**

Esta unidad estratigráfica fue reconocida a partir de estudios de faunas de moluscos efectuados por Ihering (1903), quien propuso el nombre de "Salamancaneén". Posteriormente Windhausen (1924) la denominó Salamanqueano y la consideró una intercalación marina en el Grupo Chubut del Cretácico. El primer autor en utilizar la denominación de Formación Salamanca fue Simpson (1933), pero quienes formalizaron a esta unidad fueron Lesta y Ferello (1972). Sus afloramientos se encuentran mayormente concentrados en el borde nororiental del Macizo del Deseado (Figura 3).

Litológicamente, está constituida principalmente por areniscas, areniscas coquinoideas y coquinas. Este paquete sedimentario se presenta con una notoria estratificación entrecruzada en artesa, y fragmentos rotos de conchillas y clastos de cuarzo o líticos, unidos por cemento calcáreo. De manera subordinada, se observan areniscas glauconíticas, conglomerados, y bancos arcilloso-pelíticos (Panza et al., 2001; Cobos et al., 2003).

Numerosos autores han estudiado la Formación Salamanca por su contenido fósil que incluye diversas improntas de plantas fósiles, foraminíferos planctónicos, dinoflagelados, diversos especímenes de palinomorfos y abundantes restos de vertebrados fósiles, incluyendo posibles mamíferos (Clyde et al., 2014). Biondi (1929) menciona la presencia de fragmentos de huesos de dinosaurios y abundantes dientes de selacios.

En base al análisis de mega y microfauna y los estudios sedimentológicos, se ha interpretado que la deposición de esta unidad se produjo bajo condiciones dominanteamente marinas neríticas infralitorales, alternando con otras transicionales y continentales (Cobos et al., 2003). Andreis et al. (1975) y Clyde et al. (2014) consideran que la Formación Salamanca se encuentra asociada a un ambiente estuarino costero y somero, con influencia mareal y superficies de inundación marina.

Teniendo en cuenta que esta unidad traslata diferentes unidades en cortas distancias, se infiere que se trata de una transgresión marina cuya base marca una discordancia angular de bajo ángulo de carácter regional (Panza et al., 2001). Los

depósitos marinos de la Formación Salamanca se apoyan sobre las formaciones Bajo Barreal y Laguna Palacios, como así también sobre las formaciones Baqueró y La Matilde (Panza, 1981).

En base a su contenido paleontológico, es posible asignarle a la Formación Salamanca una edad paleocena (Daniano Superior) (Panza *et al.*, 2001). Clyde *et al.* (2014) confirman esta edad, en base a análisis paleomagnéticos, estratigráficos y a dataciones radimétricas (U/Pb, LA-ICP-MS) que arrojaron edades de entre 65,7 a 63,5 Ma.

### **3.3.14. Formación Río Chico**

Esta unidad fue descrita por primera vez por Ameghino (1906), a la cual denominó *Notostylopense* basal. Windhausen (1924, 1931) asignó esta unidad a la sección superior del Grupo Chubut. Posteriormente Simpson (1933) definió y formalizó a la misma como Formación Río Chico. Los afloramientos se encuentran distribuidos en la parte central-norte del Macizo del Deseado, principalmente en cercanías del valle del Río Deseado y del Arroyo Pescado (Panza *et al.*, 2001).

Esta unidad comprende dos secciones. La sección inferior es predominantemente tobácea, y la sección superior está constituida por arenas finas con intercalaciones de niveles arcillosos, a los cuales se superponen algunos niveles de tobas y tufitas, a veces chonitas, e incluso conglomerados (Cobos *et al.*, 2003).

La Formación Río Chico se dispone de manera concordante sobre la Formación Salamanca, y mediante una discordancia erosiva sobre las formaciones Bajo Barreal, Laguna Palacios, Baqueró y el Grupo Bahía Laura (Panza *et al.*, 2001; Cobos *et al.*, 2003).

Pascual y Odreman (1971) y Marshall *et al.* (1977) ubican a la Formación Río Chico en el Paleoceno Superior, en base a restos fósiles de reptiles y marsupiales.

### **3.3.15. Ciclos de volcanismo basáltico cenozoico**

Este ciclo fue estudiado por primera vez en la Patagonia por Baeckstrom (1915) y Tyrell (1932), y el primer intento de su sistematización fue elaborado por Feruglio (1949). Panza y Franchi (2002) realizaron un estudio detallado de sus diversos afloramientos en

el macizo, en donde los agruparon en ocho grandes ciclos, en función de su edad (Tabla 6): Cretácico superior a Paleoceno inferior (Basalto Las Mercedes); Paleoceno (Basalto La Levadura); Eoceno (basaltos Cerro del Doce, Chalía y María Elena); Oligoceno inferior alto a superior (basaltos Alma Gaucha, Sandín y El Matrero); Mioceno inferior a medio (basaltos Gregores, El Pedrero, de las Lagunas Sin Fondo y Cóndor Cliff); Mioceno superior (basaltos Strobel, Belgrano y la Formación Meseta Lago Buenos Aires); Mioceno superior a Plioceno inferior (basaltos Olnie, Las Tunas, La Cueva, Cerro Tejedor, Cerro Mojón y La Siberia) y Plioceno superior a Pleistoceno inferior (basaltos La Angelita, Laguna del Guadal, Cerro Piedras y Laguna Barrosa). Estos basaltos se distribuyen en el sector centro - occidental del Macizo del Deseado, desde la faja aledaña a la Cordillera Patagónica Austral, hasta el sector noroccidental de la Cuenca Austral (Figura 3).

<b>Autor</b>	<b>Edad</b>	<b>Roca</b>	<b>Método</b>	<b>Ubicación de afloramientos</b>
Marshall et. al. (1981)	64 ± 0,8 y 62,8 ± 0,8 Ma	Basalto Las Mercedes	K/Ar (Roca total)	Cercanías al curso superior del Río Chico, al este del lago Colhué Huapi
Panza (1982)	39 ± 5 Ma	Basalto Cerro del Doce	K/Ar (Roca total)	Cerro del Doce
	30 ± 3 Ma	Basalto Alma Gaucha	K/Ar (Roca total)	-
Gorring et. al. (1997)	11,3 ± 0,2 Ma	Basalto El Pedrero	Ar/Ar	Meseta El Pedrero
	9,39 ± 0,55 Ma	Basalto Strobel	Ar/Ar	Cercanías a la estancia La Calandria
	5,6 ± 0,17 Ma	Basalto Cerro Mojón	Ar/Ar	Meseta Cerro Mojón (Meseta del Mojón Aisín)
	2,0 ± 0,05 Ma	Basalto La Angelita	Ar/Ar	Norte y noreste de la localidad de Gobernador Gregores

**Tabla 5:** Edades radimétricas determinadas para diversos afloramientos de los basaltos cenozoicos.

Corresponden a coladas de basaltos olivínicos porfíricos y líticos con textura maciza, vesicular y amigdaloide, y frecuente disyunción columnar (Panza y Franchi, 2002).

### **3.3.16. Sedimentitas marinas y continentales cenozoicas**

Las sedimentitas marinas y continentales cenozoicas abarcan a las formaciones San Julián, Monte León y Santa Cruz (Figura 3)

#### **3.3.16.1. Formación San Julián**

Esta unidad fue definida por Bertels (1970) para caracterizar los afloramientos en la región del Gran Bajo de San Julián y regiones aledañas, al SE del Macizo del Deseado.

Litológicamente comienza con una sección inferior conformada por pelitas macizas o finamente laminadas, arcilitas, areniscas muy finas, limolitas y bancos de

carbón, seguida por una sección superior dominada por espesos estratos de areniscas líticas finas a medianas, coquinas y escasos conglomerados y calizas, mayoritariamente tabulares, y en menor medida con estratificación entrecruzada, alcanzando un espesor máximo de 80 m (Panza *et al.*, 1994; Heredia *et al.*, 2012).

Esta unidad se apoya mediante una discordancia erosiva sobre las volcanitas jurásicas del Grupo Bahía Laura (Panza *et al.*, 1994).

Teniendo en cuenta el contenido de foraminíferos de la unidad, Bertels (1970) la asigna al Oligoceno tardío (Chattiano). Dataciones radimétricas  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  realizadas por Parras *et al.* (2008) sobre valvas de *Crassostrea?* *hatcheri* (Ortmann) arrojaron edades de entre los 25,93 y 23,83 Ma, confirmando lo propuesto por Bertels (1970).

### **3.3.16.2. Formación Monte León**

El primero en describir esta unidad fue Feruglio (1949), quien la incluyó en el denominado “Patagoniense”, haciendo alusión al grupo de sedimentitas vinculadas a la ingresión marina atlántica del Paleógeno. Asimismo, la subdividió en tres pisos: Juliense, Leonense y Suprapatagoniense. Posteriormente, Bertels (1970) divide al Patagoniano en las formaciones San Julián y Monte León.

Litológicamente está compuesta por arcilitas tobáceas, chonitas, areniscas finas, areniscas coquinoides y coquinas, y en menor medida se observan biolititas y pelitas (Panza *et al.*, 2001; Guido, 2002).

Los depósitos de esta unidad se asocian a un ambiente marino somero en condiciones neríticas y litorales, evidenciado por sus abundantes restos de invertebrados marinos, microfósiles como radiolarios, diatomeas y crisotomáceas, trazas fósiles, dientes de tiburón y grandes huesos de cetáceos, así como también la presencia de glauconita (Panza *et al.*, 1995).

La Formación Monte León se apoya en paraconcordancia sobre la Formación San Julián (Panza *et al.*, 1994), mediante una discordancia angular sobre el Grupo Bahía Laura (Panza *et al.*, 2001) y mediante una discordancia erosiva sobre la Formación Río Chico y los basaltos eocenos (Cobos *et al.*, 2003).

Camacho y Fernández (1956) consideran que la transgresión marina comenzó en el Eoceno. Por otra parte, una datación radimétrica  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  efectuada por Fleagle *et al.*

(1995) arrojó una edad de 19,33 Ma, ubicando a la misma en el Burdigaliano (Mioceno Inferior).

### **3.3.16.3. Formación Santa Cruz**

Esta unidad fue descrita originalmente por Darwin (1846) y Ameghino (1889, 1898), y posteriormente denominada como Santacruceano por Roll (1938) y como Santacruceense por Feruglio (1949). Zambrano y Urien (1970) la formalizaron como Formación Santa Cruz, compuesta por un conjunto de sedimentitas y piroclastitas de amplio desarrollo en la provincia de Santa Cruz.

La Formación Santa Cruz está integrada principalmente por sedimentitas continentales que comprenden limolitas, fangolitas y areniscas finas a medianas con abundantes intercalaciones de tobas cineríticas y escasas lentes conglomerádicas. Los afloramientos presentan formas erosivas características como en tubo de órgano o conformando paisajes de *badlands* (Panza *et al.*, 2001).

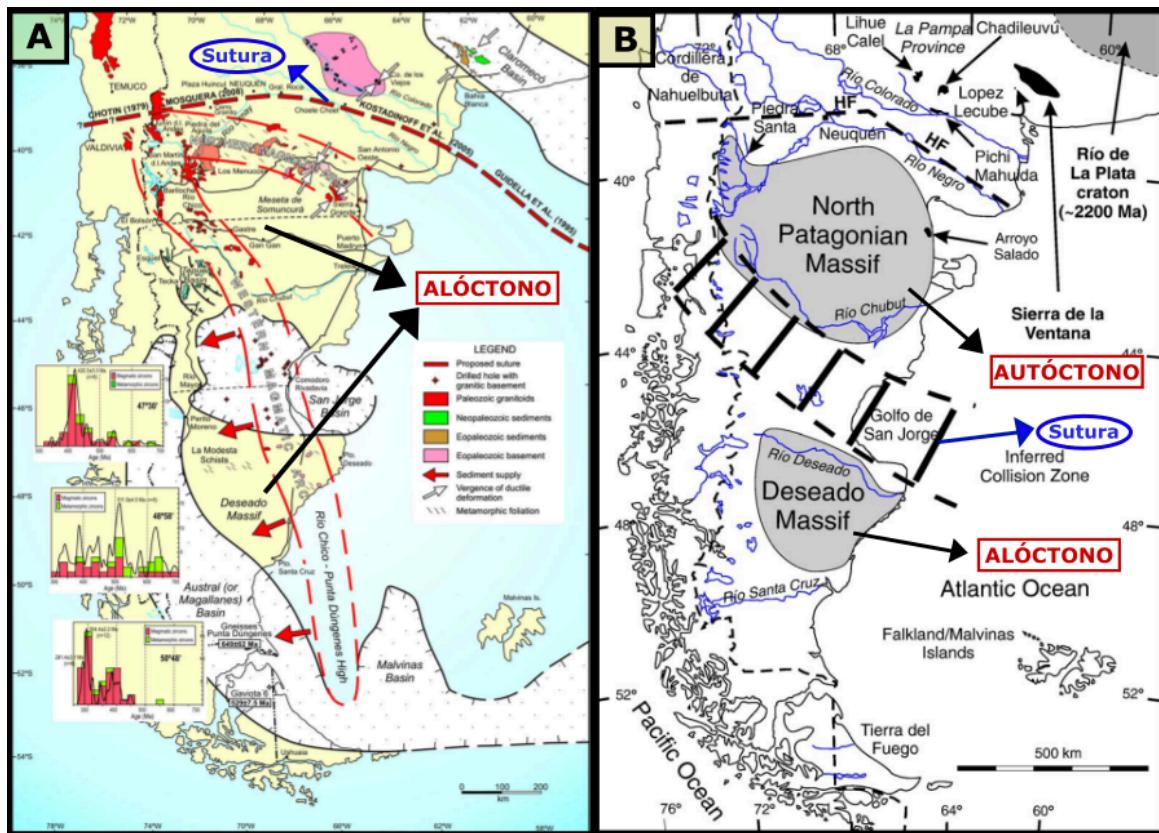
Esta formación es considerada como una de las unidades estratigráficas de Sudamérica con mayor abundancia y diversidad de restos fósiles de vertebrados continentales. Entre ellos, se mencionan predominantemente los restos de mamíferos como gliptodontes y primates (Cobos *et al.*, 2003), y en menor medida de anfibios y aves (Tauber, 1997).

De acuerdo a Cobos *et al.* (2003) esta formación se apoya en discordancia erosiva sobre el Grupo Bahía Laura y basaltos cenozoicos, mientras que Feruglio (1949) estableció una relación de concordancia y pasaje gradual entre ésta y la ingresión patagoniense. Está cubierta en discordancia erosiva por el Basalto Cerro Tejedor, del Mioceno-Plioceno, y por depósitos cuaternarios (Cobos *et al.*, 2003).

Estudios paleontológicos y dataciones radimétricas (U/Pb) efectuadas en circones de tobas que arrojaron edades de  $17,36 \pm 0,63$  Ma y  $17,04 \pm 0,55$  Ma y  $16,32 \pm 0,62$  Ma (Cuitiño *et al.*, 2016) permitieron asignar a la Formación Santa Cruz al Mioceno Inferior (Burdigaliense).

### **3.4. Marco tectónico y estructura**

El origen del basamento del macizo del deseado, conformado por las metamorfitas del Complejo Río Deseado y la Formación La Modesta, no es del todo certero, existiendo diversas hipótesis sobre el origen y proveniencia del Nesocratón del Deseado y del terreno de la Patagonia. Una de las hipótesis fue postulada por Ramos (1984), en la cual plantea que la Patagonia argentina habría constituido un terreno alóctono que colisionó con Gondwana durante el Paleozoico tardío (Figura 6A). Palma (1989) complementó esta hipótesis, planteando a la Patagonia como parte de un continente Austral, junto con la Península Antártica, los cuales habrían colisionado con el margen gondwánico en el Pérmico. De esta manera, explican que el arco magmático habría estado desarrollado en el margen norte del Macizo del Somún Curá, y que durante el Pérmico Inferior se habría producido la colisión e intensa deformación observable tanto en el Macizo de Somún Curá como en Sierra de la Ventana. Posteriormente Rapalini (2005) y Ramos (2008) postulan, en base a estudios en circones presentes en rocas ígneas y metamórficas de los macizos Norpatagónico y del Deseado, que la Patagonia constituiría un terreno para-autóctono separado del Gondwana Occidental y re-amalgamada a mediados del Paleozoico tardío. Ramos y Naipauer (2014) interpretan, en base a correlaciones litológicas entre los basamentos metamórficos de ambos macizos y de las Montañas Transantárticas, a estudios radimétricos y a la presencia de fósiles de arqueociátidos, una posible conexión entre la Patagonia y Gondwana Oriental durante el Paleozoico temprano, presentando al Orógeno Ross como rasgo en común.



**Figura 6:** Principales interpretaciones del origen de los terrenos que componen a la Patagonia argentina. (A): Interpretación de Ramos (2008), quien plantea una aloctonía o para-autoctonía de la Patagonia argentina; (B): Propuesta de Pankhurst *et al.* (2006), quienes plantean la aloctonía del Macizo del Deseado, pero la autoctonía del Macizo de Somún Curá.

La otra hipótesis es la postulada por Pankhurst *et al.* (2006), quienes a diferencia de Ramos, plantean que el Macizo del Deseado habría constituido un terreno alóctono hasta el Paleozoico superior, mientras que el Macizo de Somún Curá formaba parte de Gondwana para entonces, constituyendo un terreno autóctono o para-autóctono. De esta forma, habría existido un subducción y posterior colisión del Macizo del Deseado con el Macizo de Somún Curá, con el desarrollo de un arco magmático en el extremo S-SO del Macizo de Somún Curá (Figura 6B). De esta forma, el Macizo del Deseado presentaría una historia geológica diferente al resto del Gondwana, entre las cuales mencionan la ausencia de magmatismo ordovícico.

El Paleozoico Tardío en la Patagonia habría estado entonces caracterizado por una intensa actividad orogénica, activa hasta el Pérmico Medio (Ramos, 1999). A partir del Pérmico Tardío comienzan a observarse evidencias de numerosos sistemas de rift asociados a la ruptura de Pangea, dando origen a un largo período extensional, que habría sido el causante del desarrollo de un gran número de cuencas extensionales en Gondwana, período que habría perdurado hasta principios del Cretácico (Frizon de Lamotte, 2015). En el Macizo del Deseado, este período estuvo representado por el desarrollo de la cuenca de La Golondrina, con el desarrollo de las secuencias de rift del

Grupo Tres Cerros y de sag del Grupo El Tranquilo, desde el Pérmico inferior - superior hasta mediados del Triásico superior - Jurásico inferior (Giacosa *et al.*, 2010; Jovic, 2009).

Navarrete *et al.* (2019a, 2023) postulan el desarrollo de un estadío de subducción horizontal en Gondwana para el Triásico Superior - Jurásico Inferior, lo cual habría generado la migración del arco magmático unos 1000 km hacia el Este, con la consecuente intrusión de los granitoides de la Formación La Leona.

El Jurásico en el macizo se encuentra caracterizado por un megaevento volcánico, controlado por la tectónica extensional existente, representado por el desarrollo de los extensos *plateaus ignimbíticos*, domos y lavas riolíticas del Grupo Bahía Laura, conformado por las formaciones Cerro León, Bajo Pobre, Chon Aike y La Matilde. Los movimientos vinculados a este período son asociados a la Fase Rioatuélica, dando inicio al ciclo Patagonídico en el Macizo del Deseado (Cobos y Panza, 2003). El magmatismo que dio origen a estas unidades comenzó en el Jurásico temprano y finalizó hacia el Jurásico tardío, generando sistemas vetiformes epitermales con mineralizaciones auroargentíferas de interés económico (Perez Frasette *et al.*, 2023). La estructura principal generada durante este régimen está compuesta por *grabens* o *hemi-grabens* limitados por fallas normales de rumbo N-S a NNO y ONO. Evidencias sísmicas indicarían que el magmatismo silíceo se habría canalizado a través de estas estructuras vinculadas al rift (Japas *et al.*, 2013). Autores como Pankhurst *et al.* (2000) proponen, en base a evidencias geoquímicas y geocronológicas, que la SLIP de Chon Aike se encontraría espacial y genéticamente vinculado con los efectos de la pluma del Karoo.

Perez Frasette *et al.* (2023) proponen, en base a información geofísica y geocronológica, que para fines del Jurásico tardío y comienzos del Cretácico temprano habría ocurrido el cese de la actividad magmática y del régimen extensional en el Macizo del Deseado, dando lugar a un régimen contraccional evidenciado por el comienzo de la depositación sinorogénica de las rocas epiclásticas y piroclásticas continentales de la Formación Bajo Grande. Otros autores, como de Barrio *et al.* (1999), consideran a la Formación Bajo Grande como la unidad más basal de un período de reactivación extensional de antiguas líneas de debilidad. Por otra parte, Giacosa *et al.* (2010) proponen que, entre el Valanginiano tardío y el Barremiano, habría comenzado un importante estadío compresivo con el eje principal en dirección SO-NE, el cual afectó a las fallas normales ONO impariéndoles un régimen transpresivo sinestral, y a fallas normales de rumbo NO, las cuales se invirtieron como fallas inversas, dando lugar a un período con intensa deformación que dio lugar a plegamientos y corrimientos.

Acompañando este evento diastrófico, a partir del Aptiano, numerosas cuencas de intraplaca en fases de subsidencia termal comenzaron a albergar a los sedimentos

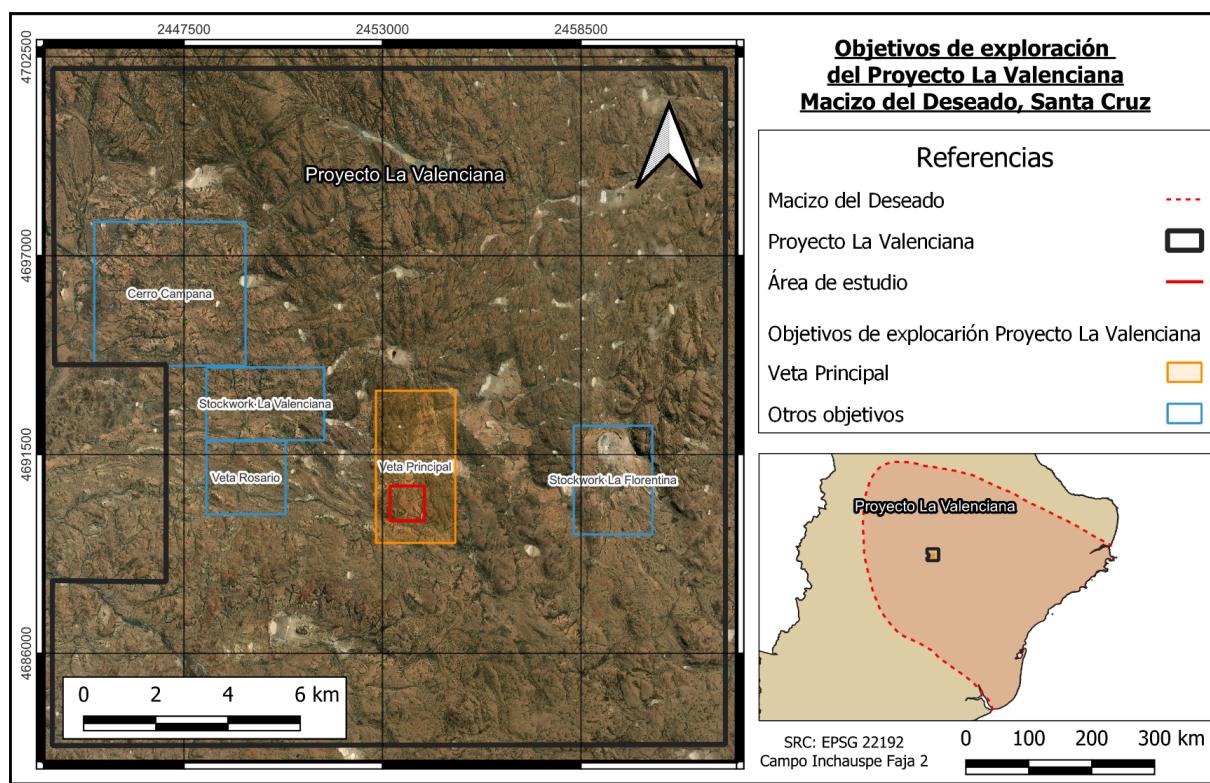
continentales sinorogénicos (Navarrete *et al.* 2023) que conforman al Grupo Baqueró en la parte central y al Grupo Chubut en el sector norte del Macizo del Deseado. Numerosas discordancias angulares y estratos de crecimiento han sido encontrados en estas unidades que se interpretan como pertenecientes a una cuenca de antepaís fragmentado asociada a la faja plegada y corrida del Deseado, conformando el extremo sur del antiguo antepaís fragmentado Patagónico (Gianni *et al.*, 2018).

Entre el Cretácico Superior y el Terciario existió un período de estabilidad tectónica en el macizo (Jovic, 2009), pero a partir del Eoceno comenzó la migración de una ventana astenosférica producto de la subducción del punto triple entre las placas Nazca, Antártica y Sudamericana, que permitió el ascenso de los magmas y la deposición de extensos *plateaus* y flujos lávicos basálticos en el ámbito del Macizo del Deseado (Jovic, 2009; Gianni *et al.*, 2018).

## 4. Proyecto La Valenciana

El Proyecto La Valenciana se encuentra ubicado en el sector centro-noroeste del Macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz. Es un proyecto actualmente en etapa de exploración, caracterizado por el desarrollo de vetas epitermales de baja sulfuración con concentraciones anómalas de Au-Ag. Abarca un área de más de 300 km<sup>2</sup>, gran parte inexplorada hasta el día de hoy (<https://patagoniagold.com/exploration/la-valenciana/>).

Se han reconocido un total de 5 áreas objetivo de exploración en el proyecto (Figura 7): Veta Principal, Stockwork La Valenciana, Stockwork La Florentina, Veta Rosario y Cerro Campana (La Josefina and La Valenciana projects, inédito, p. 68-100). En este capítulo se describen en detalle la geología, estructura, geoquímica y características texturales del sector sur del Prospecto Veta Principal.



**Figura 7:** Imagen de Google Earth mostrando los diferentes objetivos de exploración del Proyecto La Valenciana.

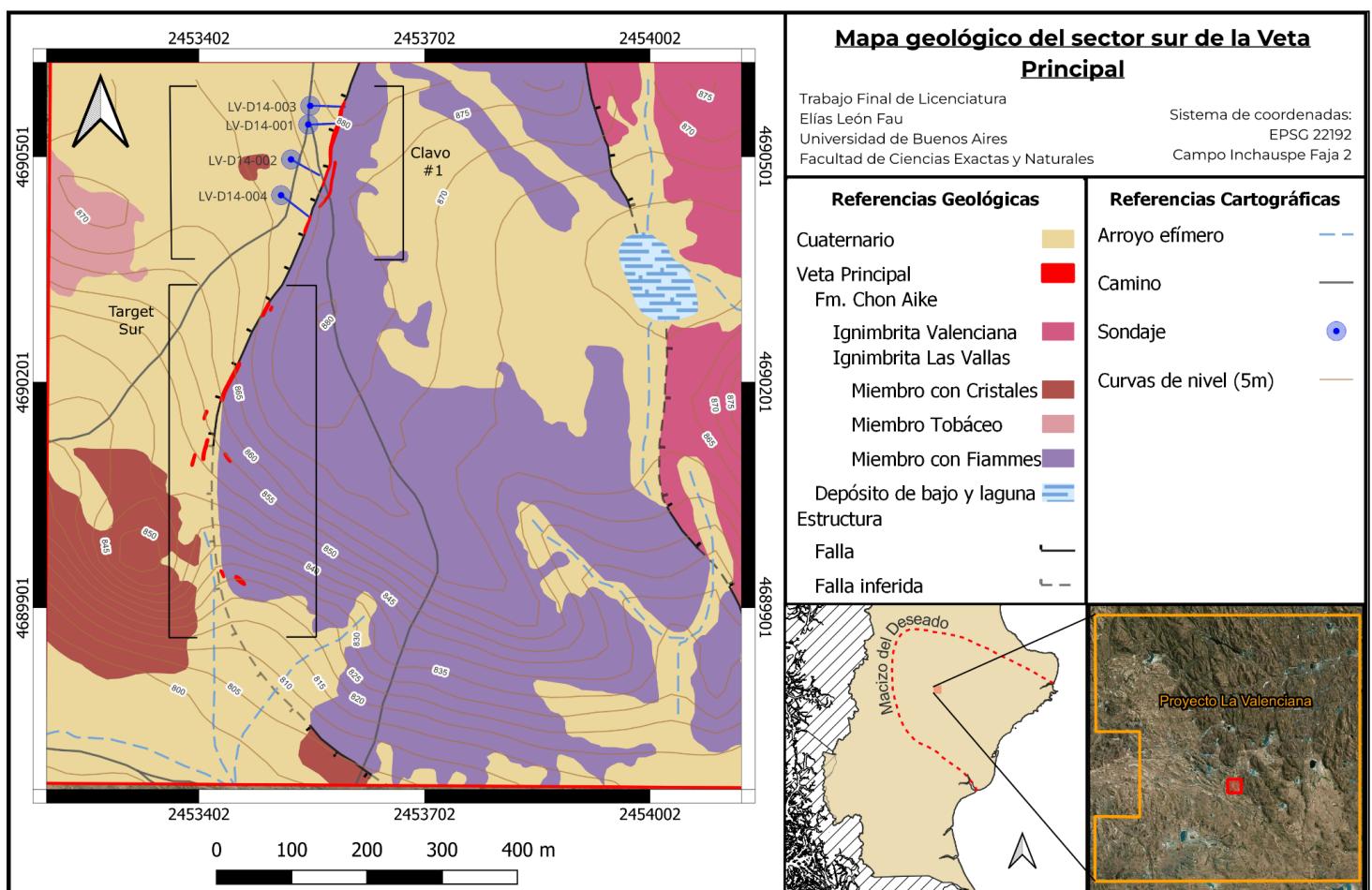
### 4.1. Geología del sector sur del Prospecto Veta Principal

El Prospecto Veta Principal es el de mayor importancia en el proyecto, y está conformado por un extenso filón de cuarzo brechado, identificado como depósito

epitermal de baja sulfuración, alojado en una zona de cizalla de carácter regional. La estructura mineralizada presenta rumbo N-S a NNE-SSO con inclinación hacia el NO, y está conformada por afloramientos discontinuos que se extienden a lo largo de 2,4 km, con potencias promedio de 1 a 2 m (alcanzando en algunos sectores hasta 10 m).

La estructura mineralizada ha sido subdividida de S a N, en base a evidencias de campo y perforaciones, en cinco posibles clavos mineralizados: Clavo #1, Clavo #2, Clavo #3, Clavo #4, y Target Sur. La región de estudio del presente trabajo (Figura 8) abarca el extremo más austral del Clavo mineralizado #1, el cual representa el de mayor importancia hasta el momento alcanzando valores anómalos de 12,1 g/t de Au y 45,6 g/t de Ag, y el extremo más septentrional del Target Sur (La Josefina and La Valenciana projects, inédito, p. 68-100).

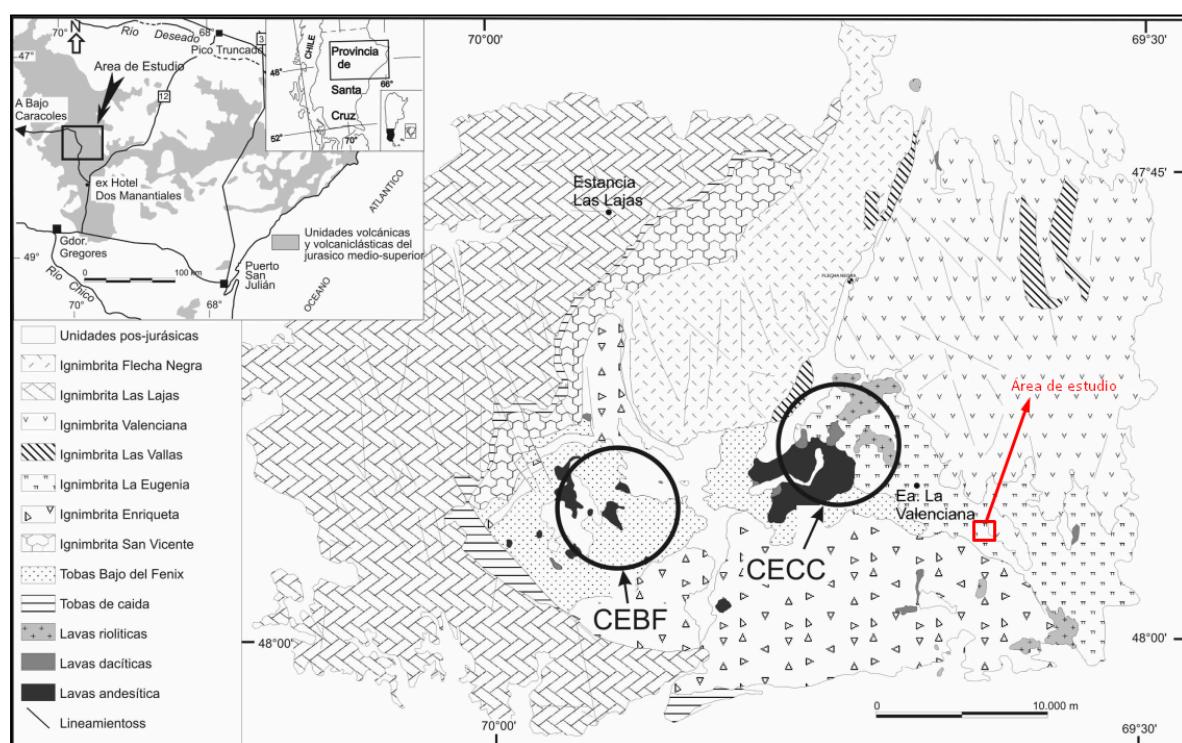
Las rocas que afloran en la región corresponden a la Formación Chon Aike, la cual suele estar cubierta por material suelto y vegetación, constituyendo subafloramientos.



**Figura 8:** Mapa geológico del área de estudio confeccionado en base a información bibliográfica e información de campo.

#### 4.1.1. Formación Chon Aike

Las ignimbritas pertenecientes a la Formación Chon Aike conforman la roca de caja de la Veta Principal. Sobre la base de características tales como color, textura, grado de soldadura y proporción y cantidad de cristaloclastos, vitroclastos y fragmentos líticos, Echeveste *et al.* (1999, 2001) y Fernández *et al.* (2002) realizaron la caracterización de las diferentes unidades ignimbriticas que se encuentran en la región de estudio y sus alrededores, dividiéndolas en dos unidades: Ignimbrita Las Vallas e Ignimbrita Valenciana. Estas unidades podrían asociarse temporal y espacialmente al centro efusivo Cerro Campana (Figura 9) (Fernández *et al.*, 2002).

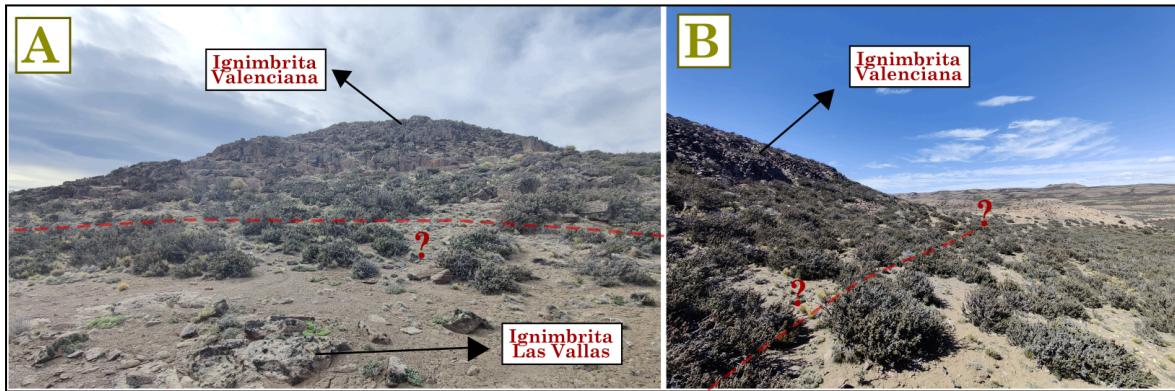


**Figura 9:** Mapa geológico de la región estudiada (Alperin *et al.*, 2007). El recuadro rojo corresponde al área de estudio del presente trabajo. La Ignimbrita Las Vallas en el área analizada es denominada por Alperin *et al.* (2007) como Ignimbrita La Eugenia. CECC (Centro Efusivo Cerro Campana); CEBF (Centro Efusivo Bajo del Fénix).

##### 4.1.1.1. Ignimbrita Valenciana

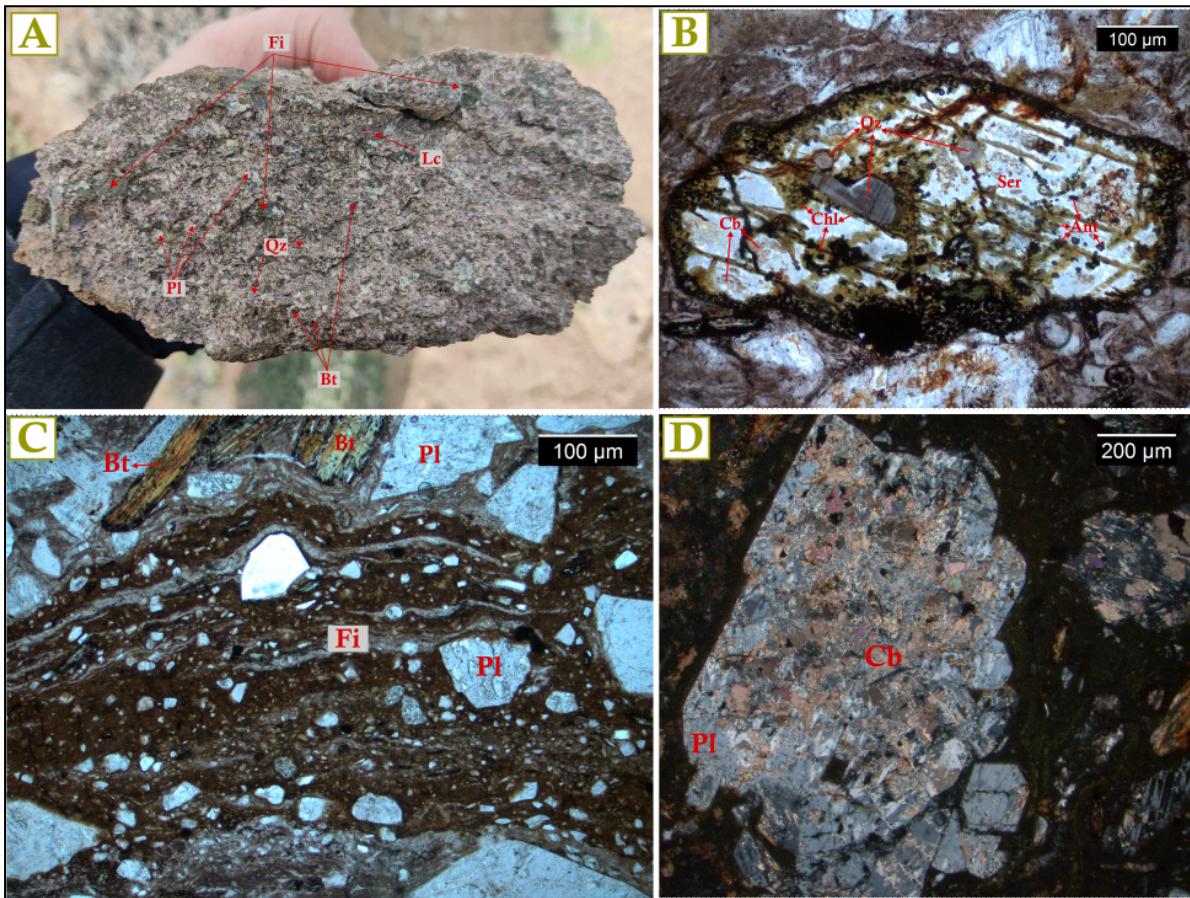
La Ignimbrita Valenciana aflora en el extremo oriental del área de estudio, abarcando una superficie de  $0,08 \text{ km}^2$  (Figura 8). Los afloramientos se presentan como depósitos mantiformes de color castaño oscuro, con mayor elevación topográfica que el resto de la región. Esta unidad fue únicamente reconocida en superficie, y se presenta mediante contacto tectónico a través de una falla normal con la Ignimbrita Las Vallas, al

oeste (Figuras 10A y B). En la región de estudio, esta falla es en su gran mayoría inferida ya que por sectores no se observa en el campo al estar cubierta por vegetación, exceptuando escasos afloramientos hacia el sur y norte del área. Siguiendo la estructura hacia el norte, fuera de la región de estudio, la misma se encuentra bien expuesta. Esta estructura presenta un rumbo que varía entre NNO-SSE al sur ( $\sim 348^\circ$ ), pasando a ser N-S hacia el extremo norte ( $\sim 358^\circ$ ) del área de estudio, con inclinaciones que varían entre los  $63^\circ$  y los  $80^\circ$  en dirección ENE.



**Figura 10:** Afloramientos de las Ignimbritas Valenciana y Las Vallas en el área de estudio, y la falla inferida que las pone en contacto. (A) Vista hacia el ENE. (B) Vista hacia el S.

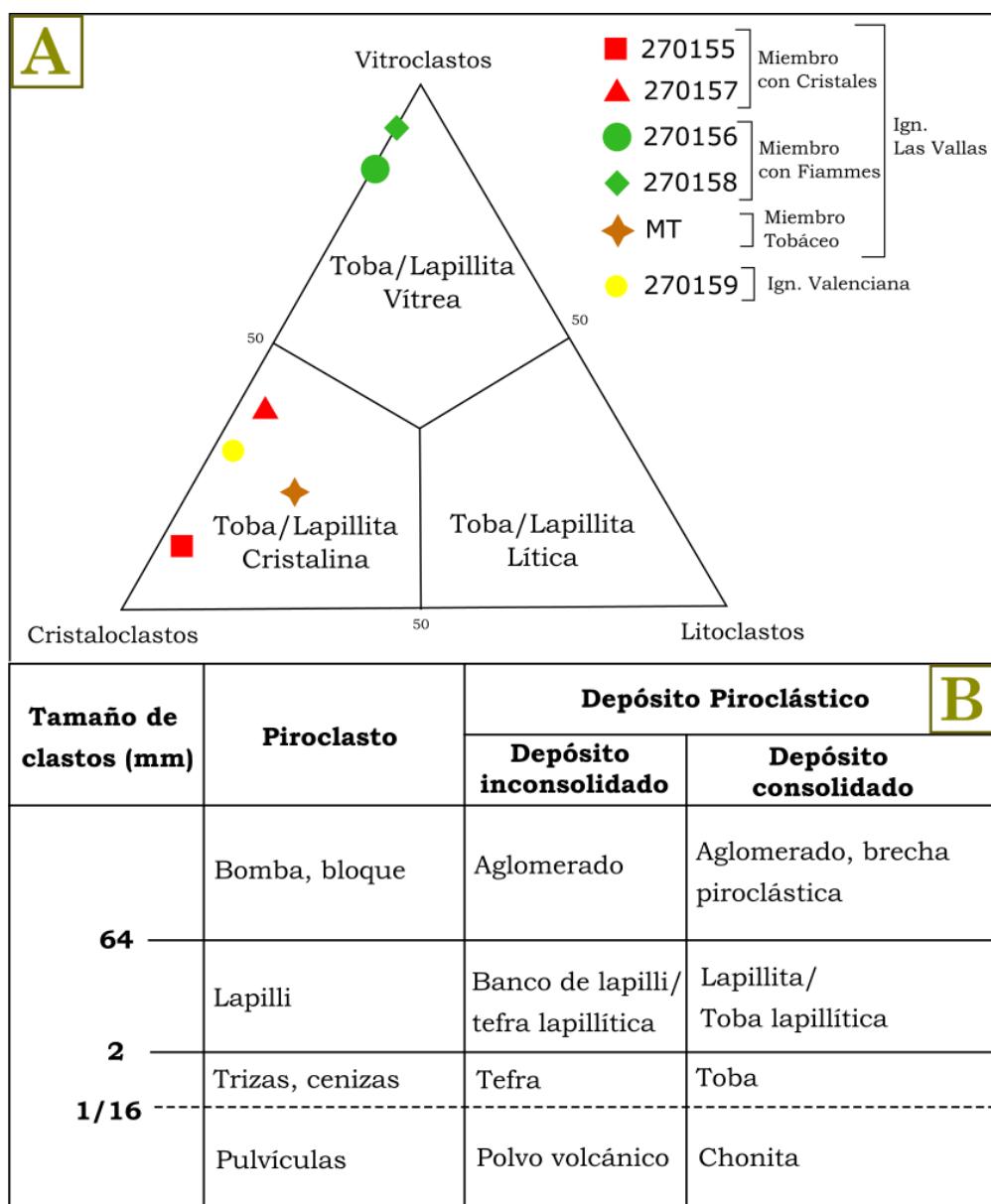
En muestra de mano (Figura 11A), la roca es de color castaño oscuro con tonalidades verdosas, y presenta textura porfioclástica. Está compuesta por cristaloclastos, vitroclastos y escasos litoclastos inmersos en una matriz afanítica. Se reconocen mayoritariamente láminas de biotita de color verde oscuro y hábito laminar, siguiéndole en abundancia cristaloclastos de plagioclasa de color blanco y hábito tabular. Son más escasos los individuos de cuarzo, los cuales se presentan subhendrados. Se reconocen fiammes de color verde oscuro que alcanzan tamaños máximos de 20 mm, y se encuentran alineados en una dirección preferencial.



**Figura 11:** Ignimbrita la Valenciana, perteneciente a la Formación Chon Aike. (A) Muestra de mano en la cual se reconocen fiammes (Fi), litoclastos (Lc) y cristaloclastos de plagioclasa (Pl), biotita (Bt) y cuarzo (Qz). (B) Fotomicrografía mostrando un cristal de anfíbol con alteración a sericitita (Ser), carbonatos (Cb) y clorita (Chl), cuarzo (Qz) y anatasa (Ant) (sin analizador). (C) Fotomicrografía ilustrando un fiamme y cristaloclastos de plagioclasa y biotita (sin analizador). (D) Fotomicrografía mostrando un individuo de plagioclasa alterado a carbonatos (con analizador). Abreviaturas de minerales según Whitney y Evans (2010).

Al microscopio (muestra 270159; para la descripción detallada ver Anexo III), se observa una roca de textura vitroclástica, conformada por cristaloclastos, vitroclastos y litoclastos inmersos en una matriz vítrea. Los cristaloclastos (68%) corresponden mayoritariamente a biotita en individuos euhedrales de hasta 1,75 mm y presentan moderada alteración a cloritas acompañada de carbonatos, titanita y de minerales opacos. Le siguen en abundancia los individuos de feldespato, mayoritariamente de plagioclasa, y en menor medida de feldespato alcalino. La plagioclasa (Figura 11D) se presenta subhedral y con macla polisintética, parcial a completamente alterada a sericitita acompañada de carbonatos y escasa albita. El feldespato potásico se presenta en cristales subhedrales a anhedrales, con macla en dos individuos, y con numerosas fracturas llenas de carbonatos. Siguen en abundancia los cristaloclastos de anfíbol (Figura 11B), que alcanzan tamaños de 1,15 mm. Presentan una fuerte alteración principalmente a sericitita acompañada de clorita (que se localiza en los los clivajes), anatasa, cuarzo y agregados de minerales opacos conformando orlas en sus bordes. En menor medida se observan cristaloclastos de cuarzo, subhedrales y que alcanzan

tamaños de 2,8 mm. Los vitroclastos (30%) corresponden a fiammes (Figura 11C) con textura eutaxítica, y color castaño oscuro. Alcanzan hasta 15 mm de largo en su eje mayor y presentan impregnaciones de óxidos. Los individuos tienen numerosas inclusiones de cristaloclastos de cuarzo, plagioclasa y biotita. Los litoclastos (2%) son escasos, alcanzan hasta 2,25 mm de diámetro, y presentan textura porfírica. Están compuestos, en orden de abundancia, por cristaloclastos de plagioclasa y cuarzo y vitroclastos. La matriz es vítreo, con una incipiente desvitrificación, y en ella se reconocen fantasmas de trizas monoaxónas, muy aplastadas.



**Figura 12:** (A) Clasificación composicional de las muestras de ignimbritas analizadas según Schmid (1981). (B) Clasificación granulométrica utilizada para el presente trabajo según Schmid (1981).

En base a su granulometría y contenido de piroclastos, esta roca se clasifica como una lapillita cristalina, siguiendo los criterios de clasificación granulométrica y composicional de rocas piroclásticas de Schmid (1981) (Figuras 12A y B).

En base a su paragénesis mineral, se interpreta que esta unidad presenta propilitización. Esta alteración no forma parte del halo de alteración de la Veta Principal, ya que se encuentra asociada a la presencia de una veta de cuarzo alojada en la falla que la pone en contacto con la Ignimbrita Las Vallas (Figura 41), entre 300 y 400 m al este de la Veta Principal, por lo cual no es tenida en cuenta para la interpretación del modelo metalogenético.

#### **4.1.1.2. Ignimbrita Las Vallas**

La Ignimbrita Las Vallas aflora en las regiones centro y oeste de la región de estudio (Figura 8), abarcando un área total de aproximadamente 0,49 km<sup>2</sup>. En base a las observaciones de campo, análisis de perforaciones y bibliografía de la región, fue posible subdividir a esta unidad en 3 miembros denominados Miembro con Fiammes, Miembro con Cristales y Miembro Tobáceo.

##### *4.1.1.2.1. Miembro con Fiammes*

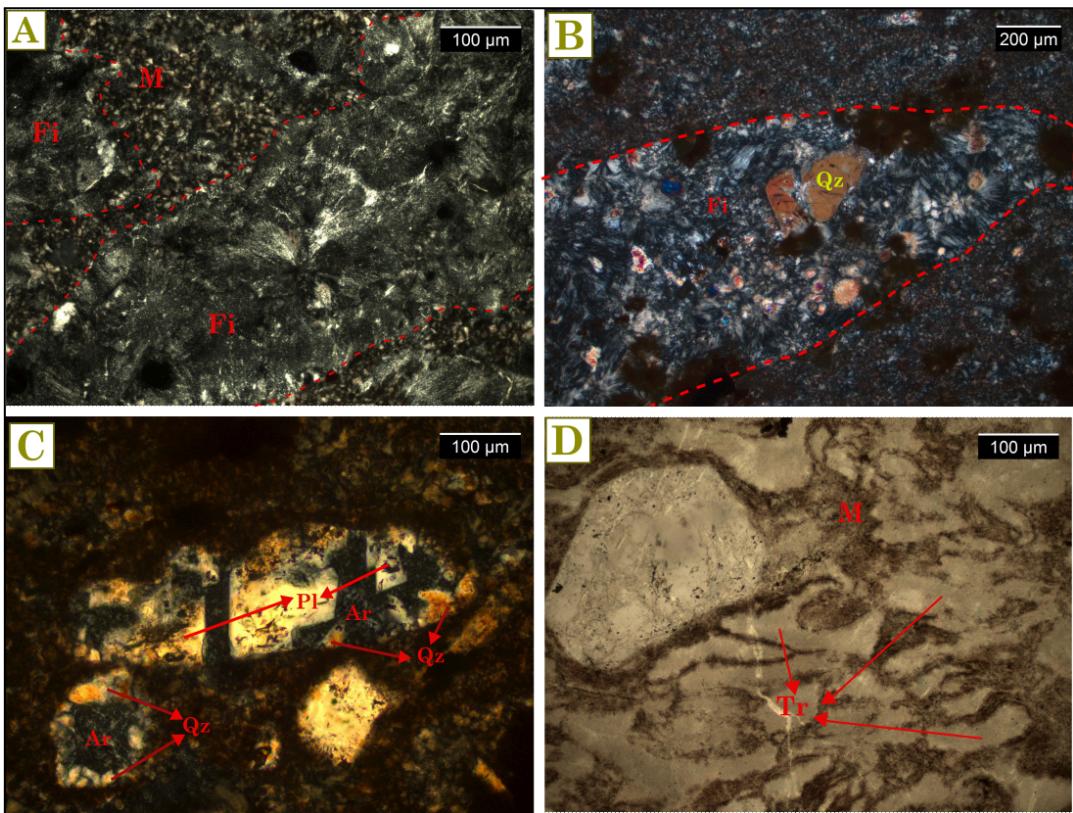
El Miembro con Fiammes aflora en el sector central del área de estudio (Figura 8), abarcando una superficie total aproximada de 0,33 km<sup>2</sup>. Como fue mencionado anteriormente, este miembro limita al oeste con la Ignimbrita Valenciana mediante una falla normal prácticamente no aflorante en la región de estudio (Figuras 10A y B), pero sí inmediatamente al N de ésta. Hacia el este limita con el Miembro con Cristales mediante una falla normal que inclina predominantemente hacia el NO-ONO (ver 4.1.2.Veta Principal, p. 48-56).

Los afloramientos de este miembro son generalmente discontinuos, y se presentan a modo de pequeños crestones de no más de 2 m (Figura 13A). Las rocas pertenecientes a este miembro son de color gris claro (Figura 13D), y se torna castaño rojiza en las proximidades de la estructura mineralizada (Figuras 13B y C).



**Figura 13:** (A) Afloramiento del Miembro con Fiammes perteneciente a la Ignimbrita Las Vallas (vista hacia el S). (B-C) Detalle de la unidad, donde se observan numerosos fiammes y escasos cristaloclastos de cuarzo. (D) Muestra de testigo de perforación de color gris claro con fiammes de color blanco y escasos cristaloclastos de cuarzo.

Presenta textura eutaxítica, y está compuesta por vitroclastos y en forma subordinada cristaloclastos inmersos en una matriz afanítica. Los vitroclastos están representados por fiammes (Figuras 13C y D), de color blanco y tamaños que alcanzan los 30 mm de largo en su eje mayor, encontrándose alineados en una dirección preferencial. Los cristaloclastos corresponden a cuarzo en cristales subhédrales, con tamaño promedio de 2 mm.



**Figura 14:** (A) (B) Fotomicrografías con analizador de fiammes (Fi) con desvitrificación de tipo radial e inclusiones de cristaloclastos de cuarzo (Qz), en una matriz con arreglo felsítico (M) (A: muestra 270156; B: muestra 270158). (C) Fotomicrografía con analizador mostrando individuos de plagioclasa cribados, con rellenos de cuarzo y arcillas (Ar) (muestra 270158). (D) Fotomicrografía sin analizador mostrando trizas vítreas (Tr) (muestra 270156).

Microscópicamente (muestras 270156 y 270158; para la descripción detallada ver Anexo II), esta unidad presenta textura eutaxítica, un elevado grado de soldadura y está conformada por vitroclastos y cristaloclastos inmersos en una matriz vítrea. Los vitroclastos (85%) se componen de fiammes los cuales se encuentran muy aplastados, alcanzando hasta 8 mm de largo en su eje mayor (Figuras 14A y B). Presentan un elevado grado de desvitrificación con textura radial a axiolítica, y suave alteración sericítica en forma de vetillas y parches, e inclusiones de cristaloclastos de cuarzo (Figura 14B). Los cristaloclastos (15%) son más escasos, observándose individuos de plagioclasa, sanidina, cuarzo y biotita. Los individuos de plagioclasa se presentan subhédrales, con hábito tabular y tamaños promedio de 1,2 mm. Se encuentran parcial a completamente reemplazados por sericita-arcilla. Es muy frecuente observar individuos cribados y casi en su totalidad rellenos de agregados arcillosos criptocristalinos e incoloros, y con crecimiento de cuarzo desde los bordes hacia el centro (Figura 14C). La sanidina se presenta subhedral, con hábito tabular y tamaños de hasta 2 mm. Está suave a moderadamente alterada a sericita y a albita en forma de venillas y motas, presenta aspecto inhomogéneo, y macla en dos individuos. Le siguen en abundancia los individuos de cuarzo, euhédrales a subhédrales, con frecuentes bordes engolfados y tamaños de hasta 1,6 mm. Por último se observan cristaloclastos de

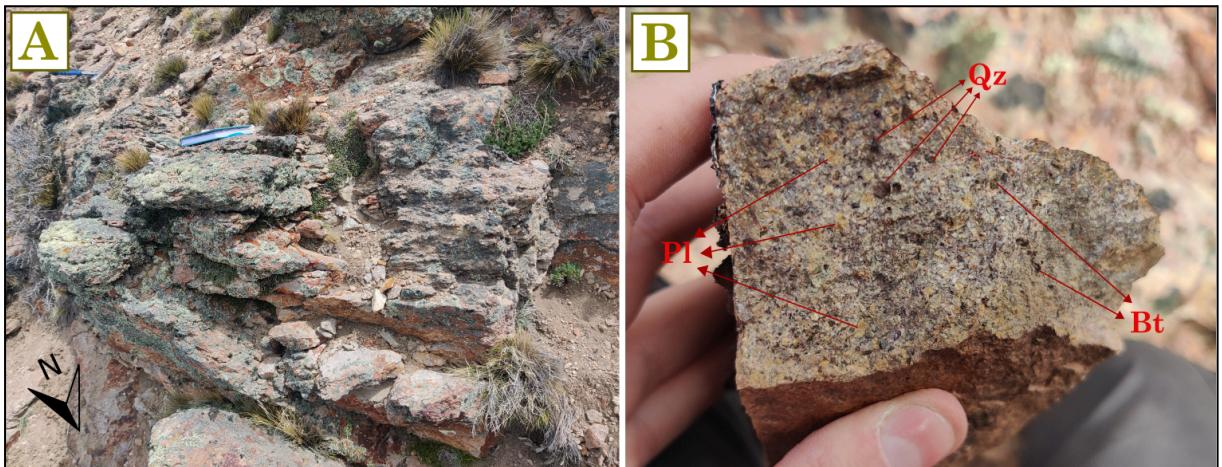
biotita euhedrales, con hábito laminar y tamaños promedio de 0,8 mm en su eje mayor. Se encuentran completamente alteradas a sericitas. La matriz tiene textura felsítica y presenta argilización y motas y gránulos de óxidos de Fe. En ella se reconocen trizas vítreas mayoritariamente monoaxonas y son escasas las biaxonas, con tamaños de hasta 0,4 mm y un grado de desvitrificación ligeramente más grueso que la matriz.

Esta unidad se clasifica como lapillita vítreo (Figuras 12A y B), en base a su granulometría, textura y composición.

#### 4.1.1.2.2. *Miembro con Cristales*

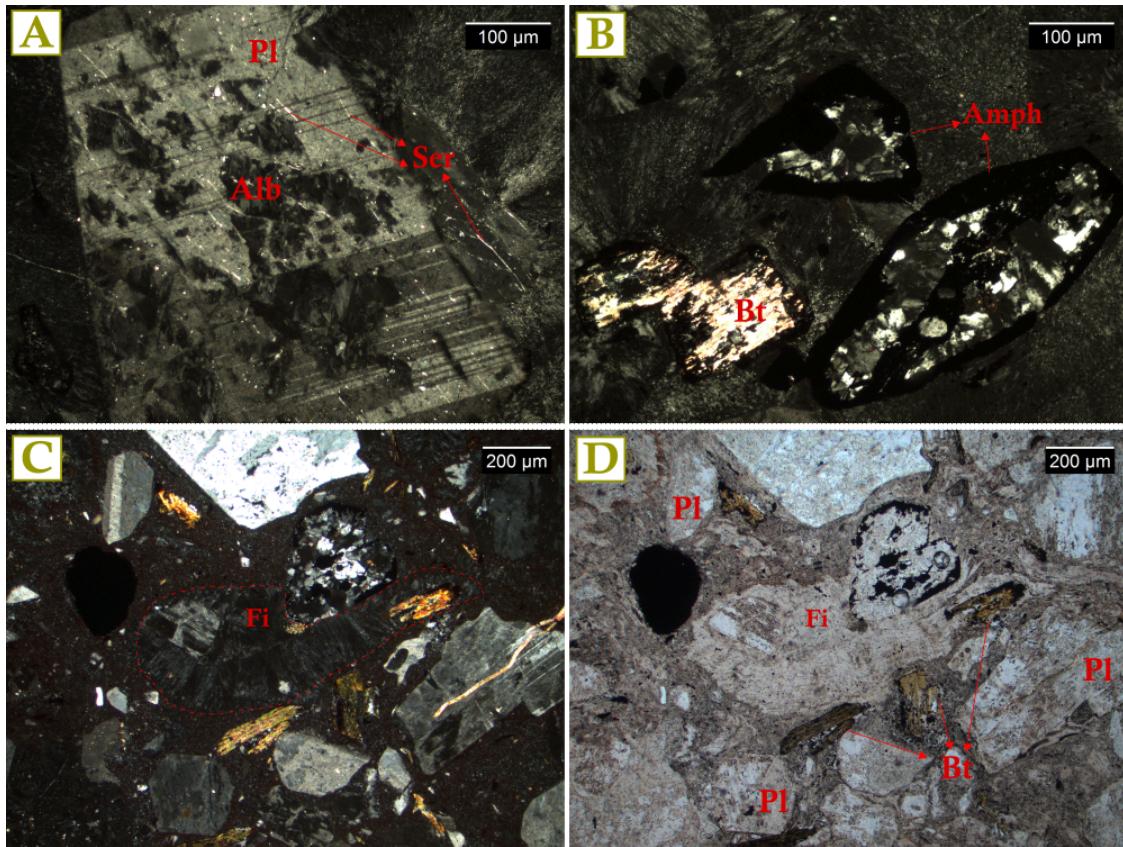
El Miembro con Cristales aflora hacia el oeste de la región de estudio (Figura 8), presentando los afloramientos de mayor envergadura hacia el extremo suroeste. Los afloramientos abarcan una superficie aproximada de 0,05 km<sup>2</sup>. Como fue mencionado anteriormente, se encuentra limitado hacia el este con el Miembro con Fiammes a través de una falla normal con inclinación predominante al NO-ONO (ver 4.1.2.Veta Principal, p. 48-56).

Los afloramientos de esta unidad se concentran en el extremo suroeste de la región, y se presentan a modo de crestones de hasta 3 m de altura. Está compuesta por bancos (Figura 15A) con una actitud promedio de 075°N/33°. En superficie se observa una roca de color castaño oscuro compuesta por cristaloclastos y escasos litoclastos inmersos en una matriz afanítica. Los cristaloclastos son muy abundantes y predominan los de plagioclasa, los cuales se presentan euhedrales y de color blanco (en profundidad) o castaño (en superficie) a rosa pálido, alcanzando tamaños de hasta 3 mm (Figura 15B). Le siguen en abundancia los individuos de cuarzo, euhedrales, los cuales alcanzan tamaños de hasta 5 mm. En menor proporción se observan individuos de biotita, euhedrales y con hábito laminar, de color verde oscuro y tamaños de hasta 1,5 mm.



**Figura 15:** (A) Afloramiento del Miembro con Cristales perteneciente a la Ignimbrita Las Vallas. (B) Muestra de campo de color castaño oscuro, con cristaloclastos de plagioclasa castaños, cuarzo y biotita.

Microscópicamente (muestras 270155 y 270157; para la descripción detallada ver Anexo III), esta unidad presenta textura vitroclástica, un elevado grado de soldadura y está conformada por cristaloclastos, vitroclastos y litoclastos inmersos en una matriz vítrea. Los cristaloclastos (75%) son muy abundantes, predominando los de plagioclasa que se presentan anhedrales a subhedrales, con hábito tabular, tamaños de hasta 3,5 mm, y frecuentemente con maclas polisintéticas (Figura 16A). Presentan suave alteración sericítico-arcillosa en agregados y venillas, y moderada albitización en forma de parches. Le siguen en abundancia los individuos de cuarzo, anhedrales, con extinción fragmentosa y tamaños de hasta 5,5 mm. Se encuentran muy fracturados y con bordes engolfados. En menor proporción se reconoce biotita en cristales de hábito laminar, con tamaños de hasta 2,7 mm, suave alteración a clorita acompañada de anatasita y minerales opacos y moderada a intensa muscovitización. Se observan escasos cristales de feldespato potásico, anhedrales a subhedrales de hasta 0,2 mm con macla en dos individuos y aspecto inhomogéneo. Se observan secciones probablemente de anfíboles, llenas por plagioclasa fresca y cuarzo, y con orlas de minerales opacos (Figura 16B). Se observan abundantes minerales opacos, de hábito cúbico (pirita?), acicular (hematita?) y prismático, de hasta 0,5 mm diseminados. Los vitroclastos (24%) corresponden a fiammes aplastados con textura eutaxítica que alcanzan hasta 2,2 mm de largo (Figuras 16C y D). Presentan texturas de desvitrificación muy intensas, con texturas principalmente axiolíticas y en menor proporción radiales y plumosas. Los litoclastos (3%) son muy escasos, presentan tamaños de hasta 3,7 mm y tienen textura microgranosa. Están compuestos por cristales de plagioclasa alterados a sericitas y arcillas, cuarzo, biotita y anfíbol. La matriz tiene textura criptocristalina a felsítica con sectores con textura radial y esferulítica y una suave impregnación de óxidos de hierro que le otorgan tonalidades rojizas. Se reconocen trizas monoaxónas con un grado de desvitrificación ligeramente mayor que el resto de la matriz.



**Figura 16:** Fotomicrografías de la muestra 270157. (A) Individuo de plagioclasa con macla polisintética, con parches de albita (Alb) y venillas de sericitina (con analizador). (B) Secciones basales de anfíboles (Amph) cribados y rellenos por plagioclasa y cuarzo (con analizador). (C)(D) Fiammes con textura eutaxítica y cristaloclastos de biotita y plagioclasa (A: con analizador; B: sin analizador).

En base a su granulometría y composición, esta roca se clasifica como una lapillita cristalina (Figuras 12A y B).

#### 4.1.1.2.3. Miembro Tobáceo

El Miembro Tobáceo aflora en extremo noroeste de la región de estudio (Figura 8). Los afloramientos de esta unidad abarcan una superficie aproximada de 0,015 km<sup>2</sup>. Estos son muy escasos y se encuentran mayoritariamente cubiertos por vegetación, lo cual no permitió identificar la relación estratigráfica con las unidades circundantes. Conforma pequeños crestones de menos de 50 cm de altura. En muestra de mano (MT, Figuras 17A y B), la roca es de color gris con tonalidades rosadas, tiene textura porfiroclástica y está compuesta por escasos cristaloclastos, vitroclastos y litoclastos inmersos en una matriz afanítica. Los cristaloclastos (60%) son de cuarzo, subhendrales y con tamaños de hasta 0,5 cm. Los vitroclastos (20%) corresponden a fragmentos pumíceos de color blanco, los cuales alcanzan hasta 1 cm de largo. Los litoclastos (20%)

presentan tamaños de hasta 1 cm y son de color rosa oscuro. En ocasiones estos litoclastos se encuentran ausentes, y los orificios se encuentran llenos por cristales de cuarzo con texturas de relleno a modo de drusas.



**Figura 17:** (A)(B) Muestras de mano del Miembro Tobáceo (MT), con cristaloclastos de cuarzo, fragmentos pumíceos (Pmz) y litoclastos en una matriz afanítica.

En base a su granulometría y contenido de piroclastos, estas rocas se clasifican como tobas cristalinas (Figuras 12A y B), siguiendo los criterios de clasificación granulométrica y composicional de rocas piroclásticas de Schmid (1981). Cabe aclarar que esta unidad fue clasificada exclusivamente en base a las muestras de mano analizadas.

#### **4.1.1.3. Geoquímica de roca**

Se realizaron análisis geoquímicos de roca total a la Ignimbrita Valenciana (muestra 270159) y al Miembro con Fiammes (muestras 270156 y 270158) y Miembro con Cristales (muestras 270155 y 270157) de la Ignimbrita Las Vallas pertenecientes a la Formación Chon Aike. Los resultados se presentan en la Tabla 6.

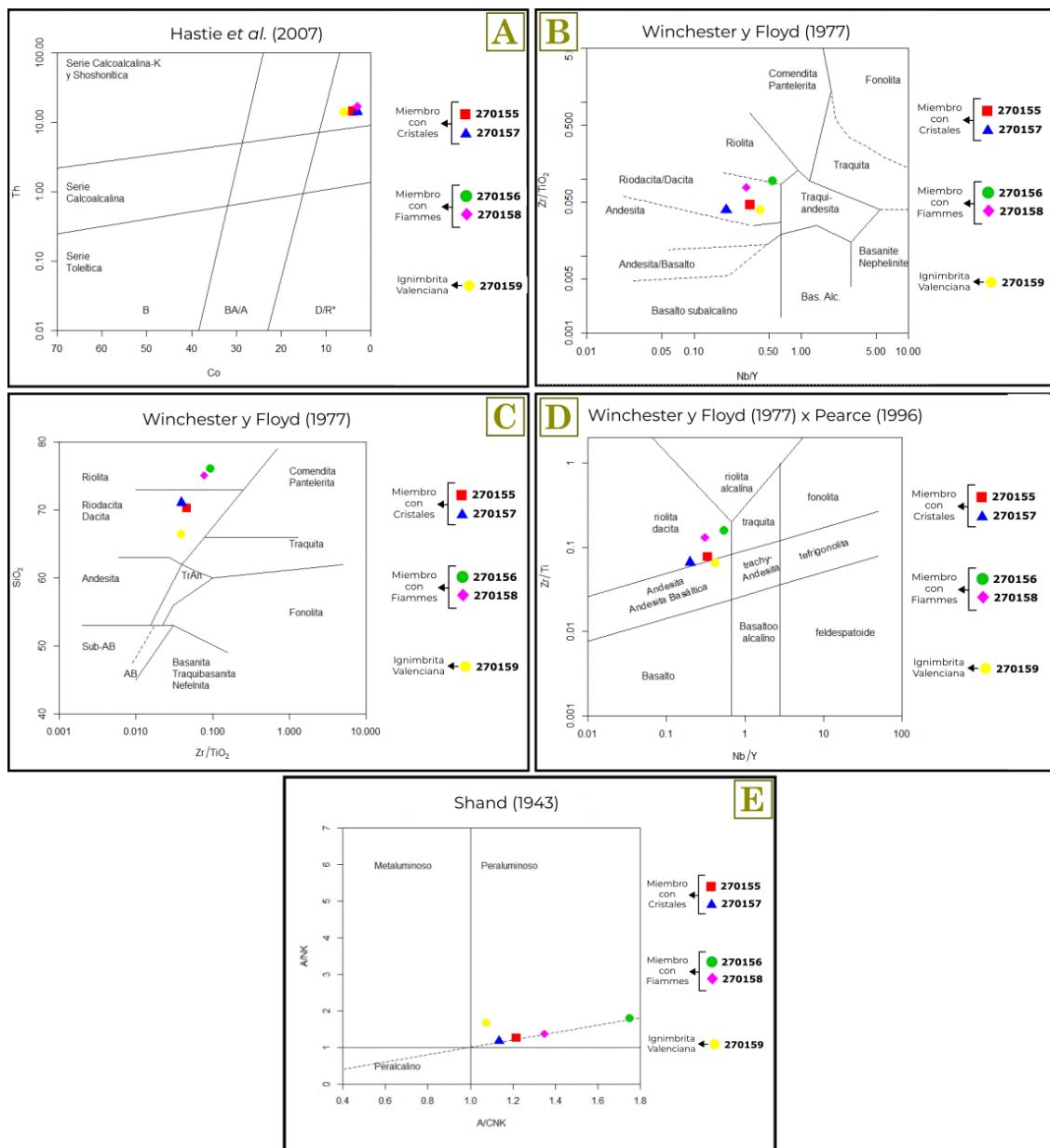
	Muestras						Muestras				
	Miembro con Cristales		Miembro con Fiammes		Ign. Valenciana		Miembro con Cristales		Miembro con Fiammes		Ign. Valenciana
	270155	270157	270156	270158	270159		270155	270157	270156	270158	270159
Alteración	Sericítica /argilica	Sericítica /argilica	Sericítica	Sericítica	Propilitica	Alteración	Sericítica /argilica	Sericítica /argilica	Sericítica	Sericítica	Propilitica
Al2O3 (%)	13,42	13,67	12,21	12,28	14,71	Gd	4,5	5,74	3,83	5,09	3,71
BaO (%)	0,31	0,3	0,13	0,27	0,1	Ge	0,8	0,8	1,4	1,2	1,4
CaO (%)	0,2	0,2	0,09	0,07	2,68	Hf	4,31	3,76	3,74	3,49	4,04
Cr2O3 (%)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	Ho	0,73	1,14	0,71	0,98	0,68
Fe2O3 (%)	3,49	3,79	1,41	1,41	4,2	La	38,5	38,3	36,7	41,8	33,3
K2O (%)	8,54	7,13	6,04	7,96	4,04	Lu	0,37	0,49	0,31	0,38	0,28
MgO (%)	0,4	0,36	0,18	0,11	1	Nb	7	7,6	9,62	9,18	8,1
MnO (%)	0,06	0,05	0,01	0,08	0,09	Nd	29,7	32,2	30,7	33	25,6
Na2O (%)	0,87	2,41	0,17	0,22	2,69	Pr	8,07	8,2	8,4	8,9	6,81
P2O5 (%)	0,08	0,06	0,02	0,02	0,12	Rb	259	250	251	302	163
SiO2 (%)	70,29	71,08	76,08	75,08	66,46	Sm	5,44	5,89	5,58	5,94	4,62
SrO (%)	0,01	0,01	<0,01	0,01	0,03	Sn	3,6	2,6	3,3	3,1	3,1
TiO2 (%)	0,35	0,37	0,12	0,13	0,41	Sr	112,5	107	59,9	73	261
LOI 1000 (%)	0,99	0,98	1,73	1,12	2,14	Ta	0,8	0,8	1	1	0,8
C (%)	0,02	0,02	0,03	0,04	0,24	Tb	0,58	0,84	0,57	0,76	0,54
S (%)	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	Th	14,3	14,1	17,7	16,95	13,9
Ba	2640	2310	1180	2230	886	Tm	0,35	0,49	0,37	0,43	0,33
Ce	58,2	60,1	64,9	83	65,3	U	2,96	2,46	4,11	3,45	2,1
Cr	12	11	9	7	13	V	40	31	13	6	49
Cs	3,2	13,15	8,02	7,84	9,1	W	9,5	8,6	6,3	10,8	2,3
Dy	3,29	4,97	3,06	4,25	3,2	Y	21	38,1	17,8	29,7	19,5
Er	2,45	3,7	2,14	2,72	2,11	Yb	2,43	3,33	2,27	3,1	2,19
Eu	1,14	1,28	0,69	0,88	0,94	Zr	161	145	113	101	160
Ga	13,8	13,6	15	12,5	16,4						

**Tabla 6:** Geoquímica de las muestras analizadas. Los elementos traza incluidas las REE se encuentran en ppm.

Las muestras analizadas tienen contenidos de SiO<sub>2</sub> de entre 69,6 y 74,8% (en base anhidra), de entre 5,9 y 8,4% de K<sub>2</sub>O (en base anhidra), y son pobres en Ca (Ca ≤ 0,2%). La muestra 270159 se aparta levemente de estas tendencias, presentando concentraciones menores de SiO<sub>2</sub> del 65% y de K<sub>2</sub>O del 3,9% (en base anhidra), mientras que se observan concentraciones levemente mayores de Ca y Na respecto a las otras muestras, con valores de 2,6 en ambos casos (en base anhidra). Teniendo en cuenta que las muestras 270155, 270156, 270157 y 270158 se encuentran parcialmente alteradas a sericitina (mica rica en potasio) y arcillas (illita/esmectita), es de esperar que las concentraciones de Na y Ca tiendan a ser menores y las de K mayores respecto de una roca sin sericitización, como la muestra 270159 que al encontrarse propilitizada no presenta un incremento notable en la concentración de K. La propilitización observada en la muestra 270159 incluye la presencia de carbonatos y clorita, lo cual podría explicar las mayores concentraciones de Ca, Mg y Fe respecto a las otras muestras.

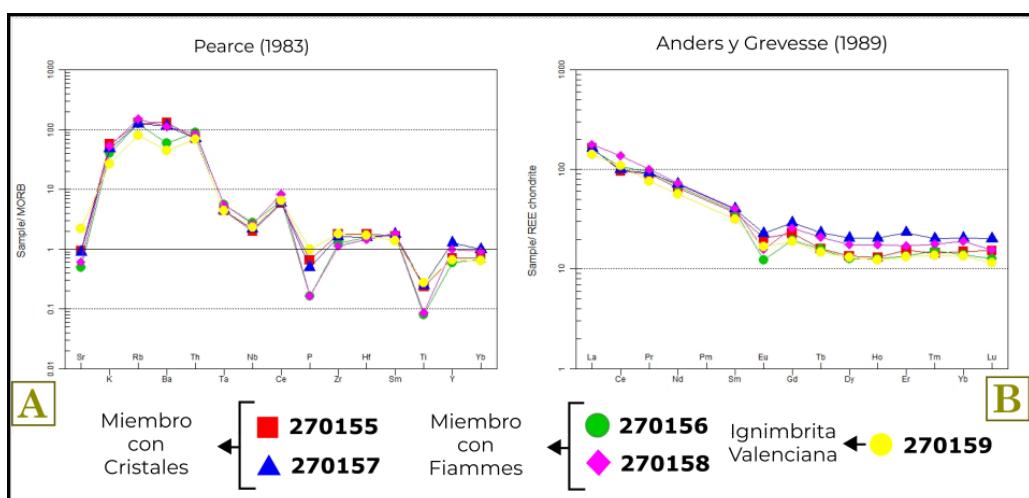
Siguiendo los diagramas de clasificación de rocas volcánicas de Hastie *et al.* (2007) (Figura 18A), Winchester y Floyd (1977) (Figuras 18B y C) y Winchester y Floyd (1977) modificado por Pearce (1996) (Figura 18D), las muestras analizadas se agrupan en el campo de las riolitas-riodacitas-dacitas. Las rocas analizadas son subalcalinas y corresponden a la serie de rocas calcoalcalina potásica/rica en potasio y shoshonítica. Todas las muestras analizadas tienen carácter peraluminoso, siguiendo el diagrama de Shand (1943) (Figura 18E). Como se observó en la Tabla 6, las muestras 270156 y 270158 presentan concentraciones de SiO<sub>2</sub> ligeramente mayores que las otras muestras, por lo

cual tienden a apartarse de las mismas hacia términos más evolucionados en los diagramas de clasificación. La muestra 270159, por otro lado, es la que menor concentración de  $\text{SiO}_2$  presenta y la que más se aparta de las otras muestras, llegando a caer en el campo de las Andesitas/Andesitas basálticas en el diagrama de Winchester y Floyd (1977) modificado por Pearce (1996). Estos análisis refuerzan la idea de que las rocas presentes en la región de estudio corresponden a dos pulsos volcánico-piroclásticos diferentes. La clasificación y tendencias geoquímicas de las rocas analizadas en el presente trabajo son coincidentes con las analizadas por Méndez (2006) y Alperin *et al.* (2007).



**Figura 18:** (A) Diagrama de clasificación Th vs Co (Hastie *et al.*, 2007). (B) Diagrama de clasificación  $\text{Zr}/\text{TiO}_2$  vs  $\text{Nb}/\text{Y}$  (Winchester y Floyd, 1977). (C) Diagrama de clasificación  $\text{SiO}_2$  vs  $\text{Zr}/\text{TiO}_2$  (Winchester y Floyd, 1977). (D) Diagrama de clasificación  $\text{Zr}/\text{Ti}$  vs  $\text{Nb}/\text{Y}$  (Winchester y Floyd, 1977, modificado por Pearce, 1996). (E) Diagrama de índice de saturación de alúmina (Shand, 1943).

En el diagrama multielemento (Figura 19A) todas las muestras exhiben un patrón similar, con un marcado enriquecimiento en LILE respecto a HFSE y REE, y anomalías negativas en Nb, Ti, Sr y P y anomalías positivas en elementos litófilos como K y Rb, los cuales son rasgos característicos de las rocas calcoalcalinas. Féraud *et al.* (1999) indican que las volcanitas jurásicas de la Patagonia tienen un empobrecimiento en Nb y Ti y un enriquecimiento en elementos litófilos de gran radio iónico, lo cual evidencia una tendencia calcoalcalina. En el diagrama de REE (Figura 19B) todas las muestras tienen un patrón similar con mayor enriquecimiento de las REE livianas en relación a las pesadas, y una marcada anomalía negativa en el Eu, que indica fraccionamiento de plagioclasa en la fuente magmática.



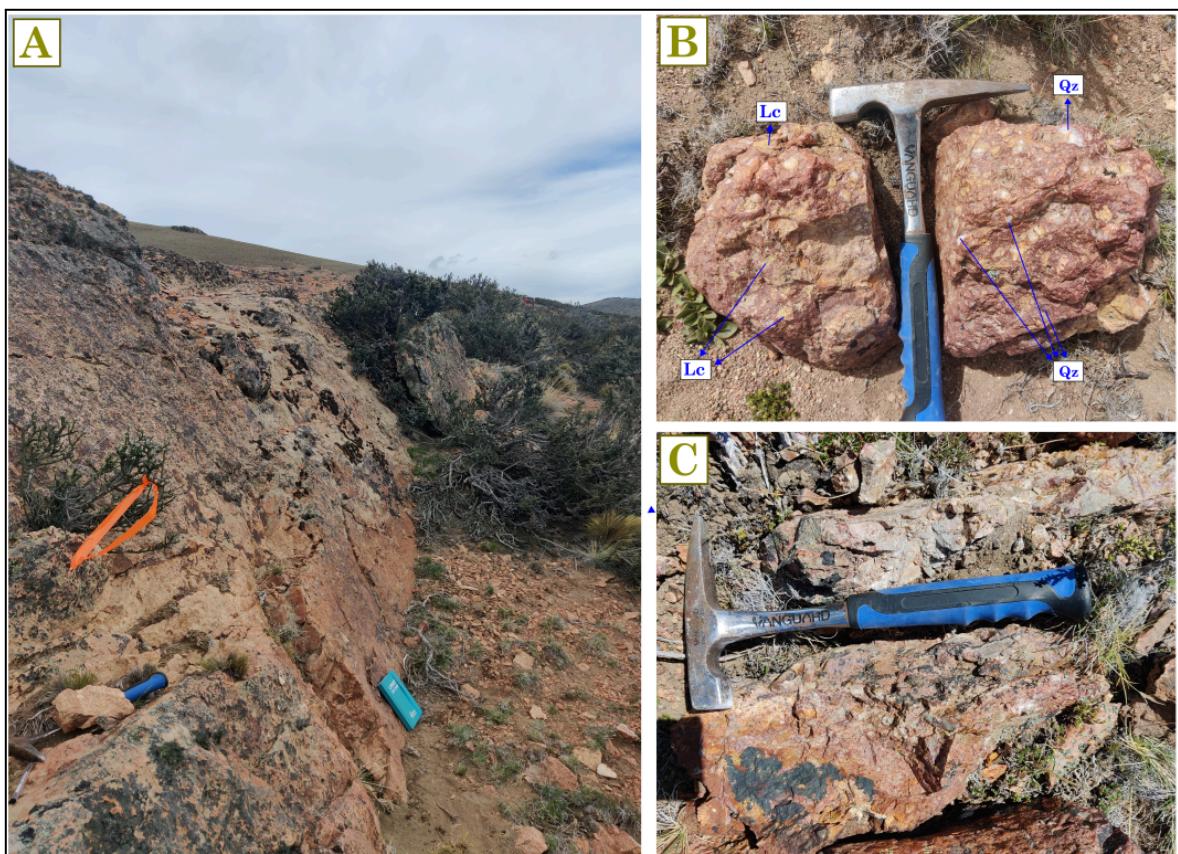
**Figura 19:** (A) Diagrama multielemento normalizado a MORB según Pearce (1983). (B) Diagrama de tierras raras (REE) normalizado a condrita según Anders y Grevesse (1989).

Es necesario mencionar que las rocas del Grupo Bahía Laura, en su gran mayoría, se encuentran moderada a fuertemente alteradas. Riley *et al.* (2001) indican que algunos de los elementos mayoritarios que componen a este tipo de rocas como Si, Na y K y algunos LILE como Rb, Ba y Sr son altamente móviles frente a procesos meteóricos e hidrotermales, mientras que elementos como el Ti, P, Th, Zr, Nb, Hf e Y son generalmente inmóviles. Es por esto que los enriquecimientos parciales de los elementos más móviles (exceptuando el Sr) pueden encontrarse asociados a este tipo de procesos. De todos modos, se observa en las muestras 270156 y 270159 una leve anomalía negativa de Ba.

Otros mecanismos como la desvitrificación del vidrio riolítico pueden asociarse a incrementos en K y  $\text{SiO}_2$  y decrecimiento en Na, lo cual es frecuente en las muestras 270155, 270156, 270157 y 270158. Por otro lado, procesos de alteración hidrotermal en rocas silíceas podrían encontrarse asociadas al enriquecimiento en K, Rb, Ba y Si, sumado al empobrecimiento en Na, Ca y Sr.

#### 4.1.2. Veta Principal

La Veta Principal corresponde a la estructura mineralizada de mayor tamaño e importancia del prospecto. Se encuentra alojada en una falla con orientación regional NNE-SSO (Figura 20A), con un rumbo que varía entre los 000° y los 040°. En el área de estudio (Figura 8), particularmente hacia el extremo S, su actitud varía a NO-SE, presentando en promedio un rumbo de 309°. Tiene una inclinación que varía predominantemente entre los 60° y los 80°, y excepcionalmente supera los 80°. La estructura regional en el área de estudio inclina mayoritariamente hacia el NO-ONO a excepción de hacia el extremo S, en donde tiende a inclinar hacia el SO. La veta presenta una extensión de 1,08 km en la región de estudio, alcanzando un total de hasta 6 km de longitud por fuera de la misma. Hacia el extremo SO de la veta, a partir del punto en el cual varía su rumbo, se reconoce una estructura de cola de caballo. Los afloramientos de la veta se presentan de manera discontinua a lo largo de la región, alcanzan espesores de hasta 4 m, y suelen encontrarse relativamente a mayor elevación en relación al terreno circundante.



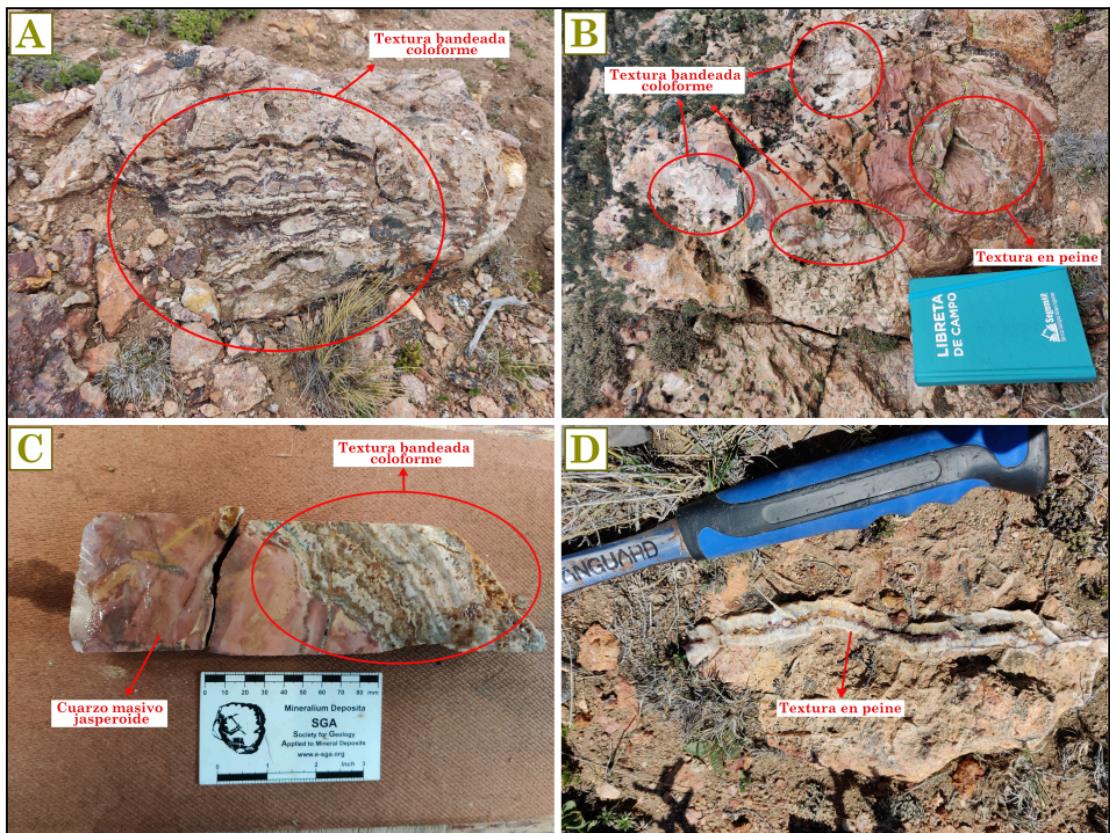
**Figura 20:** (A) Afloramiento de la Veta Principal en la región de estudio (vista hacia el SSE). (B) Muestra de mano representativa de la brecha observada en el campo. Se observan clastos de cuarzo y litoclastos cementados por sílice jasperoide. (C) Imagen comparativa entre una silicificación de color rojo más próxima a la veta (parte inferior de la imagen) y de color gris a medida que se aleja de la misma (parte superior imagen).

En afloramiento, la Veta Principal consiste en 2 litologías principales. Por un lado, en la región centro-sur del área de estudio asociado al Target Sur de exploración (Figura 8), consiste en una roca de color rojo intenso a gris claro con textura brechosa. Está compuesta por cristaloclastos y litoclastos unidos por un cemento silíceo rojizo de aspecto jasperoide (Figura 20B). Los cristaloclastos corresponden mayoritariamente a cuarzo subanguloso a subredondeado, de colores que varían entre blanco y gris oscuro con tonalidades violáceas, aspecto masivo y tamaños desde menores a 0,1 cm hasta los 5 cm. En menor medida se observan litoclastos de rocas piroclásticas de hasta 1,5 cm de diámetro, de color blanco grisáceo y tonalidad rosada, en los que se reconocen escasos fiammes. El cemento silíceo presenta una dureza muy alta, y se observa de tonalidades rojizas en sectores más cercanos a la estructura, mientras que a medida que se aleja de la misma esta pasa a tener un color gris claro (Figura 20C). Por otro lado, hacia el extremo norte del área de estudio asociado al Clavo mineralizado #1 (Figura 8), la Veta Principal presenta un aspecto masivo y se compone esencialmente por cuarzo con una amplia variedad de texturas de crecimiento primario y en menor proporción de reemplazo, detalladas en el siguiente apartado.

#### **4.1.2.1. Mineralogía y textura de la ganga**

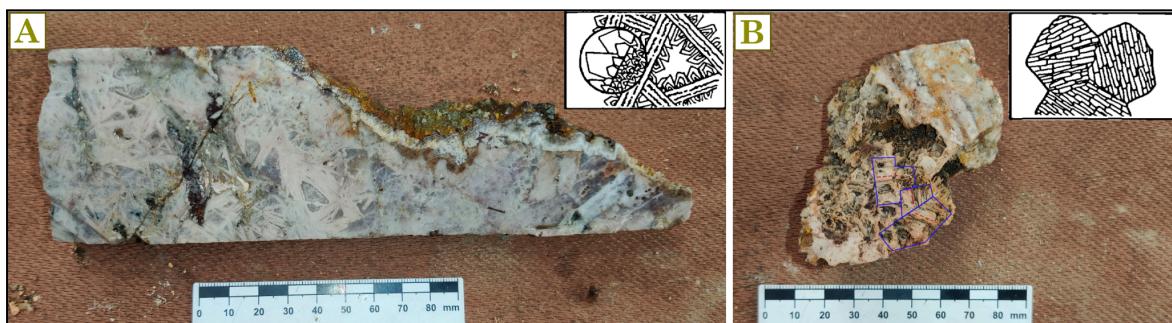
La mineralogía y textura de la Veta principal fueron analizadas tanto en afloramientos en superficie como en testigos de perforación. La mineralogía de ganga está compuesta mayoritariamente por cuarzo y en menor medida por baritina, titanita y escasa adularia.

En el sector centro-norte de la zona de estudio, región donde se ubica el Clavo mineralizado #1 y se observan las mayores potencias de la veta, se observa una amplia variedad de texturas de cuarzo, tanto de cristalización primaria como de recristalización y de reemplazo (siguiendo el trabajo de Dong *et al.*, 1995). En cuanto a texturas de cristalización primaria, la que predomina por sobre el resto es la textura bandeadas coloformes. En superficie (Figuras 21A, B y D) se observan bandas de cuarzo de color blanco lechoso y castañas oscuras intercaladas con bandas *ginguro* (Figuras 21A y C) de color negro a castaño oscuro. Las bandas de cuarzo presentan espesores promedio de 2 cm, mientras que las bandas *ginguro* presentan espesores de entre 0,2 y 1,8 cm. Asociado a esta textura se observa cuarzo en peine (Figuras 21B y D), y por sectores cuarzo masivo de color rosado-rojizo, de aspecto jasperoide (Figura 21C).



**Figura 21:** Texturas de cristalización primaria reconocidas en el sector norte de la Veta Principal en el área de estudio. (A) Textura bandeadada coloiforme. (B) Textura bandeadada coloiforme y en peine. (C) Textura bandeadada coloiforme y masiva jasperoide en testigo de perforación. (D) Textura en peine.

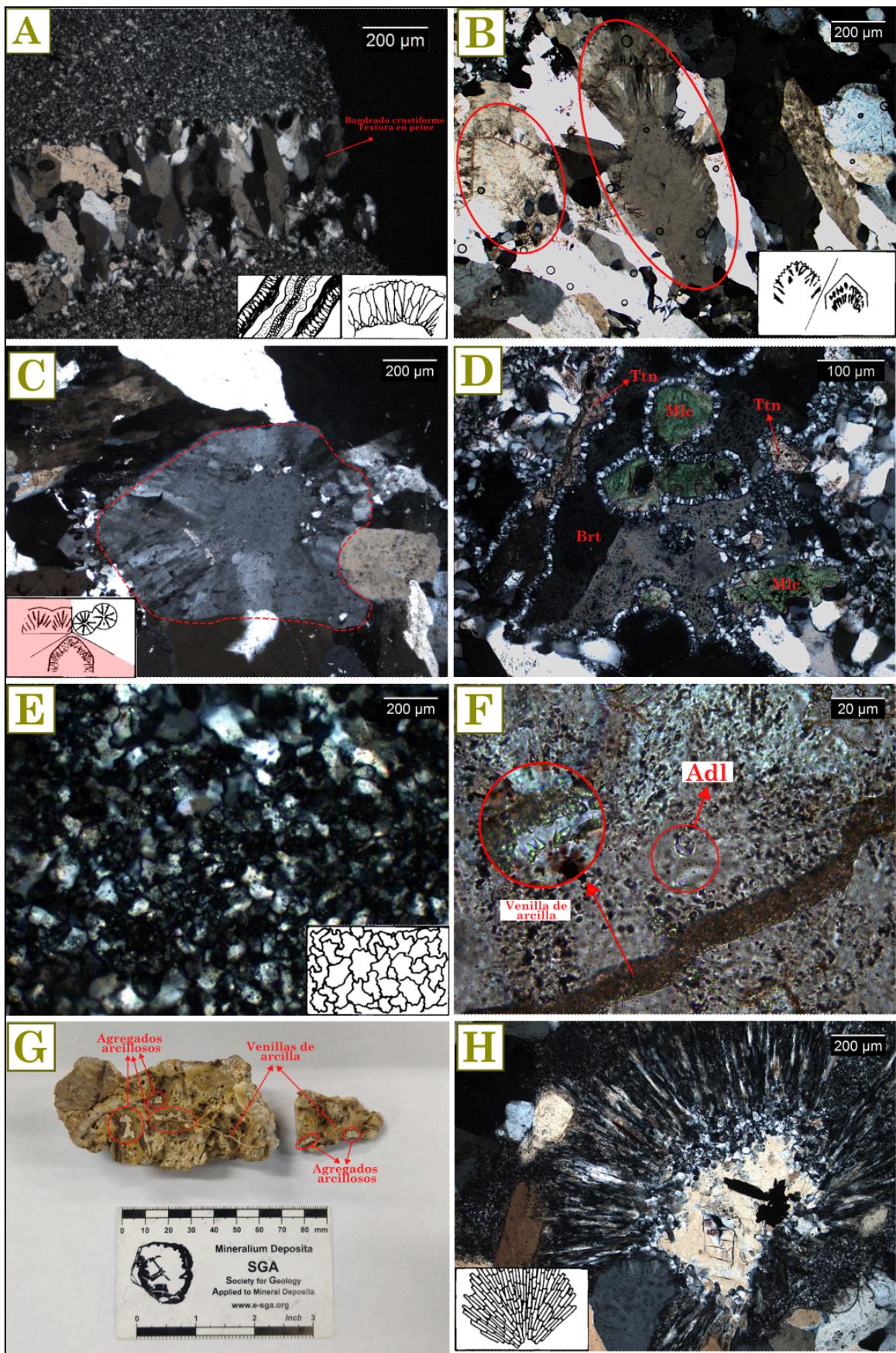
En forma subordinada se reconocen texturas de reemplazo pseudomórfico, tanto en superficie como en testigos de perforación. Se reconoce la presencia de textura “bladed calcite”, mayoritariamente del tipo “lattice bladed”, en forma de agujas o cristales tabulares reemplazados por cuarzo que se intersectan unos a otros y delimitan cavidades poliédricas llenas por cuarzo con textura en peine (Figura 22A). En menor medida, se observó textura “parallel bladed”, que se desarrolla como agregados de cristales tabulares reemplazados por cuarzo paralelos entre sí con diferentes orientaciones (Figura 22B).

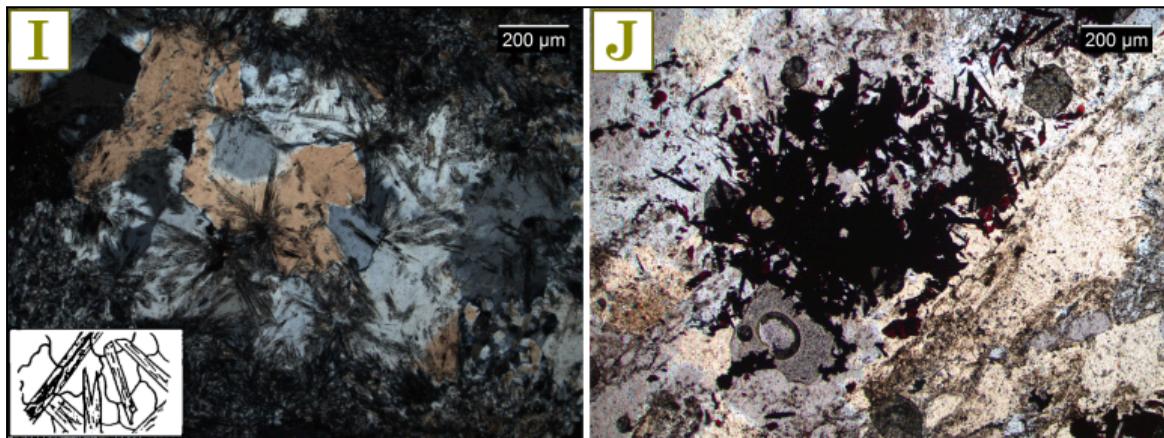


**Figura 22:** Texturas de reemplazo pseudomórfico reconocidas en el sector norte de la Veta Principal. (A)

Texura “*lattice bladed*” junto a cuarzo en peine. (B) Texura “*parallel bladed*”. En azul se marcan los dominios de las tablas de cuarzo, y en línea roja punteada la dirección de crecimiento que sigue cada una de ellas.

Microscópicamente (muestras M270159, M270160 y M270163; para la descripción detallada ver Anexo II), la Veta Principal presenta textura bandeada crustiforme, en ocasiones coloforme, con bandas de tamaño de grano fino y grueso compuestas por cuarzo, adularia, baritina, malaquita y titanita. Las bandas de grano grueso presentan cuarzo en peine (Figura 23A) con individuos de hasta 0,5 mm de largo en su eje mayor y presentan frecuentemente texturas de recristalización, tales como texturas plumosa (Figura 23B) y llameante o “*flamboyant*” (Figura 23C). De manera subordinada, se observan cristales de baritina (Figura 23D) subhédrales a anhédrales y de hasta 1,8 mm de largo, muchos de ellos con inclusiones de titanita y fluorita. La titanita también se presenta en forma de agregados grumosos. En menor medida, se observan cristales anhédrales de malaquita de color verde intenso. En las bandas de grano fino predomina el cuarzo en mosaico (Figura 23E), con individuos con tamaños menores a 0,01 mm. En éstas se observan escasos cristales rómbicos a pseudorómbicos de adularia (Figuras 23F y G) de hasta 0,008 mm. Adicionalmente, se reconocen por sectores bandas discontinuas de hasta 0,1 mm de espesor compuestas por agregados de arcillas de color castaño, en las que se reconocen fantasma de cristales de morfología rómbica, posiblemente de adularia. Por sectores, la Veta Principal presenta un importante desarrollo de cristales de cuarzo con texturas de reemplazo pseudomórfico, y de manera subordinada con texturas de recristalización, dispuestos en bandas de tamaño de grano fino y grueso. Entre las texturas de reemplazo predomina la pseudoacicular (Figura 23H), presente en las bandas de grano fino, caracterizada por presentar cristales aciculares de cuarzo y adularia de hasta 2,5 mm de largo dispuestos de manera radial alrededor de núcleos cristalinos. Le sigue en abundancia la textura “*ghost bladed*” (Figura 23I), compuesta por fantasma de cristales tabulares de hasta 0,4 mm de largo, en ocasiones con disposición radial, en un agregado de cristales de cuarzo, desarrollada principalmente en las bandas de grano grueso. De manera subordinada se observó la presencia de minerales opacos en cristales frecuentemente de hábito acicular (Figura 23J) y en menor proporción cúbico y en pátinas, de color rojo intenso y tamaños de hasta 0,03 mm.





**Figura 23:** (A) Cristales de cuarzo con textura en peine, dispuestos en un arreglo de tipo bandeado crustiforme (con analizador; muestra M270159). (B) Cuarzo con textura plumosa (con analizador; muestra M270160). (C) Textura “flamboyant” (con analizador; muestra M270163). (D) Bandas de grano grueso compuestas por cristales de cuarzo, baritina (Brt), y agregados de titanita (Ttn) y malaquita (Mlc) (con analizador; muestra M270160). (E) Cuarzo con textura en mosaico (con analizador; muestra M270160). (F) Cristales de adularia rómbica/pseudorómbica entre las bandas de cuarzo, y venillas de arcilla (sin analizador; muestra M270160). (G) Muestra de mano mostrando venillas de arcilla y agregados arcillosos con morfologías rómbicas. (muestra M270160). (H) Textura pseudoacicular (con analizador; muestra M270163). (I) Textura “ghost bladed” (con analizador; muestra M270163). (J) Agregados de minerales opacos de hábito acicular (sin analizador; muestra M270163).

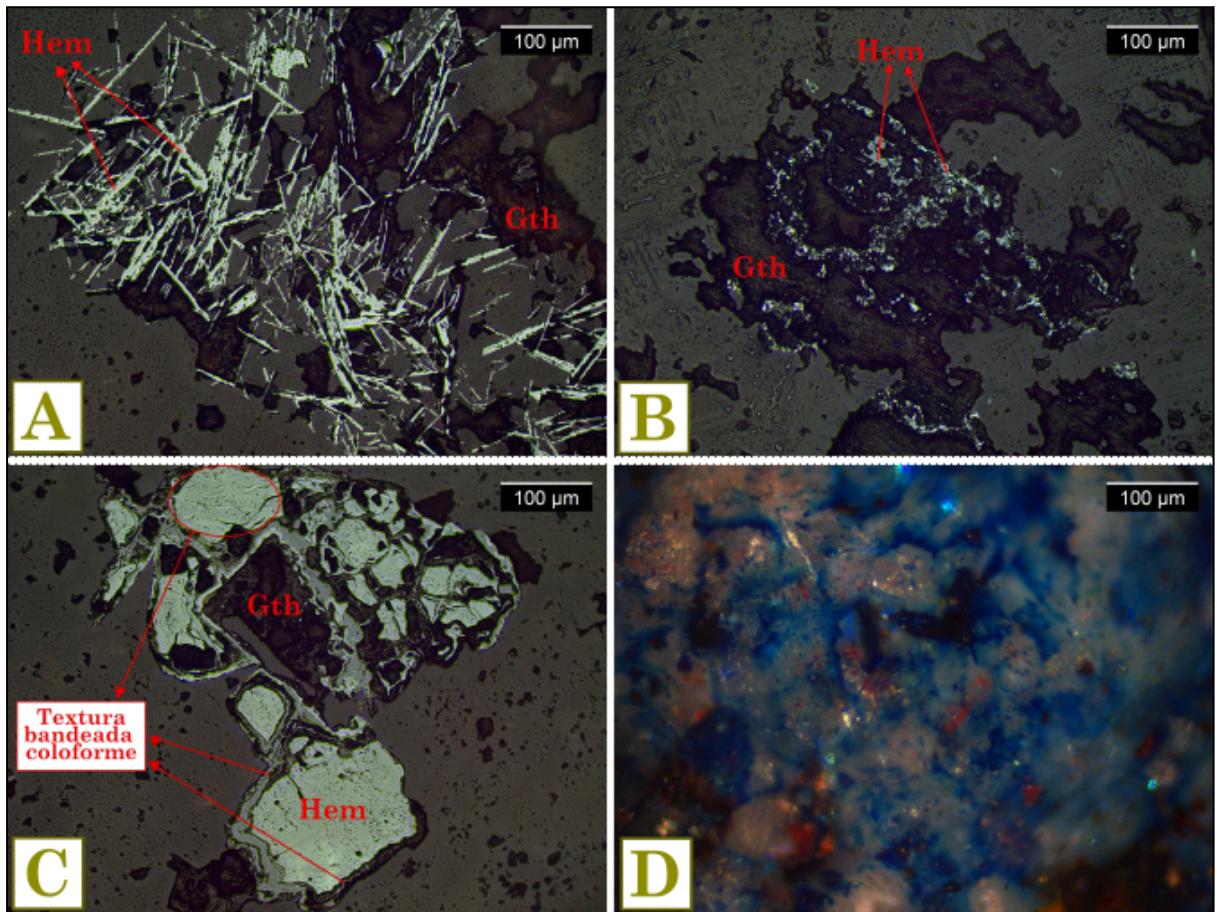
#### 4.1.2.2. **Paragénesis mineral**

La mineralización de la veta principal fue principalmente reconocida en los testigos de perforación. En muestra de mano, tanto en superficie como en profundidad, la mineralización es escasa y se presenta como venillas, bandas y agregados en los que se identifica especularita y escasas páginas de malaquita/azurita (Figuras 24A y B). Las muestras de superficie se encuentran parcialmente oxidadas con frecuentes texturas en boxwork o de lixiviación, y algunas de ellas de zonas con desarrollo de texturas de reemplazo “bladed calcite”. Al microscopio se identificó, en orden de abundancia, hematita, goethita, galena, digenita, covelina, esfalerita, pirita, calcopirita, malaquita, azurita, calcosina y arsenopirita.



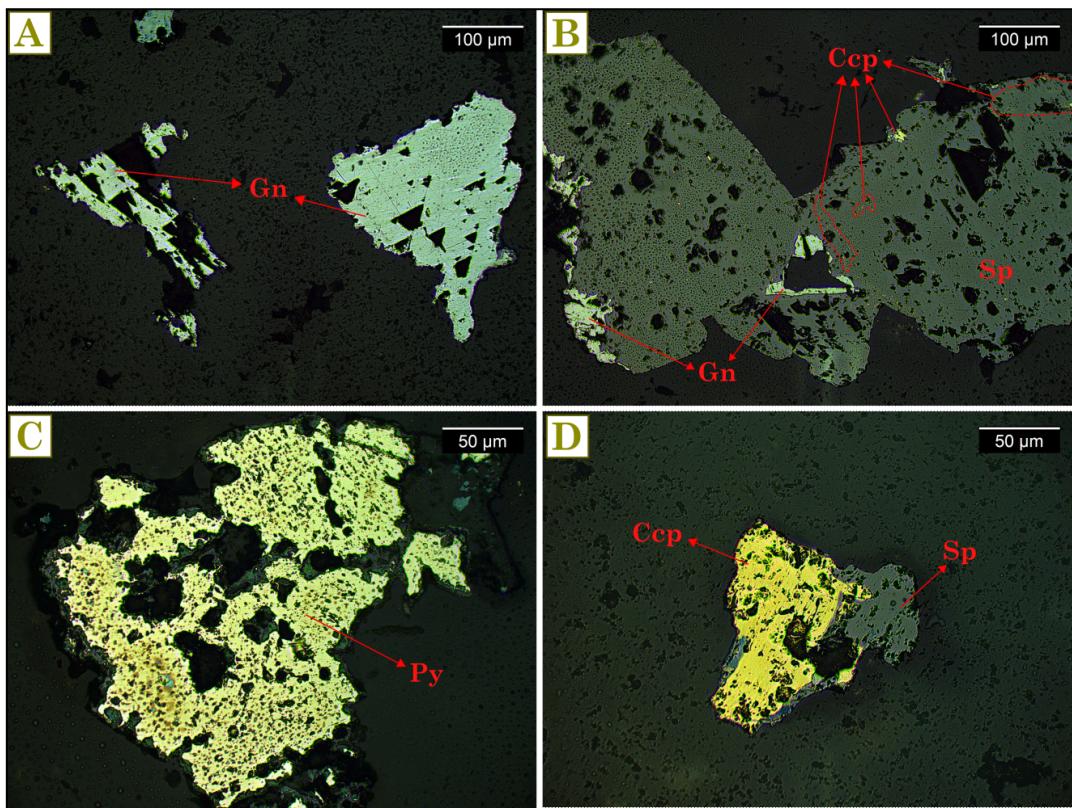
**Figura 24:** Muestras de testigos de perforación con presencia de malaquita y especularita en bandas (Figura 24A) y en forma de venillas (Figura 24B).

El mineral que predomina por sobre el resto es la hematita, la cual se dispone en venillas o agregados y presenta diversas texturas de cristalización. La textura que predomina es la acicular (Figura 25A) presente en forma de tablillas o agujas de hasta 0,14 mm de largo (muestras M270161, M270162, M270163A y M270163B). Le sigue en abundancia la textura masiva (Figura 25B) presente en forma de parches o agregados, y en menor proporción la textura bandeadas coloformes (Figura 25C) en donde se observan bandas de hematita bordeando cristales de goethita (muestra M270163B). Se observa la presencia de goethita, dispuesta en forma de agregados masivos de color gris oscuro, en contacto con los cristales de hematita (muestras M270161, M270162, M270163A y M270163B). Se reconocen además escasos cristales aislados de pirita y arsenopirita, anhedrales, y con tamaños menores a 0,5 mm. Por otra parte, se reconocen escasas pátinas de malaquita/azurita (Figura 25D; muestras M270161 y M270163A).



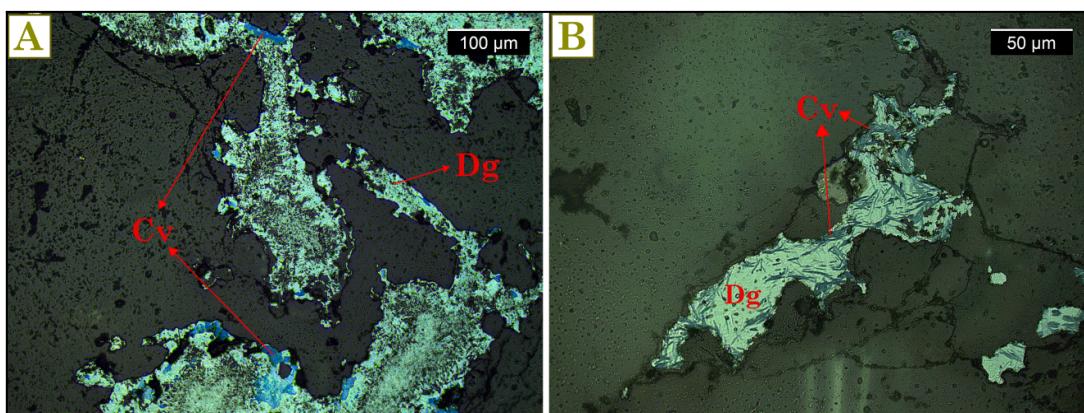
**Figura 25:** Fotomicrografías de hematita (Hem) y goethita (Gth). (A) Textura acicular. (B) Textura masiva. (C) Textura bandeada coloforme. (D) Agregados de azurita.

La mineralización de interés se observó en la muestra M270159. La textura predominante es la bandeada crustiforme, con presencia de bandas *ginguro* de aproximadamente 3-4 mm de espesor. En orden de abundancia, los minerales primarios que predominan son galena y esfalerita en relación de contacto en la mayoría de los casos. La galena (Figura 26A, B) se presenta anhedral y en cristales de hasta 0,36 mm, con presencia de *pits* de morfología triangular. Los cristales de esfalerita (Figuras 26B y D) son anhedrales, de hasta 0,7 mm, y presentan inclusiones de calcopirita con una textura “*disease*”. Siguiendo en orden de abundancia, se observan escasos cristales de pirita (Figura 26C), anhedrales y de hasta 0,3 mm, y en menor proporción de calcopirita (Figura 26D), anhedrales y de hasta 0,1 mm, siempre en contacto con la esfalerita.



**Figura 26:** Fotomicrografías con analizador de la paragénesis mineral de la Veta Principal (muestra M270159). (A) Cristales de galena (Gn) con pits. (B) Cristal de esfalerita (Sp) con calcociprita (Ccp) “disease”. (C) Cristal anhedral de pirita (Py). (D) Cristal de calcociprita en contacto con la esfalerita.

Los minerales secundarios reconocidos son digenita, covelina y calcosina. La digenita (Figuras 27A y B) es la más abundante, y se presenta en forma de agregados de color gris azulado, siempre junto a covelina, y en ocasiones rodeando cristales de pirita y galena. Sigue en abundancia la covelina que conforma agregados o parches de pequeños cristales con color azul intenso (Figura 27A), y en ocasiones con hábito acicular (Figura 27B). La calcosina es muy escasa y conforma cristales de color blanco con tonalidades rosadas, de hasta 0,1 mm.



**Figura 27:** Fotomicrografías de la paragénesis mineral de la Veta Principal. (A) Agregados de digenita (Dg) con parches de covelina (Cv) masiva. (B) Agregados de digenita con covelina acicular.

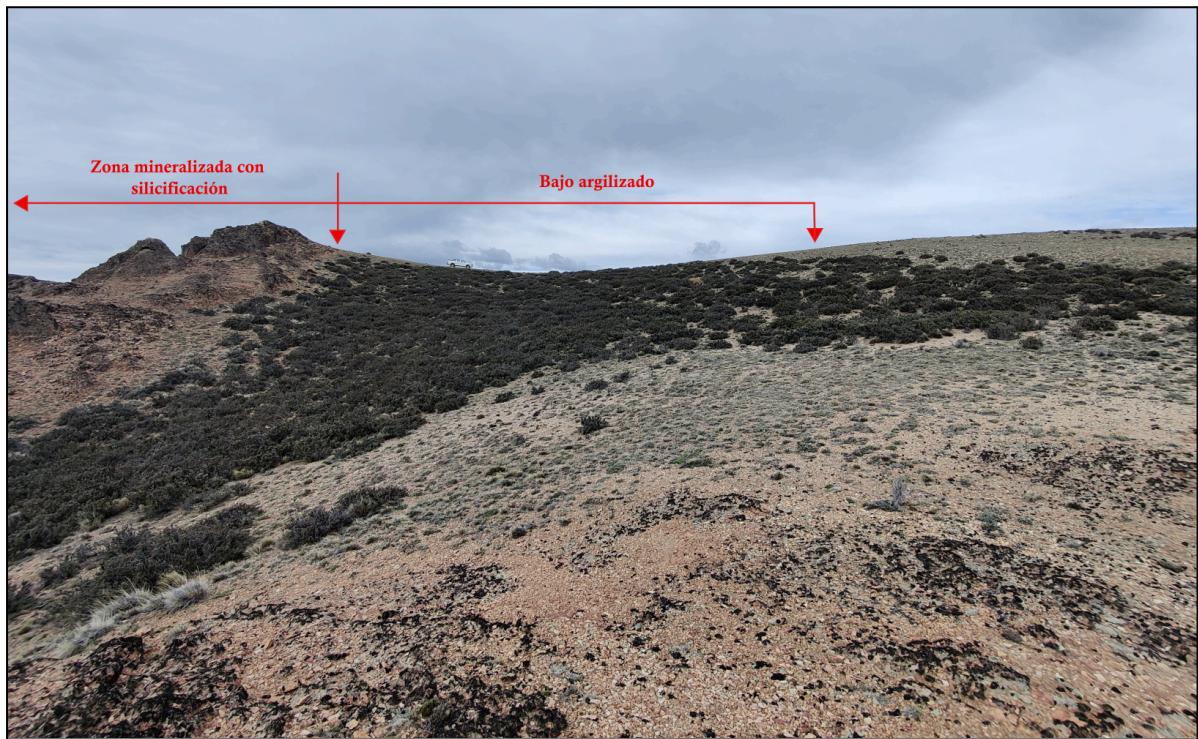
#### **4.1.2.3. Alteración hidrotermal**

Se reconocieron 3 asociaciones de alteración que incluyen silicificación, alteración sericítica y alteración argílica.

El tipo de alteración que se desarrolla con mayor proximidad a la zona mineralizada es la **silicificación** que afecta tanto al Miembro con Cristales al oeste de la veta como al Miembro con Fiammes al este de la misma, extendiéndose hasta 3 m hacia cada lado de la estructura. En superficie, esta alteración sólo se observa en el Miembro con Fiammes, ya que el Miembro con Cristales en cercanías a la veta se encuentra cubierto por vegetación. En muestra de mano, las ignimbritas silicificadas conservan su estructura, pero la matriz y los vitroclastos presentan una dureza sustancialmente mayor y su coloración se torna gris rojiza (Figura 20C).

La **alteración sericítica** sigue a la silicificación en orden de proximidad. Afecta intensamente a las rocas de caja en profundidad, y tiende a ser moderada-leve a medida que se aproxima a superficie. En muestra de mano resulta difícil diferenciar la sericitización de la alteración argílica, pero por lo general las rocas que la presentan tienden a ser de colores más claros y más friables. Al microscopio (muestras 270155, 270156, 270157, 270158 y 270159) se observan cristaloclastos de plagioclasa, feldespato potásico y biotita con alteración sericítica (probablemente illita o illita-esmectita) variable. La alteración sericítica se presenta a modo de parches en plagioclasa y biotita, en ocasiones reemplazando totalmente a los individuos, y en menor medida en forma de venillas en individuos de plagioclasa y feldespato potásico (Figura 16A), así como también en reemplazo parcial de los vitroclastos. Esta alteración suele estar acompañada por pequeños cristales de pirita diseminados (muestra 270157).

La **alteración argílica** tiende a desarrollarse predominantemente hacia la superficie, predominando en los primeros 5 a 10 m de profundidad, a partir de donde coexisten con la alteración sericítica. En superficie, las rocas afectadas por la misma se encuentran más deprimidas respecto a las rocas circundantes (Figura 28), evidenciando una intensa meteorización en relación a rocas de dureza mayor. En muestra de mano, las rocas con alteración argílica tienen color blanco a gris, en ocasiones con tonalidades rojizas por la oxidación, y son muy friables. Al microscopio (muestras 270155 y 270157), la alteración argílica se dispone a modo de parches terrosos castaño oscuros, afectando principalmente a feldespatos y plagioclases y en menor medida a la matriz, y en ocasiones a modo de relleno de espacios abiertos (Figura 14C).

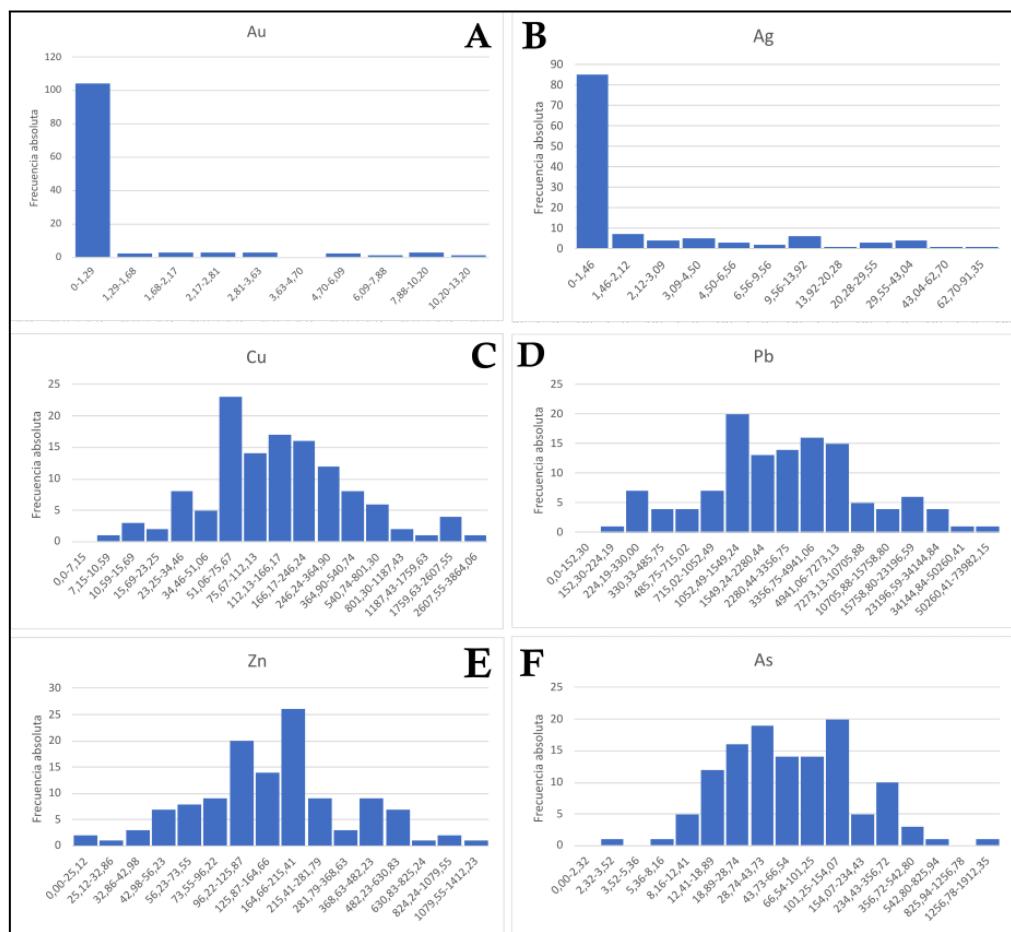


**Figura 28:** Fotografía mostrando la diferencia de erosión entre la veta silicificada y la roca de caja argilizada (vista al SSE).

#### 4.1.2.4. Geoquímica de elementos metálicos

En este apartado se analizaron las bases de datos geoquímicos de un total de 437 muestras provistas por la empresa Patagonia Gold SA. Se trabajó con un total de 122 muestras de superficie (Tablas 10, 11, 12 y 13) realizadas siguiendo los afloramientos del sector S de la Veta Principal en el área de estudio, y 315 muestras de profundidad (Tablas 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 21) realizados sobre los intervalos mineralizados de los testigos de perforación de diamantina LV-D14-001, LV-D14-002, LV-D14-003 y LV-D14-004.

Con los datos de geoquímica de superficie (Anexo IV, Datos de geoquímica de elementos metálicos), se realizaron histogramas de distribución de metales preciosos y metales base (Figura 29) en base al método estadístico de Lepeltier (1969), en donde fue establecido un valor de  $n = 15$  para todos los elementos analizados.



**Figura 29:** Histogramas de frecuencia absoluta en ppm para los diferentes elementos en superficie.

Analizando las distribuciones de datos resultantes, es posible observar que tanto Au como Ag (Figuras 29A y B) muestran una distribución de tipo lognormal con sesgo positivo y moda en la primera clase correspondiente a las concentraciones más

pequeñas (menores a 1,29 y 1,46 ppm respectivamente). Las concentraciones más elevadas de estos elementos (Au = 11,5 ppm; Ag = 70,6 ppm) se encuentran en el sector norte de la veta, en el Clavo #1, mientras que en el sector sur-suroeste se encuentran las concentraciones más bajas (Anexo II, Mapas de ubicación de las muestras de geoquímica de metales). Esta tendencia es mucho más marcada para Au que para Ag. Por otro lado, Cu, Pb, Zn y As presentan distribuciones aproximadamente simétricas de tipo normal, con modas en valores intermedios. Algunos elementos muestran insinuadas tendencias bimodales, como el Zn y el As. De igual manera, las mayores concentraciones de los metales base (Cu = 3649 ppm ; Pb = 62700 ppm; Zn = 1237 ppm) se encuentran en el sector norte, asociadas al Clavo #1, con excepción del As que presenta concentraciones elevadas (As = 180 ppm) en el sector sur.

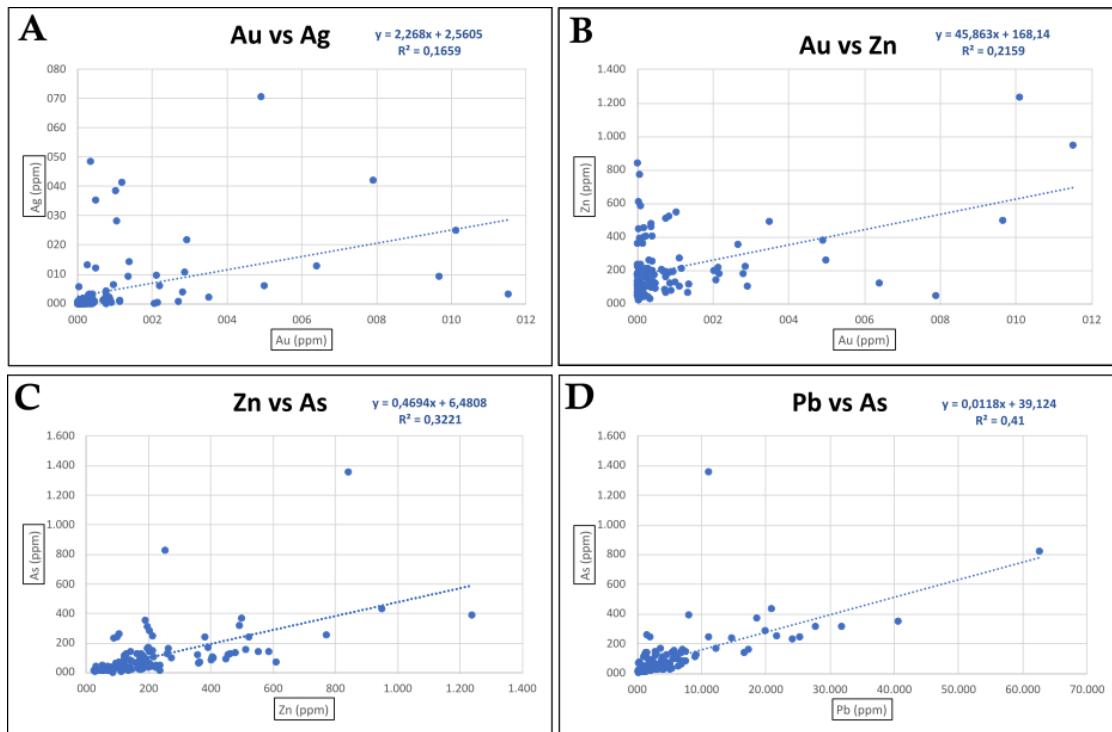
Por otra parte, para establecer correlaciones entre los diferentes elementos de interés, se construyó una matriz de correlación de Pearson (Tabla 7), y en base a ello se realizaron diagramas de correlación de los pares de elementos que presentaron los mejores resultados (Figura 30).

Matriz de correlación						
	Au_ppm	Ag_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm	As_ppm
Au_ppm	1,00					
Ag_ppm	0,41	1,00				
Cu_ppm	0,04	0,27	1,00			
Pb_ppm	0,23	0,02	0,25	1,00		
Zn_ppm	0,46	0,10	0,35	0,28	1,00	
As_ppm	0,30	0,16	0,33	0,64	0,57	1,00

**Tabla 7:** Matriz de correlación de Pearson de muestras de superficie para los metales de interés del prospecto.

En términos generales, los elementos analizados en superficie no presentan buenas correlaciones, a excepción de una insinuada correlación de 0,64 entre el Pb y el As.

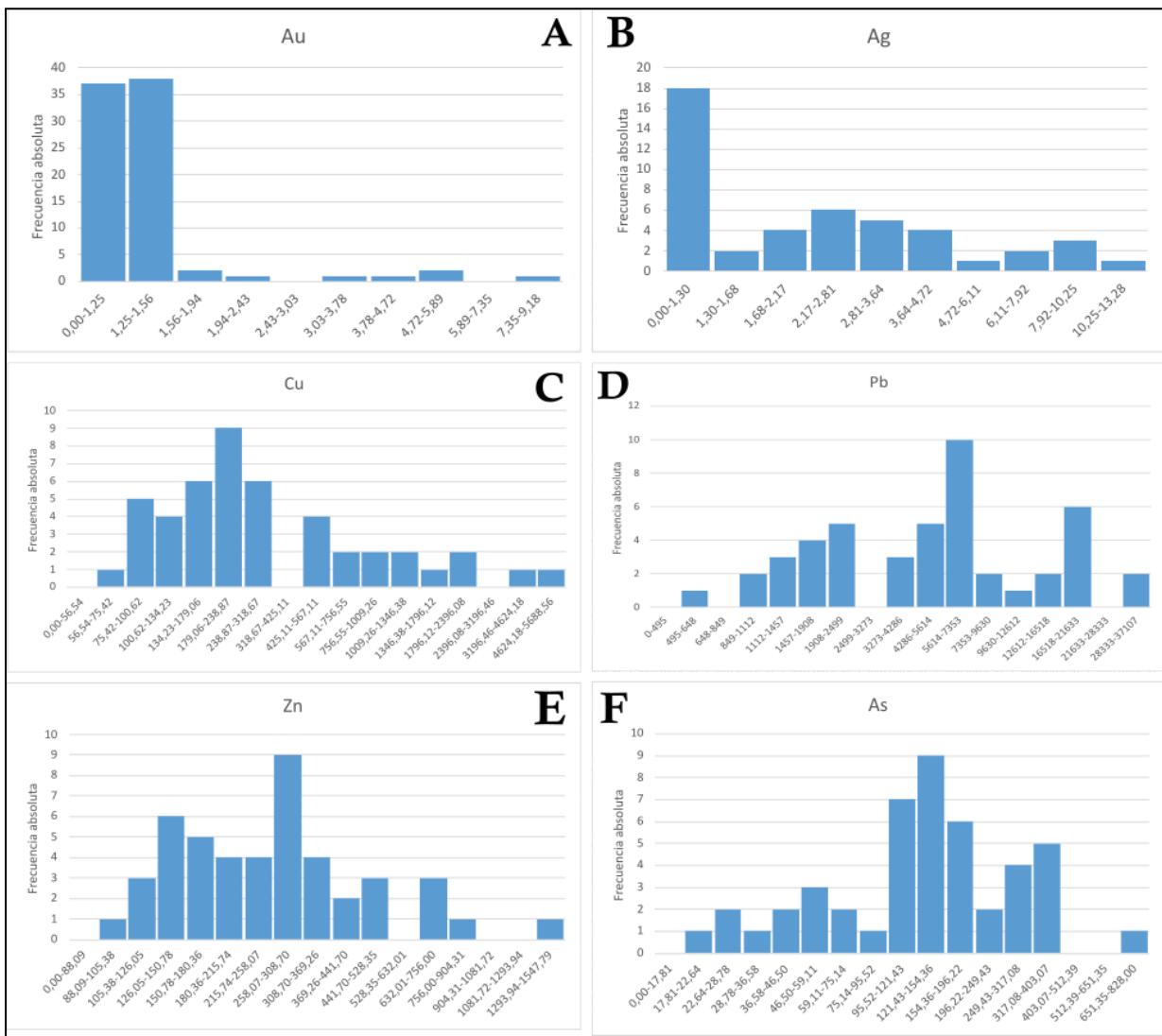
Analizando los diagramas de correlación de estos pares de elementos (Figura 30), se observan tendencias positivas entre el Pb y As y entre el Zn y As, pero con una fuerte dispersión. La correlación entre el resto de elementos es mucho más dispersa, por lo que resulta más difícil predecir la presencia de elementos como Au y Ag asociados a algún mineral o familia de minerales.



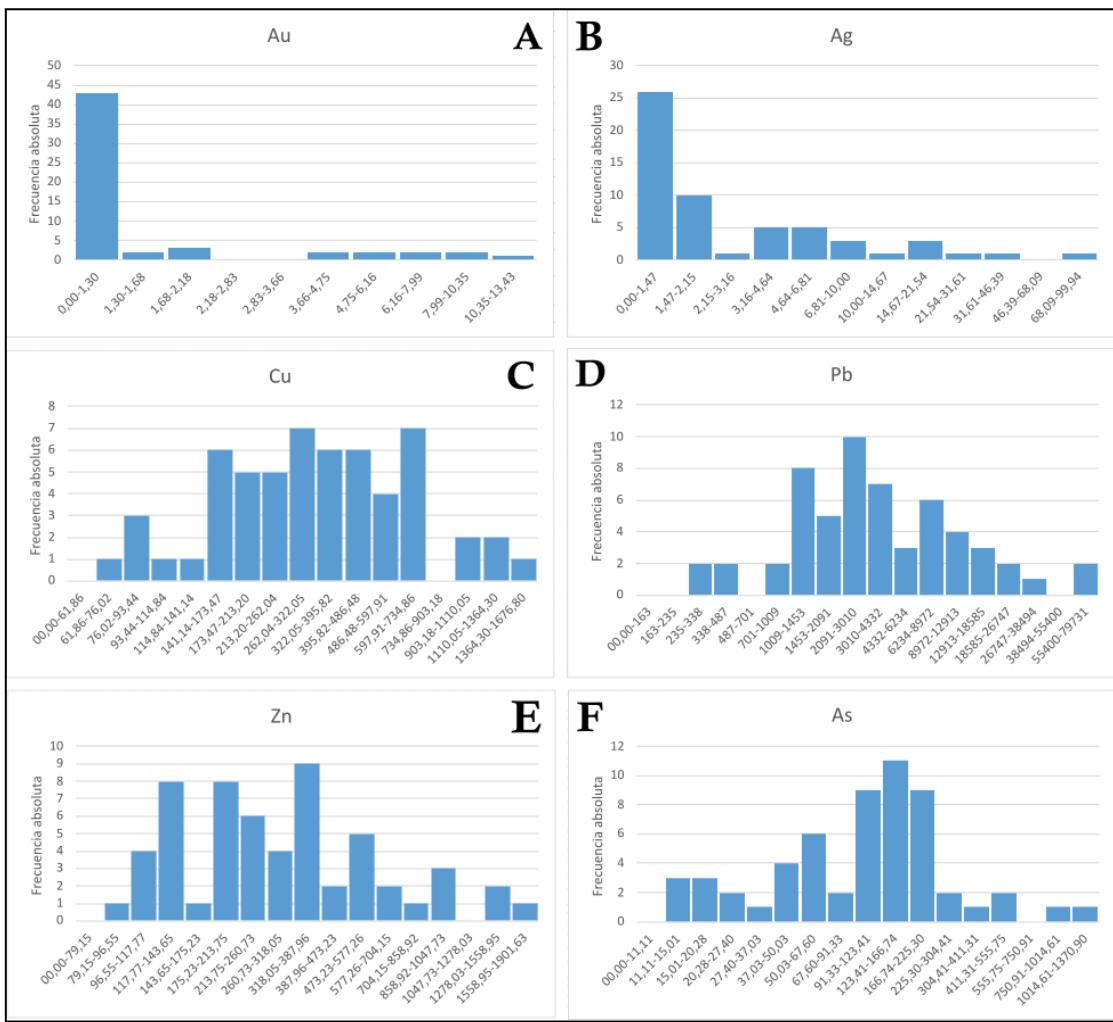
**Figura 30:** Diagramas de correlación de muestras de superficie.

Estas muestras superficiales pueden haber presentado modificaciones químicas debido a la migración de elementos químicos como Ag en respuesta a la oxidación y presencia de ácidos en superficie, enriqueciéndose en elementos de carácter más inmóvil como el Au.

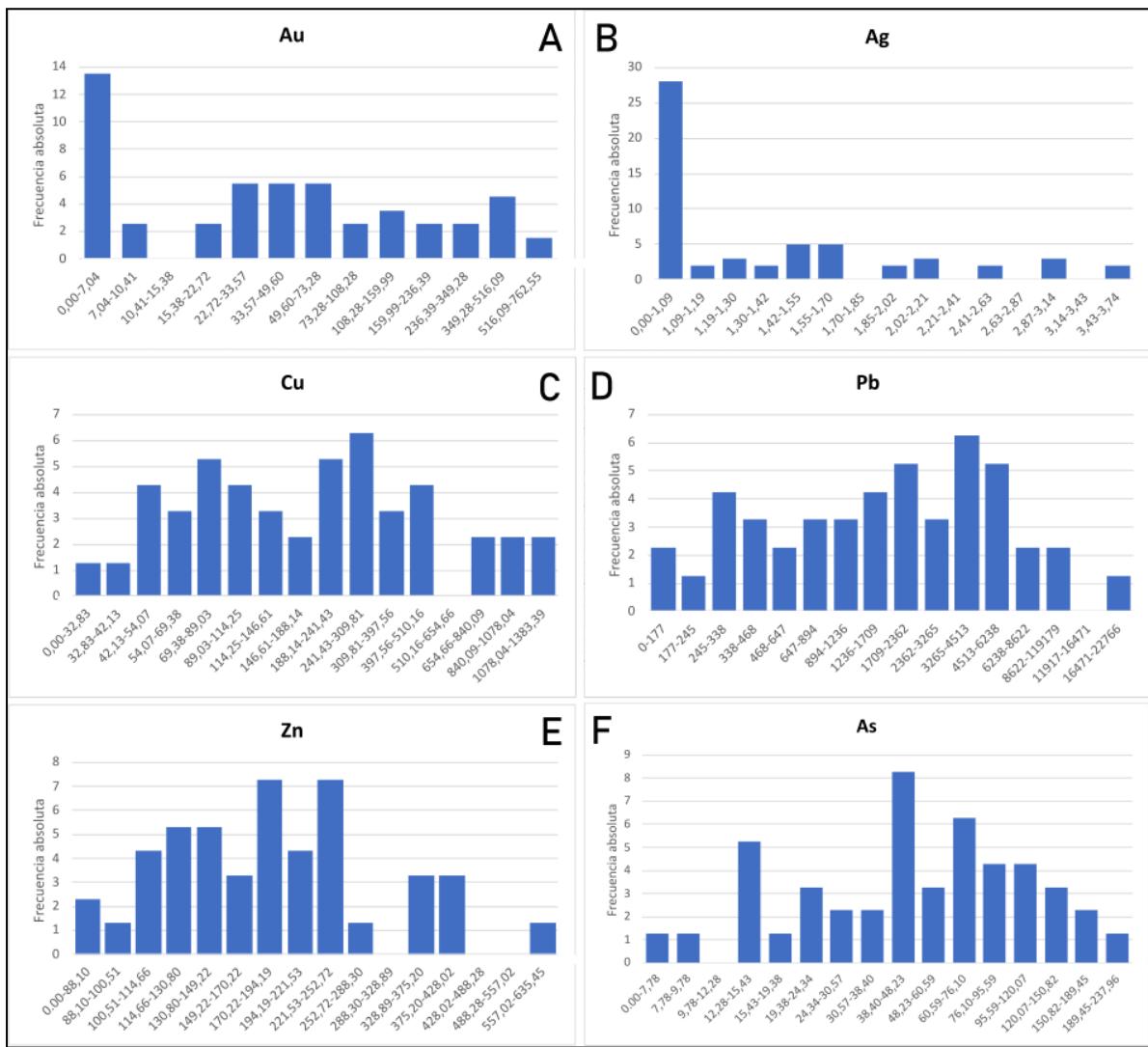
Los histogramas de distribución de las cuatro perforaciones (Figuras 31, 32, 33 y 34) muestran geometría asimétrica lognormal con sesgo positivo para Au y Ag con su moda principal en los valores más bajos, tal como ocurre en las muestras de superficie. Los histogramas correspondientes a Ag muestran una insinuada tendencia bimodal. En cuanto a los metales base, las distribuciones son más asimétricas respecto a lo observado en superficie, especialmente en la perforación LV-D14-001, donde Pb y As muestran distribuciones con tendencia lognormal con sesgo negativo y modas en valores intermedios a elevados, mientras que el Cu muestra una leve tendencia opuesta, con moda en valores intermedios a bajos. En la perforación LV-D14-004 se observa que el Pb se concentra en los rangos de valores más elevados, lo que en las demás perforaciones no sucede.



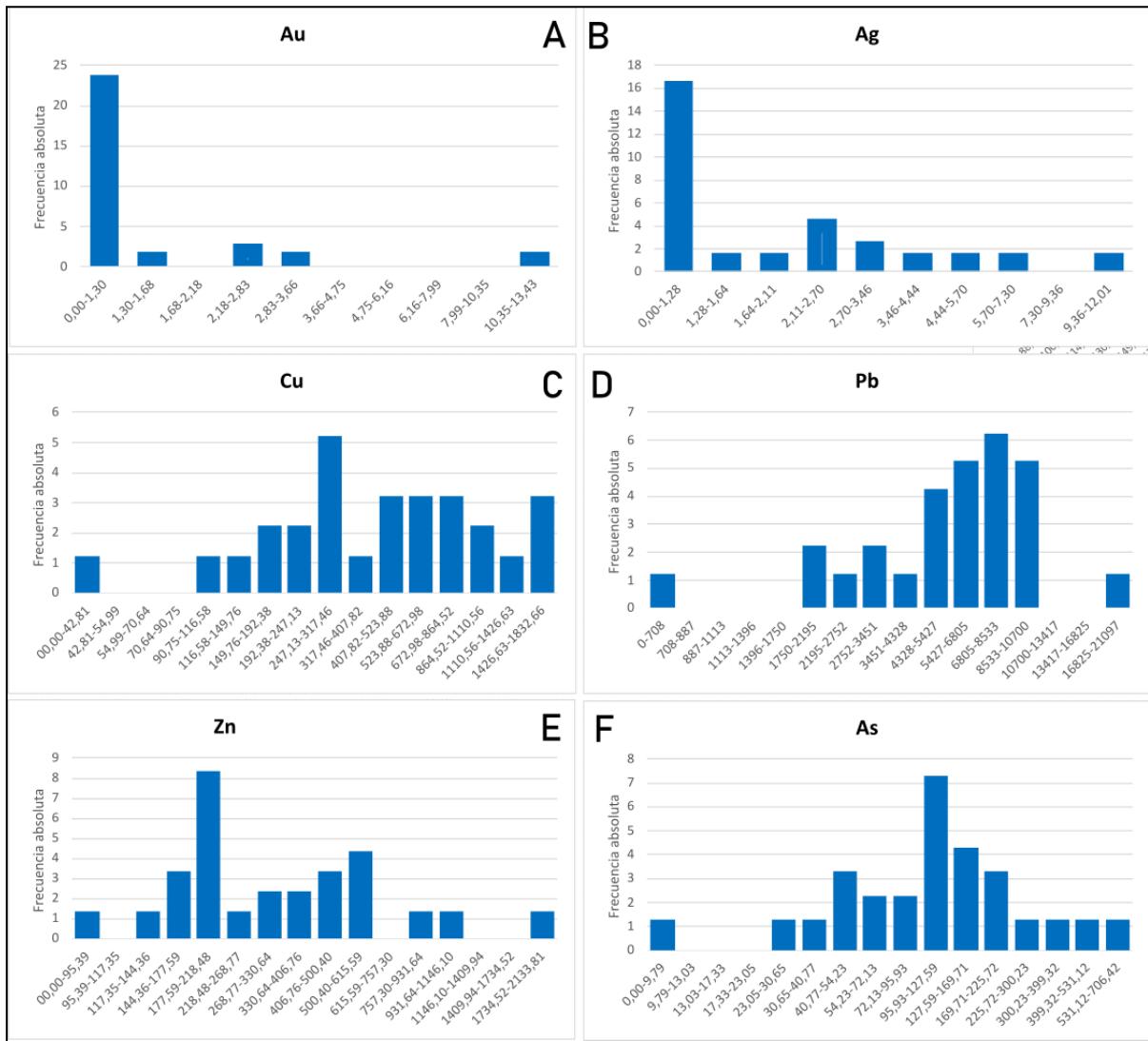
**Figura 31:** Histogramas de frecuencia absoluta en ppm para muestras de la perforación LV-D14-001.



**Figura 32:** Histogramas de frecuencia absoluta en ppm para muestras de la perforación LV-D14-002.

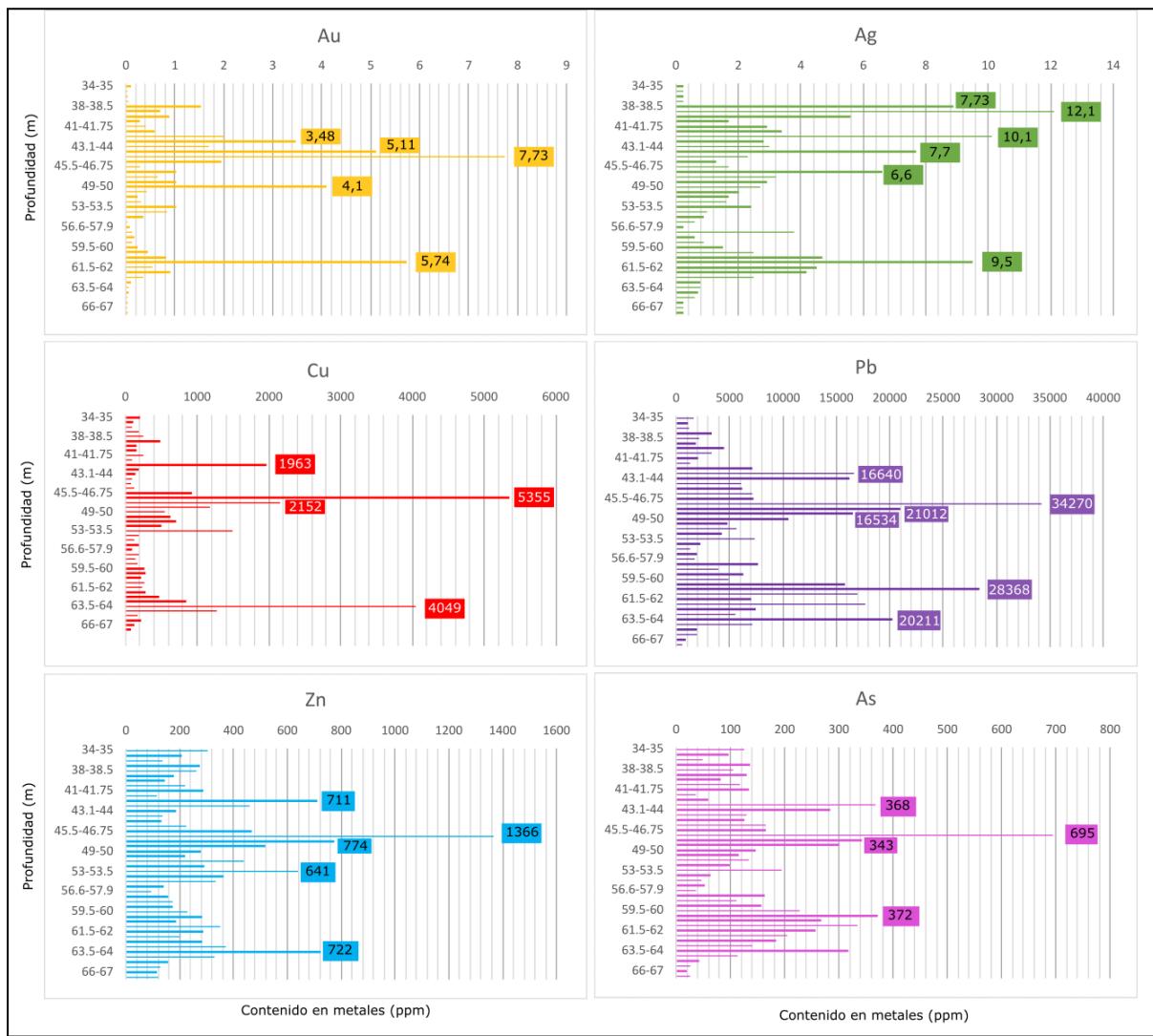


**Figura 33:** Histogramas de frecuencia absoluta en ppm (y en ppb para el Au) para muestras de la perforación LV-D14-003.

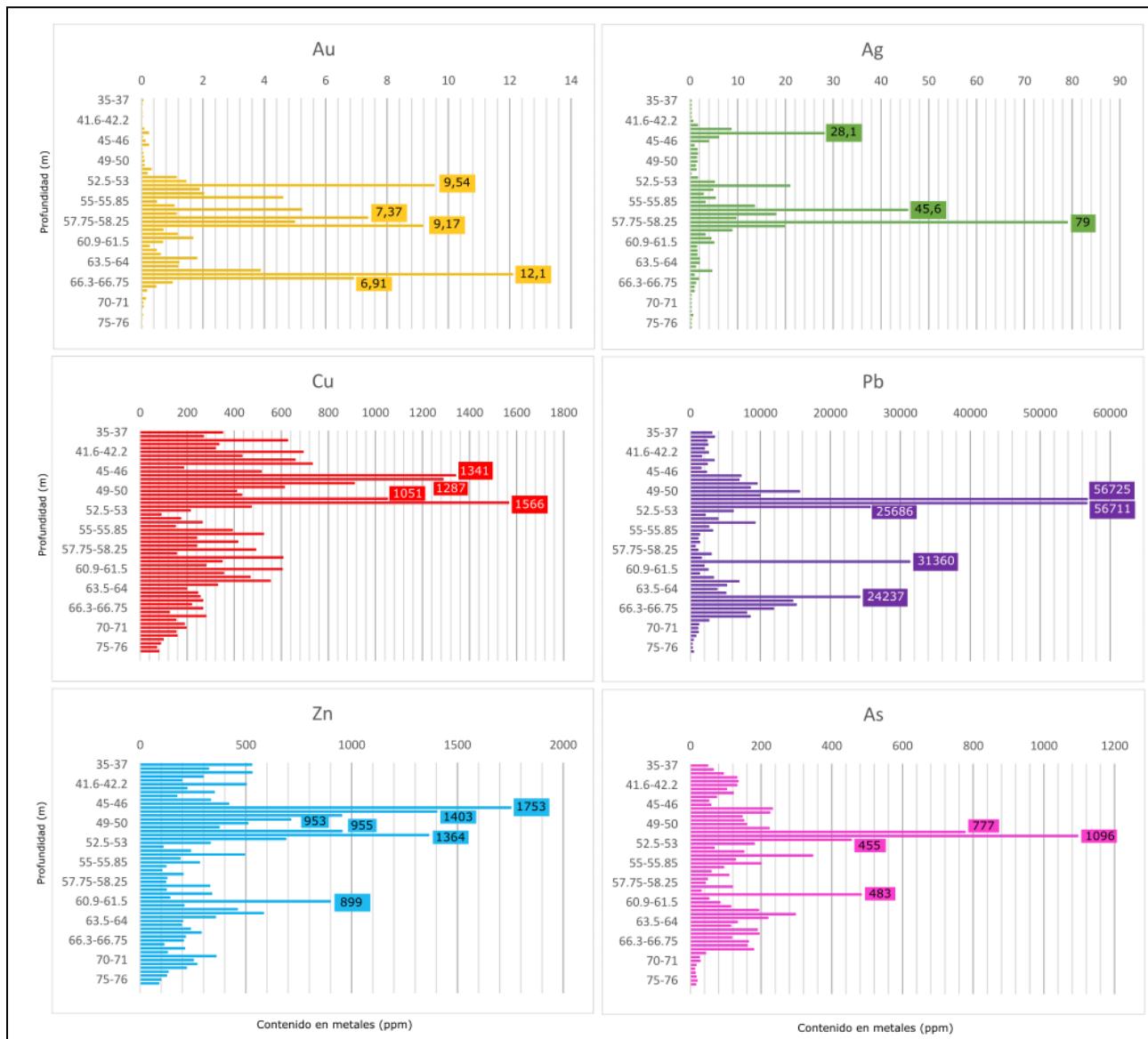


**Figura 34:** Histogramas de frecuencia absoluta en ppm para muestras de la perforación LV-D14-004.

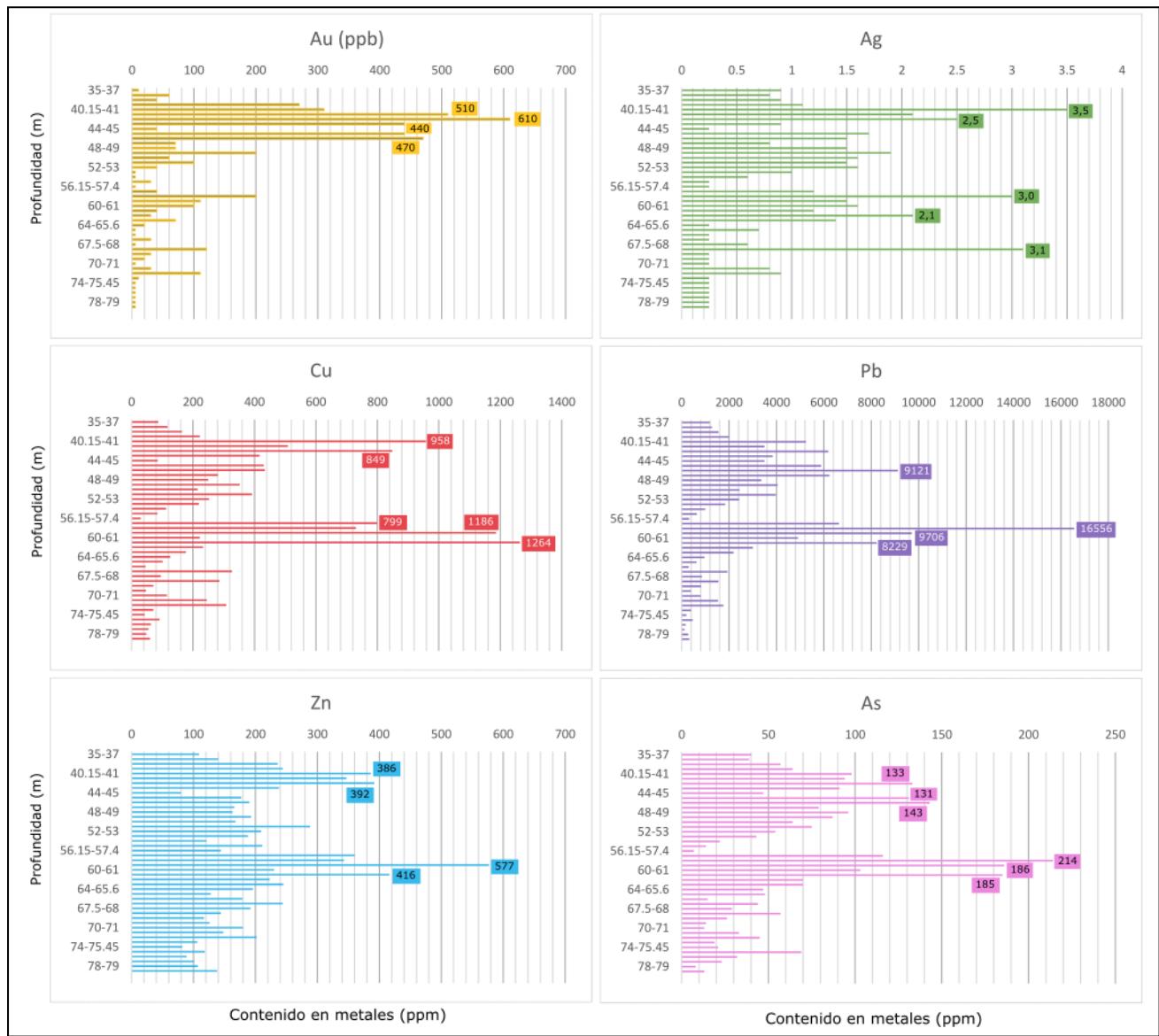
Cabe destacar que en las perforaciones se observan coincidencias en los intervalos mineralizados que presentan las mayores concentraciones de Au, Ag, Pb, Cu, Zn y As. Es posible determinar dos intervalos con concentraciones anómalas de metales preciosos y metales base (concentraciones mayores al percentil del 95%). En la perforación LV-D14-001 estos intervalos caen en los rangos de profundidades de 38 - 49 m y 60 - 61,5 m, en la perforación LV-D14-002 los intervalos son de 46 - 54 m y 64,8 - 66,75 m, y en la perforación LV-D14-003 los intervalos son de 38 - 43 y 58,25 - 62. En la perforación LV-D14-004 estos rangos se vuelven más difusos, ya que las concentraciones anómalas de metales no siguen el patrón observado en las otras tres perforaciones. Observando los diagramas de concentración de elementos metálicos en función de la profundidad (Figuras 35, 36, 37 y 38), es posible confirmar estos intervalos mineralizados.



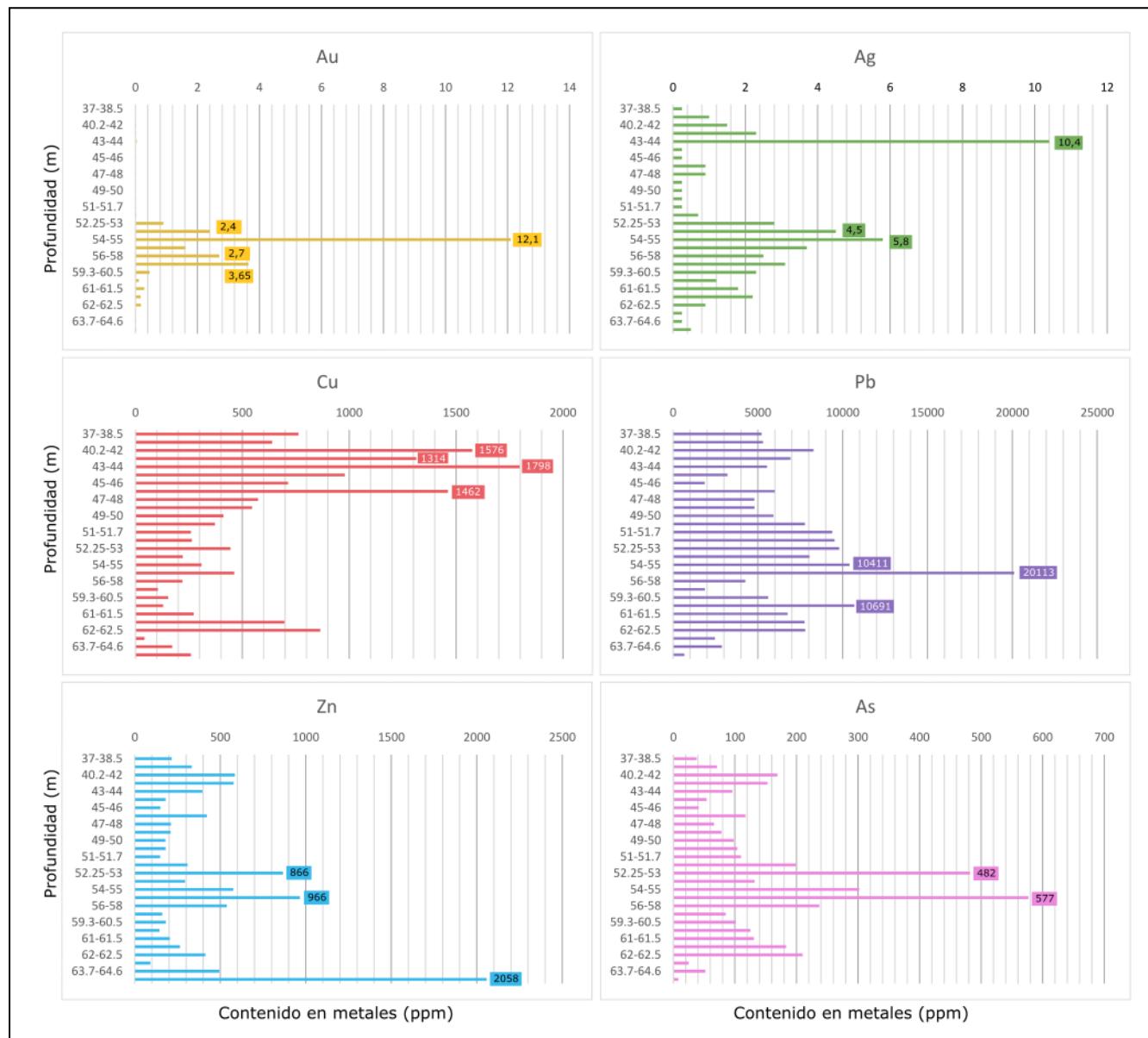
**Figura 35:** Diagramas de concentración de elementos metálicos en función de la profundidad de la perforación LV-D14-001.



**Figura 36:** Diagramas de concentración de elementos metálicos en función de la profundidad de la perforación LV-D14-002.



**Figura 37:** Diagramas de concentración de elementos metálicos en función de la profundidad de la perforación LV-D14-003.



**Figura 38:** Diagramas de concentración de elementos metálicos en función de la profundidad de la perforación LV-D14-004.

Las muestras con concentraciones más altas (Au = 7,73 ppm, Ag = 12,10 ppm, Cu = 5355 ppm, Pb = 34270 ppm, Zn = 1366 ppm y As = 695 ppm para LV-D14-001; Au = 12,10 ppm, Ag = 79,0 ppm, Cu = 1566 ppm, Pb = 56725 ppm, Zn = 1753 ppm y As = 1096 ppm para LV-D14-002; Au = 0,61 ppm, Ag = 3,5 ppm, Cu = 1264 ppm, Pb = 16556 ppm, Zn = 577 ppm y As = 214 ppm para LV-D14-001) se encuentran en alguno de estos intervalos. Las perforaciones que presentan intervalos mineralizados con concentraciones más altas de metales preciosos y base resultaron ser LV-D14-001 y LV-D14-002, las cuales se encuentran en el sector central del Clavo mineralizado #1, mientras que las perforaciones con valores más bajos (LV-D14-003 y LV-D14-004) se posicionan hacia los extremos norte y sur de los mismos, respectivamente (Figura 8).

Analizando las matrices de correlación para las muestras de las perforaciones (Tablas 8A, B, C y D), se observan muy buenas correlaciones entre los metales base y con As. No se observa correlación entre Au y Ag ni entre los metales preciosos y los metales base. En este caso, la correlación entre el Au y los diferentes metales base analizados es muy baja, en relación a lo observado en superficie. Se observan valores cercanos a 0,90 entre Cu y Zn (a excepción de la perforación LV-D14-004) y entre Pb y As, y valores levemente menores entre los demás metales base como Cu con Pb y As, y Zn con As.

A	Matriz de correlación					
	Au_ppm	Ag_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm	As_ppm
Au_ppm	1,00					
Ag_ppm	0,43	1,00				
Cu_ppm	-0,07	0,18	1,00			
Pb_ppm	0,22	0,29	0,63	1,00		
Zn_ppm	0,01	0,23	0,91	0,64	1,00	
As_ppm	0,19	0,29	0,64	0,89	0,71	1,00

B	Matriz de correlación					
	Au_ppm	Ag_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm	As_ppm
Au_ppm	1,00					
Ag_ppm	0,39	1,00				
Cu_ppm	-0,26	-0,01	1,00			
Pb_ppm	0,01	-0,16	0,50	1,00		
Zn_ppm	-0,23	-0,23	0,86	0,48	1,00	
As_ppm	-0,06	-0,16	0,61	0,92	0,57	1,00

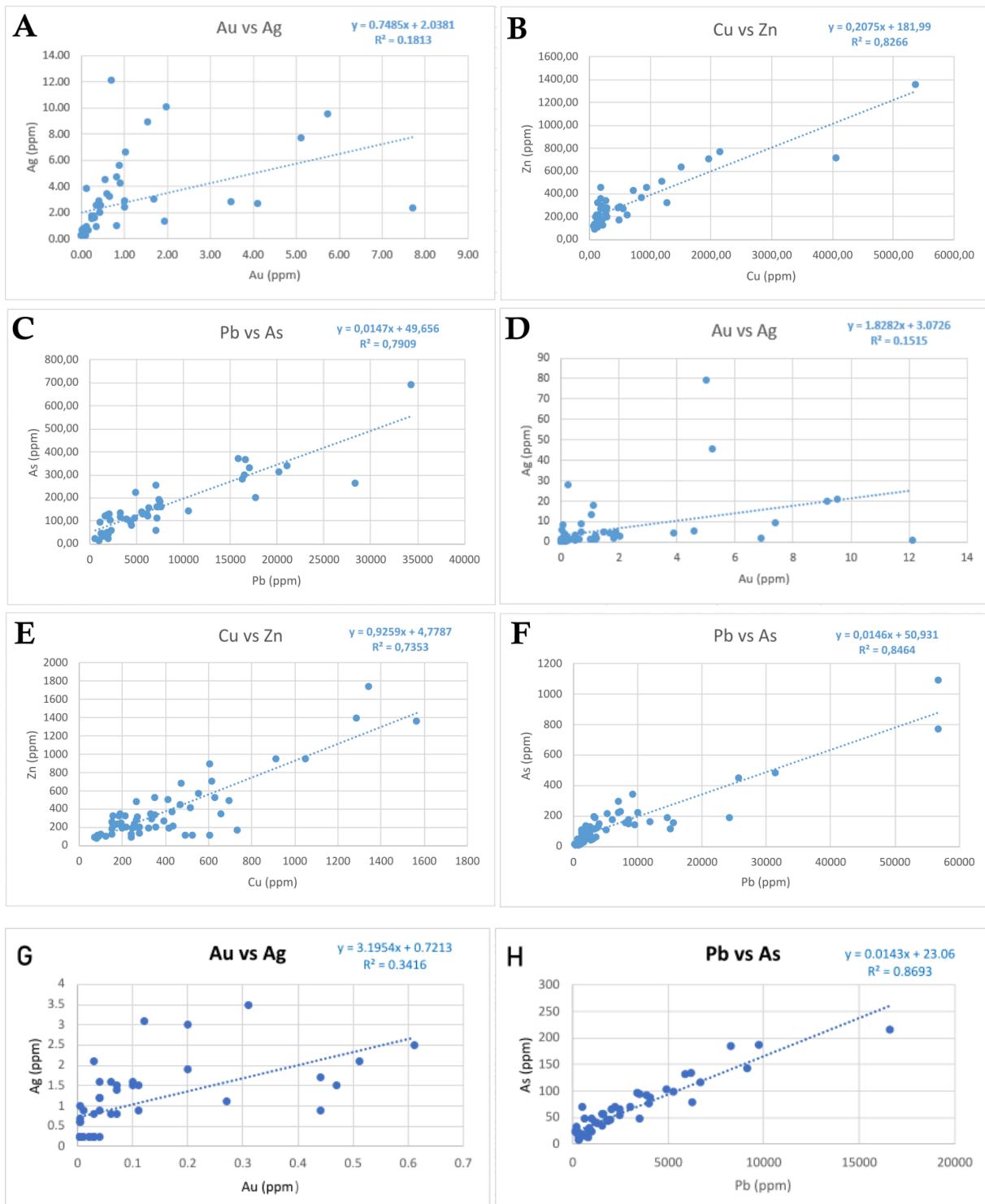
C	Matriz de correlación					
	Au_ppm	Ag_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm	As_ppm
Au_ppm	1.00					
Ag_ppm	0.58	1.00				
Cu_ppm	0.48	0.62	1.00			
Pb_ppm	0.49	0.62	0.78	1.00		
Zn_ppm	0.44	0.56	0.90	0.68	1.00	
As_ppm	0.55	0.67	0.85	0.93	0.76	1.00

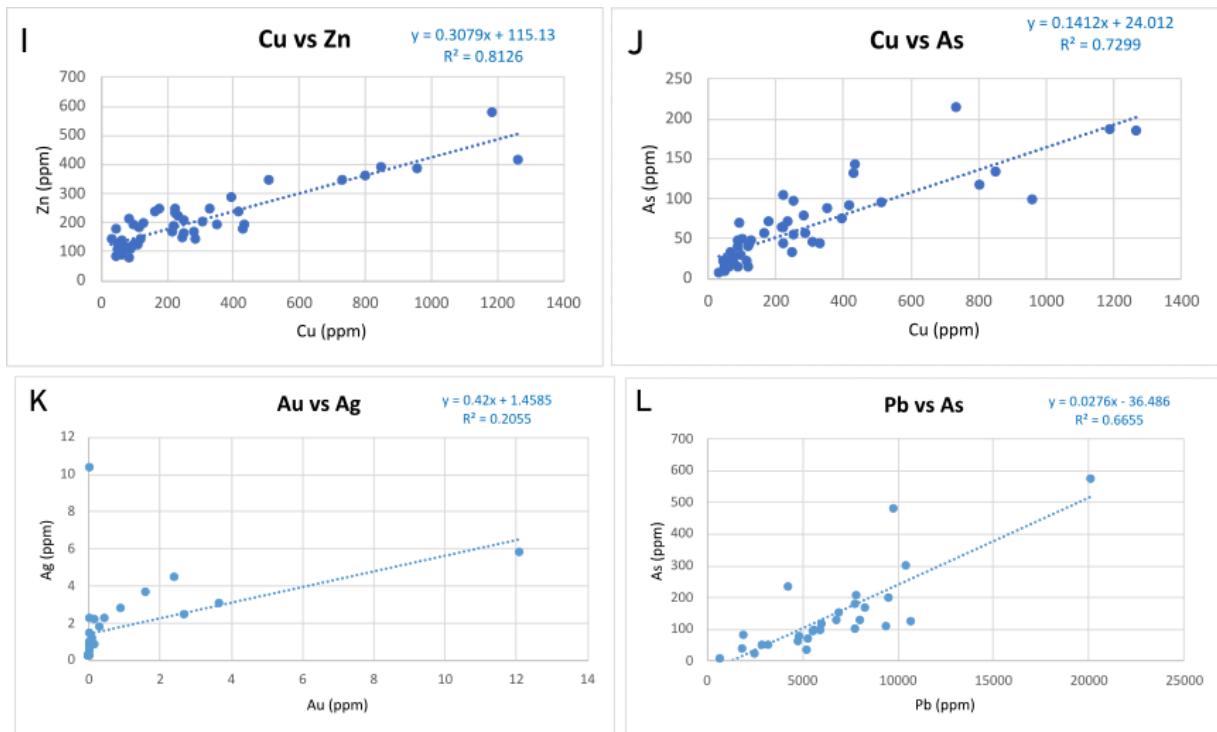
  

D	Matriz de correlación					
	Au_ppm	Ag_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm	As_ppm
Au_ppm	1.00					
Ag_ppm	0.45	1.00				
Cu_ppm	-0.24	0.30	1.00			
Pb_ppm	0.21	0.26	0.00	1.00		
Zn_ppm	0.10	0.11	0.03	0.07	1.00	
As_ppm	0.35	0.34	-0.03	0.82	0.29	1.00

**Tabla 8:** Matrices de correlación de Pearson de muestras de perforación. (A) Perforación LV-D14-001. (B) Perforación LV-D14-002. (C) Perforación LV-D14-003. (D) Perforación LV-D14-004.

En la Figura 39 se presentan los diagramas de correlación de los pares de elementos que mostraban mejores correlaciones en las matrices de correlación (Tabla 8), junto a los diagramas Au-Ag. Analizando estos diagramas, es posible confirmar que no existe correlación entre Au y Ag en las perforaciones, donde se observan valores de  $R^2$  menores a 0,35. Por otro lado, se confirma una marcada correlación entre Cu y Zn y entre Pb y As en las perforaciones LV-D14-001, LV-D14-002 y LV-D14-003, con valores de  $R^2$  que rondan los 0,8 aproximadamente en ambos casos.





**Figura 39:** Diagramas de correlación de muestras de perforación. (A), (B) y (C) corresponden a la perforación LV-D14-001. (D), (E) y (F) corresponden a la perforación LV-D14-002. (G), (H), (I) y (J) corresponden a la perforación LV-D14-003. (K) y (L) corresponden a la perforación LV-D14-004.

Cabe destacar que el intervalo mineralizado que se desarrolla entre los 38 y los 49 m de profundidad en la perforación LV-D14-001 corresponde a una veta de cuarzo y a una brecha con clastos de cuarzo, donde se observan clastos de cuarzo con textura bandeadas crustiforme y coloformes y presencia de bandas ginguro (Figura 40A), y en menor medida a reemplazos pseudomórficos de cuarzo tipo “*calcita bladed*” (Figuras 22A y B). Esto también ocurre en la perforación LV-D14-002, en el intervalo mineralizado que va entre 46 y 54 m de profundidad. A estos intervalos se asocian las muestras M270159 y M270160, en donde las elevadas concentraciones de Pb pueden vincularse con la presencia de galena, las de Zn con esfalerita, las de As con arsenopirita y las de Cu a calcopirita, calcosina, covelina y digenita. La correlación entre Cu y Zn se interpreta como vinculada a la textura en “*disease*”.

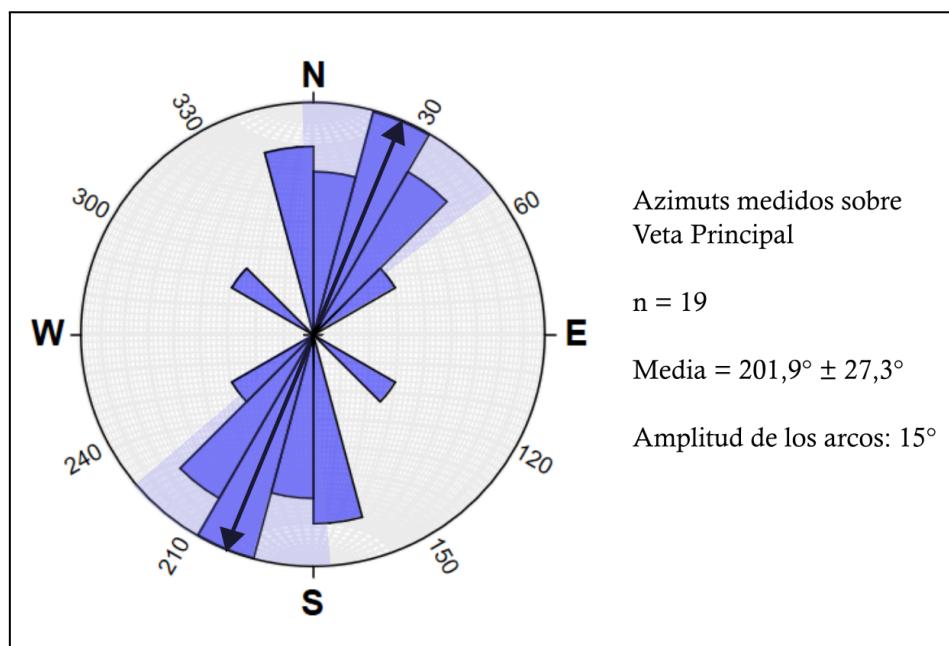
El intervalo mineralizado más profundo, desarrollado entre los 60 y 61,5 m en la perforación LV-D14-001, entre los 64,8 y 66,75 m en la perforación LV-D14-002 y entre 58,25 y 62 en la perforación LV-D14-003 corresponde a una brecha con un elevado grado de oxidación (Figura 40B) y con frecuentes clastos de cuarzo jaspeoide y con textura bandeadas. A estos intervalos se asocian las muestras M270161, M270162, M270163A y M270163B, en donde la mineralización de mena tiende a ser menos abundante, predominando la presencia de minerales oxidados como hematita, goethita y jarosita, y escasa pirita y arsenopirita.



**Figura 40:** (A) Roca con textura bandeadas coloformes con bandas ginguro asociada al intervalo mineralizado más somero (perforación LV-D14-001, muestra M270159). (B) Roca con textura brechosa cementada por óxidos de hierro asociada al intervalo mineralizado más profundo (perforación LV-D14-002, muestra M270162).

#### 4.1.2.5. **Estructura**

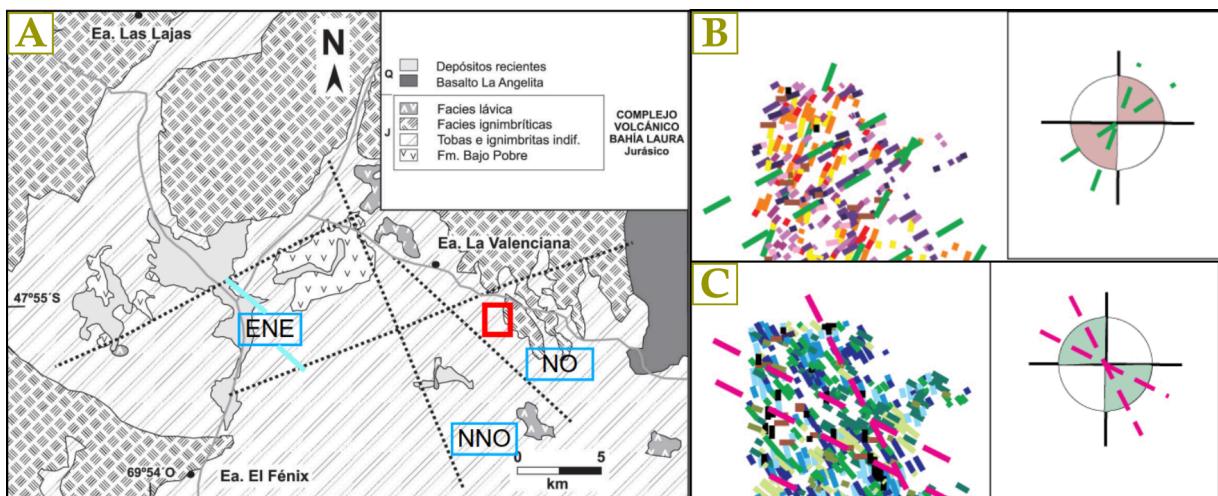
Sobre la base de las actitudes de la Veta Principal medidas en el campo, se realizó el cálculo estadístico de las direcciones predominantes de la falla que aloja a la Veta Principal en la región de estudio, las cuales fueron graficadas en un diagrama de rosetas (Figura 41).



**Figura 41:** Diagrama de rosetas mostrando las direcciones predominantes de la Veta Principal en el área de estudio.

Analizando este diagrama, se observa que la Veta Principal está alojada en una falla predominantemente NNE-SSO, con una dirección principal en torno al rumbo 201,9°. En forma subordinada se observan estructuras de dirección NO-SE, lo cual concuerda con lo observado en el mapa geológico de la región de estudio (Figura 8) y con lo planteado en el apartado 4.1.2. (Veta Principal p. 48-56). Los valores obtenidos son coincidentes con los reportados por FOMICRUZ S.E. y la empresa Cerro Cazador S.A. (La Josefina and La Valenciana projects, inédito, p. 68-100) .

Japas *et al.* (2013) realizan en base a información geofísica un estudio en detalle de la estructura y cinemática regional del Macizo del Deseado, particularmente en relación a la Provincia silícea Chon Aike. Mencionan la existencia de dos eventos cinemáticos, uno principal y otro secundario, ambos asociados a un régimen transtensional, que definen dos dominios estructurales diferentes, uno oriental y otro occidental. El dominio occidental, el cual involucra las áreas de El Fénix, Lago Ghío y la región de estudio de este trabajo (Figura 42A), exhibe direcciones de extensión NE y NO para los episodios principal y secundario respectivamente, en donde se reconocen fracturas de orientación NO, NNO y ENE .



**Figura 42:** (A) Mapa geológico de la región de la Estancia El Fénix donde se muestran las principales direcciones de deformación del área. En rojo se señala la región de estudio del presente trabajo. (B)(C) Interpretación de las zonas de fracturación mayores sobre la base del análisis discriminado de la fábrica de fracturación, con discriminación cromática según el rumbo de las fracturas: (B) Distribución espacial de aquellas estructuras frágiles orientadas con rumbos en el cuadrante NE. (C) Distribución espacial de aquellas estructuras frágiles orientadas con rumbos en el cuadrante NO. Tomados de Japas *et al.* (2013).

Japas *et al.* (2013) interpretan la existencia de dos poblaciones cinemáticas, una que representa el evento deformacional de mayor relevancia con dirección de extensión ENE-NE y rumbo de entre 40° y 70° (Figura 42B), y otra que representa un evento secundario vinculado al emplazamiento tardío de facies efusivas riolíticas, con una dirección de extensión NNO-NO y rumbo de entre 305° a 355° (Figura 42C), ambos

eventos controlados por estructuras previas a la deformación jurásica. Las estructuras asociadas al evento secundario presentan una reversión cinemática respecto a las desarrolladas durante el evento volcánico principal, posiblemente relacionadas al cambio en el campo de esfuerzos inducido por las intrusiones subvolcánicas. Este cambio cinemático habría sido temporal y transitorio ya que las secuencias suprayacentes a estas unidades presentan un retorno a las condiciones de extensión en dirección ENE-NE.

Los datos estructurales obtenidos en el presente trabajo guardan cierta coherencia con lo propuesto por Japas *et al.* (2013), ya que en la zona de estudio, que se ubica entre dos fajas extensionales, se reconocen estructuras NO-SE y NNE-SSO, que pueden corresponderse con las poblaciones cinemáticas NNO-NO y ENE-NE respectivamente (Figuras 42B y C), propuestas por estos autores.

## 5. Modelo Metalogenético

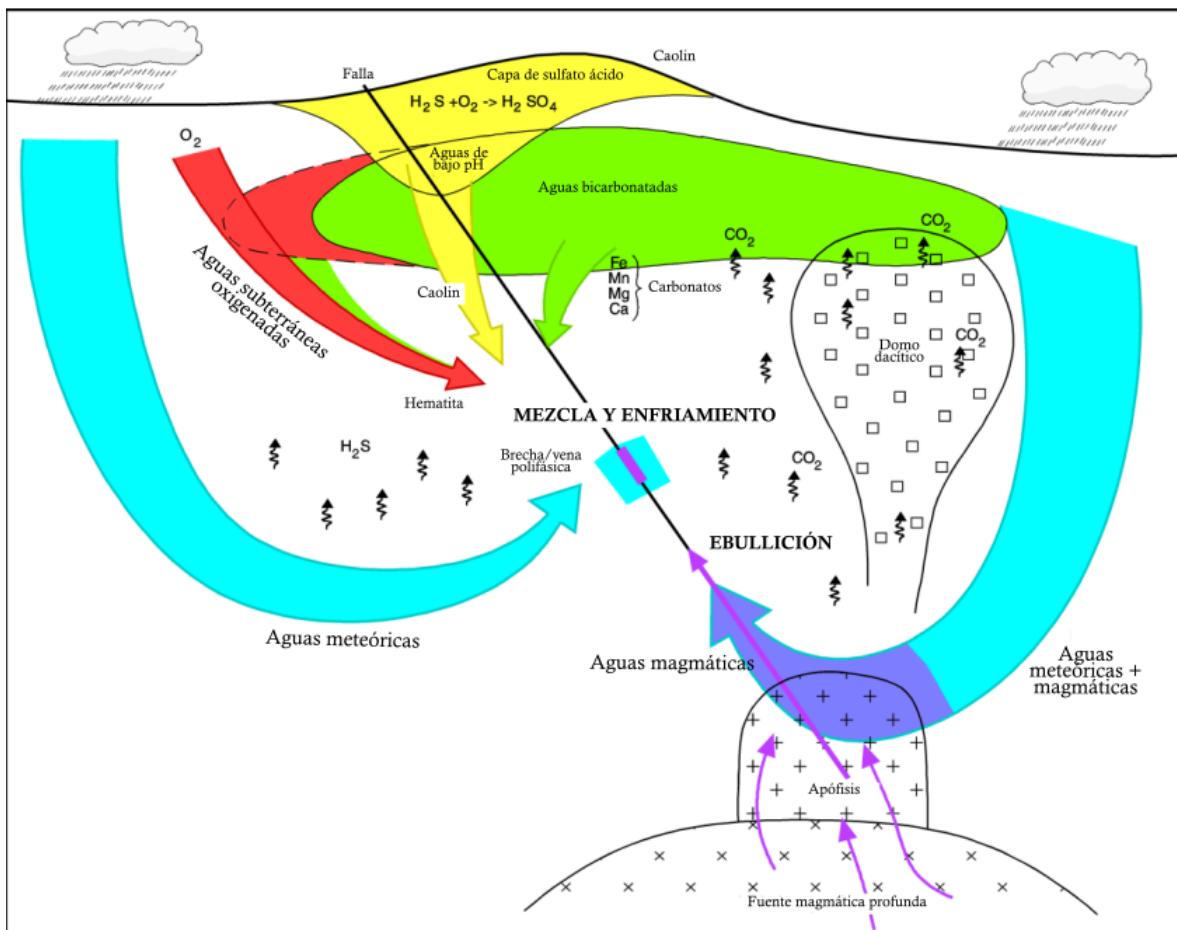
En este apartado se da una breve introducción a los modelos de depósitos epitermales y se analiza su génesis, características de los fluidos, alteraciones hidrotermales y ambientes de formación. Posteriormente se discute la Veta Principal, y se analiza cómo se ajusta la misma a los modelos de yacimientos epitermales existentes.

### 5.1. Depósitos epitermales, generalidades

El término “depósito epitermal” fue inicialmente establecido por Lindgren (1933) para caracterizar un tipo de depósitos de poca profundidad desarrollados en forma de vetas y asociados a rocas ígneas intermedias a ácidas, principalmente andesitas, traquitas y riolitas. Estos depósitos concentran metales preciosos como Au y Ag, acompañados por metales base como Pb, Zn, As, Sb, Cu, Bi, Te y Se.

Los depósitos epitermales se forman en los niveles corticales más superficiales ( $< 1$  km), principalmente entre los 50 y los 700 m de profundidad (y muy ocasionalmente por debajo de los 1000 m), por debajo del nivel paleofreático (Cooke y Simmons, 2000; Hedenquist *et al.*, 2000). A estas profundidades, las temperaturas de formación asociadas varían en el rango de entre 160° a 270° C (Hedenquist *et al.*, 2000), pudiendo llegar a los 300°, con presiones menores a los 100 bares (Heald *et al.*, 1987; Cooke y Simmons, 2000). La precipitación de metales preciosos y metales base en las zonas mineralizadas o “bonanzas” en este tipo de depósitos suele encontrarse asociada a procesos de ebullición (Hedenquist *et al.*, 2000). La ebullición de los fluidos hidrotermales en sistemas geotermiales favorece la precipitación de metales que se transportan como complejos bisulfurados. Además, es la causa principal por la cual se genera la precipitación de minerales como adularia y calcita tipo “bladed”, los cuales suelen ser luego reemplazados por cuarzo. Estos minerales, sumados a la presencia de calcedonia bandeadas, relaciones de inclusiones fluidas e indirectamente de brechas hidrotermales (lo cual sugiere fracturamiento hidráulico por pérdida de presión), son tomados como evidencias de procesos de ebullición (Hedenquist *et al.*, 2000). Trabajos como los de Corbett (2007) y Leach y Corbett (2008) plantean que la ebullición no es el único proceso asociado a la deposición de Au en este tipo de mineralizaciones, ya que muchos depósitos epitermales con altas concentraciones de Au ( $>10$  g/t en bandas de calcedonia, y  $>100$  g/t en bandas “ginguro”) pueden asociarse a procesos como mezcla de fluidos magmáticos y meteóricos, y/o a un rápido enfriamiento de los fluidos portadores (Figura 43). De esta manera, se infiere que los depósitos epitermales

pueden encontrarse vinculados a cualquiera de estos tres procesos mencionados, los cuales pueden también actuar conjuntamente. La morfología de los depósitos epitermales puede ser muy variable, presentándose en ocasiones en forma de vetas y stockworks, a estar dispuestos de manera diseminada o asociados a brechas hidrotermales (Hedenquist *et al.*, 2000).

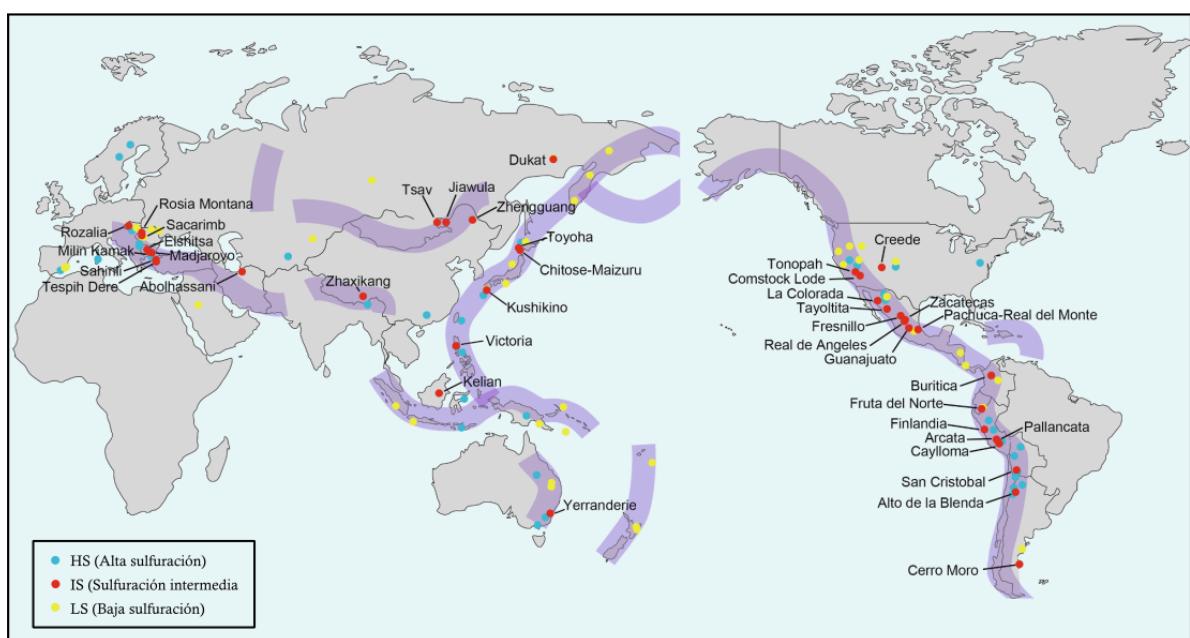


**Figura 43:** Modelo que esquematiza los diferentes fluidos hidrotermales que contribuyen al desarrollo de depósitos epitermales. Tomado de Corbett (2007).

Existen dos tipos principales de sistemas epitermales en función de la composición de los fluidos, la mineralogía y las diferentes texturas de los minerales de ganga. Estos han recibido una gran diversidad de denominaciones, tales como bajo azufre y alto azufre (Bonham, 1986), adularia-sericitas y sulfato ácido (Heald *et al.*, 1987), baja sulfuración y alta sulfuración (Hedenquist, 1987), y adularia-sericitas y caolinita-alunita (Berger y Henley, 1989). De estas propuestas, la que presenta mayor aceptación y la que será utilizada en el presente trabajo es la de Hedenquist (1987). De todos modos, es importante remarcar que estos subgrupos no abarcan la totalidad de los posibles escenarios de depósitos epitermales, pudiendo existir diversos modelos en términos intermedios, como los depósitos de sulfuración intermedia (Hedenquist *et al.*, 2000), que presentan características asociables a ambos modelos.

El término “sulfuración” fue inicialmente utilizado en la clasificación de depósitos epitermales por Hedenquist (1987) para referirse al estado de oxidación relativo del azufre en el fluido mineralizante, sin presentar relación alguna al contenido total de azufre en el fluido. En este contexto, menciona que los depósitos de baja sulfuración son aquellos en los cuales el azufre se presenta con un estado de oxidación -2, siendo la principal especie en solución el  $H_2S$ , mientras que en los de alta sulfuración el azufre se presenta con estado de oxidación +4, siendo la principal especie en solución el  $SO_2$ . Einaudi *et al.* (2003) plantean que el estado de sulfuración se encuentra directamente asociado a la fugacidad del azufre ( $fS_2$ ) y a la temperatura, derivando en diferentes paragénesis minerales.

Los depósitos epitermales, junto a los depósitos de pórfidos cupríferos, suelen desarrollarse en zonas que han experimentado una historia prolongada de subducción y/o colisión. En este contexto, se reconocen a nivel global tres cinturones metalogenéticos asociados a estos procesos, el Circum-Pacífico, el Tethiano-Himalaya y el Central-Asiático (Wang *et al.*, 2019; Figura 44).

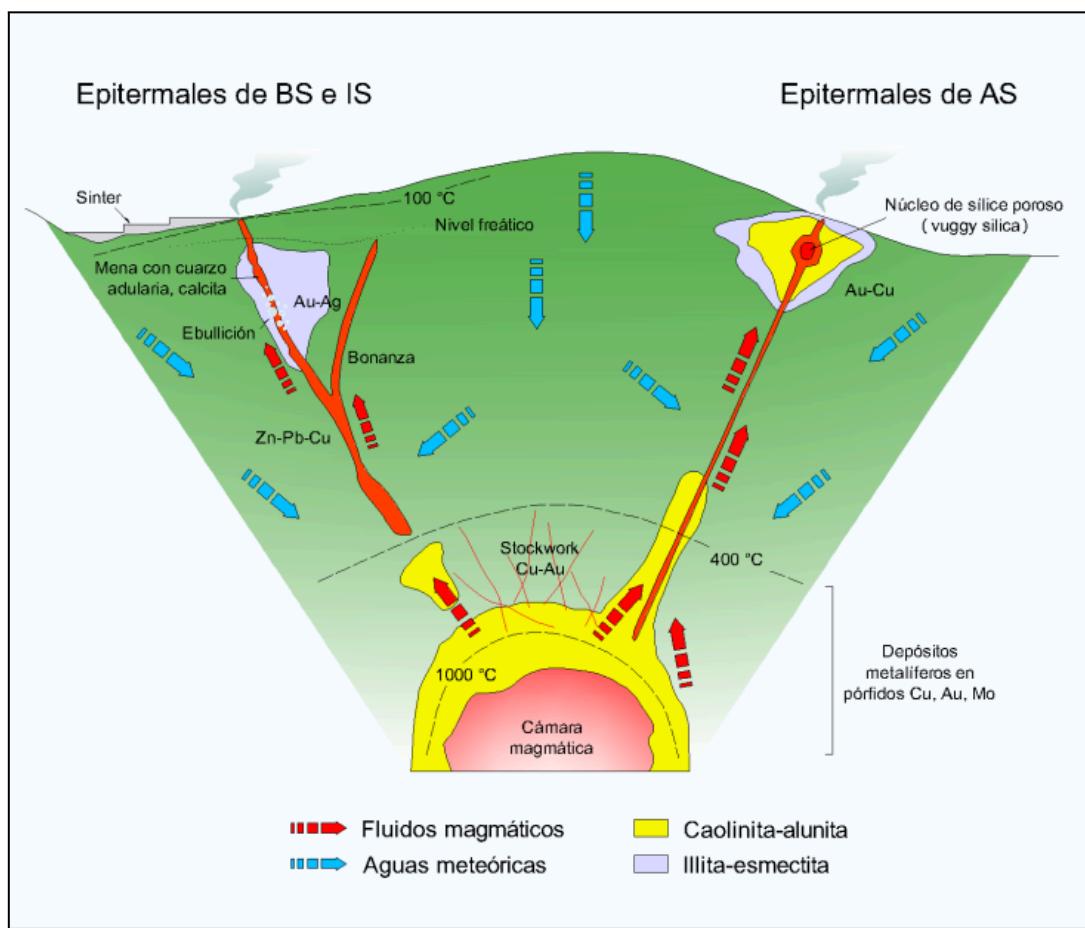


**Figura 44:** Mapa de la distribución global de depósitos de alta sulfuración (HS), sulfuración intermedia (IS) y baja sulfuración (LS). Tomado de Wang *et al.* (2019).

## 5.2. Depósitos epitermales de baja, intermedia y alta sulfuración

Los **depósitos epitermales de baja sulfuración** (Figura 45; Tabla 9) son depósitos asociados a vulcanismo subaéreo que suelen desarrollarse típicamente

hasta varios kilómetros de los edificios volcánicos que les dan origen, y genéticamente se relacionan con series de rocas volcánicas calcoalcalinas-alcalinas y bimodales, como andesitas-riodacitas, basaltos-riolitas, ignimbritas y hasta rocas sedimentarias (Cooke y Simmons, 2000; Hedenquist *et al.*, 2000; John, 2001). Los fluidos mineralizantes resultan de una mezcla entre fluidos de origen magmático y meteórico, son ricos en CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S y presentan un pH aproximadamente neutro. Están típicamente reducidos y presentan bajas a moderadas salinidades (1-15% wt NaCl eq.) Suelen desarrollarse a bajas profundidades, generalmente entre 0 y 800 m (raramente > 1000 m), y a temperaturas entre 150°-250°C (Hedenquist *et al.*, 2000; John *et al.*, 2001; Camprubí *et al.*, 2003; Wang *et al.*, 2019). Los sistemas epitermales de baja sulfuración pueden dividirse en sistemas de ebullición profunda o “deep vein type” (Albinson *et al.*, 2001), ebullición somera o “hot spring type” (Saunders, 1996) y depósitos profundos sin ebullición (Albinson 1988).

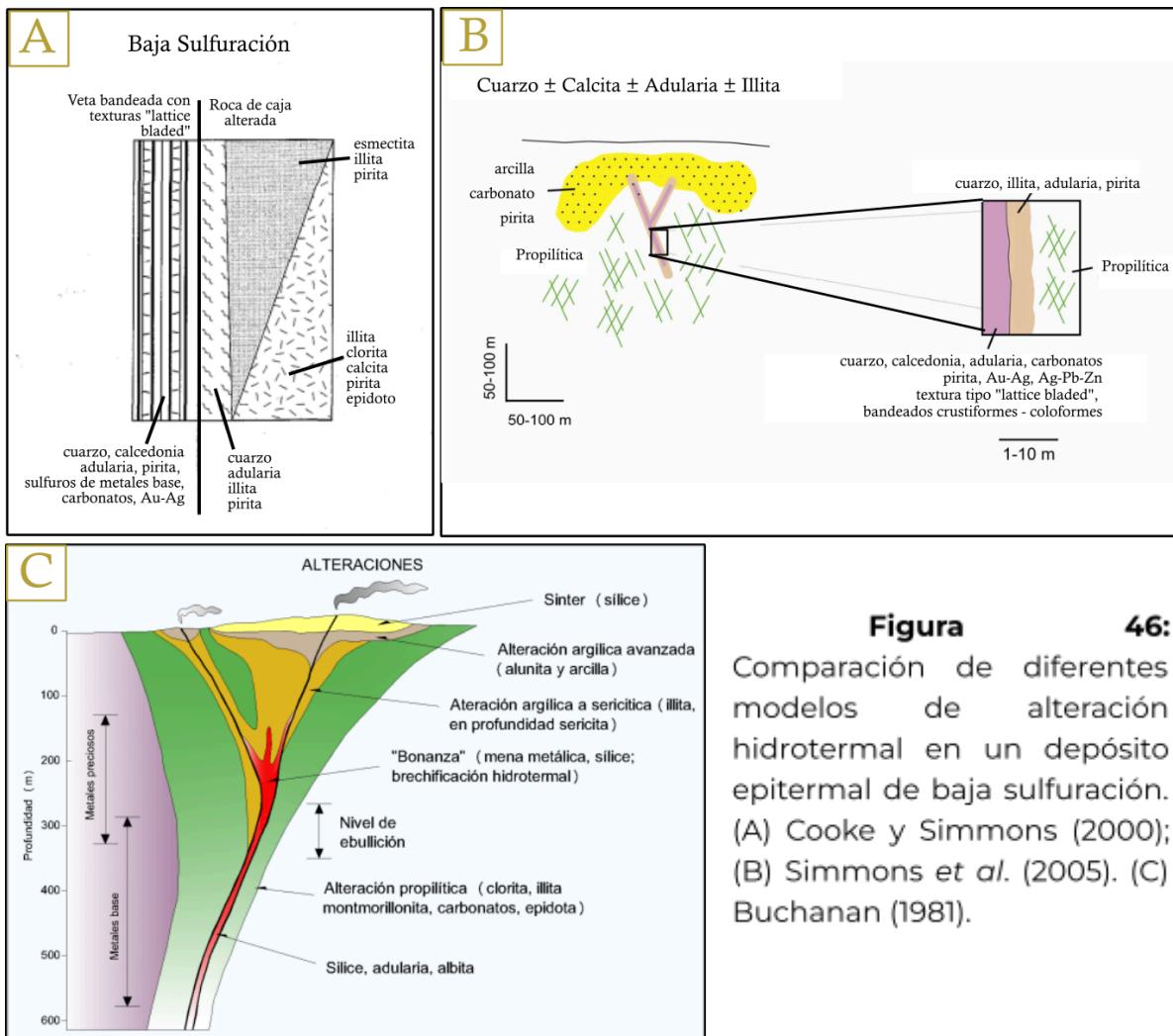


**Figura 45:** Esquema comparativo simplificado de los modelos genéticos de depósitos epitermales de baja, intermedia y alta sulfuración. Tomado de Sillitoe (1995).

Presentan bajo contenidos de sulfuros, típicamente <5%, alcanzando ocasionalmente hasta el 20% (Sillitoe y Hedenquist, 2003). Los minerales metálicos

más comunes de estos depósitos son pirita, marcasita, electrum, oro nativo, galena, esfalerita, seleniuros, sulfosales y sulfuros de Ag, arsenopirita, y en menor proporción calcopirita, tetraedrita, antimonita y telururos. La asociación geoquímica de estos depósitos se compone mayoritariamente por Au, Ag, As, Pb, Zn, Sb y en menor proporción por Se, Tl, Cu y Hg, en tanto que los metales de interés económico que predominan son principalmente Au y Ag y en menor medida Zn, Pb y Cu. En cuanto a la ganga, los minerales que predominan son cuarzo, calcedonia, sericita/illita, adularia y calcita. Son depósitos mayoritariamente auroargentíferos, con relaciones Ag/Au que varían entre 1:2 - 20:1 (John, 2001; Sillitoe y Hedenquist, 2003).

Los depósitos epitermales de baja sulfuración suelen desarrollarse a modo de relleno de espacios abiertos o rocas con porosidad. Típicamente se presentan en forma de venas de cuarzo, calcedonia y adularia con desarrollo tanto de texturas de cristalización primaria como de recristalización y reemplazo pseudomórfico. Las texturas más comunes que se encuentran en estos depósitos son las de relleno, tales como cuarzo bandeados, crustiforme, coloforme, en cocarda, en peine, drusiforme y masivo (Dong *et al.*, 1995). Rodeando a la zona mineralizada se desarrollan una serie de halos en respuesta a la intensa alteración hidrotermal de estos sistemas. La alteración que se desarrolla con mayor proximidad a la veta es la sericítica/fílica, en la cual predomina la presencia de sericita/illita, cuarzo, pirita y proporciones variables de adularia (Figuras 46A, B y C). Más lejos de la veta se desarrolla alteración propilítica, la cual predomina ampliamente en profundidad (aproximadamente por debajo de los 300-400m), mientras que en regiones más someras tiende a desarrollarse a mayor distancia respecto de la zona mineralizada. La paragénesis mineral está compuesta por clorita, calcita, pirita, epidoto, albita e illita. Hedenquist *et al.* (2000) interpretan que en las zonas más superficiales predomina la presencia de clorita, mientras que a medida que se profundiza comienza a predominar el epidoto. Hacia la superficie (profundidades de entre 0-150 m) predomina el desarrollo de alteración argílica, en forma de extensos mantos compuestos por arcillas como illita y esmectita y proporciones variables de pirita, carbonatos, baritina y anhidrita, evidenciando un descenso de temperatura (Figura 46C; Simmons *et al.*, 2005). En los niveles más someros del entorno epitermal, la alteración argílica avanzada ("steam heated alteration") puede desarrollarse a modo de mantos de alunita-arcillas (caolinita) con proporciones variables de sílice opalina residual (Figura 46C) (Hedenquist *et al.*, 2000).



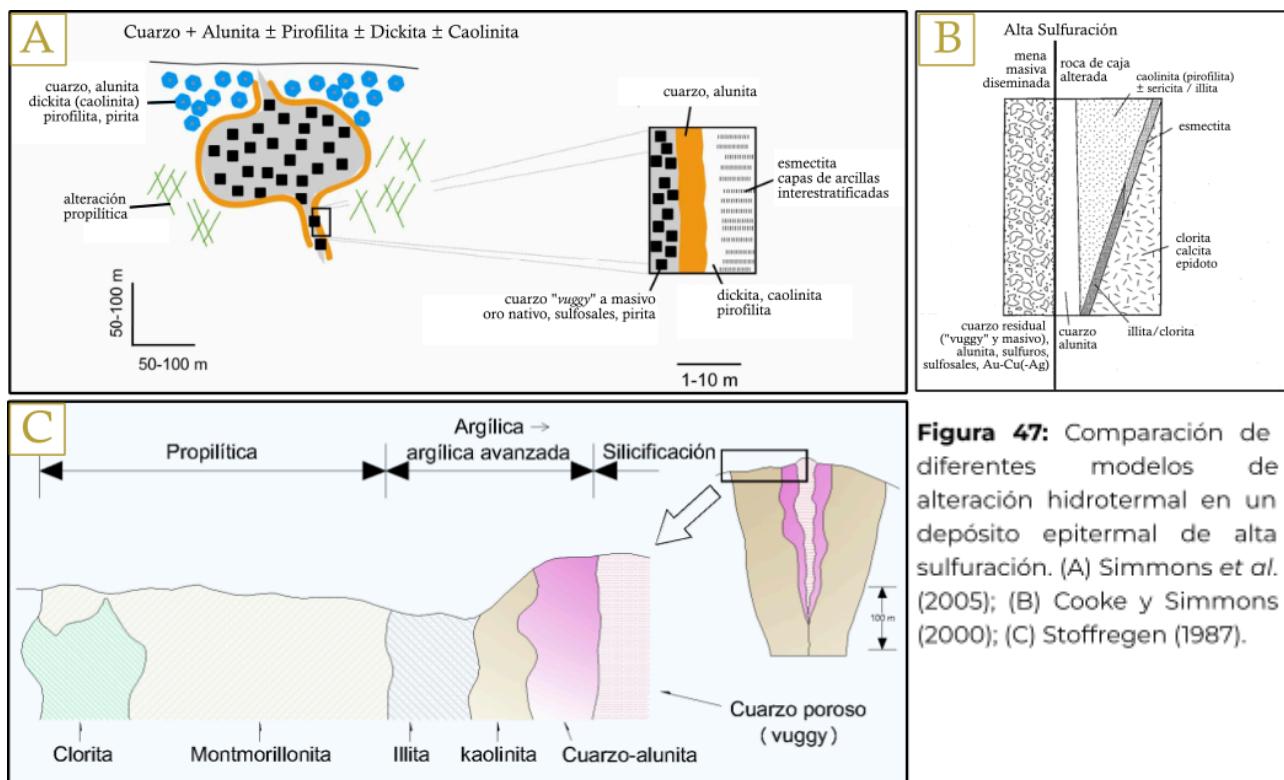
**Figura 46:** Comparación de diferentes modelos de alteración hidrotermal en un depósito epitermal de baja sulfuración. (A) Cooke y Simmons (2000); (B) Simmons *et al.* (2005). (C) Buchanan (1981).

Los **depósitos epitermales de alta sulfuración** (Figura 45; Tabla 9) suelen desarrollarse en proximidad a edificios volcánicos como chimeneas o domos, y se asocian a rocas volcánicas calcoalcalinas, principalmente andesitas-riodacitas. Los fluidos mineralizantes son mayoritariamente de origen magmático con aportes restringidos de aguas meteóricas, y suelen ser oxidantes y ácidos ( $\text{pH} < 7$ ), debido a su enriquecimiento en  $\text{SO}_2$ ,  $\text{HCl}$  y  $\text{HF}$ . Presentan salinidades variables, pero generalmente son bajas a moderadas (1-24% wt  $\text{NaCl}$  eq.) Se desarrollan a profundidades mayores que los depósitos de baja sulfuración (500 - 2000 m) a temperaturas entre 170° y 320°C, pudiendo llegar a los 480°C (Hedenquist *et al.*, 2000; John *et al.*, 2001; Camprubí *et al.*, 2003; Simmons *et al.*, 2005). Los fluidos residuales ricos en gases disueltos ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  y  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) suelen producir emanaciones superficiales en fumarolas o “hotsprings”, a temperaturas de entre 500° y 900°C y  $\text{pH}$  extremadamente ácidos ( $\text{pH} \sim 1$ ).

La abundancia de sulfuros en estos depósitos es mayor que en los de baja sulfuración, pudiendo representar entre un 10 y un 90% del volumen total del depósito

(Camprubí *et al.*, 2003). Los minerales metálicos más comunes son pirita, oro, electrum, enargita/luzonita, famatinita, calcopirita, calcosina, covellina, digenita, bornita y en menor medida telururos, esfalerita y tetraedrita/tenantita. La asociación geoquímica de estos depósitos se compone por Au, Cu, Ag, As, Pb, Zn, Sb y en menor proporción por Te, Bi, Mo y Sn, en tanto que los metales de interés económico que predominan son Au, Cu y Ag, y en menor medida As y Pb. En cuanto a los minerales de ganga, predominan el cuarzo oquero ("vuggy silica"), la alunita, arcillas como pirofilita, caolinita dickita y halloysita, y cantidades subordinadas de diáspero, baritina, azufre nativo y pirita (Hedenquist *et al.*, 2000; John *et al.*, 2001; Camprubí *et al.*, 2003; Simmons *et al.*, 2005). Son depósitos auríferos - auroargentíferos, con relaciones Ag/Au que varían entre 1:5 - 2:1 (John, 2001; Sillitoe y Hedenquist, 2003).

La estructura de un sistema epitermal de alta sulfuración (Figuras 47A, B y C) parte de un sector central en el cual domina la silicificación, y está compuesto principalmente por una roca silícea residual con textura oquerosa ("vuggy silica"), en respuesta a la intensa alteración debido a la composición ácida y oxidante de los fluidos de formación, y en menor medida por alunita. Es en este sector donde se concentran de manera diseminada los minerales de mena (Au nativo, sulfosales, pirita, sulfuros) a modo de reemplazo de minerales preexistentes y en menor medida de relleno de espacios abiertos y porosidad secundaria ("vuggy silica"). La mena puede también concentrarse en venas masivas de sulfuros, venas de cuarzo-alunita-arcillas, y brechas (Cooke y Simmons, 2000). La zona silicificada representa una fuerte evidencia de la elevada acidez de los fluidos del sistema, ya que se requiere un  $\text{pH} < 2$  para que el aluminio comience a ser soluble (Stoffregen, 1987). A esta zona le sigue lateralmente una zona dominada por alteración argílica avanzada, que puede extenderse a más de 10 m. Esta alteración comienza con un halo compuesto por cuarzo y alunita, seguida de un segundo halo de pirofilita y arcillas del grupo del caolín como caolinita y dickita. Ambos se encuentran rodeados por un tercer halo de alteración argílica compuesto por arcillas del grupo de la esmectita (Figura 47A), illita (Figura 47C) o intercrecimientos illita/esmectita (Figura 47B), con predominancias variables de cada especie mineral en función de la profundidad. Este halo predominantemente arcilloso puede ser una zona de concentración importante de minerales de mena, especialmente en las regiones en las cuales domina la presencia de pirofilita (Hedenquist *et al.*, 2000; Simmons *et al.*, 2005). Por último, externamente se desarrolla un extenso halo de alteración propilitica, el cual tiende a predominar en profundidad y atenuarse en superficie, y se compone principalmente de clorita, calcita, epidoto y proporciones menores de montmorillonita (Heald *et al.*, 1987; Stoffregen, 1987).



**Figura 47:** Comparación de diferentes modelos de alteración hidrotermal en un depósito epitermal de alta sulfuración. (A) Simmons *et al.* (2005); (B) Cooke y Simmons (2000); (C) Stoffregen (1987).

Los **depósitos epitermales de sulfuración intermedia** (Tabla 9) se forman en condiciones intermedias entre los depósitos de alta y baja sulfuración. Fueron inicialmente descritos por John *et al.* (1999) al observar valores de fugacidad de azufre y oxígeno y paragénesis minerales de sulfuros en términos intermedios entre ambos extremos. Estos depósitos presentan características más afines a los de baja sulfuración: los fluidos mineralizantes son una mezcla entre fluidos magmáticos y meteóricos, de pH relativamente neutro y salinidades bajas a medias, y se desarrollan a profundidades de entre 300 a 1000 m, a temperaturas entre 150 y 350°C (Wang *et al.*, 2019).

Sin embargo, presentan ciertas características distintivas como la presencia de carbonatos (rodocrosita y manganocalcita) y silicatos (rodonita y helvita) de manganeso como minerales de ganga y altos contenidos de metales base y Ag. El principal mineral de ganga es el cuarzo al que acompañan concentraciones menores de adularia, baritina y fluorita. La paragénesis de mena está compuesta por, esfalerita, galena, calcopirita, tetraedrita y tennantita, con presencia de electrum, abundantes sulfuros y sulfosales de plata (argentita, acantita, pirargirita, freibergita, polibasita, entre otros). La asociación geoquímica de estos depósitos se compone de Ag, Au, Ba y Mn y en menor proporción de Cu, Pb, Se y Zn, en tanto que los metales de interés económico son Ag, Au principalmente, y en menor medida Cu, Pb y Zn, constituyendo importantes depósitos de metales base. Estos depósitos son ricos en sulfuros (> 5%) y particularmente en Ag, a diferencia de los de baja sulfuración (Hedenquist *et al.*, 2000;

John, 2001; Wang *et al.*, 2019). Son depósitos argentíferos, con relaciones Ag/Au que varían entre 10:1 - >1000:1 (John, 2001; Sillitoe y Hedenquist, 2003).

Estos depósitos conforman venas o cuerpos brechados desarrollados por varios kilómetros, generalmente polifásicos. Las texturas de la ganga suelen presentar similitudes con los depósitos de baja sulfuración, tales como bandeamiento crustiforme y simétrico, textura en cocarda, coloforme, en peine y texturas de reemplazo y evidencias de ebullición como calcita “bladed”.

De igual manera, las asociaciones de alteración hidrotermal son similares a las de los depósitos de baja sulfuración. En las zonas más próximas a la veta (5 - 10 cm) se desarrolla un área con silicificación, dominada por la presencia de cuarzo e illita, seguido por un halo dominado por illita y con concentraciones menores de cuarzo y pirita, el cual se puede extender hasta 6 m, constituyendo la alteración argílica-sericítica. La adularia en estos depósitos tiende a ser más escasa que en los de baja sulfuración (Camprubí y Albinson, 2006). Continuando lateralmente, la proporción de illita decrece y pasa a predominar la esmectita (Páez, 2012; Wang, 2019). Hacia los flancos de estos sistemas o en profundidad se encuentran asociaciones de alteración propilítica compuestas por clorita, epidoto (en niveles profundos), carbonatos, óxidos de Fe, zeolitas y escasa adularia (Hedenquist *et al.*, 2000; Páez, 2012).

Tabla 9: Características generales de los depósitos epitermales de baja, intermedia y alta sulfuración.

Depósito	Baja Sulfuración (LS)	Sulfuración Intermedia (IS)	Alta Sulfuración (HS)
Autores	Dong <i>et al.</i> (1995); Cooke y Simmons (2000); Hedenquist <i>et al.</i> (2000); John (2001); Camprubí <i>et al.</i> (2003); Sillitoe y Hedenquist (2003); Simmons <i>et al.</i> (2005); Wang <i>et al.</i> (2019).	Hedenquist <i>et al.</i> (2000); John (2001); Sillitoe y Hedenquist (2003); Páez (2012); Wang <i>et al.</i> (2019).	Cooke y Simmons (2000); Hedenquist <i>et al.</i> (2000); John (2001); Camprubí <i>et al.</i> (2003); Sillitoe y Hedenquist (2003); Simmons <i>et al.</i> (2005); Taylor (2007).
Rocas asociadas	Volcanismo subaéreo, rocas calcoalcalinas a alcalinas intermedias-ácidas típicamente bimodales (andesitas, dacitas, basalto-riolitas) e ignimbritas.	Volcanismo subaéreo, rocas volcánicas-subvolcánicas de composición andesítica a dacítica, ignimbritas.	Volcanismo subaéreo, rocas calcoalcalinas intermedias-ácidas (andesitas, riolacitas) e ignimbritas.
Estilo mineralizante	Venas bandeadas con potencias <10m con texturas de relleno de cuarzo ± adularia ± calcita. Sujeto a brechamiento polifásico.	Venas bandeadas o cuerpos brechados, polifásicos.	Principalmente mena diseminada, tanto en zona de sílice masiva como en zona de mica blanca-pirofilita. En menor medida como relleno de espacios abiertos o porosidad secundaria.
Fluido mineralizante	Mezcla de fluidos magmáticos y meteóricos. pH neutro (6-8). Baja salinidad, entre 1-15% en peso NaCl eq. (típicamente entre 1-6%). Reducido. Ricos en H2S, HCl y localmente en CO2.	Mezcla de fluidos magmáticos y meteóricos. pH neutro (6-8). Salinidad baja-media, entre 1-23% en peso NaCl eq. (típicamente entre 1-6%). Mayoritariamente oxidantes.	Mayoritariamente magmáticos, con aporte restringido de fluidos meteóricos. pH ácido (<7). Salinidad media, entre 1-24% en peso NaCl eq. Oxidados. Ricos en SO2, HCl y HF.
T° de formación	Mayoritariamente entre 150°-250°C.	Entre 150°-350°C.	Mayoritariamente entre 170°-320°C (hasta 480°C).
Profundidad de formación	Promedio entre 0 - 800 m (rara vez > 1000 m).	Entre 300 - 1000 m.	Entre 500 - 2000 m.
Metales de interés	Au, Ag ± Pb ± Cu ± Zn.	Ag, Au ± Cu ± Pb ± Zn.	Au, Cu, Ag ± As ± Pb.
Asociación geoquímica	Au, Ag, As, Sb, Zn, Pb ± Se ± Tl ± Cu ± Hg.	Ag, Au, Ba, Mn, ± Cu ± Pb ± Se ± Zn.	Au, Cu, Ag, As, Pb, Zn, Sb ± Te ± Bi ± Mo ± Sn.
Minerales metálicos	Pirita, marcasita, esfalerita rica en Fe, galena, oro, electrum, arsenopirita (sulfosales, sulfuros y seleniuros de Ag, calcopirita, antimonita, pirrotina, tetraedrita).	Pirita, esfalerita pobre en Fe, galena, calcopirita, tetraedrita/tenantita, electrum, sulfuros y sulfosales de Ag (argentita, acantita, pirargirita, freibergita, polibasita).	Pirita, oro, electrum, enargita/luzonita, famatinita, calcopirita, calcosina, covellina, digenita, bornita (telururos, esfalerita, tetraedrita/tenantita).
Abundancia de sulfuros	Baja (entre 1 - 20 %; típicamente <5 %).	Media (entre 5 - 20 %).	Media-alta (entre 10 - 90 %).
Relación Ag/Au	Media - baja, entre 1:2 - 20:1 (auroargentíferos - auríferos).	Alta, entre 10:1 - >1000:1 (argentíferos).	Baja, entre 1:5 - 2:1 (auríferos - auroargentíferos).
Mineralogía de ganga	Cuarzo, calcedonia, adularia, carbonatos, illita, sericitita ± baritina ± fluorita ± clorita.	Cuarzo, carbonatos de manganeso (rodocrosita, manganocalcita) ± adularia ± silicatos de manganeso ± baritina.	Cuarzo oqueroso ("vuggy silica"), alunita, arcillas (pirofilita, caolinita ± dickita ± halloysita) ± diáspero ± baritina ± azufre nativo ± pirita.
Texturas de la ganga	Primarias de relleno (bandeada, crustiforme, coloformes en peine, drusiforme, cocarda, masiva), de recristalización (mosaico, flameante, plumosa) y de reemplazo (diferentes tipos de calcita bladed, pseudoacicular).	Primarias de relleno (bandeada, crustiforme, coloformes en peine, drusiforme, cocarda), de recristalización (mosaico, flameante, plumosa) y de reemplazo (calcita bladed).	Predomina el cuarzo con textura oquerosa, y en menor medida masivo.
Alteración hidrotermal	Silicificación proximal (cuarzo, adularia, illita). Alteración argílica superficial (illita, esmectita) con transición en profundidad a alteración sericitica (sericitita ± illita). En profundidad (> 400 m) alteración propilitica (clorita, carbonatos, epidoto, albita, illita, ± piritita). Alteración argílica avanzada en forma de sinters de sílice amorfita.	Silicificación proximal (cuarzo, adularia, illita). Alteración argílica superficial (illita, esmectita) con transición en profundidad a alteración sericitica (sericitita ± illita). En profundidad (> 400 m) alteración propilitica (clorita, carbonatos, piritita).	Intensa silicificación en región central con presencia de cuarzo tipo "vuggy". Lateralmente presencia de alteración argílica avanzada (cuarzo, alunita, pirofilita, dickita, caolinita) y argílica (illita/esmectita ± clorita). Hacia los extremos y en profundidad domina la alteración propilitica (clorita, calcita, epidoto, ± montmorillonita).

### 5.3. Caracterización de la Veta Principal del Proyecto La Valenciana

Como fue mencionado anteriormente, el Macizo del Deseado y la región de estudio del presente trabajo se caracterizan por la gran abundancia de rocas volcánicas y piroclásticas asociadas al megaevento volcánico desarrollado entre el Jurásico Medio y el Jurásico Superior, principalmente representado por la Formación Bajo Pobre y el Grupo Bahía Laura (Féraud *et al.*, 1999). La Veta Principal se encuentra alojada en el contacto por falla entre el Miembro con Cristales y el Miembro con Fiammes de la Ignimbrita Las Vallas, correspondiente a la Formación Chon Aike del Grupo Bahía Laura (Figura 48). Las edades de alteración obtenidas en otros depósitos semejantes en el área del Macizo del Deseado (Cerro Vanguardia, Manantial Espejo, La Josefina, entre otros) permiten vincular temporalmente a estos depósitos con este megaevento magmático (Arribas *et al.*, 1996; Schalamuk *et al.*, 2002). Los análisis litogeoquímicos del presente trabajo permiten interpretar que las rocas de caja de la Veta Principal corresponden a riolitas-riodacitas-dacitas mayoritariamente con contenidos de  $\text{SiO}_2$  que superan el 69,6%, ricas en K (entre 5,9 - 8,4%) y pobres en Ca ( $\leq 0,2\%$ ) con una tendencia calcoalcalina potásica/shoshonítica y carácter peraluminoso, que se habrían originado en un ambiente de arco.

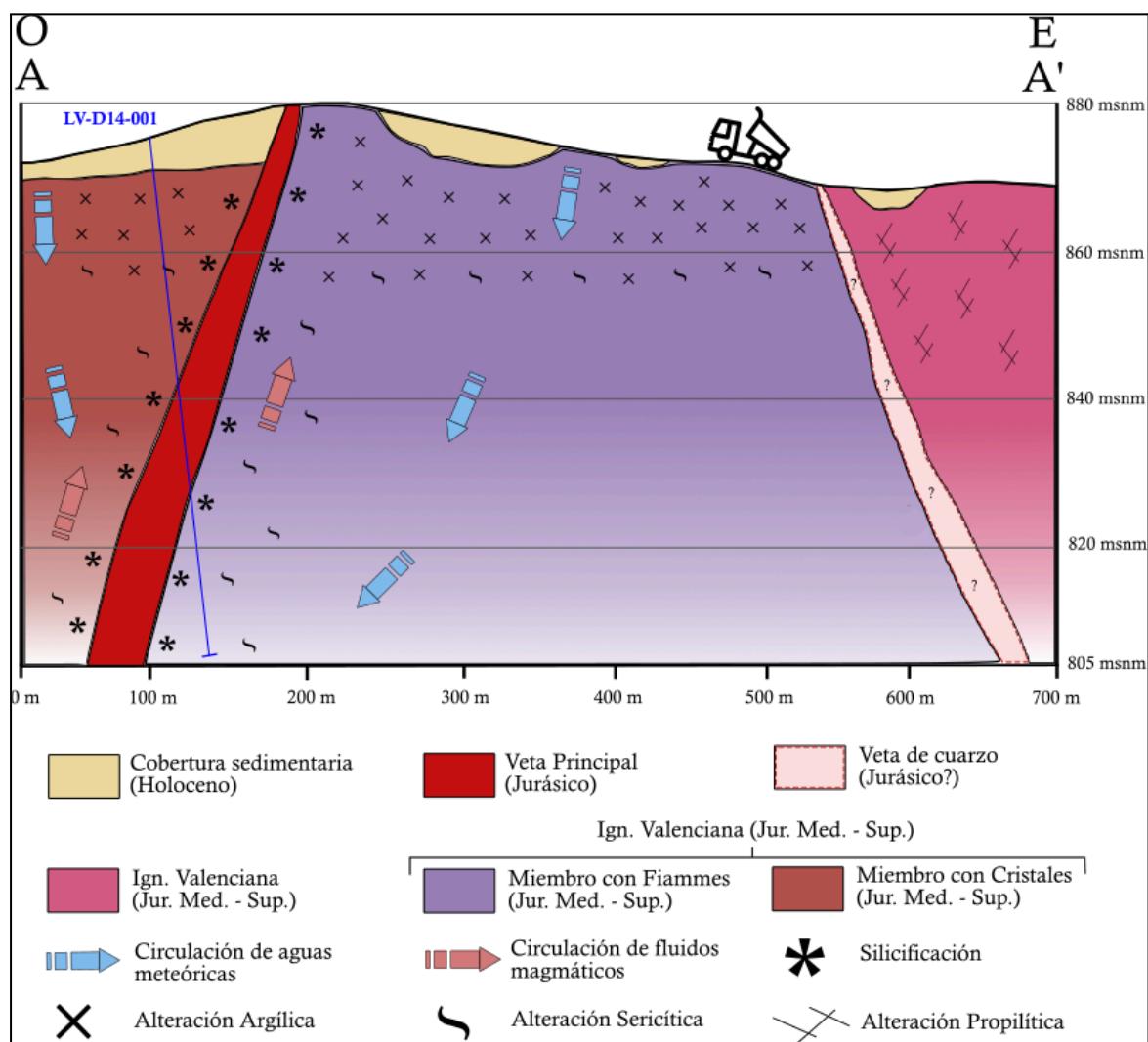
En cuanto a los estilos de mineralización que caracterizan al Macizo del Deseado, predominan los epitermales de baja sulfuración, seguidos en una proporción mucho menor por los de sulfuración intermedia (Andrade de Palomera *et al.*, 2015). El desarrollo de estos depósitos se habría visto favorecido por el comienzo de un período de rifting dominado por un régimen extensional, que habría generado grábenes y hemigrábenes delimitados por fallas normales favoreciendo el desarrollo de sistemas vetiformes (Japas *et al.*, 2013).

La Veta Principal se caracteriza por ser un filón de cuarzo masivo alojado en una falla con orientación predominante NNE-SSO, con texturas dominantes de relleno y en sectores con textura brechosa en el contacto con la roca de caja, con la cual presenta contactos netos. Autores como White y Hedenquist (1995) y Camprubí *et al.* (2003) mencionan que estas características estructurales son típicas de los sistemas epitermales, particularmente de los de baja e intermedia sulfuración.

Se reconocieron 3 asociaciones de alteración hidrotermal, las cuales varían en función de la proximidad a la misma (Figura 48). La silicificación (Figura 20C) es la que se desarrolla con mayor proximidad a la veta (hasta 3 m), y se caracteriza por un intenso reemplazo de la mineralogía original por minerales del grupo de la sílice. Externamente a la silicificación se reconoce alteración sericítica (Figuras 16A), la cual es más intensa a profundidades por debajo de los 10 m, caracterizándose por la presencia de sericita e illita. La alteración argílica (Figura 28) predomina en los sectores más

superficiales, particularmente entre 0 - 10 m, punto a partir del cual comienza a coexistir con la alteración sericítica, y se caracteriza por el desarrollo de minerales del grupo de las arcillas (esmectita-illita). Este patrón de alteración es similar al de los depósitos epitermales de baja sulfuración, como se observa en la Figura 46.

La alteración propilítica se presenta exclusivamente en la Ignimbrita Valenciana, entre 300 y 400 m al este de la Veta Principal. Al observarse otra veta de cuarzo alojada en la falla que pone en contacto a la Ignimbrita Valenciana con la Ignimbrita Las Vallas (Figura 48), se interpreta que la propilitización no forma parte del halo de alteraciones correspondientes a la Veta Principal.



**Figura 48:** Perfil estructural esquemático de la región de estudio mostrando la estructura y la distribución de la alteración hidrotermal. La circulación de los fluidos fue interpretada en base a los modelos de Sillitoe (1995) y Corbett (2007).

Petrográficamente, la ganga de la Veta Principal está compuesta mayoritariamente por cuarzo, con proporciones menores de baritina, titanita y escasa adularia. Se observaron diferentes tipos de texturas de cuarzo, tanto de cristalización primaria como de recristalización y de reemplazo pseudomórfico, las cuales suelen

presentarse en sistemas epitermales y depósitos con mineralización aurífera en general (Dong *et al.*, 1995). Entre las texturas de cristalización primaria predomina la textura bandeada crustiforme (Figuras 21A, B y C), la cual se vincula a descensos episódicos de la presión, lo cual deriva en la pérdida de elementos volátiles y consecuentemente a un enfriamiento del sistema y aumento del pH, resultando en la precipitación de los minerales de ganga y de mena (Buchanan, 1981). La textura en peine (Figuras 21D, 23A) es abundante, y se asocia al desarrollo de los cristales cuya dirección máxima de crecimiento es perpendicular a la superficie a partir de la cual crecen. La textura coloforme (Figura 21) es la menos abundante, y es resultado de la precipitación de gel silíceo en espacios abiertos, proceso controlado por la tensión superficial de los fluidos mineralizados. En cuanto a las texturas de recristalización, la textura más abundante es la textura en mosaico (Figura 23E), que se asocia a la recristalización de calcedonia masiva o sílice amorfa en cuarzo. Le sigue en abundancia la textura plumosa (Figura 23B) que se genera a partir de la recristalización de la calcedonia en cuarzo con preservación de la morfología original, occasionando ligeras variaciones en la extinción de los cristales. En menor proporción se desarrolla la textura llameante (Figura 23C), la cual se asocia a la recristalización de agregados de calcedonia subredondeados originados a partir de la cristalización de un gel silíceo, al igual que la plumosa. Las texturas de reemplazo (Figuras 22; 23H e I) son menos abundantes y se desarrollan principalmente en profundidad, en el intervalo entre los 38 y 40 m de profundidad en la perforación LV-D14-001 y en el intervalo entre los 56,75 y 61,5 m en la perforación LV-D14-002, y en menor proporción se observan en superficie. Estas se asocian a la pérdida de CO<sub>2</sub> en el sistema debido a procesos de ebullición, lo cual sumado al descenso de la temperatura derivan en la precipitación de calcita, la cual es posteriormente reemplazada por cuarzo (texturas "*lattice bladed*", "*parallel bladed*", "*ghost bladed*") o por cuarzo y adularia (textura pseudoacicular).

La adularia observada en las muestras analizadas es moderadamente escasa. Por un lado, en las zonas donde predominan las texturas de reemplazo, se observa adularia pseudoacicular (Figura 23H). En mucha menor proporción, en las bandas de cuarzo de tamaño de grano fino, se presenta con morfología sub-rómbica (Figura 23F). De manera subordinada, se han observado cristales con morfologías rómbicas (Figura 23G) reemplazados por agregados de arcillas castañas que se interpretan como cristales de adularia rómbica. Dong y Morrison (1995) mencionan que tanto la adularia pseudoacicular como la rómbica tienen temperaturas de formación similares y se asocian a zonas con bandeados crustiformes y ocasionales texturas de recristalización, lo cual coincide con lo observado en las muestras analizadas. Además, la presencia de adularia en conjunto con la de calcita "*bladed*" son buenos indicadores de zonas de ebullición, lo cual puede vincularse a regiones con altas leyes de elementos metálicos de mena (Buchanan, 1981; Dong y Morrison, 1995; Hedenquist *et al.*, 2000; Leach y Corbett, 2008). La adularia rómbica comúnmente cristaliza cuando las condiciones del

medio cambian repentinamente, por lo cual cuando el fluido mineralizante asciende hacia un entorno con mayor permeabilidad, la fase gaseosa se exsuelve respecto de la fase acuosa, generando una ebullición muy violenta y la consecuente precipitación de cristales aislados de adularia rómbica con una estructura desordenada (Dong y Morrison, 1995). La ebullición y la consecuente pérdida de CO<sub>2</sub> conducen a un aumento del pH del sistema, lo cual genera un pasaje de la zona de estabilidad de la illita a la de adularia, generándose además la precipitación de calcita, lo cual explica la paragénesis típica de adularia y calcita “bladed” como minerales de ganga en estos depósitos (Hedenquist *et al*, 2000). Si el enfriamiento y/o mezcla de fluidos en el sistema continúan, el fluido residual podría retornar al campo de estabilidad de las micas potásicas, lo cual podría explicar por qué la adularia rómbica es comúnmente alterada a sericita/illita (Dong y Morrison, 1995), como se observa en las muestras analizadas en el presente trabajo. Tanto la presencia de adularia rómbica como pseudoacicular son buenos indicadores de zonas con mineralización de oro (Dong y Morrison, 1995).

La especie portadora de Au más estable a pH aproximadamente neutros es Au(HS)<sup>-</sup><sub>2</sub>, según la siguiente reacción (ec. 1; Camprubí y Albinson, 2006):



Como fue mencionado anteriormente, la ebullición sería la causa principal de la precipitación de Au, a partir de la pérdida del azufre ligante y la consecuente desestabilización de los complejos bisulfurados portadores (ec. 2).



De todos modos, como mencionan Corbett (2007) y Leach y Corbett (2008), la ebullición podría no ser el único proceso que genere la precipitación de Au en los depósitos epitermales de baja sulfuración (Figura 43). Leyes de Au relativamente altas (>10 g/t) en relación a la presencia de sulfuros como pirita y calcopirita, como se observa en las muestras analizadas, pueden asociarse a un lento enfriamiento del sistema. Otros procesos como la mezcla de fluidos magmáticos con aguas subterráneas someras y oxigenadas pueden generar la desestabilización de los complejos bisulfurados que transportan el oro, lo cual se ve evidenciado por la presencia de hematita hipogénica en asociación con sulfuros primarios en la paragénesis mineral de estos depósitos (Corbett, 2007; Leach y Corbett, 2008). En gran proporción, la hematita observada en la región de estudio se presenta en profundidad,

por debajo del nivel de oxidación, y asociada a escasa pirita y arsenopirita, lo cual permite interpretar que se trata de hematita hipogénica. Esto podría vincularse a fluidos más oxidantes, y podría indicar que el aporte de aguas subterráneas oxigenadas es un proceso que contribuye a la mineralización de oro en la Veta Principal. Además, esta paragénesis coincide con la presencia de adularia pseudoacicular (ver Anexo III: Descripción de cortes petrográficos y calcográficos), por lo cual teniendo en cuenta lo analizado anteriormente, esto indicaría que tanto la ebullición como la mezcla de fluidos estarían actuando conjuntamente.

Por otro lado, la baritina suele ser uno de los principales minerales de ganga en los depósitos epitermales de alta sulfuración (Hedenquist *et al.*, 2000; John, 2001; Sillitoe y Hedenquist, 2003). Sin embargo, puede aparecer como mineral accesorio en depósitos de baja sulfuración (Marchev *et al.*, 2002). Wind *et al.* (2023) realizan un análisis detallado acerca del origen de la baritina en diversos depósitos minerales, incluyendo los depósitos epitermales de sulfuración intermedia asociados a zonas extensivas en arcos volcánicos. Estos autores proponen dos posibles orígenes para la baritina, uno a partir de aguas marinas modificadas, y otro asociado a la lixiviación del bario de las rocas metamórficas y volcánicas que actúan como roca de caja. En el caso de la Veta Principal, la presencia de baritina podría vincularse a la segunda hipótesis. Esto a su vez podría servir para explicar las elevadas concentraciones de Ba en las rocas de caja de la Veta Principal. Moreira (2005), quien realiza un análisis en detalle del área de La Josefina, menciona que la baritina en esta región se presenta hacia el centro de las estructuras cuarzosas, posiblemente por precipitación de fluidos tardíos. Kilias *et al.* (2001), quienes estudiaron la misma región de estudio que Wind *et al.* (2023), interpretan que la baritina se asocia a un estadio post-mineralización, lo cual coincide con la interpretación de Moreira (2005), al que también se vinculan cuarzo, pirita, esfalerita, calcopirita y galena. En la Veta Principal se reconocieron minerales de alteración supergénica tales como calcosina, covelina, digenita, malaquita-azurita y óxidos e hidróxidos de Fe como hematita, goethita y jarosita, paragénesis que resulta coincidente con la desarrollada durante el estadio supergénico post-mineralización propuesto por Wind *et al.* (2023).

Teniendo en cuenta la estructura, mineralogía, texturas y asociaciones de alteración hidrotermal del depósito analizado, y considerando la clasificación de depósitos epitermales de baja sulfuración en función de las condiciones de ebullición, el prospecto Veta Principal presenta un mejor ajuste a los depósitos epitermales de baja sulfuración con ebullición somera o Tipo "C" (Einaudi *et al.*, 2003; Camprubí y Albinson, 2007). A su vez, en base a las relaciones geoquímicas entre los metales preciosos y metales base analizadas tanto en superficie como en testigos de perforación, es posible clasificar a la Veta Principal como un depósito

predominantemente aurífero, con una relación promedio Au/Ag de 0,403 (> 1/25), siguiendo el criterio de Volkov *et al.* (2013).

La presencia de calcopirita y pirita en la paragénesis mineral de mena estaría indicando una mayor fugacidad de azufre y por ende una mayor sulfidización, en función de los campos de estabilidad de los sulfuros (Einaudi *et al.*, 2003). Esto, sumado a las elevadas concentraciones de metales base como Pb y Zn, son características que comúnmente pueden asociarse a los depósitos epitermales de sulfuración intermedia. El estilo mineralizante y las asociaciones de alteración hidrotermal son atributos en común tanto en los depósitos de baja como en los de intermedia sulfuración (Tabla 9), por lo cual no resultan críticos en este análisis. De todos modos, teniendo en cuenta las bajas concentraciones de Ag y la ausencia de minerales portadores de Mn en el depósito, se considera que estas no son evidencias suficientes para clasificar a la Veta Principal como un depósito epitermal de sulfuración intermedia.

## 6. Conclusiones

- Los estudios petrográficos del presente trabajo confirman la presencia en la región de estudio de la Ignimbrita Valenciana hacia el este y la Ignimbrita Las Vallas hacia el oeste, pertenecientes a la Formación Chon Aike del Grupo Bahía Laura, de edad jurásica.
- En base a las observaciones de campo, análisis de perforaciones y a bibliografía de la región, se realizó la subdivisión de la Ignimbrita Las Vallas en tres miembros denominados Miembro con Fiammes, Miembro con Cristales y Miembro Tobáceo.
- Teniendo en cuenta criterios granulométricos y texturales, la Ignimbrita Valenciana y el Miembro con Cristales de la Ignimbrita Las Vallas se clasifican como lapillitas cristalinas, el Miembro Tobáceo se clasifica como una toba cristalina, y el Miembro con Fiammes se clasifica como una lapillita vítreo.
- La Ignimbrita Las Vallas corresponde a una riolita-riodacita calcoalcalina potásica/shoshonítica y peraluminosa con contenidos de  $\text{SiO}_2$  de entre 69,6-74,8%. La Ignimbrita Valenciana corresponde a una riodacita-dacita calcoalcalina potásica/shoshonítica y peraluminosa con un contenido de  $\text{SiO}_2$  del 65%. En base a las diferencias en la signatura geoquímica de ambas unidades, se interpreta que estas rocas corresponden a dos pulsos volcánico-piroclásticos diferentes.
- La Veta Principal se encuentra alojada en una zona de cizalla entre el Miembro con Fiammes y el Miembro con Cristales de la Ignimbrita Las Vallas con orientación NNE-SSO hacia el norte, mientras que hacia el sector sur la actitud varía a NO-SE. La zona de estudio se encuentra ubicada entre dos fajas extensionales, una ENE y otra NO, las cuales explicarían la variación en las actitudes de la estructura que aloja a la Veta Principal.
- En la roca de caja de la Veta Principal se reconocieron tres tipos de alteración hidrotermal: silicificación, alteración sericítica y alteración argílica. La silicificación se encuentra restringida a 3 metros hacia cada lado de la veta, la alteración sericítica predomina a profundidades mayores a los 10 metros, y la alteración argílica predomina en los primeros 10 metros de profundidad, punto a partir del cual comienza a coexistir con la alteración sericítica.
- La ganga de la Veta Principal está compuesta mayoritariamente por cuarzo, y en menor proporción por baritina, titanita y adularia. La mineralogía de mena consiste en hematita, goethita, galena, digenita, covelina, esfalerita, pirita, calcopirita, malaquita, azurita, calcosina y arsenopirita, en orden de abundancia.

- El cuarzo de la Veta Principal presenta texturas de cristalización primaria como bandeada crustiforme, coloforme, en peine y masiva, de recristalización como en mosaico, plumosa y llameante, y de reemplazo pseudomórfico como pseudoacicular, “*ghost bladed*”, “*lattice bladed*” y “*parallel bladed*”. Se observan cristales de adularia pseudoacicular, pseudorómbica y posibles cristales de adularia rómbica, en orden de abundancia.
- En superficie, se observó que las mayores concentraciones de elementos metálicos se encuentran en el sector norte de la región, asociadas al Clavo Mineralizado #1. En profundidad, se reconocieron dos intervalos mineralizados, uno más amplio y somero que va entre los 38 y los 54 metros aproximadamente, que corresponde a una veta de cuarzo con textura bandeada crustiforme con bandas ginguro, texturas de reemplazo tipo “*calcita bladed*” y presencia de adularia, y otro más restringido y profundo que va entre los 58,25 y los 64,75 metros que corresponde a una brecha con elevado grado de oxidación y frecuentes clastos de cuarzo bandeado y jasperoide.
- De acuerdo a las características texturales y mineralógicas, la Veta Principal corresponde a un depósito epitermal de baja sulfuración aurífero del tipo adularia-sericita, y con evidencias de ebullición somera. La paragénesis de mena sugiere condiciones de sulfuración intermedia de los fluidos mineralizantes.
- Tomando como base información bibliográfica y en base a lo analizado en el presente trabajo, se propone como principal mecanismo generador de la desestabilización de los complejos bisulfurados y la posterior precipitación de Au a la ebullición, y de manera subordinada a la mezcla de fluidos magmáticos con aguas subterráneas someras y oxigenadas, en base a la presencia de hematita hipógena asociada a sulfuros primarios como pirita y calcopirita.

## 7. Bibliografía

- Albinson, T., 1988. Geologic reconstruction of paleosurfaces in the Sombrerete, Colorado, and Fresnillo district, Zacatecas state, Mexico: *Economic Geology*, 83, 1647-1667.
- Albinson, T., Norman, D.I., Cole, D. y Chomiak, B.A., 2001. Controls on formation of low-sulfidation epithermal deposits in Mexico: constraints from fluid inclusion and stable isotope data: *Society of Economic Geologists, Special Publication*, 8, 1-32.
- Allard, J. O., Paredes, J. M., Foix, N., y Giacosa, R. E., 2015. Conexión cretácica entre las cuencas del golfo San Jorge y cañadón Asfalto (Patagonia): paleogeografía, implicancias tectonoestratigráficas y su potencial en la exploración de hidrocarburos. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 72(1), 21-37.
- Alperin, M., Echeveste, H., Fernández, R., y Bellieni, G., 2007. Análisis estadístico de datos geoquímicos de volcanitas jurásicas del Macizo del Deseado, Provincia de Santa Cruz. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 62(2), 200-209.
- Ameghino, F., 1889. Contribución al conocimiento de los mamíferos fósiles de la República Argentina. *Actas Academia Nacional de Ciencias*, 6: 1-1028. Córdoba.
- Ameghino, F., 1898. Sinopsis geológica–paleontológica. Segundo Censo de la República Argentina, 1: 111–225. Buenos Aires.
- Ameghino, F., 1906. Les formations sédimentaires du Cretacé supérieur et du Tertiaire de Patagonie avec un parallèle entre leurs faunes mammalogiques et celles de l'ancien continent. *Anales Museo Nacional, Serie 3º Tomo VIII*: 1-745. Buenos Aires.
- Anders, E. y Grevesse, N., 1989. Abundances of the elements: Meteoritic and solar. *Geochimica et Cosmochimica acta*, 53(1), 197-214.
- Andrade de Palomera, P., Van Ruitenbeek, F. J. y Carranza, E. J. M., 2015. Prospectivity for epithermal gold–silver deposits in the Deseado Massif, Argentina. *Ore geology reviews*, 71, 484-501.
- Andreis, R.R., Mazzoni, M., y Spalletti, L.A., 1975, Estudio estratigráfico y paleoambiental de las sedimentitas Terciarias entre Pico Salamanca y Bahía Bustamante, Provincia de Chubut, República Argentina: *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, v. 30, p. 85-103.
- Archangelsky, S., 1958a. Estudio geológico y paleontológico del Bajo de La Leona (Santa Cruz). *Acta Geológica Lilloana*, 2: 5-136. Tucumán.
- Archangelsky, S., 1963. Nota sobre la flora fósil de la zona de Ticó, provincia de Santa Cruz. *Revista de la asociación Paleontológica Argentina*, 3(2), 57-63.
- Archangelsky, S., 1967. Estudio de la Formación Baqueró, Cretácico inferior de Santa Cruz, Argentina. *Revista Museo La Plata (n.s) Paleontología* 5:63-171.

Archangelsky, S., 1992. *Dictyopteridium Feistmantel* (Fructificación pérmica Glossopteridales): primer registro argentino. 8º Simposio Argentino Paleobotánica y Palinología: 19-22.

Archangelsky, S. y De La Sota, E., 1960. Contribución al conocimiento de las Fílices pérmicas de la Patagonia Extraandina. *Acta Geológica Lilloana*, 3: 85-126. Tucumán.

Archangelsky, S., Jalfin, G. y Cuneo R., 1991. Cuenca La Golondrina, en el Sistema Pérmico de la República Argentina y en la República Oriental del Uruguay. Capítulo 5, 12º Congreso Internacional de Estratigrafía y Geología del Carbonífero y Pérmico. Pre-impresión

Arribas Jr, A., Schalamuk, I. B., de Barrio, R. E., Fernández, R. R. y Itaya, T., 1996. Edades radimétricas de mineralizaciones epitermales auríferas del Macizo del Deseado, Provincia de Santa Cruz, Argentina. In Simposio IGCP Project (Vol. 342, pp. 254-256).

Arrondo O., 1972. Estudio geológico y Paleontológico de la zona de la Estancia La Juanita y alrededores, provincia de Santa Cruz, Argentina. *Revista del Museo de La Plata* (N.S.) Paleontología 7 (43): 1-194.

Baeckstrom, O., 1915. Petrographische Beschreibung einiger Basalte von Patagonien Westantarktika und den Süd- Sandwich- Inseln. *Geologische Inst. Univ. Uppsala*, 13 (1):115-182.

Barcat, C., Cortiñas, J.S., Nevistic, V.A., Stach N.H. y Zucchi, H.E., 1984. Geología de la región comprendida entre los lagos Musters-Colhue Huapi y la sierra Cuadrada, Departamentos Sarmiento y Paso de Indios, provincia del Chubut. *Actas 9º Congreso Geológico Argentino*, 2: 263- 282. Buenos aires.

Barcat, C., Cortiñas, J.S., Nevistic, V.A. y Zucchi, H.E., 1989. Cuenca Golfo San Jorge. En G. Chebli y L. Spalletti (Eds.): *Cuencas Sedimentarias Argentinas*. Serie Correlación Geológica, 6: 319- 345, Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán.

Bellosi, E. y Jalfin, G., 1989. Cuencas neopaleozoicas de la Patagonia extraandina e islas Malvinas. En *Cuencas Sedimentarias Argentinas* (G. Chebli y L. Spalletti editores): 379-393. Serie Correlación Geológica 6, Universidad Nacional de Tucumán.

Berger, B.R. y Heley, R.W. 1989. Advances in the understanding of epithermal gold-silver deposits of the western United States. In: R. Keays, R. Ramsay and D. Groves (Editors), *The Geology of Gold Deposits: The prospective in 1988*. *Economic Geology Monograph* 6: 405-423.

Bertels, A., 1970. Sobre el "Piso Patagoniano" y la representación de la época del Oligoceno en Patagonia austral (República Argentina). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 25 (4): 495- 501.

Biondi, J. L., 1929. Informe del estudio geológico de la región meridional del Valle Hermoso y oeste de Las Heras, escala 1:50.000. Yacimientos Petrolíferos Fiscales, 17 p., inédito.

Bonaparte, J.F. y de Gasparini, Z.B., 1978. Los saurópodos de los Grupos Neuquén y Chubut, y sus relaciones cronológicas. *Actas 7º Congreso Geológico Argentino*, 2: 393- 406. Buenos Aires.

- Bonham, H., 1986. Models for volcanic-hosted epithermal precious metal deposits: A review. International Volcanological Congress, New Zealand, Proc. Symposium 5: 13-17.
- Buchanan, L.J., 1981, Precious metal deposits associated with volcanic environments in the Southwest: Arizona Geological Society Digest 14, p. 237-262.
- Camacho, H. y Fernández, J., 1956. La transgresión patagónica en la costa atlántica entre Comodoro Rivadavia y el curso inferior del Río Chubut. Revista Asociación Geológica Argentina 11 (1): 23-45.
- Camprubí, A., González-Partida, E., Levresse, G., Tritlla, J., y Carrillo-Chávez, A., 2003. Depósitos epitermales de alta y baja sulfuración. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 56(1), 10-18.
- Camprubí, A., Albinson, T., 2007. Epithermal deposits in México—Update of current knowledge, and an empirical reclassification. Geological Society of America Special Paper 422, 377-415.
- Casal, G. A., Allard, J. O., y Foix, N., 2015. Análisis estratigráfico y paleontológico del Cretácico Superior en la Cuenca del Golfo San Jorge: nueva unidad litoestratigráfica para el Grupo Chubut. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 72(1), 77-95.
- Casamiquela, R., 1961b. El hallazgo del primer elenco (icnológico) jurásico de vertebrados terrestres de Latinoamérica (Noticia). Revista Asociación Geológica Argentina, 15(1-2): 5-14. Buenos Aires.
- Casamiquela, R., 1961c. Sobre la presencia de un mamífero en el primer elenco (icnológico) de vertebrados del Jurásico de la Patagonia. Noticia. Physis, Revista Asociación Argentina de Ciencias Naturales, 22(63): 225-233.
- Casamiquela, R., 1964. Estudios icnológicos. Problemas y métodos de la icnología con aplicación al estudio de pisadas mesozoicas (Reptilia, Mammalia) de la Patagonia. 230 p. Buenos Aires.
- Casamiquela, R., 1975. Sobre la significación de *Ameghinichnus patagonicus*, un mamífero brincador del Jurásico Medio de Santa Cruz (Patagonia). Actas Primer Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, 2: 71-86.
- Chebli, G., 1974. Relevamiento geológico de la zona al sur del curso inferior del Río Deseado, en las inmediaciones de las estancias La Juanita, La Calandria, El Laurel y Cerro Chato (Dpto. Deseado, Prov. de Santa Cruz), Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Buenos Aires, (inédito).
- Chebli, G., Gebhard, J. y Menzel, M., 1976. Estratigrafía y magmatismo en la zona de la estancia La Juanita y alrededores (Dpto. Deseado, provincia de Santa Cruz). Actas 6º Congreso Geológico Argentino, 1: 357-373.
- Clyde, W. C., Wilf, P., Iglesias, A., Slingerland, R. L., Barnum, T., Bijl, P. K., Bralower, T. J., Brinkhuis, H., Comer, E. E., Huber, B. T., Ibáñez-Mejía, M., Jicha, B. R., Krause, J. M., Schueth, J. D., Singer, B. S., Raigemborn, M. S., Schmitz, M. D., Slujis, A. y Zamaloa, M. D. C., 2014. New age constraints for the Salamanca Formation and lower Río Chico Group in the western San Jorge Basin, Patagonia, Argentina: Implications for Cretaceous-Paleogene extinction recovery and land mammal age correlations. Bulletin, 126(3-4), 289-306.

Cobos, J. C., Panza, J. L. A., Zubía, M. A., Figari, E. G., Cardinali, G., Lucero, M., y Borderas, M., 2003. Hoja Geológica 4769-I El Pluma. SEGEMAR, 80 p. Buenos Aires.

Cooke, D. R. y Simmons, S. F., 2000. Characteristics and genesis of epithermal gold deposits. SEG Reviews, vol. 13: 221-244.

Corbett, G. J., 2007. Controls to low sulphidation epithermal Au-Ag mineralisation. Presentation to the Sydney Mineral Exploration Discussion Group. PO Box 282 Willoughby NSW Australia. pp. 6.

Criado Roque, P., 1953. Reconocimiento geológico Zona Bahía Laura. Territorio de Santa Cruz. Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Buenos Aires. Informe inédito. 18p.

Cuitiño, J. I., Fericola, J. C., Kohn, M. J., Trayler, R., Naipauer, M., Bargo, M. S., Kay, R. F. y Vizcaíno, S. F., 2016. U-Pb geochronology of the Santa Cruz Formation (early Miocene) at the Río Bote and Río Santa Cruz (southernmost Patagonia, Argentina): Implications for the correlation of fossil vertebrate localities. Journal of South American Earth Sciences, 70, 198-210.

Darwin, C. 1838. Geological Notes Made During a Survey of the East and West Coasts of South America in the Years 1832, 1833, 1834, and 1835; with an Account of a Transverse Section of the Cordilleras of the Andes Between Valparaiso and Mendoza. Geological Society of London Proceedings, v. 2, p. 156-159.

de Barrio, R.E., 1989. Aspectos geológicos y geoquímicos de la Formación Chon Aike (Grupo Bahía Laura), Jurásico medio a superior, en el noroeste de la provincia de Santa Cruz. Tesis doctoral, Universidad Nacional de La Plata, 528 p. (inédita).

de Barrio, R. 1993. El volcanismo ácido jurásico en el noroeste de Santa Cruz, Argentina. En el 12º Congreso Geológico Argentino Actas, 4 : 189198.

de Barrio, R., Panza, J. L., y Nullo, F. E., 1999. Jurásico y Cretácico del Macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz. En: Caminos R. (Ed.): Geología Argentina, Instituto de Geología y Recursos Minerales, 29 (17): 511-527.

De Giusto J.M., 1955. Informe geológico preliminar zona San Julián. Yacimientos Petrolíferos Fiscales, 55p. Informe inédito.

De Giusto, J.M., 1956. Informe geológico zona Roca Blanca-Baqueró. Yacimientos Petrolíferos Fiscales, 38 p., (inédito).

De Giusto, J.M., 1958. Informe geológico zona Cº Vanguardia, Cº Primero de Abril, Deptos. de Magallanes, Río Chico y Deseado, provincia de Santa Cruz. Yacimientos Petrolíferos Fiscales, 18 p., (inédito).

De Giusto, J., Di Persia A. y Pezzi, E., 1980. El Nesocratón del Deseado, en II Simposio de Geología Regional Argentina. Tomo 2: 1389-1430. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba.

Del Blanco, M., Echavarría, L., Echeveste, H., Etcheverry, R., Tessone, M. y Mondelo, R. 1994. Estancia La Josefina, un nuevo prospecto aurífero en el Macizo del Deseado. Provincia de Santa Cruz, Argentina. Actas del 1er. Encuentro Internacional de Minería, 1: 93-99, Buenos Aires.

Di Persia C., 1955. Informe previo al Levantamiento Geológico en escala 1:100.000 de la zona Norte del Territorio de Santa Cruz, al sur del río Deseado. 2<sup>a</sup> Campaña. Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Buenos Aires: 36 pp. Informe inédito.

Di Persia, A., 1956. Informe previo al levantamiento geológico en escala 1:100.000 de la zona norte de la provincia de Santa Cruz al sur del río Deseado. 3<sup>a</sup> campaña Yacimientos Petrolíferos Fiscales, 56 p., (inédito).

Di Persia, C., 1958. Informe previo al levantamiento geológico en escala 1:100000 de la zona norte de la provincia de Santa Cruz, al Sur del río Deseado. 5<sup>o</sup> campaña. Yacimientos Petrolíferos Fiscales, (inédito), Buenos Aires.

Di Persia, A., 1959. Ibidem 6<sup>a</sup> campaña. Yacimientos Petrolíferos Fiscales, 12 p., (inédito).

Di Persia, C.A., 1962. Acerca del descubrimiento del Precámbrico en la Patagonia Extraandina (provincia de Santa Cruz). Anales 1<sup>a</sup> Jornadas Geológicas Argentinas, 2: 65-68.

Dong, G. y Morrison, G. 1995. Adularia in epithermal veins, Queensland: morphology, structural state and origin. Mineralium Deposita, 30: 1119.

Dong, G., Morrison, G., y Jaireth, S. 1995. Quartz textures in epithermal veins, Queensland; classification, origin and implication. Economic Geology, 90(6): 18411856.

Echeveste, H., 2005. Metalogénesis del distrito argento-aurífero Manantial Espejo, Macizo Del Deseado. provincia de Santa Cruz. Tesis Doctoral Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata. Inédito.

Echeveste, H., Fernández, R., Bellieni, G., Llambías, E., Tessone, M., Schalamuk, I., Piccirillo, E. y De Min, A., 1999. Ignimbritas tardías de alto grado en la formación Chon Aike. Macizo del Deseado, Santa Cruz. Argentina. XIV Congreso Geológico Argentino, Actas II: 182-185.

Echeveste, H., Fernández, R., Bellieni, G., Llambías, E., Tessone, M., Schalamuk, I., Piccirillo, E. y De Min, A., 2001. Relaciones entre las formaciones Bajo Pobre y Chon Aike (Jurásico medio a superior) en el área estancia El Fénix-Cerro Huemul, zona centro-occidental del Macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz. Revista de la Asociación Geológica Argentina, Vol 56, 4: 548-558.

Einaudi, M. T., Hedenquist, J. W., y Inan, E. E., 2003. Sulfidation state of fluids in active and extinct hydrothermal systems: Transitions from porphyry to epithermal environments. Society of Economic Geologists Special Publication 10, p. 285-313.

Féraud G., V. Alric, M. Fornari, H. Bertrand y M. Haller, 1999. *40Ar/39Ar dating of the Jurassic volcanic province of Patagonia: migrating magmatism related to Gondwana breakup and subduction*. Earth and Planetary Science Letters 172: 83-96.

Ferello, R. y Tealdi, O.L., 1950. Descripción del perfil general del flanco oriental del anticlinal de la sierra de San Bernardo. Yacimientos Petrolíferos Fiscales, 37p., (inédito). Buenos Aires.

Fernández, R., Echeveste, H. y Tessone, M., 2002. Informe geológico-geoquímico del volcanismo jurásico del sector central del Macizo del Deseado. Instituto de Recursos Minerales, (inédito), 45 p., La Plata.

Feruglio, E., 1929. Apuntes sobre la constitución geológica de la región del Golfo de San Jorge. Anales GAEA, 3 (2): 395-488. Buenos Aires.

Feruglio, E., 1946. La flora liásica del valle del río Genoa (Patagonia), Semina incerta sedis. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 1(3), 209-218.

Feruglio, E., 1949. Descripción geológica de la Patagonia. 3 Tomos, Dirección Nacional de Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Buenos Aires, 1: 17-19.

Figari, E. G., Strelkov, E., Laffitte, G., Cid de La Paz, M. S., Courtade, S. F., Celaya, J., Vottero, A., Lafourcade, P., Martínez, R. y Villar, H. J., 1999. Los sistemas petroleros de la Cuenca del Golfo San Jorge: síntesis estructural, estratigráfica y geoquímica. In 4 Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos (pp. 197-237).

Fitzgerald, M. G., Mitchum Jr, R. M., Uliana, M. A., y Biddle, K. T., 1990. Evolution of the San Jorge basin, Argentina. AAPG bulletin, 74(6), 879-920.

Fleagle, J., Bown, T., Swisher, C. y Buckley, G., 1995. Ages of the Pinturas and Santa Cruz Formations. Actas 6º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, 1: 129-135, Trelew.

Flores, M.A., 1955. Reconocimiento geológico del río Deseado entre el arroyo Pinturas y la estancia Los Manantiales (Santa Cruz). Yacimientos Petrolíferos Fiscales, 31 p., (inédito). Buenos Aires.

Fracchia, D., y Giacosa, R., 2006. Evolución estructural del basamento ígneo-metamórfico en la estancia Las Tres Hermanas, noreste de la comarca del Deseado, Santa Cruz. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 61(1), 118-131.

Franchi, M., J.L. Panza y R. de Barrio, 1989. Depósitos triásicos y jurásicos de la Patagonia Extraandina. Cuencas Sedimentarias Argentinas. En: G. Chebli y L. Spalletti (eds.), Serie Correlación Geológica 6: 347-378.

Frizon de Lamotte, D., Fourdan, B., Leleu, S., Lepamentier, F., y de Clarens, P. 2015. Style of rifting and the stages of Pangea breakup. Tectonics, 34: 10091029.

Genini, A. D., 1977. Informe preliminar Mosaico 4969-II-B3, Proyecto 19 NE, Área Cerro Vanguardia, Provincia de Santa Cruz. Plan Patagonia-Comahue, Secretaría de Minería, inédito.

Giacosa, R. E., y Genini, A., 1998. Hoja Geológica 4766-III/IV Puerto Deseado. Provincia de Santa Cruz. Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 240, 60 p.

Giacosa, R. E., Márquez, M. M. y Panza, J. L., 2002. Basamento Paleozoico Inferior del Macizo del Deseado. En M.J. Haller (ed.) Geología y Recursos Naturales de Santa Cruz, Relatorio del 15 Congreso Geológico Argentino. 1-2: 33-44. Buenos Aires.

Giacosa, R., Zubia, M., Sánchez, M., y Allard, J., 2010. Meso-Cenozoic tectonics of the southern Patagonian foreland: Structural evolution and implications for Au-Ag veins in the eastern Deseado Region (Santa Cruz, Argentina). *Journal of South American Earth Sciences*, 30(3-4), 134-150.

Gianni, G. M., Navarrete, C., Liendo, I., Díaz, M., Gimenez, M. E., Encinas, A., y Folguera, A., 2018. Cretaceous intraplate contraction in southern Patagonia: a far-field response to changing subduction dynamics?. *Tectonics*, 37(9), 2915-2937.

Guido, D. M., 2002. Geología y metalogénesis del sector oriental del Macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz (Tesis doctoral, Universidad Nacional de La Plata, 244p).

Guido, D., Escayola, M., de Barrio, R., Schalamuk, I., y Takashi Onoe, A., 2004. Edad y rasgos petrográficos y geoquímicos de cuerpos subvolcánicos asignables a la Formación Cerro León, este del Macizo del Deseado, Santa Cruz. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 59(4), 707-714.

Harrington, H., 1962. Paleogeographic Development of South America. *American Association of Petroleum Geologists. Bulletin* 46 (10): 1733-1814.

Hastie, A. R., Kerr, A. C., Pearce, J. A., y Mitchell, S. F., 2007. Classification of altered volcanic island arc rocks using immobile trace elements: development of the Th-Co discrimination diagram. *Journal of petrology*, 48(12), 2341-2357.

Heald, P., Foley, N. K. y Hayba, D. O., 1987. Comparative anatomy of volcanic-hosted epithermal deposits; acid-sulfate and adularia-sericite types. *Economic geology*, 82(1), 1-26.

Hechem, J. J. y Homovc, J. F., 1986. La relación entre la Formación Baqueró y Laguna Palacios en el Nesocratón del Deseado, provincia de Santa Cruz. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 42 (3-4): 244-254.

Hedenquist, J.W., 1987. Mineralization associated with volcanic-related hydrothermal systems in the Circum-Pacific Basin: Circum Pacific Energy and Mineral Resources Conference, 4\*, Singapore, Transactions, p. 513-524.

Hedenquist, J. W., Arribas, A. y Gonzalez-Urion, E., 2000. Exploration for epithermal gold deposits.

Herbst, R., 1965. La flora fósil de la Formación Roca Blanca (provincia de Santa Cruz- Patagonia), con consideraciones geológicas y estratigráficas. *Opera Lilloana*, 12: 3-101. Tucumán.

Herbst, R., y Crisafulli, A. M. C., 2016. *Buckyta austroamericana* nov. gen. et sp. (Bennettitales) from the upper triassic Laguna Colorada formation (El Tranquilo Group), Santa Cruz province, Argentina.

Heredia, M. E., Paez, M. M., Guerstein, G. R., y Parras, A., 2012. Palinología del miembro Gran Bajo de la Formación San Julián (Oligoceno tardío) en su localidad tipo, Santa Cruz, Argentina: consideraciones paleoambientales. *Ameghiniana*, 49(4), 473-496.

Ihering, H. von, 1903. Les Mollusques des Terrains Crétaciques supérieurs de l'Argentine orientale. *Anales Museo Nacional Buenos Aires*, Serie 3, 2: 193– 229. Buenos Aires.

Ihering, H. von, 1907. Les mollusques fossiles du Tertiaire et du Cretacé Supérieur de l'Argentine: *Anales Museo Nacional Buenos Aires*, v. 7, p. 1-611.

Jalfin, G. y Bellosi, E., 1984. Variaciones del sistema de planicies entrelazadas en el pérmico del NE de Santa Cruz, Argentina. *Anales Meeting Project 211, IGCP, Abstracts*, 24-25.

Jalfin, G., 1987. Estratigrafía y paleogeografía de las Formaciones pérmicas de la provincia de Santa Cruz y su relación con rocas de similar edad de las islas Malvinas. Tesis doctoral, Universidad Nacional de Tucumán. Inédito.

Jalfin, G. y Herbst, R., 1995. La Flora triásica del Grupo El Tranquilo, provincia de Santa Cruz (Patagonia). *Estratigrafía. Ameghiniana*, 32 (3): 211-229.

Japas, M. S., Sruoga, P., Kleiman, L. E., Gayone, M. R., Maloberti, A., y Comito, O., 2013. Cinemática de la extensión jurásica vinculada a la provincia silícea Chon Aike, Santa Cruz, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 70(1), 16-30.

John, D.A., Garside, L.J., y Wallace, A.R., 1999, Magmatic and tectonic setting of late Cenozoic epithermal gold-silver deposits in northern Nevada, with an emphasis on the Pah Rah and Virginia ranges and the northern Nevada rift: *Geological Society of Nevada, Special Publication no. 29*, p. 65-158.

John, D. A., 2001. Miocene and early Pliocene epithermal gold-silver deposits in the northern Great Basin, western United States: Characteristics, distribution, and relationship to magmatism. *Economic Geology*, 96(8), 1827-1853.

Jovic, S. M., 2010. Geología y Metalogénesis de las mineralizaciones polimetálicas del área El Tranquilo (Cerro León), sector central del Macizo del Deseado, Provincia de Santa Cruz. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata (inédita), 278p., La Plata.

Kiliias, S.P., Naden, J., Cheliotis, I., Shepherd, T.J., Constandinidou, H., Crossing, J. y Simos, I., 2001, Epithermal gold mineralisation in the active Aegean volcanic arc: The Profitis Ilias deposit, Milos Island, Greece: *Mineralium Deposita*, v. 36, p. 32-44.

La Josefina and La Valenciana projects, Geology and Resources Summary, inédito, p. 68-100. Cerro Cazador SA., Hunt Mining Corp.

Leach, T. y Corbett, G. 2008. Fluid mixing as a mechanism for bonanza grade epithermal gold formation. Terry Leach Symposium, Australian Institute of Geoscientist, Bulletin 48: 82-92. Sidney.

Lepeltier, C., 1969. A simplified statistical treatment of geochemical data by graphical representation. Economic Geology, 64:538-550.

Lesta, P., 1968. Estratigrafía de la Cuenca del Golfo San Jorge. 3º Jornadas Geológicas Argentinas, 1: 251-280. Buenos Aires.

Lesta, P., 1969. Algunas nuevas comprobaciones en la geología de la Patagonia. Anales 4º Jornadas Geológicas Argentinas, 2: 187-194

Lesta, P. y R. Ferello, 1972. Región extraandina de Chubut y norte de Santa Cruz. En: Geología Regional Argentina (ed. Leanza), Academia Nacional de Ciencias Córdoba: 601-653.

Lindgren, W., 1933. Mineral deposits, 4th ed.: New York, McGraw-Hill, 930 p.

Loomis, F. B. 1914. The Deseado Formation of Patagonia. Concord, New Haven. 232 pp.

Loske, W., Márquez, M., Giacosa, R., Pezzuchi, H. y Fernández, M., 1999. U/Pb geochronology of pre-Permian basement rocks in the Macizo del Deseado, Santa Cruz province, Argentine Patagonia. 14º Congreso Geológico Argentino, Resúmenes, p. 102. Salta

Marchev, P., Downes, H., Thirlwall, M. F. y Moritz, R., 2002. Small-scale variations of  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  isotope composition of barite in the Madjarovo low-sulphidation epithermal system, SE Bulgaria: implications for sources of Sr, fluid fluxes and pathways of the ore-forming fluids. Mineralium Deposita, 37, 669-677.

Marshall, L. G., Pascual, R., Curtis, G. y Drake, R., 1977. South American Geochronology: Radiometric time-scale for Middle to Late Tertiary Mammal-bearing Horizons in Patagonia. Science, 195: 1325-1328.

Méndez, C. C., 2006. Evaluación geológica-minera del Prospecto La Valenciana, Macizo del Deseado, Provincia de Santa Cruz, Argentina. Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas, 9(17), 30-39.

Moreira, P., 2005. Geología y metalogénesis del distrito La Josefina, macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata).

Moreira, P., González, P. D., Fernández, R., Echeveste, H., Schalamuk, I., y Etcheverry, R., 2005. El basamento metamórfico de muy bajo a bajo grado de las estancias La Modesta y La Josefina, macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 60(1), 049-063.

Navarrete, C., Gianni, G., Encinas, A., Márquez, M., Kamerbeek, Y., Valle, N. y Folguera, A., 2019a. Upper Triassic to Middle Jurassic geodynamic evolution of southwestern Gondwana: from a large flat-slab to a mantle plume suction in a rollback subduction setting. Earth Sci. Rev. 194, 125-159.

Navarrete, C., Bastías-Silva, J., Gianni, G., Jalfin, G., Guerra, G., Hurley, M., Chew, D., Turra, J. M., Ocampo, M., Lastra, M. B., Herbtst, N., Iglesias, M., Perez Frasette, M. y Drakou, F., 2023. Late Paleozoic-Jurassic tectonic evolution of the eastern Deseado Massif in central-southern Patagonia. *Journal of Geodynamics*, 158, 101997.

Ortmann, A. T., 1902. Tertiary invertebrates: Report of the Princeton University Expedition to Patagonia, v. 4, no. 2, p. 45-332.

Páez, G. N., 2012. Génesis del yacimiento de metales preciosos Mina Martha, sector sudoccidental del Macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz (Tesis doctoral, Universidad Nacional de La Plata), 240p.

Palma, M. A., 1989. Los eventos geológicos del Macizo del Deseado durante la evolución tectónica del Continente Austral. *Actas Reunión sobre Geotransectas de América del Sur, Mar del Plata*, 97-101.

Pankhurst, R., Rapela, C., y Márquez, M., 1993. Geocronología y petrogénesis de los granitoides jurásicos del noreste del Macizo del Deseado. In XII Congreso Geológico Argentino, Actas (Vol. 4, pp. 134-141).

Pankhurst, R. J., Sruoga, P. y Rapela, C.W., 1993. Estudio geocronológico Rb-Sr de los Complejos Chon Aike y El Quemado a los 47°30' L.S. XII Congreso Geológico Argentino, Actas IV: 171-178.

Pankhurst, R.S. y Rapela, C.W. 1995. Production of Jurassic rhyolite by anatexis of the lower crust of Patagonia. *Earth and planetary Science Letters* 134: 23-36.

Pankhurst, R. J., Leat P.T., Sruoga P., Rapela C.W., Márquez M., Storey B.C. y Riley T.R., 1998. The Chon Aike province of Patagonia and related rocks in West Antarctica: A silicic large igneous province. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 81: 113-136.

Pankhurst, R. J.; Rile, T. R.; Fanning, C. M. y Kelley, S. P., 2000. Episodic Silicic Volcanism in Patagonia and the Antarctic Peninsula: Chronology of magmatism associated with the Breakup of Gondwana. *Journal of Petrology*, Volume 41, N°5: 605-625.

Pankhurst, R.J., Rapela, C.W., Loske, W., Márquez, M. y Fanning, C.M., 2003. Chronological study of the pre-Permian basement rocks of southern Patagonia. *Journal of South American Earth Sciences*, 16 (1): 27-44. Columbia.

Pankhurst, R. J., Rapela, C. W., Fanning, C., y Márquez, M. 2006. Gondwanide continental collision and the origin of Patagonia. *Earth-Science Reviews*, 76: 235257

Panza, J.L., 1981. Descripción geológica de las Hojas 46e «Gran Laguna Salada» y 47f «Meseta Cuadrada», provincia del Chubut. Servicio Geológico Nacional, 227 p., (inédito). Buenos Aires: Dirección Nacional de Minería y Geología.

Panza, J.L., 1982. Descripción geológica de las Hojas 53e “Gobernador Moyano” y 54e “Cerro Vanguardia”. Servicio Geológico Nacional, 197 p. (inédito). Buenos Aires: Dirección Nacional de Minería y Geología.

Panza, J. L., 1984. Descripción geológica de las Hojas 54f "Bajo La Leona" y 54g "Bahía Laura", provincia de Santa Cruz. Servicio Geológico Nacional, 170 p. (inédito). Buenos Aires: Dirección Nacional de Minería y Geología.

Panza, J.L., 1986. Descripción geológica de las Hojas 53d, "La Manchuria", provincia de Santa Cruz. Servicio Geológico Nacional: 141 pp. (inédito). Buenos Aires: Dirección Nacional de Minería y Geología.

Panza, J., Irigoyen, M. y Genini, A. 1994. Hoja Geológica 4969-IV Puerto San Julián. Secretaría de Minería, Dirección Nacional del Servicio Geológico, Boletín 211 (nueva serie), 78 p.

Panza, J.L.A. Márquez, M.J. y Godeas, M., 1994. Hoja Geológica 4966-I/II Bahía Laura. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Boletín 214, 84p.

Panza, J. L. A., Zubía, M. A., y Godeas, M. C., 1994. Hoja Geológica 4969-II Tres Cerros. Secretaría de Minería, Dirección Nacional del Servicio Geológico, Boletín 239, 104 p.

Panza, J. L. A., Marín, G., y Zubía, M. A., 1998. Hoja Geológica 4969-I Gobernador Gregores. Secretaría de Minería, Dirección Nacional del Servicio Geológico, Boletín 213, 104 p.

Panza, J. L. A., Cobos, J. C., Zubía, M. A., y Franchi, M., 2001. Hoja Geológica 4769-III Destacamento La María. Secretaría de Minería, Dirección Nacional del Servicio Geológico, Boletín 296, 81 p.

Panza, J. L. A., Genini, A., y Franchi, M., 2001. Hoja Geológica 4769-IV Monumento Natural Bosques Petrificados. Secretaría de Minería, Dirección Nacional del Servicio Geológico, Boletín 258, 110 p.

Panza, J. L., y Franchi, M. R., 2002. Magmatismo basáltico cenozoico extrandino. En Geología y Recursos Naturales de Santa Cruz. Relatorio del XV Congreso Geológico Argentino (pp. 201-236).

Panza, J. L., y Haller, M. J., 2002. El volcanismo jurásico. En Geología y recursos Naturales de Santa Cruz. Relatorio del XV Congreso Geológico Argentino (pp. 89-102).

Paredes, J. M., Allard, J. O., Foix, N., Álvarez, B., y Olazábal, S. X., 2014. Sedimentología y perfiles de rayos gamma de la Formación Pozo D-129 (Aptiano) en la Sierra de San Bernardo, Chubut. In Actas IX Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, IAPG (pp. 455-479).

Parras, A., Griffin, M., Feldmann, R., Casadío, S., Schweitzer, C., y Marenssi, S., 2008. Correlation of marine beds based on Sr-and Ar-date determinations and faunal affinities across the Paleogene/Neogene boundary in southern Patagonia, Argentina. Journal of South American Earth Sciences, 26(2), 204-216.

Pascual, R. y Odreman Rivas, O., 1971. Evolución de las comunidades de los vertebrados del Terciario argentino. Los aspectos paleozoogeográficos y paleoclimáticos relacionados. Ameghiniana, Revista de la Asociación Paleontológica Argentina, 7 (3-4): 372- 402. Buenos Aires.

Pearce, J. A., 1983. Role of the sub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margins.

Pearce, J. A., 1996. A user's guide to basalt discrimination diagrams. Trace element geochemistry of volcanic rocks: applications for massive sulphide exploration. Geological Association of Canada, Short Course Notes, 12, 79-113.

Perez Frasette, M., Navarrete, C. y Bastias-Silva, J., 2023. Nuevas ideas a partir del estudio de la Formación Bajo Grande y su desvinculación del Complejo Volcánico Bahía Laura, Macizo del Deseado, Santa Cruz, Argentina. Actas del 14º Congreso de Mineralogía, Petrología ígnea y Metamórfica y Metalogénesis. Revista de la Asociación Geológica Argentina, p. 214-215.

Pezzuchi, H., 1978. Estudio geológico de la zona de Ea. Dos Hermanos, Ea. 25 de Marzo y adyacencias, Dpto. Deseado, Provincia de Santa Cruz, Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo (UNLP), La Plata. Inédito.

Pezzi, E., 1970. Informe geológico zonas cerro Huemul y estancia la Josefina, Santa Cruz. Yacimientos Petrolíferos Fiscales (inédito), 157. Buenos Aires, 21 p.

Pöthe de Baldis, D., 1982. Estudio palinológico de muestras correspondientes a la Hoja 54e. Servicio Geológico Nacional, Informe N° G1216 (inédito), 15 p.

Portfolio of Mining Projects 2022. Ministerio de Desarrollo Productivo, Secretaría de Minería, Argentina, 8 p. [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/portfolio\\_of\\_mining\\_projects\\_2022.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/portfolio_of_mining_projects_2022.pdf).

Ramos, V., 1984. Patagonia: ¿Un continente Paleozoico a la deriva? 9º Congreso Geológico Argentino, Actas II: 311-325.

Ramos, V. A., 2008. Patagonia: a Paleozoic continent adrift?. Journal of South American Earth Sciences, 26(3), 235-251.

Ramos, V. A., y Naipauer, M., 2014. Patagonia: where does it come from?. Journal of Iberian Geology 40 (2), p 367-379.

Rapalini, A.E., 2005: The accretionary history of southern South American from the ñatest proterozoic to the Late Paleozoic: some paleomagnetic constraints. In: Vaughan, A.P., Leat, P.T. and Pankhurst, R.J. (eds.), Terrane Processes at the margins of Gondwana. Geological Society, London, Special Publications 246, 305-328.

Reig, O., 1961. Noticia sobre un nuevo anuro fósil del Jurásico de Santa Cruz (Patagonia). Revista de la Asociación Paleontológica Argentina, 2(5): 73-78.

Riley, T. R., Leat, P. T., Pankhurst, R. J., y Harris, C., 2001. Origins of large volume rhyolitic volcanism in the Antarctic Peninsula and Patagonia by crustal melting. Journal of petrology, 42(6), 1043-1065.

Roll, A., 1938. Estudio geológico de la zona al sur del curso medio del río Deseado. Boletín Informaciones Petroleras, reimpresión Tomo 15 (163): 17 - 83. Buenos Aires.

Saunders, J.A., 1996. Retardation of boiling and the genesis of shallow bonanza epithermal gold deposits: evidence from the Sleeper deposit, Nevada: Geological Society of America, Abstracts with Programs, Denver Col., A-94.

Schalamuk, I., De Barrio, R., Zubia, M., Genini, A. y Valvano, J., 2002. Mineralizaciones auroargentíferas del Macizo del Deseado y su encuadre metagénico, provincia de Santa Cruz. Relatorio XV Congreso Geológico Argentino, Ed. M. Haller, 679-714.

Schmid, R., 1981. Descriptive nomenclature and classification of pyroclastic deposits and fragments. *Geologische Rundschau*, 70(2), 794-799.

Shand, S.J., 1943. The eruptive rocks: 2nd edition, John Wiley, New York, 444 p.

Sillitoe, R.H., 1995. The influence of magmatic-hydrothermal models on exploration strategies for volcano-plutonic arcs, in Thompson, J.F.H. (ed.), *Magmas, Fluids and Ore Deposits: Ontario, Mineralogical Association of Canada, Short Course Series*, 23, 511-525.

Sillitoe, R. H., y Hedenquist, J. W., 2003. Linkages between volcanotectonic settings, ore-fluid compositions, and epithermal precious metal deposits. *Society of Economic Geologists Special Publication* 10, p. 315-343.

Simmons, S. F., White, N. C. y John, D., 2005. Geological characteristics of epithermal precious and base metal deposits: *Economic Geology* 100th Anniversary Volume, p. 485-522.

Simpson, G.C., 1933. Stratigraphic nomenclature of the early Tertiary of central Patagonia. *American Museum, Novitates*, 644: 1-13. New York

Stipanicic, P. y Reig, A. O., 1955. Breve noticia sobre el hallazgo de anuros en el denominado «Complejo Porfírico de la Patagonia extraandina; con consideraciones acerca de la composición geológica del mismo. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 10 (4): 215-233. Buenos Aires.

Stipanicic, P. y Reig, A. O., 1956. El «Complejo Porfírico de la Patagonia extraandina» y su fauna de anuros. *Acta Geológica Lilloana*, 1: 185-297. Tucumán.

Stipanicic, P., 1957. El Sistema Triásico en la Argentina. *XXº Congreso Geológico Internacional*. Sec. II. México.

Stipanicic, P. y M. Bonetti, 1970. Posiciones estratigráficas y edades de las principales floras jurásicas argentinas. II Floras doggerianas y málmicas. *Ameghiniana*, Revista de la Asociación Paleontológica Argentina, 7(2): 101-118.

Stoffregen, R.E., 1987. Genesis of acid-sulfate alteration and Au-Cu-Ag mineralization at Summitville, Colorado: *Economic Geology*, Y. 82, p. 1575-1591.

Suárez, M., Márquez, M., De La Cruz, R., Navarrete, C. y Fanning, M. 2014. Cenomanian-? early Turonian minimum age of the Chubut Group, Argentina: SHRIMP U-Pb geochronology. *Journal of South American Earth Sciences* 50: 67-74.

- Tauber, A. A., 1997. Bioestratigrafía de la Formación Santa Cruz (Mioceno inferior) en el extremo sudeste de la Patagonia. *Ameghiniana*, 34(4), 413-426.
- Teruggi, M.E. y Rossetto, H., 1963. Petrología del Chubutiano del codo del río Senguerr. *Boletín Informaciones Petroleras*, 354: 18– 35. Buenos Aires
- Turic, M.A., 1969. Perfiles estratigráficos al sur del curso medio del río Deseado, entre Punta España y Meseta Baqueró, provincia de Santa Cruz. *Yacimientos Petrolíferos Fiscales*, 55 p., (inédito).
- Tyrrell, G. W., 1932. The basalts of Patagonia. *Journal of Geology*, 40: 374- 383.
- Uliana, M. A., K. T. Biddle, D. W. Phelps y D. A. Gust, 1985. Significado del volcanismo y extensión mesojurásicos en el extremo meridional de Sudamérica. *Revista de la Asociación Geológica Argentina, Revista*, 40 (3-4) 231 - 253.
- Vallati, P., 2013. A mid-Cretaceous palynoflora with *Tucanopollis crissopolensis* from D-129 formation, San Jorge Gulf basin, Argentina. *Revista Brasileira de Paleontología*, 16: 237-244.
- Viera, R., Pezzuchi, H., 1976. Presencia de sedimentitas pérmicas en contacto con rocas del “Complejo metamórfico” de la Patagonia Extraandina, Ea Dos Hermanos, provincia de Santa Cruz. *Revista Asociación Geológica Argentina. Tomo XXXI* (4), p. 281-283.
- Volkov, A. V., Chizhova, I. A., Alekseev, V. Y., y Sidorov, A. A., 2013. Variations of the Ag/Au index in epithermal deposits. In *Doklady Earth Sciences* (Vol. 452, No. 1, p. 911). Springer Nature BV.
- Wang, L., Qin, K. Z., Song, G. X., y Li, G. M., 2019. A review of intermediate sulfidation epithermal deposits and subclassification. *Ore Geology Reviews*, 107, 434-456.
- White, N. C., y Hedenquist, J. W., 1995. Epithermal gold deposits: styles, characteristics and exploration. *SEG newsletter*, (23), 1-13.
- Whitney, D. L., y Evans, B. W., 2010. Abbreviations for names of rock-forming minerals. *American Mineralogist*, 95(1), 185-187.
- Wichmann, R., 1922. Observaciones geológicas en el Gran Bajo de San Julián y sus alrededores (Territorio de Santa Cruz). *Dirección General de Minas, Boletín 30B*: p. 1-34.
- Winchester, J. A., y Floyd, P. A., 1977. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chemical geology*, 20, 325-343.
- Wind, S. C., Hannington, M. D., Schneider, D. A., Fietzke, J., Kilias, S. P. y Bruce Gemmell, J., 2023. Origin of Hydrothermal Barite in Polymetallic Veins and Carbonate-Hosted Deposits of the Cyclades Continental Back Arc. *Economic Geology*, 118(8), 1959-1994.

Wilckens, O., 1905. Die meeresablagerungen der Kreide-und tertiär formation in Patagonien: Neues Jahrbuch Mineralogie Geologie und Paläontologie, B, v. 21, p. 98-195.

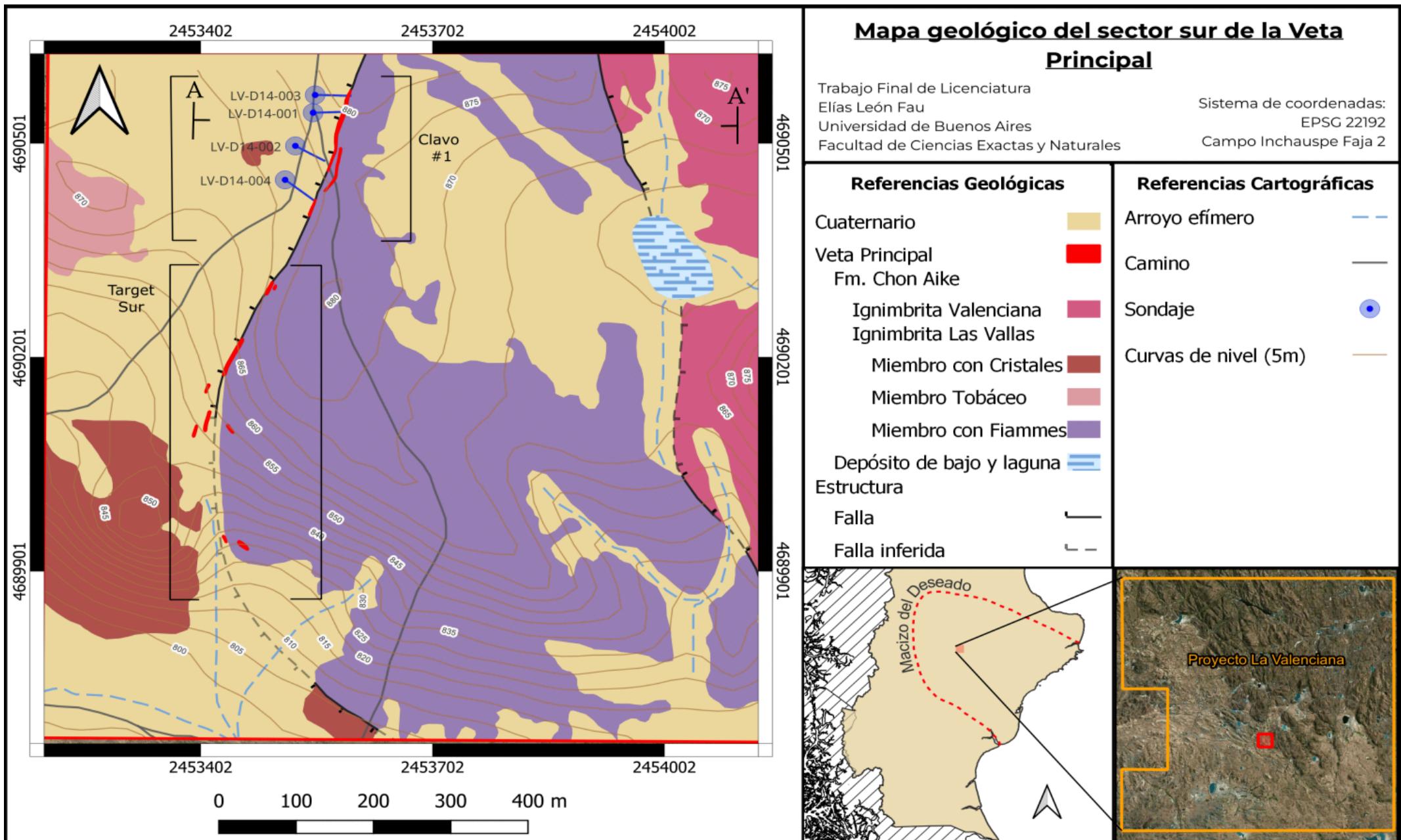
Windhausen, A., 1924. Líneas generales de la constitución geológica de la región situada al oeste del Golfo de San Jorge: Informe sobre reconocimientos efectuados en los años 1919-1923. Academia Nacional de Ciencias de Córdoba. Boletín 27: 167-320. Córdoba.

Windhausen, A., 1931. Geología Argentina. En: Geología Histórica y Regional del Territorio Argentino (Segunda Parte). Editorial Peuser. (Buenos Aires), 1-40.

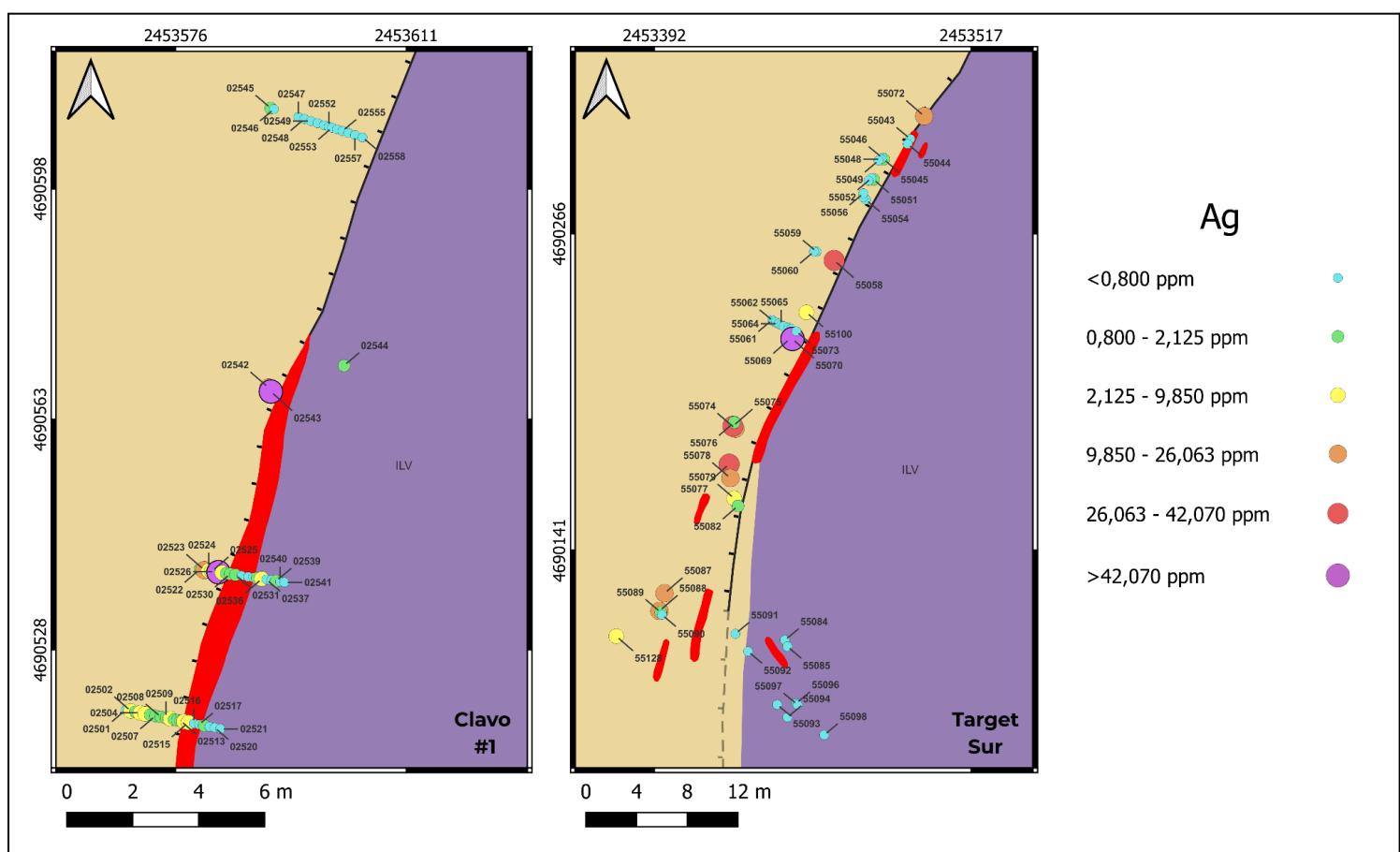
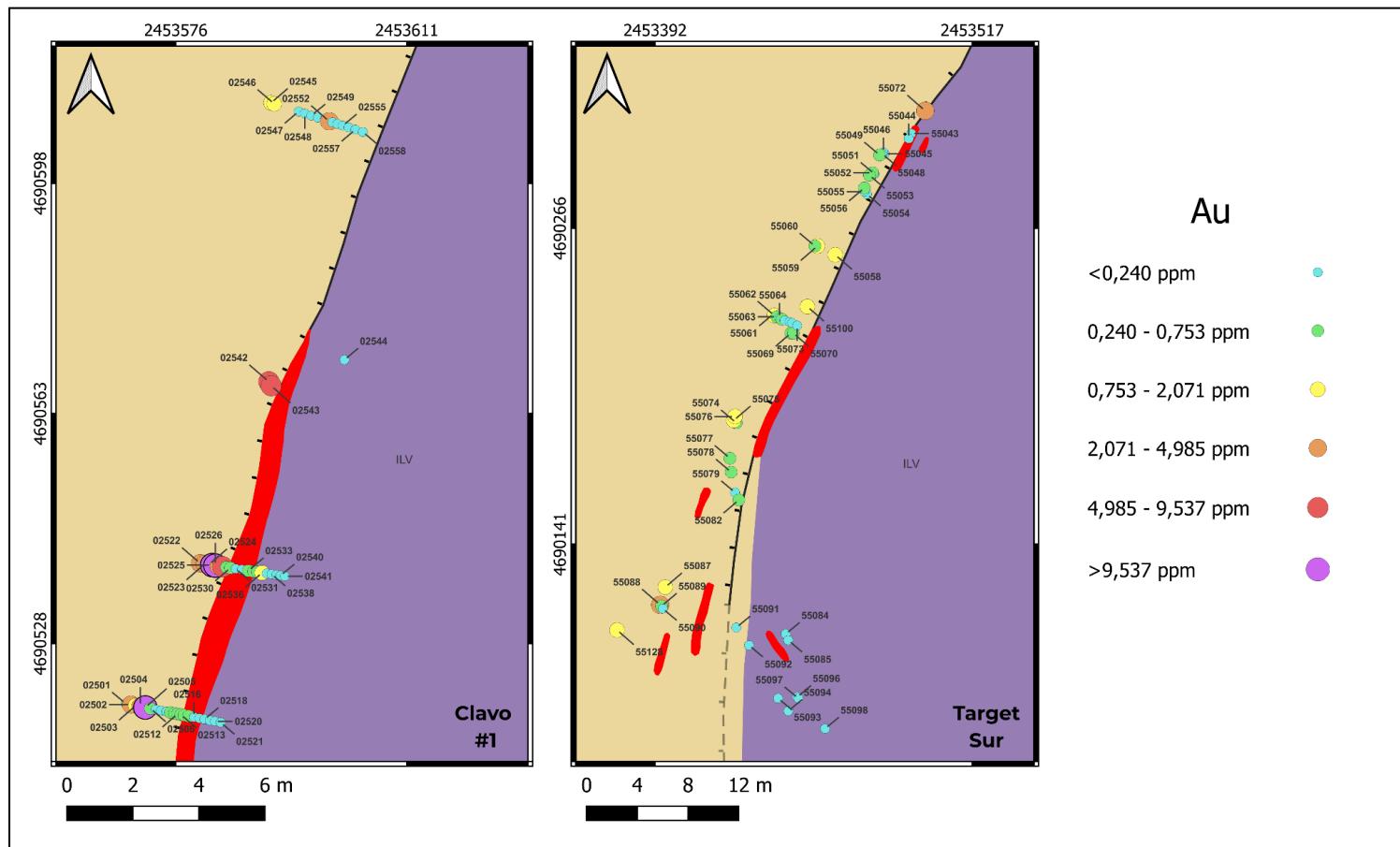
Zambrano, J. y C. Urien, 1970. Geological outline of the basins in Southern Argentina and their continuation off the Atlantic shore. Journal of Geophysical Research, 75(8): 1363-1396.

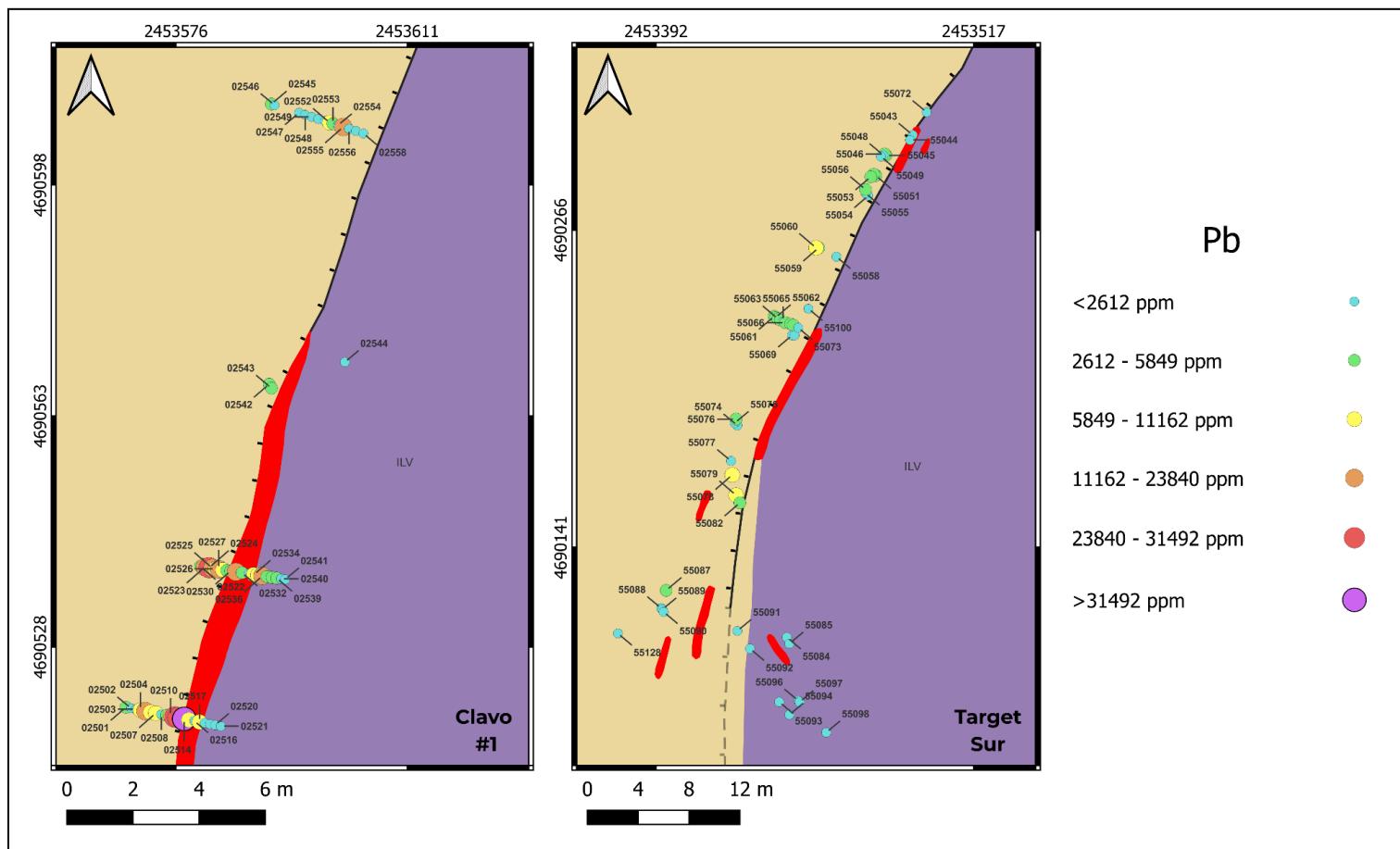
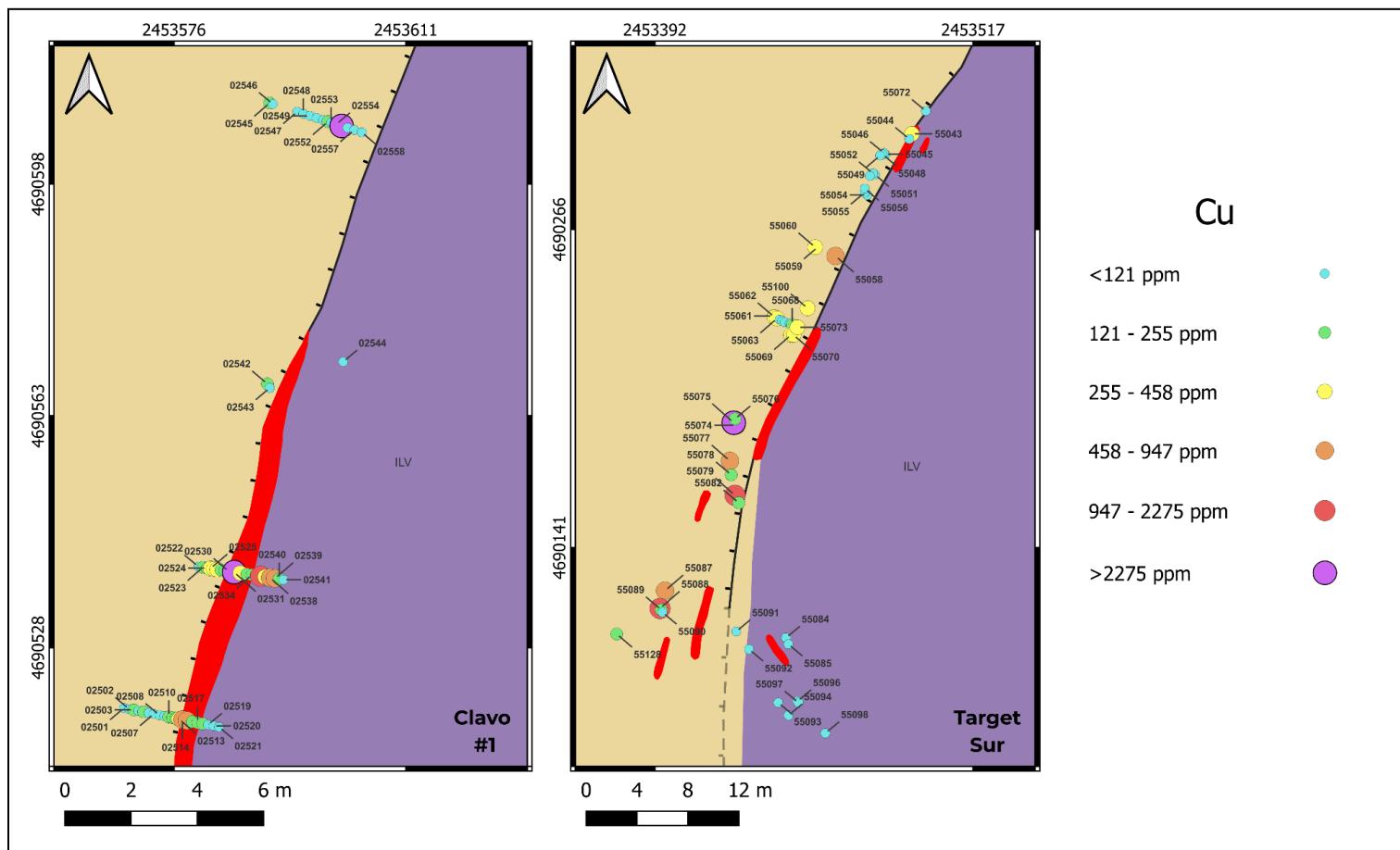
Zubia, M. A., Genini, A. D., y Schalamuk, I. B. A., 1999. Yacimiento Cerro Vanguardia, Santa Cruz. Anales del Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 35: 1189- 1202.

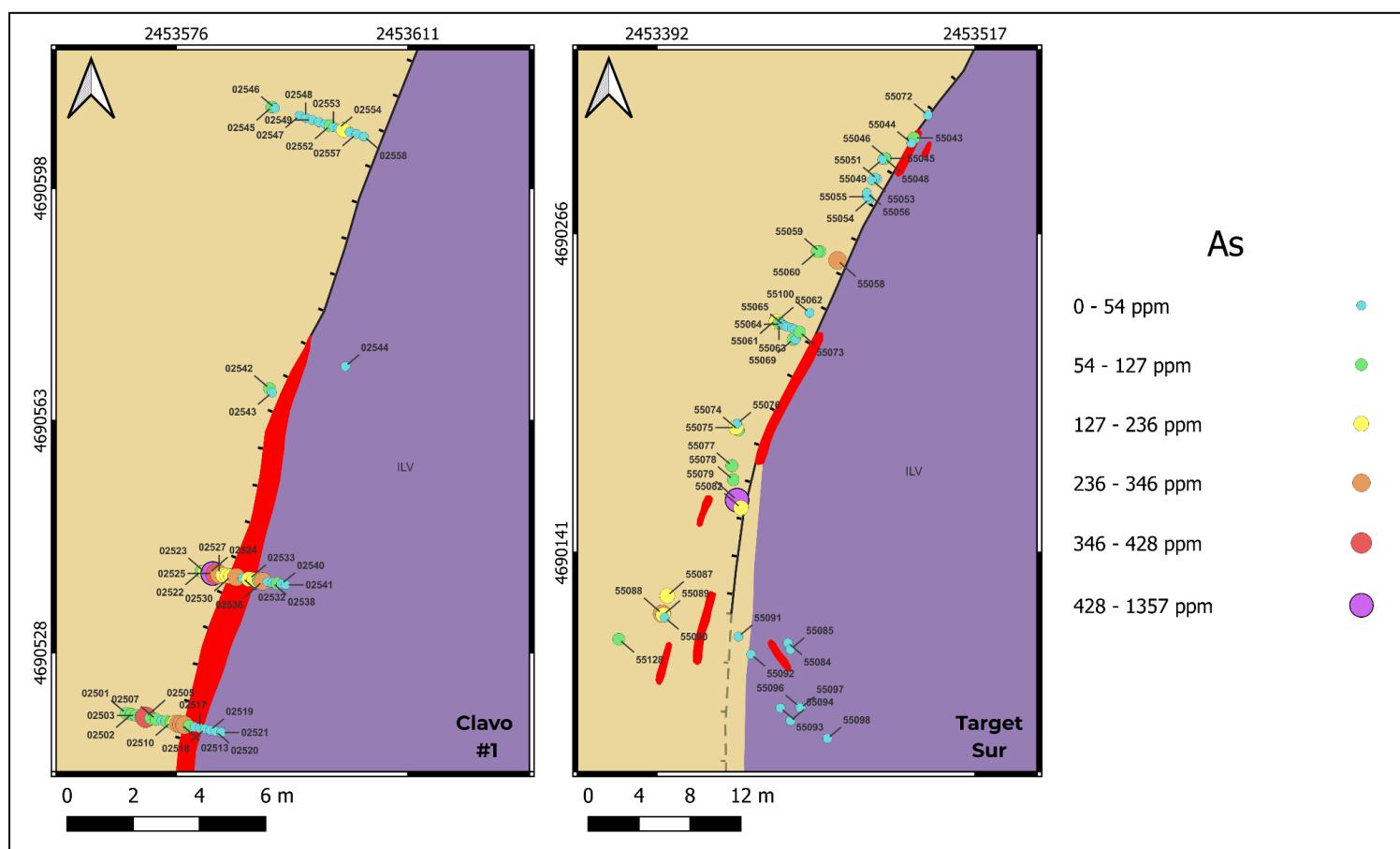
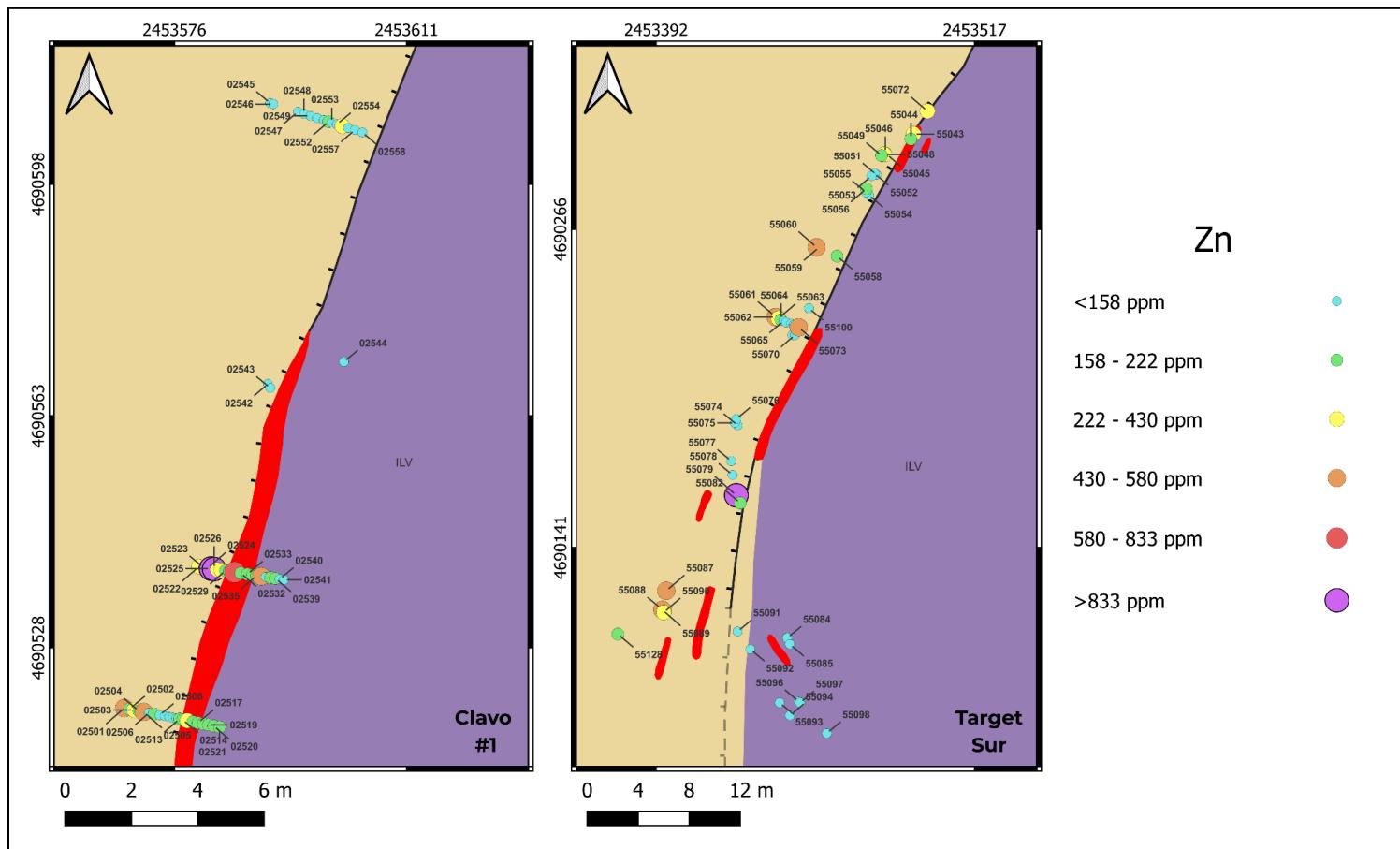
## 8. Anexo I: Mapa geológico de la región de estudio



## 9. Anexo II: Mapas de ubicación de las muestras de geoquímica de metales







## 10. Anexo III: Descripción de cortes petrográficos y calcográficos

<b>Muestra:</b> 270155	<b>Corte:</b> Petrográfico	<b>Ubicación (Pozo):</b> 47° 56' 10,17"S; 69° 37' 19,91"O
<b>Pozo:</b> DDH; LV-D14-004; Desde: 22,7 mmbp; Hasta: 23 mbbp		
<b>Descripción Macroscópica</b>		
Roca de color castaño oscuro con tonalidades rosadas, textura porfírica, formada por una matriz de grano fino, fragmentos de cristales y litoclastos. Los cristaloclastos predominan por sobre los litoclastos, y comprenden feldespato, cuarzo y biotita. Los cristaloclastos que más abundan son los de feldespato que se presentan euhedrales, con hábito tabular, con tonalidades blanquecinas a rosadas pálidas, y alcanzan hasta 3 mm de largo en su eje mayor. Le sigue en abundancia el cuarzo, que se presenta anhedral a subhedral, de tonalidades grisáceas oscuras y alcanza hasta 5 mm de largo. Por último, se observa biotita con hábito laminar en secciones hexagonales. Los individuos alcanzan tamaños de 1,5 mm, y presentan una tonalidad verde oscura. Los litoclastos, muy poco abundantes, alcanzan hasta 6 mm de diámetro, y presentan una tonalidad rojiza más intensa que la matriz de la roca. Tienen textura porfírica con fenocristales de hasta 0,5 mm de feldespato de color blanco y cuarzo.		
<b>Descripción Microscópica</b>		
<b>Clasificación:</b> Lapillita Cristalina.		
<b>Textura:</b> Vitroclástica.		
<b>Cristaloclastos (85%)</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>- <u>Cuarzo</u>: Cristaloclastos anhedrales, de bordes subredondeados a subangulosos. Presentan extinción tipo relámpago, en ocasiones levemente ondulosa, y tamaños que van desde los 0,1 hasta los 5,5 mm. Se encuentran muy fracturados, y frecuentemente presentan bordes engolfados. Están acompañados por cristales de anatasa, con una suave tonalidad amarillenta y un tamaño promedio de 0,02 mm.</li></ul>		
<ul style="list-style-type: none"><li>- <u>Biotita</u>: Cristaloclastos de hábito laminar, con tamaños que van desde los 0,1 hasta los 1,5 mm a lo largo de su eje mayor. En general se encuentran poco deformados, a excepción de algunos individuos levemente curvados hacia los extremos. Presentan fuerte pleocroísmo, de verde oscuro intenso a verde claro con tonalidades castañas y suave alteración a cloritas. Tienen numerosas inclusiones de cristales de anatasa, de tonalidades amarillentas y con hábito prismático e inclusiones de minerales opacos siguiendo el clivaje.</li></ul>		
<ul style="list-style-type: none"><li>- <u>Feldespato</u>:</li></ul>		

- *Plagioclasa*: Cristaloclastos anhedrales a subhedrales, de hábito tabular con tamaños que van desde los 0,1 hasta los 3,5 mm a lo largo de su eje mayor, y con macla polisintética. Presentan suave alteración argílica en forma de agregados terrosos sericítico-arcillosos de tonalidades castañas hacia los bordes de los individuos (probablemente de illita) y suave a moderada albitización hacia el centro de los mismos, en forma de parches con presencia de macla polisintética, los cuales cubren gran parte de los cristaloclastos.
- *Feldespato potásico*: Cristaloclastos anhedrales a subhedrales, de hábito tabular con tamaños que van desde los 0,01 hasta los 0,2 mm en su eje mayor y macla en dos individuos. Presentan un aspecto muy inhomogéneo (posible sanidina) y suave alteración sericítica en venillas.
- *Minerales opacos*: Presentan un tamaño promedio de 0,25 mm de diámetro y tintes rojos intensos. Son generalmente anhedrales, aunque algunos individuos presentan hábito cúbico o acicular.

**Vitroclastos (12%)**: Los fragmentos vítreos están esencialmente constituidos por fiammes con textura eutaxítica poco marcada, y según una dirección preferencial. Presentan tamaños que van desde los 0,5 hasta los 1,2 mm a lo largo de su eje mayor, y se encuentran moderadamente desvitrificados, con texturas mayoritariamente de tipo axiolíticas, aunque en ocasiones se observan texturas radiales y plumosas. En menor medida se observan algunos fragmentos pumíceos poco deformados.

**Litoclastos (3%)**: Son escasos, y presentan tamaños de hasta 3,7 mm. Tienen textura micrograna equigranular y están compuestos por plagioclasa en individuos de hábito tabular corto y con una suave alteración a sericita y arcillas, cuarzo en cristales euhedrales y con extinción tipo relámpago a levemente ondulosa, y biotita de hábito laminar y fuertemente pleocroica, de color castaño verdoso oscuro a claro. También se reconoce moderada cantidad de minerales opacos, de hábito cúbico y un tamaño promedio de 0,2 mm. De acuerdo a su composición modal, los litoclastos corresponden a dacitas.

**Matriz**: La matriz de la roca es vítreo, y está constituida tanto por vidrio como por trizas. El vidrio predomina sobre las trizas, presentando tonalidades castañas oscuras a claras, y localmente se observa con textura pseudofluidal, evidenciando el elevado grado de soldadura de la roca. Internamente presenta una suave impregnación de óxidos de hierro, de tonalidades rojizas, asociado a una posible desvitrificación incipiente. Además, presenta por sectores grandes parches de hasta 1,3 mm de largo donde se observa desvitrificación con textura radial y esferulítica. Las trizas son monoaxónas, con tamaños de entre 0,1 y 0,2 mm de largo en su eje mayor, y están orientadas en una dirección preferencial.

**Grado, distribución y asociación de alteración**: Suave sericitización en forma de venillas de mica blanca y argilización en forma de agregados arcillosos.

<b>Muestra:</b> 270156	<b>Corte:</b> Petrográfico	<b>Ubicación (Pozo):</b> 47° 56' 7,14"S; 69° 37' 18,14"O
<b>Pozo:</b> DDH; LV-D14-001; Desde: 69,63 mbbp; Hasta: 69,95 mbbp		
<b>Descripción Macroscópica</b>		
<p>Roca de color gris claro con tonalidad rosa pálido, formada por vitroclastos y cristaloclastos inmersos en una matriz de grano fino. Los fragmentos que más abundan son los vitroclastos que corresponden a fiammes de hasta 30 mm de largo, de color blanco, con textura eutaxítica siguiendo una dirección preferencial. Dentro de los cristaloclastos predominan los individuos de cuarzo, los cuales se presentan euhedrales a subhedrales, y con un tamaño promedio de 2 mm. En cuanto a la matriz, esta presenta fragmentos de trizas vítreas elongadas en una dirección, de color blanco pálido, con un tamaño menor a 0,5 mm de largo. Se observa un sector de la roca que presenta venillas de 1 mm de ancho compuestas por óxidos, las cuales muestran un halo de oxidación hacia los laterales.</p>		
<b>Descripción Microscópica</b>		
<p><b>Clasificación:</b> Lapillita Vítrea.</p> <p><b>Textura:</b> Eutaxítica.</p> <p><b>Vitroclastos (80%):</b> La fracción vitroclástica está constituida por fiammes de entre 1 y 4,2 mm de largo en su eje mayor, con textura eutaxítica y elongados según una dirección preferencial. Se encuentran desvitrificados con textura mayoritariamente radial, y en ocasiones axiolítica. Presentan suave alteración sericítica, en venillas y parches blanquecinos de mica blanca de grano fino. En menor medida se observan algunos fragmentos pumíceos poco deformados.</p> <p><b>Cristaloclastos (20%)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Cuarzo:</b> Cristaloclastos euhedrales a subhedrales, muy fracturados y con frecuentes bordes engolfados. Presentan extinción que varía entre relámpago, ondulosa y fragmentosa, y tamaños entre 0,2 y 1,6 mm en su eje mayor. Algunos individuos presentan en sus bordes crecimientos de cuarzo secundario.</li> <li>- <b>Biotita:</b> Cristaloclastos con hábito laminar y tamaño promedio de 0,8 mm. Se encuentran completamente alterados a sericita acompañada de abundante anatasa, y presentan impregnaciones limoníticas de color rojo a castaño oscuro.</li> </ul>		

- **Feldespato potásico:** Cristaloclastos euhedrales a subhedrales, de hábito tabular y aspecto inhomogéneo (posible sanidina) con tamaños que van desde los 0,4 hasta los 2 mm de largo en su eje mayor, ocasionalmente con macla en dos individuos. Presentan suave a moderada alteración sericítica y moderada feldespatización en forma de venillas y moteados de albita.

**Matriz:** Presenta textura felsítica y en ella se reconocen fantasmas de trizas mayoritariamente monoaxonas, y escasas biaxonas. Presentan un tamaño promedio de 0,1 mm de largo en su eje mayor, y tienen un tamaño de desvitrificación ligeramente mayor que la matriz. Se observan sectores de la matriz con parches de cuarzo con arreglo criptocristalino y sectores con fuerte impregnación limonítica de color rojo a castaño oscuro.

**Venas:** Presentan un ancho de 0,02 mm, y se encuentran llenas de muscovita de grano fino.

**Grado, distribución y asociación de alteración:** Suave a moderada sericitización en venillas y parches de mica blanca de grano fino. Suave albitización en motas.

<b>Muestra:</b> 270157	<b>Corte:</b> Petrográfico	<b>Ubicación (Pozo):</b> 47° 56' 8,62"S; 69° 37' 19,27"O
------------------------	----------------------------	----------------------------------------------------------

**Pozo:** DDH; LV-D14-002; Desde: 24,5 mbbp; Hasta: 25 mbbp

#### **Descripción Macroscópica**

Roca de color castaño oscuro con tonalidades rosadas y textura porfírica, formada por fragmentos de cristales y líticos inmersos en una matriz de grano fino. Los cristaloclastos abundan por sobre los litoclastos, y corresponden a feldespato, cuarzo y biotita. Los cristaloclastos que más abundan son los de plagioclasa, que se presentan con hábito tabular y color blanco a rosado pálido, con tamaños que alcanzan los 4 mm de largo en su eje mayor. Le sigue en abundancia la biotita, que se presenta con hábito laminar y en secciones hexagonales, de color verde oscuro y con tamaños de hasta 1,5 mm. Por último se observan cristaloclastos de cuarzo, que se presentan anhedrales a subhedrales, y alcanzan hasta 2 mm de largo. Los litoclastos, poco abundantes, alcanzan tamaños de 12 mm de diámetro, y presentan color rojo intenso. Presentan textura porfírica, con cristales de feldespato tabulares que alcanzan hasta 2 mm de largo, inmersos en una pasta de textura afanítica de color rojo oscuro.

#### **Descripción Microscópica**

**Clasificación:** Lapillita Cristalina.

**Textura:** Vitroclástica.

### **Cristaloclastos (60%)**

- Cuarzo: Cristaloclastos subhédrales a anhédrales, de bordes subredondeados a subangulosos. Presentan extinción fragmentosa, en ocasiones en mortero, y frecuentemente muestran bordes engolfados. Se observan numerosas caras basales hexagonales, euédrales. Presentan tamaños que van desde los 0,05 hasta los 2,5 mm de diámetro.
- Biotita: Cristaloclastos con hábito laminar, con tamaños que van desde 0,05 hasta 2,7 mm de largo en su eje mayor. En general son pleocroicas, desde un verde oscuro hasta un verde claro con tonalidades castañas. Algunos individuos presentan suave alteración a cloritas, mientras que otros presentan una intensa alteración a mica blanca, acompañada de abundante anatasita de tonalidades amarillento-verdosas y minerales opacos prismáticos. En ocasiones, los cristales presentan hacia los bordes una corona de minerales opacos.
- Plagioclasa: Cristaloclastos anhédrales a subhédrales, con hábito tabular y tamaños que van desde los 0,05 hasta los 1,8 mm de largo en su eje mayor, con macla polisintética. Tienen una moderada feldespatización en parches de albita con macla polisintética. Además, presentan suave alteración a agregados de arcillas castañas y venillas finas de sericitita.
- Anfíbol (¿?): Cristales completamente cribados con tamaños que van desde los 0,2 hasta los 1,2 mm de largo con las cribas llenas por agregados de plagioclasa con macla polisintética, y cuarzo en menor proporción, y presencia de una corona de minerales opacos. Se reconocen secciones basales hexagonales
- Minerales opacos: Cristaloclastos diseminados, anhédrales, desde tamaños menores a 0,01 mm hasta 0,5 mm de largo. Cristales con un hábito cúbico (posible pirita).

**Vitroclastos (36%)**: Los fragmentos vítreos corresponden a fiammes con textura eutaxítica, de hasta 2,2 mm de largo y alargados siguiendo una dirección preferencial. Presentan textura de desvitrificación axiolítica, y en menor medida radial.

**Litoclastos (4%)**: Los litoclastos son escasos, y alcanzan hasta 2,5 mm de diámetro. Presentan textura granosa inequigranular, y están compuestos mayoritariamente por cristales de plagioclasa, los cuales presentan tamaños que van desde los 0,5 hasta 1,15 mm de largo y macla polisintética. También se observa biotita con hábito laminar, tamaños de entre 0,3 y 1 mm de largo, y levemente pleocroicas, de castaño verdoso oscuro a claro. Presentan suave alteración a clorita e intensa alteración a muscovita. Además, presentan bordes de minerales opacos, en ocasiones cribas llenas por plagioclasa con macla polisintética, y en menor medida por cuarzo. Se observan también cristales de minerales máficos de secciones basales hexagonales, los cuales se encuentran cribados, presentan una corona de minerales opacos hacia los bordes, y están llenos por plagioclasa con macla polisintética y cuarzo.

**Matriz:** La matriz de la roca está compuesta por vidrio y por trizas. El vidrio tiene color castaño y textura pseudofluidal por sectores y variable grado de desvitrificación con presencia de textura radial y axiolítica. Se reconocen abundantes trizas monoaxónas, aplastadas y ligeramente orientadas en una dirección preferencial. Presentan un tamaño promedio de 0,2 mm en su eje mayor, y un grado de desvitrificación ligeramente mayor que la matriz.

**Grado y distribución de la alteración:** Suave argilización en agregados de arcillas, sericitización en venillas de mica blanca y albitización en parches.

<b>Muestra:</b> 270158	<b>Corte:</b> Petrográfico	<b>Ubicación (Pozo):</b> 47° 56' 6,33"S; 69° 37' 17,99"O
<b>Pozo:</b> DDH; LV-D14-003; Desde: 79,2 mbbp; Hasta: 79,6 mbbp		
<b>Descripción Macroscópica</b>		
Roca de color gris claro con tonalidad rosa pálido, textura eutaxítica, formada por vitroclastos y cristaloclastos inmersos en una matriz de grano fino. Los fragmentos que más abundan son los vitroclastos que corresponden a fiammes, de color blanco con textura eutaxítica alargada siguiendo una dirección preferencial y que alcanzan hasta 18 mm de largo. Incluyen ocasionalmente fragmentos de cristales, fundamentalmente de cuarzo. Los cristaloclastos son menos abundantes, y predominan los de cuarzo, los cuales se presentan euhedrales a subhedrales, y con un tamaño promedio de 1 mm. En menor medida se observan cristaloclastos de feldespato, de hábito tabular y color blanco, los cuales alcanzan tamaños de 3 mm de largo en su eje mayor. La matriz presenta trizas elongadas en una dirección, de color blanco y con un tamaño menor a 0,5 mm de largo. La roca presenta un moteado de color castaño claro de óxidos.		
<b>Descripción Microscópica</b>		
<b>Clasificación:</b> Lapillita Vítreo.		
<b>Textura:</b> Eutaxítica.		
<b>Vitroclastos (90%):</b> Corresponden a fiammes con textura eutaxítica que siguen una dirección preferencial. Presentan tamaños variables, los cuales van desde los 0,7 hasta los 8 mm de largo en su eje mayor y se encuentran completamente desvitrificados con textura principalmente radial y en menor proporción axiolítica. Presentan algunas inclusiones de cristaloclastos de cuarzo euhedrales, y en menor proporción de feldespato de aspecto inhomogéneo, subhedrales. Por sectores, los fiammes muestran una moderada alteración sericitica en parches.		

### **Cristaloclastos (10%)**

- Cuarzo: Cristaloclastos euhedrales a subhedrales, con extinción tipo relámpago. Presentan un tamaño promedio de 1 mm de diámetro.
- Feldespato
  - *Plagioclasa*: Cristaloclastos euhedrales a subhedrales de hábito tabular, con tamaño promedio de 1,2 mm de largo en su eje mayor. Se encuentran parcial a completamente reemplazados por agregados sericítico-arcillosos, lo cual les otorga una tonalidad castaña. Es muy frecuente la presencia de cristaloclastos de plagioclasa casi en su totalidad cribados en cuyas cribas se observan agregados de cuarzo de grano fino en los bordes, y hacia el centro agregados arcillosos finos, incoloros. En algunos de los individuos, es posible observar los relictos de los cristales primarios de plagioclasa, los cuales presentan macla polisintética.
  - *Feldespato potásico*: Cristaloclastos subhedrales, con un tamaño promedio de 0,8 mm, con aspecto inhomogéneo y macla en dos individuos (posible sanidina).

**Matriz:** Presenta textura felsítica, moderada argilización y una fina diseminación de minerales opacos, posiblemente de óxidos, con tamaños menores a los 0,05 mm. Se reconocen fantasma de trizas con tamaños promedio de 0,4 mm en su eje mayor, mayoritariamente monoaxonas, elongadas siguiendo una dirección preferencial, y de manera subordinada biaxonas. Presentan desvitrificación ligeramente más gruesa que la del vidrio.

Se observan pequeñas vesículas llenas por cuarzo hacia los bordes, con crecimiento de los cristales hacia el centro de las mismas. Suelen también funcionar de núcleos a partir de los cuales se genera un halo de oxidación alrededor.

**Grado, distribución y asociación de alteración:** Moderada sericitización en parches de mica blanca de grano fino.

<b>Muestra: 270159</b>	<b>Corte:</b> Petrográfico	<b>Ubicación (Superficie):</b> 47° 56' 6,33"S; 69° 37' 17,99"O
------------------------	----------------------------	----------------------------------------------------------------

### **Descripción Macroscópica**

Roca de color castaño oscuro con tonalidades verdosas y textura porfírica, compuesta por cristaloclastos y vitroclastos inmersos en una matriz de grano fino. Los cristaloclastos son de biotita, plagioclasa y cuarzo. Predominan por sobre el resto los de biotita que presentan hábito laminar y morfologías hexagonales, color verde oscuro con tonalidades castañas, y tamaños promedio de entre 1 y 3 mm. Le siguen en abundancia los cristaloclastos de plagioclasa, los cuales son de color blanco, euheredrales y de

hábito tabular, y alcanzan hasta 3 mm de largo. Por último se observan cristaloclastos de cuarzo subhédrales que alcanzan los 3 mm. Los vitroclastos corresponden a fiammes, de color verde oscuro y textura eutaxítica, elongados en una dirección preferencial, y que alcanzan tamaños de 20 mm de largo en su eje mayor, y suelen incluir cristaloclastos en su interior, mayoritariamente de plagioclasa.

## Descripción Microscópica

**Clasificación:** Lapillita Cristalina.

**Textura:** Vitroclástica.

### **Cristaloclastos (68%)**

- Cuarzo: Cristaloclastos subhédrales con extinción tipo relámpago, con tamaños que van entre los 0,05 hasta los 2,8 mm de diámetro, y frecuentemente con bordes engolfados. Se encuentran muy fracturados, con fracturas llenas por carbonatos.
- Biotita: Cristaloclastos con hábito laminar en ocasiones ligeramente curvados, con tamaños que van desde 0,1 hasta 1,75 mm de largo en su eje mayor. Tiene pleocroísmo de castaño claro a oscuro y presentan moderada a fuerte cloritización en parches y suave carbonatización, siguiendo el clivaje acompañados de gránulos de titanita. Hacia los bordes, presentan agregados de minerales opacos, a modo de corona.
- Feldespato
  - Plagioclasa: Cristaloclastos subhédrales, de hábito tabular, y tamaños que alcanzan los 1,5 mm de largo en su eje mayor. Presentan macla polisintética, y se encuentran muy fracturadas. Los individuos están parcial a completamente reemplazados por sericita, frecuentemente asociada a las fracturas. Algunos individuos presentan una moderada alteración a carbonatos en forma de parches. También, presentan moderada albitización en forma de parches donde se observa macla polisintética.
  - Feldespato potásico: Escasos cristaloclastos subhédrales a anhédrales con macla en dos individuos y frecuentemente fracturados, con las fracturas llenas por sericita de grano fino.
- Anfíbol: Abundantes cristaloclastos, con frecuentes secciones basales con clivaje en ángulos de 120°, las cuales presentan tamaños promedio de 1,15 mm de largo. Se encuentran completamente reemplazados por un agregado serícito muy fino, principalmente hacia el centro de los individuos, acompañado de manera subordinada por carbonatos en forma de parches, clorita controlada principalmente por las líneas de clivaje, y grumos y cristales rómbicos de anatasa. Asociado a los clivajes y en ocasiones a modo de parches, se observan escasas páginas de óxidos. En los bordes de los

cristales se observan agregados de minerales opacos, a modo de corona. Además, presentan frecuentes inclusiones de cristaloclastos de cuarzo, euhedrales.

**Vitroclastos (30%):** Corresponden a fiammes con textura eutaxítica, alargados en una dirección preferencial que alcanzan hasta 15 mm de largo en su eje mayor. Presentan color castaño oscuro por impregnación de óxidos y una incipiente desvitrificación. Presenta numerosas inclusiones de cristaloclastos de cuarzo, plagioclasa alterada a sericitita, albita y carbonatos, y de láminas de biotitas.

**Litoclastos (2%):** Los fragmentos líticos alcanzan tamaños de 2,25 mm de diámetro, presentan textura porfírica, y están compuestos por cristaloclastos y vitroclastos inmersos en una matriz de textura afanítica. Se observan principalmente cristaloclastos de plagioclasa subhédrales con macla polisintética alterados a sericitita, albita y carbonatos, y en menor proporción de cuarzo, subhedral a anhedral. Los vitroclastos son escasos, alcanzan los 0,3 mm de largo en su eje mayor, y presentan textura de desvitrificación axiolítica.

**Matriz:** Está constituida por vidrio de color castaño por impregnación de óxidos, y textura pseudofluidal. Presenta una incipiente desvitrificación, a modo de una impregnación de óxidos. Se reconocen abundantes trizas de hasta los 0,1 mm de largo, mayoritariamente monoaxonales y en forma subordinada biaxonales y triaxonales.

**Grado, distribución y asociación de alteración:** Moderada propilitización en forma de parches y siguiendo clivajes.

## VETA PRINCIPAL

<b>Muestra: M270159</b>	<b>Ubicación (Pozo):</b> 47° 56' 7,14"S; 69° 37' 18,14"O
<b>Pozo:</b> DDH; LV-D14-001; Desde: 42,42 mbbp; Hasta: 42,5 mbbp	
<b>Descripción Macroscópica</b>	
Fragmento de veta con textura bandeada, coloforme a botroidal. Se observan bandas de color blanco con espesores de hasta 0,5 cm, compuestas principalmente por cuarzo, en las cuales se reconoce escasa galena. Se observan además bandas de color gris con espesores que no superan los 0,2 cm, compuestas por sulfuros, entre los cuales se reconoce galena, en ocasiones con hábito cúbico. En un sector de la muestra se observan texturas bandeadas conformadas por bandas de color blanco compuestas por cuarzo, y bandas de color castaño y rojizo compuestas por óxidos de hierro muy finos. En este sector se observan también texturas bandeadas crustiformes.	
<b>Descripción Microscópica</b>	
<b>Corte Petrográfico</b>	
Fragmento de veta con textura bandeada crustiforme a coloforme, en donde se observan cristales de cuarzo, baritina, malaquita y titanita dispuestos en bandas, algunas de tamaño de grano fino y otras de tamaño de grano grueso. Se reconocen texturas de cristalización primaria (crustiforme y en peine) y de recristalización(mosaico, plumosa y llameante).	
<ul style="list-style-type: none"><li>- <b>Crustiforme:</b> Los cristales se muestran dispuestos en bandas subparalelas, simétricas, las cuales varían en espesor, tamaño de los cristales y mineralogía, las cuales están compuestas principalmente por cuarzo. En proporción mucho menor se reconocen baritina en cristales subhédrales a anhédrales de hasta 1,8 mm de largo en su eje mayor, con macla de dos individuos, únicamente en las bandas más gruesas. Presentan inclusiones de fluorita y de titanita frecuentemente en cristales rómbicos. La titanita también se presenta como agregados grumosos entre el cuarzo, tanto en las bandas de grano grueso como en las de grano fino. Se observa abundante malaquita en agregados principalmente en las bandas de grano grueso. Se observan además minerales opacos subhédrales a euhédrales de hasta 1 mm de diámetro como inclusiones en las bandas de grano grueso, de color rojo intenso y en ocasiones con hábito cúbico, y en pátinas de color castaño a rosado claro en las bandas de grano fino.</li><li>- <b>Peine:</b> Los individuos de cuarzo con textura en peine se concentran en las bandas de tamaño de grano más grueso, alcanzando hasta 0,5 mm de largo en su eje mayor en el centro de las bandas y disminuyendo en tamaño hacia el borde, alcanzando hasta 0,01 mm de largo.</li></ul>	

- **Mosaico:** Los individuos de cuarzo con textura en mosaico se concentran principalmente en las bandas más finas. Presentan bordes irregulares e interpenetrados, con individuos que no superan los 0,01 mm de tamaño.
- **Plumosa:** Esta textura se concentra en las bandas de tamaño más grueso, y se presenta en individuos de cuarzo con núcleos límpidos, los cuales presentan hacia los márgenes una serie de inclusiones dispuestas de forma radial, las cuales ópticamente presentan variaciones en su extinción con respecto a los individuos de cuarzo primario. En ocasiones se observa que hacia los márgenes de este estadío de recristalización, los cristales presentan otro estadío de crecimiento en forma de parches límpidos de cuarzo.
- **Llameante:** Al igual que la plumosa, esta textura se concentra en las bandas más gruesas, y se presenta en individuos de cuarzo con núcleos límpidos, pero que en este caso los márgenes presentan morfologías redondeadas, y las inclusiones se disponen de manera radial alrededor de esos núcleos.

### **Corte Calcográfico**

Asociación de minerales de mena: Galena; Digenita; Covellina; Esfalerita; Pirita; Calcopirita; Calcosina.

- **Galena:** Muy abundante. Cristales anhedrales de hasta 0,36 mm de color gris claro, con abundante presencia de pits con morfología triangular. Frecuentemente se encuentra rodeando a la esfalerita, pero también es rodeado por la misma.
- **Digenita:** Muy abundante. Agregados de color gris azulado, isótropos. Se presenta siempre junto a la covelina, y suele encontrarse en contacto con cristales de pirita y galena.
- **Covelina:** Abundante. Agregados de color azul intenso y colores de anisotropía anaranjados. Se presenta a modo de parches junto a la digenita, generalmente hacia los bordes de los individuos. Suelen encontrarse en contacto con cristales de pirita y galena, en ocasiones a modo de reemplazo.
- **Esfalerita:** Abundante. Cristales subhedrales a anhedrales de hasta 0,7 mm, color gris oscuro. Presenta textura "disease", caracterizada por inclusiones de calcopirita las cuales pueden alcanzar hasta 0,12 mm. Frecuentemente se encuentra rodeando a la galena, pero también es rodeado por la misma.
- **Pirita:** Escasa. Cristales anhedrales de hasta 0,3 mm, de color blanco amarillento, isótropos. Algunos individuos presentan hábito cúbico. Se encuentran en contacto con la covelina y la

digenita.

- **Calcopirita:** Muy escasa. Cristales anhedrales, de hasta 0,12 mm, de color amarillo. Se presenta casi en su totalidad a modo de inclusiones en la esfalerita (textura “disease”), y en algunos casos como inclusiones en la pirita.
- **Calcosina:** Muy escasa. Cristales de color blanco con una leve tonalidad rosada, de hasta 0,1 mm.

<b>Muestra:</b> M270160	<b>Corte:</b> Petrográfico	<b>Ubicación (Pozo):</b> 47° 56' 7,14"S; 69° 37' 18,14"O
<b>Pozo:</b> DDH; LV-D14-001; Desde: 44,25 mbbp; Hasta: 44,35 mbbp		
<b>Descripción Macroscópica</b>		
Roca de color blanco crema y castaño oscuro, con textura brechosa, compuesta por clastos de veta de cuarzo y clastos de líticos, cementados por cuarzo blanco a castaño claro. Los clastos de veta presentan una textura bandeadada crustiforme y coloformes, en los cuales se observan bandas de color blanco lechoso compuestas por cuarzo, con espesores de hasta 2 cmm, y bandas de color castaño oscuro compuestas por sílice jasperoide y óxidos de hierro, con espesores de hasta 0,2 cm. Se observan abundantes texturas en boxwork en las bandas castañas, de las cuales muchas de ellas tienen morfologías cúbicas. Los litoclastos son de color castaño oscuro con tonos rosados, y presentan textura porfírica. Están compuestos por cristales de cuarzo y de plagioclasa, inmersos en una pasta de textura afanítica.		
Venillas de arcilla de color rosa pálido a castaño claro atraviesan tanto a los fragmentos de veta como a los litoclastos. Asociado a las venillas se observan agregados de arcilla con frecuente morfología euhedral, en forma de rombos o pequeños prismas, de hasta 0,3 cm de largo.		
<b>Descripción Microscópica</b>		
Fragmento de veta con textura bandeadada crustiforme, compuesto principalmente por cuarzo y escasa adularia. Las bandas están atravesadas por venillas compuestas por agregados arcillosos muy finos de color castaño, con cristales con frecuentes morfologías rómbicas. Se observan tanto texturas de cristalización primaria como recristalización.		
<ul style="list-style-type: none"><li>- <b>Crustiforme:</b> Compuesta por bandas subparalelas y simétricas de tamaño grueso y fino con textura coloformes por sectores. En las bandas de tamaño de grano fino, se observan</li></ul>		

impregnaciones de óxidos de hierro finas, de color castaño a rojo intenso. También es posible observar inclusiones diseminadas de cristales de minerales opacos euhedrales, que no superan los 0,1 mm, los cuales presentan morfología cúbica y en ocasiones rómbica. Es posible observar también escasos cristales de adularia contenidos en las bandas de cuarzo de grano fino, con morfología rómbica o pseudorómbica y de hasta 0,008 mm de largo.

- **Mosaico:** Se encuentra principalmente en las bandas de grano fino. Los individuos de cuarzo presentan tamaños menores a 0,01 mm, con bordes interpenetrados.
- **Plumosa:** Se concentra en las bandas de grano grueso. Los individuos de cuarzo alcanzan hasta 2 mm de largo en su eje mayor y están compuestos por un núcleo euhédrico, hacia cuyos márgenes se observan alineadas de manera radial pequeñas inclusiones las cuales le otorgan un aspecto de “pluma”, que se asocia a la recristalización de cristales de calcedonia a cuarzo.

<b>Muestra:</b> M270161	<b>Corte:</b> Calcográfico	<b>Ubicación (Pozo):</b> 47° 56' 7,14"S; 69° 37' 18,14"O
-------------------------	----------------------------	----------------------------------------------------------

**Pozo:** DDH; LV-D14-001; Desde: 61,3 mbbp; Hasta: 61,4 mbbp

#### **Descripción Macroscópica**

Roca de color castaño, con textura brechosa, compuesta por litoclastos cementados por sílice. Los litoclastos son de color blanco amarillento, en ocasiones con tintes rosados, y están compuestos por cristales de cuarzo subredondeados y escasos fragmentos pumíceos de color blanco, muy friables y muy aplastados, inmersos en una matriz afanítica con impregnación de óxidos. Los litoclastos se encuentran cementados por sílice de color gris, donde se observan frecuentemente texturas en boxwork, euhedrales. En algunos sectores de la roca se observan estructuras drusiformes, con cristales de cuarzo que alcanzan los 0,2 cm de largo.

#### **Descripción Microscópica**

Asociación de minerales de mena: Hematita; Goethita; Jarosita; Pirlita; Malaquita; Arsenopirita.

- **Hematita:** Muy abundante. Los cristales se presentan mayoritariamente con morfologías anhedrales, de color gris claro, conformando agregados a modo de esqueletos de posibles sulfuros oxidados. Ocasionalmente, presenta coronas de goethita hacia los márgenes de dichos agregados. En menor medida, se observan cristales con hábito acicular, con individuos que alcanzan los 0,14 mm de largo en su eje mayor. En ambos casos, la hematita se dispone en una serie de venillas.

- **Goethita:** Moderadamente abundante. Presenta color gris oscuro y frecuentes reflexiones internas rojizas. Se encuentra casi en su totalidad asociada a la hematita, presentándose a modo de coronas hacia los márgenes de los agregados de hematita.
- **Jarosita:** Escasa. Agregados de color amarillo que suelen encontrarse asociados a los agregados de hematita y goethita.
- **Pirita:** Muy escasa. Cristales subhédrales a anhédrales, ocasionalmente de hábito cúbico, casi en su totalidad reemplazados por óxidos de hierro.
- **Malaquita:** Muy escasa. Agregados de color verde, con frecuente hábito botroidal. Se encuentran asociados a los óxidos de hierro, presentándose hacia los márgenes de los mismos, y a agregados de azurita.
- **Azurita:** Muy escasa. Agregados de color azul, con frecuente hábito botroidal. Se encuentran asociados a los óxidos de hierro, presentándose hacia los márgenes de los mismos, y a agregados de malaquita.
- **Arsenopirita:** Muy escasa. Cristales euhédrales con tamaños menores a los 0,01 mm, de color gris blanquecino y hábito tabular a rómbico.

<b>Muestra:</b> M270162	<b>Corte:</b> Calcográfico	<b>Ubicación (Pozo):</b> 47° 56' 8,62"S; 69° 37' 19,27"O
<b>Pozo:</b> DDH; LV-D14-002; Desde: 58,69 mbbp; Hasta: 58,78 mbbp		
<b>Descripción Macroscópica</b>		
Roca de color gris oscuro con textura brechosa. Está compuesta por clastos de cuarzo de color gris oscuro de hasta 1,8 cm de diámetro cementados por óxidos de hierro, de color rojo oscuro. Se observa la presencia de venillas con anchos promedio de 0,1 mm, compuestas por arcillas de color blanco con tonalidades rosadas.		
<b>Descripción Microscópica</b>		
Asociación de minerales de mena: Hematita; Goethita.		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Hematita:</b> Muy abundante. Se dispone en una serie de venillas. Mayoritariamente se presenta anhedral, en forma de agregados masivos y asociada a goethita hacia los márgenes, y en menor proporción con hábito acicular, en individuos que no superan los 0,12 mm de largo en</li> </ul>		

su eje mayor.

- **Goethita:** Muy abundante. Presenta color gris oscuro y frecuentes reflexiones internas rojizas. Se encuentra casi en su totalidad asociada a la hematita, presentándose a modo de coronas hacia los márgenes de los agregados de hematita.

**Muestra: M270163**

**Ubicación (Pozo):** 47° 56' 8,62"S; 69° 37' 19,27"O

**Pozo:** DDH; LV-D14-002; Desde: 60,66 mbbp; Hasta: 60,72 mbbp

### **Descripción Macroscópica**

Roca de color blanco lechoso con tonalidades rosadas, de textura bandeada. Está compuesta por bandas de color blanco lechoso con textura tipo calcita "*bladed*". Se observan venillas con espesores que van entre los 0,1 y los 0,8 cm, compuestos por hematita especular, atravesando a las mismas. Hacia los bordes de la muestra se observa crecimiento de cristales de cuarzo con textura en diente de perro. Se observan además escasas venillas de 0,7 cm de ancho compuestas por arcillas de color blanco amarillento que cortan a las zonas de cuarzo tipo "*bladed*".

### **Descripción Microscópica**

#### **Corte Petrográfico**

Fragmento de veta con textura bandeada, compuesta por cristales de cuarzo con texturas de reemplazo pseudomórfico y recristalización dispuestos en bandas de grano fino y grueso.

- **Crustiforme:** Compuesta por bandas subparalelas de grano fino y grueso. Las de grano grueso están compuestas por cristales de cuarzo euhedrales a subhedrales, cuyo tamaño varía entre 0,1 y 4,5 mm de largo en su eje mayor. Estos cristales presentan frecuentes inclusiones fluidas, bifásicas pseudosecundarias de hasta 0,01 mm de tamaño, alineadas siguiendo microfracturas en los cristales. Es frecuente observar en la muestra, principalmente en las bandas de grano grueso, agregados de minerales opacos de color rojo intenso, con hábito acicular (hematita), de hasta 0,03 mm de largo en su eje mayor.
- **Pseudoacicular:** Esta textura es la más abundante en la muestra. Se caracteriza por la presencia de cristales de cuarzo y adularia elongados con hábito acicular, dispuestos de manera radial alrededor de núcleos cristalinos, principalmente de cuarzo, y en ocasiones de espacios abiertos. Los individuos de cuarzo tienen hasta 2,5 mm de largo en su eje mayor, y anchos promedio de 0,05 mm. Por sectores, se observan agregados de arcilla de tonalidades castañas asociados a esta textura (¿ex adularias?).

- **Ghost bladed:** Se observan fantasmas de cristales tabulares dados por la presencia de una serie de inclusiones de tamaño de grano fino alineadas (lo cual le otorga un aspecto de tablas delgadas y alargadas), frecuentemente en forma radial, dispuestos en agregados de cuarzo subhedral de grano grueso. Estas son distinguibles por la presencia de una serie de inclusiones de tamaño de grano fino alineadas.
- **Llameante:** Se observan individuos de cuarzo subhendrados y subredondeados, que alcanzan los 3,5 mm de diámetro, los cuales presentan núcleos frescos e inclusiones dispuestas de manera radial alrededor de los mismos, lo cual se evidencia por variaciones en las extinciones en cada uno de los cristales.

## **Cortes Calcográficos**

### **Muestra M270163A**

Asociación de minerales de mena: Hematita; Goethita; Pirlita; Azurita.

- **Hematita:** Muy abundante. Cristales de color gris, mayoritariamente de hábito acicular, con individuos que alcanzan los 0,14 mm de largo en su eje mayor, y en forma subordinada en agregados masivos, en ocasiones con presencia de goethita hacia los bordes.
- **Goethita:** Escasa. Cristales de color gris oscuro con frecuentes reflejos internos rojos. Se encuentra asociada a la hematita en forma de corona hacia los márgenes de los agregados masivos.
- **Pirlita:** Muy escasa. Cristales anhedrales de color blanco amarillento, que alcanzan un tamaño máximo de 0,1 mm.
- **Azurita:** Muy escasa. Se presenta en forma de parches de color azul intenso.

### **Muestra M270163B**

Asociación de minerales de mena: Hematita; Goethita; Pirlita; Azurita; Arsenopirita.

- **Hematita:** Muy abundante. Mayoritariamente se presenta con hábito acicular, con individuos que alcanzan los 0,14 mm de largo en su eje mayor, dispuestos en venillas. En menor medida, se presenta en forma de agregados masivos, frecuentemente presentando texturas bandeadas coloformes. Hacia los márgenes, suelen observarse agregados de goethita.
- **Goethita:** Abundante. Presenta color gris oscuro y frecuentes reflejos internos rojos. Se encuentra casi en su totalidad asociada a la hematita, presentándose a modo de coronas

hacia los márgenes de los individuos de hematita.

- **Azurita:** Escasa. Se presenta en forma de parches de color azul intenso.
- **Pirita:** Muy escasa. Cristales anhedrales, color blanco amarillento, los cuales alcanzan un tamaño máximo de 0,1 mm.
- **Arsenopirita:** Muy escasa. Cristales euhedrales con tamaños menores a los 0,01 mm, de color blanco con tinte amarillento y hábito tabular a rómbico.

## 11. Anexo IV: Datos de geoquímica de elementos metálicos

Muestra	X	Y	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Al (%)	As	Ba	Bi	Ca (%)	Cd	Co	Cr	Fe (%)	Ga	Hg	K (%)	La	Li
02544	2453601,5	4690571,2	0,05	1,20	60,0	527,0	22,0	0,38	15,0	1006,0	8,0	0,21	0,5	0,5	5,0	3,46	1,0	1,0	0,02	16,0	2,0
55038	2453565,5	4690439,0	0,39	1,30	498,0	62700,0	251,0	1,46	824,0	313,0	14,0	0,06	2,0	65,0	39,0	2,35	8,0	1,0	0,05	87,0	2,0
55039	2453564,5	4690439,0	0,84	1,70	234,0	40700,0	187,0	1,27	352,0	337,0	17,0	0,07	3,0	26,0	41,0	3,50	7,0	1,0	0,07	75,0	1,0
55040	2453556,0	4690420,5	0,95	6,70	254,0	17300,0	192,0	0,80	159,0	271,0	27,0	0,05	1,0	16,0	35,0	1,38	5,0	1,0	0,07	41,0	1,0
55041	2453555,5	4690421,0	0,09	0,70	196,0	6771,0	585,0	1,25	138,0	58,0	2,5	0,17	0,5	13,0	50,0	4,63	11,0	1,0	0,12	16,0	5,0
55042	2453552,0	4690411,5	0,27	0,90	85,0	3294,0	106,0	0,39	58,0	134,0	2,5	0,02	0,5	6,0	26,0	0,89	3,0	1,0	0,14	15,0	1,0
55043	2453493,0	4690303,5	0,19	0,25	293,0	2026,0	400,0	0,98	83,0	83,0	2,5	0,13	1,0	2,0	29,0	2,68	5,0	1,0	0,19	75,0	4,0
55044	2453492,0	4690301,5	0,02	0,25	70,0	1546,0	220,0	0,62	36,0	40,0	2,5	0,08	0,5	4,0	20,0	1,12	4,0	1,0	0,24	38,0	2,0
55045	2453482,5	4690295,5	0,18	1,20	69,0	3848,0	108,0	0,72	39,0	130,0	2,5	0,07	0,5	4,0	45,0	1,18	7,0	1,0	0,16	28,0	3,0
55046	2453482,0	4690296,0	0,07	0,25	69,0	3895,0	222,0	0,42	46,0	67,0	2,5	0,04	0,5	2,0	26,0	1,08	5,0	1,0	0,15	16,0	1,0
55048	2453481,5	4690295,5	0,16	0,25	112,0	2382,0	362,0	0,41	70,0	39,0	2,5	0,04	0,5	3,0	21,0	1,52	5,0	1,0	0,17	16,0	1,0
55049	2453480,5	4690295,0	0,40	0,25	55,0	1909,0	181,0	0,41	31,0	56,0	2,5	0,04	0,5	2,0	32,0	0,99	4,0	1,0	0,19	15,0	1,0
55051	2453478,5	4690287,5	0,11	1,10	64,0	3140,0	118,0	0,63	29,0	108,0	2,5	0,08	0,5	2,0	34,0	1,05	4,0	1,0	0,16	13,0	2,0
55052	2453477,7	4690288,0	0,42	0,80	81,0	5493,0	112,0	0,46	31,0	265,0	11,0	0,05	0,5	1,0	32,0	1,12	5,0	1,0	0,10	15,0	1,0
55053	2453476,5	4690287,0	0,34	0,25	68,0	5102,0	135,0	0,62	27,0	73,0	2,5	0,05	0,5	2,0	27,0	0,92	4,0	1,0	0,19	17,0	1,0
55054	2453475,5	4690279,5	0,17	0,25	15,0	300,0	111,0	0,65	7,0	39,0	2,5	0,10	0,5	2,0	15,0	0,64	3,0	1,0	0,25	16,0	1,0
55055	2453474,5	4690280,5	0,08	0,25	38,0	443,0	144,0	0,48	20,0	29,0	2,5	0,07	0,5	1,0	22,0	0,81	3,0	1,0	0,24	17,0	1,0
55056	2453474,5	4690282,0	0,26	0,25	60,0	2777,0	176,0	0,41	26,0	125,0	2,5	0,04	0,5	2,0	20,0	0,98	3,0	1,0	0,18	20,0	1,0
55058	2453463,0	4690255,5	1,17	41,70	736,0	2005,0	212,0	0,15	245,0	2000,0	2,5	0,05	0,5	0,5	39,0	3,17	1,0	1,0	0,04	4,0	1,0
55059	2453456,0	4690259,0	2,04	0,25	85,0	5054,0	200,0	0,42	66,0	87,0	2,5	0,06	0,5	1,0	31,0	3,59	3,0	1,0	0,12	23,0	1,0
55060	2453455,0	4690259,0	0,36	0,25	377,0	5977,0	458,0	0,60	127,0	162,0	10,0	0,06	1,0	2,0	41,0	4,75	6,0	1,0	0,10	42,0	2,0
55061	2453438,5	4690232,0	0,24	0,25	145,0	3964,0	401,0	1,87	109,0	121,0	2,5	0,29	2,0	2,0	22,0	3,19	8,0	1,0	0,24	31,0	10,0
55062	2453439,0	4690231,5	0,76	0,25	350,0	5813,0	511,0	0,76	152,0	613,0	14,0	0,12	4,0	11,0	7,0	6,46	4,0	1,0	0,13	26,0	3,0
55063	2453440,0	4690231,0	0,41	0,70	310,0	5583,0	405,0	0,93	96,0	852,0	18,0	0,13	2,0	15,0	33,0	2,37	4,0	1,0	0,18	20,0	4,0
55064	2453441,0	4690230,5	0,10	0,50	80,0	2651,0	196,0	1,09	36,0	256,0	2,5	0,52	0,5	1,0	6,0	1,43	4,0	1,0	0,10	30,0	8,0
55065	2453442,0	4690230,0	0,75	0,25	30,0	825,0	67,0	0,72	15,0	139,0	2,5	0,10	0,5	0,5	13,0	0,58	1,0	1,0	0,05	32,0	6,0
55066	2453443,0	4690229,5	0,02	0,25	71,0	3995,0	105,0	1,45	29,0	390,0	2,5	0,50	0,5	4,0	5,0	1,35	4,0	1,0	0,10	64,0	10,0
55067	2453445,0	4690229,0	0,14	0,25	75,0	3223,0	97,0	1,35	25,0	335,0	2,5	0,22	0,5	1,0	20,0	0,98	4,0	1,0	0,07	42,0	9,0
55068	2453446,0	4690228,5	0,10	0,25	131,0	3616,0	136,0	0,82	36,0	70,0	2,5	0,08	0,5	0,5	5,0	1,06	3,0	1,0	0,04	41,0	5,0
55069	2453445,5	4690224,5	0,38	3,50	312,0	2230,0	121,0	0,44	55,0	944,0	2,5	0,03	0,5	1,0	32,0	1,52	2,0	1,0	0,07	21,0	1,0
55070	2453446,5	4690224,5	0,35	48,70	428,0	2434,0	28,0	0,14	40,0	1828,0	37,0	0,01	0,5	0,5	12,0	1,40	1,0	1,0	0,02	13,0	1,0
55072	2453498,5	4690312,5	2,87	10,90	62,0	1395,0	223,0	0,43	34,0	137,0	2,5	0,04	0,5	2,0	27,0	1,47	3,0	1,0	0,12	23,0	1,0

Muestra	Mg (%)	Mn	Mo	Na (%)	Nb	Ni	P	S (%)	Sb	Sc	Se	Sn	Sr	Ta	Te	Ti (%)	Tl	V	W	Y	Zr
02544	0,02	118,0	2,0	0,01	0,5	5,0	117,0	0,05	2,5	2,5	5,0	10,0	9,0	5,0	5,0	0,01	2,5	118,0	53,0	6,0	4,0
55038	0,01	19540,0	31,0	0,01	0,5	5,0	7970,0	0,04	2,5	14,0	5,0	10,0	51,0	5,0	5,0	0,01	10,0	4178,0	347,0	20,0	2,0
55039	0,01	15272,0	25,0	0,01	0,5	6,0	7162,0	0,06	2,5	8,0	5,0	10,0	56,0	5,0	5,0	0,01	2,5	1900,0	203,0	18,0	2,0
55040	0,01	10547,0	13,0	0,01	0,5	4,0	3103,0	0,02	2,5	7,0	5,0	10,0	23,0	5,0	5,0	0,01	2,5	363,0	41,0	9,0	2,0
55041	0,13	1472,0	7,0	0,01	0,5	11,0	1583,0	0,01	2,5	11,0	5,0	10,0	17,0	5,0	5,0	0,02	2,5	304,0	54,0	11,0	3,0
55042	0,02	1953,0	19,0	0,01	0,5	4,0	506,0	0,01	2,5	2,5	5,0	10,0	6,0	5,0	5,0	0,01	2,5	132,0	10,0	5,0	2,0
55043	0,10	386,0	8,0	0,01	0,5	7,0	568,0	0,01	2,5	6,0	5,0	10,0	12,0	5,0	5,0	0,01	2,5	158,0	10,0	74,0	4,0
55044	0,06	231,0	12,0	0,01	0,5	5,0	423,0	0,01	2,5	2,5	5,0	10,0	10,0	5,0	5,0	0,01	2,5	101,0	10,0	38,0	2,0
55045	0,06	430,0	10,0	0,01	0,5	8,0	903,0	0,01	2,5	2,5	5,0	10,0	12,0	5,0	5,0	0,01	2,5	147,0	10,0	20,0	1,0
55046	0,02	489,0	5,0	0,01	0,5	4,0	1008,0	0,01	2,5	2,5	5,0	10,0	9,0	5,0	5,0	0,01	2,5	99,0	22,0	12,0	2,0
55048	0,03	836,0	4,0	0,01	0,5	4,0	527,0	0,01	2,5	2,5	5,0	10,0	8,0	5,0	5,0	0,01	2,5	84,0	27,0	18,0	2,0
55049	0,03	364,0	5,0	0,01	0,5	5,0	474,0	0,01	2,5	2,5	5,0	10,0	9,0	5,0	5,0	0,01	2,5	67,0	10,0	10,0	1,0
55051	0,07	159,0	5,0	0,01	0,5	7,0	872,0	0,01	2,5	2,5	5,0	10,0	11,0	5,0	5,0	0,01	2,5	87,0	10,0	8,0	2,0
55052	0,02	248,0	5,0	0,01	0,5	5,0	1539,0	0,01	2,5	2,5	5,0	10,0	16,0	5,0	5,0	0,01	2,5	94,0	27,0	15,0	2,0
55053	0,04	298,0	4,0	0,01	0,5	6,0	1323,0	0,01	2,5	2,5	5,0	10,0	13,0	5,0	5,0	0,01	2,5	150,0	10,0	14,0	2,0
55054	0,07	360,0	3,0	0,01	0,5	3,0	111,0	0,01	2,5	2,5	5,0	10,0	9,0	5,0	5,0	0,01	2,5	17,0	10,0	7,0	1,0
55055	0,05	349,0	3,0	0,01	0,5	4,0	119,0	0,01	2,5	2,5	5,0	10,0	7,0	5,0	5,0	0,01	2,5	29,0	10,0	9,0	1,0</

Muestra	X	Y	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Al (%)	As	Ba	Bi	Ca (%)	Cd	Co	Cr	Fe (%)	Ga	Hg	K (%)	La	Li
55073	2453448,0	4690227,5	0,05	0,25	268,0	2420,0	445,0	1,17	89,0	71,0	2,5	0,15	0,5	5,0	4,0	2,33	5,0	1,0	0,26	69,0	4,0
55074	2453424,0	4690189,0	0,47	12,40	811,0	1286,0	122,0	0,24	121,0	1682,0	24,0	0,02	0,5	4,0	36,0	2,38	1,0	1,0	0,09	7,0	1,0
55075	2453423,0	4690190,0	1,01	38,60	2601,0	1390,0	128,0	0,20	128,0	2000,0	98,0	0,03	2,0	2,0	8,0	4,78	1,0	1,0	0,02	3,0	1,0
55076	2453423,5	4690191,5	0,86	1,40	159,0	4223,0	123,0	0,27	28,0	179,0	9,0	0,02	0,5	0,5	44,0	1,66	2,0	1,0	0,06	8,0	1,0
55077	2453421,5	4690175,0	0,48	35,60	462,0	2147,0	93,0	0,26	64,0	2000,0	48,0	0,03	0,5	23,0	8,0	1,45	3,0	1,0	0,03	4,0	1,0
55078	2453422,0	4690169,5	0,25	13,50	233,0	6896,0	157,0	0,45	64,0	575,0	70,0	0,05	0,5	5,0	41,0	1,90	4,0	1,0	0,06	11,0	1,0
55079	2453423,5	4690161,5	0,02	6,00	971,0	11100,0	838,0	0,50	1357,0	2000,0	34,0	0,12	18,0	43,0	10,0	12,69	3,0	1,0	0,04	35,0	1,0
55082	2453425,0	4690158,5	0,39	1,40	172,0	3692,0	196,0	0,27	166,0	397,0	11,0	0,06	2,0	2,0	38,0	5,40	3,0	1,0	0,05	13,0	1,0
55084	2453443,5	4690105,5	0,20	0,70	32,0	1366,0	53,0	0,26	11,0	207,0	2,5	0,07	0,5	0,5	37,0	0,96	1,0	1,0	0,11	11,0	1,0
55085	2453444,5	4690103,0	0,16	0,80	35,0	1425,0	76,0	0,24	14,0	425,0	2,5	0,03	0,5	0,5	32,0	1,13	3,0	1,0	0,07	12,0	1,0
55087	2453396,0	4690124,0	1,04	28,40	707,0	5511,0	549,0	0,11	139,0	2000,0	62,0	0,29	3,0	1,0	39,0	1,56	1,0	1,0	0,01	3,0	1,0
55088	2453394,0	4690117,0	2,91	21,90	1708,0	1484,0	102,0	0,24	258,0	1158,0	38,0	0,16	2,0	1,0	45,0	5,06	3,0	1,0	0,05	12,0	1,0
55089	2453394,5	4690116,5	0,36	2,00	172,0	1413,0	476,0	0,38	135,0	308,0	2,5	0,27	2,0	0,5	33,0	2,74	4,0	1,0	0,12	9,0	1,0
55090	2453395,0	4690115,5	0,10	0,25	67,0	1659,0	234,0	0,66	51,0	110,0	2,5	0,15	0,5	2,0	24,0	1,50	1,0	1,0	0,16	23,0	3,0
55091	2453424,0	4690108,0	0,04	0,25	14,0	190,0	25,0	0,16	10,0	904,0	2,5	0,14	0,5	0,5	39,0	0,68	1,0	1,0	0,08	12,0	1,0
55092	2453429,0	4690101,0	0,05	0,25	27,0	306,0	76,0	0,26	18,0	112,0	2,5	0,15	0,5	0,5	39,0	0,92	1,0	1,0	0,11	10,0	1,0
55093	2453440,5	4690080,0	0,04	0,25	31,0	894,0	45,0	0,16	23,0	163,0	2,5	0,04	0,5	1,0	37,0	0,96	1,0	1,0	0,07	21,0	1,0
55094	2453444,5	4690075,0	0,03	0,70	65,0	1416,0	64,0	0,27	30,0	739,0	2,5	0,08	0,5	1,0	41,0	1,22	3,0	1,0	0,08	13,0	1,0
55096	2453448,0	4690080,5	0,04	0,25	29,0	2038,0	59,0	0,21	19,0	156,0	2,5	0,27	0,5	0,5	47,0	1,01	1,0	1,0	0,09	14,0	1,0
55097	2453448,5	4690080,0	0,03	0,25	15,0	1254,0	35,0	0,15	11,0	288,0	2,5	0,07	0,5	1,0	51,0	0,85	1,0	1,0	0,06	10,0	1,0
55098	2453459,0	4690068,0	0,02	0,25	10,0	259,0	83,0	0,30	2,5	55,0	2,5	0,04	0,5	0,5	23,0	0,45	1,0	1,0	0,17	9,0	1,0
55099	2453507,0	4690015,0	0,17	1,00	82,0	389,0	42,0	0,22	29,0	1052,0	2,5	0,02	0,5	0,5	32,0	1,32	1,0	1,0	0,08	10,0	1,0
55100	2453452,0	4690235,0	1,34	9,60	270,0	1110,0	67,0	0,24	45,0	2000,0	17,0	0,03	0,5	0,5	48,0	1,14	1,0	1,0	0,04	16,0	1,0
55105	2453571,0	4690445,5	0,19	1,20	66,0	1292,0	99,0	0,25	49,0	268,0	2,5	0,03	0,5	0,5	34,0	0,92	1,0	1,0	0,14	10,0	1,0
55106	2453577,5	4690458,0	1,37	14,30	401,0	988,0	118,0	0,32	113,0	900,0	28,0	0,14	0,5	0,5	45,0	1,84	5,0	1,0	0,07	24,0	1,0
55107	2453388,0	4690016,0	0,08	0,25	70,0	923,0	128,0	0,35	20,0	196,0	2,5	0,03	0,5	3,0	21,0	0,98	1,0	1,0	0,16	14,0	1,0
55108	2453395,0	4690010,5	0,01	0,25	32,0	305,0	134,0	0,40	11,0	189,0	2,5	0,06	0,5	3,0	3,0	0,71	2,0	1,0	0,18	12,0	1,0
55109	2453397,0	4690020,0	0,30	0,25	18,0	246,0	39,0	0,28	19,0	56,0	2,5	0,03	0,5	0,5	28,0	0,78	1,0	1,0	0,10	13,0	1,0
55110	2453415,0	4689944,0	0,01	0,25	61,0	438,0	114,0	0,38	14,0	137,0	2,5	0,18	0,5	2,0	4,0	1,08	4,0	1,0	0,22	12,0	1,0
55111	2453417,0	4689939,0	0,01	0,25	61,0	494,0	235,0	0,41	16,0	376,0	2,5	0,06	0,5	4,0	12,0	1,10	3,0	1,0	0,23	10,0	1,0
55123	2453329,0	4690041,0	0,03	0,25	20,0	401,0	608,0	0,79	73,0	128,0	2,5	0,21	3,0	5,0	18,0	2,40	4,0	1,0	0,29	26,0	8,0
55124	2453330,0	4690042,0	0,02	0,25	38,0	281,0	360,0	0,74	65,0	133,0	2,5	0,13	3,0	2,0	5,0	2,45	5,0	1,0	0,36	28,0	4,0

Muestra	Mg (%)	Mn	Mo	Na (%)	Nb	Ni	P	S (%)	Sb	Sc	Se	Sn	Sr	Ta	Te	Ti (%)	Tl	V	W	Y	Zr
55073	0,11	1243,0	12,0	0,01	0,5	2,0	502,0	0,01	2,5	5,0	5,0	10,0	18,0	5,0	5,0	0,01	2,5	75,0	10,0	13,0	6,0
55074	0,01	1055,0	37,0	0,01	0,5	7,0	153,0	0,06	2,5	2,5	5,0	10,0	10,0	5,0	5,0	0,01	2,5	70,0	10,0	2,0	2,0
55075	0,01	88,0	15,0	0,01	0,5	3,0	348,0	0,16	2,5	2,5	5,0	10,0	15,0	5,0	5,0	0,01	2,5	119,0	10,0	4,0	1,0
55076	0,01	90,0	18,0	0,01	0,5	8,0	821,0	0,01	2,5	2,5	5,0	10,0	7,0	5,0	5,0	0,01	2,5	371,0	27,0	11,0	2,0
55077	0,01	9940,0	34,0	0,01	0,5	3,0	301,0	0,07	2,5	2,5	5,0	10,0	11,0	5,0	5,0	0,01	9,0	88,0	10,0	3,0	3,0
55078	0,02	2255,0	14,0	0,01	0,5	9,0	1677,0	0,02	2,5	2,5	5,0	10,0	22,0	5,0	5,0	0,01	2,5	175,0	22,0	5,0	2,0
55079	0,03	15467,0	58,0	0,01	0,5	8,0	2534,0	0,02	2,5	15,0	5,0	10,0	33,0	5,0	5,0	0,01	10,0	1035,0	125,0	35,0	8,0
55082	0,02	156,0	18,0	0,01	0,5	5,0	1025,0	0,01	59,0	2,5	5,0	10,0	17,0	5,0	5,0	0,01	2,5	399,0	133,0	13,0	3,0
55084	0,02	88,0	9,0	0,01	0,5	7,0	303,0	0,01	2,5	2,5	5,0	10,0	8,0	5,0	5,0	0,01	2,5	40,0	10,0	12,0	3,0
55085	0,02	64,0	8,0	0,01	0,5	5,0	395,0	0,01	2,5	2,5	5,0	10,0	11,0	5,0	5,0	0,01	2,5	56,0	31,0	14,0	3,0
55087	0,02	95,0	31,0	0,01	0,5	6,0	401,0	0,12	2,5	2,5	5,0	10,0	20,0	5,0	5,0	0,01	2,5	363,0	10,0	3,0	2,0
55088	0,03	79,0	43,0	0,01	0,5	8,0	315,0	0,06	2,5	2,5	5,0	10,0	16,0	5,0	5,0	0,01	2,5	131,0	28,0	7,0	3,0
55089	0,08	78,0	180,0	0,01	0,5	5,0	333,0	0,03	2,5	2,5	5,0	10,0	9,0	5,0	5,0	0,01	2,5	86,0	25,0	16,0	4,0
55090	0,04	427,0	7,0	0,01	0,5	4,0	478,0	0,01	2,5	2,5	5,0	10,0	7,0	5,0	5,0	0,01	2,5	43,0	22,0	11,0	5,0
55091	0,01	88,0	6,0	0,01	0,5	6,0	67,0	0,03	2,5	2,5	5,0	10,0	15,0	5,0	5,0	0,01	2,5	15,0	10,0	11,0	2,0
55092	0,02	85,0	9,0	0,01	0,5	6,0	124,0	0,02	2,5	2,5	5,0	10,0	7,0	5,0	5,0	0,01	2,5	16,0	10,0	9,0	2,0
55093	0,01	97,0	6,0	0,01	0,5	5,0	257,0	0,01	2,5	2,5	5,0	10,0	6,0	5,0	5,0	0,01	2,5	25,0	10,0	30,0	2,0
55094	0,03	158,0	21,0	0,01	0,5	8,0	235,0														

Muestra	X	Y	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Al (%)	As	Ba	Bi	Ca (%)	Cd	Co	Cr	Fe (%)	Ga	Hg	K (%)	La	Li
55128	2453377,0	4690107,0	0,76	3,00	207,0	1434,0	159,0	0,33	126,0	132,0	11,0	0,05	2,0	3,0	28,0	2,23	2,0	1,0	0,13	20,0	1,0
02542	2453590,1	4690567,8	6,40	13,00	140,0	3842,0	121,0	0,43	91,0	1806,0	8,0	0,22	0,5	0,5	10,0	1,98	8,0	1,0	0,02	26,0	1,0
02543	2453590,5	4690567,2	7,90	42,10	121,0	4004,0	49,0	0,39	52,0	1441,0	65,0	0,21	0,5	8,0	9,0	0,93	6,0	1,0	0,04	31,0	1,0
02501	2453568,4	4690518,9	0,19	0,25	121,0	2872,0	452,0	1,06	118,0	113,0	2,5	0,16	0,5	6,0	5,0	3,39	9,0	1,0	0,21	22,0	3,0
02502	2453569,2	4690518,7	2,18	6,30	110,0	2574,0	178,0	0,60	73,0	1215,0	2,5	0,07	0,5	3,0	9,0	1,95	6,0	1,0	0,06	10,0	3,0
02503	2453569,9	4690518,6	1,12	1,10	167,0	1695,0	271,0	1,08	97,0	313,0	2,5	0,08	0,5	2,0	6,0	2,40	5,0	1,0	0,11	24,0	4,0
02504	2453570,6	4690518,4	2,81	4,00	114,0	8987,0	180,0	1,09	112,0	181,0	2,5	0,02	0,5	12,0	8,0	1,72	6,0	1,0	0,01	27,0	5,0
02505	2453571,4	4690518,3	9,67	9,40	229,0	18700,0	497,0	0,96	370,0	516,0	6,0	0,05	2,0	41,0	23,0	4,84	20,0	1,0	0,03	41,0	4,0
02506	2453572,2	4690518,1	0,40	1,40	83,0	7100,0	138,0	0,99	82,0	74,0	2,5	0,07	0,5	6,0	7,0	1,46	8,0	1,0	0,14	34,0	3,0
02507	2453572,9	4690518,0	0,24	1,80	120,0	6304,0	171,0	0,87	94,0	71,0	2,5	0,13	0,5	5,0	7,0	1,90	10,0	1,0	0,09	30,0	3,0
02508	2453573,8	4690517,8	0,15	2,00	58,0	1600,0	78,0	0,30	36,0	2000,0	2,5	0,03	0,5	4,0	7,0	2,37	1,0	1,0	0,01	8,0	1,0
02509	2453574,6	4690517,7	0,09	1,20	111,0	3627,0	109,0	0,94	64,0	122,0	2,5	0,20	0,5	6,0	6,0	1,74	6,0	1,0	0,03	21,0	4,0
02510	2453575,2	4690517,5	0,28	3,00	158,0	7515,0	143,0	0,50	80,0	699,0	2,5	0,04	1,0	16,0	9,0	1,91	2,0	1,0	0,01	21,0	2,0
02511	2453575,8	4690517,4	0,72	0,90	176,0	24200,0	87,0	1,41	230,0	307,0	2,5	0,06	0,5	10,0	5,0	2,06	5,0	1,0	0,03	76,0	5,0
02512	2453576,3	4690517,3	0,36	1,20	221,0	25400,0	96,0	0,82	243,0	193,0	2,5	0,15	0,5	30,0	10,0	1,64	5,0	1,0	0,03	48,0	2,0
02513	2453576,8	4690517,2	0,39	2,10	368,0	19900,0	200,0	0,71	284,0	1108,0	8,0	0,36	0,5	7,0	11,0	2,68	9,0	1,0	0,04	49,0	2,0
02514	2453577,3	4690517,1	0,75	4,50	543,0	31800,0	194,0	0,70	313,0	2000,0	11,0	0,57	0,5	17,0	10,0	2,24	8,0	1,0	0,04	64,0	1,0
02515	2453577,9	4690517,0	0,32	3,50	585,0	9250,0	258,0	0,69	125,0	293,0	2,5	0,38	0,5	5,0	6,0	1,68	5,0	1,0	0,25	26,0	1,0
02516	2453578,8	4690516,8	0,20	0,25	195,0	2271,0	169,0	0,73	22,0	125,0	2,5	0,53	0,5	9,0	2,0	0,47	4,0	1,0	0,36	24,0	1,0
02517	2453579,6	4690516,7	0,03	0,50	219,0	6411,0	190,0	0,72	47,0	377,0	2,5	0,32	2,0	28,0	4,0	1,72	6,0	1,0	0,20	61,0	3,0
02518	2453580,3	4690516,5	0,04	1,00	153,0	2068,0	180,0	1,01	32,0	194,0	2,5	0,35	4,0	25,0	3,0	1,77	5,0	1,0	0,23	31,0	4,0
02519	2453581,1	4690516,3	0,02	0,80	107,0	1395,0	176,0	0,87	25,0	91,0	2,5	0,05	0,5	5,0	2,0	1,58	5,0	1,0	0,19	27,0	3,0
02520	2453581,9	4690516,2	0,01	0,25	119,0	1624,0	164,0	1,02	25,0	101,0	2,5	0,04	0,5	5,0	2,0	1,52	5,0	1,0	0,15	30,0	4,0
02521	2453582,8	4690516,0	0,02	0,25	96,0	1343,0	175,0	0,84	22,0	80,0	2,5	0,05	0,5	5,0	2,0	1,44	4,0	1,0	0,17	36,0	3,0
02522	2453579,7	4690540,2	2,68	1,10	109,0	4585,0	354,0	1,94	121,0	99,0	2,5	0,05	0,5	7,0	4,0	2,43	3,0	1,0	0,11	32,0	6,0
02523	2453580,4	4690540,1	2,09	10,00	192,0	16700,0	139,0	1,91	142,0	363,0	2,5	0,05	0,5	25,0	5,0	1,31	1,0	1,0	0,08	77,0	5,0
02524	2453581,0	4690540,0	3,51	2,20	249,0	27700,0	488,0	2,10	314,0	85,0	2,5	0,02	1,0	29,0	13,0	3,51	5,0	1,0	0,03	111,0	5,0
02525	2453581,5	4690539,9	11,50	3,60	325,0	20900,0	946,0	1,64	431,0	378,0	2,5	0,02	3,0	19,0	19,0	6,58	6,0	1,0	0,06	143,0	3,0
02526	2453582,0	4690539,9	10,10	25,00	450,0	8018,0	1237,0	0,69	391,0	1576,0	18,0	0,02	4,0	4,0	24,0	8,05	13,0	1,0	0,03	65,0	2,0
02527	2453582,5	4690539,8	4,90	70,60	284,0	11200,0	380,0	0,65	241,0	465,0	12,0	0,02	3,0	8,0	11,0	5,28	3,0	1,0	0,02	64,0	1,0
02528	2453583,1	4690539,7	5,00	6,20	165,0	7086,0	260,0	0,81	159,0	115,0	2,5	0,07	1,0	6,0	8,0	2,35	4,0	1,0	0,22	41,0	1,0
02529	2453583,7	4690539,6	0,46	0,90	165,0	3065,0	172,0	0,74	129,0	100,0	2,5	0,05	1,0	7,0	9,0	2,55	4,0	1,0	0,15	25,0	2,0

Muestra	Mg (%)	Mn	Mo	Na (%)	Nb	Ni	P	S (%)	Sb	Sc	Se	Sn	Sr	Ta	Te	Ti (%)	Tl	V	W	Y	Zr
55128	0,03	1026,0	15,0	0,01	0,5	3,0	300,0	0,02	2,5	2,5	5,0	10,0	5,0	5,0	5,0	0,01	2,5	82,0	10,0	22,0	5,0
02542	0,02	119,0	5,0	0,01	0,5	7,0	891,0	0,14	2,5	2,5	5,0	10,0	12,0	5,0	5,0	0,01	2,5	141,0	79,0	6,0	1,0
02543	0,02	2412,0	7,0	0,01	0,5	7,0	718,0	0,08	21,0	2,5	5,0	10,0	15,0	5,0	5,0	0,01	2,5	156,0	44,0	9,0	2,0
02501	0,13	1136,0	3,0	0,01	0,5	4,0	418,0	0,01	2,5	11,0	5,0	10,0	12,0	5,0	5,0	0,01	2,5	227,0	33,0	23,0	10,0
02502	0,05	518,0	5,0	0,01	0,5	7,0	285,0	0,04	2,5	6,0	5,0	10,0	7,0	5,0	5,0	0,01	2,5	292,0	27,0	10,0	3,0
02503	0,06	289,0	4,0	0,01	0,5	5,0	337,0	0,01	2,5	12,0	5,0	10,0	7,0	5,0	5,0	0,01	2,5	146,0	10,0	19,0	7,0
02504	0,01	5918,0	9,0	0,01	0,5	5,0	1205,0	0,01	2,5	10,0	5,0	10,0	6,0	5,0	5,0	0,01	2,5	403,0	93,0	16,0	2,0
02505	0,03	19331,0	32,0	0,01	0,5	8,0	951,0	0,02	2,5	23,0	5,0	10,0	10,0	5,0	5,0	0,01	2,5	2111,0	203,0	33,0	4,0
02506	0,05	2247,0	11,0	0,01	0,5	5,0	1261,0	0,01	2,5	6,0	5,0	10,0	10,0	5,0	5,0	0,01	2,5	398,0	57,0	18,0	5,0
02507	0,03	1626,0	5,0	0,01	0,5	5,0	1069,0	0,01	2,5	7,0	5,0	10,0	9,0	5,0	5,0	0,01	2,5	472,0	63,0	18,0	4,0
02508	0,01	913,0	4,0	0,01	0,5	6,0	193,0	0,06	2,5	2,5	5,0	10,0	5,0	5,0	5,0	0,01	2,5	106,0	39,0	6,0	1,0
02509	0,02	2036,0	5,0	0,01	0,5	4,0	582,0	0,01	2,5	5,0	5,0	10,0	6,0	5,0	5,0	0,01	2,5	184,0	59,0	18,0	5,0
02510	0,01	6678,0	13,0	0,01	0,5	7,0	758,0	0,02	2,5	2,5	5,0	10,0	9,0	5,0	5,0	0,01	2,5	419,0	95,0	12,0	2,0
02511	0,01	2581,0	12,0	0,01	0,5	3,0	3452,0	0,02	2,5	6,0	5,0	10,0	24,0	5,0	5,0	0,01	2,5	2484,0	123,0	20,0	4,0
02512	0,01	2991,0	11,0	0,01	0,5	8,0	3097,0	0,01	2,5	2,5	5,0	10,0	20,0	5,0	5,0	0,01	2,5	2829,0	220,0	18,0	3,0
02513	0,02	1589,0	7,0	0,04	0,5	5,0	2296,0	0,05	2,5	2,5	5,0	10,0	20,0	5,0	5,0	0,01	2,5	2393,0	128,0	25,0	3,0
02514	0,02	5107,0	14,0	0,06	0,5	5,0	3004,0	0,08	2,5	2,5	5,0	10,0	30,0	5,0	5,0	0,01	6,0	4013,0	233,0	27,0	

Muestra	X	Y	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Al (%)	As	Ba	Bi	Ca (%)	Cd	Co	Cr	Fe (%)	Ga	Hg	K (%)	La	Li
02530	2453584,3	4690539,5	0,66	1,30	223,0	2786,0	203,0	0,68	144,0	53,0	2,5	0,04	1,0	7,0	7,0	2,92	5,0	1,0	0,13	29,0	2,0
02531	2453585,1	4690539,4	0,07	1,50	3649,0	21800,0	769,0	0,65	254,0	187,0	6,0	0,62	1,0	4,0	11,0	1,98	4,0	1,0	0,07	25,0	3,0
02532	2453586,0	4690539,3	0,23	0,80	398,0	3447,0	207,0	0,44	42,0	163,0	2,5	0,41	0,5	4,0	4,0	1,35	4,0	1,0	0,14	19,0	2,0
02533	2453587,0	4690539,1	0,25	0,60	161,0	1533,0	200,0	0,81	141,0	43,0	2,5	0,07	2,0	2,0	5,0	2,18	5,0	1,0	0,30	39,0	1,0
02534	2453587,8	4690539,0	0,29	0,80	213,0	7496,0	210,0	0,78	148,0	139,0	2,5	0,24	1,0	3,0	8,0	2,47	8,0	1,0	0,15	38,0	3,0
02535	2453588,4	4690538,9	0,71	1,60	253,0	6458,0	190,0	0,97	95,0	150,0	2,5	0,65	0,5	6,0	7,0	2,99	10,0	1,0	0,20	40,0	4,0
02536	2453589,1	4690538,8	0,83	2,30	1767,0	14700,0	520,0	0,52	239,0	226,0	6,0	0,34	1,0	5,0	11,0	5,40	6,0	1,0	0,06	37,0	2,0
02537	2453589,8	4690538,7	0,02	0,80	256,0	3772,0	136,0	0,52	37,0	87,0	2,5	0,56	0,5	4,0	4,0	0,95	3,0	1,0	0,12	18,0	2,0
02538	2453590,5	4690538,6	0,01	0,80	618,0	4429,0	181,0	0,57	49,0	71,0	2,5	0,48	0,5	4,0	5,0	0,65	4,0	1,0	0,19	13,0	2,0
02539	2453591,2	4690538,4	0,24	1,10	633,0	4259,0	162,0	0,39	72,0	237,0	2,5	0,54	0,5	3,0	6,0	1,57	2,0	1,0	0,10	13,0	2,0
02540	2453591,9	4690538,4	0,04	0,80	132,0	1211,0	110,0	0,53	18,0	49,0	2,5	0,70	0,5	1,0	3,0	0,86	1,0	1,0	0,16	20,0	3,0
02541	2453592,5	4690538,3	0,02	0,70	105,0	1338,0	116,0	0,88	22,0	48,0	2,5	0,52	0,5	2,0	4,0	1,10	3,0	1,0	0,12	26,0	5,0
02545	2453590,4	4690610,3	1,12	1,20	126,0	4736,0	104,0	0,74	71,0	133,0	2,5	0,11	0,5	2,0	8,0	3,73	8,0	1,0	0,11	23,0	3,0
02546	2453590,9	4690610,1	0,91	0,60	71,0	1919,0	76,0	0,48	37,0	114,0	2,5	0,06	0,5	6,0	2,63	5,0	1,0	0,08	19,0	2,0	
02547	2453594,6	4690608,9	0,06	0,70	77,0	1268,0	72,0	0,67	31,0	36,0	2,5	0,38	0,5	3,0	5,0	1,67	7,0	1,0	0,15	23,0	2,0
02548	2453595,5	4690608,6	0,09	0,70	54,0	2359,0	52,0	0,59	28,0	41,0	2,5	0,17	0,5	4,0	3,0	1,72	5,0	1,0	0,18	20,0	1,0
02549	2453596,5	4690608,3	0,01	0,25	38,0	982,0	48,0	0,67	17,0	40,0	2,5	0,38	0,5	2,0	3,0	0,84	5,0	1,0	0,27	18,0	1,0
02550	2453597,5	4690608,0	0,07	0,25	60,0	1157,0	62,0	0,60	27,0	49,0	2,5	0,40	0,5	3,0	3,0	2,05	7,0	1,0	0,20	21,0	1,0
02551	2453598,5	4690607,7	0,01	0,60	33,0	824,0	45,0	0,61	14,0	42,0	2,5	0,28	0,5	2,0	2,0	1,01	4,0	1,0	0,27	16,0	1,0
02552	2453599,3	4690607,4	2,14	0,70	243,0	5958,0	214,0	0,56	103,0	187,0	9,0	0,41	0,5	5,0	5,0	8,48	6,0	1,0	0,13	30,0	2,0
02553	2453599,7	4690607,3	0,06	0,25	121,0	3082,0	100,0	0,76	43,0	177,0	2,5	0,44	0,5	6,0	4,0	2,31	7,0	1,0	0,16	21,0	3,0
02554	2453600,5	4690607,0	0,10	0,25	35,0	686,0	53,0	0,51	12,0	26,0	2,5	0,07	0,5	0,5	2,0	0,62	3,0	1,0	0,22	21,0	1,0
02555	2453601,3	4690606,8	0,06	0,25	2316,0	12300,0	388,0	0,63	167,0	173,0	2,5	0,16	0,5	13,0	4,0	3,04	4,0	1,0	0,20	35,0	2,0
02556	2453602,2	4690606,5	0,05	0,25	65,0	666,0	82,0	0,57	13,0	30,0	2,5	0,17	0,5	1,0	2,0	0,88	3,0	1,0	0,22	18,0	1,0
02557	2453603,2	4690606,2	0,01	0,25	62,0	739,0	68,0	0,66	13,0	27,0	2,5	0,19	0,5	2,0	3,0	0,70	3,0	1,0	0,28	25,0	1,0
02558	2453604,4	4690605,8	0,01	0,25	33,0	302,0	69,0	0,74	13,0	26,0	2,5	0,23	0,5	0,5	2,0	0,57	4,0	1,0	0,24	27,0	3,0

Muestra	Mg (%)	Mn	Mo	Na (%)	Nb	Ni	P	S (%)	Sb	Sc	Se	Sn	Sr	Ta	Te	Ti (%)	Tl	V	W	Y	Zr
02530	0,03	2047,0	61,0	0,01	0,5	5,0	262,0	0,01	2,5	6,0	5,0	10,0	4,0	5,0	5,0	0,01	2,5	276,0	74,0	18,0	5,0
02531	0,03	913,0	7,0	0,01	0,5	4,0	1080,0	0,01	32,0	2,5	5,0	10,0	19,0	5,0	5,0	0,01	7,0	4198,0	113,0	15,0	8,0
02532	0,04	1274,0	2,0	0,02	0,5	4,0	214,0	0,01	2,5	2,5	5,0	10,0	12,0	5,0	5,0	0,01	2,5	656,0	59,0	16,0	6,0
02533	0,04	449,0	7,0	0,01	0,5	4,0	317,0	0,01	2,5	6,0	5,0	10,0	6,0	5,0	5,0	0,01	2,5	171,0	50,0	22,0	7,0
02534	0,05	718,0	19,0	0,01	0,5	6,0	807,0	0,01	2,5	6,0	5,0	10,0	9,0	5,0	5,0	0,01	2,5	1160,0	79,0	30,0	6,0
02535	0,08	1129,0	3,0	0,01	0,5	6,0	762,0	0,01	2,5	5,0	5,0	10,0	15,0	5,0	5,0	0,01	2,5	854,0	82,0	33,0	6,0
02536	0,03	1057,0	6,0	0,01	0,5	5,0	655,0	0,01	2,5	2,5	5,0	10,0	12,0	5,0	5,0	0,01	2,5	2860,0	178,0	31,0	7,0
02537	0,03	1042,0	2,0	0,03	0,5	4,0	353,0	0,01	2,5	2,5	5,0	10,0	14,0	5,0	5,0	0,01	2,5	565,0	39,0	11,0	7,0
02538	0,04	1023,0	3,0	0,01	0,5	2,0	246,0	0,01	2,5	2,5	5,0	10,0	10,0	5,0	5,0	0,01	2,5	829,0	38,0	8,0	6,0
02539	0,04	651,0	2,0	0,01	0,5	4,0	244,0	0,01	2,5	2,5	5,0	10,0	18,0	5,0	5,0	0,01	2,5	860,0	72,0	8,0	6,0
02540	0,07	177,0	1,0	0,01	0,5	2,0	236,0	0,01	2,5	2,5	5,0	10,0	17,0	5,0	5,0	0,01	2,5	141,0	23,0	9,0	14,0
02541	0,06	371,0	3,0	0,03	0,5	3,0	276,0	0,01	2,5	2,5	5,0	10,0	16,0	5,0	5,0	0,01	2,5	120,0	28,0	13,0	19,0
02545	0,02	319,0	2,0	0,01	0,5	5,0	334,0	0,01	2,5	2,5	5,0	10,0	10,0	5,0	5,0	0,01	2,5	1092,0	93,0	11,0	7,0
02546	0,02	227,0	2,0	0,01	0,5	4,0	234,0	0,01	2,5	2,5	5,0	10,0	7,0	5,0	5,0	0,01	2,5	385,0	68,0	10,0	7,0
02547	0,05	698,0	2,0	0,06	0,5	3,0	209,0	0,02	2,5	2,5	5,0	10,0	10,0	5,0	5,0	0,01	2,5	157,0	45,0	11,0	9,0
02548	0,03	947,0	2,0	0,02	0,5	2,0	175,0	0,01	2,5	2,5	5,0	10,0	7,0	5,0	5,0	0,01	2,5	465,0	51,0	10,0	9,0
02549	0,05	657,0	1,0	0,08	0,5	2,0	158,0	0,02	2,5	2,5	5,0	10,0	8,0	5,0	5,0	0,01	2,5	93,0	20,0	10,0	9,0
02550	0,04	483,0	1,0	0,05	0,5	2,0	206,0	0,01	2,5	2,5	5,0	10,0	10,0	5,0	5,0	0,01	2,5	170,0	44,0	10,0	8,0
02551	0,05	390,0	1,0	0,04	0,5	2,0	127,0	0,01	2,5	2,5	5,0	10,0	7,0	5,0	5,0	0,01	2,5	124,0	23,0	10,0	10,0
02552	0,05	1292,0	3,0	0,12	0,5	6,0	199,0	0,01	80,0	2,5	5,0	10,0	15,0	5,0	5,0	0,01	2,5	1670,0	277,0	17,0	8,0
02553	0,06	2380,0	2,0	0,17	0,5	4,0	144,0	0,03	2,5	2,5	5,0	10,0	10,0	5,0	5,0	0,01	2,5	508,0	67,0	10,0	10,0
02554	0,04	395,0	0,5	0,05	0,5	1,0	128,0	0,01	2,5	2,5	5,0	10,0	5,0	5,0	5,0	0,01	2,5	57,0	10,0	9,0	12,0
02555	0,05	3502,0	3,0	0,10	0,5	4,0	285,0	0,02	34,0	2,5	5,0	10,0	12,0	5,0	5,0	0,01	2,5	2520,0	147,0	14,0	11,0
02556	0,05	301,0	0,5	0,07	0,5	2,0	94,0	0,02	2,5	2,5	5,0	10,0	6,0	5,0	5,0	0,01	2,5	95,0	20,0	8,0	1

Muestra	Desde (m)	Hasta (m)	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Al (%)	As	Ba	Bi	Ca (%)	Cd	Co	Cr	Fe (%)	Ga	Hg	K (%)
75065	34	35	0,1	0,25	199	1675	303	0,44	126	135	2,5	0,03	2	4	4	2,49	5	1	0,27
75066	35	36	0,02	0,25	105	1096	206	0,48	96	129	2,5	0,03	2	4	3	1,77	4	1	0,31
75067	36	37,5	0,02	0,25	86	1207	138	0,46	48	117	2,5	0,02	1	3	3	1,53	4	1	0,28
75068	37,5	38	0,05	0,25	184	3307	276	0,75	137	82	2,5	0,03	3	4	4	2,07	6	1	0,13
75069	38	38,5	1,54	8,9	247	2176	263	0,36	106	1569	2,5	0,02	2	2	6	2,34	3	1	0,05
75070	38,5	39	0,7	12,1	491	1848	177	0,2	130	2000	2,5	0,02	2	0,5	6	1,99	1	1	0,05
75072	39	39,8	0,88	5,6	155	4454	144	0,43	82	1904	2,5	0,03	1	0,5	5	1,2	3	1	0,13
75073	39,8	41	0,28	1,7	149	3276	221	0,51	118	339	2,5	0,03	2	0,5	5	1,53	3	1	0,15
75074	41	41,75	0,41	2,9	254	2069	287	0,55	134	83	2,5	0,05	2	0,5	3	1,23	3	1	0,24
75076	41,75	42,15	0,59	3,4	98	1327	115	0,16	37	2000	2,5	0,005	0,5	0,5	9	1,08	1	1	0,03
75077	42,15	42,55	1,99	10,1	1963	7093	711	0,16	60	2000	2,5	0,005	13	0,5	6	0,98	1	1	0,02
75078	42,55	43,1	3,48	2,8	191	16640	458	0,8	368	179	9	0,03	4	0,5	6	3,49	9	1	0,12
75079	43,1	44	1,7	3	146	16272	187	0,58	284	130	2,5	0,02	2	1	6	1,65	4	1	0,11
75080	44	44,5	5,11	7,7	98	6119	138	0,43	131	70	2,5	0,02	1	0,5	5	1,19	3	1	0,11
75081	44,5	45	7,73	2,3	77	6211	130	0,48	126	52	2,5	0,02	1	0,5	6	1,21	3	1	0,14
75082	45	45,5	1,94	1,3	121	7149	225	0,61	165	50	2,5	0,04	2	3	5	2,51	8	1	0,21
75083	45,5	46,75	0,29	1,7	934	7237	466	0,44	166	93	2,5	0,02	1	0,5	4	1,03	4	1	0,08
75085	46,75	47,25	1,03	6,6	5355	34270	1366	0,44	695	301	2,5	0,03	3	2	7	1,09	5	1	0,06
75086	47,25	48	0,66	3,2	2152	21012	774	0,49	343	237	6	0,02	2	0,5	7	1,2	7	1	0,05
75087	48	49	1,02	2,9	1182	16534	520	0,37	301	156	2,5	0,03	2	3	8	1,22	8	1	0,06
75088	49	50	4,1	2,7	548	10475	277	0,5	146	145	2,5	0,02	1	4	4	1,06	9	1	0,08
75089	50	51	0,43	2	626	4822	222	0,33	115	171	2,5	0,02	0,5	2	6	1,23	4	1	0,05
75090	51	51,5	0,24	1,7	714	5642	439	0,29	134	180	2,5	0,02	0,5	4	5	1,21	4	1	0,07
75093	51,5	53	0,31	1,6	498	4296	293	0,4	98	171	2,5	0,03	0,5	2	4	1,12	5	1	0,09
75094	53	53,5	1,02	2,4	1501	7353	641	0,45	195	195	2,5	0,03	2	4	6	2,42	6	1	0,07
75095	53,5	54,5	0,83	1	191	2251	361	0,38	63	72	2,5	0,04	0,5	1	3	1,08	5	1	0,13
75097	54,5	55,5	0,35	0,9	126	1354	332	0,44	47	236	2,5	0,05	0,5	4	3	1,06	5	1	0,18
75098	55,5	56,6	0,02	0,6	185	1899	140	0,43	53	71	2,5	0,02	0,5	4	3	0,98	5	1	0,07
75099	56,6	57,9	0,07	0,25	86	1701	93	0,34	36	57	2,5	0,03	0,5	1	2	0,57	3	1	0,11
75100	57,9	58,4	0,13	3,8	180	7617	159	0,43	164	332	12	0,01	1	4	6	1,73	7	1	0,03
75101	58,4	59	0,17	0,6	136	3963	173	0,49	111	16	2,5	0,03	1	2	3	1,63	4	1	0,11
75102	59	59,5	0,13	0,9	175	6309	174	0,5	158	42	2,5	0,02	1	8	4	1,65	4	1	0,07
75103	59,5	60	0,25	1,5	265	4938	230	0,57	227	72	2,5	0,02	2	4	4	2,1	6	1	0,03
75104	60	60,5	0,45	2,5	278	15847	282	0,78	372	92	13	0,02	2	7	5	2,43	4	1	0,02
75105	60,5	61	0,82	4,7	217	28368	185	0,87	268	259	18	0,01	0,5	18	5	1,78	1	1	0,03
75107	61	61,5	5,74	9,5	272	17015	349	0,66	334	466	35	0,01	3	8	5	2,56	6	1	0,01
75108	61,5	62	0,55	4,5	231	7010	288	0,5	256	128	21	0,01	2	5	5	2,4	3	1	0,03
75109	62	62,5	0,9	4,2	280	17684	201	0,59	204	529	31	0,02	1	10	5	2,1	4	1	0,005
75110	62,5	63	0,35	2,5	472	7494	281	0,34	185	229	12	0,02	2	5	6	2,46	7	1	0,06
75111	63	63,5	0,1	0,8	856	5568	371	0,35	141	178	2,5	0,02	2	13	6	3,42	9	1	0,06
75112	63,5	64	0,06	0,8	4049	20211	722	0,38	318	123	2,5	0,02	2	6	6	0,98	2	1	0,01
75113	64	64,8	0,05	0,7	1275	7162	328	0,33	113	44	2,5	0,02	0,5	3	3	0,87	1	1	0,05
75114	64,8	65,3	0,04	0,6	167	1994	157	0,34	42	55	2,5	0,02	1	2	3	1,66	4	1	0,03
75115	65,3	66	0,01	0,25	219	1962	129	0,34	25	49	2,5	0,02	0,5	3	2	0,68	1	1	0,06
75116	66	67	0,01	0,25	130	927	115	0,28	19	39	2,5	0,03	0,5	2	2	0,51	1	1	0,12
75117	67	69	0,02	0,25	71	599	120	0,25	25	176	2,5	0,03	0,5	2	2	0,68	1	1	0,18

**Tabla 14:** Geoquímica de elementos metálicos de la perforación LV-D14-001. Elementos no especificados en ppm.

Muestra	La	Li	Mg (%)	Mn	Mo	Na (%)	Nb	Ni	P	S (%)	Sb	Sc	Se	Sn	Sr	Ta	Te	Ti (%)	Tl	V	W	Y	Zr
75065	34	1	0,02	393	1	0,005	0,5	3	385	0,005	2,5	2,5	5	10	10	5	5	0,005	2,5	51	50	15	4
75066	32	1	0,02	341	0,5	0,005	0,5	2	290	0,005	2,5	2,5	5	10	10	5	5	0,005	2,5	36	10	14	4
75067	27	1	0,02	291	0,5	0,005	0,5	2	297	0,005	2,5	2,5	5	10	9	5	5	0,02	2,5	35		13	5
75068	37	2	0,01	429	1	0,005	0,5	2	818	0,005	2,5	2,5	5	10	6	5	5	0,01	2,5	73	31	27	6
75069	9	1	0,005	140	2	0,005	0,5	4	433	0,04	2,5	2,5	5	10	7	5	5	0,005	2,5	86	42	12	2
75070	3	1	0,005	57	9	0,005	0,5	5	203	0,11	2,5	2,5	5	10	12	5	5	0,005	2,5	101	41	3	0,5
75072	9	1	0,01	73	8	0,005	0,5	4	905	0,05	2,5	2,5	5	10	9	5	5	0,005	2,5	189	31	4	0,5
75073	11	1	0,01	82	13	0,005	0,5	4	774	0,005	2,5	6	5	10	4	5	5	0,005	2,5	124	37	6	0,5
75074	20	1	0,03	36	2	0,005	0,5	2	560	0,005	2,5	8	5	10	19	5	5	0,005	2,5	73	31	6	2
75076	3	1	0,005	131	2	0,005	0,5	7	215	0,11	2,5	2,5	5	10	14	5	5	0,005	2,5	25	24	1	0,5
75077	4	1	0,005	47	2	0,005	0,5	3	616	0,29	2,5	2,5	5	10	13	5	5	0,005	2,5	39	31	1	0,5
75078	36	1	0,01	59	6	0,005	0,5	1	3339	0,02	2,5	17	5	10	11	5	5	0,005	2,5	677	168	8	2
75079	23	1	0,005	109	8	0,005	0,5	4	2300	0,01	2,5	12	5	10	7	5	5	0,005	2,5	1228	93	5	1
75080	11	1	0,005	45	11	0,005	0,5	4	1149	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	351	38	4	1
75081	7	1	0,01	43	12	0,005	0,5	4	744	0,005	2,5	2,5	5	10	3	5	5	0,005	2,5	673	50	5	1
75082	10	1	0,02	316	5	0,005	0,5	4	680	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	895	97	12	3
75083	9	1	0,005	89	4	0,005	0,5	3	482	0,005	2,5	2,5	5	10	3	5	5	0,005	2,5	1175	40	5	3
75085	12	1	0,005	243	7	0,005	0,5	6	1948	0,01	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	5376	71	5	1
75086	14	1	0,005	88	4	0,005	0,5	2	2171	0,01	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	2375	53	6	1
75087	11	1	0,005	440	4	0,005	0,5	5	1609	0,005	2,5	2,5	5	10	3	5	5	0,005	2,5	1759	76	8	1
75088	18	1	0,005	289	2	0,005	0,5	2	1985	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	416	45	10	2
75089	20	1	0,005	180	2	0,005	0,5	4	612	0,005	2,5	2,5	5	10	3	5	5	0,005	2,5	470	40	10	2
75090	16	1	0,005	331	1	0,005	0,5	4	520	0,005	2,5	2,5	5	10	3	5	5	0,005	2,5	695	59	7	1
75093	22	1	0,005	200	1	0,005	0,5	2	639	0,005	2,5	2,5	5	10	3	5	5	0,005	2,5	379	35	9	2
75094	17	2	0,005	491	2	0,005	0,5	2	214	0,005	35	2,5	5	10	3	5	5	0,005	2,5	1346	81	14	2
75095	19	1	0,02	78	0,5	0,005	0,5	2	479	0,005	2,5	2,5	5	10	3	5	5	0,005	2,5	85	10	12	2
75097	13	1	0,02	289	1	0,005	0,5	0,5	267	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	24	10	7	2
75098	21	1	0,005	465	1	0,005	0,5	2	271	0,005	2,5	2,5	5	10	3	5	5	0,005	2,5	102	35	8	4
75099	10	1	0,01	278	0,5	0,005	0,5	2	218	0,005	2,5	2,5	5	10	3	5	5	0,005	2,5	139	10	8	2
75100	15	1	0,005	486	4	0,005	0,5	4	1306	0,01	2,5	2,5	5	10	6	5	5	0,005	2,5	490	40	7	2
75101	13	1	0,01	182	3	0,005	0,5	2	887	0,005	2,5	2,5	5	10	3	5	5	0,005	2,5	159	46	11	2
75102	13	1	0,005	1008	5	0,005	0,5	3	1166	0,005	2,5	2,5	5	10	3	5	5	0,005	2,5	266	59	9	2
75103	11	2	0,005	376	6	0,005	0,5	2	1064	0,005	2,5	5	5	10	3	5	5	0,005	2,5	159	10	9	2
75104	12	2	0,005	967	5	0,005	0,5	3	3152	0,01	2,5	5	5	10	5	5	5	0,005	2,5	396	70	12	2
75105	14	1	0,005	4516	9	0,005	0,5	1	4894	0,02	55	2,5	5	10	7	5	5	0,005	2,5	1021	132	8	1
75107	11	1	0,005	1275	6	0,005	0,5	2	3557	0,02	53	2,5	5	10	5	5	5	0,005	2,5	433	124	6	1
75108	16	1	0,005	749	6	0,005	0,5	4	1493	0,01	2,5	2,5	5	10	3	5	5	0,005	2,5	212	66	8	1
75109	42	2	0,005	1838	5	0,005	0,5	2	2895	0,02	59	2,5	5	10	6	5	5	0,005	2,5	1044	129	19	1
75110	10	1	0,005	705	5	0,005	0,5	3	914	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	818	80	7	1
75111	21	1	0,01	2020	4	0,005	0,5	4	293	0,005	2,5	2,5	5	10	3	5	5	0,005	2,5	756	109	26	4
75112	23	2	0,005	1145	4	0,005	0,5	2	815	0,005	2,5	2,5	5	10	3	5	5	0,005	2,5	3237	47	10	3
75113	23	1	0,005	454	2	0,005	0,5	2	554	0,005	2,5	2,5	5	10	3	5	5	0,005	2,5	1031	10	9	3
75114	27	2	0,01	439	2	0,005	0,5	2	380	0,005	2,5	2,5	5	10	3	5	5	0,005	2,5	103	10	8	4
75115	23	1	0,01	462	1	0,005	0,5	2	305	0,005	2,5	2,5	5	10	3	5	5	0,005	2,5	135	10	7	3
75116	24	1	0,01	261	0,5	0,005	0,5	2	132	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	75	10	7	2
75117	22	1	0,01	223	1	0,005	0,5	2	113	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	21	10	6	3

**Tabla 15:** Continuación de geoquímica de elementos metálicos de la perforación LV-D14-001. Elementos no especificados en ppm.

Muestra	Desde (m)	Hasta (m)	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Al (%)	As	Ba	Bi	Ca (%)	Cd	Co	Cr	Fe (%)	Ga	Hg	K (%)
LVCCSA75001	35	37	0,04	0,25	351	3063	528	0,83	49	1744	2,5	0,11	1	5	5	2,17	6	1	0,32
LVCCSA75002	37	38	0,02	0,25	269	3433	324	1,05	65	602	2,5	0,12	1	9	5	2,08	7	1	0,39
LVCCSA75003	38	39	0,005	0,25	627	2385	529	1,18	93	1552	2,5	0,16	2	21	5	3,99	13	1	0,41
LVCCSA75004	39	40,5	0,02	0,25	335	2488	299	0,71	132	427	2,5	0,06	2	7	5	3,39	5	1	0,32
LVCCSA75006	40,5	41,6	0,02	0,25	320	1993	198	0,65	135	172	2,5	0,04	0,5	1	5	1,72	5	1	0,29
LVCCSA75007	41,6	42,2	0,005	0,6	693	2576	502	0,86	132	167	10	0,07	2	7	4	6,08	10	1	0,29
LVCCSA75008	42,2	42,6	0,01	1,6	433	1574	222	0,62	102	278	14	0,05	1	4	4	2,94	5	1	0,27
LVCCSA75010	42,6	43,5	0,07	8,6	658	3393	351	0,63	121	2000	8	0,06	1	5	4	3,95	6	1	0,16
LVCCSA75011	43,5	44	0,23	28,1	732	2401	173	0,5	74	2000	2,5	0,04	0,5	0,5	4	1,79	5	1	0,21
LVCCSA75012	44	45	0,03	6	185	1529	333	0,63	52	2000	2,5	0,08	0,5	0,5	4	1,29	5	1	0,21
LVCCSA75013	45	46	0,12	3,9	515	2291	419	0,65	58	2000	2,5	0,06	1	1	4	2,72	7	1	0,22
LVCCSA75014	46	46,5	0,23	0,9	1341	7243	1753	1,37	232	176	20	0,19	5	28	5	8,17	22	1	0,15
LVCCSA75015	46,5	47	0,02	1,5	1287	6950	1403	1,08	225	161	19	0,14	3	21	7	5,87	20	1	0,18
LVCCSA75016	47	48	0,04	1,6	910	9532	953	0,97	146	82	5	0,12	3	13	4	5	17	1	0,12
LVCCSA75017	48	49	0,06	1,4	614	8570	712	0,81	151	96	12	0,09	2	18	6	2,47	10	1	0,11
LVCCSA75018	49	50	0,08	1,5	410	15594	509	0,9	159	110	2,5	0,1	2	7	5	2,07	6	1	0,21
LVCCSA75019	50	51	0,08	1,2	432	9964	374	1,11	223	37	16	0,03	2	10	5	2,49	10	1	0,02
LVCCSA75020	51	51,4	0,31	1,3	1051	56725	955	2,32	777	63	65	0,04	4	31	11	5,02	28	1	0,09
LVCCSA75021	51,4	52	0,18	0,25	1566	56711	1364	1,86	1096	76	85	0,04	8	52	12	9,69	43	1	0,02
LVCCSA75022	52	52,5	1,13	1,6	473	25686	689	1,31	455	153	52	0,03	5	5	9	7,45	17	1	0,05
LVCCSA75023	52,5	53	1,45	5,1	213	6113	332	0,65	181	359	14	0,01	2	0,5	6	2,29	5	1	0,03
LVCCSA75024	53	53,5	9,54	20,9	89	2111	108	0,23	67	1481	7	0,005	0,5	0,5	7	1	3	1	0,02
LVCCSA75025	53,5	54	1,88	4,8	173	3950	239	0,53	151	381	7	0,01	1	0,5	5	1,76	4	1	0,03
LVCCSA75026	54	54,5	2,03	2,8	264	9254	493	0,75	346	235	37	0,02	3	2	6	5,24	7	1	0,05
LVCCSA75027	54,5	55	4,6	5,3	150	2649	189	0,53	127	153	16	0,02	1	0,5	4	2,53	6	1	0,06
LVCCSA75028	55	55,85	0,49	3,2	392	3168	281	0,61	200	177	50	0,03	2	2	4	5,59	14	1	0,03
LVCCSA75029	55,85	56,25	1,06	13,5	524	1315	123	0,2	94	1302	17	0,005	1	0,5	7	2,12	2	1	0,02
LVCCSA75030	56,25	56,75	5,22	45,6	240	1085	103	0,14	59	2000	54	0,005	1	0,5	5	2,41	1	1	0,005
LVCCSA75031	56,75	57,25	1,13	18	415	1320	203	0,12	109	1427	49	0,01	2	0,5	4	3,11	1	1	0,005
LVCCSA75032	57,25	57,75	7,37	9,6	240	707	127	0,09	48	1789	24	0,005	0,5	0,5	5	1,79	1	1	0,005
LVCCSA75033	57,75	58,25	4,99	79	491	1059	121	0,08	42	2000	28	0,01	0,5	0,5	6	1,91	1	1	0,005
LVCCSA75034	58,25	59,1	9,17	19,8	154	2965	329	0,23	119	1774	134	0,01	2	1	7	4,57	5	1	0,005
LVCCSA75036	59,1	59,8	0,7	8,8	607	1553	124	0,09	30	2000	36	0,02	0,5	0,5	5	1,34	1	1	0,005
LVCCSA75037	59,8	60,3	1,17	3,2	348	31360	339	1,22	483	1714	71	0,02	1	2	8	2,89	1	1	0,005
LVCCSA75038	60,3	60,9	1,67	4,4	280	1947	141	0,15	52	2000	18	0,02	0,5	0,5	6	2,58	1	1	0,005
LVCCSA75039	60,9	61,5	0,69	5	604	2536	899	0,26	84	1440	12	0,02	7	1	5	1,46	2	1	0,11
LVCCSA75040	61,5	62	0,25	1,4	355	1293	207	0,29	114	128	5	0,02	2	3	6	2,28	8	1	0,08
LVCCSA75042	62	62,5	0,48	1,5	467	3317	460	0,41	193	87	13	0,02	3	6	9	3,8	11	1	0,05
LVCCSA75043	62,5	63	0,61	1,5	553	6961	583	0,42	297	419	31	0,02	5	23	10	3,93	10	1	0,03
LVCCSA75044	63	63,5	1,8	2	329	5174	357	0,41	219	155	12	0,02	3	5	10	2,78	9	1	0,05
LVCCSA75047	63,5	64	1,22	2	198	3788	201	0,33	133	178	2,5	0,02	1	4	7	1,66	5	1	0,03
LVCCSA75048	64	64,8	1,19	1,2	245	5061	195	0,54	114	61	2,5	0,03	1	11	5	1,7	6	1	0,09
LVCCSA75049	64,8	65,3	3,87	4,6	255	24237	238	0,97	189	323	16	0,03	1	8	7	1,48	6	1	0,01
LVCCSA75050	65,3	65,8	12,1	0,9	266	14642	288	0,75	194	189	8	0,02	2	12	6	2,16	9	1	0,05
LVCCSA75051	65,8	66,3	6,91	1,8	219	15129	214	0,86	117	59	2,5	0,01	1	1	7	1,58	8	1	0,02
LVCCSA75053	66,3	66,75	1	1,2	266	11873	205	0,49	164	169	2,5	0,02	1	20	8	1,94	6	1	0,005
LVCCSA75054	66,75	67,85	0,47	0,9	124	8030	113	0,4	161	123	8	0,01	0,5	3	5	1,2	4	1	0,08
LVCCSA75055	67,85	68,35	0,17	0,9	279	8512	210	0,42	179	455	10	0,02	0,5	9	6	1,32	2	1	0,08
LVCCSA75056	68,35	69,15	0,02	0,25	152	2644	129	0,85	43	224	2,5	0,02	0,5	6	2	1,07	3	1	0,06
LVCCSA75057	69,15	70	0,13	0,25	188	1193	358	0,5	25	171	2,5	0,02	0,5	4	2	1,23	1	1	0,25
LVCCSA75058	70	71	0,04	0,25	196	1072	252	0,56	27	202	2,5	0,03	0,5	4	3	1,07	2	1	0,21
LVCCSA75059	71	72	0,05	0,25	153	1118	268	0,45	16	234	2,5	0,03	0,5	7	2	0,79	1	1	0,21
LVCCSA75060	72	73	0,005	0,25	157	769	219	0,42	12	441	2,5	0,03	0,5	9	2	0,8	1	1	0,29
LVCCSA75061	73	74	0,03	0,6	98	401	132	0,38	14	116	2,5	0,04	0,5	1	3	0,84	1	1	0,25
LVCCSA75062	74	75	0,01	0,25	87	241	125	0,45	16	95	2,5	0,04	0,5	0,5	2	0,79	1	1	0,27
LVCCSA75063	75	76	0,005	0,25	71	276	98	0,43	19	180	2,5	0,04	0,5	1	2	0,9	1	1	0,3
LVCCSA75064	76	77	0,02	0,25	80	418	89	0,42	15	172	2,5	0,03	0,5	2	2	0,87	2	1	0,27

**Tabla 16:** Geoquímica de elementos metálicos de la perforación LV-D14-002. Elementos no especificados en ppm.

Muestra	La	Li	Mg (%)	Mn	Mo	Na (%)	Nb	Ni	P	S (%)	Sb	Sc	Se	Sn	Sr	Ta	Te	Ti (%)	Tl	V	W	Y	Zr
LVCCSA75001	29	2	0,14	530	0,5	0,005	0,5	5	404	0,04	2,5	2,5	5	10	15	5	5	0,005	2,5	30	10	12	5
LVCCSA75002	31	3	0,12	1920	0,5	0,01	0,5	4	415	0,005	2,5	2,5	5	10	16	5	5	0,005	2,5	20	10	18	5
LVCCSA75003	31	4	0,24	5641	0,5	0,01	0,5	3	228	0,005	2,5	2,5	5	10	18	5	5	0,005	2,5	45	30	18	5
LVCCSA75004	33	1	0,06	1241	2	0,01	0,5	4	426	0,005	2,5	2,5	5	10	16	5	5	0,005	2,5	25	10	16	5
LVCCSA75006	30	1	0,02	233	2	0,01	0,5	2	389	0,005	2,5	2,5	5	10	11	5	5	0,005	2,5	29	10	8	4
LVCCSA75007	19	1	0,06	552	2	0,005	0,5	3	334	0,005	2,5	2,5	5	10	8	5	5	0,005	2,5	52	10	6	4
LVCCSA75008	9	1	0,04	319	2	0,005	0,5	4	211	0,01	2,5	2,5	5	10	8	5	5	0,005	2,5	27	10	3	3
LVCCSA75010	8	1	0,04	1703	2	0,005	0,5	2	215	0,32	2,5	2,5	5	10	21	5	5	0,005	2,5	44	10	4	3
LVCCSA75011	9	1	0,02	50	2	0,005	0,5	2	197	0,32	2,5	2,5	5	10	20	5	5	0,005	2,5	31	10	4	3
LVCCSA75012	19	1	0,04	38	0,5	0,005	0,5	3	226	0,08	2,5	2,5	5	10	15	5	5	0,005	2,5	39	10	6	3
LVCCSA75013	12	1	0,03	172	0,5	0,005	0,5	3	246	0,25	2,5	2,5	5	10	12	5	5	0,005	2,5	35	10	5	4
LVCCSA75014	22	3	0,22	3594	4	0,01	0,5	5	505	0,005	2,5	2,5	5	10	13	5	5	0,005	2,5	100	24	17	4
LVCCSA75015	26	2	0,17	3347	4	0,005	0,5	4	445	0,005	2,5	2,5	5	10	11	5	5	0,005	2,5	203	55	19	4
LVCCSA75016	31	1	0,09	1636	2	0,005	0,5	4	878	0,005	2,5	2,5	5	10	9	5	5	0,005	2,5	66	21	13	4
LVCCSA75017	33	1	0,04	1751	3	0,005	0,5	3	841	0,005	2,5	2,5	5	10	7	5	5	0,005	2,5	109	38	18	4
LVCCSA75018	37	3	0,03	887	2	0,005	0,5	2	1819	0,005	2,5	2,5	5	10	9	5	5	0,01	2,5	64	26	15	5
LVCCSA75019	42	3	0,005	1162	4	0,005	0,5	2	1889	0,005	2,5	11	5	10	6	5	5	0,005	2,5	312	81	16	3
LVCCSA75020	90	5	0,02	5025	23	0,005	0,5	2	10489	0,04	2,5	31	5	10	15	5	5	0,005	2,5	2373	324	26	2
LVCCSA75021	61	5	0,01	10189	25	0,005	0,5	3	6522	0,03	2,5	41	5	10	10	5	5	0,005	2,5	3252	533	31	2
LVCCSA75022	51	3	0,01	790	10	0,005	0,5	6	5049	0,03	2,5	23	5	10	10	5	5	0,005	2,5	858	216	17	2
LVCCSA75023	16	1	0,005	88	3	0,005	0,5	4	1459	0,02	2,5	9	5	10	4	5	5	0,005	2,5	137	94	8	1
LVCCSA75024	6	1	0,005	138	2	0,005	0,5	5	454	0,04	2,5	2,5	5	10	3	5	5	0,005	2,5	39	21	2	0,5
LVCCSA75025	14	1	0,005	84	3	0,005	0,5	3	882	0,02	2,5	7	5	10	3	5	5	0,005	2,5	102	34	11	1
LVCCSA75026	26	1	0,01	164	7	0,005	0,5	3	2043	0,02	2,5	13	5	10	6	5	5	0,005	2,5	284	88	15	2
LVCCSA75027	18	1	0,005	47	2	0,005	0,5	4	494	0,01	2,5	6	5	10	6	5	5	0,005	2,5	110	28	6	2
LVCCSA75028	24	2	0,01	265	4	0,005	0,5	3	516	0,005	2,5	9	5	10	7	5	5	0,005	2,5	166	41	11	2
LVCCSA75029	6	1	0,005	114	5	0,005	0,5	5	165	0,05	2,5	2,5	5	10	7	5	5	0,005	2,5	50	10	3	0,5
LVCCSA75030	1	1	0,005	61	4	0,005	0,5	6	77	0,07	2,5	2,5	5	10	6	5	5	0,005	2,5	45	26	2	0,5
LVCCSA75031	2	1	0,005	76	4	0,005	0,5	6	80	0,05	2,5	2,5	5	10	6	5	5	0,005	2,5	71	29	3	0,5
LVCCSA75032	2	1	0,005	74	3	0,005	0,5	3	69	0,06	2,5	2,5	5	10	3	5	5	0,005	2,5	33	23	2	0,5
LVCCSA75033	1	1	0,005	80	2	0,005	0,5	5	41	0,08	2,5	2,5	5	10	6	5	5	0,005	2,5	49	10	1	0,5
LVCCSA75034	5	1	0,005	115	7	0,005	0,5	4	345	0,05	2,5	6	5	10	4	5	5	0,005	2,5	256	88	9	0,5
LVCCSA75036	4	1	0,005	92	3	0,005	0,5	5	195	0,07	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	64	20	3	0,5
LVCCSA75037	221	1	0,005	178	7	0,005	0,5	5	7669	0,11	2,5	13	5	10	29	5	5	0,005	2,5	859	118	25	0,5
LVCCSA75038	7	1	0,005	117	3	0,005	0,5	5	309	0,07	2,5	2,5	5	10	7	5	5	0,005	2,5	96	38	2	0,5
LVCCSA75039	7	1	0,01	128	5	0,005	0,5	4	199	0,09	2,5	2,5	5	10	7	5	5	0,005	2,5	47	10	4	0,5
LVCCSA75040	6	1	0,005	489	5	0,005	0,5	5	164	0,005	2,5	2,5	5	10	2	5	5	0,005	2,5	73	28	5	1
LVCCSA75042	7	1	0,005	983	7	0,005	0,5	5	479	0,005	2,5	9	5	10	2	5	5	0,005	2,5	233	68	5	1
LVCCSA75043	11	1	0,005	5934	14	0,005	0,5	5	601	0,005	2,5	14	5	10	3	5	5	0,005	2,5	356	177	5	2
LVCCSA75044	7	1	0,005	989	7	0,005	0,5	3	518	0,005	2,5	10	5	10	3	5	5	0,005	2,5	483	74	4	1
LVCCSA75047	8	1	0,005	953	4	0,005	0,5	3	400	0,005	2,5	2,5	5	10	3	5	5	0,005	2,5	324	62	3	1
LVCCSA75048	24	1	0,01	3089	4	0,005	0,5	2	586	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	174	57	4	2
LVCCSA75049	28	1	0,005	1033	5	0,005	0,5	3	5131	0,03	2,5	2,5	5	10	8	5	5	0,005	2,5	470	88	5	2
LVCCSA75050	13	1	0,005	1475	4	0,005	0,5	3	3041	0,01	2,5	7	5	10	4	5	5	0,005	2,5	260	130	4	2
LVCCSA75051	15	1	0,005	163	9	0,005	0,5	4	3742	0,01	2,5	2,5	5	10	5	5	5	0,005	2,5	130	43	3	2
LVCCSA75053	8	1	0,005	5063	9	0,005	0,5	3	1261	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	532	183	5	2
LVCCSA75054	9	1	0,005	415	4	0,005	0,5	3	1191	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	584	62	4	1
LVCCSA75055	13	1	0,005	3791	9	0,005	0,5	4	919	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	641	77	6	2
LVCCSA75056	30	4	0,01	2223	3	0,005	0,5	1	373	0,005	2,5	2,5	5	10	3	5	5	0,005	2,5	32	28	11	7
LVCCSA75057	25	1	0,03	1258	1	0,005	0,5	2	120	0,005	2,5	2,5	5	10	5	5	5	0,005	2,5	10	10	8	8
LVCCSA75058	24	1	0,02	792	2	0,005	0,5	2	141	0,005	2,5	2,5	5	10	5	5	5	0,005	2,5	27	24	11	5
LVCCSA75059	31	1	0,02	1277	2	0,005	0,5	3	157	0,005	2,5	2,5	5	10	6	5	5	0,005	2,5	9	10	11	5
LVCCSA75060	27	1	0,02	1845	3	0,005	0,5	2	72	0,005	2,5	2,5	5	10	5	5	5	0,005	2,5	5	21	10	4
LVCCSA75061	34	1	0,02	447	3	0,005	0,5	2	84	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	3	10	10	4
LVCCSA75062	30	1	0,02	260	3	0,005	0,5	2	66	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	3	10	10	4
LVCCSA75063	35	1	0,03	387	0,5	0,005	0,5	3	63	0,005	2,5	2,5	5	10	5	5	5	0,005	2,5	4	10	15	6
LVCCSA75064	28	1	0,02	387	6	0,005	0,5	2	62	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	3			

Muestra	Desde (m)	Hasta (m)	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Al (%)	As	Ba	Bi	Ca (%)	Cd	Co	Cr	Fe (%)	Ga	Hg	K (%)
LVCCSA75258	35	37	0,01	0,9	87	1182	109	0,26	40	168	2,5	0,01	0,5	2	3	1,29	3	1	0,2
LVCCSA75259	37	38	0,06	0,8	117	1284	140	0,27	39	94	2,5	0,02	0,5	2	4	1,28	4	1	0,18
LVCCSA75261	38	39	0,04	0,9	164	1559	236	0,31	57	81	2,5	0,02	2	3	4	1,63	5	1	0,17
LVCCSA75262	39	40,15	0,27	1,1	222	2008	244	0,29	64	126	2,5	0,02	2	4	6	1,8	5	1	0,14
LVCCSA75263	40,15	41	0,31	3,5	958	5241	386	0,33	98	212	2,5	0,02	1	2	6	1,64	5	1	0,06
LVCCSA75264	41	42	0,51	2,1	509	3495	347	0,35	94	296	2,5	0,03	1	2	6	1,86	6	1	0,08
LVCCSA75265	42	43	0,61	2,5	849	6189	392	0,31	133	598	2,5	0,02	1	0,5	6	1,59	6	1	0,05
LVCCSA75266	43	44	0,44	0,9	417	3845	238	0,33	91	157	2,5	0,02	1	0,5	4	1,22	5	1	0,05
LVCCSA75267	44	45	0,04	0,25	85	3492	80	0,38	47	88	2,5	0,02	1	2	3	0,97	5	1	0,03
LVCCSA75269	45	46	0,44	1,7	430	5888	177	0,36	131	174	2,5	0,01	1	0,5	5	1,3	4	1	0,03
LVCCSA75270	46	47	0,47	1,5	434	9121	190	0,54	143	73	2,5	0,02	0,5	1	4	1,22	6	1	0,06
LVCCSA75271	47	48	0,07	0,8	281	6235	166	0,36	79	43	2,5	0,03	0,5	0,5	3	0,81	4	1	0,08
LVCCSA75272	48	49	0,07	1,5	250	3360	163	0,35	96	97	2,5	0,02	1	1	4	1,08	4	1	0,03
LVCCSA75273	49	50	0,2	1,9	352	4052	193	0,32	87	159	2,5	0,03	0,5	2	4	1	3	1	0,07
LVCCSA75274	50	51	0,06	1,6	215	2445	168	0,41	64	141	2,5	0,02	0,5	2	3	0,94	3	1	0,07
LVCCSA75277	51	52	0,1	1,5	392	3964	288	0,4	75	187	2,5	0,03	0,5	2	4	1,16	4	1	0,16
LVCCSA75278	52	53	0,04	1,6	252	2425	209	0,31	54	180	2,5	0,02	0,5	1	3	1,11	3	1	0,21
LVCCSA75279	53	54	0,005	1	219	1842	188	0,31	43	146	2,5	0,02	0,5	1	3	1,1	3	1	0,23
LVCCSA75280	54	55,2	0,005	0,6	112	993	121	0,3	22	196	2,5	0,02	0,5	2	2	0,75	1	1	0,23
LVCCSA75281	55,2	56,15	0,03	0,25	84	644	211	0,35	14	46	2,5	0,05	0,5	1	2	0,47	3	1	0,16
LVCCSA75282	56,15	57,4	0,005	0,25	30	313	144	0,33	7	24	2,5	0,04	0,5	1	0,5	0,3	2	1	0,18
LVCCSA75283	57,4	58,25	0,04	1,2	799	6639	360	0,26	116	180	2,5	0,02	0,5	6	4	0,95	3	1	0,08
LVCCSA75285	58,25	59	0,2	3	730	16556	343	0,68	214	127	9	0,01	0,5	3	5	1,29	3	1	0,04
LVCCSA75286	59	60	0,11	1,5	1186	9706	577	0,44	186	73	16	0,04	1	5	4	1,41	4	1	0,14
LVCCSA75287	60	61	0,1	1,6	222	4911	230	0,49	103	44	2,5	0,04	0,5	3	4	1,25	4	1	0,12
LVCCSA75288	61	62	0,04	1,2	1264	8229	416	0,42	185	72	2,5	0,03	1	5	7	1,11	3	1	0,13
LVCCSA75289	62	63	0,03	2,1	233	3003	223	0,42	70	241	2,5	0,03	0,5	4	3	1,11	3	1	0,17
LVCCSA75290	63	64	0,07	1,4	177	2187	245	0,56	70	56	2,5	0,04	0,5	3	2	1,15	1	1	0,16
LVCCSA75291	64	65,6	0,02	0,25	126	964	196	0,51	47	121	2,5	0,05	0,5	2	2	0,84	1	1	0,2
LVCCSA75292	65,6	66,25	0,005	0,7	101	629	128	0,38	48	47	2,5	0,04	0,5	0,5	2	0,86	1	1	0,2
LVCCSA75293	66,25	67	0,005	0,25	46	301	179	0,41	15	22	2,5	0,06	0,5	2	2	0,55	1	1	0,21
LVCCSA75294	67	67,5	0,03	0,25	327	1929	244	0,49	44	60	2,5	0,05	0,5	3	2	0,81	3	1	0,21
LVCCSA75296	67,5	68	0,005	0,6	95	854	192	0,43	29	36	2,5	0,05	0,5	2	2	0,73	1	1	0,17
LVCCSA75297	68	68,5	0,12	3,1	286	1552	144	0,32	57	119	2,5	0,03	0,5	2	4	1,51	3	1	0,13
LVCCSA75298	68,5	69	0,03	0,25	71	815	117	0,36	26	57	2,5	0,04	0,5	4	2	0,65	2	1	0,17
LVCCSA75299	69	70	0,02	0,25	47	391	126	0,38	14	187	2,5	0,05	0,5	0,5	2	0,54	1	1	0,21
LVCCSA75301	70	71	0,005	0,25	115	801	180	0,39	13	154	2,5	0,05	0,5	1	2	0,57	3	1	0,22
LVCCSA75302	71	72	0,03	0,8	245	1531	148	0,38	33	74	2,5	0,02	0,5	2	2	1,03	3	1	0,15
LVCCSA75303	72	72,7	0,11	0,9	308	1763	202	0,33	45	143	2,5	0,02	0,5	4	4	1,79	3	1	0,15
LVCCSA75304	72,7	74	0,01	0,25	71	403	106	0,31	19	188	2,5	0,03	0,5	2	3	1,08	1	1	0,23
LVCCSA75305	74	75,45	0,005	0,25	43	200	82	0,29	21	142	2,5	0,03	0,5	2	3	0,77	1	1	0,22
LVCCSA75306	75,45	75,85	0,005	0,25	91	468	118	0,28	69	695	2,5	0,02	0,5	4	3	1,17	1	1	0,22
LVCCSA75307	75,85	77	0,005	0,25	63	173	89	0,27	32	68	2,5	0,03	0,5	0,5	2	0,74	1	1	0,21
LVCCSA75308	77	78	0,005	0,25	55	129	101	0,33	23	46	2,5	0,03	0,5	0,5	3	0,72	1	1	0,24
LVCCSA75309	78	79	0,005	0,25	48	276	107	0,31	8	203	2,5	0,03	0,5	4	3	0,64	1	1	0,24
LVCCSA75310	79	80	0,005	0,25	60	322	138	0,33	13	148	2,5	0,02	0,5	3	3	0,78	2	1	0,25

**Tabla 18:** Geoquímica de elementos metálicos de la perforación LV-D14-003. Elementos no especificados en ppm.

Muestra	La	Li	Mg (%)	Mn	Mo	Na (%)	Nb	Ni	P	S (%)	Sb	Sc	Se	Sn	Sr	Ta	Te	Ti (%)	Tl	V	W	Y	Zr
LVCCSA75258	25	1	0,005	336	0,5	0,005	0,5	0,5	244	0,005	2,5	2,5	5	10	9	5	5	0,01	2,5	64	10	8	5
LVCCSA75259	24	1	0,005	226	0,5	0,005	0,5	1	253	0,005	2,5	2,5	5	10	8	5	5	0,01	2,5	64	23	9	5
LVCCSA75261	27	1	0,005	167	0,5	0,005	0,5	0,5	307	0,005	2,5	2,5	5	10	9	5	5	0,01	2,5	95	20	9	6
LVCCSA75262	26	1	0,005	106	0,5	0,005	0,5	2	360	0,005	2,5	2,5	5	10	8	5	5	0,005	2,5	156	39	9	7
LVCCSA75263	13	1	0,005	164	5	0,005	0,5	2	367	0,005	2,5	2,5	5	10	5	5	5	0,005	2,5	844	45	8	3
LVCCSA75264	11	1	0,01	113	2	0,005	0,5	3	386	0,005	2,5	2,5	5	10	6	5	5	0,005	2,5	455	40	9	2
LVCCSA75265	10	1	0,005	84	3	0,005	0,5	3	636	0,02	2,5	2,5	5	10	7	5	5	0,005	2,5	837	44	5	2
LVCCSA75266	14	1	0,005	101	0,5	0,005	0,5	2	481	0,005	2,5	2,5	5	10	5	5	5	0,005	2,5	453	33	6	4
LVCCSA75267	13	2	0,005	567	1	0,005	0,5	2	640	0,005	2,5	2,5	5	10	5	5	5	0,005	2,5	168	47	8	4
LVCCSA75269	11	1	0,005	92	2	0,005	0,5	1	851	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	559	42	5	2
LVCCSA75270	15	1	0,005	114	2	0,005	0,5	1	1451	0,005	2,5	2,5	5	10	5	5	5	0,005	2,5	724	47	6	3
LVCCSA75271	11	1	0,005	117	1	0,005	0,5	1	1091	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	467	25	8	2
LVCCSA75272	15	2	0,005	121	2	0,005	0,5	1	499	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	309	35	7	3
LVCCSA75273	12	1	0,005	118	2	0,005	0,5	2	603	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	370	27	8	2
LVCCSA75274	18	3	0,005	161	3	0,005	0,5	1	414	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	164	32	8	4
LVCCSA75277	19	1	0,01	151	3	0,005	0,5	0,5	578	0,005	2,5	2,5	5	10	5	5	5	0,005	2,5	338	32	10	3
LVCCSA75278	20	1	0,005	108	5	0,005	0,5	2	384	0,005	2,5	2,5	5	10	5	5	5	0,005	2,5	176	31	9	4
LVCCSA75279	26	1	0,005	63	2	0,005	0,5	1	272	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	148	33	11	6
LVCCSA75280	25	1	0,005	213	0,5	0,005	0,5	0,5	122	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	79	22	10	5
LVCCSA75281	17	1	0,02	178	0,5	0,005	0,5	0,5	73	0,005	2,5	2,5	5	10	3	5	5	0,005	2,5	61	10	10	2
LVCCSA75282	16	1	0,02	125	0,5	0,005	0,5	0,5	42	0,005	2,5	2,5	5	10	2	5	5	0,005	2,5	14	10	9	2
LVCCSA75283	11	1	0,005	1555	2	0,005	0,5	2	409	0,005	2,5	2,5	5	10	3	5	5	0,005	2,5	839	72	8	1
LVCCSA75285	9	1	0,005	434	3	0,005	0,5	3	3117	0,005	2,5	2,5	5	10	3	5	5	0,005	2,5	814	59	8	1
LVCCSA75286	20	1	0,02	721	2	0,005	0,5	0,5	1014	0,005	2,5	2,5	5	10	3	5	5	0,005	2,5	1182	47	9	2
LVCCSA75287	21	1	0,02	216	2	0,005	0,5	1	996	0,005	2,5	2,5	5	10	3	5	5	0,005	2,5	151	22	12	2
LVCCSA75288	16	1	0,01	519	4	0,005	0,5	2	850	0,005	2,5	2,5	5	10	3	5	5	0,005	2,5	1007	50	18	2
LVCCSA75289	19	1	0,02	415	2	0,005	0,5	0,5	595	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	125	10	13	2
LVCCSA75290	22	1	0,02	234	1	0,005	0,5	0,5	516	0,005	2,5	2,5	5	10	3	5	5	0,005	2,5	50	10	13	3
LVCCSA75291	23	1	0,03	185	0,5	0,005	0,5	0,5	203	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	37	10	9	3
LVCCSA75292	21	1	0,02	52	2	0,005	0,5	0,5	167	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	9	10	6	2
LVCCSA75293	21	1	0,03	70	1	0,005	0,5	0,5	74	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	12	10	9	2
LVCCSA75294	20	1	0,02	333	1	0,005	0,5	0,5	238	0,005	2,5	2,5	5	10	5	5	5	0,005	2,5	207	10	8	3
LVCCSA75296	25	1	0,02	146	1	0,005	0,5	0,5	184	0,005	2,5	2,5	5	10	5	5	5	0,005	2,5	50	10	10	2
LVCCSA75297	15	1	0,02	311	7	0,005	0,5	1	154	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	235	31	10	2
LVCCSA75298	18	1	0,02	323	0,5	0,005	0,5	1	184	0,005	2,5	2,5	5	10	7	5	5	0,005	2,5	30	10	13	3
LVCCSA75299	18	1	0,02	81	0,5	0,005	0,5	0,5	127	0,005	2,5	2,5	5	10	10	5	5	0,005	2,5	12	10	4	3
LVCCSA75301	18	1	0,02	137	0,5	0,005	0,5	1	127	0,005	2,5	2,5	5	10	6	5	5	0,005	2,5	77	10	10	3
LVCCSA75302	21	1	0,01	362	1	0,005	0,5	0,5	177	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	171	32	10	5
LVCCSA75303	22	1	0,02	565	2	0,005	0,5	0,5	181	0,005	2,5	2,5	5	10	5	5	5	0,005	2,5	199	42	10	4
LVCCSA75304	26	1	0,01	434	1	0,005	0,5	2	80	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	11	10	8	3
LVCCSA75305	23	1	0,01	184	2	0,005	0,5	3	54	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	3	10	6	2
LVCCSA75306	22	1	0,005	1342	7	0,005	0,5	2	73	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	2	10	9	2
LVCCSA75307	26	1	0,01	27	1	0,005	0,5	2	75	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	2	10	8	2
LVCCSA75308	26	1	0,01	35	1	0,005	0,5	0,5	73	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	1	10	7	2
LVCCSA75309	29	1	0,02	737	0,5	0,005	0,5	0,5	60	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	1	10	8	3
LVCCSA75310	31	1	0,02	462	0,5	0,005	0,5	3	85	0,005	2,5	2,5	5	10	5	5	5	0,005	2,5	2	10	14	3

**Tabla 19:** Continuación de geoquímica de elementos metálicos de la perforación LV-D14-003. Elementos no especificados en ppm.

Muestra	Desde (m)	Hasta (m)	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Al (%)	As	Ba	Bi	Ca (%)	Cd	Co	Cr	Fe (%)	Ga	Hg	K (%)
LVCCSA75204	37	38,5	0,005	0,25	763	5218	216	0,35	38	2000	2,5	0,03	1	23	3	1,75	3	1	0,16
LVCCSA75205	38,5	40,2	0,01	1	640	5300	333	0,38	71	2000	2,5	0,03	2	21	4	2,92	2	1	0,19
LVCCSA75206	40,2	42	0,02	1,5	1576	8285	585	0,74	169	150	2,5	0,08	3	16	4	5,3	18	1	0,07
LVCCSA75207	42	43	0,01	2,3	1314	6933	578	0,72	153	561	2,5	0,08	3	22	4	5,06	17	1	0,12
LVCCSA75208	43	44	0,04	10,4	1798	5546	395	0,59	96	2000	2,5	0,04	3	1	2	5,75	2	1	0,05
LVCCSA75209	44	45	0,005	0,25	980	3214	180	0,55	54	630	2,5	0,04	1	4	2	2,13	3	1	0,08
LVCCSA75210	45	46	0,005	0,25	714	1870	149	0,65	41	262	2,5	0,03	1	0,5	3	1,76	3	1	0,03
LVCCSA75212	46	47	0,01	0,9	1462	6000	421	0,82	117	60	2,5	0,03	3	12	4	4,24	9	1	0,01
LVCCSA75213	47	48	0,01	0,9	574	4800	212	0,58	66	26	2,5	0,02	1	6	4	2,05	3	1	0,01
LVCCSA75214	48	49	0,005	0,25	546	4809	209	0,72	78	170	2,5	0,03	2	8	3	2,27	5	1	0,005
LVCCSA75215	49	50	0,005	0,25	412	5916	179	0,72	98	445	2,5	0,03	3	9	4	2,14	5	1	0,01
LVCCSA75216	50	51	0,005	0,25	372	7772	181	0,72	104	264	2,5	0,04	3	10	3	1,97	5	1	0,005
LVCCSA75217	51	51,7	0,005	0,25	260	9392	148	0,88	110	309	2,5	0,03	2	8	3	1,46	5	1	0,01
LVCCSA75218	51,7	52,25	0,03	0,7	264	9526	309	0,89	199	113	2,5	0,03	3	6	3	2,19	4	1	0,05
LVCCSA75219	52,25	53	0,9	2,8	445	9792	866	0,61	482	225	2,5	0,06	8	6	7	4,19	4	1	0,03
LVCCSA75220	53	54	2,4	4,5	222	8045	294	0,49	132	454	15	0,02	2	2	7	1,95	4	1	0,01
LVCCSA75221	54	55	12,1	5,8	309	10411	576	0,63	302	357	2,5	0,03	5	3	5	3,79	4	1	0,07
LVCCSA75223	55	56	1,61	3,7	462	20113	966	0,98	577	307	2,5	0,03	10	3	5	5,29	5	1	0,1
LVCCSA75224	56	58	2,7	2,5	220	4259	538	0,6	237	128	2,5	0,03	4	2	3	2,85	4	1	0,1
LVCCSA75225	58	59,3	3,65	3,1	105	1884	161	0,45	85	140	2,5	0,08	1	0,5	3	1,35	2	1	0,06
LVCCSA75226	59,3	60,5	0,46	2,3	153	5612	182	0,57	101	328	2,5	0,03	1	16	4	1,43	5	1	0,06
LVCCSA75227	60,5	61	0,11	1,2	130	10691	144	0,5	125	55	2,5	0,03	0,5	5	5	1,7	3	1	0,04
LVCCSA75231	61	61,5	0,29	1,8	273	6757	205	0,43	131	72	2,5	0,02	1	2	6	1,88	4	1	0,04
LVCCSA75232	61,5	62	0,17	2,2	698	7750	264	0,32	183	102	2,5	0,01	0,5	1	5	1,9	2	1	0,02
LVCCSA75233	62	62,5	0,18	0,9	865	7793	413	0,4	210	57	2,5	0,03	1	6	4	1,89	2	1	0,11
LVCCSA75234	62,5	63,7	0,005	0,25	42	2469	92	0,58	25	52	2,5	0,05	0,5	5	2	1,35	3	1	0,2
LVCCSA75235	63,7	64,6	0,02	0,25	172	2878	495	0,67	52	185	2,5	0,05	1	6	2	1,37	1	1	0,13
LVCCSA75236	64,6	66	0,03	0,5	260	675	2058	0,66	8	399	2,5	0,15	0,5	1	2	1,93	3	1	0,13

**Tabla 20:** Geoquímica de elementos metálicos de la perforación LV-D14-004. Elementos no especificados en ppm.

Muestra	La	Li	Mg (%)	Mn	Mo	Na (%)	Nb	Ni	P	S (%)	Sb	Sc	Se	Sn	Sr	Ta	Te	Ti (%)	Tl	V	W	Y	Zr
LVCCSA75204	23	1	0,02	3201	0,5	0,005	0,5	2	267	0,13	2,5	2,5	5	10	20	5	5	0,005	2,5	16	10	6	5
LVCCSA75205	26	1	0,02	5462	4	0,005	0,5	2	439	0,16	2,5	2,5	5	10	18	5	5	0,005	2,5	19	10	12	6
LVCCSA75206	20	2	0,05	3203	21	0,005	0,5	3	681	0,01	2,5	2,5	5	10	8	5	5	0,005	2,5	54	43	12	3
LVCCSA75207	12	2	0,07	3915	4	0,005	0,5	3	444	0,02	2,5	2,5	5	10	8	5	5	0,005	2,5	42	35	6	2
LVCCSA75208	16	1	0,02	272	38	0,005	0,5	3	455	0,11	2,5	2,5	5	10	14	5	5	0,005	2,5	28	10	5	5
LVCCSA75209	30	1	0,01	864	2	0,005	0,5	1	331	0,04	2,5	2,5	5	10	5	5	5	0,005	2,5	30	10	7	5
LVCCSA75210	33	3	0,005	54	0,5	0,005	0,5	2	346	0,01	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	27	10	8	4
LVCCSA75212	30	4	0,01	3079	3	0,005	0,5	2	609	0,01	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	39	10	12	4
LVCCSA75213	30	3	0,005	1305	2	0,005	0,5	2	840	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	20	28	14	3
LVCCSA75214	26	4	0,005	1701	2	0,005	0,5	1	862	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	19	26	14	5
LVCCSA75215	26	4	0,005	2862	2	0,005	0,5	1	1085	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	23	43	16	4
LVCCSA75216	22	4	0,005	3085	3	0,005	0,5	1	1351	0,005	2,5	2,5	5	10	5	5	5	0,005	2,5	30	63	15	4
LVCCSA75217	16	5	0,005	2852	2	0,005	0,5	0,5	1896	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	50	50	15	3
LVCCSA75218	20	3	0,005	1525	4	0,005	0,5	2	1981	0,01	2,5	5	5	10	6	5	5	0,005	2,5	87	22	10	2
LVCCSA75219	9	1	0,005	2631	12	0,005	0,5	2	1629	0,01	2,5	13	5	10	5	5	5	0,005	2,5	278	59	14	2
LVCCSA75220	12	1	0,005	179	4	0,005	0,5	4	1935	0,02	2,5	5	5	10	5	5	5	0,005	2,5	91	47	6	0,5
LVCCSA75221	15	1	0,005	378	5	0,005	0,5	4	2337	0,02	2,5	10	5	10	7	5	5	0,005	2,5	142	50	7	1
LVCCSA75223	21	1	0,01	327	9	0,005	0,5	4	4333	0,02	2,5	16	5	10	10	5	5	0,005	2,5	269	56	13	2
LVCCSA75224	12	1	0,01	420	5	0,005	0,5	0,5	908	0,005	2,5	6	5	10	4	5	5	0,005	2,5	111	21	6	2
LVCCSA75225	8	1	0,005	35	4	0,005	0,5	3	422	0,005	2,5	2,5	5	10	3	5	5	0,005	2,5	69	10	4	2
LVCCSA75226	12	1	0,005	1498	3	0,005	0,5	2	1024	0,01	2,5	2,5	5	10	5	5	5	0,005	2,5	50	45	9	3
LVCCSA75227	10	1	0,005	698	2	0,005	0,5	2	2113	0,005	2,5	2,5	5	10	6	5	5	0,005	2,5	347	86	15	2
LVCCSA75231	7	1	0,005	349	3	0,005	0,5	2	1116	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	456	76	5	2
LVCCSA75232	6	1	0,005	188	2	0,005	0,5	3	1046	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	775	81	7	2
LVCCSA75233	7	1	0,01	1110	5	0,005	0,5	3	598	0,005	2,5	2,5	5	10	4	5	5	0,005	2,5	934	107	11	2
LVCCSA75234	33	1	0,03	481	2	0,005	0,5	0,5	544	0,005	2,5	2,5	5	10	12	5	5	0,005	2,5	24	10	23	3
LVCCSA75235	33	1	0,02	1408	16	0,005	0,5	0,5	338	0,005	2,5	2,5	5	10	8	5	5	0,005	2,5	12	10	20	5
LVCCSA75236	41	1	0,07	255	4	0,02	0,5	2	88	0,005	2,5	2,5	5	10	13	5	5	0,005	2,5	10	10	14	6

**Tabla 21:** Continuación de geoquímica de elementos metálicos de la perforación LV-D14-004. Elementos no especificados en ppm.