



**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA**



**QUÍMICA MINERAL, AMBIENTE DE FORMACIÓN Y USOS DE
LA EPIDOTA HIDROTERMAL EN SISTEMAS TIPO PÓRFIDO.
CASO ESTUDIO: DEPÓSITO EL TENIENTE, CHILE.**

Memoria para optar al Título de Geólogo

Jorge Gustavo Heredia Ayala

Profesor Patrocinante: Dra. Laura Beatriz Hernández Olguín

Profesores Comisión: Msc. Liubow Nikolaivna González Martínez
Dr. Osvaldo Miguel Rabbia Dalmasso

Concepción, 2018

珍獣●怪獣

Animales raros, monstruos...

財宝●秘宝

...riquezas enterradas, tesoros escondidos...

魔境●秘境

...tierra de demonios, lugares inexplorados...

"未知"という言葉が放つ魔力

La palabra "desconocido" parece mágica.

その力に魅せられた奴等がいる

Hay quienes se sienten atraídos por esta fuerza.



Yoshihiro Togashi

A mis padres y hermanas.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1.Presentación	1
1.2.Objetivos	1
1.2.1. Objetivos Generales	1
1.2.2. Objetivos Específicos	1
1.3.Ubicación y accesos	2
1.4.Metodología de trabajo	3
1.4.1. Estudio macroscópico	4
1.4.2. Microscopía óptica	4
1.4.3. Análisis con microsonda electrónica (EPMA)	5
1.4.4. Análisis de elementos trazas por ablación laser (LA-ICP-MS)	6
1.4.5. Análisis geoquímico en roca total	8
1.5.Trabajos anteriores	9
1.6.Agradecimientos	10
2. MARCO GEOLÓGICO	11
2.1.Marco geotectónico	11
2.2.Geología regional	13
2.2.1. Rocas estratificadas	16
2.2.2. Rocas intrusivas	17
2.2.3. Estructuras	18
2.2.4. Alteración hidrotermal	20
2.3.Geología del Depósito	21
2.3.1. Unidades litológicas	23
2.3.2. Alteración y mineralización	33
3. MARCO TEÓRICO	41
3.1.Sistema pórfido cuprífero	41
3.1.1. Generalidades	41
3.1.2. Génesis	42
3.1.3. Distribución de la alteración y mineralización	43
3.1.4. Alteración propilítica	46
3.2.Mineralogía de la epidota	47
3.2.1. Clasificación	48
3.2.2. Cristalquímica de las epidotas	50
3.2.3. Propiedades físicas	52
3.2.4. Génesis	53

4. RESULTADOS	56
4.1.Generalidades	56
4.2.Descripción petrográfica y textural	57
4.2.1. Petrografía primaria de las muestras del Adit-71	57
4.2.2. Alteración hidrotermal	59
4.2.3. Halos de mineralización sulfurada	61
4.2.4. Epidotas	62
4.3.Composición química	69
4.3.1. Epidotas	69
4.3.2. Roca total	76
4.3.3. Minerales progenitores de la epidota	81
4.4.Variación composicional de epidotas vs distancia	85
5. DISCUSIÓN	101
5.1.Partición química	101
5.2.Herramienta de vectorización	104
5.3.Evaluación del tamaño del depósito (fertilidad)	108
5.4.Formación y estabilidad de la epidota hidrotermal	110
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	117
7. REFERENCIAS	120

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. 1 Mapa de ubicación y acceso a Mina el Teniente.....	3
2. 1 Marco geológico regional del depósito El Teniente	12
2. 2 Perfiles de evolución paleogeográfica de Chile central durante el Cenozoico ...	14
2. 3 Geología distrital del depósito El Teniente	19
2. 4 Unidades litológicas del depósito El Teniente	22
2. 5 Cronología esquemática de las unidades y de la mineralización del depósito El Teniente	26
2. 6 Distribución de la alteración en El Teniente	34
2. 7 Distribución de la mineralización en El Teniente	36
2. 8 Cuadro cronológico de la alteración en El Teniente	37
3. 1 Zonación de la alteración y mineralización de los pórfidos cupríferos descrita por Lowell & Guilbert (1970).....	44
3. 2 Zonación de la alteración y mineralización de los pórfidos cupríferos descrita por Sillitoe (2010).....	45
3. 3 Zonación de la alteración y mineralización descrita por Holliday & Cooke, 2007 en Cooke y otros, 2014b.....	47

3. 4	Estructura cristalina de las epidotas	51
4. 1	Mapa de la ubicación de las muestras estudiadas	56
4. 2	Esquema de vectorización para los resultados de las muestras del Adit-71	57
4. 3	Distribución de los dominios de alteración, halos de mineralización sulfurada, abundancia y ocurrencia de las epidotas <i>s.l.</i> , y los segmentos definidos en el Adit-71	60
4. 4	Aspecto general de las epidotas <i>s.l.</i> del Adit-71 bajo microscopio óptico	63
4. 5	Aspecto y paragénesis de la epidota en vetilla a lo largo del Adit-71	65
4. 6	Aspecto y paragénesis de la epidota producto de remplazo en el Adit-71.....	66
4. 7	Aspecto y paragénesis de la epidota en cavidades en el Adit-71	67
4. 8	Histograma del parámetro X_{Ep}	70
4. 9	Diagrama Al vs La+Ce+Nd+Th para las epidotas ricas en REE	71
4.10	Ocurrencias de la epidota rica en REE en el Adit-71.....	72
4.11	Graficas de REE de las epidotas <i>s.l.</i>	76
4.12	Diagrama de caja para los elementos mayoritarios y minoritarios, normalizados en base anhidra, junto con LOI (loss on ignition) de roca total del Adit-71	78
4.13	Diagrama TAS (álcalis vs sílice) de Cox y otros (1979)	79
4.14	Diagrama de elementos inmóviles de Winchester & Floyd (1977)	81
4.15	Patrones de REE en roca total normalizados al condrito de Boynton (1984).....	82
4.16	Patrones de REE normalizados al condrito de Boynton (1984) de los minerales progenitores de la epidota <i>s.l.</i>	84
4.17	Concentración de los elementos mayoritarios de la epidota versus la distancia.....	87
4.18	Concentración de los elementos minoritarios y trazas sin tendencia clara de vectorización en la epidota <i>s.l.</i> versus la distancia	88
4.19	Concentración de los elementos minoritarios y trazas con anomalías negativas de valores mínimos versus la distancia	89
4.20	Concentración de los elementos minoritarios y trazas enriquecidos en epidotas <i>s.l.</i> del dominio potásico versus la distancia.....	90
4.21	Concentración de los elementos minoritarios y trazas, exceptuando REE, enriquecidos en epidotas <i>s.l.</i> del dominio propilítico proximal versus la distancia.....	91
4.22	Concentraciones de las HREE Tb, Dy, Ho y Er, enriquecidas en epidotas <i>s.l.</i> del dominio propilítico proximal versus la distancia	92
4.23	Concentración de las HREE Tm, Yb, Lu, y Y, enriquecidas en epidotas <i>s.l.</i> del dominio propilítico proximal versus la distancia	93
4.24	Concentración de los elementos minoritarios y trazas enriquecidos en epidotas <i>s.l.</i> a lo largo de todo el dominio propilítico versus la distancia	96
4.25	Concentración de las LREE La, Ce, Pr y Nd, enriquecidas en epidotas <i>s.l.</i> del dominio propilítico distal versus la distancia.....	97
4.26	Concentración de las LREE Sm, Eu y Gd, enriquecidas en epidotas <i>s.l.</i> del dominio propilítico distal versus la distancia.....	98
4.27	Concentración de los elementos minoritarios y trazas, exceptuando REE, enriquecidos en epidotas <i>s.l.</i> del dominio propilítico distal versus la distancia .	99
5. 1	Elementos concentrados mayormente en la roca alterada en comparación a la epidota	101

5. 2	Elementos concentrados mayormente en la epidota en comparación con la roca alterada	102
5. 3	Espectros LA-ICP-MS representativos de inclusiones contaminantes en las epidotas <i>s.l.</i> del depósito El Teniente	103
5. 4	Concentración de la roca caja vs distancia a lo largo del Adit-71	106
5. 5	Evaluación de fertilidad utilizando elementos exploradores	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1. 1	Técnicas analíticas empleadas por muestra.....	4
1. 2	Límites de detección de los análisis de epidota en LA-ICP-MS.....	8
3. 1	Clasificación del Supergrupo Epidota.....	48
4. 1	Estadísticos de los análisis realizados con WDS en epidota.....	70
4. 2	Estadísticos de los análisis realizados con WDS en epidota rica en REE	71
4. 3	Estadísticos de los análisis realizados con LA-ICP-MS en epidota <i>s.l.</i>	74
4. 4	Resultados de análisis de roca total de elementos mayoritarios y minoritarios, normalizados en base anhidra, y estadísticos para las muestras analizadas del Adit-71	78
4. 5	Resultados de análisis de roca total de elementos traza de interés (en ppm) para las muestras del Adit-71	80
4. 6	Resultados estadísticos de los análisis LA-ICP-MS en plagioclasas del Adit-71.....	83
4. 7	Resultados de análisis LA-ICP-MS y estadísticos en minerales máficos del Adit-71	85

RESUMEN

Encontrar nuevos depósitos minerales de importancia económica es cada vez más difícil. Por lo tanto es fundamental evaluar, desarrollar y crear métodos de exploración. El presente estudio pretende verificar si el método presentado por Cooke y otros (2014a), que consiste en el uso de la química mineral de la epidota como herramienta de vectorización y fertilidad de sistemas tipo pórfido, es aplicable al depósito El Teniente.

Se estudió las epidotas hidrotermales presentes en una transecta de 2,25 km desde el centro del depósito hacia el oeste. Se analizaron un total de 27 muestras provenientes específicamente del túnel Adit-71, mediante las siguientes técnicas analíticas: inspección macroscópica, microscopía óptica, EPMA (EDS, WDS e imágenes BSE), LA-ICP-MS, y análisis de roca total. En particular se efectuaron 461 análisis WDS en epidota para cuantificar los elementos mayoritarios y minoritarios (Si, Ti, Fe⁺³, Al, V, Mn, Mg, Ca, Sr, O, La, Ce, Nd y Th), y 226 análisis en LA-ICP-MS (212 en epidota, 9 en plagioclasas, 5 en minerales máficos) para cuantificar 41 elementos minoritarios y trazas (Si, Na, K, Ca, Sc, V, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Ga, As, Sr, Y, Zr, Mo, Sn, Sb, Te, Ba, REE, Hf, Au, Pb, Bi, Th, U).

Las rocas del Adit-71 son principalmente gabro-dioritas, porfídicas a seriadas de grano medio, pertenecientes al Complejo Máfico El Teniente, afectadas por diversos grados de alteración hidrotermal. Esta alteración se clasifica en 3 asociaciones principales. Un dominio potásico que grada a un dominio propilítico a medida que aumenta la distancia del depósito. A estas se superpone la alteración fílica, que afectan leve y generalizadamente al dominio potásico, y localmente al dominio propilítico de manera intensa, definiendo en este sector un dominio fílico. En base a la distribución y el predominio relativo de los sulfuros calcopirita, bornita y pirita, se delimitaron 3 segmentos desde el centro del depósito: halo de mena, halo pirítico y halo periférico.

Las epidotas se encuentran en gran parte de la transecta de estudio, sobre todo en el dominio propilítico. Presentan 3 tipos de ocurrencia: en vetillas (en los primeros 1,5 km), remplazando a minerales pre-existentes (en el dominio propilítico) y en cavidades (localmente). En base a la química, se determinó que la mayor parte de éstas corresponden a epidota *sensu stricto*. No obstante hay sectores que las REE son constituyentes principales, llegando a pertenecer al Grupo de la alanita. Estas alanitas se observan en 4 tipos de ocurrencias: en los bordes de remplazo de plagioclasa o con un hábito fanto-pseudomorfo en el dominio propilítico distal; en espacios abiertos con un hábito cristalino en el dominio propilítico proximal; o como relicto de una alteración propilítica pre-existente en el dominio potásico o fílico. Estos tipos de ocurrencias evidencian condiciones variantes de la estabilidad de la alanita y de la movilidad local de las REE, las que están condicionadas principalmente por la temperatura y la disponibilidad de ligandos y Ca en el fluido, las que a su vez están estrechamente vinculadas a la distancia del depósito. La fuente principal de las REE posiblemente sea la roca caja, y la movilización de éstas sea a escala de muestra de mano.

Con el fin de evaluar la epidota como herramienta de vectorización, se agruparon los elementos medidos en base a la variación composicional que presentan en la epidota a medida que aumenta la distancia al depósito. Elementos como el Cu, Mo, K y Tl se enriquecen dentro del dominio potásico. Dentro del dominio propilítico existe una distinción de proximidad al depósito. Elementos como Bi, Mn, Sb, HREE, Sc y U se encuentran asociados a la epidota del dominio propilítico proximal, adyacente al halo pirítico. Por otra parte, elementos como el Co, Na, Sr, LREE y Th se enriquecen en la epidota del dominio propilítico distal, lejano al halo pirítico. Elementos como el As, Hf, Pb, Sn, Ti, V y Zr se encuentran enriquecidos en todo el dominio propilítico sin existir una distinción en la proximidad de este. Para la utilización de esta herramienta con fines exploratorios, los elementos más relevantes en El Teniente son Bi, Mn, Sb, As, Pb y V, REE, Sc, U y Th, debido a que se enriquecen en la epidota por encima de las concentraciones de la roca caja, en sectores distales del depósito.

Se compararon las respuestas geoquímicas del As, Pb y Sb (elementos exploradores) de este estudio (depósito de 95Mt Cu), con las obtenidas por Cooke y otros (2014a) en el distrito Baguio (3Mt Cu). Se observó un aumento de las concentraciones en el depósito El Teniente, con respecto al distrito de Baguio, confirmando el uso de la química de la epidota como indicador de fertilidad. Si esta amplificación fuese consistente para todos los elementos exploratorios, la presencia de alanita reflejaría un mega depósito, como es el caso de El Teniente. Sin embargo, el reporte de alanita en un pórfido de Cu pequeño, hecho por Kobylinski y otros (2016), indica que se requiere de un mayor análisis del comportamiento de las REE en los depósitos tipo pórfido. Comprender este comportamiento es crucial para evaluar si la abundancia de las REE en epidota puede vincularse con la fertilidad del sistema porfídico, ya que la alanita es un mineral fácilmente reconocible bajo el microscopio óptico.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Presentación

El hallazgo de depósitos minerales de importancia económica se ha tornado cada vez más difícil, debido a que la búsqueda de estos depósitos está migrando desde áreas superficiales, a aquellas profundas y cubiertas. Es fundamental, por lo tanto, evaluar los métodos existentes y desarrollar otros nuevos e innovadores que ayuden en la búsqueda de yacimientos ocultos (Eppinger y otros, 2013). Es por esto que el presente estudio pretende verificar si el método presentado por Cooke y otros (2014a), que consiste en la utilización de la química mineral de la epidota como herramienta de vectorización de sistemas de tipo pórfido, es aplicable a los pórfidos andinos, en particular al depósito El Teniente, en Chile-Central.

El trabajo de esta memoria fue financiado por el Instituto de Geología Económica Aplicada (GEA), de la Universidad de Concepción en el marco de un proyecto de investigación interna. Las investigaciones llevadas a cabo en este proyecto, fueron coordinadas por la Dra. Laura Hernández, Profesora Patrocinante de la presente Memoria.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivos Generales

Caracterizar química y texturalmente las epidotas hidrotermales presentes en una transecta de 2,25 km desde el centro del depósito El Teniente hacia el SW, con el fin de determinar su ambiente de formación y evaluar si la composición química en términos de elementos mayoritarios, minoritarios y traza, varía sistemáticamente con la distancia (permitiendo su uso como vector de mineralización) y si refleja el inusual tamaño del depósito.

1.2.2. Objetivos Específicos

- a. Definir zonas litológicas de alteración y halos de mineralización, de acuerdo a características texturales, composicionales y mineralógicas de las rocas estudiadas.

- b. Caracterizar textural y composicionalmente las variedades de epidota y de los minerales progenitores presentes.
- c. Establecer la distribución de elementos mayoritarios, minoritarios y trazas, en roca total y en epidota, a lo largo de la transecta estudiada.
- d. Determinar qué elementos se empobrecen o enriquecen (partición química) en la epidota en comparación con la roca hospedante.
- e. Correlacionar eventuales anomalías químicas, tanto en la epidota como en roca total, a lo largo de la transecta estudiada, con la textura, la litología, la alteración y halos de mineralización
- f. Vincular eventuales anomalías químicas, patrones de distribución y características texturales a la génesis mineral y a la distancia desde el centro del depósito, es decir, a la evolución de los fluidos hidrotermales.
- g. Comparar las concentraciones de elementos indicadores, para evaluar la fertilidad del depósito desde la perspectiva de la química de la epidota hidrotermal.

1.3. Ubicación y accesos

El depósito El Teniente se encuentra ubicado en la Cordillera de los Andes de Chile Central, específicamente en la Comuna de Machalí, VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, a 75 km al sureste de Santiago y a 34 km al noreste de Rancagua (Figura 1.1). Sus coordenadas geográficas son 34°5' latitud sur y 70°22' longitud oeste, a una cota promedio de 2400 m s.n.m. El acceso al depósito se realiza desde Rancagua por la Carretera Presidente Eduardo Frei Montalva (Ruta H-25) conocida como Carretera del Cobre, llegando a la estación de control Los Maitenes, que permite el acceso a la fundición Caletones, al ex campamento minero Sewell y a la mina El Teniente. El ingreso a los diferentes niveles de la mina se lleva a cabo a través de piques o rampas que permiten el tránsito de vehículos motorizados.

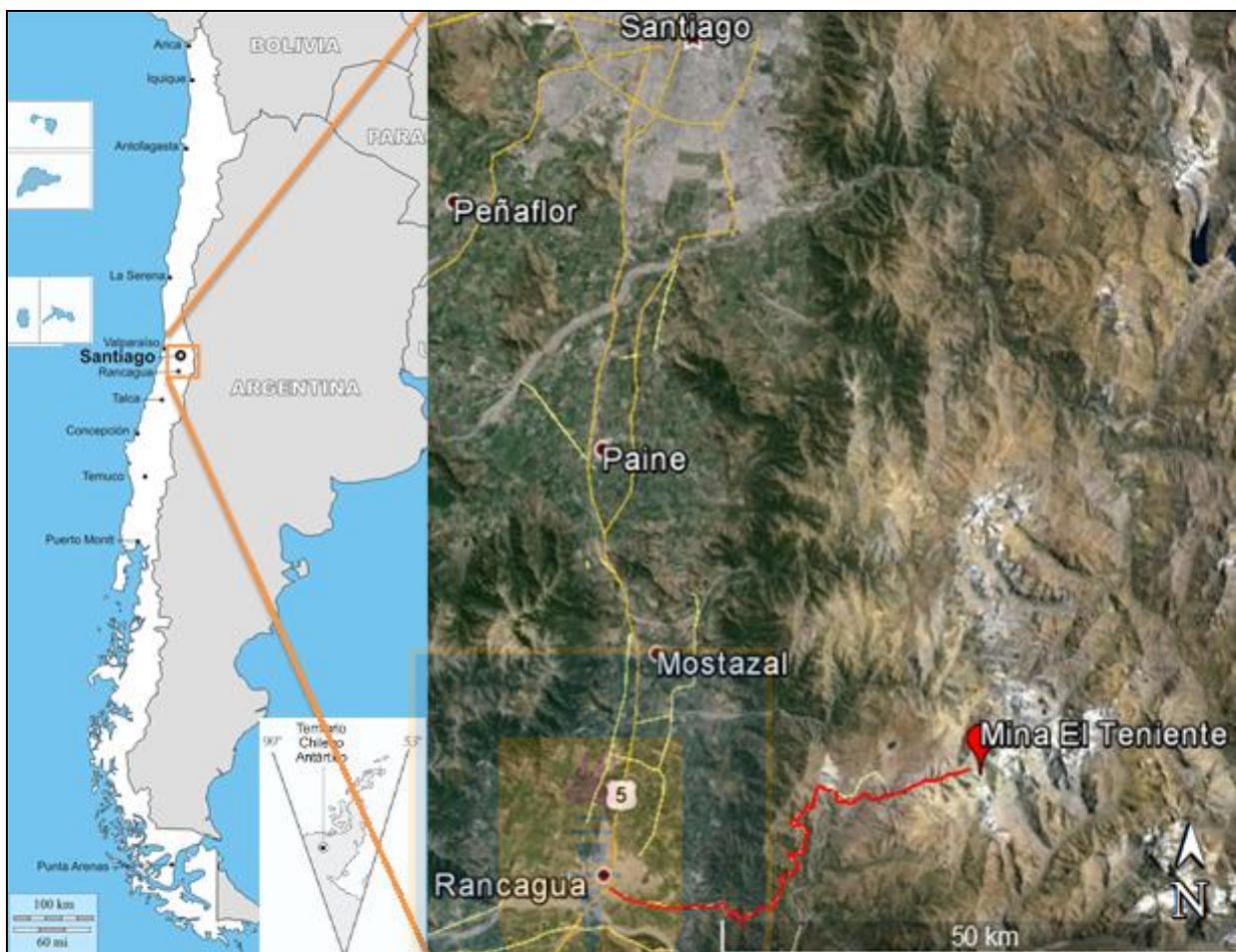


Figura 1.1 Mapa de ubicación y acceso a Mina el Teniente. En rojo ruta que une la ciudad de Rancagua con la Mina El Teniente

1.4. Metodología de trabajo

Esta investigación requirió de estudios de gabinete y de laboratorio. En su mayoría, fueron llevados a cabo en el Instituto de Geología Económica Aplicada (GEA) de la Universidad de Concepción, a excepción de los análisis de elementos traza por ablación láser (LA ICP-MS), que fueron realizados en la *Laurentian University*, Sudbury, Canadá, y los análisis de roca total en Actlabs, Canadá.

Las 26 muestras estudiadas en esta memoria provienen del sector suroeste del depósito El Teniente, específicamente del túnel Adit-71, principal acceso a las labores de la mina El Teniente. Este túnel es horizontal y tiene una extensión de aproximadamente 3.000 m de longitud, con una orientación aproximada este-oeste y está emplazado a una altitud de 2.042 m

s.n.m.. Las muestras fueron adquiridas en un plan de muestreo sistemático realizado en el año 2009, en el marco del Proyecto AMIRA P972. En la Tabla 1.1 se resumen las técnicas analíticas aplicadas a cada muestra, junto con su respectivo metraje considerado a partir de la Brecha Braden (centro del depósito).

Tabla 1.1 Técnicas analíticas empleadas por muestra, ordenadas por metraje desde la Brecha Braden.

Muestra	Metraje (km)	Inspección macroscópica	Microscopía óptica	EPMA	LA-ICP-MS	Roca total	Muestra	Metraje (km)	Inspección macroscópica	Microscopía óptica	EPMA	LA-ICP-MS	Roca total
ET-A71-29	0	X	X				ET-A71-13	1,05	X	X	X	X	
ET-A71-32	0,025	X	X	X	X		ET-A71-15	1,15	X	X	X	X	X
ET-A71-30	0,05	X	X	X	X		ET-A71-14	1,15	X	X	X	X	X
ET-A71-31	0,125	X	X				ET-A71-17	1,25	X	X	X	X	X
ET-A71-26	0,15	X	X				ET-A71-8	1,45	X	X	X	X	X
ET-A71-25	0,25	X	X				ET-A71-9	1,55	X	X	X		X
ET-A71-24	0,35	X	X	X	X		ET-A71-10	1,65	X	X	X	X	X
ET-A71-23	0,45	X	X	X	X	X	ET-A71-11	1,75	X	X			X
ET-A71-20	0,55	X	X				ET-A71-12	1,85	X	X	X	X	X
ET-A71-19	0,65	X	X	X	X		ET-A71-1	1,95	X	X	X	X	X
ET-A71-22	0,75	X	X	X	X		ET-A71-2	2,05	X	X	X	X	X
ET-A71-21	0,85	X	X	X	X	X	ET-A71-3	2,15	X	X	X	X	X
ET-A71-16	0,95	X	X	X	X	X	ET-A71-4	2,25		X	X	X	

1.4.1. Estudio macroscópico

Las muestras obtenidas en la transecta de estudio fueron agrupadas y descritas macroscópicamente, definiendo sectores de interés para la confección de secciones pulido-transparentes. Estos sectores se concentraron preferentemente en halos y vetillas, enfocado en la búsqueda de epidota de origen hidrotermal. La confección de los cortes pulidos transparentes se efectuó en el taller de cortes del instituto GEA, para su posterior estudio con microscopio óptico.

1.4.2. Microscopía óptica

Las muestras fueron estudiadas petrográficamente por medio del microscopio óptico tradicional, principalmente para determinar ocurrencia de la epidota, litología, alteración hidrotermal y sulfuros dominantes. Esta información junto con la descripción macroscópica se resume en el Anexo I.

Además con esta herramienta se seleccionaron los cristales de epidota y de minerales progenitores (plagioclasa y minerales máficos), para análisis químicos por microsonda electrónica (EPMA) y ablación laser (LA-ICP-MS: *Laser Ablation Inductively Coupled Mass Spectrometry*). El criterio de selección de los cristales de epidota fue buscar de heterogeneidades en hábito, color y ocurrencia; en cambio para los minerales progenitores fue por su baja o nula alteración hidrotermal.

El estudio microscópico se realizó con un microscopio Nikon OPTIPHOT2-POL, dotado de cinco objetivos M PLAN DIC, con magnificaciones de 5x, 10x, 20x, 40x y 100x. Las fotomicrografías fueron obtenidas con una cámara Motic Moticam 2500 (5.0M Pixel).

1.4.3. Análisis con microsonda electrónica (EPMA)

Se determinó la composición, tanto de los cristales seleccionados de epidota como de los minerales paragenéticos y progenitores de esta, con microsonda electrónica (EPMA). Se analizó un total de veinte secciones transparentes pulidas previamente carbonizadas. El equipo utilizado fue la microsonda electrónica JEOL JXA-8600M del Instituto GEA de la Universidad de Concepción, en un trabajo conjunto con la profesora Dra. Laura Hernández. Los voltajes de aceleración de electrones empleados, fueron de 15 kV y 20 kV, dependiendo de los requerimientos particulares de cada problema a resolver.

Los sectores de interés de cada muestra fueron inspeccionados mediante imágenes de electrones retrodispersados (BSE). Para identificar las fases minerales presentes se utilizó el sistema dispersor de energía (EDS) debido a la rapidez con que este sistema identifica los elementos químicos presentes en cada fase mineral analizada. Adicionalmente se utilizó el sistema dispersor de longitud de onda (WDS) para cuantificar de manera precisa los elementos mayoritarios y minoritarios presentes en la epidota. Se obtuvo un total de 461 análisis cuantitativos en WDS, cuyos resultados se encuentran en el Anexo II.

Las imágenes BSE junto con la composición promedio del Ca y del Si (determinada por WDS), fueron utilizadas para establecer la ubicación del *spot* como estándares internos respectivamente, en los análisis con LA-ICP-MS.

Además estas imágenes fueron utilizadas para corroborar el lugar preciso en el que se efectuaron los análisis con LA-ICP-MS, y de esta manera identificar potenciales fuentes de contaminación.

Las condiciones analíticas utilizadas para los análisis cuantitativos con WDS son las siguientes: 15 Kv de voltaje de aceleración, 20 nA de corriente del haz de electrones, 5 μm de diámetro del haz de electrones, 20/10 s de conteo en peak/background de los elementos mayoritarios, y hasta 60 s en los elementos minoritarios. Las estándares utilizadas fueron: forsterita (Mg), celestina (Sr), monacita (Th, La, Ce y Nd) wollastonita (Ca), anortita (Al), jadeíta (Na), dióxido (Si), MnTiO_3 (Mn), fayalita (Fe) y vanadio elemental (V).

1.4.4. Análisis de elementos trazas por ablación laser (LA-ICP-MS)

La composición química, en términos de elementos traza, de la epidota hidrotermal y de los minerales progenitores (plagioclasas y minerales máficos) fue determinada mediante Ablación Laser asociada a Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente (LA-ICP-MS), en la *Laurentian University*, Canadá.

Se analizaron 19 muestras, efectuando un total de 274 análisis: 258 en epidota, 10 en plagioclasas y 8 en minerales máficos. Se midieron 41 elementos (Si, Na, K, Ca, Sc, V, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Ga, As, Sr, Y, Zr, Mo, Sn, Sb, Te, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Au, Pb, Bi, Th, U). La concentración de los elementos se expresa en partes por millón (ppm o g/t).

Las condiciones analíticas empleadas fueron las mismas de Cooke y otros (2014a). El equipo de Ablación Laser utilizado fue un Resonetics (ahora Australian Scientific Instruments) RESOLUTION M-50 193 nm, 20 ns ArF, adosado a un equipo ICP-MS Thermo X Series II cuadrupole. El sistema de Laser está equipado con la celda de ablación Laurin Technic two-volume. La ablación se realizó en ambiente ultrapuro de He, con un flujo de 650 ml/min y fue combinado con 760 ml/min de Ar y 6 ml/min de N_2 inmediatamente fuera de la celda de ablación. No se utilizó un dispositivo de homogenización de pulso. El ICP-MS fue optimizado mientras se ablacionaba el estándar NIST612 antes de comenzar los análisis, para alcanzar su

máxima sensibilidad, manteniendo $\text{ThO}/\text{Th} < 0.5\%$ and $\text{Th}/\text{U} \sim 1$. Las masas analizadas fueron las siguientes: Na23; Si29; K39; Ca43; Sc45; V51; Mn55; Fe57; Co59; Cu65; Zn66; Ga69; As75; Sr88; Y89; Zr90; Mo95; Sn118; Sb121; Te125; Ba137; La139; Ce140; Pr141; Nd146; Sm147; Eu153; Gd157; Tb159; Dy163; Ho165; Er166; Tm169; Yb172; Lu175; Hf178; Au197; Pb204; Tl205; Pb206; Pb207; Pb208; Bi209; Th232; U238. Cada una fue medida con un tiempo (*dwell time*) de 10 ms. El tamaño del punto (*spot*) fue de 30 μm , la tasa de repetición fue de 10 Hz y la fluencia de $\sim 5 \text{ J}/\text{cm}^2$. Cada punto fue analizado por un período de 40 segundos (*laser on*) seguido de 30 segundos de lavado/ruido de fondo (*laser off*). El tiempo total de barrido fue de 548 ms. Los estándares utilizados fueron NIST612, 610 y se analizó una mezcla de vidrios MPI-DING (ej. MLB3, GOR132) al comienzo y al final de cada sección delgada (en general, cada ~ 20 minutos) para corregir desviaciones en la sensibilidad con el tiempo.

El procesamiento de los datos se realizó con el *software* Iolite (Paton y otros, 2011), utilizando al Si como estándar interno, con un valor de 17,3% en peso para análisis en epidota, y de manera exclusiva un 15,3% en peso para epidotas ricas en tierras raras (REE). Para los minerales progenitores se utilizó al Ca como elemento constante, con un valor de 6,7% en peso para análisis en plagioclasas y 11,4% en peso para análisis en minerales máficos. Estos valores se determinaron en base al promedio del conjunto de datos obtenidos mediante el sistema WDS. El estándar empleado para medir la concentración de cada elemento analizado en epidota es el NIST 510. Cabe destacar que se revisó cada diagrama espectral de los análisis realizados en epidota, para descartar eventuales contaminaciones en profundidad.

Los límites de detección fueron calculados según Pettke y otros (2012), para cada análisis. No obstante, en la Tabla 1.2 se presentan el promedio y la mediana de los límites de detección de los análisis en epidota.

La ubicación real de los cráteres de ablación de los 274 análisis obtenidos por LA-ICP-MSM, fueron revisados con el uso de imágenes de BSE el fin de verificar si estos se realizaron exclusivamente en la fase mineral correspondiente, o si al estar desviado de la posición óptima, tomaban otras fases en el análisis.

Tabla 1.2 Límites de detección (promedio y mediana) de los análisis de epidota en LA-ICP-MS.

Elemento	Límite de detección (ppm)		Elemento	Límite de detección (ppm)		Elemento	Límite de detección (ppm)	
	Promedio	Mediana		Promedio	Mediana		Promedio	Mediana
Si	-	-	Zr	0,100	0,092	Ho	0,017	0,015
Na	29,46	24,00	Mo	0,631	0,610	Er	0,074	0,069
K	16,72	15,00	Sn	0,294	0,255	Tm	0,014	0,012
Ca	2356	2200	Sb	0,075	0,068	Yb	0,069	0,065
Sc	1,023	0,890	Te	1,359	1,200	Lu	0,014	0,013
V	2,226	1,900	Ba	0,213	0,200	Hf	0,048	0,043
Mn	6,503	5,400	La	0,076	0,045	Au	0,248	0,220
Fe	99,49	71,50	Ce	0,114	0,049	Pb (204)	3,117	3,000
Co	0,235	0,220	Pr	0,031	0,024	Tl	0,022	0,020
Cu	2,800	2,450	Nd	0,137	0,100	Pb (206)	0,154	0,089
Zn	2,642	2,500	Sm	0,101	0,089	Pb (207)	0,144	0,097
Ga	0,909	0,870	Eu	0,041	0,037	Pb (208)	0,118	0,056
As	3,717	3,500	Gd	0,427	0,400	Bi	0,020	0,017
Sr	0,689	0,220	Tb	0,040	0,038	Th	0,016	0,012
Y	0,083	0,067	Dy	0,076	0,069	U	0,038	0,015

Esto permitió que se pudiera detectar aquellos análisis que presentan algún grado de contaminación, por la presencia de un mineral diferente a la epidota. Por tanto, la base de datos final está constituida por: 212 análisis en epidota, 9 análisis en plagioclasas, 5 análisis en minerales máficos y 48 análisis contaminados.

1.4.5. Análisis geoquímico en roca total

Los análisis geoquímicos de roca total de elementos mayoritarios, minoritarios y traza se utilizaron para comparar la composición de la epidota y su roca hospedante.

En el presente trabajo se analizó un total de 11 muestras de roca del Adit-71, las que se complementan con las 3 muestras analizadas en Carvajal (2014). Los análisis consideran elementos mayoritarios y minoritarios (SiO_2 , Al_2O_3 , $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{T})$, MnO , MgO , CaO , Na_2O , TiO_2 y P_2O_5), pérdidas por ignición (LOI), y elementos traza (Au, As, Br, Cr, Ir, Sc, Se, Sb, Be, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, S, Ga, Ge, As, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Ag, In, Sn, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, W, Tl, Pb, Bi, Th y U).

La preparación de las muestras para el análisis de roca total fue realizada en el Instituto GEA de la Universidad de Concepción. El protocolo de la preparación es:

- a. Limpieza con martillo o escobilla de las partes más alteradas o con vetillas, con el fin de evitar anomalías químicas de los elementos presentes en sulfuros o otros minerales de alteración.
- b. Chancado, mediante un chancador de mandíbulas, del material limpiado en el punto anterior.
- c. Eliminación bajo la lupa (hand picking) de clastos que aún pudieran tener efectos visibles de alteración y/o vetillas.
- d. Cuarteo del material chancado y limpio, hasta obtener alrededor de 100 gramos.
- e. Pulverizado del material seleccionado, mediante un molino de bolas.
- f. Cuarteo del material pulverizado, hasta obtener alrededor de 30 gramos. Este material seleccionado fue enviado para análisis de roca total a Actlabs, Canadá.

La composición química de roca total fue obtenida por las técnicas indicadas en el paquete 4Lithoresearch de Actlab, *Code 4B1*: que incluye digestión con multiácidos y 4B-INAA, para medir con menores límites de detección ciertos elementos.

1.5. Trabajos anteriores

Cooke y otros (2014a) estudiaron, mediante análisis LA-ICP-MS, la química de las epidotas de las zonas de alteración propilítica alrededor de los depósitos tipo pórfido y skarn del distrito Baguio central, Filipinas. Demostraron que los halos de dispersión geoquímica producidos por estos sistemas, pueden ser detectados a distancias mucho mayores usando la química mineral de la epidota, que con el muestreo convencional de roca total. Según estos autores, la química de este mineral, no solo permitiría reconocer las zonas distales y proximales de un sistema mineralizado, sino también, discriminar entre sistemas productivos y subeconómicos o estériles, en función de su contenido de elementos metálicos. Los resultados indican que la composición de las epidotas, presentes a lo largo de distancias superiores a 1,5 km desde el centro del depósito, varía en función de la distancia desde éste, registrando mayores valores de Cu, Mo, Au y Sn en epidotas cercanas a la alteración potásica (elementos guías proximales), mientras que los contenidos de As, Sb, Pb, Zn, Mn son elevados en las epidotas distales (elementos guías distales). Reconocen además un enriquecimiento en REE y Zr en las

epidotas del borde del halo pirítico (zona de mineralización sulfurada periférica dominada por pirita). Además la anomalía de estos elementos guías distales en epidota se ve amplificada en un sistema bien mineralizado comparativamente con a uno mal mineralizado, que presenta anomalías tenues o nulas.

Carvajal (2014) caracteriza cualitativamente la petrografía de las rocas ubicadas en el sector sur oeste del depósito El Teniente, correspondientes al Adit-71. Además correlaciona geoquímicamente estas rocas con unidades definidas en el depósito y sus alrededores.

1.6. Agradecimientos

Debo agradecer de manera especial a la profesora Laura Hernández Olgún, por aceptarme para realizar esta memoria de pregrado bajo su dirección. Su apoyo y confianza en mi trabajo, y su capacidad para guiar mis ideas ha sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta investigación, sino también en mi formación como persona. Debo destacar, por encima de todo, su disponibilidad y paciencia, que hizo que nuestras innumerables y largas conversaciones redundaran benéficamente para conocernos.

Agradezco el apoyo brindado durante las etapas de laboratorio a los señores Emiliano Navarrete y Miguel Jofré, del Instituto de Geología Económica Aplicada (GEA), y al señor Thomas Ulrich, del *Institute for Geosciences* perteneciente a *Aarhus University*, por el asesoramiento en el uso del programa Iolite, para el procesamiento de datos de LA-ICP-MS.

Quiero expresar también mi más sincero agradecimiento a mis amigos y a Bárbara, que no solo fueron compañeros de universidad, sino que fueron compañeros de vida; y a sus familias, en particular a las familias Melo Muñoz y Palavecino por su hospitalidad.

Por último y más importante, a mi familia, en particular a mis padres Jorge y Carmen, y a mis hermanas Carolina y Constanza, cuyas palabras de agradecimiento son tan extensas, que son imposibles de contener en el presente texto y aun así son insuficientes.

2. MARCO GEOLÓGICO

2.1. Marco geotectónico

Los Andes, el mayor orógeno no colisional del mundo, es considerado el ejemplo más claro de los procesos asociados con la convergencia de una placa oceánica (placas de Nazca y Antártica) bajo una placa continental (placa Sudamericana), que trae como consecuencia metamorfismo, magmatismo, volcanismo, sismicidad, acortamiento, engrosamiento y alzamiento de la corteza continental, entre otros procesos geológicos.

El arco volcánico activo andino está dividido en cuatro segmentos separados, conocidos como Zonas Volcánicas, las que presentan un ángulo de subducción relativamente poco inclinado (25°). Entre estas zonas existen regiones donde el ángulo de subducción es sub horizontal ($< 10^\circ$), como resultado de la subducción de dorsales oceánicas desde el Mioceno (Stern, 2004). El depósito El Teniente se encuentra ubicado en la parte norte de la Zona Volcánica Sur (ZVS), que limita, en su extremo norte, con la zona de subducción plana ubicada a los 33°S (Figura 2.1.A.).

La relación genética entre subducción y actividad magmática consiste en la deshidratación y/o fusión de la litósfera oceánica subductada, cuyos fluidos liberados interactúan con el manto astenosférico que la sobreyace, fundiéndolo parcialmente. A medida que los magmas generados por este proceso ascienden a través de la corteza continental, incorporan componentes provenientes de ésta. Este último hecho toma importancia considerando que en el extremo norte de la ZVS el espesor cortical es de ~ 40 km (Stern, 2004).

En las latitudes de Chile central, donde está ubicado el yacimiento El Teniente, el límite occidental de Sudamérica fue un margen de placa activo durante la mayor parte de su historia. En particular, tanto el depósito El Teniente como las unidades litológicas cercanas a éste, se formaron en las últimas etapas del Ciclo Andino (Jurásico temprano-presente). Este ciclo está caracterizado por el inicio de la subducción, durante el Jurásico temprano, que continúa hasta nuestros días, generando magmatismo de arco, bajo condiciones extensionales y compresivas. Durante el Cretácico Superior y Cenozoico este ciclo se caracterizó por el desarrollo de cuencas

de antepaís y retroarco al este del arco magmático, y el desplazamiento gradual del arco magmático hacia el este (Charrier y otros, 2014).

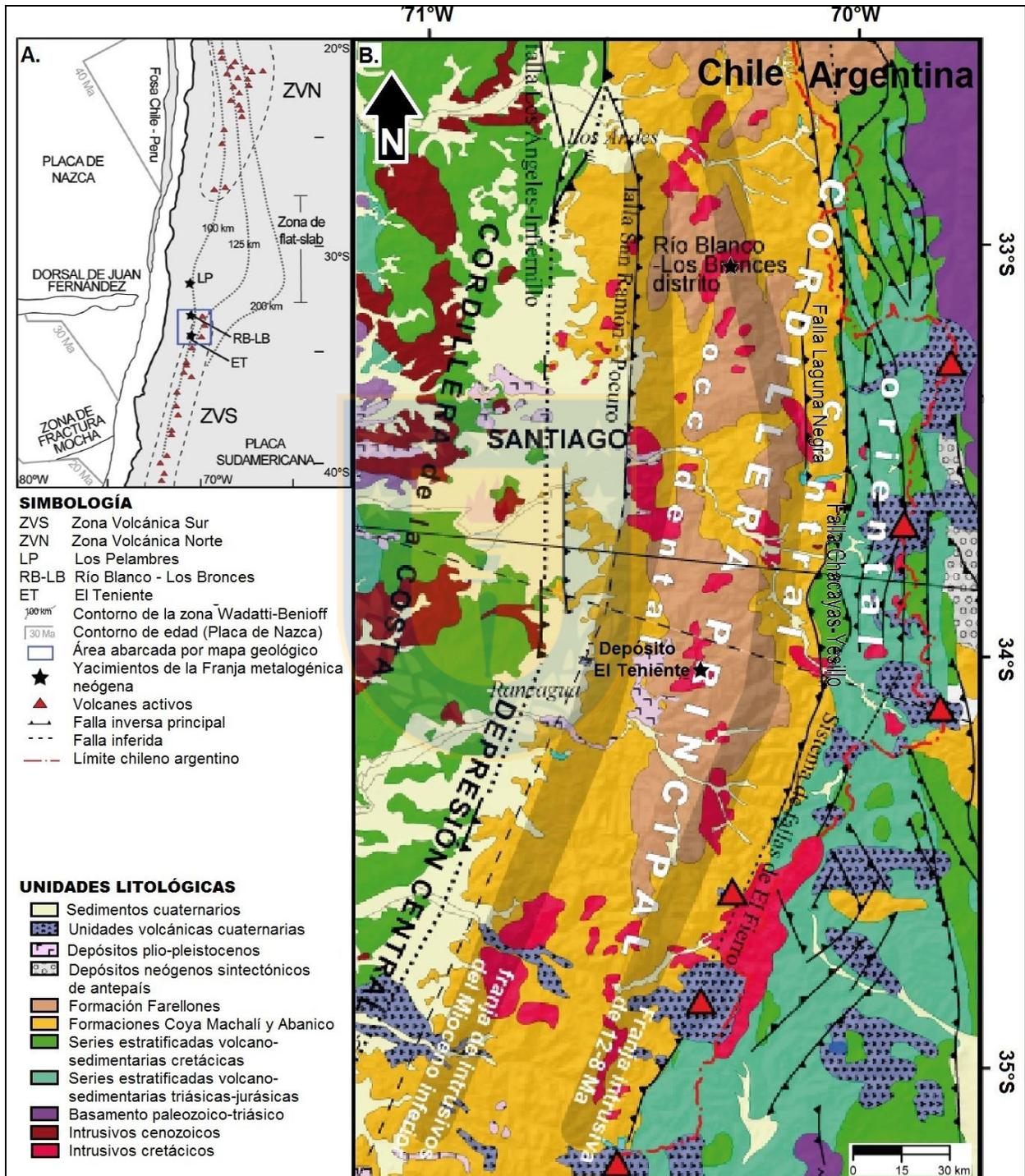


Figura 2.1 Marco geológico regional del depósito El Teniente. A. Esquema con las principales características tectónicas de convergencia entre el sureste de la Placa de Nazca y el margen continental chileno. Tomado de Muñoz (2011). B. Mapa geológico de la región cordillerana chileno-argentina central donde se emplaza el yacimiento El Teniente. Modificado de Farías (2007).

Charrier y otros (2014) subdivide este último período en dos etapas, separadas por una importante fase orogénica que se produjo en el Eoceno medio (Orogenia Incaica). La segunda etapa produce la mayor cantidad de rocas aflorantes en la Cordillera Principal. Al comienzo de ésta, en lo que actualmente es la Cordillera de Los Andes, existe un predominio de material volcánico con intercalaciones sedimentarias subordinadas (formaciones Abanico y Farellones), depositadas en la Cuenca de Abanico. La Formación Abanico se depositó en una cuenca extensional, formada cuando la corteza era relativamente delgada, persistiendo esta condición hasta la inversión tectónica a finales del Oligoceno al Mioceno temprano (Orogenia Pehuenche). La Formación Farellones se depositó durante la inversión de la Cuenca de Abanico, que al comienzo del Mioceno tardío fue intruída por dos alineaciones de intrusivos. Algunos de estos intrusivos están asociados a pórfidos gigantes de Cu-Mo. A fines de esta época geológica, comienza la subducción plana al norte de los 33°S, trasladando al arco magmático hacia el este. Este evento fue precedido por una deformación importante, produciendo la Faja plegada y corrida del Aconcagua. Al sur de estas latitudes, la actividad magmática se presenta desde el Mioceno hasta nuestros días. Durante el Plio-Pleistoceno, flujos de ignimbritas provenientes del arco (como ejemplo la Caldera Maipo) son depositados a lo largo de la depresión central (Charrier y otros, 2014; Giambiagi y otros, 2015). Durante el Cuaternario, depósitos aluviales y fluviales, derivados de la Cordillera Principal y de la Cordillera de la Costa, se acumulan en las depresiones, y se desarrolla además un volcanismo activo al sur de los 34°S (Zona Volcánica Sur). Los perfiles paleogeográficos de esta última etapa se exponen en la Figura 2.2.

2.2. Geología regional

El yacimiento El Teniente se ubica en el flanco occidental de los Andes centrales (Figura 2.1). Este sector está constituido por potentes secuencias de rocas volcánicas estratificadas intercaladas con rocas sedimentarias marinas y continentales del Mesozoico y Cenozoico (Klöhn, 1960), formadas durante el Ciclo Andino (Charrier y otros, 2007). Estas rocas son intruidas por cuerpos plutónicos e hipabisales cenozoicos, alineados de forma paralela a las fallas principales que controlan la Cuenca de Abanico (Muñoz y otros, 2014), son considerados responsables de la alteración hidrotermal y la mineralización económica de la región.

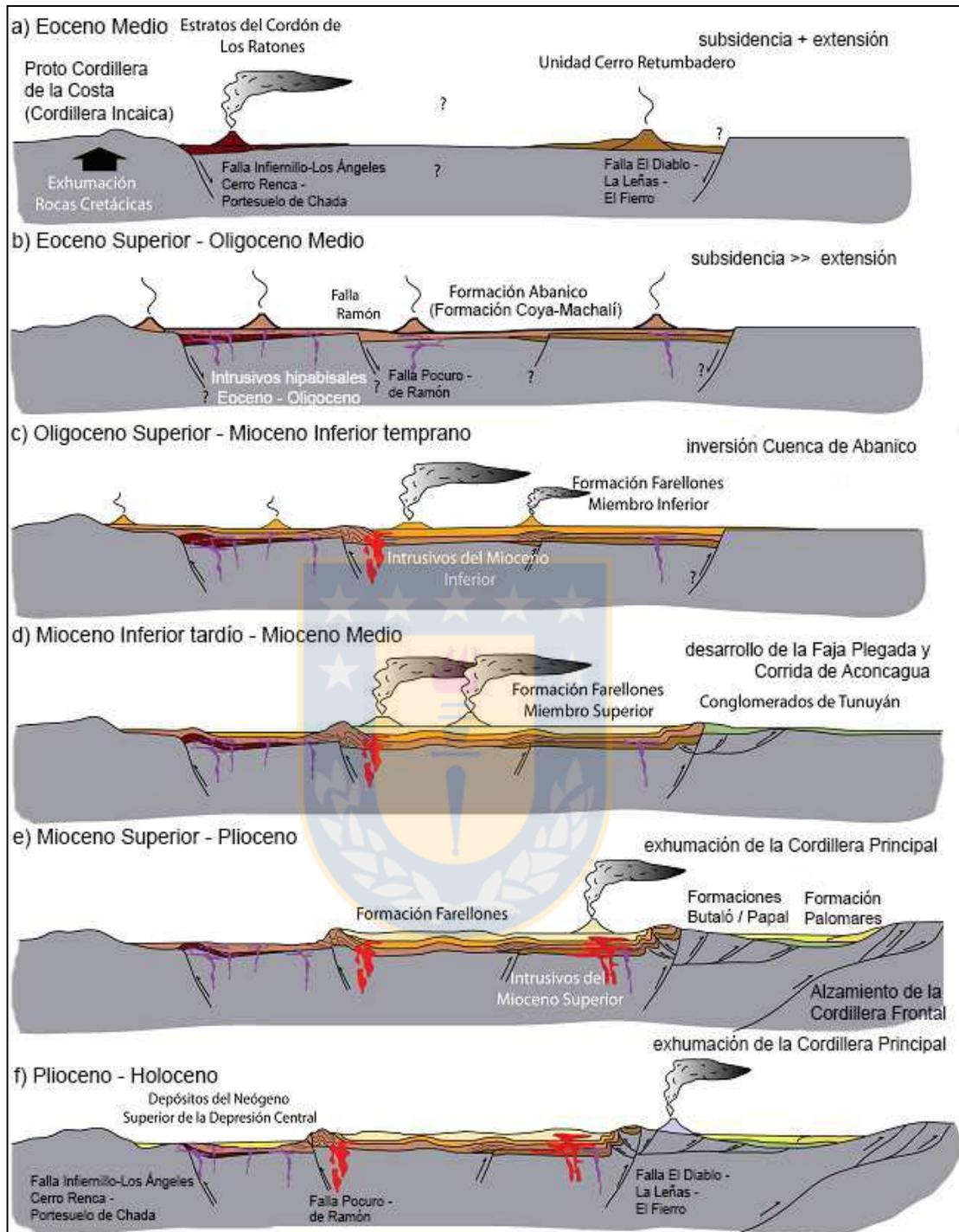


Figura 2.2 Perfiles de evolución paleogeográfica de Chile central durante el Cenozoico. Modificado de Fock (2005); tomado de Carvajal (2014).

2.2.1. Rocas estratificadas

Klöhn (1960), Alvarez y otros (1997), Cuadra (1986), entre otros, definen las formaciones estratigráficas que conforman la geología de la franja cordillerana de la sexta región. Estas

formaciones tienen un rumbo con tendencia N-S y sus edades, en su mayoría, son decrecientes hacia el oeste. Dentro de estas formaciones, las que se encuentran en los alrededores del depósito El Teniente y presentan mayor extensión, son las formaciones terciarias Coya Machalí y Farellones, correspondientes a secuencias de rocas volcánicas y volcánico-sedimentarias, que sobreyacen a series estratificadas volcano-sedimentarias triásicas jurásicas y cretácicas aflorantes al este del depósito. Además de estas unidades, se encuentran localmente alrededor del área de El Teniente depósitos plio-pleistocenos y cuaternarios, compuestos por depósitos volcánicos y sedimentarios, destacando la Formación Colon-Coya.

2.2.1.1. Formación Coya-Machalí (Oligoceno - Mioceno inferior)

La Formación Coya-Machalí aflora en la Cordillera Principal Central y Occidental, tanto al este como al oeste del depósito El Teniente (Figura 2.1). Esta formación fue definida por Klöhn (1960) como depósitos volcano-sedimentarios exclusivamente terrígenos. Está compuesta principalmente por rocas efusivas y piroclásticas, de composición preferentemente andesítica, con participación subordinada de basaltos y de traquitas, acompañadas de sedimentos límnicos. La formación incluye, además, numerosas intrusiones subvolcánicas de la misma edad del volcanismo (Vergara y otros, 2004 en Piquer y otros, 2010). Esta sucesión fue depositada en una cuenca de intrarco (Cuenca de Abanico), que representa el último evento extensional en la Cordillera Principal de los Andes Centrales durante el Eoceno-Oligoceno (Tapia y otros, 2015).

Los depósitos relacionados a la Cuenca de Abanico corresponden a las formaciones Abanico (en las cercanías de Santiago y a los 35°S), Coya-Machalí (34°S a 35°S) y Cura-Mallín (al sur de los 36°S), que fueron unificadas por varios autores como Formación Abanico (Tapia y otros, 2015). Los afloramientos de esta formación forman dos cinturones N-S separados por la Formación Farellones. En su borde oriental, la Formación Abanico se encuentra generalmente en contacto erosivo y por falla con las rocas mesozoicas (Falla El Diablo-Las Leñas-El Fierro) (Fock y otros, 2005 en Piquer y otros, 2010). El contacto con la Formación Farellones es diacrónico, siendo más joven hacia el sur. Esto produce un traslape de edad entre ambas formaciones (Charrier y otros, 2005 en Piquer y otros, 2010). Este contacto ha sido ampliamente debatido al sur de 33°S, donde se ha descrito el límite entre ambas formaciones mediante discordancia, pseudoconcordancia, concordancia o falla (Jara y Charrier, 2014).

La geoquímica de estos depósitos volcánicos ha sido ampliamente analizada, y la mayoría de los autores están de acuerdo en su carácter toleítico, lo que sugiere un considerable adelgazamiento cortical durante el Eoceno-Oligoceno (Muñoz y otros, 2014).

Si bien la edad de la Formación Coya-Machalí, establecida por dataciones K/Ar, es del Oligoceno al Mioceno temprano (Stern y otros, 2011; Kay y otros, 2005), la sedimentación en la Cuenca de Abanico tiene registros incluso desde el Eoceno medio (Muñoz y otros, 2014).

2.2.1.2. Formación Farellones (Mioceno)

La Formación Farellones fue definida por Klöhn (1960) como una unidad levemente plegada, constituida por sedimentitas clásticas terrígenas, lavas andesíticas, riolíticas y basálticas, rocas piroclásticas que alternan con sedimentos derivados de la descomposición de rocas efusivas, y sedimentos lagunares, compuestos por arenisca, lutitas, tufitas y capas delgadas de caliza. Esta sucesión es indicativa de volcanismo del Arco Farellones en el Mioceno, asociado a la inversión de la Cuenca de Abanico y a la formación de un depocentro entre la Cordillera de la Costa y la Cordillera Principal, producto de un alzamiento coetáneo de ambas cordilleras (Giambiagi y otros, 2015).

La Formación Farellones aflora en la Cordillera Principal occidental de los Andes, entre los 32°S a los 35°S (Vergara y otros, 1988 en Piquer y otros, 2010) (Figura 2.1). Su parte superior corresponde a las rocas más antiguas que rodean el depósito El Teniente. A nivel de la mina recibe el nombre de Complejo Volcánico Teniente (Stern y otros, 2010). Una datación U-Pb en circones provenientes de la base de la formación, indican una edad de 22,5 Ma (Fock, 2005 en Giambiagi y otros, 2015).

Las lavas son de carácter calcoalcalino, indicativo de un mayor espesor cortical durante el Mioceno temprano, diferenciándose de la Formación Abanico (Muñoz y otros, 2014).

Los criterios más utilizados para diferenciar entre las formaciones Abanico y Farellones, son la mayor cantidad de deformación y la presencia de un bajo grado de metamorfismo en la

Formación Abanico, y por la presencia de estratos de crecimiento debido al sintectonismo durante la sedimentación, versus estratos adelgazados en la Formación Farellones (Muñoz y otros, 2014).

El contacto entre la Formación Farellones y la Formación Abanico es concordante y discordante, según la zona de estudio considerada. El límite superior es la superficie de erosión actual.

2.2.2. Rocas intrusivas

En el flanco occidental de la Cordillera Principal, las rocas intrusivas miocenas se presentan en dos franjas paralelas a las fallas principales de la Cuenca de Abanico (Figura 2.1). Estos intrusivos en general, disminuyen en edad hacia el este (Muñoz y otros, 2014), intruyen a las formaciones Abanico o Farellones, en el límite sur de la zona de subducción plana (Deckart y otros, 2010), y están asociados a pórfidos Cu-Mo supergigantes del Mioceno tardío al Plioceno, como Los Pelambres, Río Blanco- Los Bronces y El Teniente (Charrier y otros, 2014).

Muñoz y otros (2009) señalan que el magmatismo ha migrado hacia el Este, desde el límite occidental de la Cordillera Principal a la zona volcánica actual. La unidad intrusiva más antigua conocida, cercana al depósito El Teniente, es el Plutón La Obra, correspondiente al Mioceno temprano. Este magmatismo es seguido por las unidades del Mioceno medio desarrolladas progresivamente hacia el Este, en dos franjas con tendencia N-S (Figura 2.1). La primera franja, formada entre los 15 a 13 Ma, está representada por los plutones Diorita Maqui y Yerba Loca, y las partes más antiguas del Batolito San Francisco. La segunda franja magmática, formada entre los 13 a 10 Ma, está representada por los plutones La Gloria, Cerro Mesón Alto, San Gabriel, Alfalfalito y Cachapoal, junto con la unidad de Diques Blancos Las Leñas.

Un cambio importante en el magmatismo se produce después de los 10 Ma, que gatilla la actividad magmático-hidrotermal de los pórfidos de Chile central. En una primera instancia, el magmatismo se expande al este y al oeste de la franja de 13-10 Ma, representada por la distribución de unidades de 10 a 8 Ma (plutones Santa Rosa de Rengo, Río Negro). Después de este período, existe un rápido enfriamiento de estos plutones producto de una exhumación rápida

por el tectonismo compresivo plioceno, provocado por la subducción de la dorsal de Juan Fernández (Maksaev y otros, 2009). Además, el magmatismo continúa migrando hacia el este, hasta llegar a la posición actual del arco volcánico en el último millón de años.

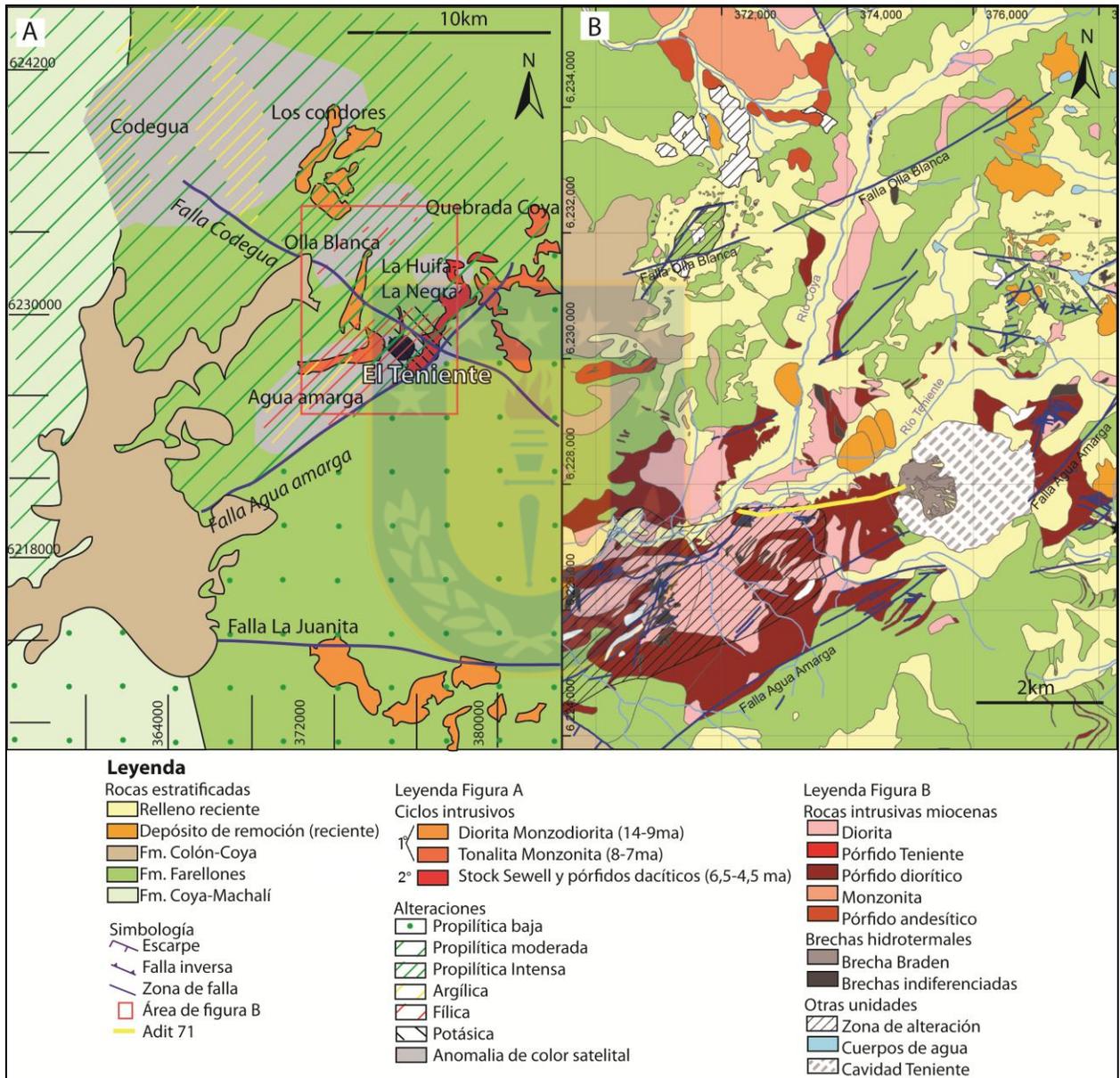
A nivel distrital, Pardo & Kovacic (2012) destacan 3 ciclos intrusivos (Figura 2.3). El primero, que se extiende entre los 14-7 Ma, está constituido por dioritas, monzodioritas, monzonitas y pórfidos andesíticos a tonalíticos, donde las rocas más diferenciadas tienden a ser las más jóvenes. En este ciclo destaca el Complejo Plutónico Teniente, que intruye a las formaciones Abanico y Farellones entre 12 y 7 Ma (Kay y Kurtz, 1995; Kurtz y otros, 1997; Kay y otros, 2005 en Giambiagi y otros, 2015). El segundo ciclo se extiende entre los 6,5 a 4,5 Ma, y está constituido por el Complejo Diorita Sewell y las facies de pórfidos félsicos de El Teniente. El tercer ciclo se extiende entre los 3,9-2,9 Ma, y está constituido por diques de lamprófidos. Estos diques se formaron posteriormente a la mineralización.

2.2.3. Estructuras

Según Muñoz (2008), las principales estructuras reconocidas en la Depresión Central están relacionadas con el alzamiento de la Cordillera Principal y la creación de esta depresión. Destacan la Falla Los Angeles-Infernillo y la Falla San Ramón-Pocuro (Figura 2.1). Este mismo autor menciona que en la Cordillera Principal, las estructuras presentes tienen un rumbo general N-S, y un estilo de deformación y vergencia variables, distinguiéndose las fallas Laguna Negra y Chacayes-Yesillo, y el Sistema de Falla El Fierro-El Diablo (Figura 2.1). Al este del Sistema de Falla El Fierro-El Diablo, se puede observar una secuencia de fallas, pliegues apretados o volcados, anticlinales y sinclinales, con vergencia de preferencia al este, que constituyen la Faja Plegada y Corrida del Aconcagua (Figura 2.2), y que afecta principalmente a las rocas mesozoicas (Giambiagi y otros, 2003 en Giambiagi y otros, 2015).

La deformación frágil predominante en la Formación Farellones, produjo numerosas zonas de fallas. A nivel distrital destacan la Zona de Falla de Teniente (representada por la Falla Agua Amarga) y la Falla Codegua. El depósito El Teniente se encuentra cerca de la intersección de estas dos estructuras (Figura 2.3). La primera es una zona de fallas anastomosadas con tendencia NE-SO, de 14 km de largo y 3 km de ancho (Cannell, 2004). Esta estructura estuvo

activa entre los 11 y los 4 Ma, y controló el emplazamiento del intrusivo Sewell y la zona de alteración Agua Amarga (Garrido, 1995 en Cannell, 2004). La segunda, es una zona de falla regional, que ha afectado al basamento y aún sigue activa. Según Rivera y Falcón (1998, en Cannell, 2004), esta estructura canalizó la actividad volcánica, las intrusiones subvolcánicas y la alteración hidrotermal del Mioceno tardío y Plioceno temprano.



2.2.4. Alteración hidrotermal

El distrito El Teniente está constituido por el depósito El Teniente, además de diversos prospectos de mineralización de cobre de menor tamaño, que se encuentran asociados a alteración hidrotermal (Figura 2.3). Estas asociaciones, en algunos casos, están acompañadas de brechas argílicas-silíceas o de turmalina-cuarzo-fílica, y son detectadas por anomalías de color en imágenes Landsat (Cannell, 2004).

La alteración propilítica se encuentra ampliamente extendida en el distrito de El Teniente, afectando a las formaciones Coya-Machalí y Farellones, sobre todo al norte de la Falla Agua Amarga (Figura 2.3). Se caracteriza por la presencia de clorita, epidota, calcita y, en menor medida, por hematita, tanto en vetas como en halos (Cannell, 2004). Cannell (2004) registra la presencia de vetillas con este ensamble de alteración, de hasta 30 cm de espesor, a lo largo de la Carretera del Cobre, demostrando su gran extensión. La alteración propilítica se intensifica alrededor de los prospectos Olla Blanca, Quebrada Coya, Codegua (Los Cristales) y Agua Amarga. Al sur de la Falla Agua Amarga, esta alteración disminuye drásticamente, existiendo registros de mineralogía propilítica en las cavidades de las rocas volcánicas y alrededor de la Falla La Juanita.

La alteración “magnetita temprana” es una asociación pre-mineralización, que se encuentra como fondo de las alteraciones posteriores en el depósito El Teniente (Vry y otros, 2010). Cannell (2004) observó esta alteración, a nivel distrital, cerca de los prospectos Los Cóndores, Agua Amarga y La Huifa-La Negra. Esta asociación se mezcla con la alteración propilítica, dificultando la determinación de su extensión, aunque ésta es superior a la extensión de la alteración potásica y de la fílica (Cannell, 2004).

La alteración fílica y argílica se encuentran localizadas en torno a diversos prospectos (Figura 2.3.A). En el prospecto Agua Amarga, al SW de El Teniente, estas alteraciones siguen al sistema de falla Agua Amarga, orientado en dirección NE-SW. El prospecto Codegua-Los Cóndores está caracterizado por una alteración argílica compuesta por zonas de arcillas-silíceas y brechas orientadas en dirección N-S, donde el contacto entre las formaciones Coya-Machalí y Farellones parece haber canalizado esta alteración (Cannell, 2005). El prospecto Olla Blanca-

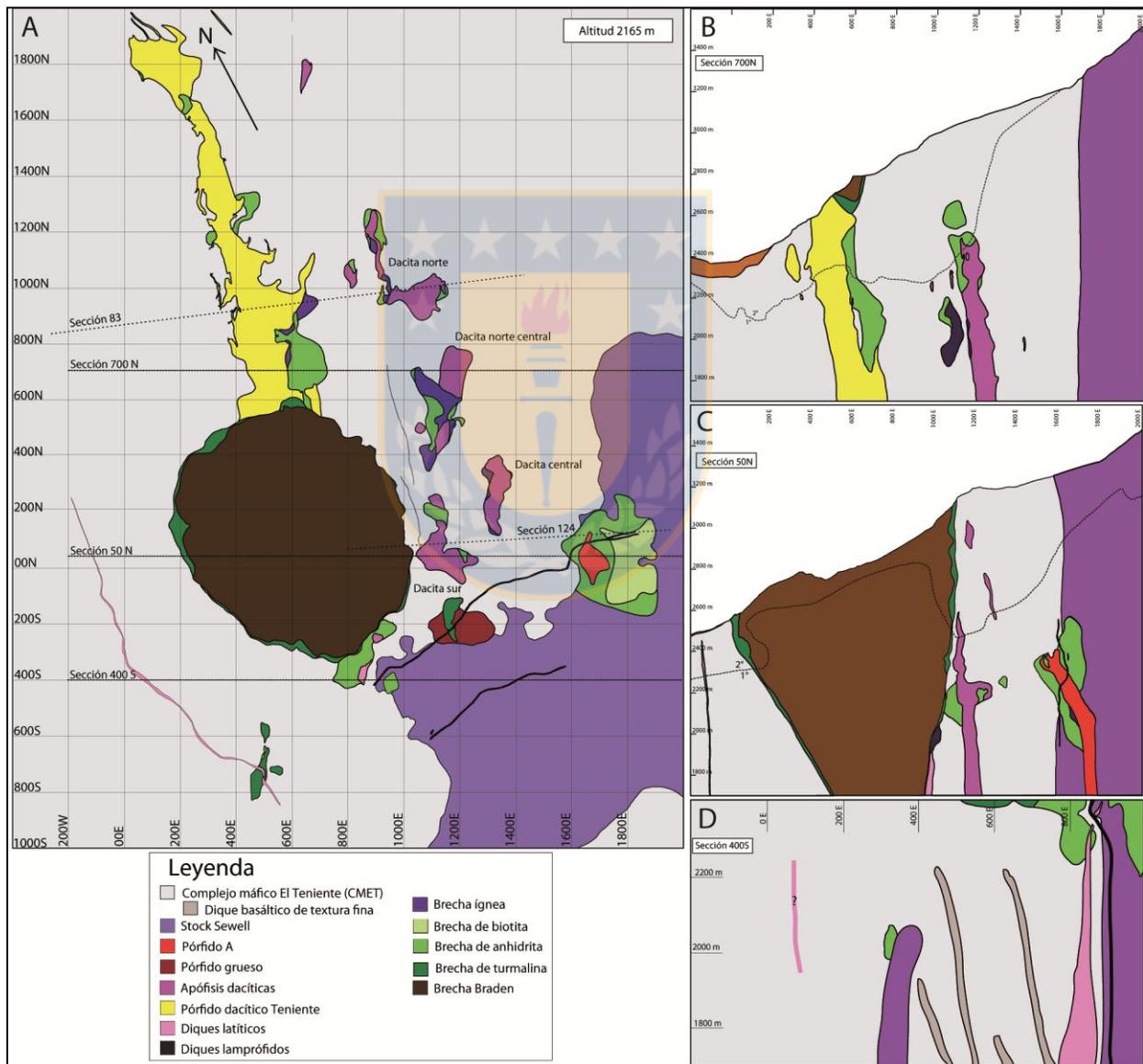
Quebrada Coya está caracterizado por una alteración fílica, sobreimpuesta por una alteración argílica supérgena (Morel, 1984 en Cannell, 2004). En el resto de los prospectos también se producen estas alteraciones, principalmente en zonas de brechas de menor escala, asociadas con turmalina (Cannell, 2004). La compleja tectónica de bloques ha expuesto diversos niveles de *lithocaps*, representados por la alteración argílica. Esta alteración corresponde a sílice, alunita, pirofilita y dickita, destacándose núcleos de alunita hipógena rodeada de sílice y alunita invadida por pirofilita en texturas del tipo “*patchy*” (Hedenquist, 2011 en Pardo & Kovacic, 2012). En los alrededores de los *lithocaps* se presentan vetas de cuarzo crustiforme con mineralización de metales bases. El halo externo de alteración lo conforma una zona de clorita, epidota, sílice, carbonatos (ankerita) y magnetita (Pardo & Kovacic, 2012).

2.3. Geología del Depósito

El depósito de tipo pórfido Cu-Mo El Teniente es uno de los sistemas pórfido más grandes y más complejos del mundo, genéticamente vinculado a procesos magmáticos-hidrotermales de finales del Mioceno (Howell & Molloy, 1960; Cuadra, 1986; Cannell y otros, 2005; Stern y otros, 2010). La roca caja hospedante de la mineralización son principalmente plutones máficos-intermedios, y en menor medida félsicos (Figura 2.4), que intruyen al Complejo Volcánico El Teniente (parte superior de la Formación Farellones) (Stern y otros, 2010). Durante el proceso hidrotermal se forman brechas, *stockworks* y vetillas, acompañadas de una potente mineralización y alteración hidrotermal (Vry y otros, 2010). Este depósito contiene un recurso estimado de aproximadamente 95 Mt de Cu y 2,5 Mt de Mo (Spencer y otros, 2015).

En el pasado, el depósito El Teniente era indiscutidamente considerado un ejemplo clásico de un depósito tipo pórfido, con la mineralización y la alteración dispuesta de manera concéntrica a los plutones félsicos. Actualmente existe un debate respecto a su clasificación. Por un lado Skewes y colaboradores (Skewes y otros, 2002; Skewes y otros, 2005; Skewes & Stern 2007; Stern y otros, 2010) proponen que El Teniente, entre otros depósitos Cu-Mo de Chile central, es un depósito de megabrecha, donde la mineralización está vinculada temporalmente con la intrusión de múltiples brechas ígneas e hidrotermales, y a su vez estas son independientes a las intrusiones de los plutones félsicos. Por el contrario, otros autores (Maksaev y otros, 2004;

Cannell y otros, 2005; Klemm y otros, 2007; Vry y otros, 2010; Spencer y otros, 2015) defienden la propuesta que El Teniente es un depósito tipo pórfido de Cu convencional, dentro de la variación normal de los depósitos minerales (Sillitoe, 2010). Las interpretaciones de las dataciones realizadas en las diferentes unidades del depósito, generan el debate y la incertidumbre en el establecimiento de las relaciones temporales entre la mineralización y los intrusivos; no obstante, a pesar de las diferentes clasificaciones, se acepta que El Teniente es producto de fluidos hidrotermales provenientes de una gran cámara magmática en profundidad.



2.3.1. Unidades litológicas

2.3.1.1. Complejo Máfico El Teniente (CMET)

Son rocas de color oscuro con apariencia afanítica a porfídica. Corresponden a la unidad más antigua dentro de la Mina El Teniente. Conocida históricamente con el nombre de “Andesitas de la Mina”, debido a que están fuertemente alteradas y brechizadas, oscureciendo y obliterando su petrografía original. Es por esta razón que en el pasado se correlacionaban con las rocas andesíticas de la Formación Farellones (Howell y Molloy, 1960; Camus, 1975; Cuadra, 1986 en Stern y otros, 2010). Actualmente es una unidad diferenciada, por ser clasificada como un lacolito (plutón subvolcánico).

Burgos (2002) las clasifica, en base a su textura y composición química, como diabasas con variaciones texturales, que conforman un cuerpo subvolcánico (lacolito). En general presentan textura porfídica, de grano fino en el borde del intrusivo y más grueso en los sectores centrales. Los únicos minerales que se preservan son fenocristales de plagioclasas y relictos de piroxenos. Estas diabasas están intruídas por diques basálticos, de textura gruesa a fina, constituidos principalmente por plagioclasas y piroxenos, y con una composición muy semejante con las diabasas; por tanto, fueron originados casi simultáneamente a partir de un magma parental.

Los análisis de microsonda electrónica indican composiciones fuertemente cálcicas para los fenocristales de plagioclasa, variando de An46 a An92 y una media entre An60 a An85 (Skewes, 1997, en Cannell y otros, 2005). Los análisis químicos muestran contenidos medios de SiO₂ de 46 a 52% en peso, indicando composiciones basálticas, aunque principalmente en los márgenes, se han observado composiciones andesíticas con un 56 a 59,8% en peso de SiO₂, además de un 6,6 a 11% en peso de CaO, y 17 a 21, 5% en peso de Al₂O₃, consistente con su alto contenido de plagioclasa cálcica. El contenido de FeO (8 a 11,6% en peso) es alto con respecto al MgO (menor a 5,2% en peso), pero el contenido de TiO₂ (≈1% en peso) y P₂O₅ (≈0,2% en peso) son relativamente bajos, en consonancia con una afinidad calcoalcalina de estas rocas máficas. El K₂O y el H₂O tiende a variar respecto al tipo y grado de alteración (principalmente la alteración

potásica eleva ambos), con valores entre 0,5 a 1% en peso y menor a 1% en peso, respectivamente (Stern y otros, 2010).

Este complejo intruye a la formación Farellones, alrededor de los 9 Ma. Esta edad se determinó en base a edades de $8,9 \pm 2,4$ Ma obtenida por traza de fisión en apatita (Maksaev y otros, 2004) y $8,9 \pm 1,4$ Ma por K-Ar en roca total (Stern y otros, 2010).

2.3.1.2. Stock Sewell

Llamada también Tonalita Sewell, Tonalita o Diorita Sewell es un cuerpo intrusivo intermedio a félsico, siendo el más viejo encontrado en El Teniente (Maksaev y otros, 2004). Se emplaza en el Complejo Máfico El Teniente (Figura 2.4), tiene forma de stock y está ubicado en el sector sureste del yacimiento o de la Chimenea Braden (Perez, 2011). Asociado a este stock, se encuentran el Plutón La Huifa, que aflora a 2 km al NE del depósito, y sills andesíticos, a pocos kilómetros al NW del depósito (Stern y otros, 2010).

Esta unidad consiste de tonalitas, dioritas y brechas ígneas, de mineralogía semejantes entre sí, conformadas principalmente por contenidos variables de plagioclasa (andesina-oligoclasa), cuarzo, feldespato potásico, biotitas (en la mayoría de los casos fuertemente cloritizada e incluso pseudomorfizadas) y anfíboles (en general alterados). No obstante, las grandes diferencias recaen en sus características texturales, con mayor énfasis entre los cuerpos dioríticos (textura porfídica con fenocristales de plagioclasa, biotita y anfíbol) ubicados en el exterior, versus el *stock* tonalítico (textura fanerítica de grano medio a grueso) ubicado en el interior (Perez, 2011; Vry y otros, 2010).

Este *stock* se emplazó previo a la mineralización (Maksaev y otros, 2004; Cannell y otros, 2005; Stern y otros, 2010), exhibiendo varias alteraciones, como sericita omnipresente; sericita-clorita, desarrollada a partir de halos de vetillas, que oblitera la textura original de la roca; y biotítica, a mayores profundidades (Perez, 2011; Vry y otros, 2010).

Datos geoquímicos de roca total indican una firma calcoalcalina, con contenidos de SiO_2 entre 61 a 66% en peso, y de K_2O entre 1,5 a 2,7% en peso. La concentración de tierras raras

indica que estas se encuentran altamente fraccionadas, cuyas razones La/Yb varían entre 15,6 a 44,5, a diferencia de los *sills* andesíticos que son más bajos (9,4 a 13,1) (Reich, 2001; Stern y otros, 2010).

Respecto a la edad de esta unidad, existen variadas dataciones (Figura 2.5). Cuadra (1986) realiza dataciones K-Ar en roca total que indican una edad de $7,1 \pm 1,1$ y $7,4 \pm 1,5$ Ma para el *stock*, $7,0 \pm 0,4$ Ma para el Plutón La Huifa, y $8,2 \pm 0,5$ y $6,6 \pm 0,4$ Ma para los *sills* andesíticos. Makshev y otros (2004) realizan dataciones U-Pb en circones, que indican dos distribuciones, una de $6,15 \pm 0,16$ y otra de $5,59 \pm 0,17$. A su vez, datan el Pórfido A, obteniendo semejante distribución bimodal. Esto se debe a que los circones registran dos eventos de cristalización distintos, asignando el más antiguo al Stock Sewell y el más reciente influenciado por la actividad hidrotermal. Estos mismos autores determinan una edad para el Plutón La Huifa de $7,05 \pm 0,14$ Ma mediante $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ en biotita. Debido al amplio rango de edades, se determina que esta unidad está conformada por diversos intrusivos emplazados entre los 7,5 a 6,2 Ma, cuyos límites se enmascaran por las alteraciones (Makshev y otros, 2004).

2.3.1.3. Chimeneas o Apófisis Dacíticas

Esta unidad, llamada también como Pórfido Dacítico (Norte y Central) o Pórfido Diorítico, abarca una serie de cuerpos intrusivos con forma de dedo, y diques menores, que intruyen al Complejo Máfico El Teniente, cuyos contactos presentan brechas hidrotermales o ígneas (Makshev y otros, 2004). Se pueden identificar 4 a 5 cuerpos de mayor escala. Los dos principales (Norte y Central) se ubican al este y noreste de la Brecha Braden (Figura 2.4) (Stern y otros, 2010; Vry y otros, 2010).

La textura de las rocas de esta unidad es porfídica, con un 30 a 50% fenocristales de plagioclasa, y en menor proporción, biotita y anfíbol, en general alterados a clorita, sericita, carbonato y cuarzo. La masa fundamental es aplítica compuesta por cuarzo, plagioclasa y feldespato potásico (Cannell, 2004). La composición de la plagioclasa varía de albita a oligoclasa. Datos de elementos inmóviles sugieren que estas intrusiones son dacíticas (Vry y otros, 2010).

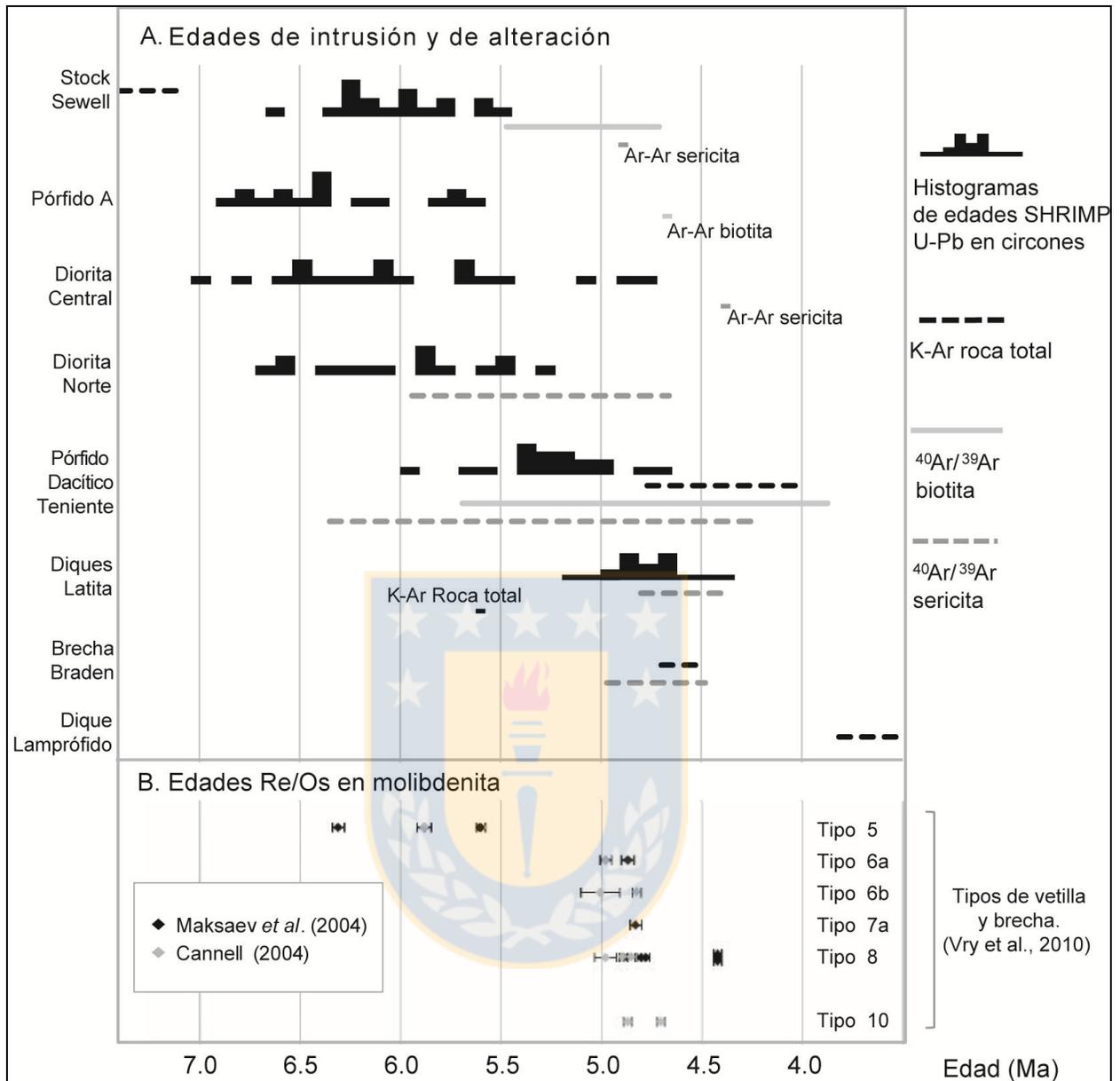


Figura 2.5 Cronología esquemática de las unidades y de la mineralización del depósito El Teniente. Tomado de Spencer y otros(2015), basado en las dataciones de Quirt, (1972); Clark y otros(1983); Cuadra (1986); Maksaev y otros (2004) y Cannell y otros (2005).

El Pórfido Grueso es una unidad descrita en los últimos años al sureste del depósito, en el contacto entre el Stock Sewell y el CMET (Figura 2.4). Esta unidad tiene una textura porfídica que comprende fenocristales de plagioclasa (albita-oligoclasa) y biotita, y ojos de cuarzo, en una masa fundamental aplitica. Presenta baja alteración en comparación con las unidades circundantes (Vry y otros, 2010). Las características mineralógicas y geoquímicas son similares a las apófisis dacíticas.

Los análisis químicos en roca total de esta unidad indican contenidos de SiO₂ de 56,8 a 66,2% en peso, y de K₂O entre 1,9 a 7,1%. Respecto a las tierras raras, la relación La/Yb va de 18,2 a 44,3, siendo más altas que el CMET y similares a los del Stock Sewell (Stern y otros, 2010).

Maksaev y otros (2004) mediante dataciones U-Pb en circones, obtienen una bimodalidad en edades, de $6,11 \pm 0,13$ y $5,48 \pm 0,19$ Ma para el Pórfido Dacítico Norte; $6,28 \pm 0,16$ y $5,50 \pm 0,24$ Ma para el Pórfido Dacítico Central. Algunos autores (Maksaev y otros, 2004; Stern y otros, 2010) designan la edad de cristalización alrededor de los 6 Ma a la que se sobreimpone un evento hidrotermal de 5,5 Ma (Figura 2.5).

2.3.1.4. Pórfido A

Esta unidad, conocida también como pórfido microdiorítico, microdiorita, brecha de andesita o pórfido gris, corresponde a una brecha ígnea que consta de abundantes clastos del CMET y del Stock Sewell en una matriz alterada de biotita, feldespato potásico, plagioclasa, anhidrita y cuarzo (Cannell, 2004; Vry y otros, 2010)

Intruye al CMET y al Stock Sewell. El contacto está conformado por brechas ígneas con clastos angulosos y redondeados. Debido a este aspecto, le han asignado el nombre de microdiorita, brecha de andesita y brecha de biotita, en función del color de la matriz, aunque ningún nombre es correcto, ya que no es un pórfido ni es una roca extrusiva, y composicionalmente debido a la alta cantidad de anhidrita, azufre y otros volátiles, no corresponde a una diorita (Stern y otros, 2007 en Stern y otros, 2010).

La matriz está compuesta por biotita, plagioclasas, feldespato potásico, cuarzo, anhidrita magmática e hidrotermal, y sulfuros. Los clastos pertenecen al CMET y al Stock Sewell (Stern y otros, 2010; Vry y otros, 2010).

Según los análisis químicos de Stern y otros (2010), estas rocas contienen S >3%, Cu >0,5%, 3,1 a 6,6% de volátiles en la “andesita”, y 8,1 a 10,4% en el centro del Porfirio A. Aunque estos datos no se encuentran normalizados respecto a la pérdida por calcinación, esta

unidad es semejante a un basalto para los clastos y en una andesita para la matriz. El CaO es anómalamente alto por la alta abundancia de anhidrita, aunque las plagioclasas no sean tan cálcicas ($An < 32\%$). Relaciones La / Yb en la "andesita" es de 6,6 a 15,7; y en "microdiorita" son de 30,5 a 79,9.

Dataciones realizadas por MaksaeV y otros (2004) en esta unidad, indican una distribución bimodal en las edades: $6,46 \pm 0,11$ Ma (U-Pb en 13 circones) y $5,67 \pm 0,19$ Ma (U-Pb en 4 circones), donde la edad más alta representa la media de los clastos polimícticos de la brecha, y la más joven a la matriz de brecha. En base a esto, varios autores (Cannell y otros, 2005; Stern y otros, 2010) le designan una edad de 5,7 Ma (Figura 2.5)

2.3.1.5. Pórfido Dacítico El Teniente

Esta unidad es llamada también Pórfido Dacítico o Pórfido Teniente. Corresponde a un intrusivo dacítico subvertical alargado (dique), ubicado al norte de la Chimenea Braden (Figura 2.4), que se extiende 1,5 km desde la brecha hasta más allá del límite de la mineralización (Vry y otros, 2010); tiene una anchura máxima de 300 m.

Varios autores mencionan que este intrusivo está constituido por múltiples fases, diferenciadas principalmente por la textura y relaciones de corte (Vry y otros, 2010), que presentan características petrográficas comunes, tales como textura porfídica, composición dacítica y su mineralogía primaria conformada por plagioclasa del tipo oligoclasa, cuarzo, biotita y feldespato potásico del tipo ortoclasa (Gonzales, 2006). Las dos fases más importantes son: la fase euhedral o idiomórfica, que ocurre en el sector norte y en el borde oriental del cuerpo intrusivo, y la fase subhedral o hipidiomórfica, que forma, casi en su totalidad, el sector sur de la intrusión. La fase idiomórfica contiene fenocristales de plagioclasa euhedrales y una masa fundamental de grano fino, en contraste, la fase hipidiomórfica contiene fenocristales de plagioclasas con bordes reabsorbidos y una masa fundamental de grano más grueso (Duarte, 2000 en Vry y otros, 2010; Cannell y otros, 2005).

La alteración presente en esta unidad es principalmente potásica, con feldespato potásico secundario en la masa fundamental y la biotita generalmente ausente, y en menor medida

silicificación. La alteración sericítica está presente en los niveles superiores, a lo largo del contacto con otras unidades (Skewes y otros, 2002).

Según los análisis químicos de Stern y otros (2010), estas rocas tienen un contenido de SiO₂ de 59,9-66,3% en peso y K₂O de 2,6 a 2,9% en peso, y que la razón de La / Yb va desde 17,3-54,1, y las relaciones isotópicas de Sr y Nd están en el rango común de todas las rocas ígneas del Mioceno tardío del depósito ($\epsilon_{Nd}/(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}) \approx 5.000$). Gonzales (2006) en base a su firma geoquímica las clasifica como calcoalcalina metaluminosa a peraluminosa (esta última es producto por la fuerte alteración de estas rocas), y además indica que los magmas formadores de estas rocas tuvieron contaminación cortical durante los procesos magmáticos.

Maksaev y otros (2004) obtienen, mediante U-Pb en circones, una edad de $5,28 \pm 0,10$ Ma para esta unidad (Figura 2.5).

2.3.1.6. Brecha Braden

Esta unidad, conocida también como Complejo de Brechas Braden, es un cuerpo de brechas bien consolidado con forma de cono invertido, de 1.200 m de diámetro aproximadamente y una profundidad de más de 2000 m, emplazado en la parte central del yacimiento (Figura 2.4). La enorme brecha es asimétrica, con el flanco oriental subvertical, mientras los otros flancos buzanan de 60° a 70° hacia el interior (Vega y Maksaev, 2003).

Cuadra (1986) la dividió en dos subunidades mayores que corresponden a la Brecha Braden y la Brecha Marginal. La primera está constituida por brechas polimícticas, de mala selección y bien consolidadas, con clastos redondeados a subredondeados, soportados por una matriz tufacea. Se ha interpretado su formación como el resultado de una explosión freatomagmática catastrófica (Sillitoe, 1985; Cuadra, 1986; Vega, 2004 en Muñoz y otros, 2012). La Brecha Marginal corresponde a una brecha mineralizada monomíctica y clasto soportada, de hasta 60 m de espesor, que ocurre alrededor de la Brecha Braden (Cuadra, 1986; Vega, 2004 en Muñoz y otros, 2012).

Vega & Makshev (2003) las dividen en 8 unidades mayores, que son claramente diferenciables por su aspecto general (fábrica) y/o por la composición del cemento (en la mayoría de los casos se trata de una alteración hidrotermal sobreimpuesta). Estas unidades mayores son la Brecha Braden de cuarzo-sericita-clorita, Brecha Braden turmalina-sericita fina, Brecha Braden turmalinizada, Brecha Marginal, Brecha Braden clorita-sericita, Brecha Hidrotermal de turmalina, Brecha hidrotermal de sulfuros y Diques de guijarro. La unidad de mayor importancia volumétrica (68%) es la Brecha Braden cuarzo-sericita-clorita, de matriz soportada, tonos gris claro a verdoso, y con clastos polimícticos provenientes, en su mayoría, de diversas litológicas observadas en el yacimiento. Un conjunto importante en volumen (19,3%) son las subunidades que presentan turmalina férrica como cemento (Brecha turmalinizada, Brecha marginal y Brecha hidrotermal de turmalina), que tienen como característica el contraste entre el color blanquecino de los fragmentos y el cemento negro.

Las diferentes unidades de brechas presentan en general una moderada a intensa alteración cuarzo-sericita, siendo más notoria en las Brechas de Turmalina, Brechas Hidrotermales de Sulfuros y en el agregado más fino de éstas. Además, existe una argilización moderada en las brechas con sulfuros y sus inmediaciones. También es posible observar este tipo de alteración en los bloques de composición dacítica existentes en la Chimenea Braden (Floody, 2000 en Vega & Makshev, 2003).

Cuadra (1986) dato por el método K-Ar en roca total, la Brecha Braden (interna) en $4,7 \pm 0,3$ Ma y la Brecha Marginal en $4,5 \pm 0,7$. Esto es consistente con dataciones $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ en sericita realizadas por Vegas & Makshev (2003), que oscilan entre 4,49 y 4,81 Ma (Figura 2.5). Estas edades indican que la alteración hidrotermal es contemporánea con la estructura brechosa, y que esta unidad se desarrolló a finales de la historia de El Teniente, junto al término de la mineralización en el depósito (Vry y otros, 2010).

2.3.1.7. Diques de Latita

Esta unidad corresponde a diques de pórfidos latíticos de 6 a 8 m de ancho, que están dispuestos en forma concéntrica rodeando a la Brecha Braden (Figura 2.4). Algunos diques están truncados por la Brecha Braden, sugiriendo que parte de estos se formaron antes de la brecha, los

que pueden haber jugado un papel en la formación de la chimenea (Cannell y otros, 2005 en Stern y otros, 2010).

Análisis químicos indican que esta unidad es químicamente similar al Pórfido Dacítico El Teniente, con porcentajes en peso en el orden de 60,9 a 63,1% de SiO_2 y 2,2 a 3,5% de K_2O , acompañado de un alta razón La/Yb, de aproximadamente 35 (Stern y otros, 2010).

Maksaev y otros (2004) obtienen una edad U-Pb en circones para estos diques anulares de $4,82 \pm 0,09$ Ma, la que está dentro de la gama de edad de la Chimenea Braden (Figura 2.5).

2.3.1.8. Diques de Lamprófidos

Los diques de lamprófidos son cuerpos sub-verticales (Figura 2.4), con fenocristales de olivino magnesiano y hornblendas. Corresponden a las rocas ígneas más jóvenes del depósito (Figura 2.5), cortando el resto de las unidades. La roca está en general fresca o con poca alteración, debido a que son posteriores a la mineralización; además de presentar un color verde oscuro a negro producto de los minerales máficos (Stern y otros, 2010; Stern y otros, 2011).

Estos diques tienen afinidades petroquímicas semejantes a otros diques lamprofídicos del Plioceno (2,9-3,9Ma), descritos tanto dentro como alrededor de El Teniente, que son menos primitivos al no tener fenocristales de olivinos. Los lamprófidos con olivino tienen contenidos de SiO_2 de 51 a 53% en peso, Ni de 70 a 190 ppm y Cr 280 a 390 ppm; en cambio los lamprófidos libres de olivino tienen más SiO_2 (55 a 67%), menor Ni (<100ppm) y Cr (<200ppm) (Stern y otros, 2010).

Estos lamprófidos con olivino tienen razones de La/Yb entre 10 y 13, más altas que los basaltos de olivino del CMET (La/Yb entre 4 y 9). Han sido interpretados como una evidencia de la disminución temporal de la fusión parcial del manto, consistente con el poco volumen de rocas ígneas generadas en este período, debido al término del magmatismo y la migración del arco magmático durante el Plioceno (Stern y otros, 2011).

Los lamprófidos menos primitivos, sin olivino, tienen razones más altas de La/Yb (15 a 44), debido al fraccionamiento de hornblenda, ya que la plagioclasa es inhibida por el alto contenido de H₂O. Esto evidencia la hidratación del manto, que pudo haber jugado un rol importante en la producción de magmas oxidados ricos en volátiles y fértiles (Stern y otros, 2011).

2.3.1.9. Cuerpos menores de brecha

Múltiples brechas ígneas e hidrotermales están presentes en el depósito El Teniente (Figura 2.4), asociadas en su mayoría a las unidades intrusivas descritas anteriormente. Vry y otros (2010) describen las unidades de brecha del depósito. Los cuerpos principales son: Brecha ígnea, Brecha de biotita, Brecha de turmalina y la Brecha Braden (descrita anteriormente). Existen otros tipos de brechas en el depósito, pero son de menor escala.

La Brecha ígnea está compuesta por clastos polimícticos con una matriz ígnea de biotita, cuarzo, feldespatos, anhidrita, calcopirita y óxidos de hierro. Se encuentran en los márgenes del Pórfido Dacítico Teniente y de las Apófisis Dacíticas (Figura 2.4); el Pórfido A es parte de esta brecha.

La Brecha de biotita es una brecha hidrotermal, cuyo cemento está formado por biotita. Esta brecha se encuentra asociada al Pórfido A, y a los márgenes del Pórfido Dacítico Teniente y las Apófisis Dacíticas (Figura 2.4).

La Brecha de anhidrita está compuesta por clastos polimícticos y una matriz de anhidrita, y en menor medida de biotita, turmalina, cuarzo, yeso, apatita y sulfuros. Se producen en los márgenes del Pórfido A, del Pórfido Dacítico Teniente y de las Apófisis Dacíticas (Figura 2.4).

La Brecha de turmalina está compuesta por clastos mono o polimícticos sericitizados y por una matriz de turmalina, y en menor medida, de anhidrita, cuarzo, y sulfuros. Existen dos tipos distintos de Brecha de turmalina: el primero, junto a las brechas de biotita y anhidrita, está asociado al Pórfido A; y el segundo es el que constituye la Brecha Marginal de la Braden (descrita anteriormente) (Figura 2.4).

2.3.2. Alteración y mineralización

Todas las rocas en el área del depósito muestran indicios de múltiples eventos de alteración. Algunos de estos eventos son responsables de la mineralización de cobre hipógena, junto con el desarrollo de vetillas, asociadas espacial y temporalmente con el emplazamiento de diferentes brechas y/o intrusiones félsicas (Skewes y otros, 2005).

2.3.2.1. Distribución de la alteración y mineralización

Las rocas intrusivas máficas (CMET) albergan el 80% de la mineralización de cobre hipógeno del depósito, y son las más afectadas por estos múltiples eventos de alteración superpuestos. La alteración biotítica es la más extendida, afectando a estas rocas máficas en un área de más o menos de 6 km², que coincide con la zona rica en cobre (Villalobos, 1975 en Skewes y otros, 2005). Por lo tanto, la biotita secundaria es el mineral de alteración más abundante en el depósito, ocupando entre un 20 a más de un 50% del volumen de las rocas máficas alteradas (Camus, 1975; Arévalo y otros, 1998 en Skewes y otros, 2005).

Camus (1975) reconoció tres tipos diferentes de alteración hipógena: potásica, cuarzo-sericítica y propilítica (Figura 2.6), en base a los criterios de alteración definidos por Lowell & Guilbert (1970). Estas alteraciones definen, dentro del depósito, asociaciones minerales de diferente intensidad en función del tipo de roca (Unidad).

La alteración potásica afecta a casi todas las unidades y se caracteriza la asociación de biotita secundaria y feldespato potásico. Los minerales de mena asociados a esta alteración son calcopirita, bornita, piritita y molibdenita. En el CMET se produce una alteración total de los minerales máficos y parcial de las plagioclasas, conservando usualmente la textura original de la roca. Los fenocristales de plagioclasa se vuelven más albiticos o se alteran a anhidrita. La biotita es producto de la alteración de los minerales ígneos máficos, y el feldespato potásico ocurre generalmente en vetillas con cuarzo y anhidrita. Esta alteración en el CMET es más intensa alrededor del Pórfido Dacítico Teniente y de la Brecha Braden. En las unidades intrusivas, esta alteración se manifiesta como remplazo de la roca o en vetillas, sin existir cambios texturales de la roca original. La plagioclasa se albitiza o es remplazada por anhidrita, el feldespato potásico es

muy abundante y reemplaza a la masa fundamental o se encuentra en vetillas, la biotita se encuentra diseminada (por la alteración de minerales máficos) o en vetillas.

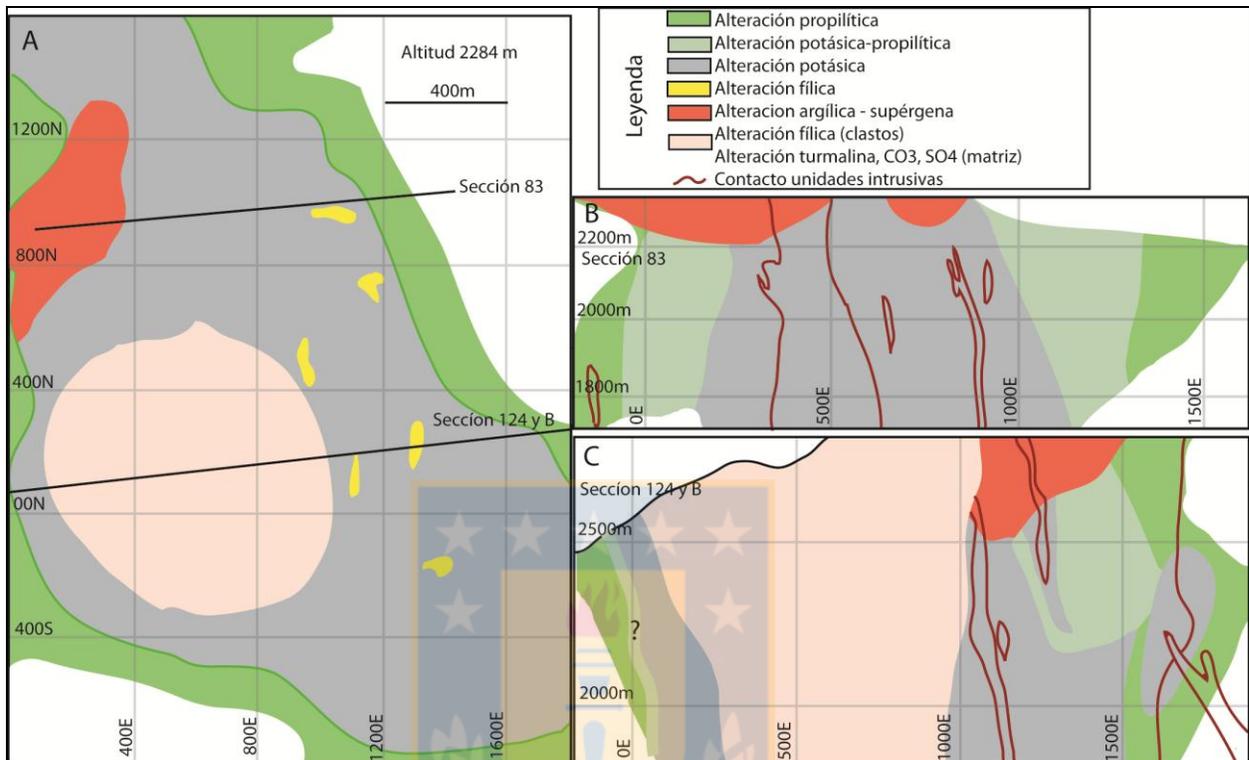


Figura 2.6 Distribución de la alteración en El Teniente. A: Mapa de alteración de El Teniente (2.284 m de altitud) en el que se indica los perfiles ejemplificados. Basado en Camus (1975). B: Perfil de alteración de la Sección 83. Basado en Cannell y otros (2005). C: Perfil de alteración de la Sección 124. Basado en Cannell y otros (2005) y complementado con la sección B de Camus (1975).

La alteración fílica se caracteriza por la asociación cuarzo-sericita y pirita. Es una fuerte alteración que en general destruye la textura original. Se dispone en vetillas con halos fuertemente alterados. Esta alteración en el CMET se encuentra alrededor de los intrusivos félsicos sobre los 2.527 m. La plagioclasa se transforma en un mosaico de cuarzo secundario y sericita, los minerales máficos se transforman en clorita y las vetillas son rellenas por cuarzo, feldespato potásico y anhidrita, y sus halos son de sericita y clorita. En las unidades félsicas, esta alteración se produce en vetillas de cuarzo y feldespato potásico, con halos de sericita y cuarzo secundario. Las plagioclasas se alteran a sericita \pm calcita, y los minerales máficos son reemplazados por clorita, sericita, cuarzo y calcita.

La alteración propilítica se caracteriza por la asociación clorita-epidota-calcita-magnetita y pirita. En general se encuentra diseminada y en menor medida en vetillas mono y poliminerales. Esta alteración afecta al CMET y al Stock Sewell, rodeando al resto de las alteraciones. La transición a esta alteración coincide con la disminución de sulfuros de cobre (curva de 0,5% Cu). La variedad rica en hierro de la clorita es el mineral más abundante; la calcita, la sericita y la albita alteran a las plagioclasas; la epidota se encuentra diseminada, producto de la alteración de las plagioclasas, o en vetillas. Camus (1975) subdivide la zona propilítica en: la subzona de transición, cercana al depósito y que está marcada por la transición de biotita a clorita, y la subzona distal, donde no existe evidencia de alteración potásica, es decir la biotita se altera completamente a clorita. En esta subzona, la textura original de la roca es fácilmente reconocible, los feldespatos están limpios y los minerales máficos han sido completamente alterados. Respecto a la mineralogía metálica, en la primera subzona domina la pirita y en menor cantidad la calcopirita, y en la segunda subzona domina la magnetita y en menor cantidad la pirita. Esta subdivisión no se encuentra en el Stock Sewell, ya que esta unidad se ve afectada solo por la subzona de transición.

Hay que destacar, además, la alteración de turmalinización y la alteración supérgena. La primera es una alteración hipógena independiente a las alteraciones anteriores, que se encuentra de manera diseminada en los intrusivos o como en la matriz de los cuerpos de brecha. La segunda se superpone a las alteraciones hipógenas, paralela al enriquecimiento secundario, en la parte superior al depósito (sobre los 2.500 m). Se caracteriza por caolinita, montmorillonita, alunita, sericita y yeso. La desaparición de la anhidrita es indicativa de esta zona (Camus, 1975).

La mayor parte de la mineralización de cobre y molibdeno se aloja en vetillas y brechas hidrotermales localizadas, y una menor proporción se encuentra de manera diseminada. La bornita, calcopirita y pirita son los principales sulfuros. Cannell (2004) indica que estos minerales se disponen en zonas, a escala del depósito (Figura 2.7). Distingue un núcleo rico en bornita, situado al sur del Pórfido Dacítico Teniente, que contiene de 1 a 4% de bornita y en menor proporción calcopirita; una zona anular de calcopirita que rodea al núcleo rico en bornita (zona que contiene la mayor parte del recurso de cobre); y fuera de esta zona se produce una zona de calcopirita y pirita, que pasa gradualmente a un halo extenso de pirita (3 a 8% de pirita). El

contorno de 0,5% de Cu hipógeno (Figura 2.7) define una zona en forma de cuña de 2,5 km de largo y 1,8 km de ancho, interrumpida por la brecha Braden (zona de baja ley de cobre). Fuera de este contorno, la abundancia de sulfuros se mantiene relativamente constante pero la relación pirita/calcopirita aumenta notablemente, indicando el comienzo del halo pirítico.

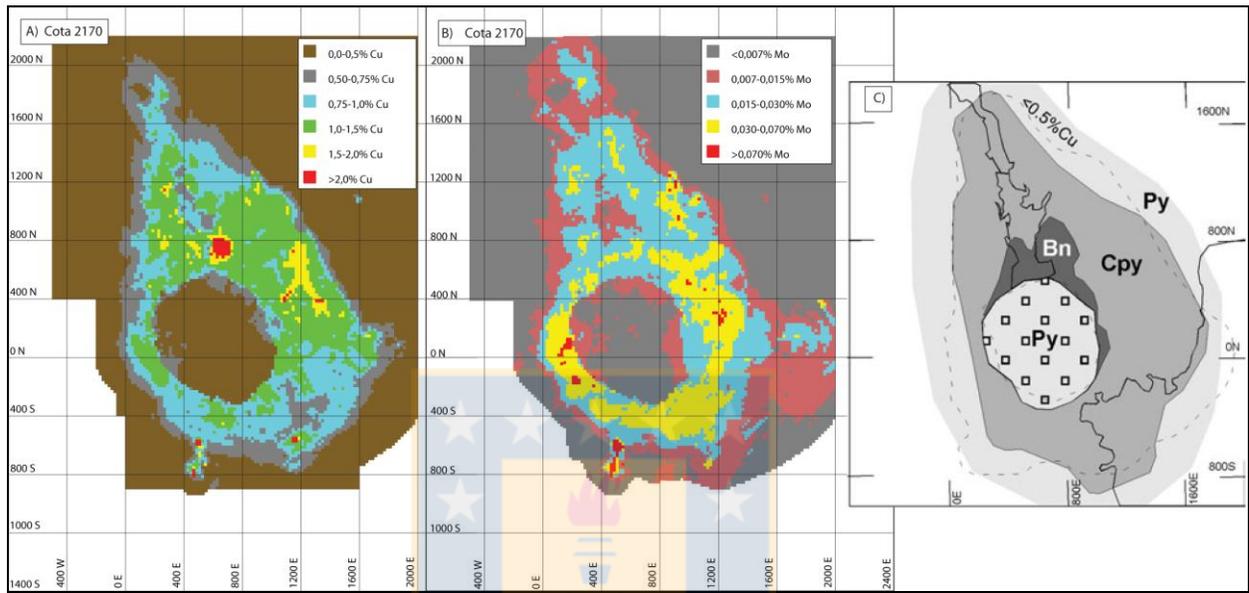


Figura 2.7 Distribución de la mineralización en El Teniente. A: Mapa de la distribución de las leyes de cobre (2.170 m de altitud). B: Mapa de la distribución de las leyes de molibdeno (2.170 m de altitud). A y B tomado de Vry y otros (2010). C: Mapa de la zonación de sulfuros en El Teniente. Tomado de Cannell (2004), basado en Arevalo & Floody (1995).

2.3.2.2. Etapas de alteración

La actividad hidrotermal que produce la alteración y mineralización en el depósito El Teniente, se ha dividido en tres o cuatro etapas hipógenas y una supérgena. Tres estudios renombrados de cronología de vetillas han identificado entre 13 y 15 tipos de vetillas diferentes (Figura 2.8): CODELCO (2003), Cannell y otros (2005) y Vry y otros (2010). Estos tres estudios se basan en las cuatro etapas hipógenas propuestas por Cuadra (1986): Tardimagmática, Hidrotermal principal, Hidrotermal tardía y Póstuma. Es importante subrayar que debido a los diferentes tipos de brechas, de conjuntos de alteración y de vetillas desarrolladas repetidamente durante la formación del depósito, no hay ninguna secuencia o división en etapas, que sea cronológicamente simple.

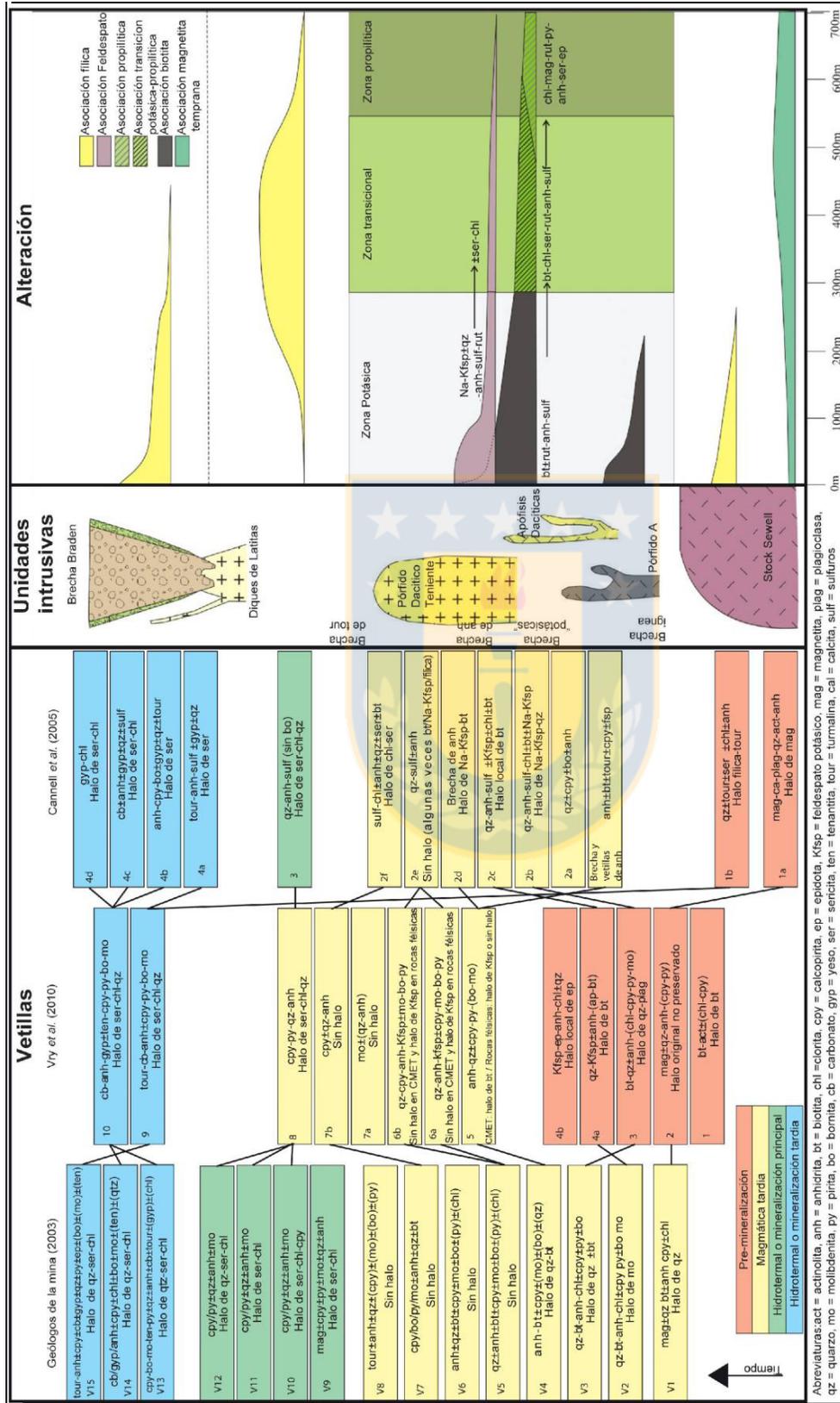


Figura 2.8 Cuadro cronológico de la alteración en El Teniente. Cronología de las unidades intrusivas y de la alteración, tomado y modificado de Cannell (2004). Etapas de vetillas tomado de Vry y otros (2010).

La clasificación realizada por CODELCO (2003) se basa en la mineralogía y relaciones transversales (tanto subterráneas como de perforaciones). Describe 15 tipos de vetillas dentro de tres etapas de alteración: Etapa magmática, Etapa hidrotermal principal y Etapa hidrotermal tardía. Cannell y otros (2005), en base a un estudio geológico, mineralógico y estructural, proponen una clasificación de 13 tipos de vetillas, agrupadas en cuatro etapas: Etapa de pre mineralización, Etapa magmática tardía, Etapa hidrotermal principal y la Etapa hidrotermal tardía. Vry y otros (2010) definen 13 tipos de vetillas divididas en tres etapas: Etapa de pre mineralización, Etapa de mineralización principal y Etapa de mineralización tardía.

Los autores mencionados concuerdan que, en una primera instancia, existe una alteración caracterizada por magnetita generalizada acompañada de actinolita, cuarzo, y anhidrita; sin mineralización de sulfuros (Figura 2.8). Esta alteración se vincula a las etapas finales del Stock Sewell, por ende afecta exclusivamente al CMET y localmente a este *stock*. Debido a la superposición de etapas posteriores, esta alteración se conserva en sectores profundos del depósito o como “parches” relictos dentro del CMET.

Posterior a este suceso, de manera sincrónica a la intrusión de los cuerpos porfídicos dacíticos, se produce un segundo episodio de alteración (Figura 2.8). En este episodio se produce una extensa alteración potásica, caracterizada por vetillas *stockwork* de cuarzo, anhidrita y sulfuros de hierro y cobre, con halos de alteración constituidos por feldespatos potásicos y biotita, y cuerpos brechizados. Estas brechas cortan y son cortadas por intrusiones dacíticas individuales, lo que indica múltiples eventos de brechas, alteración e intrusiones.

En el CMET, que rodea a los porfidos dacíticos, se generan 3 dominios de alteración a medida que aumenta la distancia de estos cuerpos (Figura 2.8). Un dominio potásico proximal, caracterizado por una intensa biotitización; un dominio transicional, donde la biotita (más baja en Ti hacia la periferia) es remplazada por clorita gradualmente hacia la periferia; y un tercer dominio de alteración propilítica, donde los minerales máficos se alteran selectivamente a clorita, epidota, calcita y magnetita. Esta asociación es posible también encontrarla en amígdalas (Villalobos, 1975 en Cannell y otros, 2005).

Posterior a este evento se produce la destrucción y sustitución de minerales preexistentes por cuarzo y sericita (fílica), con menor proporción clorita y anhidrita (Figura 2.8). Los halos, que rodean las vetillas son ricos en sulfuros, cuarzo, clorita y anhidrita. La calcopirita y pirita son los principales sulfuros, la bornita está ausente. La intensidad de esta alteración es controlada por la densidad de las vetillas y la anchura de los halos, variando de ausente hasta pervasiva. Esto genera rocas compuestas totalmente de sericita y cuarzo, destruyendo toda la textura original. La alteración es más intensa en los niveles superiores del depósito, que rodea al Porfido Dacítico Teniente, el Stock Sewell y las Apófisis Dacíticas. Las zonas alteradas intensamente se componen de sericita (hasta 80%), cuarzo (5-25%), clorita (0-15%), y en menor cantidad anhidrita, rutilo, y sulfuros (hasta 5%). Debajo de los 2.150 m, la alteración fílica sólo se produce en halos centimétricos (Cannell y otros, 2005).

Posterior a este evento, ocurre una segunda etapa fílica (Figura 2.8), expresada en vetillas hidrotermales tardías con cuarzo, turmalina, anhidrita, sericita, clorita, yeso, carbonatos, calcopirita, bornita, pirita, molibdenita, tenantita, tetraedrita y menor cantidad de scheelita, estibina, galena y esfalerita. Los halos de alteración son amplios y se caracterizan por un agregado de cuarzo, sericita y clorita, provocando la destrucción de la textura ígnea original. Esta alteración disminuye en intensidad al aumentar la profundidad del depósito o al alejarse de la Chimenea Braden.

Esta etapa tiene una estrecha relación con la formación de la Chimenea Braden, específicamente con la subunidad Brecha Marginal, que tiene clastos con agregados de cuarzo-sericita producto de la alteración. Además, afecta a los Diques de Latita, que bordean a la chimenea, otorgando abundante bornita y tenantita. Al alejarse de la chimenea, aumenta la calcopirita, remarcando la zonación de sulfuros (Figura 2.7). También esta alteración está presente en las zonas afectadas por brechas menores de turmalina, como son el sector sur de la Chimenea Braden y el borde del Stock Sewell.

Posterior a todas las etapas hidrotermales hipógenas mencionadas, ocurre una alteración supérgena en el depósito. Esta etapa está caracterizada por la lixiviación completa de anhidrita producto de la acción de aguas meteóricas, delimitando la zona por la desaparición de este

mineral y de calcosina supérgena (Camus, 1975). Los minerales más abundantes son caolinita, montmorillonita, alunita y sericita. Los sulfuros de cobre originales son sustituidos, en la parte superior de la zona lixiviada por limonita y hematita. Bajo esta zona se encuentra un tramo de 80 m de espesor con crisocola, malaquita, azurita, cuprita y cobre nativo (Cuadra, 1986; Arredondo, 1994 en Skewes y otros, 2005). Una zona de enriquecimiento secundario (100 a 500 m) subyace a la anterior, donde la ley de cobre se duplica localmente, y cuya mineralogía cuprífera dominante es calcosina y covelina, sustituyendo a la bornita y a la calcopirita (Skewes y otros, 2005).



3. MARCO TEÓRICO

El presente estudio caracteriza química y texturalmente las epidotas hidrotermales del halo de alteración del depósito tipo pórfido cuprífero El Teniente, con el fin de determinar su ambiente de formación y evaluar si su química varía sistemáticamente con la distancia al depósito (vectorización) y si refleja su tamaño gigante (alta fertilidad).

A continuación se realiza una reseña de los conceptos y/o elementos más importantes, para proporcionar una idea más clara de este tema. Se describen los depósitos tipo pórfido cuprífero desde una perspectiva genética, los patrones de zonación y la alteración propilítica, y la mineralogía de la epidota.

3.1. Sistema pórfido cuprífero

3.1.1. Generalidades

Los sistemas de pórfidos de Cu, principal fuente de Cu, Mo y Re, constituyen el tipo de mineralización más ampliamente distribuido en los límites de placas convergentes. Estos depósitos están definidos como grandes volúmenes de rocas alteradas hidrotermalmente y mineralizadas con sulfuros primarios de cobre y hierro, centradas en stocks o enjambres de diques intrusivos porfídicos félsicos a intermedios (Sillitoe, 2010).

Estos depósitos se caracterizan por ser de gran tamaño (millones de toneladas) y con una ley promedio entre 0,5 a 1,5% de Cu, por tanto se clasifican como depósitos grandes de baja ley (Richards, 2016). Los estilos de mineralización incluyen vetillas tipo *stockwork*, brechas hidrotermales y remplazos diseminados en de la roca caja (Cooke y otros, 2014b).

Una gran variedad de depósitos minerales pueden estar genéticamente asociados con los depósitos tipo pórfido de cobre, como skarns, remplazo polimetálico, vetillas polimetálicas, depósitos diseminados de oro-plata y epitermales de alta, intermedia y baja sulfuración (John y otros, 2010). Estos sistemas definen, en general, cinturones lineales, de cientos de kilómetros de

longitud (Sillitoe, 2010), con edades que fluctúan desde el Arqueano al presente (John y otros, 2010).

3.1.2. Génesis

La mayoría de los pórfidos cupríferos se forman a profundidades de 1 a 5 km bajo la paleosuperficie, debido a fenómenos magmáticos-hidrotermales desencadenados por el emplazamiento de complejos intrusivos intermedios a félsicos (a niveles entre 5 y 15 km de profundidad), correspondientes a sistemas magmáticos asociados a un arco volcánico-magmático en zonas subducción (Sillitoe, 2010; Cooke y otros, 2014b).

Muchos de estos depósitos se formaron durante regímenes compresivos, caracterizados por un gran espesor cortical y un levantamiento rápido. Con esto se puede especular que la compresión ayuda al desarrollo de cámaras magmáticas en la parte superior de la corteza terrestre, capaces de un fraccionamiento eficiente y de la generación de fluidos magmáticos (Sillitoe, 2010).

El magmatismo de arco es el resultado de la fusión parcial del manto astenosférico, desencadenada por los fluidos provenientes de la placa oceánica subductada. A medida que ascienden, los magmas se mezclan con componentes de la corteza (sobre todo en la discontinuidad de Moho) y cristalizan fraccionadamente. Una vez que un cuerpo de magma se estanca en la corteza superior fría, puede actuar como una trampa para pulsos de magmas subsecuentes mientras se encuentre parcialmente fundido, conduciendo a la formación de una gran cámara magmática (John y otros, 2010).

Estos pulsos de magmas suministran azufre y otros compuestos volátiles a la cámara magmática en formación. La acumulación de fluidos ricos en azufre en las partes superiores de la cámara magmática, es evidenciado por las erupciones volcánicas ricas en azufre o por anhidrita presente en cámaras magmáticas o sistemas mineralizados tipo pórfido de Cu, siendo El Teniente un ejemplo de ello (Rabbia y otros, 2009). Se ha propuesto que estos fluidos ricos en azufre también transportan cantidades significativas de metales (Audetat & Simon, 2012).

La exsolución de la fase volátil y la transferencia metales a partir del fundido silicático es uno de los procesos más importantes en el desarrollo de un yacimiento tipo pórfido, ya que además del aporte metálico, la presión de los fluidos produce fracturas que mejora el entorno para la precipitación y la transferencia química. Esta exsolución se puede generar producto de la descompresión (primera ebullición) y/o por la cristalización de fases anhidras (segunda ebullición). El fluido resultante está compuesto principalmente por H₂O, CO₂, S y Cl (Audetat & Simon, 2012). La solubilidad de estos compuestos volátiles varía en función de la composición de fundido, la presión, la temperatura, y en el caso del azufre del estado de oxidación del sistema. Los sistemas tipo pórfido se consideran relativamente oxidados al momento de saturación de la fase volátil, donde el azufre está mayoritariamente como S⁶⁺ (Sillitoe, 2010).

Hay varias hipótesis respecto al transporte eficiente de Cu en el fluido, entre las que se encuentran el transporte por burbujas, por un flujo entre los espacios intracristalinos o a lo largo de canales de alta permeabilidad que se desarrollan por la contracción durante la cristalización (Audetat & Simon, 2012). Muchos autores proponen que la precipitación de sulfuros se debe por el enfriamiento del fluido (desde los 700°C hasta los 250° aproximadamente) junto con la mezcla de fluidos y la interacción agua-roca, como es el caso de la reducción del sulfato en el sitio de la trampa, por suministro de H₂S por fluidos externos, o por un enorme exceso de azufre para precipitar sulfuros de cobre en un ambiente oxidado (Cooke y otros, 2014b).

La formación de diferentes alteraciones hidrotermales se debe a la evolución que tienen los fluidos durante la interacción con la roca caja y otros componentes del medio. La transición de la alteración potásica a la propilítica (definidas más adelante) se produce por aumento de la interacción agua-roca y por la neutralización producida por la roca caja a medida que nos alejamos del centro del sistema hidrotermal; en cambio la alteraciones fílica y argílica (definidas más adelante) es influenciada por una disminución de pH del fluido hidrotermal (Cooke y otros, 2014b). En las últimas etapas los fluidos hidrotermales pueden interactuar con aguas meteóricas.

3.1.3. Distribución de la alteración y mineralización

El término “pórfido” se debe a la textura que presentan, en general, las rocas ígneas que generaron los fluidos hidrotermales a partir de los cuales se formó el depósito, y usualmente se

ubican en el centro del depósito. Emmons (1918 en John y otros, 2010) fue el primero en ocupar el término “deposito pórfido de cobre”, pero no fue hasta Lowell & Guilbert (1970) que se realizó el primer diagrama de un modelo genético para esta clase de depósitos.

Lowell & Guilbert (1970), en base a los estudios del depósito San Manuel-Kalamazoo, describen la zonación lateral y vertical de la alteración y mineralización de los depósitos tipo pórfido cuprífero (Figura 3.1). El modelo describe 4 asociaciones de alteración producidos por la interacción de fluidos hidrotermales con la roca caja, junto con la ubicación de los halos de mineralización sulfurada. La alteración está compuesta por un núcleo potásico definido por la presencia de cuarzo, feldespato potásico y biotita, envuelto por un halo de alteración fílica definida por cuarzo, sericita y piritita. En las zonas externas a este halo se encuentra la alteración argílica, definida por la asociación de cuarzo, caolinita y montmorillonita. Externo a estas asociaciones y al cuerpo de mena económica se encuentra la alteración propilitica, definida por epidota, calcita y clorita.

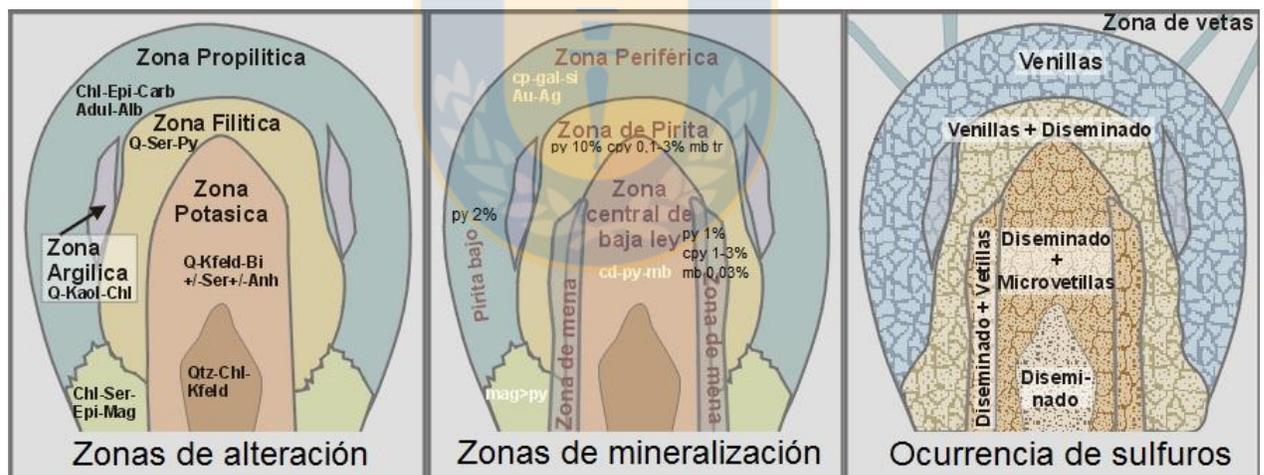


Figura 3.1 Zonación de la alteración y mineralización de los pórfidos cupríferos descrita por Lowell & Guilbert (1970).

La distribución de la mineralización sulfurada, realizada por estos autores, está compuesta por un núcleo de baja ley donde los sulfuros presentes (calcopirita, piritita y molibdenita) se encuentran de manera diseminada y en microvetillas. En los bordes de este núcleo se encuentra una zona de alta ley, compuesta por piritita (1%), calcopirita (1-3%) y molibdenita (0,03%) de manera tanto diseminadas como en vetillas. Esta zona es coincidente con el borde externo del núcleo potásico. Externo a esta zona, se encuentra el halo pirítico compuesto por piritita (10%) y

calcopirita (0,1-3%) en vetillas y en menor medida diseminadas. Este halo se puede extender al comienzo de la zona propilítica. A medida que aumenta la distancia del depósito se observa un halo de baja cantidad de pirita (2%), como único sulfuro importante emplazado en vetillas.

En las últimas décadas se ha perfeccionado el modelo descrito anteriormente. Sillitoe (2010) realiza una compilación de los sistemas tipo pórfido de cobre, en el que presenta un modelo de alteración más actualizado (Figura 3.2), donde evidencia que estos depósitos presentan un patrón de zonación de alteración y mineralización que comprende, de base a superficie, las alteraciones sódico-cálcica (plagioclasas sódicas, actinolita y magnetita), potásica, clorita-sericita, sericítica y argílica avanzada, rodeadas por la alteración propilítica; y que los conjuntos de minerales opacos (sulfuros y en menor medida óxidos) son parte intrínseca de cada alteración, debido al vínculo entre el estado de sulfuración (control principal de los sulfuros) y el pH de la solución (control principal de los tipos de alteración).

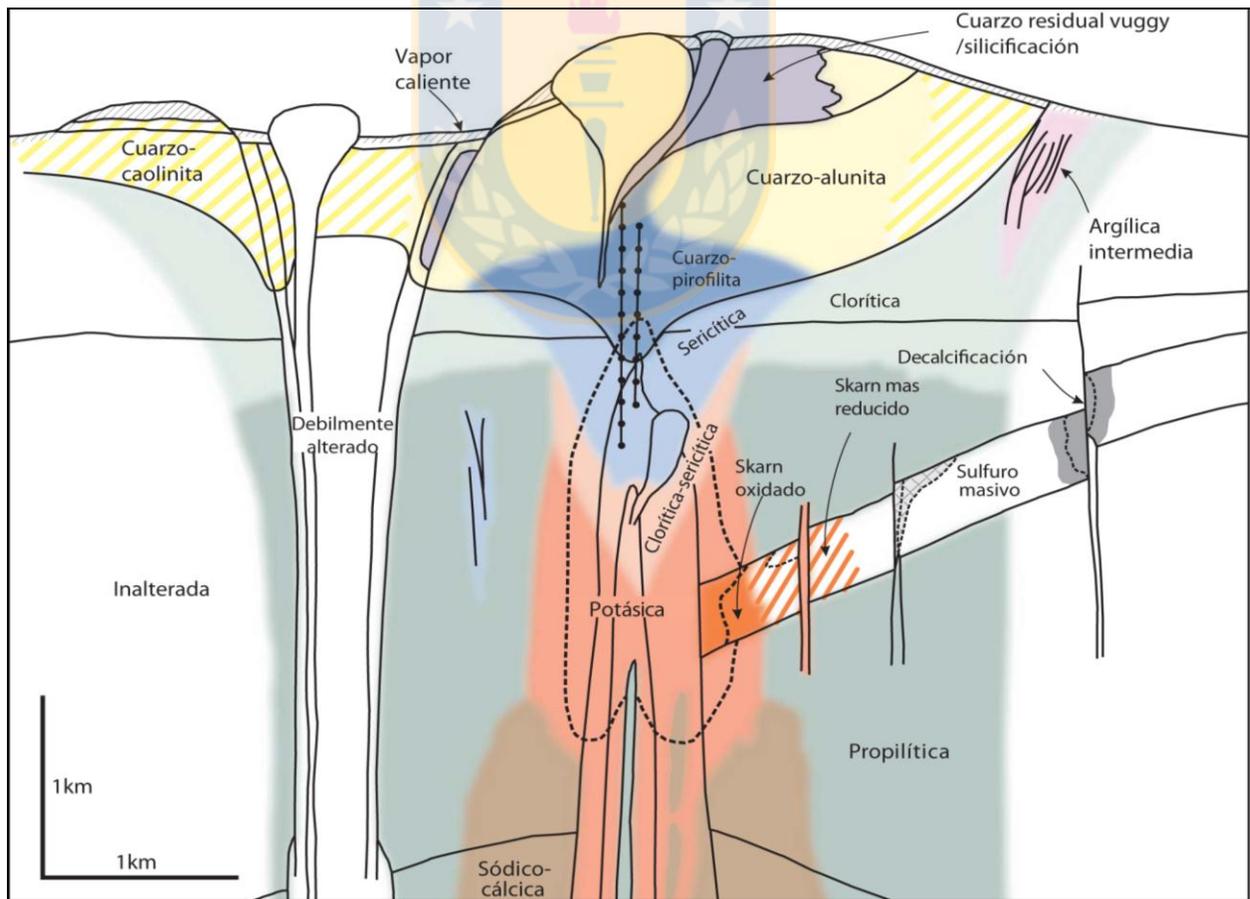


Figura 3.2 Zonación de la alteración y mineralización de los pórfidos cupríferos descrita por Sillitoe (2010).

3.1.4. Alteración propilítica

Como en el presente trabajo se estudiará la epidota que rodea al depósito tipo pórfido de Cu El Teniente y este mineral define el halo de alteración propilítica, se abordará de manera especial, este halo de alteración.

La alteración propilítica se refiere a la alteración de las rocas ígneas por hidratación, carbonatación, oxidación y reacciones locales de sulfuración, para formar conjuntos ricos en minerales hidratados, con cantidades menores de carbonatos, sulfuros y/o hematita (John y otros, 2010). Esta asociación mineral en general está débil a moderadamente desarrollada (conservando la textura) debido a la baja relación fluido/roca (Cooke y otros, 2014a), y su mineralogía típica está compuesta por minerales del grupo de la epidota, clorita o actinolita a temperaturas más altas, y clorita, illita-sericita o esmectita a temperaturas más bajas, como remplazos de plagioclasas cálcicas y minerales ferromagnesianos (John y otros, 2010).

El halo propilítico puede extenderse lateralmente a kilómetros de distancia del núcleo potásico, pudiéndose dividir en tres subzonas (Figura 3.3): 1) subzona interna de actinolita de alta temperatura, conformada por actinolita, epidota, clorita, calcita, pirita, magnetita, hematita, y calcopirita, 2) subzona de epidota de temperatura moderada (puede tener una extensión de varios km en depósitos de gran tamaño), conformada por epidota, clorita, calcita, pirita, hematita y calcopirita, y 3) subzona externa de clorita de baja temperatura (puede tener una extensión de 10 km o más del centro mineralizado), conformada por clorita, calcita, pirita, prehnita y zeolitas (Holliday & Cooke, 2007 en Cooke y otros, 2014b).

La asociación de minerales de la alteración propilítica es semejante a la producida por el metamorfismo regional de bajo grado, donde la clorita, epidota y albita son comunes sobre todo en rocas volcánicas y plutónicas de composición máfica a intermedia. No obstante, la alteración propilítica implica la adición de compuestos volátiles tales como H₂O, SO₂ y CO₂, que potencialmente podrían ser utilizados para la identificación de esta alteración hidrotermal. Por ejemplo, Djouka-Fonkwé y otros (2012), pudieron discernir, mediante características mineralógicas y composiciones isotópicas de carbono, la presencia de la alteración propilítica en el distrito Collahuasi y distinguirla del metamorfismo regional. Estos autores señalan que el

metamorfismo regional que bordea al depósito está registrado por una sustitución selectiva de los minerales primarios por clorita, epidota y sericita; por el contrario, la alteración propilítica presenta una sustitución más generalizada (la alteración difunde más allá de los límites de grano con una destrucción parcial a total de la textura primaria) de los minerales mencionados, además de la presencia de calcita, albita y prehnita. Respecto a los isótopos de C, la alteración propilítica presenta una mayor razón de $\delta^{13}\text{C}$ en comparación con el metamorfismo regional, debido a la adición de carbono magmático de los fluidos hidrotermales.

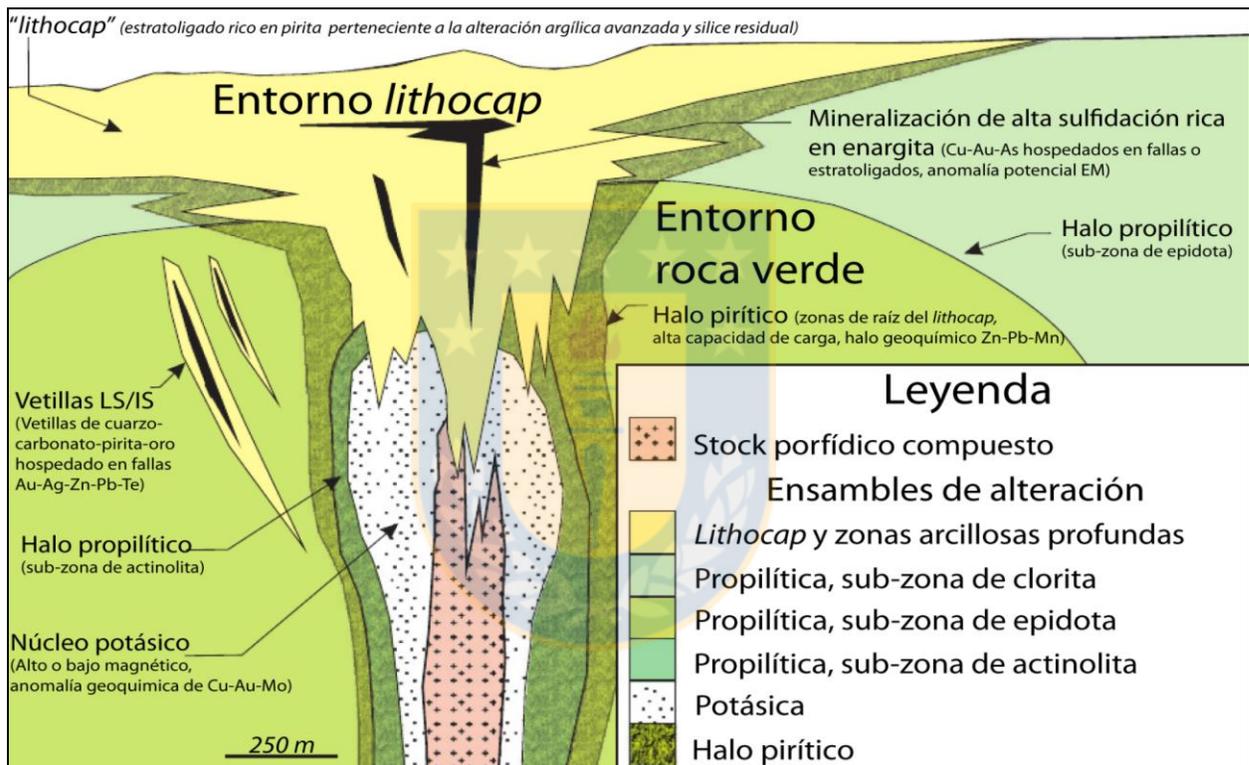


Figura 3.3 Zonación de la alteración y mineralización descrita por Holliday & Cooke, 2007 en Cooke y otros, 2014b.

3.2. Mineralogía de la epidota

A continuación se abordarán aspectos de la epidota, como su composición química y sus propiedades físicas, clasificación y génesis. En particular se describirá con más detalle la solución solida clinozoisita-epidota y la alanita, por corresponder a la epidotas hidrotermales estudiadas en el presente trabajo.

3.2.1. Clasificación

Los minerales llamados epidota corresponden a un conjunto de minerales pertenecientes a la familia de los sorosilicatos que presentan un sistema monoclinico y una formula general $A_2M_3(T_2O_7)(TO_4)(O,F)(OH,O)$, donde en los sitios A ingresan principalmente Ca, Mn^{+2} , Sr^{+2} , Pb^{+2} , REE $^{+3}$ y otros cationes divalentes, en los sitios octaédrico M ingresan principalmente Al, Fe^{+3} , Mn^{+3} , V^{+3} , Cr^{+3} , y otros cationes trivalentes, y en los sitios tetraédricos T entra el Si y Al.

Según la última clasificación, realizada por Mills y otros (2009), los minerales de la epidota pertenecen al supergrupo de la epidota, que se divide en 3 grupos: grupo de la epidota, grupo de la alanita y el grupo de la dolaseita (Tabla 3.1).

Tabla 3.1 Clasificación del supergrupo Epidota. Basado en Mills y otros (2009) y Armbruster y otros (2006). En negrita se destacan los miembros encontrados en el presente trabajo.

Grupo	Nombre	Formula
Grupo de la epidota	Epidota	$Ca_2Al_2Fe^{3+}[Si_2O_7][SiO_4]O(OH)$
	Epidota-(Sr)	$CaSr^{+2}Al_2Fe^{3+}[Si_2O_7][SiO_4]O(OH)$
	Epidota-(Pb)	$CaPb^{+2}Al_2Fe^{3+}[Si_2O_7][SiO_4]O(OH)$
	Clinzoisita	$Ca_2Al_3[Si_2O_7][SiO_4]O(OH)$
	Clinzoisita-(Sr)	$CaSr^{+2}Al_3[Si_2O_7][SiO_4]O(OH)$
	Mukhinita	$Ca_2Al_2V^{3+}[Si_2O_7][SiO_4]O(OH)$
	Piemontita	$Ca_2Al_2Mn^{3+}[Si_2O_7][SiO_4]O(OH)$
	Piemontita-(Sr)	$CaSr^{+2}Al_2Mn^{3+}[Si_2O_7][SiO_4]O(OH)$
	Piemontita-(Pb)	$CaPb^{+2}Al_2Mn^{3+}[Si_2O_7][SiO_4]O(OH)$
	Manganipiemontita-(Sr)	$CaSr^{+2}Mn^{3+}AlMn^{3+}[Si_2O_7][SiO_4]O(OH)$
Grupo de la alanita	Alanita-(Ce), -(La), -(Y), -(Nd)	$Ca(REE)^{3+}Al_2Fe^{2+}[Si_2O_7][SiO_4]O(OH)$
	Vanadoalanita-(La)	$CaLa^{3+}V^{3+}AlFe^{2+}[Si_2O_7][SiO_4]O(OH)$
	Dissakisita-(Ce), -(La)	$Ca(REE)^{3+}Al_2Mg[Si_2O_7][SiO_4]O(OH)$
	Ferrialanita-(Ce), -(La)	$Ca(REE)^{3+}Fe^{3+}AlFe^{2+}[Si_2O_7][SiO_4]O(OH)$
	Manganiandrosita-(La), -(Ce)	$Mn^{2+}(REE)^{+3}Mn^{3+}AlMn^{2+}[Si_2O_7][SiO_4]O(OH)$
	Vanadoandrosita-(Ce)	$Mn^{2+}Ce^{3+}V^{3+}AlMn^{2+}[Si_2O_7][SiO_4]O(OH)$
Grupo de la dolaseita	Dolaseita-(Ce)	$CaCe^{3+}Mg^{+2}AlMg^{+2}[Si_2O_7][SiO_4]F(OH)$
	Khristovita-(Ce)	$CaCe^{3+}Mg^{+2}Mn^{2+}Al[Si_2O_7][SiO_4]F(OH)$

Los miembros del grupo de la epidota derivan del mineral clinzoisita $Ca_2Al_3(Si_2O_7)(SiO_4)O(OH)$ perteneciente a dicho grupo (Tabla 3.1), mediante sólo sustituciones homovalentes (manteniendo la valencia); los miembros del grupo de la alanita son minerales que

presentan altos contenidos de tierras raras (REE), y derivan de la clinozoisita mediante sustituciones homovalentes y una sustitución heterovalente; los miembros del grupo de la dolaseita también son minerales ricos en REE, y derivan de la clinozoisita por sustituciones homovalentes y dos heterovalentes acopladas (Armbruster y otros, 2006).

Las REE según la recomendación de la Unión internacional de química pura y aplicada (IUPAC) están representadas por los lantánidos (elementos con número atómico del 57 al 71), Y y Sc. Las REE entran de manera conjunta en los sitios A en la epidota, a excepción del Sc que también muestra una preferencia en los sitios octaédricos debido a su pequeño radio iónico. Es por esta razón que este elemento se trata de manera independiente al grupo (Armbruster y otros, 2006). Los términos REE livianas (LREE) y REE pesadas (HREE), empleados en el presente trabajo, hacen referencia a una sub-clasificación de las REE en base a su comportamiento y estructura electrónica, donde las LREE (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu y Gd) no presentan electrones 4f emparejados, mientras que las HREE (Y, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb y Lu) si los presenta, a excepción del Y que no posee electrones f, pero se incluye debido a que tiene un comportamiento químico análogo y un radio iónico semejante al Ho. El Pm se excluye de la clasificación debido a que este elemento es prácticamente indetectable al no formar isotopos estables y al presentar concentraciones muy bajas en la naturaleza como en la epidota.

La zoisita es un polimorfo de la clinozoisita (mineral del grupo de la epidota) de simetría ortorrómbica, por lo cual no pertenece al supergrupo de la epidota.

Los prefijos ferri, mangani, cromo y vanado indican un predominio de Fe^{+3} , Mn^{+3} , Cr^{+3} y V^{+3} respectivamente en el sitio M1, y los sufijos (como por ejemplo “epidota (Sr)”) indican el catión dominante (distinto a Ca) en el sitio A2 (especificación de sitios A y M en subcapítulo 3.3.2). Sin embargo, si no existe un predominio de algún elemento en algún sitio en particular y se quiere destacar un alto contenido de algún elemento en particular, se puede utilizar el adjetivo “rica en” (Armbruster y otros, 2006).

Armbruster y otros, (2006) recomiendan un procedimiento para determinar el grupo o el nombre del mineral perteneciente al supergrupo de la epidota, el que es empleado en este trabajo.

Este procedimiento utiliza la regla del 50% de una solución sólida, que indica la predominancia de un elemento o conjunto de ellos en un sitio estructural (p. ej., <50% de REE en A2 indica grupo de la epidota). No obstante también se puede expresar la química de la epidota en términos del miembro teórico pistacita, $P_s = 100 \cdot \text{Fe}^{+3} / (\text{Fe}^{+3} + \text{Al}^{+3})$, como también de otros miembros, como es $X_{\text{Fe}} = \text{Fe}^{+3} / (\text{Fe}^{+3} + \text{Al}^{+3})$ (Armbruster y otros, 2006) y $X_{\text{Ep}} = \text{Fe}^{+3} / (\text{Fe}^{+3} + \text{Al}^{+3} - 2)$ (Franz & Liebscher, 2004).

3.2.2. Cristaloquímica de las epidotas

La cristaloquímica de las epidotas es interesante, ya que forman soluciones sólidas tanto con componentes mayoritarios (Ca, Al, Fe, Si, etc.), minoritarios (Mn, etc.) y trazas (Sr, Pb, REE, Ba, etc.) (Franz & Liebscher, 2004). El mecanismo más importante para la incorporación de elementos minoritarios y traza en las epidotas es por sustitución de cationes mayores, lo que es controlado a su vez por la química y estructura cristalina del mineral, la valencia y el radio iónico del elemento traza y del catión mayoritario, la fugacidad de oxígeno (sobre todo para iones con estado de valencia variable) y la disponibilidad de mecanismos para que ocurran sustituciones heterovalentes (Frei y otros, 2004).

La estructura cristalina monoclinica de las epidotas (Figura 3.4) se compone simultáneamente de tetraedros SiO_4 independientes y grupos de Si_2O_7 enlazados a dos cadenas de octaedros, una consiste en octaedros M2 y la otra cadena está formada por octaedros M1 y M3. A su vez esta, disposición estructural da a lugar a dos grandes sitios: una más pequeña llamada A1, y la mayor llamada A2 (Armbruster y otros, 2006).

Los sitios octaédricos M no son de tamaño equivalente, donde M3 es el más grande y el M2 es el más pequeño. La mayor parte de las sustituciones en estos sitios ocurre en M3, debido a que los cationes que sustituyen al Al^{+3} presentan radio iónicos mayores, manteniéndose este último en los octaedros de menor tamaño. Estos cationes son principalmente elementos trivalentes de transición (ej.: Fe^{+3} , Sc^{+3} , V^{+3} , Cr^{+3} , Mn^{+3} , Co^{+3} , Ni^{+3} , Cu^{+3}) o de bajo radio iónico (ej.: Ga^{+3}), elementos de alta carga y bajo radio iónico (HFSE; ej.: Mo^{+4} , Ti^{+4} , Zr^{+4} , Hf^{+4} , Sn^{+4} , Nb^{+5} , Ta^{+5} , W^{+6} , U^{+6}), y en menor medida cationes divalentes (Fe^{+2} , Mn^{+2} , Mg^{+2}). Tanto los

HFSE como los cationes divalentes entran a la estructura de la epidota a través de sustituciones acopladas, manteniendo el balance de cargas.

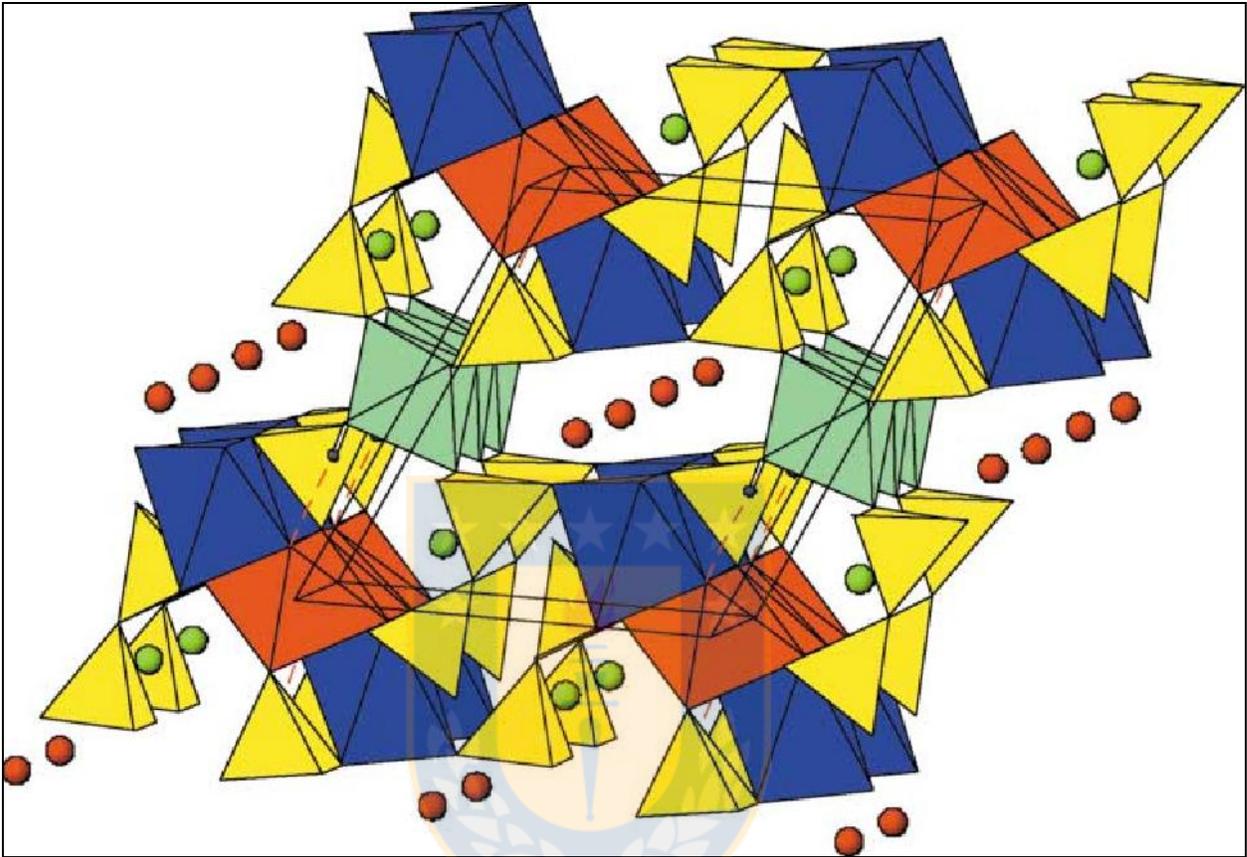


Figura 3.4 Estructura cristalina de las epidotas. Los octaedros rojos, verdes y azules representan los sitios M1, M2 y M3 respectivamente. Los sitios A1, A2 y átomos de hidrógeno están representados por los círculos verdes, rojos y negros. Los tetraedros de SiO₄ se muestran en amarillo. Las líneas rojas discontinuas indican enlaces de hidrógeno. Vista aproximadamente a lo largo de (010). Tomado de Kartashov y otros (2003).

La mayor parte de las sustituciones en estos sitios poliédricos A ocurre en A2, debido a que los cationes que sustituyen al Ca⁺² presentan radios iónicos mayores, manteniéndose este último en A1; a excepción del Na⁺¹, Fe⁺² y Mn⁺² que presentan un radio iónico menor. Los cationes que entran en los sitios A son los elementos alcalinos (Na⁺¹, K⁺¹, Rb⁺¹ y Cs⁺¹), alcalinos térreos (Sr⁺², Ba⁺²) u otros cationes de gran radio iónico y de baja carga (LILE; ej.: Pb⁺²), REE⁺³ (lantánidos e Y), actínidos (ej.: Th⁺⁴ y U⁺⁴), y en menor medida otros cationes divalentes de radio iónico intermedio (Fe⁺², Mn⁺² y V⁺²). Los cationes que no son divalentes entran a la estructura de la epidota a través de sustituciones acopladas, manteniendo el balance de cargas.

Los sitios T presentan baja a nula sustitución del Si^{+4} . Los cationes Al^{+3} , Be^{+2} , P^{+5} y Ge^{+4} pueden ingresar a este sitio, y en su mayoría a través de sustituciones acopladas.

La gran mayoría de las epidotas encontradas en la naturaleza, indistintamente a sus génesis, pertenecen a la solución sólida Al-Fe^{+3} , con un X_{Ep} entre 0,2 a 1, donde valores más bajos a este intervalo son extraños y se asocian a la zoisita, y los valores más altos que este intervalo es posible encontrarlos en epidotas producidas por metamorfismo de bajo grado o alteración hidrotermal (Franz & Liebscher, 2004).

Debido a las bajas tasas de difusión, es común encontrar zonación química (sobre todo en epidotas hidrotermales), donde con leves cambios en la cantidad de Al y Fe^{+3} , ya se puede identificar la zonación bajo microscopio (sobre todo en nicols cruzados) (Franz & Liebscher, 2004). Esta zonación es principalmente por crecimiento, y refleja tanto los parámetros cambiantes del medio (presión, temperatura, fugacidad de oxígeno, etc.) como la presencia de cationes inmóviles (Franz & Liebscher, 2004). Para Cooke y otros (2014a), esta zonación compleja de crecimiento en las epidotas hidrotermales presenta desafíos en el uso de la química de la epidota como una herramienta de vectorización en la exploración, ya que la variabilidad química no es solo entre dos cristales de epidota distantes, sino que también intracristalina.

3.2.3. Propiedades físicas

Los minerales del grupo de la epidota presentan una exfoliación perfecta en (001) e imperfecta en (100), una dureza de 6 a 7 en la escala de Mohs, una densidad de 3,25 a 3,45 g/cm^3 , brillo vítreo, y opacidad transparente a traslúcida con un color amarillo verdoso a negro para la epidota sensu estricto, verde pálido a gris para la clinozoisita. En cambio las variedades con REE presentan una dureza de 5,5 a 6 en la escala de Mohs, una densidad de 3,5 a 4,2, g/cm^3 , un brillo submetálico a resinoso, un color castaño a negro y son subtraslúcidos (Klein & Hurlbut, 1996).

Tradicionalmente la distinción entre clinozoisita y epidota se basa en su carácter óptico, donde la clinozoisita se define ópticamente positiva y la epidota como ópticamente negativa. No obstante, este cambio óptico se produce alrededor de un $X_{\text{Ep}}=0,4$, por lo que la clinozoisita con un X_{Ep} de 0,4 a 0,5 es ópticamente negativa. Además del signo óptico, las epidotas pobres en Fe

son casi incoloras en sección delgada, mientras que con el aumento de Fe^{3+} se tornan de un color amarillento a verdoso. Los tres índices de refracción y la birrefringencia aumentan con el contenido de Fe^{3+} (Franz & Liebscher, 2004).

La alanita y otros minerales portadores de REE del supergrupo de la epidota tienen una amplia variedad química debido a la magnitud de la sustitución acoplada, y por esto presentan también una variabilidad de parámetros ópticos. Además entre los diversos elementos que entran a la estructura cristalina están los elementos radiactivos Th y U, que provocan diversos grados de metamictización, modificando los parámetros ópticos, debido a que destruyen la estructura, llegando a ser incluso amorfos (Gieré & Sorensen 2004).

Por lo anteriormente mencionado, Armbruster y otros (2006) recomiendan que los criterios ópticos por si solos se utilicen exclusivamente para una identificación preliminar, y por el contrario, los datos de análisis de microsonda electrónica sean los que se utilicen para distinguir los minerales del supergrupo de la epidota.

Pandit y otros, (2014) realizaron un estudio comparativo entre epidotas magmáticas e hidrotermales en un yacimiento, revelando que las dos variedades se pueden distinguir en base a la petrografía (textura y paragénesis), sin existir grandes diferencias en la química de elementos mayoritarios. Las epidotas hidrotermales se caracterizan por ser subhedrales a anhedrales de bordes difusos, que se producen como cúmulos o agregados granulares asociados a fases minerales de baja temperatura (clorita, cuarzo, feldespato potásico, sulfuros, etc.), en cambio las epidotas magmáticas son euhedrales a subhedrales hexagonales o prismáticas con bordes claros, asociadas a minerales primarios (hornblenda, biotita, etc.) con zonación oscilatoria y pueden tener núcleos de alanita. Estos criterios también fueron expuestos por Schmidt & Poli (2004).

3.2.4. Génesis

Los minerales del supergrupo epidota son estables en un rango extremadamente amplio de presión y temperatura. Se consideran como minerales metamórficos típicos, incluyendo al metamorfismo hidrotermal, pero también se encuentran en rocas ígneas o como minerales pesados detríticos en sedimentos. No es sólo la amplia gama de presión y temperatura, sino

también el amplio rango en la composición química (tanto como en elementos mayores, menores y trazas), que los convierte en constituyentes importantes en muchas rocas (comunes como poco frecuentes).

La “epidotización” (formación de epidota, sobre todo de plagioclasas) se observa en muchas rocas ígneas durante la etapa de baja temperatura producto de la sobreimpresión hidrotermal. El término "saussuritización", que hace referencia a la transformación de una plagioclasa cálcica en un agregado fino de plagioclasa sódica, epidota y otros minerales, es utilizado como sinónimo de “epidotización” de la plagioclasa, sobre todo en los procesos metamórficos.

Las epidotas pobres en Fe^{+3} (clinozoisita) se dan típicamente en rocas metamórficas cuyo protolito es rico en Ca y Al, como es el caso de la saussuritización de la plagioclasa producto de un aumento de presión o por una disminución de temperatura en el metamorfismo retrogrado o hidrotermal (Franz & Liebscher, 2004). Para la formación de epidotas ricas en Fe^{+3} (epidotas *sensu stricto*) es necesario tener un enriquecimiento en el medio de Ca, Fe y Al, además de una fugacidad de oxígeno relativamente alta (Franz & Liebscher, 2004). Dentro de las rocas ígneas, este tipo de epidotas no se encuentran en rocas básicas, formadas bajo condiciones de fugacidad de oxígeno baja, pero sí se forma en granodioritas y granitos en los que puede ser una fase ígnea primaria (Schmidt & Poli 2004). El enriquecimiento de REE en las epidotas produce que estas sean estables en magmas de mayores temperaturas y de diversas composiciones, donde normalmente no existiría epidota-clinozoisita (Gieré & Sorensen 2004). Dentro de las rocas metamórficas las epidotas no son comunes en metapelitas ni en metacarbonatitas, pero sí en metasamitas u otras rocas donde la composición y la fugacidad de oxígeno sean apropiadas para que el componente anortítico no sea estable (Franz & Liebscher, 2004).

3.2.4.1. Génesis hidrotermal

La epidota es común en ambientes hidrotermales como los de skarns, alteración propilítica, vetillas de etapas tardías relacionadas a intrusiones o a dorsales oceánicas, o en sistemas geotermales activos. Este mineral se presenta en estos sistemas a temperaturas comúnmente comprendidas entre 200 y 300°C, como producto de la precipitación en venas y

cavidades o de remplazo, es decir, como producto de la sustitución de silicatos, carbonatos y óxidos de Fe.

La epidota hidrotermal exhibe una amplia gama de sustitución de Al^{3+} y Fe^{3+} , evidenciada por una zonación oscilatoria o irregular compleja a escala de micrones. La variación de la composición tanto en la epidota hidrotermal como en la metamórfica, ha sido atribuida a un cambio en las variables termodinámicas, como la temperatura, fugacidad de O_2 y CO_2 , el pH y la composición de la roca y de los fluidos (Bird & Spieler, 2004)

Arnason y otros (1993) presentan un análisis termodinámico de las variables que afectan la composición de la epidota en rocas metamórficas hidrotermales. Concluyen que la temperatura, junto con las fugacidades de O_2 y CO_2 son las variables más importantes que controlan las variaciones locales en la composición de la epidota, sin embargo, las relaciones de causa y efecto no son fácilmente evidentes en muchos casos; por tanto, la sensibilidad de la composición de la epidota a la química de los fluidos y la multivariancia, hace que estos minerales no sean indicadores fiables de la evolución química y física de los sistemas hidrotermales.

La epidota que precipita de fluidos oxidados provenientes de un pórfido, teóricamente deberían estar enriquecidas en Fe^{+3} en comparación con el Al^{+3} , ya que las condiciones oxidantes estabilizan al Fe^{+3} en soluciones acuosas; es por esto que, se esperaría que cercano al depósito sean ricas en Fe^{+3} (epidotas sensu stricto) y que en sectores distales sean más pobres en Fe^{+3} (más “clinozoisitas”), siempre y cuando los procesos redox sean el único control. Sin embargo, el metasomatismo se caracteriza por múltiples variables, como lo son el contraste térmico, la composición del fluido y de la roca caja, la presión, pH, entre otras. Es por tanto posible encontrar epidotas ricas en Al como ricas en Fe^{+3} , sin necesariamente poseer una variación sistemática Fe-Al (Franz & Liebscher, 2004; Cooke y otros, 2014a).

4. RESULTADOS

4.1. Generalidades

Las 26 muestras que comprenden la transecta de estudio, de 2,25 km de largo, provienen del sector suroeste del depósito El Teniente, específicamente del túnel Adit-71, principal acceso a las labores de la mina El Teniente (Figura 4.1). Este túnel es horizontal y tiene una extensión de aproximadamente 3.000 m de longitud, con una orientación aproximada este-oeste y está emplazado a una altitud de 2.042 m s.n.m.. Las muestras fueron tomadas en un plan de muestreo sistemático realizado en el año 2009, en el marco del Proyecto AMIRA P972. La metodología de trabajo se presentó en el Capítulo 1.

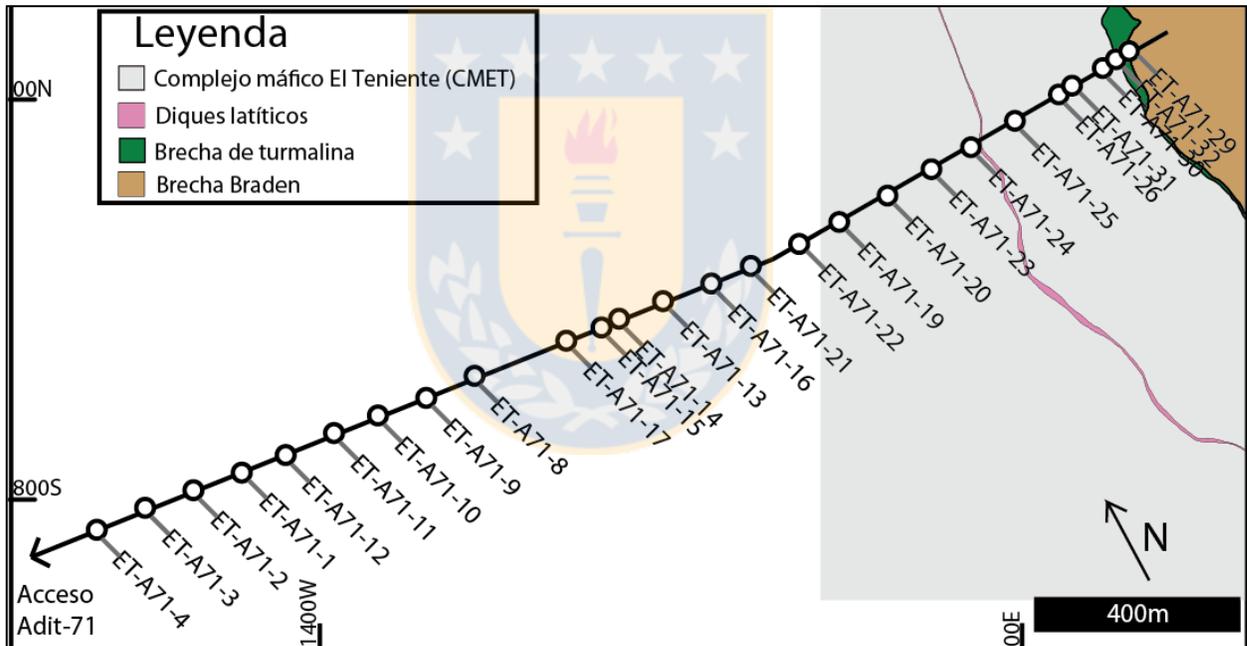


Figura 4.1 Mapa de la ubicación de las muestras estudiadas. El Adit-71 (2042 m de altitud) se traslapa con parte del mapa geológico de El Teniente (2.165 m de altitud) de Vry y otros (2010) (Figura 2.4).

El objetivo del presente estudio es caracterizar química y texturalmente las epidotas hidrotermales presentes en una transecta de 2,25 km desde el centro del depósito El Teniente hacia el SW, con el fin de determinar su ambiente de formación y evaluar si la composición química en términos de elementos mayoritarios, minoritarios y traza, varía sistemáticamente con la distancia (permitiendo su uso como vector de mineralización) y si refleja el inusual tamaño del depósito. Con la finalidad de visualizar de mejor manera los resultados, la distribución de las

muestras se expondrán gráficamente en el primer cuadrante de un plano cartesiano, cuya abscisa es la distancia (km) y la ordenada es la concentración (en ppm o % en peso, según corresponda, expresada en escala normal o logarítmica) (Figura 4.2).

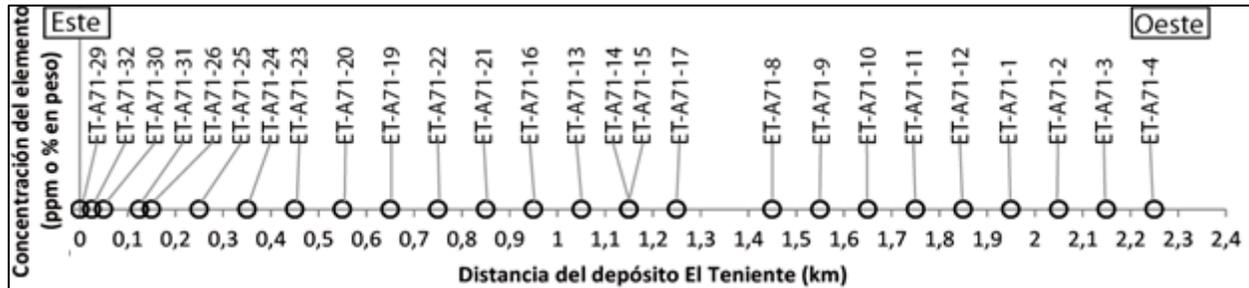


Figura 4.2 Esquema de vectorización para los resultados de las muestras del Adit-71. El cero corresponde a la posición de la Brecha Braden, mientras que el valor 2,4 indica la parte más distal del depósito.

Cabe señalar que en el procesamiento de los resultados químicos, los datos bajo el límite de detección (BLD) se les asigna un valor 0. Los resultados con sus respectivos límites de detección se encuentran (LD) en los anexos II, III y IV; y en particular en la Tabla 1.2 se presentan el promedio y la mediana de los LD en LA-ICP-MS de los análisis en epidota.

Considerando lo recomendado por Armbruster y otros (2006) respecto a la clasificación del supergrupo de la epidota (Tabla 3.1) expuesto en el Capítulo 3, en este y en los próximos capítulos se ocupará la siguiente terminología: 1) “epidota *s.l.*” para hacer referencia al término en sentido amplio (*sensu lato*), es decir al supergrupo de la epidota; 2) “epidota” para hacer referencia al grupo de la epidota; 3) “epidota *s.s.*” para hacer referencia al término en sentido estricto (*sensu stricto*), es decir al miembro epidota; 4) “epidota rica en REE” o “alaníticas” para hacer referencia a la epidota *s.l.* que posea como componente mayoritario a las REE; y 5) “alanita” para hacer referencia al grupo de las alanita.

4.2. Descripción petrográfica y textural

4.2.1. Petrografía primaria de las muestras del Adit-71

Las rocas estudiadas a lo largo del Adit-71 son rocas ígneas de textura hipidiomórfica porfídica a seriada, de grano medio a fino, afectadas por diversos grados de alteración

hidrotermal. Pese a esto último, se observó que en general la mineralogía primaria de las distintas muestras es similar, y está compuesta principalmente por plagioclasa (alrededor de un 70%) y minerales máficos (alrededor de un 20%), en su mayoría clinopiroxenos y en menor medida hornblenda y biotita. En menor porcentaje poseen cuarzo y feldespato potásico. Los minerales accesorios son magnetita-ilmenita, apatito y zircón, además de esfeno documentado por Carvajal (2014) sólo en una de las muestras. Las descripciones petrográficas de cada muestra estudiada se encuentran en el Anexo I.

En base a la estimación de la mineralogía primaria, las muestras del Adit-71 se clasifican utilizando el triángulo QAP (Le Maitre y otros, 2005). En su mayoría se grafican en el campo correspondiente a diorita, gabro y anortosita. Debido a que el contenido de minerales máficos es superior al 10%, corresponden a gabros o dioritas, a excepción de la muestra ET-A71-12, que presenta un mayor contenido de feldespato potásico, y por lo tanto corresponde a una monzogabro-monzodiorita.

Por otra parte, para discriminar entre gabros y dioritas es necesario conocer la composición de las plagioclasas (diorita: $An < 50$, gabro: $An > 50$). Por lo tanto, se analizaron mediante microsonda electrónica los fenocristales menos alterados de plagioclasa. Los resultados indican rangos de An entre 43 % a 56 % (labradorita-andesina). Debido a que no se realizaron varias mediciones a cada una de las muestras, se clasifica de manera general a las rocas como gabro-dioritas.

Como se mencionó anteriormente, la textura de las rocas del Adit-71 es en general porfídica a seriada de grano medio; no obstante existen variaciones texturales a lo largo del adit. Las muestras ET-A71-8 y ET-A71-9, por ejemplo, presentan una textura más fina (microgabro-diorita). La muestra ET-A71-1 presenta enclaves microgranulares compuestos por plagioclasas (55%), hornblenda (35%) y magnetita (10%). Las muestras ET-A71-15 y ET-A71-14 corresponden ambas al mismo metraje, si bien la primera, ubicada más hacia el oeste, presenta una textura más gruesa en comparación con la segunda.

Carvajal (2014) realizó un estudio petrográfico detallado de las rocas observadas en el Adit-71, y las clasificó, en base a descripciones bajo microscopio y contenido de SiO_2 , en 6 unidades intrusivas diferenciables, que en su mayoría son dioritas a dioritas cuarcíferas. Sin embargo, el presente estudio considera una composición gabro-diorítica bastante homogénea a lo largo de la transecta de estudio y que las variaciones texturales son típicas en un cuerpo intrusivo como es el CMET, las que son difíciles de delimitar considerando el muestreo efectuado.

4.2.2. Alteración hidrotermal

La alteración hidrotermal de las rocas a lo largo del adit es de intensidad variable. Está expresada en minerales tales como epidota, clorita, calcita, sericita, biotita, anhidrita, turmalina, feldespato potásico, cuarzo, rutilo y sulfuros, que han cristalizado en vetillas, en cavidades o de manera diseminada remplazando a minerales preexistentes. Estos minerales, sobretodo clorita, epidota, biotita, anhidrita y sericita, se agrupan en asociaciones de alteración, definiendo una zonación entre la alteración potásica biotítica, que grada a una alteración propilítica a medida que se aumenta la distancia desde el depósito. Este patrón de alteración es concordante con los esquemas de zonación de sistemas porfídicos, expuestos en el Capítulo 3. A esta zonación se sobreimpone, localmente, una alteración fílica moderada a intensa. Además este tipo de alteración se encuentra de manera incipiente en la mayoría de las muestras del Adit-71, llegando a ser moderada en las rocas más cercanas al depósito.

De esta manera se definen dos dominios principales de alteración, el dominio potásico y el dominio propilítico. Entre ambos existe una zona de transición, y de manera localizada, se sobreimpone el dominio fílico (Figura 4.3). Dentro del dominio propilítico existe una zona donde predomina la clorita como mineral de alteración (cloritización).

El dominio potásico ocupa la zona más cercana al depósito, representada por los primeros 700 m medidos a partir de la Brecha Braden. Se caracteriza por tener biotita secundaria, ya sea como agregados irregulares de grano fino o como pseudomorfos de minerales máficos preexistentes. Se encuentra estrechamente relacionada con anhidrita, feldespato potásico, sulfuros de cobre, de hierro y de molibdeno. En este dominio aumenta la presencia de sericita, como producto de la alteración de las plagioclasas.

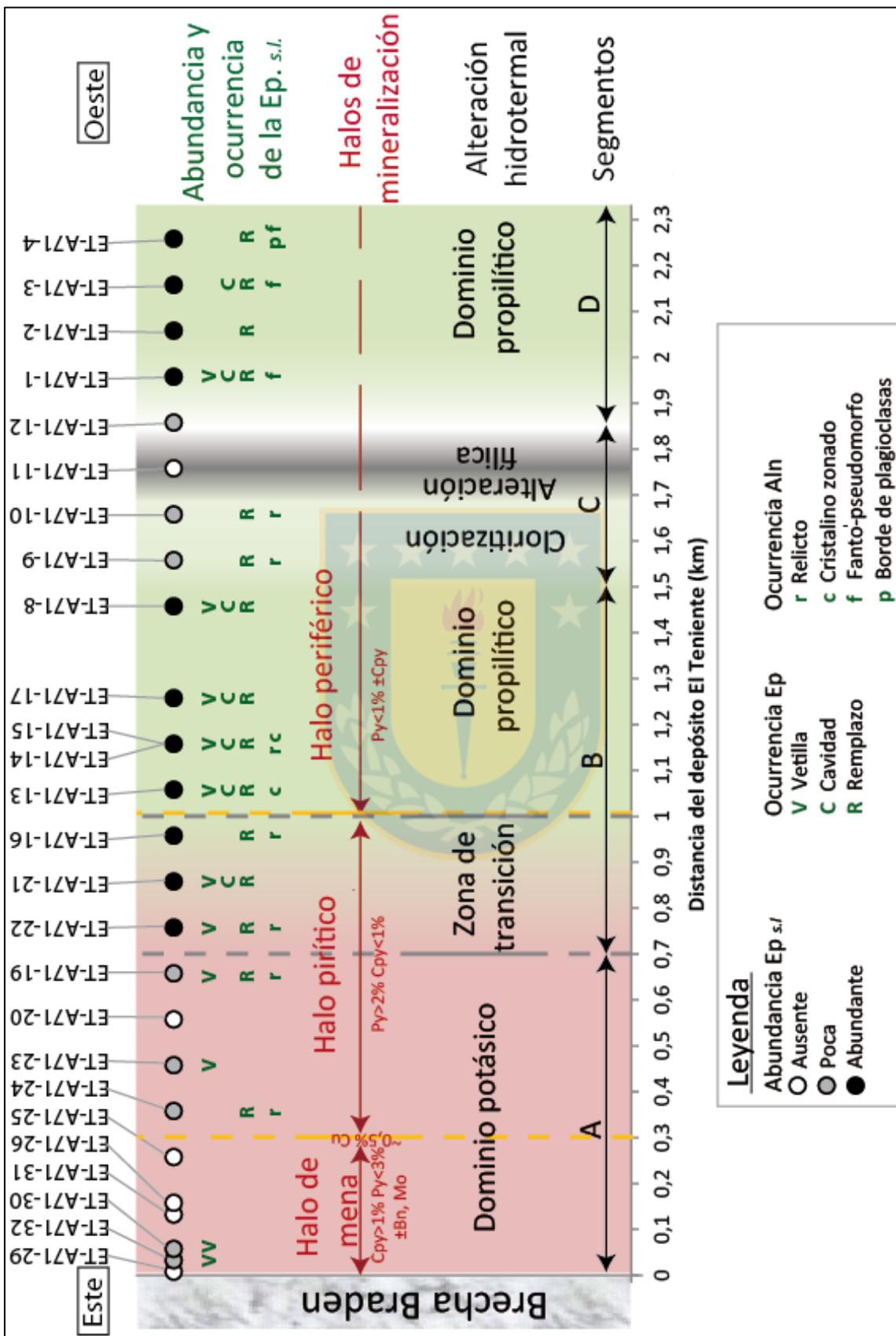


Figura 4.3 Distribución de los dominios de alteración, halos de mineralización sulfurada, abundancia y ocurrencia de las epidotas, y los segmentos definidos en el Adit-71. Abreviaturas: epidota (Ep), alanita (Aln), calcopirita (Cpy), pirita (Py), bornita (Bn) y molibdenita (Mo).

La zona de transición entre el dominio potásico y el propilítico tiene una extensión de alrededor de 300 m, y se encuentra representada por las muestras ET-A71-22 a la ET-A71-16. El límite interno está marcado por la disminución abrupta de la biotita secundaria y el aumento de la clorita a los 700 m de la Brecha Braden (ET-A71-22). El límite externo está definido por la desaparición de la anhidrita y un predominio de la asociación propilítica a 1 km de la Brecha Braden (ET-A71-16). La alteración fílica está presente de manera incipiente en esta zona de transición, afectando principalmente a las plagioclasas.

El dominio propilítico se ubica en la zona más alejada al depósito y se caracteriza por contener minerales de alteración como clorita, epidota, calcita, cuarzo y magnetita, producto tanto del remplazo de minerales máficos y plagioclasas, como de la precipitación en espacios abiertos (vetillas y cavidades). De manera incipiente hay sericita alterando a las plagioclasas. Este dominio se extiende desde los 1,05 km, medidos a partir de la Brecha Braden (muestra ET-A71-13), hacia zonas distales, más allá de las rocas estudiadas en el presente estudio. La extensión del dominio propilítico ha sido documentada por diversos autores (Capítulo 2). Cabe destacar que las entre los 1,5 a los 1,9 km de la Brecha Braden (ET-A71-9 a la ET-A71-12, respectivamente) tienen una alteración propilítica leve o inexistente. En este tramo las muestras ET-A71-10 y ET-A71-9 presentan una alteración selectiva de sus minerales máficos a clorita, y la ET-A71-12 es casi inalterada.

El dominio fílico está representado, localmente, dentro del dominio propilítico, por la muestra ET-A71-11, que presenta una intensa alteración cuarzo-sericítica. Esta muestra exhibe un completo remplazo de los minerales primarios por sericita y cuarzo. Como se ha mencionado anteriormente, la alteración fílica está presente en gran parte de las muestras, pero de manera incipiente a moderada en los dominios principales.

4.2.3. Halos de mineralización sulfurada

La mineralización sulfurada en el Adit-71 está representada por pirita, calcopirita y en menor medida por bornita y molibdenita. En base a su distribución y del predominio relativo de estos sulfuros se delimitaron 3 segmentos a lo largo de la transecta de estudio: Halo de mena,

Halo pirítico y Halo periférico (Figura 4.3). Estos halos son análogos a los presentados por Lowell & Guilbert (1970), expuestos en el Capítulo 3.

El halo de mena queda comprendido en el dominio potásico, en los primeros 300 metros cercanos al depósito. Está definido, en base a lo planteado por Canell (2004) y Lowell & Guilbert (1970), por tener más de 1% de calcopirita y menos de 3% de pirita; también puede poseer bornita y molibdenita. La mineralización de sulfuros está relacionada genéticamente a la alteración potásica, principalmente en forma de vetillas, pero también de manera diseminada, junto a cuarzo, anhidrita, biotita secundaria y turmalina. El contorno de 0,5% de Cu hipógeno en El Teniente sirve como indicador del límite entre el halo de mena y el halo pirítico (Canell, 2004).

El halo de pirita queda comprendido entre el dominio potásico y la zona transicional, y tiene una extensión de aproximadamente 700 metros. Está definido por tener contenidos de pirita por encima del 2% y contenidos de calcopirita inferiores o iguales al 1%. Los sulfuros se encuentran tanto en vetillas como de manera diseminada, asociados con cuarzo anhidrita y biotita secundaria. De manera local existe un aumento de pirita en el dominio propilítico, comprendido entre la muestra ET-A71-11 y la ET-A71-8, donde la pirita se encuentra tanto en vetillas como de manera diseminada. Esta alza en el contenido de pirita puede ser vinculada con el dominio fílico en la muestra ET-A71-11 y la ET-A71-18, esta última documentada por Carbajal (2014).

El halo periférico queda comprendido en el dominio propilítico, cuya extensión es superior a 1,25 km. Este está definido por tener contenidos menores a 1% de pirita y contenidos trazas de calcopirita. Los sulfuros se encuentran en su mayoría de manera diseminada, remplazando a las magnetitas, siendo imperceptibles a escala de muestra de mano.

4.2.4. Epidotas

La epidota *s.l.* se encuentra prácticamente a lo largo de todo el Adit-71, a excepción de la muestra ET-A71-11 por su fuerte alteración fílica, y las muestras ET-A71-20, ET-A71-25, ET-A71-26, ET-A71-31 y ET-A71-29 por ser parte del dominio potásico (Figura 4.3).

Este mineral se presenta de forma anhedral y con diversos tamaños. En general es incoloro a amarillo en nicoles paralelos. Debido a su moderada a alta birrefringencia, en nicoles cruzados se observan colores de interferencia intensos, que pueden variar en un mismo grano (conocido como manto de arlequín). De manera aislada existen epidotas *s.l.* de color marrón con colores de interferencia anómalos, que están rodeados por epidota incolora-amarillenta. Estas epidotas de color marrón son coincidentes con un aumento en el contenido de tierras raras (ver más adelante). Las características mencionadas se observan en la Figura 4.4. También existen epidotas que presenta un aspecto sucio, sobre todo las que se encuentran en el dominio potásico.

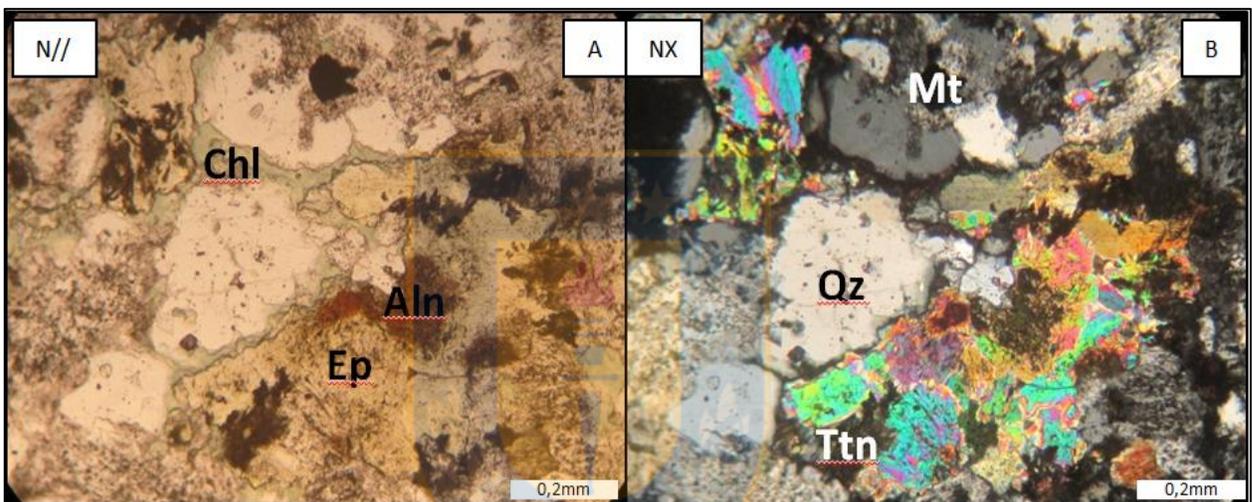


Figura 4.4 Aspecto general de las epidotas *s.l.* del Adit-71 bajo microscopio óptico. Se observan tanto la epidota (Ep) como la alanita (Aln), variedad rica en REE, bajo nicoles paralelos (A) y cruzados (B). Muestra ET-A71-1(13). Abreviaturas: nicoles paralelos (N//), nicoles cruzados (NX), epidota (Ep), alanita (Aln), clorita (Chl), cuarzo (Qz) y magnetita (Mt).

A lo largo del Adit-71, la epidota se presenta en 3 tipos de ocurrencia: en vetillas, remplazando a minerales pre-existentes y en cavidades.

La epidota en vetilla se encuentra en los primeros 1,5 km (hasta la muestra ET-A71-8) (Figura 4.3), siendo la ocurrencia predominante en los primeros 800 m, metraje que corresponde en su mayoría al dominio potásico. En este dominio presenta un aspecto sucio a incoloro, donde las vetillas (0,2 mm de espesor) están compuestas por un agregado cristalino de epidotas, en general euhedrales a subhedrales, junto a anhidrita, feldespato potásico y sulfuros de cobre (Figura 4.5.A y B). En menor proporción hay albita, apatita, micas, calcita, cuarzo. En la zona de transición, excepto la muestra ET-A71-16 que solo presenta epidota formada por remplazos, el

tamaño de las vetillas aumenta (0,3 a 0,5 mm de espesor), y están compuestas por epidota junto con clorita, albita, biotita, feldespato potásico, cuarzo, pirita, y en menor proporción calcita, apatito, y sericita (Figura 4.5.C y D). En el dominio propilítico, las vetillas con epidota son apreciables sólo en la primera mitad de las muestras de este dominio (hasta 1,5 km), y en general son microvetillas (0,05mm de espesor). Tanto la paragénesis como su abundancia son variables, si bien la clorita y el cuarzo siempre se encuentran asociados. La muestra ET-A71-14 presenta microvetillas (>0,1mm de espesor), donde la epidota está asociada a clorita cuarzo y actinolita (Figura 4.5.E y F). En la muestra ET-A71-12, que casi no presenta alteración, la epidota se manifiesta en escasas microvetillas asociada a feldespato potásico.

El remplazo de minerales pre-existentes por epidota se produce tanto en plagioclasas como en minerales máficos. Esta ocurrencia es la más común en el dominio propilítico y en la zona transicional, pero en el dominio potásico es escasa a inexistente (Figura 4.3). En general las epidotas producto del remplazo de minerales máficos están acompañadas por altas cantidades de clorita y magnetita (Figura 4.6.A, B, C y D), en cambio las epidotas producto del remplazo de plagioclasas presentan bajas o nula presencia de clorita y magnetita (Figura 4.6 E y F). Lo anterior se visualiza en remplazos que están limitados a un grano mineral. No obstante es común observar que el remplazo puede ocurrir en una zona que engloba más que un grano mineral en particular, como es el caso de cúmulos de epidota y clorita de mayor extensión o la presencia de epidota en los límites de grano de minerales primarios.

La paragénesis de la epidota producto del remplazo de minerales preexistentes también depende del dominio de alteración en que ocurra. En el dominio potásico la epidota de remplazo es escasa y se encuentra asociada a feldespato potásico, clorita, biotita y en menor medida con cuarzo, sericita y anhidrita. En la zona transicional la epidota se encuentra con clorita, sericita, cuarzo y en menor medida albita, calcita, apatita y feldespato potásico, entre otros. En el dominio propilítico la epidota se encuentra con clorita, albita, cuarzo y en menor medida con titanita y actinolita (propilítica proximal), entre otros

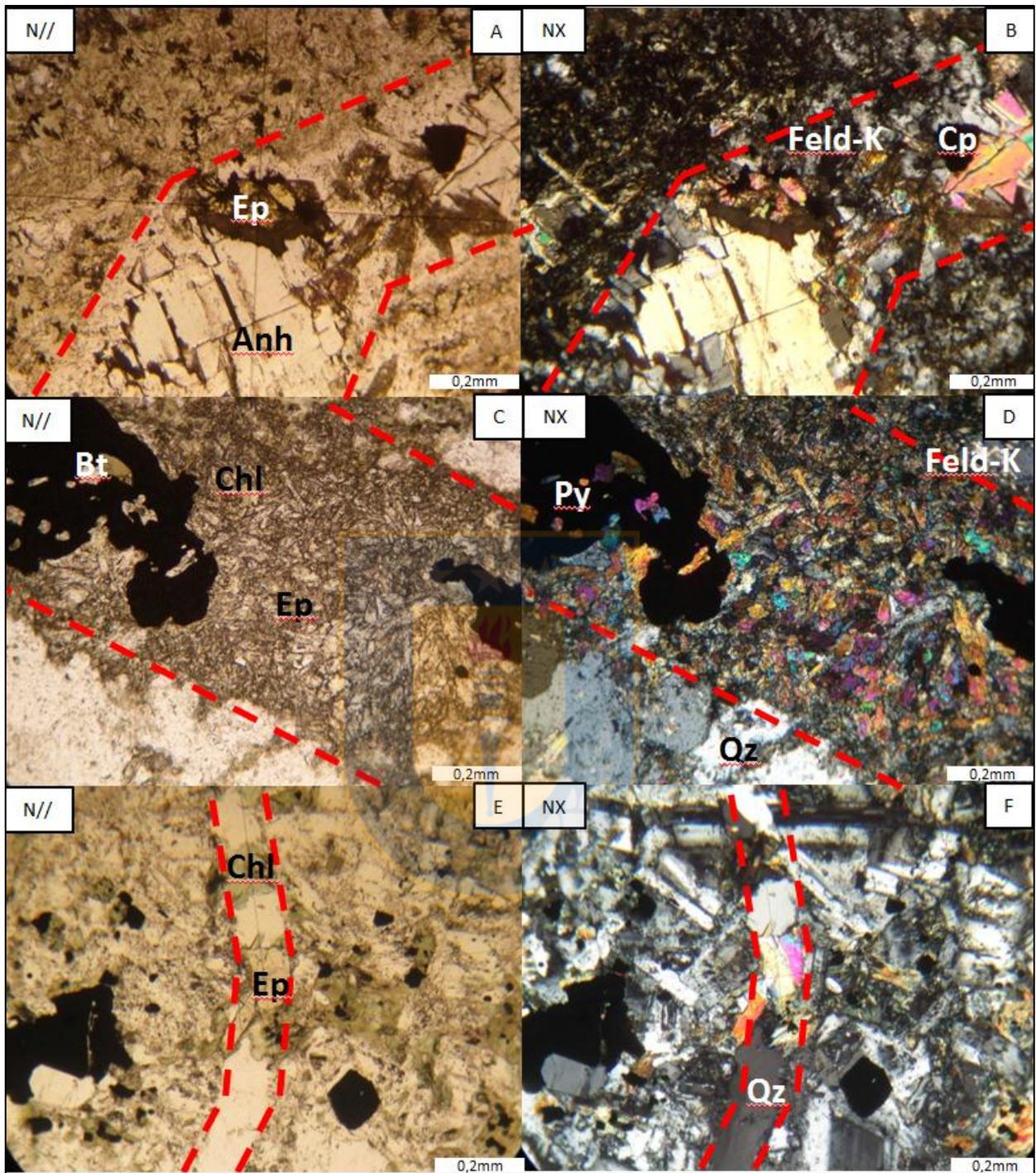


Figura 4.5 Aspecto y paragénesis de la epidota en vetilla a lo largo del Adit-71. Línea roja punteada remarca bordes de vetilla. A y B: Epidota en vetilla del dominio potásico (ET-A71-32). C y D: Epidota en vetilla de la zona transicional (ET-A71-22). E y F: Epidota en vetilla del dominio propilítico (ET-A71-14). Abreviaturas: nicoles paralelos (N//), nicoles cruzados (NX), epidota (Ep), anhidrita (Anh), Feldespato potásico (Feld-K), biotita (Bt), clorita (Chl), cuarzo (Qz), calcopirita (Cp) y pirita (Py).

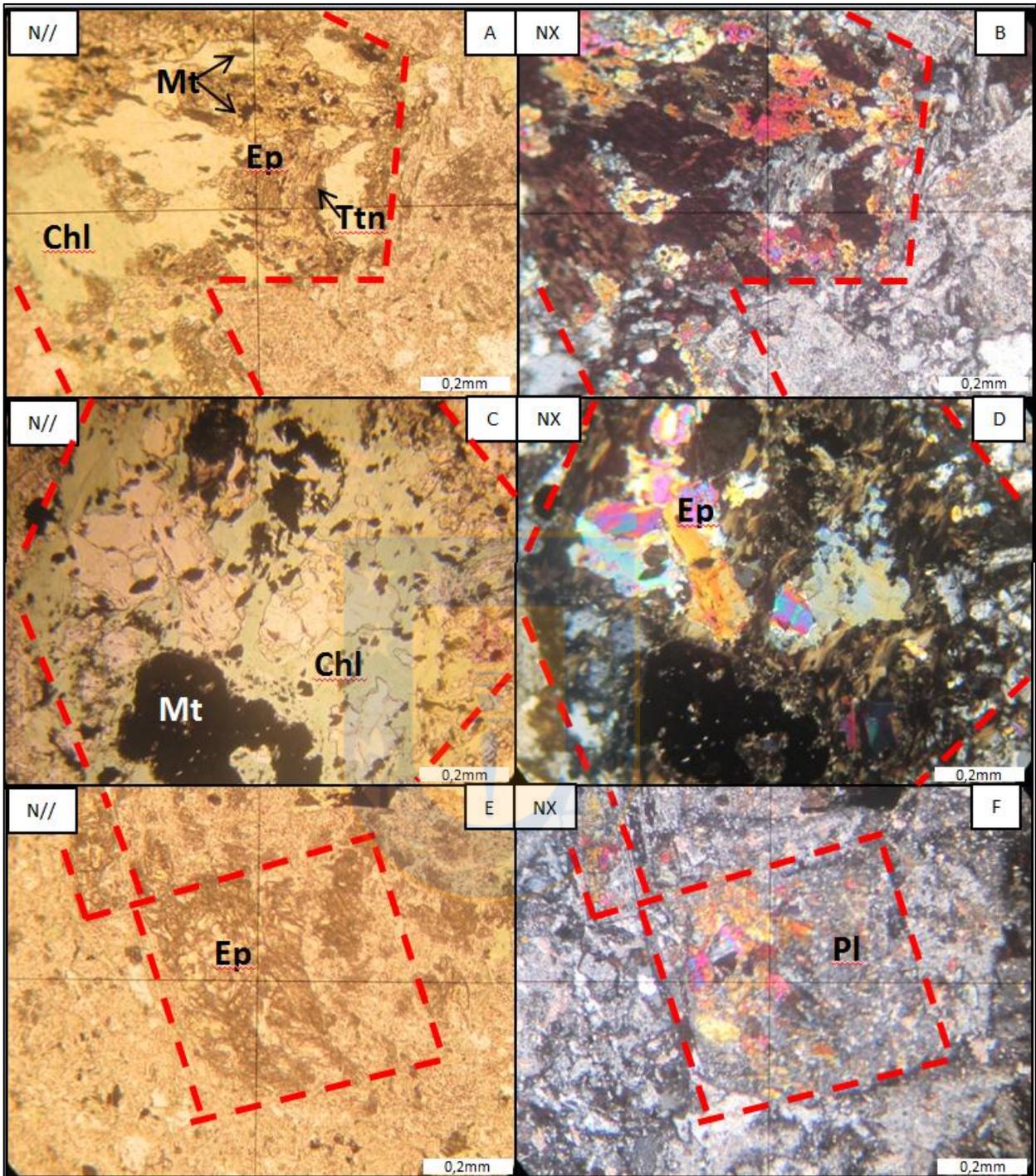


Figura 4.6 Aspecto y paragénesis de la epidota producto de remplazo en el Adit-71. Línea roja punteada remarca bordes del mineral remplazado. A y B: Epidota producto de remplazo de mineral máfico (sección longitudinal) (ET-A71-3). C y D: Epidota producto de remplazo de mineral máfico (sección basal) (ET-A71-13). E y F: Epidota producto de remplazo de plagioclasa (ET-A71-3). Abreviaturas: nicoles paralelos (N//), nicoles cruzados (NX), epidota (Ep), clorita (Chl), plagioclasa (Pl), magnetita (Mt) y titanita (Ttn).

La epidota en cavidades se observa exclusivamente en algunas muestras del dominio propilitico y de la zona transicional (Figura 4.3; muestras ET-A71-21, ET-A71-13, ET-A71-15, ET-A71-17, ET-A71-8, ET-A71-1, ET-A71-3). Estas cavidades están rellenas por cuarzo euhedral a subhedral, clorita y epidota, y en algunas de estas cavidades se puede observar una conexión directa con vetillas (Figura 4.7).

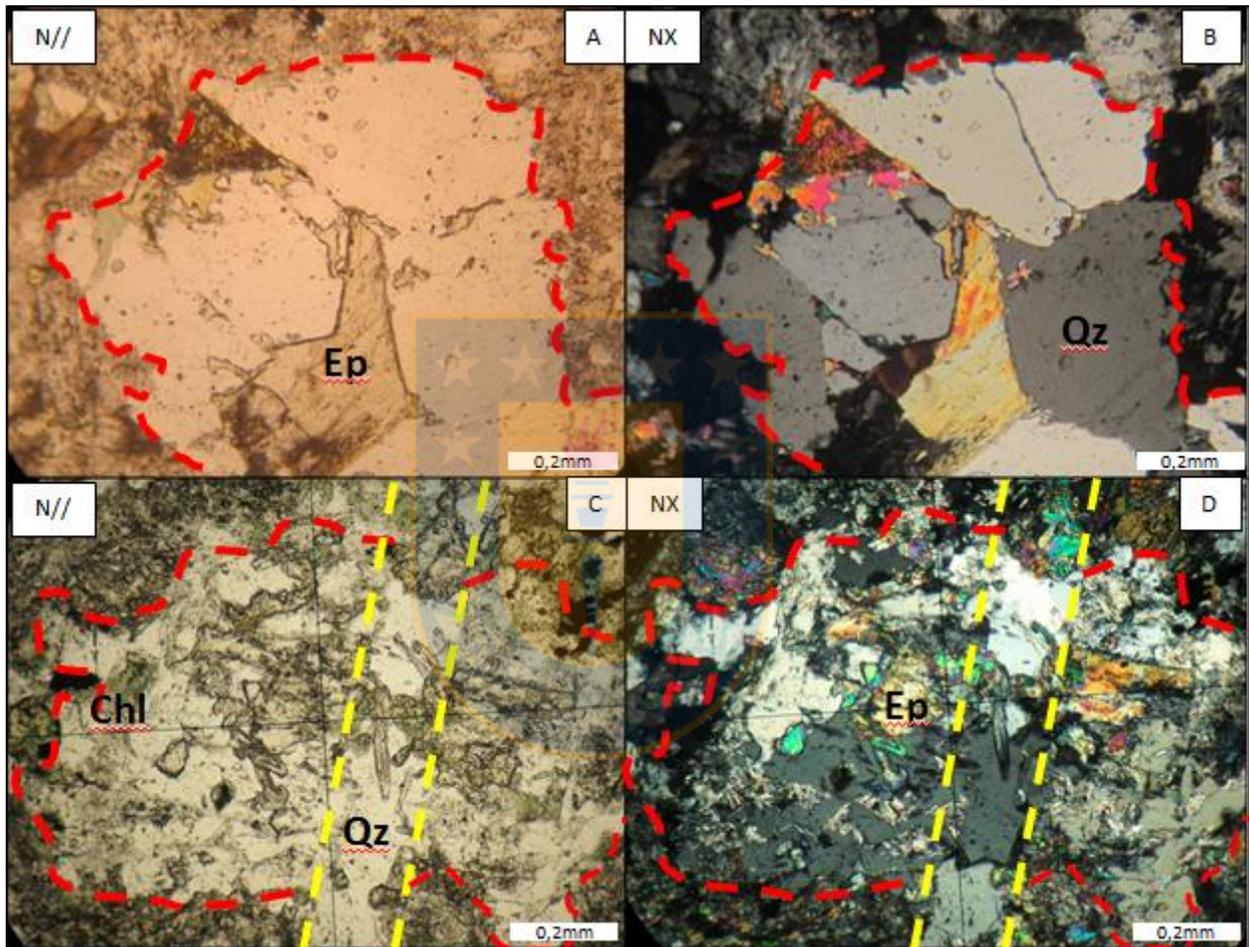


Figura 4.7 Aspecto y paragénesis de la epidota en cavidades en el Adit-71. Línea punteada roja remarca bordes de la cavidad y amarilla remarca bordes de vetilla. A y B: Epidota en cavidad visualmente aislada con cuarzo hexagonal (ET-A71-1). C y D: Epidota en cavidad asociada a vetilla (ET-A71-21). Abreviaturas: nicols paralelos (N//), nicols cruzados (NX), epidota (Ep), clorita (Chl) y cuarzo (Qz).

Cabe destacar que tanto en las vetillas como en las cavidades, los fluidos producen alteración en la roca caja circundante, generando en la periferia de estos espacios abiertos el remplazo de minerales primarios por minerales de alteración. Esto dificulta, en ocasiones, la determinación genética de la ocurrencia de la epidota a niveles micrométricos.

En base a la ocurrencia, abundancia y paragénesis de la epidota, es posible diferenciar cuatro segmentos a lo largo del Adit-71 (Figura 4.3).

El segmento A, queda comprendido en los primeros 700 m del adit, donde el dominio potásico es característico. La epidota en este segmento es escasa y se encuentra mayoritariamente en vetillas, tiene un aspecto sucio a incoloro, y forma agregados cristalinos euhedrales a subhedrales, junto con anhidrita, feldespatos potásico y sulfuros de cobre. En menor proporción hay albita, apatito, micas, calcita y cuarzo.

El segmento B, de 800 m de extensión, queda comprendido entre la muestra ET-A71-22 y la ET-A71-8. Abarca la zona de transición potásica-propilítica y parte del dominio propilítico. La epidota es abundante en este segmento, y se encuentra tanto en forma de remplazos (omnipresente), como así también en vetillas y en cavidades. La paragénesis y las particularidades en la ocurrencia cambian gradualmente en función del tipo de alteración. En la zona de transición potásica-propilítica, la epidota se encuentra acompañada principalmente por clorita, cuarzo, sericita, biotita y feldespatos potásico, y las vetillas son las de mayor tamaño observadas en el Adit-71. En el dominio propilítico de este segmento, la epidota se encuentra asociada principalmente a clorita, cuarzo y albita, y las vetillas son de menor tamaño que en la zona transicional.

El segmento C tiene una extensión aproximada de 400 m, está comprendido entre la muestra ET-A71-9 a la ET-A71-12. La epidota en este segmento es escasa, y se encuentra como remplazos de minerales primarios. En este segmento hay muestras con baja alteración o con alteración predominantemente fílica. La alteración propilítica presente se caracteriza por una cloritización de los minerales máficos.

El segmento D tiene una extensión aproximada de 400 m, está comprendido entre la muestra ET-A71-1 y la ET-A71-4, y pertenece al dominio propilítico. En este segmento la epidota es abundante y se encuentra tanto en forma de remplazos (omnipresente) como en cavidades, asociada a clorita, cuarzo y albita.

4.3. Composición química

4.3.1. Epidotas

4.3.1.1. Elementos mayoritarios y minoritarios

La composición química en términos de los elementos mayoritarios y minoritarios de las epidotas *s.l.* del Adit-71, fue determinada mediante el uso de la microsonda electrónica (EMPA). Por medio del sistema de detección de rayos X por dispersión de energía (EDS) se determinó cualitativamente los elementos principales que conforman la epidota *s.l.*, y con el sistema dispersión de longitud de onda (WDS) se cuantificaron dichos elementos. Los resultados de esta cuantificación y los límites de detección (LD) se encuentran en el Anexo II. La existencia de zonación química intramineral se determinó mediante imágenes de electrones retrodispersados (BSE).

Los constituyentes mayoritarios (>1% en peso) de la epidota *s.l.* son Si, Al, O, Ca y Fe⁺³, y por tanto corresponden a la serie epidota *s.s.*-clinozoisita. No obstante hay sectores donde las REE⁺³ son elementos mayoritarios, llegando a pertenecer al grupo de la alanita. Estos sectores son fácilmente reconocibles en imágenes BSE, por tener tonos más claros, debido a su alto peso atómico promedio.

Las epidotas de la serie epidota *s.s.*-clinozoisita (430 análisis con WDS) tienen valores de $X_{Ep} (Fe^{+3} / (Fe^{+3} + Al^{+3} - 2))$ entre 0,01 y 1,34, con una mediana de 0,78 y una media de 0,76. Estas composiciones corresponden al miembro epidota ($X_{Ep} > 0,5$), aunque unos pocos análisis corresponden a clinozoisita (Figura 4.8). Los elementos minoritarios más importantes que se determinaron para esta serie, exceptuando las REE, son el Mn⁺² y el Sr⁺². El Mn presenta concentraciones que varían de bajo el límite de detección (BLD) y 1,27% en peso, con una mediana de 0,14% en peso. El Sr se encuentra en concentraciones que varían entre BLD y 0,94% en peso, con una mediana de 0,16% en peso. Dichas concentraciones son semejantes a las obtenidas por LA-ICP-MS.

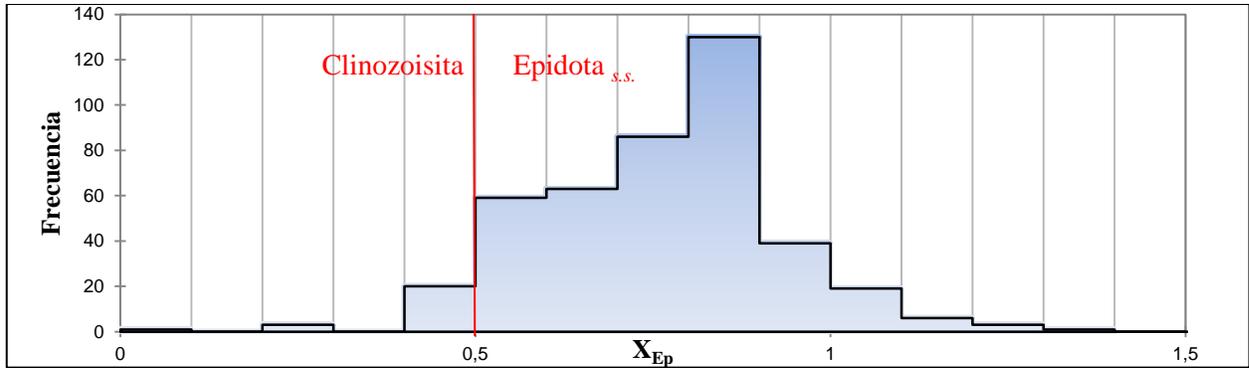


Figura 4.8 Histograma del parámetro X_{Ep} . $n=430$. Valor X_{Ep} de 0,5 separa campo de clinozoisita con campo de epidota *s.s.*, según Armbruster y otros (2006)

En la Tabla 4.1 se presentan valores estadísticos de los elementos medidos, en los 430 análisis realizados con WDS. En la parte superior de la tabla se expresan los resultados en % en peso, y en la parte inferior en átomos por fórmula unidad (apfu), calculados en base a 8 cationes. Se menciona además la fracción molar de epidota *s.s.* (X_{Ep}).

Tabla 4.1 Estadísticos de los análisis realizados con WDS en epidota. $n=430$. BLD: bajo el límite de detección, apfu: átomos por fórmula unidad.

Estadística % en peso	Si	Ti	Al	V	Fe ⁺³ Total	Mn	Mg	Ca	Sr	O	Total
Mínimo	16,61	BLD	9,05	BLD	0,62	BLD	BLD	15,08	BLD	39,98	95,92
Máximo	18,47	0,46	17,75	0,29	15,05	1,27	1,11	17,40	0,94	43,79	99,29
Mediana	17,35	0,04	12,48	0,04	9,21	0,14	0,02	16,61	0,16	41,64	97,69
Media	17,35	0,06	12,64	0,05	8,93	0,20	0,04	16,56	0,18	41,63	97,63
Desviación típica (n-1)	0,23	0,06	1,13	0,05	1,82	0,18	0,07	0,30	0,15	0,53	0,66
Estadística apfu	Si	Ti	Al	V	Fe ⁺³	Fe ⁺²	Mn	Mg	Ca	Sr	X_{Ep}
Mínimo	2,919	0,000	1,661	0,000	0,011	0,000	0,001	0,000	1,772	0,000	0,011
Máximo	3,016	0,047	3,008	0,027	1,334	0,040	0,112	0,208	2,050	0,052	1,341
Mediana	2,960	0,004	2,225	0,003	0,788	0,000	0,013	0,004	1,986	0,008	0,781
Media	2,961	0,006	2,243	0,004	0,768	0,001	0,017	0,007	1,981	0,010	0,762
Desviación típica (n-1)	0,016	0,006	0,176	0,004	0,164	0,004	0,016	0,014	0,035	0,008	0,171

Se realizaron 31 análisis con WDS en las epidotas ricas en REE, cuantificando, además de los elementos anteriormente medidos en epidotas, el La, Ce y Nd, como representantes del grupo de las REE, junto con el Th, debido a su comportamiento similar en la alanita. En estas fases las REE son constituyentes mayoritarios, siendo el Ce el elementos más abundante de este grupo. La estadística de estos análisis se expone en la Tabla 4.2. Tanto las REE como el Th ocupan el espacio A2 en la estructura de la epidota *s.l.*, y cuando estos elementos sobrepasan los 0,5 apfu (en base a 8 cationes) y el Mg no es un constituyente principal, la epidota *s.l.* pertenece al grupo de la alanita. En la Figura 4.9 se observa que algunos los sectores ricos en REE corresponden a alanita,

debido a que la cantidad de REE más Th sobrepasa los 0,5 apfu, llegando incluso a 0,84 apfu. En este mismo grafico se puede observar la variabilidad del estado de oxidación (Fe_{ox}) en la epidota *s.l.* rica en REE, lo que es característico de una génesis hidrotermal.

Tabla 4.2 Estadísticos de los análisis realizados con WDS en epidotas ricas en REE. n=31. BLD: bajo el límite de detección, apfu: átomos por formula unidad.

Estadística % en peso	Si	Ti	Al	La	Ce	Nd	V	Fe ⁺²	Mn	Mg	Ca	Sr	Th	O	Total
Mínimo	14,50	0,03	6,56	0,76	2,03	0,60	BLD	6,53	BLD	0,04	7,84	BLD	BLD	35,08	94,36
Máximo	17,11	0,50	13,13	5,24	11,99	3,45	0,23	13,53	0,82	0,88	13,93	0,39	3,95	40,81	98,38
Mediana	15,27	0,11	9,49	3,15	8,61	2,45	0,04	9,41	0,22	0,17	10,07	0,03	0,04	36,60	95,69
Media	15,31	0,15	9,61	3,06	8,15	2,33	0,05	9,45	0,25	0,33	10,24	0,05	0,27	36,91	96,17
Desviación típica (n-1)	0,57	0,11	1,35	1,02	2,48	0,72	0,04	1,28	0,17	0,26	1,57	0,08	0,71	1,26	1,16
Estadística apfu	Si	Ti	Al	La	Ce	Nd	V	Fe ⁺³	Fe ⁺²	Mn	Mg	Ca	Sr	Th	REE+Th
Mínimo	2,943	0,003	1,394	0,028	0,071	0,020	0,000	0,202	0,194	0,000	0,007	1,116	0,000	0,000	0,141
Máximo	3,015	0,059	2,383	0,215	0,488	0,136	0,023	0,941	0,686	0,073	0,206	1,722	0,022	0,088	0,839
Mediana	2,979	0,013	1,933	0,125	0,337	0,093	0,004	0,505	0,517	0,022	0,038	1,379	0,002	0,001	0,555
Media	2,976	0,017	1,938	0,122	0,321	0,089	0,005	0,524	0,507	0,025	0,076	1,389	0,003	0,006	0,538
Desviación típica (n-1)	0,019	0,013	0,206	0,044	0,105	0,030	0,005	0,126	0,129	0,016	0,061	0,163	0,004	0,016	0,174

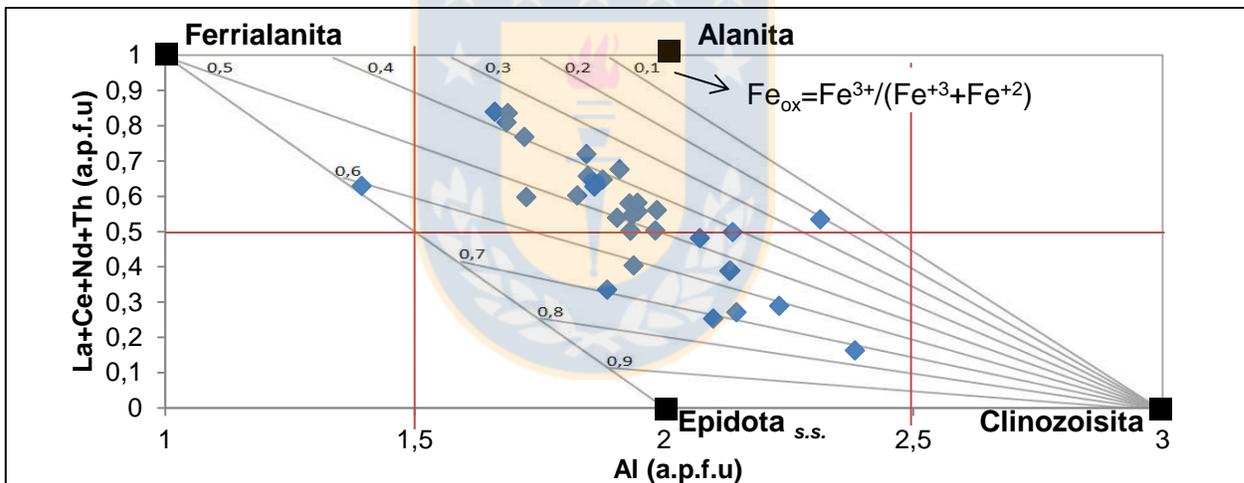


Figura 4.9 Diagrama Al vs La+Ce+Nd+Th para las epidotas ricas en REE. Refleja tanto la distribución composicional como el estado de oxidación (Fe_{ox}). Líneas rojas separan campos de los miembros extremos ferrialanita, alanita, epidota *s.s.* y clinozoisita. n=31. Basado en Petřík y otros (1995).

Los elementos minoritarios importantes en estos sectores ricos en REE son el Mn y Mg, cuyos valores máximos están cercanos al 0,8% en peso, con una mediana en torno al 0,2% en peso.

Las epidotas ricas en REE se encuentran en varias muestras del Adit-71, destacando por su tamaño y abundancia las muestras ET-A71-4, ET-A71-3, ET-A71-1 y ET-A71-13. Es posible diferenciar mediante imágenes BSE y en menor medida por microscopio óptico, 4 ocurrencias texturales de la epidota rica en REE: 1) En los bordes de la epidota de remplazo de plagioclasas,

característico de la muestra ET-A71-4 (Figura 4.10 A, B y C). 2) Fanto-pseudomorfo de minerales tabulares, característico de las muestras ET-A71-1 y ET-A71-3 (Figura 4.10 D, E, y F). 3) Cristalino zonado en espacios abiertos, característicos de la muestra ET-A71-13 (Figura 4.10 G, H y I). 4) Relictos micrométricos en dominios potásicos o fílicos (Figura 4.10 J, K y L).

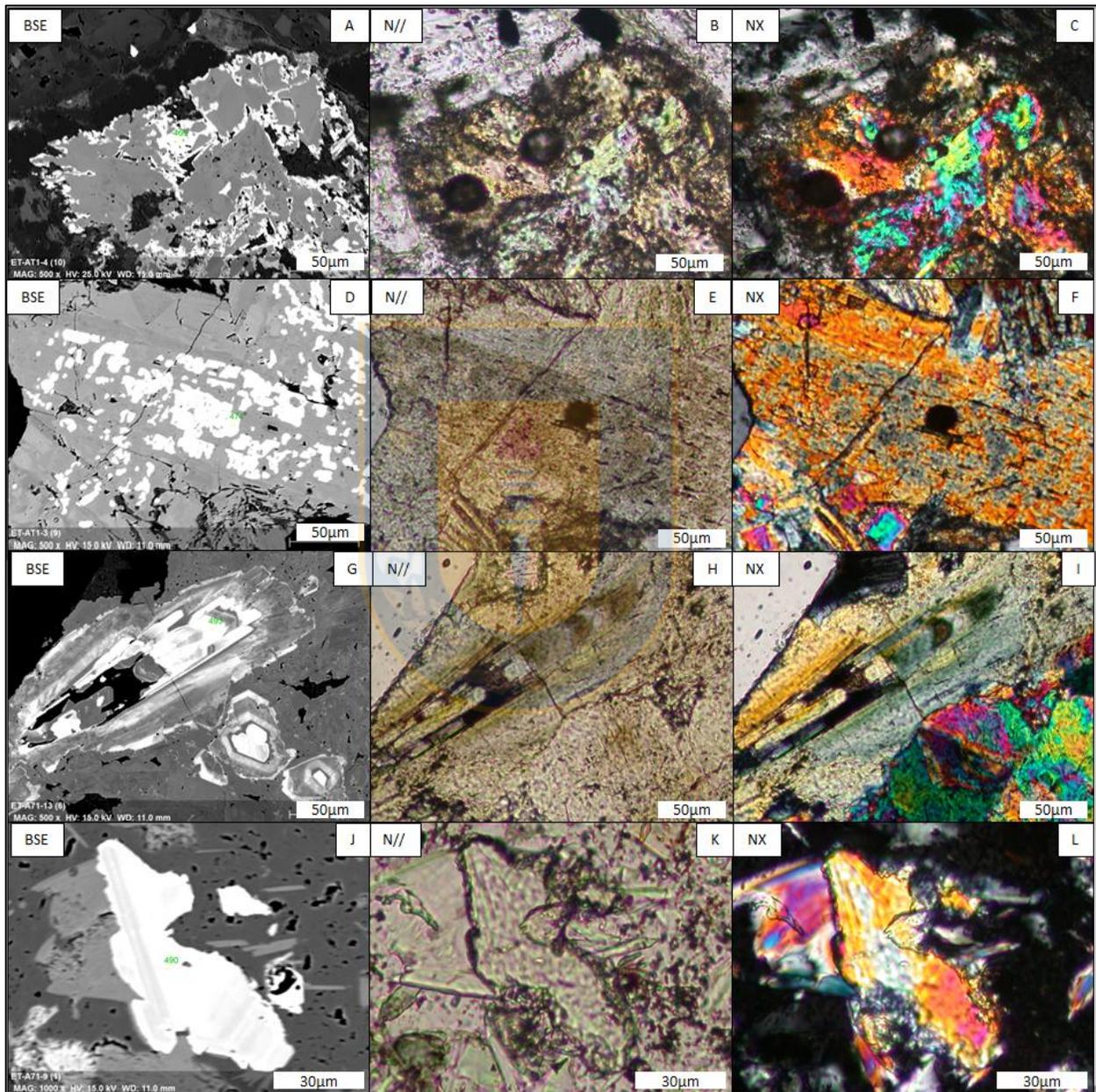


Figura 4.10 Ocurrencias de la epidota rica en REE en el Adit-71. A, B y C: Bordes de remplazo (ET-A71-4), D, E y F: Fanto-pseudomorfo (ET-A71-3), G, H y I: Cristalino zonado (ET-A71-13), J, K y L: Relictos micrométricos (ET-A71-9). Columna izquierda: imágenes de electrones retrodispersados (BSE), donde los sectores claros son alanitas, los intermedios son principalmente epidota, y los oscuros son principalmente cuarzo, feldspatos y micas. Columna central: imágenes en nicols paralelos (N//). Columna derecha: imágenes en nicols cruzados (NX).

Se acuña el término “fanto-pseudomorfo” en referencia tanto a fanto-alteromorfo (agregados de mineral secundario, en este caso alanita, que denotan la forma del mineral primario con márgenes irregulares y/o difusos) como a pseudomorfo (Delvigne, 1998).

4.3.1.2. Elementos traza

La composición química de los elementos minoritarios y traza de las epidotas *s.l.* del Adit-71 fue determinada mediante LA-ICP-MS. Los elementos medidos fueron: Na, K, Sc, V, Mn, Co, Cu, Zn, Ga, As, Sr, Y, Zr, Mo, Sn, Sb, Te, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Au, Tl, Bi, Th, U y Pb. Se realizaron 212 análisis válidos (Tabla 4.3). Los resultados de estos análisis se encuentran en el Anexo III.

El La, Ce y Nd se encuentran en concentraciones traza (<1.000 ppm) en las epidotas, en tanto que alcanzan concentraciones de elementos mayoritarios (>10.000 ppm) en las alanitas. Las concentraciones de Na, K, V, Y, Th, Pr y Sm varían de traza a minoritarias (< 10.000 ppm). Los elementos cuyas concentraciones se mantienen siempre como trazas son Sc, Co, Cu, Zn, Ga, Ag, Zr, Mo, Sn, Sb, Te, Ba, Hf, Au, Tl, Bi, U, Pb, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb y Lu. De estos elementos, el Cu, Mo, Te, Tl y Au se encuentran, en la mayoría de los análisis, debajo del límite de detección (BLD).

Las concentraciones de Mn y Sr se encuentran en su mayoría entre los 1.000 y los 10.000 ppm, denotándolos como elementos minoritarios dentro de la epidota *s.l.*. Estos valores son consistentes con los obtenidos por EMPA previamente expuestos.

Los valores máximos de los elementos que usualmente entran en la estructura de la epidota *s.l.* y definen su nombre o grupo en particular, aparte de la serie común epidota *s.s.*-clinozoisita., detectados con LA-ICP-MS, son los siguientes: 117.457 ppm Σ REE (lantánidos mas Y), 58.200 ppm Ce, 30.300 ppm La, 6.500 ppm Mn, 6.230 ppm Sr, 2.056 ppm Nd, 1.689 ppm V, 1.541 ppm Y, y 737 ppm Pb. De estos elementos o grupos de elementos, los únicos que están suficientemente enriquecidos como para definir un grupo son las REE; de las cuales el Ce es el más abundante. Por lo tanto, considerando el X_{Ep} y lo dicho anteriormente, la epidota *s.l.* del Adit-71 se puede clasificar, en la mayoría de los casos, como epidota *s.s.*, a excepción de algunos

análisis que se clasifican como epidota rica en REE (>1% en peso de REE), dentro de los cuales hay alanitas (Ce), o composiciones de clinozoisita.

Tabla 4.3 Estadísticos de los análisis realizados con LA-ICP-MS en epidota *s.l.* n=212. BLD: bajo límite de detección, ppm: partes por millón.

Estadística	Na (ppm)	K (ppm)	Sc (ppm)	V (ppm)	Mn (ppm)	Co (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Ga (ppm)	As (ppm)
Mínimo	BLD	BLD	BLD	BLD	454	BLD	BLD	BLD	17,8	7,0
Máximo	3.710	4.250	469	1.689	6.500	10,94	647	74	119,9	680
1° Cuartil	0	0	1,8	157	1.132	0,00	0,0	6,1	37,0	48,8
Mediana	53	42	5,8	232	1.701	0,43	0,0	9,7	50,3	95,5
3° Cuartil	203	157	29,2	431	2.713	0,87	0,0	14,2	62,3	181,3
Media	195	261	37,4	314	1.967	0,83	10,6	12,9	50,2	136,6
Varianza (n-1)	160.518	366.216	6.949	55.627	1.130.559	2,00	3.831	159	287	15.789
Desviación típica (n-1)	401	605	83,4	236	1.063	1,47	61,9	12,6	16,9	125,7
LD promedio	31	17	1,0	2,3	6,7	0,24	2,9	2,8	0,9	3,7
% BLD	28%	30%	4%	0,4%	0%	26%	79%	8%	0%	0%
Estadística	Sr (ppm)	Y (ppm)	Zr (ppm)	Mo (ppm)	Sn (ppm)	Sb (ppm)	Te (ppm)	Ba (ppm)	La (ppm)	Ce (ppm)
Mínimo	125	0,11	BLD	BLD	BLD	0,14	BLD	BLD	0,1	0,2
Máximo	6.230	1.541	29,3	4,9	32	447	0,5	26	30.300	58.200
1° Cuartil	845	2,27	0,63	0,00	0,83	10,77	0,00	0,85	5,2	8,0
Mediana	1.220	6,98	2,37	0,00	1,73	20,05	0,00	1,74	13,7	23,6
3° Cuartil	1.781	30,23	6,24	0,00	3,90	41,70	0,00	4,53	62,1	127,3
Media	1.412	69,69	4,80	0,1	3,33	40,80	0,01	3,62	886,2	1.810
Varianza (n-1)	760.346	39.919	38	0	22	4247	0	20	1,21E+07	4,88E+07
Desviación típica (n-1)	872	199,80	6,13	0,4	4,69	65,17	0,06	4,52	3.474	6.983
LD promedio	0,77	0,09	0,10	0,6	0,29	0,08	1,33	0,21	0,09	0,13
% BLD	0%	0%	8%	98%	5%	0%	97%	5%	0%	0%
Estadística	Pr (ppm)	Nd (ppm)	Sm (ppm)	Eu (ppm)	Gd (ppm)	Tb (ppm)	Dy (ppm)	Ho (ppm)	Er (ppm)	Tm (ppm)
Mínimo	BLD	0,02	BLD	0,11	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD
Máximo	6.020	20.560	1.790	431	680	56,3	293	60	148,3	18,4
1° Cuartil	0,82	3,41	0,58	1,22	0,40	0,06	0,34	0,08	0,18	0,02
Mediana	2,86	11,93	2,49	2,73	2,00	0,27	1,24	0,24	0,59	0,08
3° Cuartil	16,58	72,48	12,73	7,57	10,25	1,29	6,37	1,04	2,56	0,30
Media	196,57	738,83	86,35	14,63	39,60	3,38	13,67	2,16	4,72	0,57
Varianza (n-1)	552.085	724.0543	7.2461	1.624	1.1698	75,00	1.339	39	213	3
Desviación típica (n-1)	743	2.690	269,2	40,3	108,16	8,65	36,60	6,28	14,59	1,82
LOD promedio	0,03	0,15	0,10	0,04	0,44	0,04	0,08	0,02	0,08	0,01
% bajo LOD	0,50%	0%	3%	0%	22%	17%	3%	6%	10%	16%
Estadística	Yb (ppm)	Lu (ppm)	Hf (ppm)	Au (ppm)	Tl (ppm)	Bi (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	REE (ppm)	Pb (ppm)
Mínimo	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD	0,72	BLD
Máximo	109,6	14,36	1,72	0,00	0,33	18,7	1.460	190	117.457	737,5
1° Cuartil	0,18	0,03	0,00	0,00	0,00	0,10	0,04	0,36	25,12	102,30
Mediana	0,64	0,10	0,08	0,00	0,00	0,38	0,33	1,54	83,48	150,55
3° Cuartil	1,96	0,28	0,25	0,00	0,00	0,94	1,95	4,59	373,56	196,18
Media	3,45	0,46	0,19	0,00	0,01	1,05	40,25	6,31	3.871	159,21
Varianza (n-1)	117	2	0	0	0	5	3.1359	302	2,06E+08	8.940
Desviación típica (n-1)	10,82	1,34	0,29	0,00	0,04	2,27	177,08	17,38	14.339	94,55
LOD promedio	0,07	0,01	0,05	0,25	0,02	0,02	0,02	0,03	IND	IND
% bajo LOD	9%	12%	32%	100%	83%	12%	12%	0,50%	0%	0,50%

Los elementos traza que pueden ser detectados de forma rutinaria mediante EMPA son los que están, en general, por sobre los 100 ppm. Para este estudio, los límites de detección en EMPA varían entre los 100 y 1.000 ppm, en función del elemento analizado. Por lo tanto, los elementos analizables con EMPA son V, Mn, Sr y Pb. El resto de los elementos requiere ser analizados con LA-ICP-MS. Los más abundantes de estos son el Na, K, Ga, As, Sb, La, Ce y Nd, que suelen tener entre 10 y 100 ppm. Los elementos menos abundantes (normalmente menores a 10 ppm) que se analizaron son Sc, Co, Cu, Zn, Y, Zr, Mo, Sn, Te, Ba, Pr, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Au, Tl, Bi, Th y U. Estos incluyen elementos que están por debajo del límite de detección en muchos análisis de LA-ICPMS, específicamente Cu, Mo, Te, Au y Tl (Tabla 4.3).

4.3.1.3. Tierras raras (REE)

Debido a que las REE son el conjunto minoritario-traza de mayor relevancia, se analizará su distribución y abundancia en las epidotas *s.l.*. Para dicho propósito se utilizarán los diagramas de REE normalizados a condrito. En este caso se usaron los valores de normalización de Boyton (1984).

En la Figura 4.11.A se observan los patrones de REE normalizados a condrito, donde las abundancias normalizadas se expresan en valores logarítmicos en base 10. Se distinguen 3 tipos de patrones en base a la anomalía de Eu: con anomalía positiva, sin anomalía y con anomalía negativa. Estos tipos de patrones se correlacionan con la cantidad de REE presentes en la epidota *s.l.*. Las epidotas pobres en REE presentan una anomalía positiva de europio. A medida que aumenta los contenidos de REE este patrón gradualmente se invierte. Las epidotas ricas en REE presentan anomalías negativas de europio. En la Figura 4.11.B se correlaciona el tipo de ocurrencia de la epidota con la anomalía de europio (Eu/Eu^* , donde $Eu^*=(Sm+Gd)/2$) y con la pendiente del patrón de REE normalizado a condrito ($(La/Yb)_N$). Las anomalías negativas ($Eu/Eu^*<1$) ocurren en todos los tipos texturales de epidota *s.l.* por igual. Las anomalías positivas ($Eu/Eu^*>1$) también están en todas las ocurrencias de la epidota *s.l.*, no obstante se puede detectar que en las epidotas *s.l.* de remplazo, las anomalías positivas más fuertes se dan como producto del remplazo de plagioclasas, y que en las epidotas *s.l.* de espacios abiertos, las anomalías positivas más fuertes se dan en las epidotas *s.l.* en cavidades.

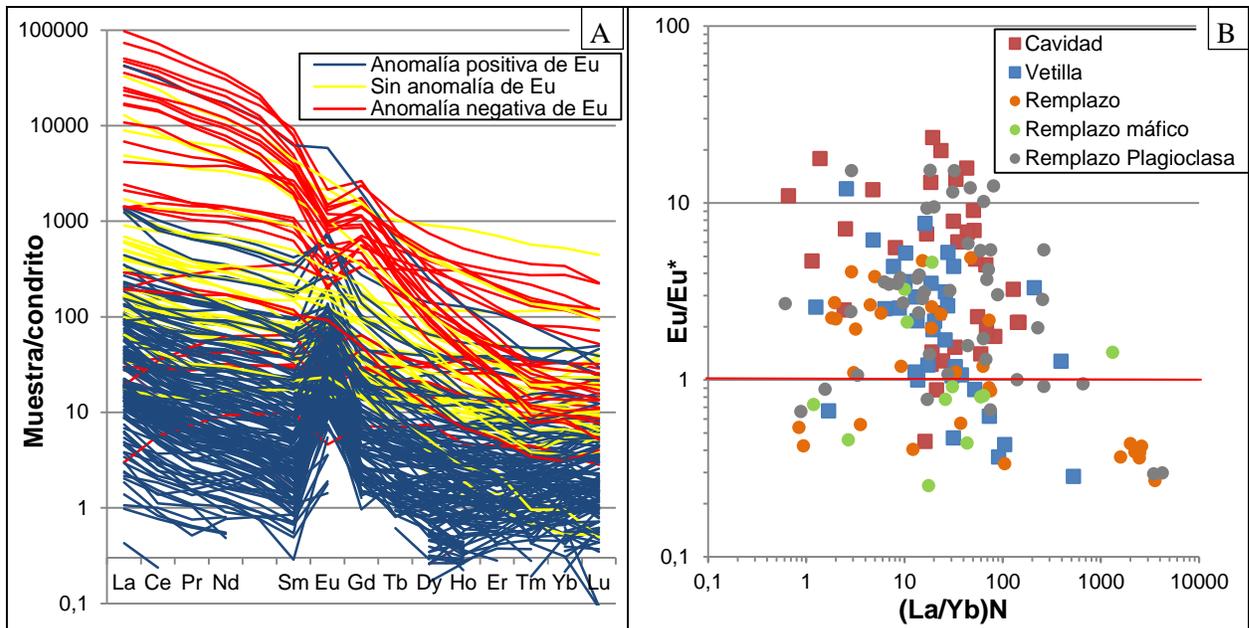


Figura 4.11 **Graficas de REE de las epidotas *s.l.*** A: Patrones de REE normalizadas a condrito según tipo de anomalía de europio. B: Grafico $(La/Yb)_N$ vs. Eu/Eu^* para los diversos hábitos de la epidota *s.l.* La línea roja separa la anomalía de Eu negativa (abajo) con la positiva (arriba).

Con respecto a la pendiente del patrón de REE, son todas positivas ($(La/Yb)_N > 0$) y su mayoría está entre 0,3 a 200. En general, las que están sobre este intervalo (>200) presentan una anomalía negativa de europio y son epidotas *s.l.* producto de remplazo. Estos análisis corresponden a las alanita con una ocurrencia fanto-pseudomorfa, característica de las muestras ET-A71-1 y ET-A71-3, anteriormente descritas.

Como se ha mencionado, las epidotas ricas en REE se encuentran en varias muestras del Adit-71, con diversos tipos de ocurrencias. Es por tal motivo que no existe un vínculo claro apreciable en estos gráficos, entre la ocurrencia o la distancia del depósito con el patrón normalizado de REE. Por el contrario, existe un vínculo claro entre la anomalía de Eu y el contenido de REE.

4.3.2. Roca total

Dentro de los posibles factores que influyen en la química de la epidota *s.l.* está la composición química de la roca caja. Por tal motivo, es relevante el estudio de la química, tanto de elementos mayoritarios, minoritarios y trazas, de las rocas de Adit-71, con el fin de determinar

la movilidad de los elementos durante la alteración, en particular la influencia de la química de la roca caja en sobre la química de las epidotas *s.l.* a lo largo del adit.

Con este fin, en el presente trabajo se seleccionaron 11 muestras (ET-A71-2, ET-A71-3, ET-A71-8, ET-A71-9, ET-A71-10, ET-A71-11, ET-A71-15, ET-A71-16, ET-A71-17, ET-A71-21 y ET-A71-23), para análisis químicos de roca total. Estos resultados son complementados con los resultados obtenidos por Carbajal (2014), que analizó las muestras ET-A71-1, ET-A71-12 y ET-A71-14, seleccionando las dos últimas (debido a que son las muestras con menor grado de alteración hidrotermal) para caracterizar geoquímicamente el Adit-71 con fines petrogenéticos. De manera complementaría se compara estos resultados geoquímicos, usando diagramas discriminantes, con unidades definidas en El Teniente. Los resultados de estos análisis se encuentran en el Anexo IV.

Las restantes muestras del adit no fueron analizadas por distintas razones: 1) presentar un alto contenido de anhidrita y sulfuros (ET-A71-30 y ET-A71-32), 2) la cantidad de muestra era insuficiente (ET-A71-24, ET-A71-19, ET-A71-13, ET-A71-4) o 3) no presentaban epidota *s.l.* (ET-A71-20, ET-A71-25, ET-A71-26, ET-A71-31 y ET-A71-29) a excepción de la ET-A71-11.

4.3.2.1. Elementos mayoritarios y minoritarios

Con el fin de realizar una comparación y clasificación geoquímica general de las muestras del Adit-71, se emplearán el contenido de los elementos mayoritarios y minoritarios expresados en porcentaje en peso (% wt) de su óxido correspondiente (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_{3T} , CaO , Na_2O , K_2O , MgO , TiO_2 , P_2O_5 y MnO), recalculado en base anhidra (Tabla 4.4).

Mediante la utilización de diagramas de cajas (Figura 4.12) se determinó la existencia de anomalías químicas en algunas muestras (valores atípicos externos al diagrama de caja), como son un alto contenido de Fe_2O_3 (T) y MgO para la muestra ET-A71-16, alto contenido de TiO_2 para las muestras ET-A71-23, ET-A71-16 y ET-A71-14, y un alto contenido en LOI (*loss on ignition*) para las muestras ET-A71-23, ET-A71-16 y ET-A71-11. Estas anomalías pueden deberse a una mayor cantidad de minerales metálicos ricos en Fe, Mg o Ti, y/o por minerales de alteración que aumentan el LOI.

Tabla 4.4 Resultados de análisis de roca total de elementos mayoritarios y minoritarios, normalizados en base anhidra, y estadísticos para las muestras analizadas del Adit-71.

Muestra	Distancia (km)	Masa (g)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (T) (%)	MnO (%)	MgO (%)	CaO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	TiO ₂ (%)	P ₂ O ₅ (%)	Total (%)	LOI (%)
ET-A71-23	0,45	26	55,17	19,19	8,96	0,07	4,84	5,19	2,07	3,18	1,03	0,30	100	9,25
ET-A71-21	0,85	26,3	65,04	16,45	7,77	0,12	1,92	3,03	1,91	2,99	0,57	0,19	100	3,34
ET-A71-16	0,95	26,2	53,39	20,48	10,85	0,31	5,75	3,44	1,11	3,42	0,95	0,28	100	6,28
ET-A71-14	1,15	26,5	57,93	17,80	7,44	0,25	3,59	6,96	3,98	0,91	0,91	0,21	100	1,4
ET-A71-15	1,15	1,69	64,22	16,30	5,32	0,14	2,05	5,06	3,75	2,30	0,68	0,20	100	1,21
ET-A71-17	1,25	26,2	63,71	16,72	5,33	0,10	1,97	4,56	3,89	2,87	0,66	0,18	100	1,65
ET-A71-8	1,45	26,5	56,95	19,74	8,22	0,28	3,06	5,65	4,09	0,93	0,79	0,28	100	3,85
ET-A71-9	1,55	26,6	64,30	17,48	6,95	0,10	3,19	1,23	4,57	1,21	0,76	0,22	100	3,1
ET-A71-10	1,65	27	62,57	18,91	6,10	0,06	2,65	3,23	4,64	0,80	0,81	0,23	100	2,69
ET-A71-11	1,75	25,4	55,33	20,75	7,29	0,19	12,72	0,18	0,09	2,46	0,83	0,17	100	8,64
ET-A71-12	1,85	1,72	61,79	17,13	5,98	0,09	2,56	5,28	3,88	2,34	0,77	0,18	100	1,1
ET-A71-1	1,95	6,91	62,68	17,10	5,39	0,12	2,14	4,60	4,38	2,69	0,72	0,18	100	1,31
ET-A71-2	2,05	27,9	62,07	17,24	5,80	0,09	2,32	5,43	4,15	1,96	0,71	0,22	100	0,87
ET-A71-3	2,15	26	60,95	18,05	6,85	0,18	3,49	3,62	4,81	1,07	0,78	0,20	100	4,08
1° Cuartil		25,6	57,19	17,10	5,85	0,10	2,19	3,28	2,49	1,11	0,71	0,19	100	1,33
Mediana		26,2	61,93	17,64	6,90	0,12	2,86	4,58	3,94	2,32	0,77	0,21	100	2,90
3° Cuartil		26,5	63,45	19,12	7,69	0,19	3,56	5,26	4,32	2,83	0,82	0,23	100	4,02
Media		21,5	60,44	18,10	7,02	0,15	3,73	4,10	3,38	2,08	0,78	0,22	100	3,48
Varianza (n-1)		97,4	15,18	2,18	2,50	0,01	7,93	3,27	2,15	0,86	0,01	0,00	0,00	7,62
Desviación típica (n-1)		9,9	3,90	1,48	1,58	0,08	2,82	1,81	1,47	0,93	0,12	0,04	0,00	2,76

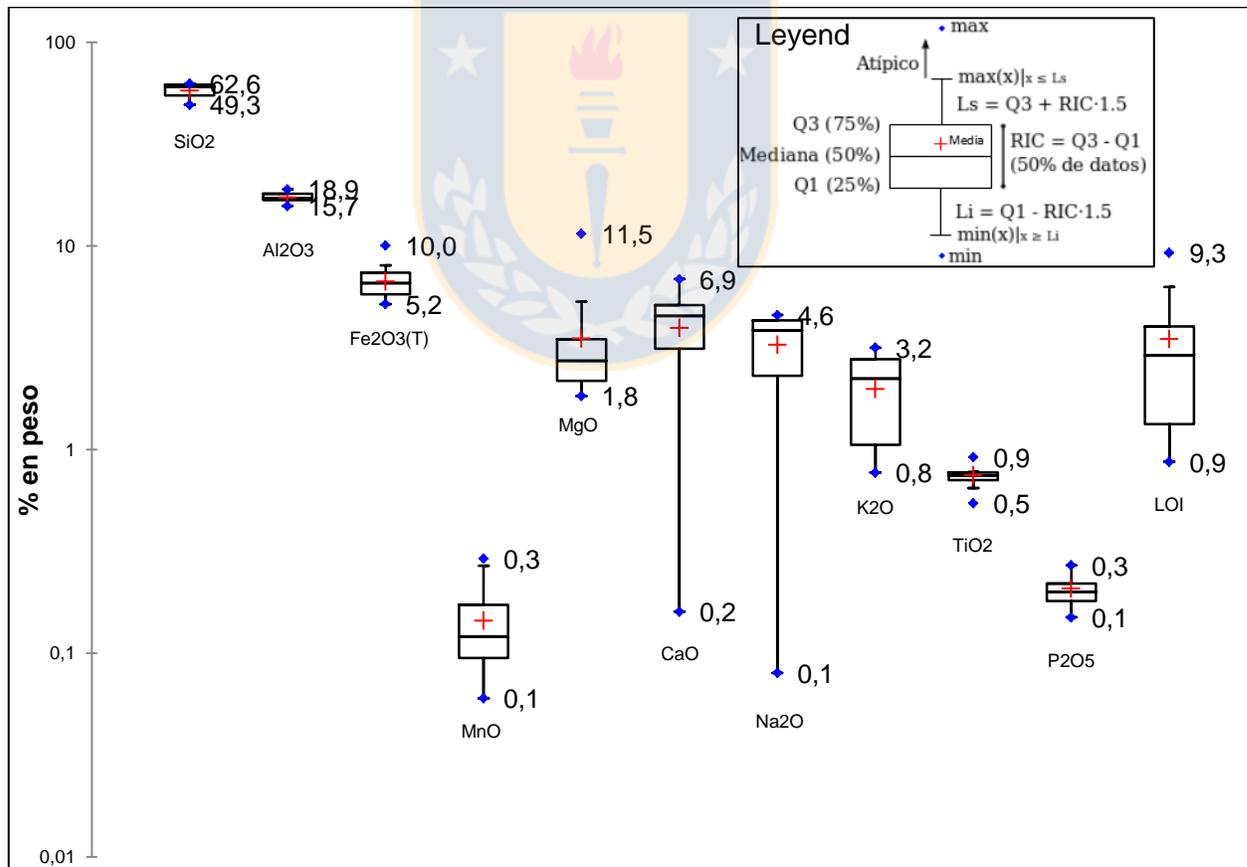


Figura 4.12 Diagrama de caja para los elementos mayoritarios y minoritarios, normalizados en base anhidra, junto con LOI (loss on ignition) de roca total del Adit-71. n=14. Abreviaturas: cuartil (Q), rango intercuartil (RIC), valor mínimo (min), valor máximo (max), límite superior (Ls) y límite inferior (Li).

De acuerdo al diagrama TAS (álcalis vs sílice, en base anhidra) (Figura 4.13) las muestras del adit corresponden a la serie subalcalina. Corresponden principalmente a rocas intermedias (gabro-dioritas), alcanzando el campo de las rocas acidas (cuarzodiorita-granodiorita). Respecto a la comparación con las unidades de El Teniente, las muestras con menor %SiO₂ se asemejan al CMET, y las muestras con mayor %SiO₂ se asemejan al Stock Sewell. Hay que considerar que el diagrama TAS (álcalis vs sílice) es inapropiado para rocas alteradas (en general con un LOI > 2,5), por el enriquecimiento en el sílice y por la movilidad de los elementos alcalinos durante la alteración.

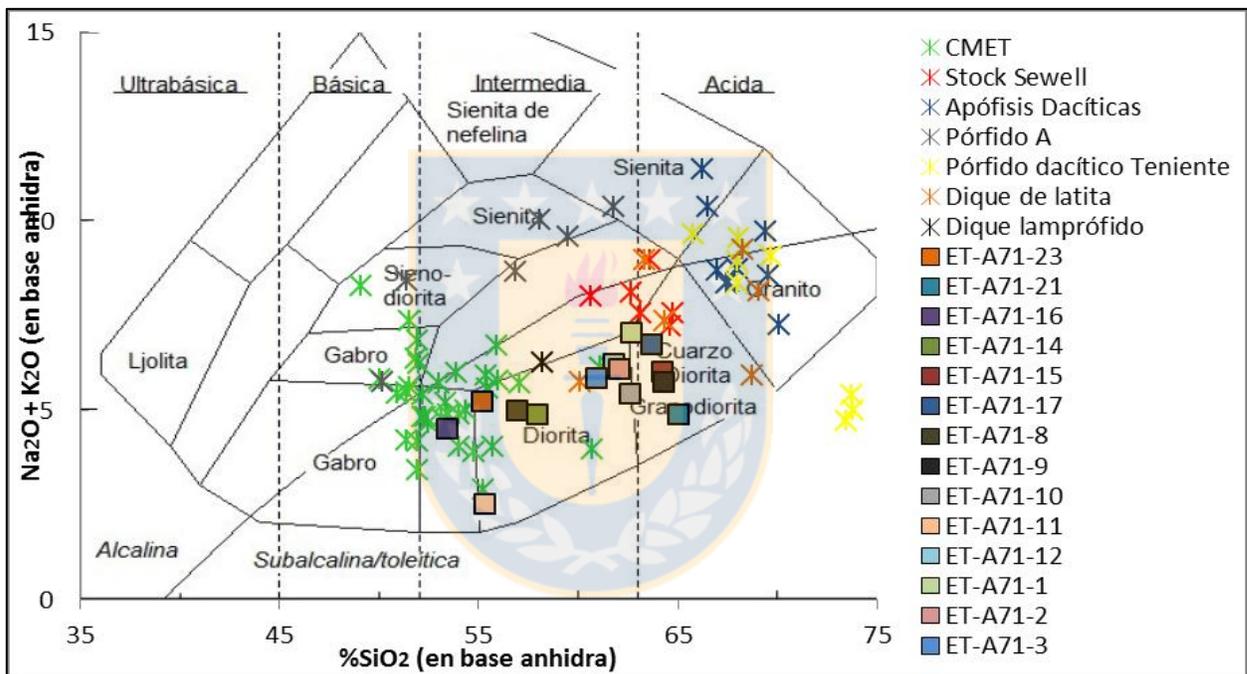


Figura 4.13 Diagrama TAS (álcalis vs sílice) de Cox y otros (1979). Los cuadrados representan a las muestras del Adit-71 y los asteriscos a las otras unidades del depósito El Teniente. Datos y autores en el anexo IV.

4.3.2.2. Elementos traza

Con el fin de realizar la clasificación geoquímica de las muestras del Adit-71 y compararlas tanto con las rocas del depósito El Teniente como con las epidotas, se determinó el contenido de elementos minoritarios y traza, expresados en ppm. La Tabla 4.5 muestra los resultados de aquellos elementos de interés, ya sea por su uso para la clasificación geoquímica o porque, según Cooke y otros (2014a), son elementos trazadores en la epidota *s.l.*

Tabla 4.5 Resultados de análisis de roca total de elementos traza de interés (en ppm) para las muestras del Adit-71.

Muestra	ET-A71-23	ET-A71-21	ET-A71-16	ET-A71-14	ET-A71-15	ET-A71-17	ET-A71-8	ET-A71-9	ET-A71-10	ET-A71-11	ET-A71-12	ET-A71-1	ET-A71-2	ET-A71-3
Elemento														
Cu	263	812	53	60	75	82	645	105	381	362	180	102	122	79
Au (ppb)	6	<2	<2	<2	8	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Zn	67	87	184	160	123	103	223	99	52	115	50	72	70	117
As	10	14	14	10	12	20	50	14	21	15	19	33	14	29
Y	21,5	13,3	19,5	13,5	17,7	16,7	20,4	17,9	11,9	12,3	13,8	15	14,7	13,4
Zr	109	146	111	130	197	193	114	147	138	101	176	196	147	100
Nb	2,8	4,3	3	3,9	5	5,1	3,2	3,9	3,3	2,8	4,6	2,8	4,3	2,7
Mo	2	2	7	<2	2	3	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2	<2
Sn	4	3	2	1	1	1	<1	1	1	1	1	<1	1	1
Sb	1,5	2,5	3,8	1,6	1,1	4,1	9,8	0,9	1,3	2	0,6	1,9	0,8	6,4
Pb	7	6	4	6	10	10	36	<3	5	<3	<5	7	10	8
Bi	<0,1	0,2	0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,6	<0,1	<0,1	<0,1	0,1
La	16,2	20,9	20,7	14,7	20,6	21,4	18,8	18,9	15,6	15	18,2	18,1	19,2	15
Ce	36,8	43,8	41,1	31	45,4	46,9	43	41,9	34,4	33,2	38,6	39,4	42,6	32,5
Pr	4,79	5,29	5,33	4,06	5,61	5,8	5,78	5,23	4,26	4,32	4,75	4,85	5,3	4,04
Nd	20,9	21,4	23,6	16,5	23	22,7	25,3	21	17,7	18,4	18,4	19,6	21,3	17,4
Sm	4,75	4,29	5,63	3,66	4,72	4,68	5,9	4,63	3,77	4,47	3,98	4,13	4,78	3,7
Eu	1,18	1,06	3,72	1,03	1,04	1,07	1,71	1,52	1,10	1,31	0,94	1,00	1,12	1,00
Gd	4,09	3,36	5,57	3,22	3,7	3,6	5,06	3,98	2,99	3,71	3,26	3,04	3,77	3,05
Tb	0,63	0,45	0,79	0,48	0,53	0,54	0,73	0,58	0,41	0,51	0,48	0,46	0,52	0,43
Dy	3,64	2,45	4,06	2,66	2,95	3,07	4,17	3,25	2,26	2,7	2,69	2,43	2,71	2,35
Ho	0,72	0,44	0,65	0,52	0,58	0,57	0,77	0,6	0,41	0,47	0,52	0,46	0,49	0,43
Er	2,16	1,22	1,57	1,41	1,68	1,56	2,06	1,72	1,16	1,2	1,43	1,34	1,37	1,3
Tm	0,32	0,18	0,19	0,21	0,24	0,23	0,30	0,25	0,16	0,16	0,21	0,21	0,20	0,17
Yb	2,07	1,2	1,08	1,31	1,57	1,52	1,95	1,62	1,01	1,02	1,4	1,36	1,35	1,14
Lu	0,32	0,19	0,16	0,19	0,25	0,25	0,31	0,25	0,16	0,15	0,21	0,20	0,21	0,19

Con el fin de minimizar los efectos producidos por la alteración hidrotermal las rocas pueden clasificarse utilizando la geoquímica de elementos inmóviles, como el diagrama Nb/Y vs Zr/TiO₂ de Winchester & Floyd (1977) (Figura 4.14). De acuerdo a este diagrama, las muestras se clasifican como gabros, dioritas y granodioritas, con un predominio en el campo de las dioritas. Comparadas con las unidades de El Teniente, las muestras presentan una semejanza tanto con el CMET como con el Stock Sewell. Estos resultados coinciden con los determinados con el diagrama TAS.

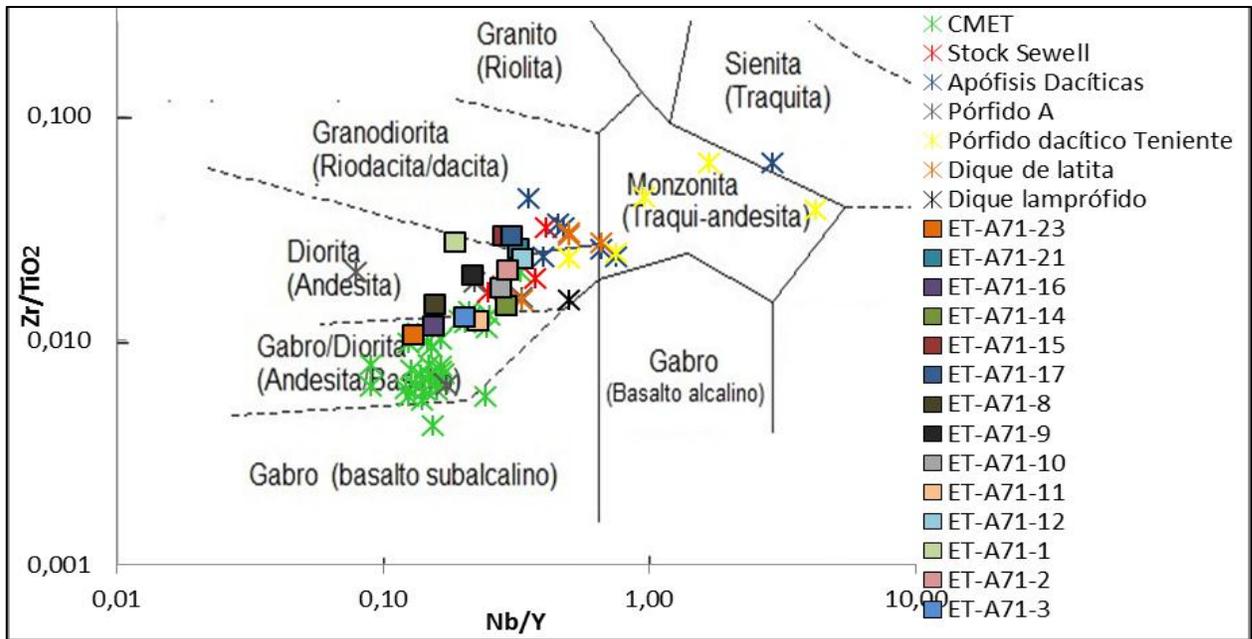


Figura 4.14 Diagrama de elementos inmóviles de Winchester & Floyd (1977). Los cuadrados representan las muestras del adit, mientras que los asteriscos representan otras unidades del depósito El Teniente. Datos y autores en el anexo IV.

Los resultados composicionales de las REE fueron normalizados con respecto a los valores de condrito de Boyton (1984) (Figura 4.15.A), donde las abundancias normalizadas se expresan en valores logarítmicos en base 10. Las muestras presentan un enriquecimiento de tierras raras livianas (LREE) con respecto a las pesadas, con un valor promedio $(La/Yb)_N$ de 9,05. Respecto a la anomalía de europio, en su mayoría presentan una anomalía ligeramente negativa, con un promedio de anomalía $(2*(Eu)_N/((Sm)_N+(Nd)_N))$ de 0,9. No obstante la muestra ET-A71-16 presenta una anomalía notoriamente positiva de europio, con un valor de magnitud 2.

Al comparar los patrones de REE de las muestras analizadas con el resto de las unidades de El Teniente (Figura 4.15.B.), se observa que éstas presentan una semejanza con el CMET. En cambio las unidades félsicas de El Teniente, no representadas en el adit, se distinguen por presentar mayores razones $(La/Yb)_N$ debido al su bajo contenido en HREE.

4.3.3. Minerales progenitores de la epidota

La génesis hidrotermal de la epidota *s.l.* se debe en parte al remplazo de minerales primarios, llamados, por lo tanto, minerales progenitores ya que pueden heredar ciertas

características geoquímicas a la epidota *s.l.*. Los minerales progenitores observados en el Adit-71, que son reemplazados por epidota, son las plagioclasas y los minerales máficos como piroxenos, anfíboles y biotitas. Debido a la difícil identificación del tipo de minerales máficos, producto de la alteración propilítica moderada a intensa sobre estos, en este trabajo no se realizará una distinción de la fase mineral en particular, englobándolos todos como “minerales máficos”.

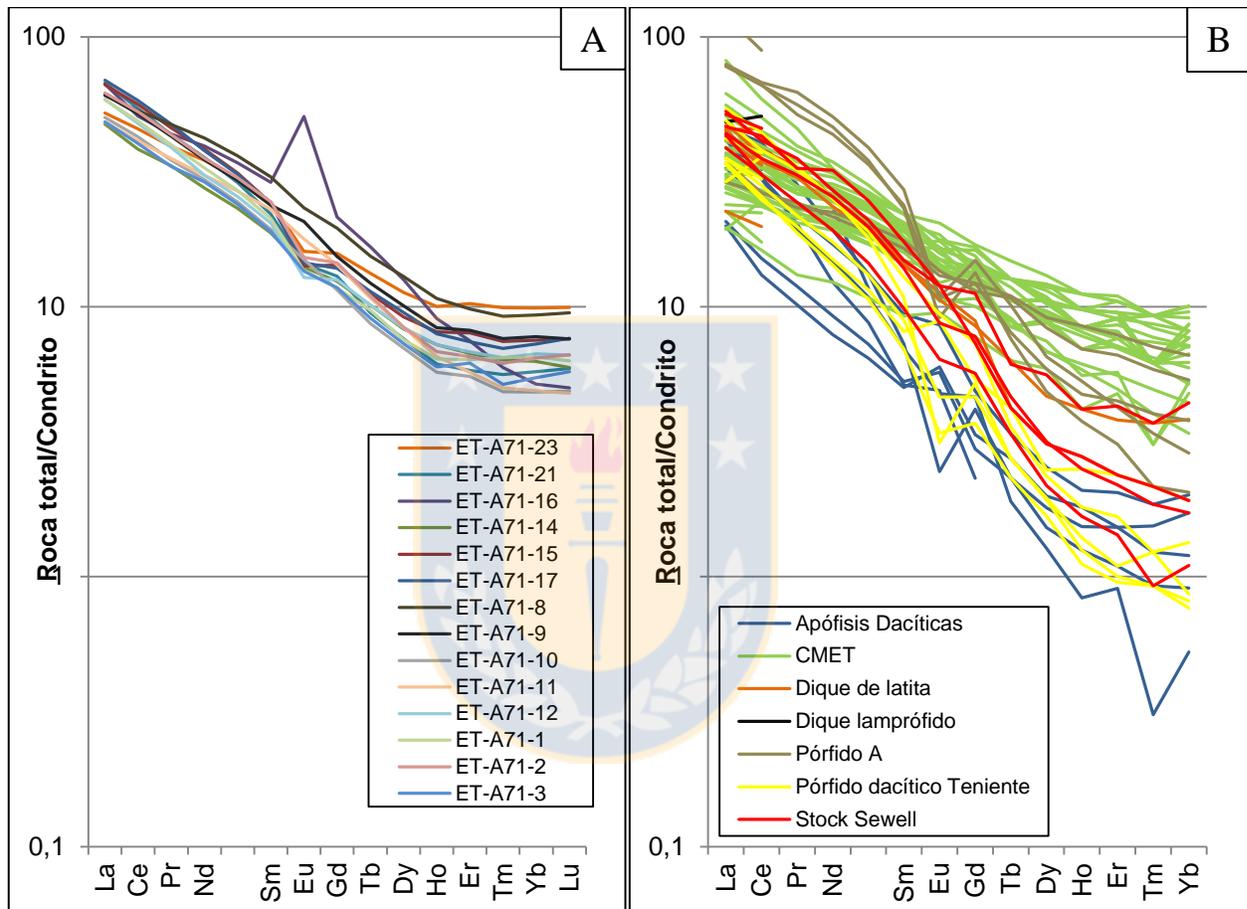


Figura 4.15 Patrones de REE en roca total normalizados al condrito de Boynton (1984). A: Patrones roca total para las muestras del Adit-71. B: Patrones roca total para las unidades del depósito El Teniente. Datos y autores en el Anexo IV.

La composición química de elementos minoritarios y traza de las plagioclasas y de los minerales máficos pertenecientes a las rocas del Adit-71, fue determinada mediante LA-ICP-MS. Los granos analizados corresponden a minerales sin alteración con el fin de caracterizar las respectivas composiciones primarias y poder evaluar una posible herencia geoquímica en las epidotas *s.l.* producto del remplazo de estos. Los elementos analizados son: Na, K, Sc, V, Mn, Co,

Cu, Zn, Ga, As, Sr, Y, Zr, Mo, Sn, Sb, Te, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Au, Tl, Bi, Th, U y Pb. Los resultados se presentan en el Anexo III.

4.3.3.1. Plagioclasas

Se efectuaron 9 análisis validos de LA-ICP-MS en plagioclasas de 6 muestras de roca a lo largo del adit 71 y su estadística se expone en la Tabla 4.6. Estas plagioclasas presentan un porcentaje de anortita (%An) que varía entre 44 a 56% (labradoritas a andesinas). Los elementos mayoritarios y minoritarios medidos por ablación laser, ordenados según su abundancia, son Na, K, Fe y Sr. El Ca se utilizó como estándar, con un valor de 6,7% en peso.

Tabla 4.6 Resultados estadísticos de los análisis LA-ICP-MS en plagioclasas del Adit-71. El contenido de anortita (%An) se determinó por EMPA. n=9. BLD: bajo límite de detección.

Estadística	%An	Na	K	Fe	Sr	Ba	Ga	Mn	Pb							
Mínimo	44	11.030	286	1.713	576	19,8	15,81	14,8	0,67							
Máximo	56	69.500	7.580	4.020	1.332	631	119,9	35,5	40,3							
Mediana	46,5	46.100	3.730	3.050	1.235	271	63,0	25,4	18,6							
Media	48,3	46.826	4.213	2.857	1.152	324	67,9	24,9	21,8							
Estadística	Ce	La	Zn	Sc	Nd	Eu	Pr	Y	Sm	Co	Te	Th	Dy	Ho	Tm	Lu
Mínimo	0,659	0,381	BLD	BLD	0,27	0,181	0,049	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD
Máximo	14,19	9,58	9,5	7,30	4,30	2,04	1,25	0,50	0,57	0,57	0,5	0,291	0,118	0,022	0,016	0,009
Mediana	8,90	6,46	5,0	3,20	2,81	1,18	0,73	0,25	0,14	0,00	0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Media	8,88	6,07	4,5	3,46	2,80	1,19	0,78	0,25	0,16	0,06	0,1	0,032	0,013	0,002	0,002	0,001
Estadística	V	Cu	As	Zr	Mo	Sn	Sb	Gd	Tb	Er	Yb	Hf	Au	Tl	Bi	U
Mínimo	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD
Máximo	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD
Mediana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Los elementos traza (<1.000 ppm) fueron clasificados en este trabajo de acuerdo a su abundancia. Los más abundantes (>10 ppm) son el Ba, Ga, Mn y Pb, y los menos abundantes (<10 ppm) son Ce, La, Zn, Sc, Nd, Eu, Pr, Y, Sm, Co, Te, Th, Dy, Ho, Tm y Lu (ordenados según abundancia). Los elementos que se encuentran bajo el límite de detección (BLD) en la totalidad de los análisis son: V, Cu, As, Zr, Mo, Sn, Sb, Gd, Tb, Er, Yb, Hf, Au, Tl, Bi y U.

Los contenidos de REE en las plagioclasas son bajos (<32 ppm), muestran un enriquecimiento en las livianas respecto a las pesadas (estas últimas bajo el límite de detección) y una marcada anomalía positiva de europio (Figura 4.16).

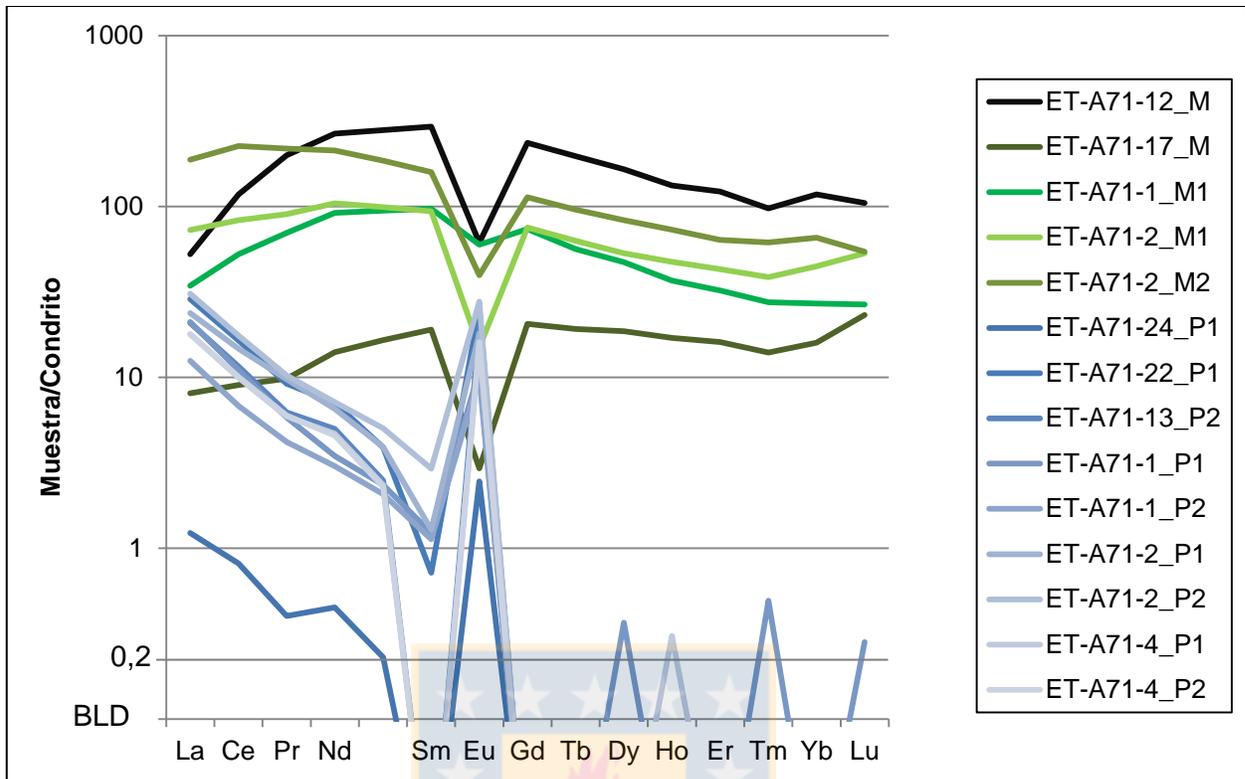


Figura 4.16 Patrones de REE normalizados al condrito de Boynton (1984) de los minerales progenitores de la epidota *s.l.*. En tonos azules se grafican las plagioclasas, en tonos verdes a negros los minerales máficos. BLD: bajo límite de detección.

4.3.3.2. Minerales máficos

Se efectuaron 5 análisis válidos de LA-ICP-MS en piroxenos y hornblendas (minerales máficos primarios) de las rocas en 4 muestras a lo largo del Adit-71. Si bien el número de análisis es reducido, igualmente se estimaron los valores estadísticos (Tabla 4.7). Los elementos mayoritarios y minoritarios, ordenados según su abundancia, son Fe, Na, Mn, y K. El Ca se utilizó como estándar, con un valor de 11,4% en peso.

La cantidad de elementos traza en los minerales máficos es alta, y su concentración es variable debido a que se midieron distintas fases minerales. Considerando la baja cantidad de análisis, no se justifica realizar una clasificación de los elementos traza. No obstante, los elementos Au, Te, Tl, Bi y Mo están bajo el límite de detección, y al comparar los análisis realizados, el ET-A71-12_M presenta concentraciones más altas que el resto de los análisis en los elementos Y, Pb, Gd, Sm, Dy, Cu, Er, Th, Ho, Tb, U, Lu y Mo.

Tabla 4.7 Resultados de análisis LA-ICP-MS y estadísticos en minerales máficos del Adit-71. n=5.BLD: bajo límite de detección.

Muestra	Fe	Na	Mn	K	V	Zn	Sr	Sc	Y	Nd	Ce	Co	Zr	As
ET-A71-12_M	710.000	3.690	4.700	2.020	2.420	361	530	130	268	160	95	112,3	20,6	72
ET-A71-17_M	140.600	1.168	5.460	368	186	358,5	3,2	169	34,6	8,4	7,3	40,2	48,2	34,8
ET-A71-1_M1	138.500	30.300	3.800	7.120	554	221	333		66,1	55,1	42,4	80,7	101,3	4,3
ET-A71-2_M1	122.100	33.10	5.660	1.303	197	262	23,4	145,3	93,5	62,6	67	55	57,5	105
ET-A71-2_M2	136.600	13.230	4.610	6.330	265,7	363	22,41	169,6	136,5	127,4	182,5	100,3	36,8	16,5
Mediana	138.500	3.690	4.700	2.020	265,7	358,5	23,4	157,2	93,5	62,6	67,0	80,7	48,2	34,8
Media	249.560	10.340	4.846	3.428	724,5	313,1	182,4	153,5	119,7	82,7	78,8	77,7	52,9	46,5
Muestra	Ba	Pb	Gd	Sm	Ga	Dy	Cu	La	Pr	Er	Yb	Sn	Th	Ho
ET-A71-12_M	6,4	497,3	61	57	35,3	53	99	16,3	24,3	25,7	24,6	21,9	28	9,5
ET-A71-17_M	0,52	224,9	5,33	3,7	13,48	6	BLD	2,5	1,2	3,38	3,33	1,18	0,433	1,22
ET-A71-1_M1	186,8	178,2	19,1	18,9	42,2	15,2	1,5	10,65	8,52	6,77	5,65	2,45	0,134	2,64
ET-A71-2_M1	3,75	329,9	19,5	18,3	14,28	17,1	9,8	22,5	11	9	9,34	4,69	3,09	3,4
ET-A71-2_M2	7,5	579,8	29,3	30,9	17,26	26,7	BLD	58,2	26,58	13,37	13,72	13,9	0,77	5,24
Mediana	6,40	8,82	19,50	18,9	17,26	17,1	1,5	16,30	11,00	9,00	9,34	4,69	0,77	3,40
Media	40,99	27,75	26,85	25,8	24,50	23,6	22,1	22,03	14,32	11,64	11,33	8,82	6,49	4,40
Muestra	Tb	U	Hf	Sb	Eu	Lu	Tm	Mo	Tl	Bi	Te	Au		
ET-A71-12_M	9,3	14,6	3	8,3	4,5	3,37	3,16	5,4	BLD	BLD	BLD	BLD		
ET-A71-17_M	0,91	0,066	2,24	1,14	0,216	0,745	0,452	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD		
ET-A71-1_M1	2,67	0,49	4,03	0	4,38	0,86	0,89	BLD	0,046	BLD	BLD	BLD		
ET-A71-2_M1	2,98	0,6	2,6	3,96	1,1	1,71	1,25	BLD	BLD	0,029	BLD	BLD		
ET-A71-2_M2	4,53	0,25	3,16	0,54	2,91	1,75	1,99	BLD	BLD	BLD	BLD	BLD		
Mediana	2,98	0,49	3,00	1,14	2,91	1,71	1,25	0,0	0,000	0,000	0,00	0,00		
Media	4,08	3,20	3,01	2,79	2,62	1,69	1,55	1,1	0,009	0,006	0,00	0,00		

Respecto a las REE, los minerales máficos presentan una mayor concentración total (311 ppm en promedio) en comparación a las plagioclasas. El patrón normalizado al condrito muestra un enriquecimiento en REE intermedias, con una marcada anomalía negativa de europio (Figura 4.16).

4.4. Variación composicional de epidotas *s.l.* vs distancia

En el presente subcapítulo se expondrá la variación composicional de la epidota *s.l.*, a lo largo del Adit-71. Estos resultados son los de mayor relevancia en el presente trabajo, debido a que permitirán evaluar la utilidad de la epidota *s.l.* como herramienta para vectorizar sistemas tipo pórfido.

Se estudiaron 45 elementos en las epidotas *s.l.*, cuyos análisis se contrastaron con las respectivas concentraciones presentes en la roca, con el fin de evaluar principalmente si la epidota *s.l.* muestra anomalías químicas en comparación con la roca caja. Para el análisis vectorial de estos elementos, se utilizaron los resultados de Al, Ca, Fe, Mg, Si y Ti medidos exclusivamente con WDS. Se complementaron los análisis de LA-ICP-MS con los de WDS para el Ce, La, Mn, Nd, Sr, Th y V. Para el resto de los elementos se ocuparon exclusivamente los

resultados de LA-ICP-MS. Cada punto analizado fue clasificado en los dos grandes grupos, descritos anteriormente: epidotas pobres en REE, al que corresponde la mayoría de los análisis, y epidotas ricas en REE. Ambos grupos se sub-clasificaron en base a su textura. El primer grupo se sub-clasificó en epidotas de vetilla, de cavidad, y de remplazo indiferenciado, remplazo de plagioclasas y remplazo de minerales máficos. El segundo grupo se sub-clasificó en bordes de remplazo, de espacio abierto, fanto-pseudomorfo y relicto.

Debido al alto número de elementos analizados, se agruparon en diferentes categorías para facilitar la visualización. Estas categorías son:

- Elementos mayoritarios en la epidota (Al, Ca, Fe y Si).
- Elementos minoritarios y traza:
 - Elementos sin anomalía clara (Au, Te, Ba y Ga).
 - Elementos con anomalías negativas de valores mínimos (Mg y Zn).
 - Elementos enriquecidos en el dominio potásico (Cu, Mo, K, y Tl).
 - Elementos enriquecidos en el dominio propilítico:
 - Proximal (halo pirítico) (Bi, Mn, Sb, HREE, Sc y U).
 - Distal (Co, Na, Sr, LREE y Th).
 - Sin tendencia definida o con una distribución uniforme (As, Hf, Pb, Sn, Ti, V, y Zr).

La Figura 4.17 muestra la concentración en % en peso de los elementos mayoritarios en la epidota en función de la distancia medida a partir de la Brecha Braden. Como se puede observar en esta figura el Si se mantiene constante a lo largo de todo el Adit-71, con valores en torno al 17,3% en las epidotas y en 15,3% en las epidotas ricas en REE. El Ca en la epidota se encuentra acotado entre un 15 a 17% en peso. No obstante en epidotas ricas en REE, características del dominio propilítico, la cantidad de calcio disminuye fuertemente de un 14% hasta un 8% en peso. El Al está acotado entre 11 a 14% en el dominio potásico, ampliando su rango entre un 8% a 15% en el dominio propilítico, donde los valores más bajos (<11%) se dan en epidotas ricas en REE y los más elevados están asociados a epidotas producto de remplazo de plagioclasas. El Fe varía, en general, entre un 5% y un 14% en peso, pero en el dominio potásico está más acotado (6%-12%) en contraste con el rango más amplio del dominio propilítico (1%-15%), donde los menores valores se asocian a las epidotas asociadas al remplazo de plagioclasas.

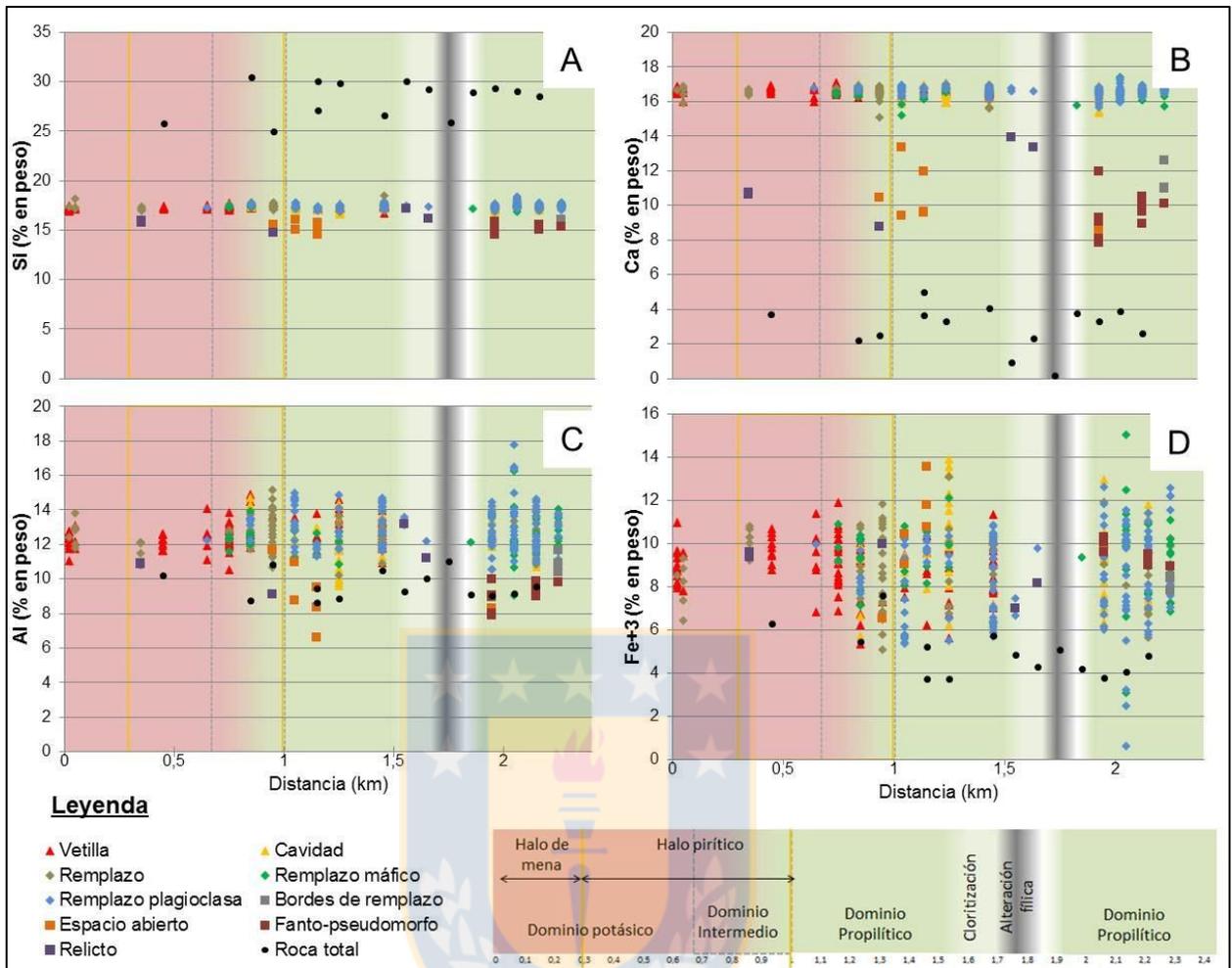


Figura 4.17 Concentración de los elementos mayoritarios de la epidota versus la distancia. Se grafican las concentraciones elementales tanto de las variedades de epidota *s.l.* (en triángulo epidotas de espacio abierto, en rombos epidota de remplazo y en cuadrados epidota rica en REE) como de la roca total (círculos negros), los dominios de alteración y los halos de mineralización sulfurada. La distancia, a lo largo del ADIT-71, es medida a partir de la Brecha Braden. A: Silicio, B: Calcio, C: Aluminio, y D: Hierro férrico.

Dentro de los elementos medidos, el Au, Te, Ba y Ga no presentan una tendencia clara a lo largo del Adit-71 (Figura 4.18). En el caso del Au y del Te, en particular, el 100% y el 97% de los datos respectivamente está por debajo del límite de detección (BLD: 0,25 ppm para el Au y 1,33 ppm para el Te). Los pocos datos del Te que se encuentran por encima del LD, indican que se encuentran en la zona propilítica; sin embargo, son estos son demasiado escasos como para visualizar una tendencia general. El Ba presenta un rango de concentración levemente más acotada en la parte media del dominio propilítico. El Ga no presenta una tendencia definida a lo largo del adit, pero los dos valores anómalamente altos ocurren en epidotas producto de remplazo de minerales máficos.

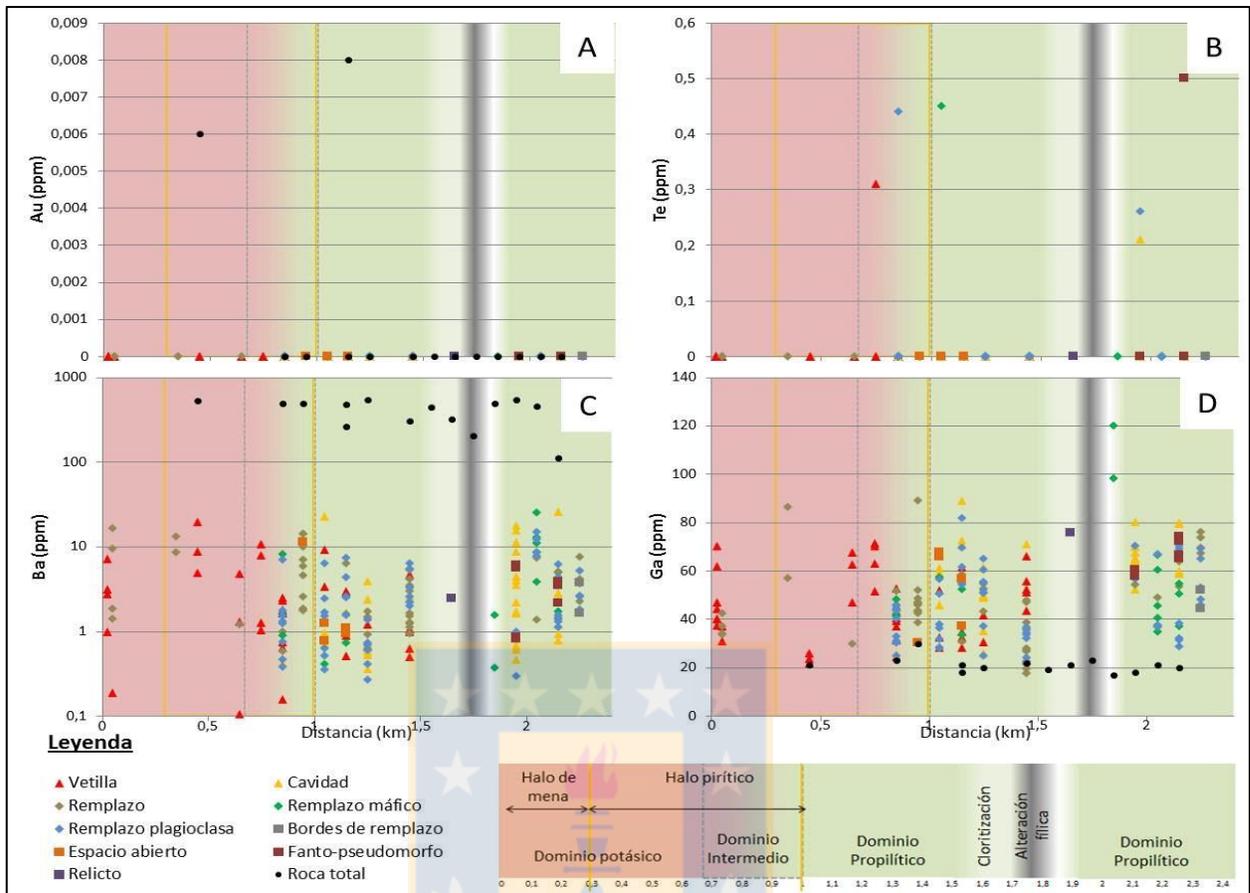


Figura 4.18 Concentración de los elementos minoritarios y trazas sin tendencia clara de vectorización en la epidota *s.l.* versus la distancia. Se grafican las concentraciones elementales tanto de las variedades de epidota *s.l.* (en triángulo epidotas de espacio abierto, en rombos epidota de remplazo y en cuadrados epidota rica en REE) como de la roca total (círculos negros), los dominios de alteración y los halos de mineralización sulfurada. La distancia, a lo largo del ADIT-71, es medida a partir de la Brecha Braden. A: Oro, B: Telurio, C: Bario, y D: Galio.

Tanto el Mg como el Zn presentan anomalías negativas de valores mínimos cercanas al borde externo del halo pirítico (Figura 4.19). El Mg en el dominio potásico no baja de los 100 ppm, pero en la zona transicional y en el dominio propilítico proximal el valor mínimo disminuye, llegando hasta los 3 ppm, para luego aumentar en las zonas más distales del dominio propilítico, donde el valor mínimo no baja de los 10 ppm. Los valores máximos de Mg tienden a aumentar a mayor distancia del depósito, encontrándose tanto en epidotas ricas en REE como en las producidas por el remplazo de minerales máficos. El Zn en el dominio potásico es superior a los 10 ppm, pero en la zona transicional con el dominio propilítico el valor mínimo disminuye, llegando hasta los 2,5 ppm, para luego en las zonas más distales del dominio propilítico, alcanzar un mínimo de 3,5 ppm. Los valores máximos de Zn tienden a disminuir en la zona transicional perteneciente al halo pirítico.

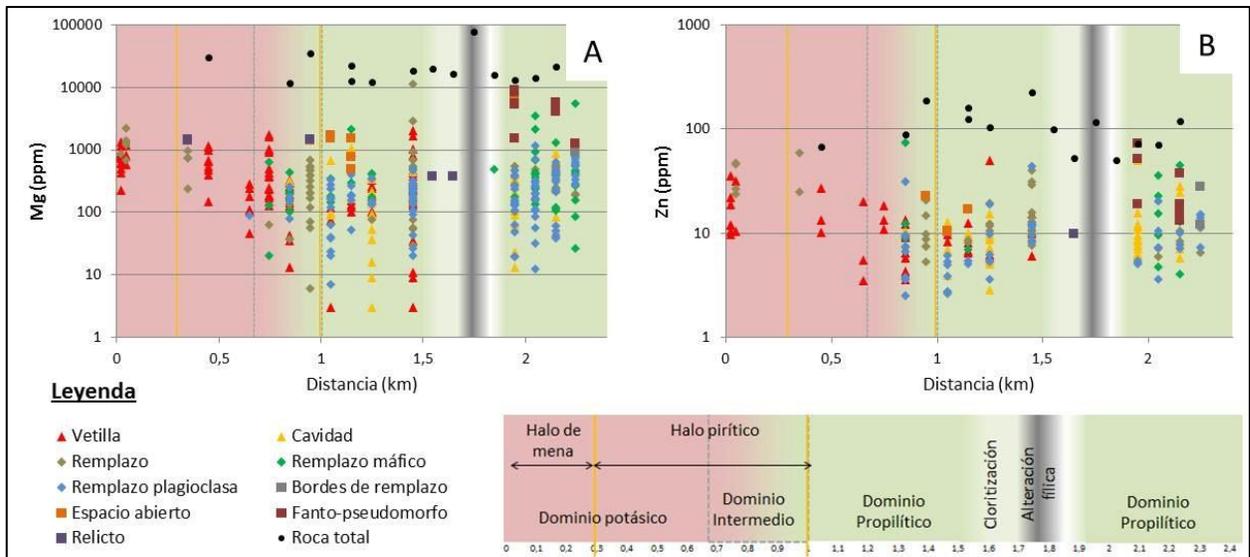


Figura 4.19 Concentración de los elementos minoritarios y trazas con anomalías negativas de valores mínimos versus la distancia. Se grafican las concentraciones elementales tanto de las variedades de epidota *s.l.* (en triángulo epidotas de espacio abierto, en rombos epidota de remplazo y en cuadrados epidota rica en REE) como de la roca total (círculos negros), los dominios de alteración y los halos de mineralización sulfurada. La distancia, a lo largo del ADIT-71, es medida a partir de la Brecha Braden. A: Magnesio, B: Zinc.

El Cu, Mo, K y Tl se encuentran enriquecidos en la epidota *s.l.* del dominio potásico (Figura 4.20), no obstante cada uno presenta sus particularidades. Tanto el Cu como el Mo son altos en la epidota *s.l.* de zona de mena. Si bien el Mo se encuentra en el 98% de los casos por debajo del LOD, los datos que están sobre este límite están acotados a las inmediaciones de la Brecha Braden. Para el caso del Cu puede llegar a valores cercanos a los 400 ppm en esta zona, en cambio en el resto del perfil de estudio tiende a ser inferior a 20 ppm. Cabe señalar que las epidotas *s.l.* de la muestra ET-A71-8, localizada 1,45 km del depósito, presenta altos niveles de Cu en comparación con el resto de las epidotas *s.l.* del dominio propilítico. Esta alta concentración de Cu en las epidotas *s.l.* es coincidente con la alta concentración de cobre de la muestra, siendo la ET-A71-8 la muestra de mayor ley de cobre del dominio propilítico. El K en las epidotas *s.l.* se encuentra entre los 1.000 y 4.000 ppm en la zona potásica, en contraste con el resto del perfil, donde la concentración disminuye entre los 20 y los 1.000 ppm. Esta relación presenta concordancia con los contenidos de roca total. El Tl se encuentra mayormente concentrado en las epidotas *s.l.* que se encuentran en la superposición entre el halo pirítico y la alteración potásica, sobrepasando los 0,1 ppm, para luego disminuir en el dominio propilítico por debajo de los 0,05 ppm (LD de 0,02 ppm). Esta relación presenta concordancia con los contenidos de roca total.

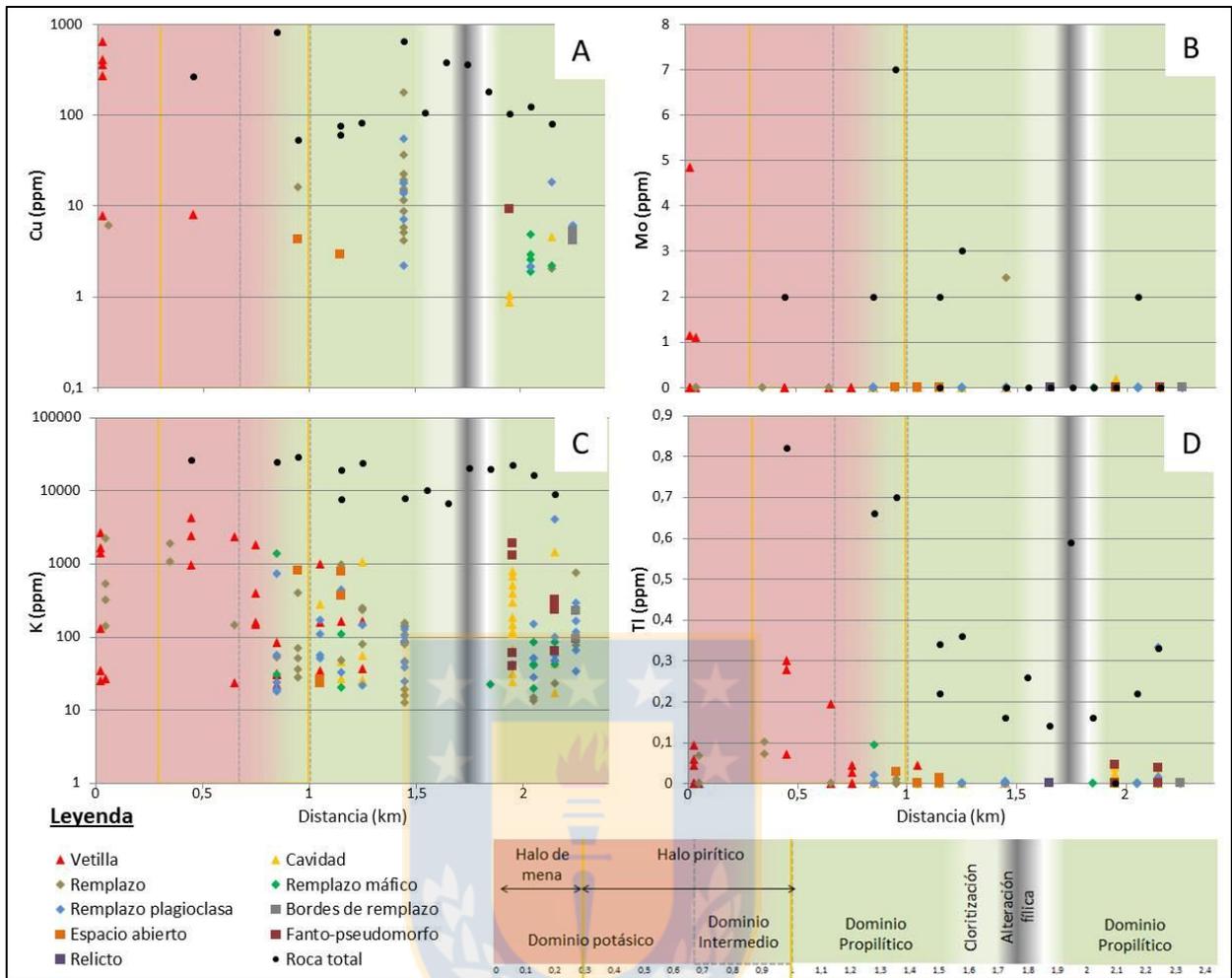


Figura 4.20 Concentración de los elementos minoritarios y trazas enriquecidos en epidotas *s.l.* del dominio potásico versus la distancia. Se grafican las concentraciones elementales tanto de las variedades de epidota *s.l.* (en triángulo epidotas de espacio abierto, en rombos epidota de remplazo y en cuadrados epidota rica en REE) como de la roca total (círculos negros), los dominios de alteración y los halos de mineralización sulfurada. La distancia, a lo largo del ADIT-71, es medida a partir de la Brecha Braden. A: Cobre, B: Molibdeno, C: Potasio, y D: Talio.

Varios elementos aumentan fuera del dominio potásico, siguiendo 3 patrones diferentes:

- 1) alcanzan valores máximos en el borde del halo pirítico para luego disminuir (Bi, Mn, Sb, HREE, Sc y U),
- 2) sin una tendencia definida o con una distribución uniforme en el dominio propilítico (As, Hf, Pb, Sn, Ti, V y Zr) o
- 3) con concentraciones mayores al alejarse del depósito (Co, Na, Sr, LREE y Th).

Cabe destacar que para evaluar a qué tipo de patrón corresponde se omitirán las anomalías producidas entre 1,5 a 1,9 km, caracterizada por una baja cantidad de epidotas *s.l.* debido a las alteraciones dominantes (clorización, alteración fílica o escasa alteración hidrotermal).

Las gráficas de los elementos enriquecidos en el dominio propilitico proximal, específicamente en el margen externo del halo pirítico se aprecian en las Figura 4.21, Figura 4.22 y Figura 4.23.

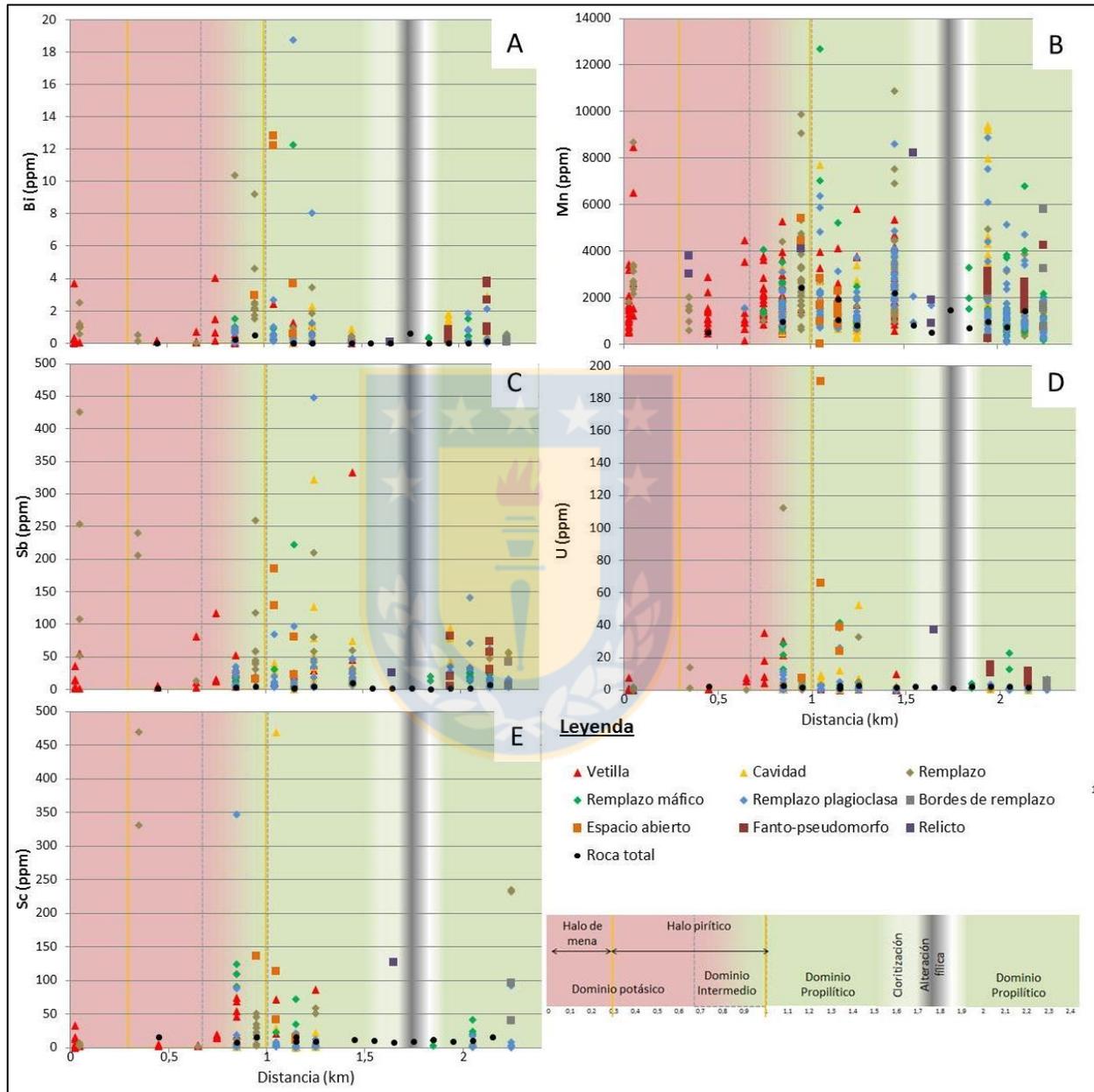


Figura 4.21 Concentración de los elementos minoritarios y trazas, exceptuando REE, enriquecidos en epidotas *s.l.* del dominio propilitico proximal versus la distancia. Se grafican las concentraciones elementales tanto de las variedades de epidota *s.l.* (en triángulo las de espacio abierto, en rombos de las reemplazo y en cuadrados las ricas en REE) como de la roca (círculos negros), los dominios de alteración y los halos de mineralización sulfurada. La distancia, a lo largo del ADIT-71, es medida a partir de la Brecha Braden. A: Bismuto, B: Manganeso, C: Antimonio, D: Uranio y E: Escandio.

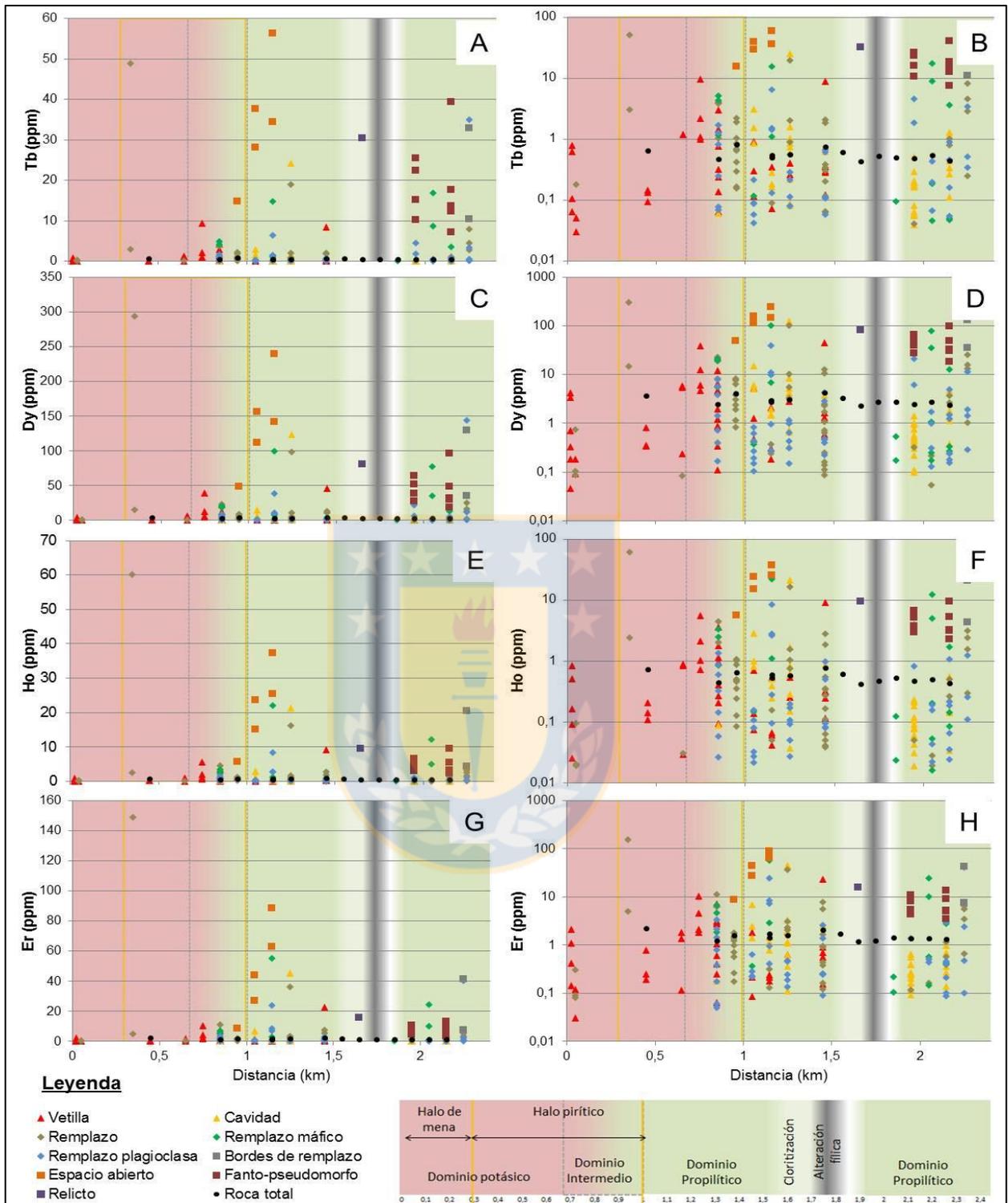


Figura 4.22 Concentración de las HREE Tb, Dy, Ho y Er, enriquecidas en epidotas *s.l.* del dominio propilítico proximal versus la distancia. Se grafican las concentraciones elementales, en escala normal (columna izquierda) y logarítmica (columna derecha), tanto de las variedades de epidota *s.l.* (en triángulo epidotas de espacio abierto, en rombos epidota de remplazo y en cuadrados epidota rica en REE) como de la roca total (círculos negros), los dominios de alteración y los halos de mineralización sulfurada. La distancia, a lo largo del ADIT-71, es medida a partir de la Brecha Braden. A y B: Terbio, C y D: Disprobio, E y F: Holmio, y G y H: Erblio.

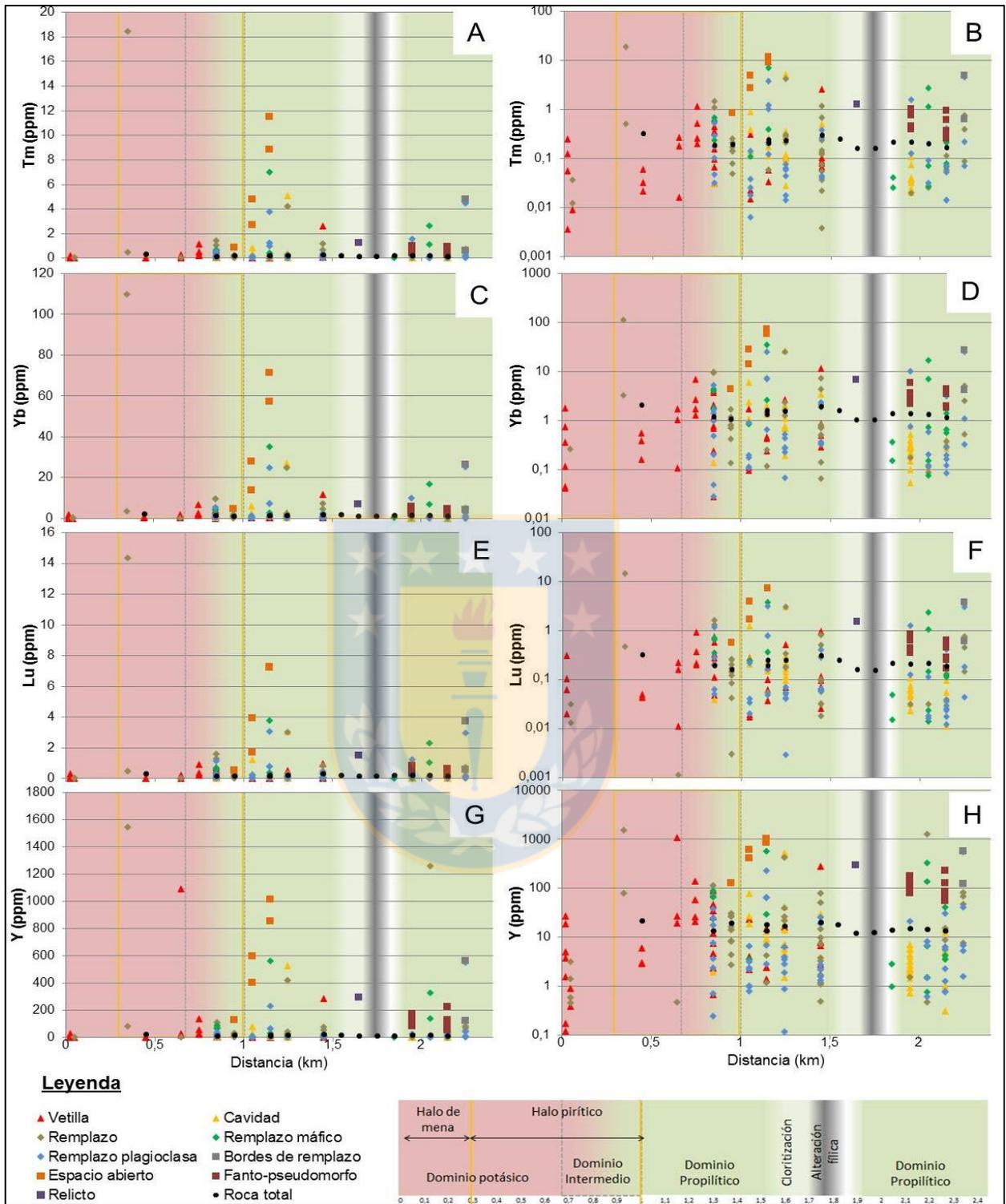


Figura 4.23 Concentración de las HREE Tm, Yb, Lu, y Y, enriquecidas en epidotas *s.l.* del dominio propilítico proximal versus la distancia. Se grafican las concentraciones elementales, en escala normal (columna izquierda) y logarítmica (columna derecha), tanto de las variedades de epidota *s.l.* (en triángulo epidotas de espacio abierto, en rombos epidota de reemplazo y en cuadrados epidota rica en REE) como de la roca total (círculos negros), los dominios de alteración y los halos de mineralización sulfurada. La distancia, a lo largo del ADIT-71, es medida a partir de la Brecha Braden. A y B: Tulio, C y D: Iterbio, E y F: Lutecio, y G y H: Itrio.

El Bi tiene un aumento en la parte externa del halo pirítico llegando hasta los 18,7 ppm para luego disminuir por bajo los 4 ppm. En el dominio potásico no sobrepasa el 1 ppm, a excepción de la muestra más cercana a la Brecha Braden que llega casi a los 4 ppm. El Mn pasa en general de valores menores de 4.500 ppm en el dominio potásico a valores que incluso pueden sobrepasar los 10.000 ppm en el dominio propilítico. La tendencia en este último dominio tiene a ir decreciendo a medida que nos alejamos del depósito, cuyos mayores valores estarán en cercanos al halo pirítico. El Sb en el dominio potásico presenta valores bajo los 100 ppm en vetillas, pero en epidotas producto de remplazo llega hasta los 425 ppm. En el dominio propilítico, cercano al halo pirítico aumenta su concentración en epidotas de diversa génesis, llegando a 447 ppm como máximo. A mayor distancia del depósito la concentración no supera los 150 ppm. El U en el dominio potásico no sobrepasa los 14 ppm, elevándose bruscamente en el dominio intermedio, llegando a su máximo en el borde externo del halo pirítico con un valor de tope de 190 ppm en una alanita, para luego descender a valores inferiores de 37 ppm en el dominio propilítico distal. El Sc en el dominio potásico no pasa de los 35 ppm, a excepción de algunas epidotas producto de remplazo, cambiando bruscamente a comienzos del dominio propilítico, en torno a los 150 ppm, no obstante valores anómalos llegan hasta los 469 ppm. En el dominio propilítico distal disminuye en general bajo los 50 ppm.

La distribución de las REE en este dominio no es pareja, donde las epidotas están mayormente enriquecidas en HREE en el dominio propilítico proximal (Figura 4.22 y 4.23), cercanas al halo pirítico, con un hábito es cristalino de espacio abierto (vetillas y cavidades). En cambio las epidotas más distales se encuentran enriquecidas en LREE y son producto de remplazo. Debido a que las concentraciones de REE varían en varios ordenes de magnitud, se presentan gráficamente tanto en escala normal como logarítmica, para una mejor apreciación.

Con respecto a las HREE, el Y es el elemento más abundante, superando en varios análisis los 100 ppm. En el dominio potásico no sobrepasa los 100 ppm, en cambio en el propilítico cercano alcanza los 1.000 ppm, para luego disminuir por debajo de los 400 ppm. Las REE obedecen la Regla de Oddo-Harkins, donde las HREE de Z par son más abundantes en comparación con los elementos contiguos de Z impar, por esta razón el Dy es la segunda HREE más abundante (BLD a 300 ppm) y el Lu es la menos abundante (BLD a 15 ppm). Respecto al

hábito, los valores más altos tanto en epidota como en alanita, ocurren en general en el dominio propilítico cercano, en las epidotas *s.l.* cristalizadas en espacios abiertos (cavidades y vetillas); por el contrario, en el dominio propilítico distal, ocurren en las epidotas *s.l.* producto de remplazo.

Las gráficas de los elementos que no presentan una tendencia definida o con una distribución uniforme en el dominio propilítico se aprecian en la Figura 4.24. El As presenta valores altos a lo largo de todo este dominio, alcanzando los 680 ppm, mientras que en el dominio potásico, no sobrepasa los 160 ppm, a excepción de la muestra ET-A71-30, con valores que alcanzan los 640 ppm. El Hf aumenta notoriamente en el dominio propilítico en comparación con el dominio potásico, pasando de valores inferiores a 0,5 ppm a cercanos a 2 ppm, respectivamente. El Pb pasa de valores en torno a los 150 ppm en el dominio potásico (a excepción de la muestra cercana a la Brecha Braden, con valores que llegan hasta los 800 ppm), a valores que superan los 300 ppm a lo largo del dominio propilítico. El Sn sobrepasa los 5,5 ppm en el dominio potásico, a excepción de algunas epidotas producto de remplazo. Tanto en la zona intermedia como en el dominio propilítico todas las variedades texturales de la epidota *s.l.* superan dicho valor. Sin embargo, no es posible distinguir un patrón claro con excepción de altas concentraciones (hasta los 32 ppm) en epidotas producto de remplazo de minerales máficos a 2,05 km del depósito. El Ti presenta un aumento en su concentración en el dominio propilítico, pasando de no más de 2.100 ppm en el dominio potásico hasta valores máximos de 5.000 ppm en algunas epidotas ricas en REE. A lo largo del dominio propilítico no se distinguen zonas anómalas o tendencias claras donde la concentración se eleve. El V aumenta su concentración en el dominio propilítico fuera del halo pirítico, pasando de valores inferiores de los 1.600 ppm en los halos de mena y pirítico, a valores superiores a estos fuera de dichos halos, cuyos máximos son cercanos a 3.000 ppm y ocurren a 1,25 km del depósito. El Zr presenta un leve aumento al pasar del dominio potásico al propilítico (valores máximos de 16 ppm a 23 ppm, respectivamente). En el dominio propilítico las concentraciones presentan un patrón constante sin tendencias marcadas.

Las gráficas de los elementos enriquecidos en el dominio propilítico distal se aprecian en las Figura 4.25, Figura 4.26 y Figura 4.27.

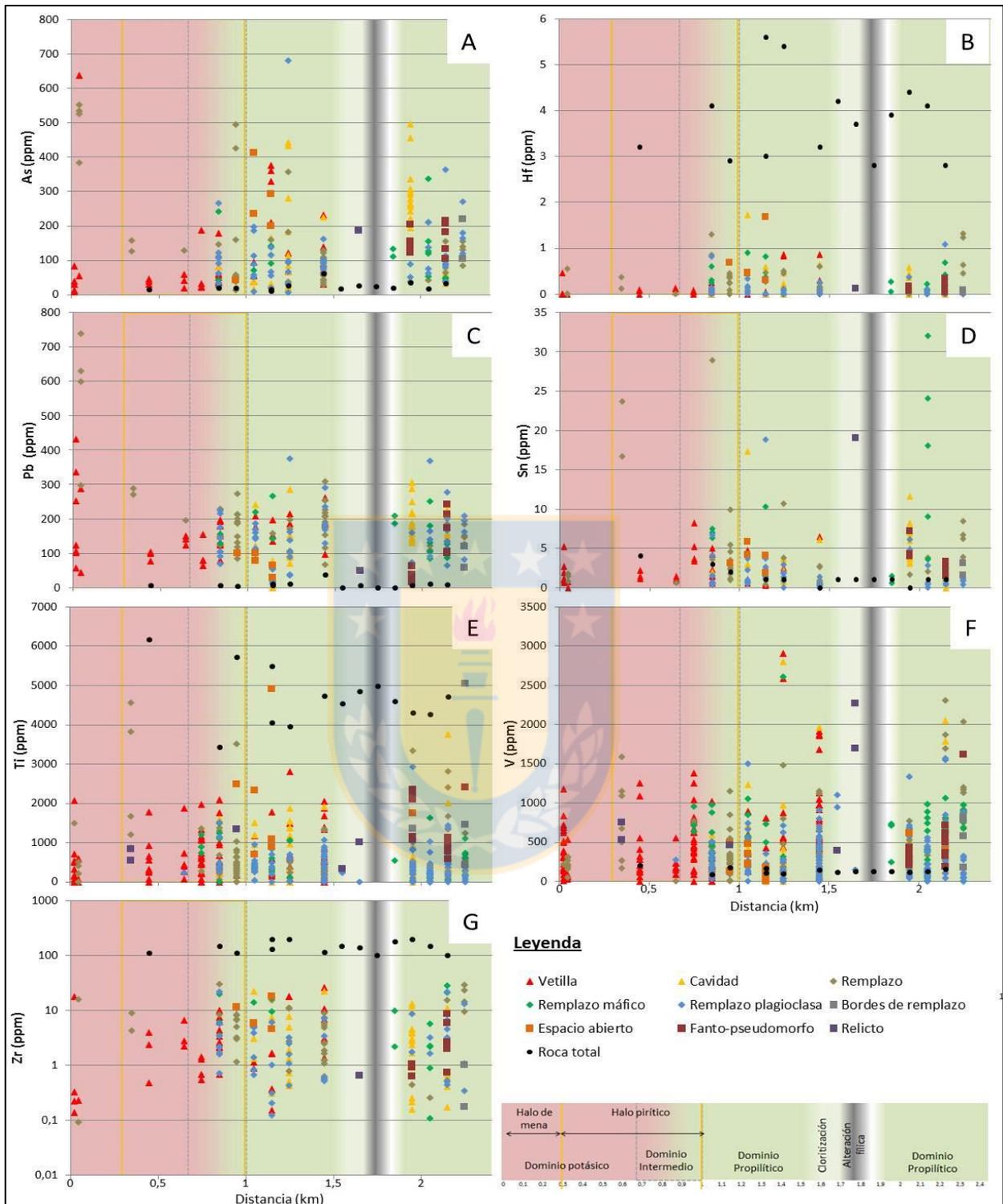


Figura 4.24 Concentración de los elementos minoritarios y trazas enriquecidos en epidotas *s.l.* a lo largo de todo el dominio propilítico versus la distancia. Se grafican las concentraciones elementales tanto de las variedades de epidota *s.l.* (en triángulo epidotas de espacio abierto, en rombos epidota de reemplazo y en cuadrados epidota rica en REE) como de la roca total (círculos negros), los dominios de alteración y los halos de mineralización sulfurada. La distancia, a lo largo del ADIT-71, es medida a partir de la Brecha Braden. A: Arsénico, B: Hafnio, C: Plomo, D: Estaño, E: Titanio, F: Vanadio, y G: Zirconio.

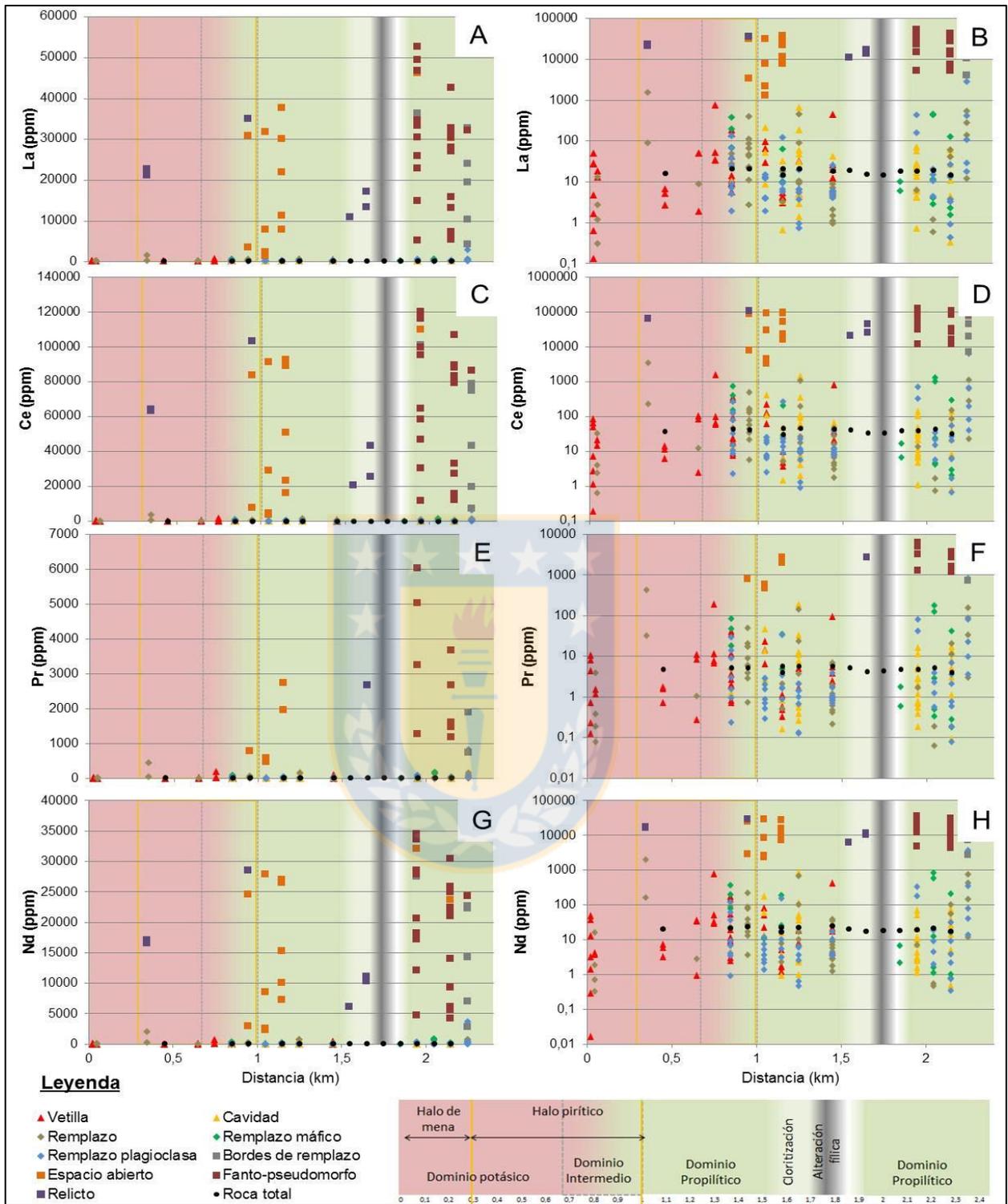


Figura 4.25 Concentración de las LREE La, Ce, Pr y Nd, enriquecidas en epidotas *s.l.* del dominio propilítico distal versus la distancia. Se grafican las concentraciones elementales, en escala normal (columna izquierda) y logarítmica (columna derecha), tanto de las variedades de epidota *s.l.* (en triángulo epidotas de espacio abierto, en rombos epidota de remplazo y en cuadrados epidota rica en REE) como de la roca total (círculos negros), los dominios de alteración y los halos de mineralización sulfurada. La distancia, a lo largo del ADIT-71, es medida a partir de la Brecha Braden. A y B: Lantano, C y D: Cerio, E y F: Praseodimio, y G y H: Neodimio.

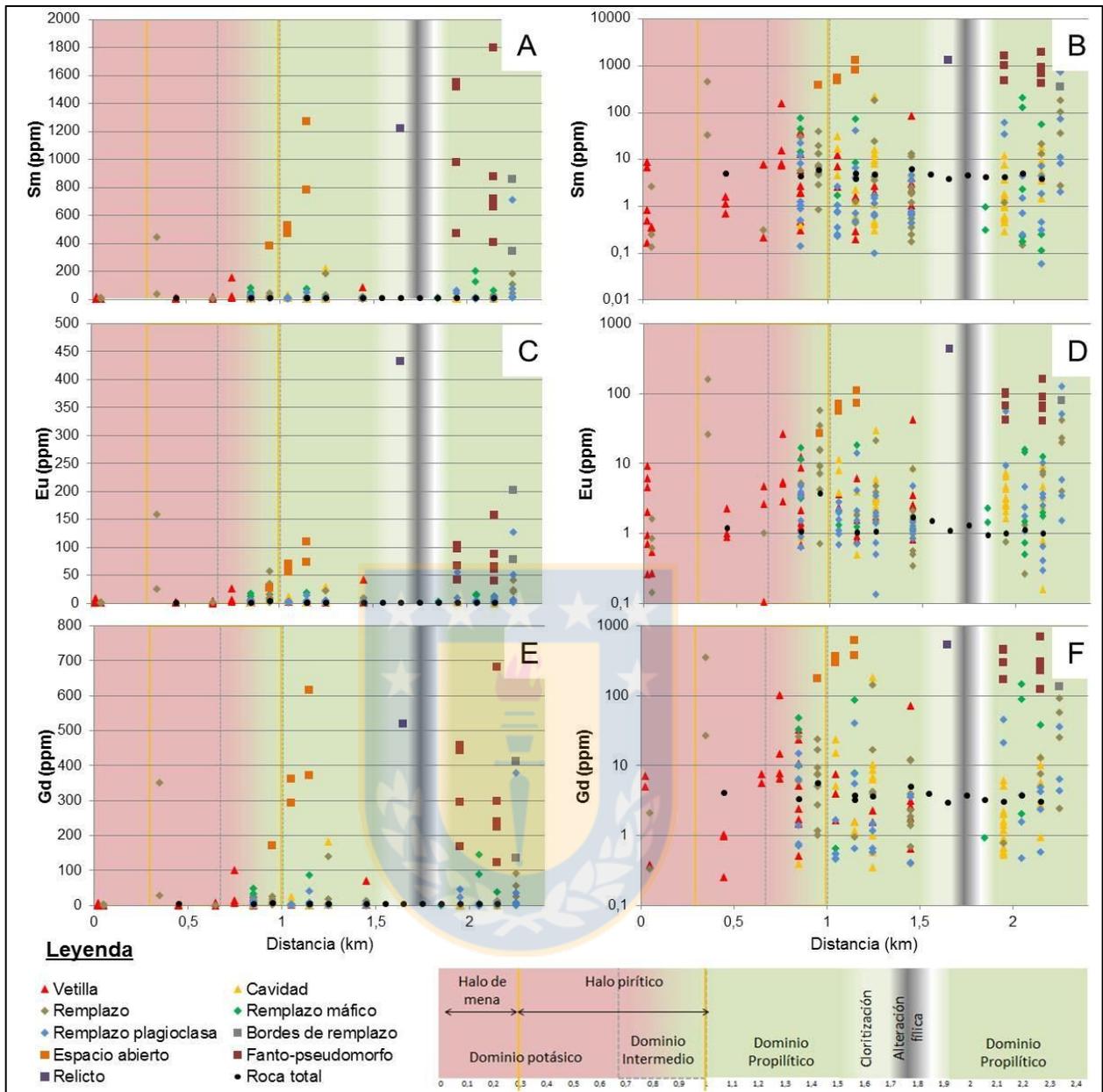


Figura 4.26 Concentración de las LREE Sm, Eu y Gd, enriquecidas en epidotas *s.l.* del dominio propilítico distal versus la distancia. Se grafican las concentraciones elementales, en escala normal (columna izquierda) y logarítmica (columna derecha), tanto de las variedades de epidota *s.l.* (en triángulo epidotas de espacio abierto, en rombos epidota de remplazo y en cuadrados epidota rica en REE) como de la roca total (círculos negros), los dominios de alteración y los halos de mineralización sulfurada. La distancia, a lo largo del ADIT-71, es medida a partir de la Brecha Braden. A y B: Samario, C y D: Europio, y E y F: Gadolinio.

Como se mencionó anteriormente, la distribución de las REE en el dominio propilítico no es uniforme. Las epidotas aláníticas se encuentran más enriquecidas en HREE en sectores más proximales, mientras que las LREE se enriquecen en las epidotas *s.l.* de sectores distales de este dominio (Figura 4.25 y Figura 4.26). El hábito principal es de las epidotas ricas en REE en la zona

proximal es cristalino de espacios abiertos, mientras que en la zona distal se presenta principalmente como fanto-pseudomorfo producto de remplazos. La abundancia de los distintos elementos del grupo de las LREE está gobernada por la Regla de Oddo-Harkins, según el cual las LREE con un Z par son más abundantes en comparación elementos contiguos de Z impar. Se destaca además que las LREE con un Z impar, como son el La y el Pr, presentan un mayor contraste en la concentración al comparar las epidotas *s.l.* del dominio propilítico distal versus el proximal, llegando a duplicar su abundancia. Es por tal motivo que las LREE más abundantes son el Ce, Nd y La, pero esta última presenta un mayor tasa de incremento en su concentración.

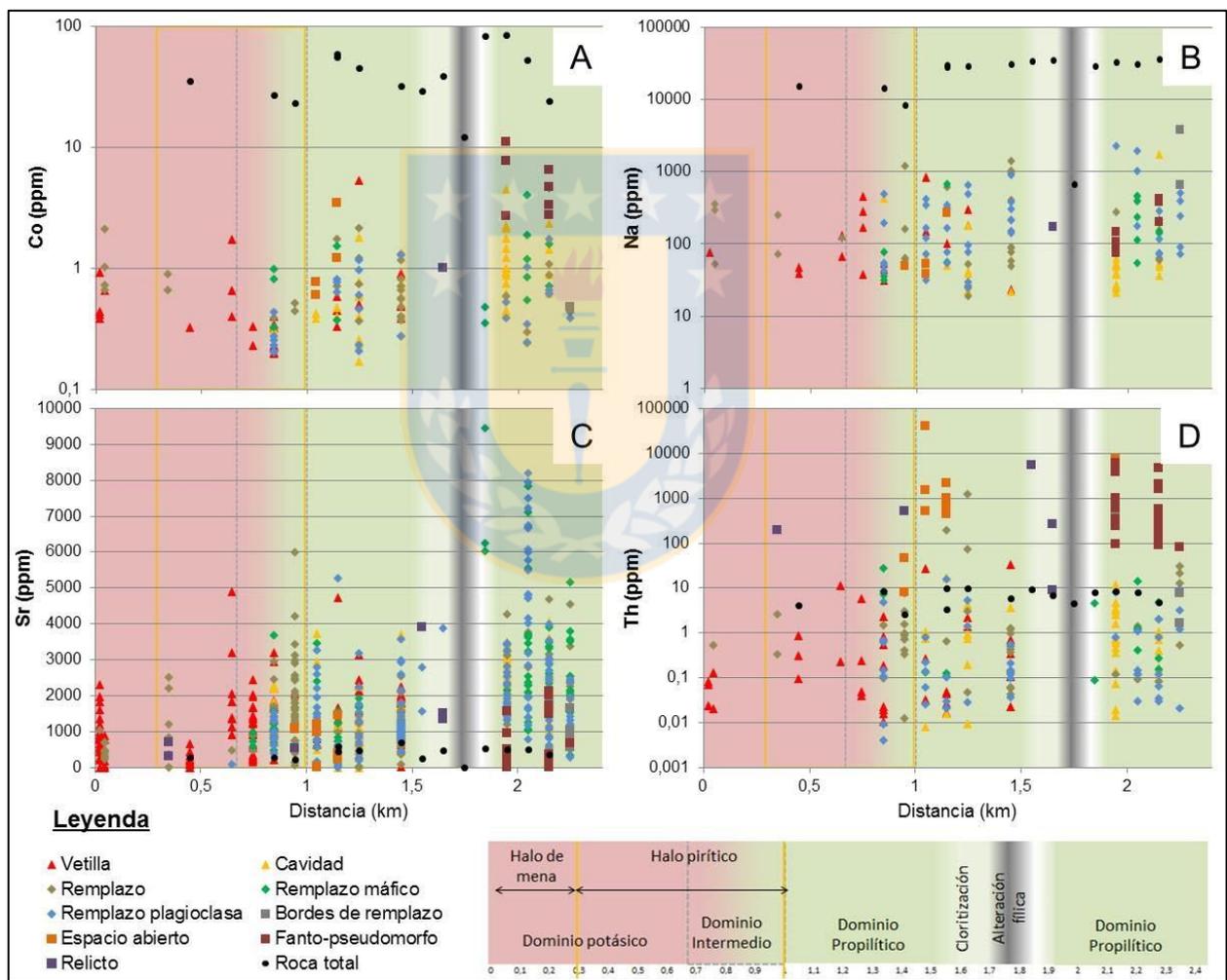


Figura 4.27 Concentración de los elementos minoritarios y trazas, exceptuando REE, enriquecidos en epidotas *s.l.* del dominio propilítico distal versus la distancia. Se grafican las concentraciones elementales tanto de las variedades de epidota *s.l.* (en triángulo epidotas de espacio abierto, en rombos epidota de remplazo y en cuadrados epidota rica en REE) como de la roca total (círculos negros), los dominios de alteración y los halos de mineralización sulfurada. La distancia, a lo largo del ADIT-71, es medida a partir de la Brecha Braden. A: Cobalto, B: Sodio, C: Estroncio, y D: Torio.

El Co en la epidota *s.l.* del dominio propilítico aumenta levemente a medida que aumenta la distancia al depósito; los valores máximos ocurren en las alanitas fanto-pseudomorfas. El patrón de concentración de Co en la epidota *s.l.* se correlaciona con el patrón de concentración de Co de la roca caja. El Na pasa de valores inferiores de los 400 ppm en el dominio potásico a valores superiores a los 1.000 ppm en el dominio propilítico. Este cambio se correlaciona con el patrón de las concentraciones de la roca. Se puede observar una tendencia de aumento en la concentración de Na a medida que aumenta la distancia al depósito. El Sr presenta un aumento en su concentración a mayor distancia del depósito, pasando de máximos de 2.000 ppm en la zona de mena hasta valores cercanos a 10.000 ppm en sectores propilíticos distales. Las epidotas *s.l.* que presentan mayor concentración de Sr son las producidas por el remplazo de minerales máficos como de plagioclasas. El Th aumenta a medida que aumenta la distancia al depósito, llegando a valores cercanos a los 10.000 ppm en el sector propilítico distal, no obstante hay un análisis rico en Th (4% Th) a 1,05km. Los resultados más altos en Th se observaron en epidotas ricas en REE.



5. DISCUSIÓN

5.1. Partición química

Para evaluar el uso de la epidota *s.l.* como herramienta de vectorización es necesario, en primer lugar, determinar cuáles son los elementos que se concentran de preferencia en la epidota *s.l.*, en relación a la roca de caja. Para ello se determinó la partición de los elementos químicos durante la alteración hidrotermal formadora de epidota *s.l.*, mediante la comparación de las concentraciones de dichos elementos en la epidota *s.l.* versus la roca total. Esto tiene como finalidad definir qué elementos y en que ordenes de magnitud se enriquecen en la epidota en comparación con la roca caja.

Los elementos que normalmente se enriquecen más en la roca caja que en la epidota *s.l.*, es decir aquellos elementos que se particionan preferentemente en otras fases minerales, son, en orden de abundancia decreciente en la roca caja: Si, Na, K, Mg, Ti, Ba, Zr, Cu, Zn, Ce, Co, Nd, Y, Sc, Th, Pr, Sm, Hf, Gd, Dy, U, Er, Yb, Ho, Tb, Tl, Lu y Tm (Figura 5.1). No obstante, las REE, Sc, Th y U presentan alta dispersión de valores en la epidota *s.l.*, pudiendo alcanzar concentraciones que superan ampliamente las concentraciones en la roca caja, tal es el caso de las epidotas ricas en REE o alaníticas que concentran dichos elementos. Estos elementos son de gran relevancia, debido a que son elementos distales en las epidotas *s.l.* del depósito El Teniente.

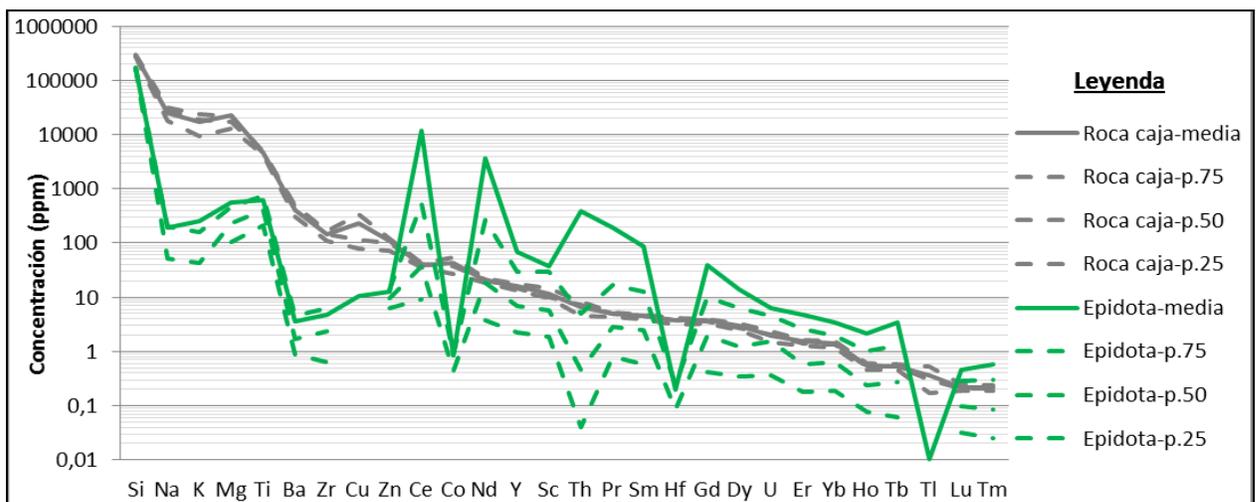


Figura 5.1 Elementos concentrados mayormente en la roca alterada en comparación a la epidota *s.l.* 212 análisis LA-ICP-MS 212 y 461 análisis WDS en epidota *s.l.* y 14 análisis en roca total. Se muestran la media, mediana, percentil 25 y 75.

Por otra parte, los elementos que preferentemente se particionan en la epidota *s.l.* en comparación a la roca caja, es decir que prefieren entrar en la epidota *s.l.* versus entrar en otras fases minerales, son: Ca, Al, Fe, Mn, Sr, V, Pb, As, Ga, La, Sb, Eu, Sn y Bi (Figura 5.2). Donde los elementos Mn, Sr, V, Pb, As, La, Sb, Eu, Sn y Bi son de particular interés ya que son elementos distales en la epidota *s.l.* del depósito El Teniente.

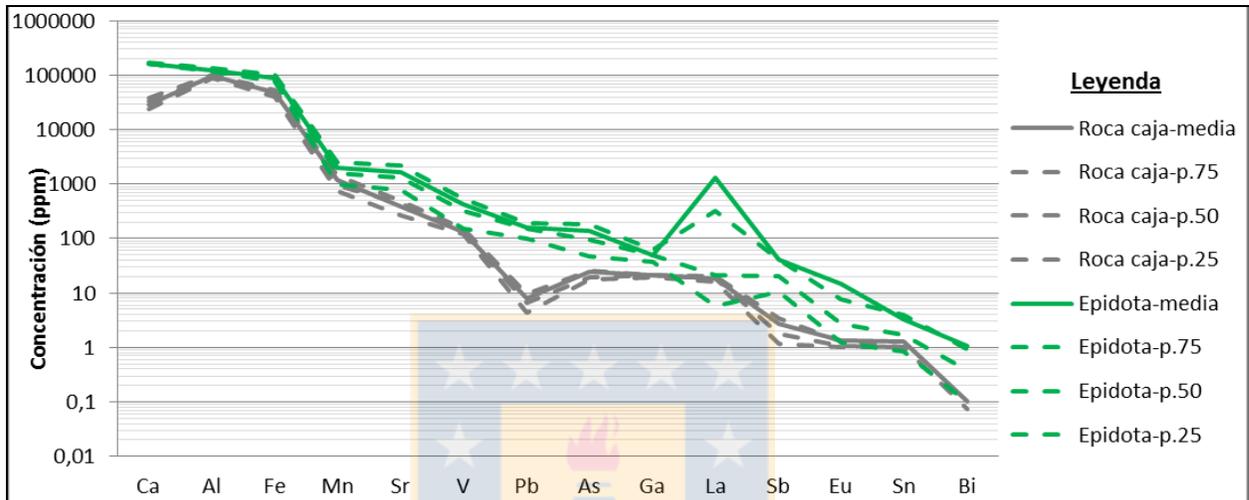


Figura 5.2 Elementos concentrados mayormente en la epidota *s.l.* en comparación con la roca alterada. 212 análisis LA-ICP-MS y 461 análisis WDS en epidota *s.l.* y 14 análisis en roca total. Se muestran la media, mediana, percentil 25 y 75.

La epidota *s.l.* contiene Si, Ca, Al y Fe como componentes mayoritarios (mayor a 1% o 10.000 ppm) y en algunos sectores se incluyen, además, las REE. En el Adit-71 se encuentra mayoritariamente epidota *s.s.* y en menor medida epidota rica en REE a alanita. Los elementos minoritarios-traza más abundantes en las epidotas *s.l.* analizadas son Mn y Sr, que están típicamente presentes en concentraciones superiores a 1.000 ppm, y son detectables fácilmente con microsonda electrónica. Otros elementos traza que pueden ser detectados con microsonda electrónica son Ti, Mg, V y Pb, por estar en general, sobre los 100 ppm; en cambio el resto de los elementos requiere de análisis LA-ICP-MS para su cuantificación. Dentro de estos elementos los más abundantes son As, Na, Ga, K, Ce, La, Sb y Nd que suelen tener entre 10 a 100 ppm. Los elementos menos abundantes que se analizaron (normalmente menores a 10 ppm) son Sc, Co, Cu, Zn, Y, Zr, Mo, Sn, Te, Ba, Pr, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Au, Tl, Bi, Th y U. Estos incluyen elementos que están por debajo del límite de detección en muchos análisis de LA-ICP-MS, específicamente Cu, Mo, Te, Au y Tl.

Estos elementos pueden estar presentes en la red cristalina de las epidotas, o encontrarse como micro a nano inclusiones dentro de este mineral. Esto puede determinarse mediante la inspección de los espectros de los análisis LA-ICP-MS. Según este análisis, la mayor parte de los elementos medidos, entre los que se incluye la mayoría de los elementos exploradores mencionados, entran en la epidota *s.l.* por sustitución en la red cristalina, debido a que tienen un comportamiento homogéneo a lo largo del espectro (Figura 5.3: 11B). No obstante el Cu y otros elementos asociados, como el Mo, que son elementos poco comunes en la epidota *s.l.*, con concentraciones cercanas o por debajo del límite de detección de LA-ICP-MS, se encuentran en la epidota *s.l.* posiblemente como inclusiones submicroscópicas (nano inclusiones), las que se identifican por la presencia de múltiples y pequeños *peaks* en los espectros de LA-ICP-MS de dichos elementos (Figura 5.3: 11A). Los *peaks* de mayor amplitud reflejarían inclusiones de una fase mineral distinta a la epidota *s.l.* de mayores dimensiones (Figura 5.3: 17), los que fueron eliminados en el procesamiento de los resultados. Esta hipótesis es planteada por Cooke y otros (2014a), no obstante estos autores no la visualizaron a través de la inspección de los espectros LA-ICP-MS.

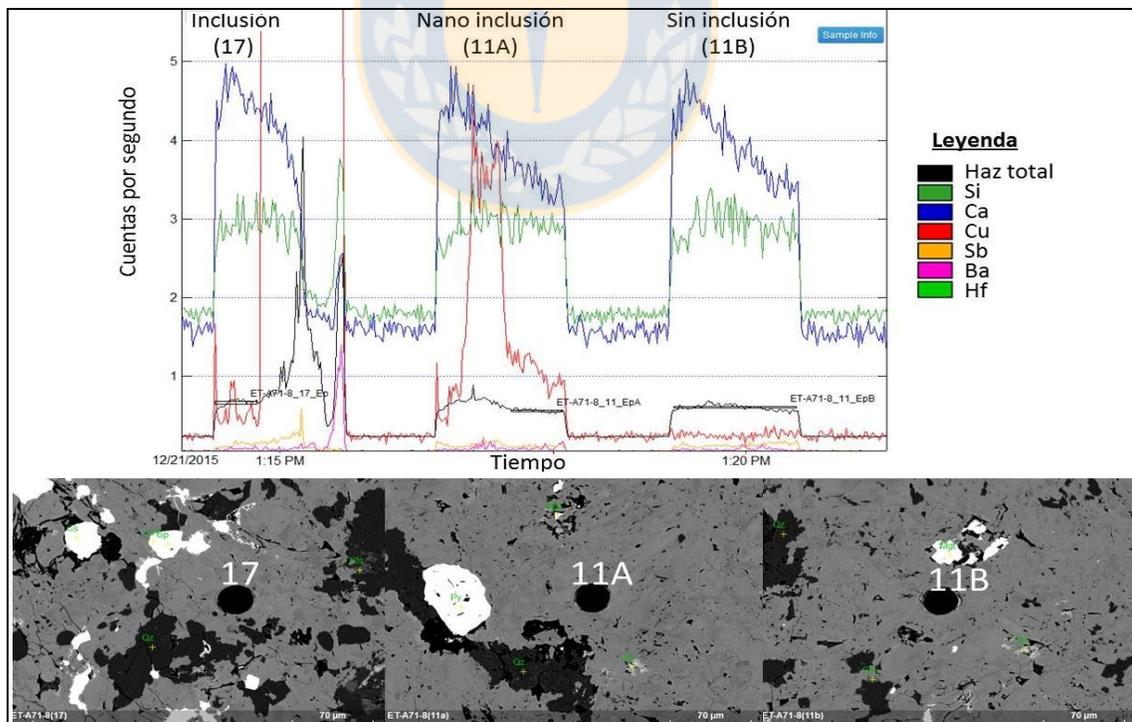


Figura 5.3 Espectros LA-ICP-MS representativos de inclusiones contaminantes en las epidotas *s.l.* del depósito El Teniente. Se ejemplifican espectros con inclusión rica en Cu en profundidad (17), con múltiples nano inclusiones de Cu (11A) y libre de inclusiones (11B), de la muestra ET-A71-8, con sus respectivas imágenes BSE obtenidas en EPMA.

Los resultados del presente estudio se asemejan con los obtenidos por Cooke y otros (2014a), respecto a los elementos que se particionan tanto a la epidota *s.l.* como a la roca caja, y a las concentraciones en la cual se encuentran algunos elementos en la epidota *s.l.*. Las mayores discrepancias ocurren con respecto a las REE, Pb, As, Sb, y la química de roca total. Estos autores no señalan concentraciones mayoritarias de REE para las epidotas *s.l.* en los depósitos estudiados, donde por ejemplo el La no sobrepasa los 1.500 ppm, mientras que en este estudio la concentración de La puede alcanzar valores 35 veces superiores a lo señalado por esos autores. Recientemente Kobylinski y otros (2016) han reportado altas concentraciones de REE en epidota *s.l.* en zonas propilíticas distales en un pórfido de Cu-Mo en Canadá. Los elementos Pb, As y Sb se encuentran enriquecidos de 2 a 4 veces más en El Teniente en comparación a los vistos por Cooke y otros (2014a), donde el Pb es el elemento con mayor variación (3 a 4 veces más). Estos resultados son relevantes, ya que el Pb, As y Sb son los elementos exploradores distales en el uso de la epidota como herramienta de exploración de sistemas porfídicos presentada por estos autores.

Respecto a la química de roca total, el distrito estudiado por Cooke y otros (2014a) presenta mayor variabilidad composicional de la roca caja, en comparación a los resultados de este estudio, cuya composición se mantiene relativamente constante a lo largo del Adit-71. Esto se debe a que la litología observada es bastante más homogénea (gabro-diorita), comparada con la estudiada por esos autores (gabros, dioritas, basaltos, andesitas, volcansedimentarias, entre otras). Esta homogeneidad composicional facilita la validación de la epidota *s.l.* como herramienta de vectorización y fertilidad al disminuir variables externas a la génesis hidrotermal.

5.2. Herramienta de vectorización

Las características geoquímicas de un depósito tipo pórfido cuprífero pueden ser identificadas mediante el uso de litogeoquímica de la roca caja, patrones de zonación de elementos minoritarios, composición mineral o composición de los fluidos (John y otros, 2010).

El estudio litogeoquímico de la roca caja es ampliamente utilizado, tanto en rocas premineralizadas, mineralizadas como post mineralizadas, para discriminar rocas alteradas o

inalteradas y distinguir entre intrusiones mineralizadas y no mineralizadas (John y otros, 2010), como es el caso del uso de indicadores de alteración para guías de “vectorización” (Urqueta y otros, 2009), evaluación de ganancia o pérdida de elementos durante la alteración (Ulrich & Heinrich, 2002), cambios petrográficos e isotópicos (Djouka-Fonkwé y otros, 2012), entre otros.

Dentro del estudio de geoquímica de roca caja, los elementos “indicadores” o “*target*”, son los elementos principales del depósito, que para el caso de un pórfido de cobre, son los característicos de la zona potásica, como el K o los elementos de mena (Cu, Au y/o Mo). En cambio los elementos “exploradores” o “*pathfinder*” son elementos que pueden ser detectados a mayor distancia del núcleo mineralizado y son indicativos de un depósito. Para el caso de un pórfido de cobre, son los elementos asociados a la alteración propilítica, como el Zn y el As. Cooke y otros (2014a) determinaron que en los depósitos que ellos estudiaron (pórfidos Cu-Au) los elementos indicadores son Cu, Au, Mo y Sn, y los elementos exploradores son As, Sb, Pb, Zn y Mn, y en menor medida Y, Zr, y La.

Para el caso de El Teniente (Figura 5.4), los “elementos indicadores” determinados en este estudio en la roca caja, aparte del Cu y Mo (mena principal), son el Fe, K, V, Sn y Tl; y los “elementos exploradores” en la roca, en orden de abundancia, son el Na, Mn, Sr, Zn, Co, As, Pb y Th, donde el Zn aumenta su concentración en el dominio propilítico proximal. El resto de los elementos analizados en este estudio, no presenta una anomalía clara en el dominio potásico ni propilítico. Cabe señalar que el Ca, Na, Sr y Co poseen una marcada anomalía negativa en la alteración fílica, en contraposición con el Mg y Tl que tienen una marcada anomalía positiva en este tipo de alteración. Respecto a las REE (Figura 5.4.B), de gran relevancia en este estudio, la única anomalía clara en los análisis de roca total es la elevada concentración de Eu a 950 metros del depósito, coincidente con el borde externo del halo pirítico; y a excepción de ésta el resto de las REE se mantienen relativamente constantes, donde las LREE tienden a aumentar levemente en el dominio propilítico y las HREE tienden a disminuir levemente en el borde externo del halo pirítico. Todas las REE disminuyen en la alteración fílica.

Los resultados obtenidos muestran que los patrones de zonación se pueden detectar mediante la química de la epidota *s.l.*, y que en varios casos las anomalías químicas observadas en

la epidota *s.l.* son de órdenes de magnitud mayor que las detectadas mediante la química de roca total.

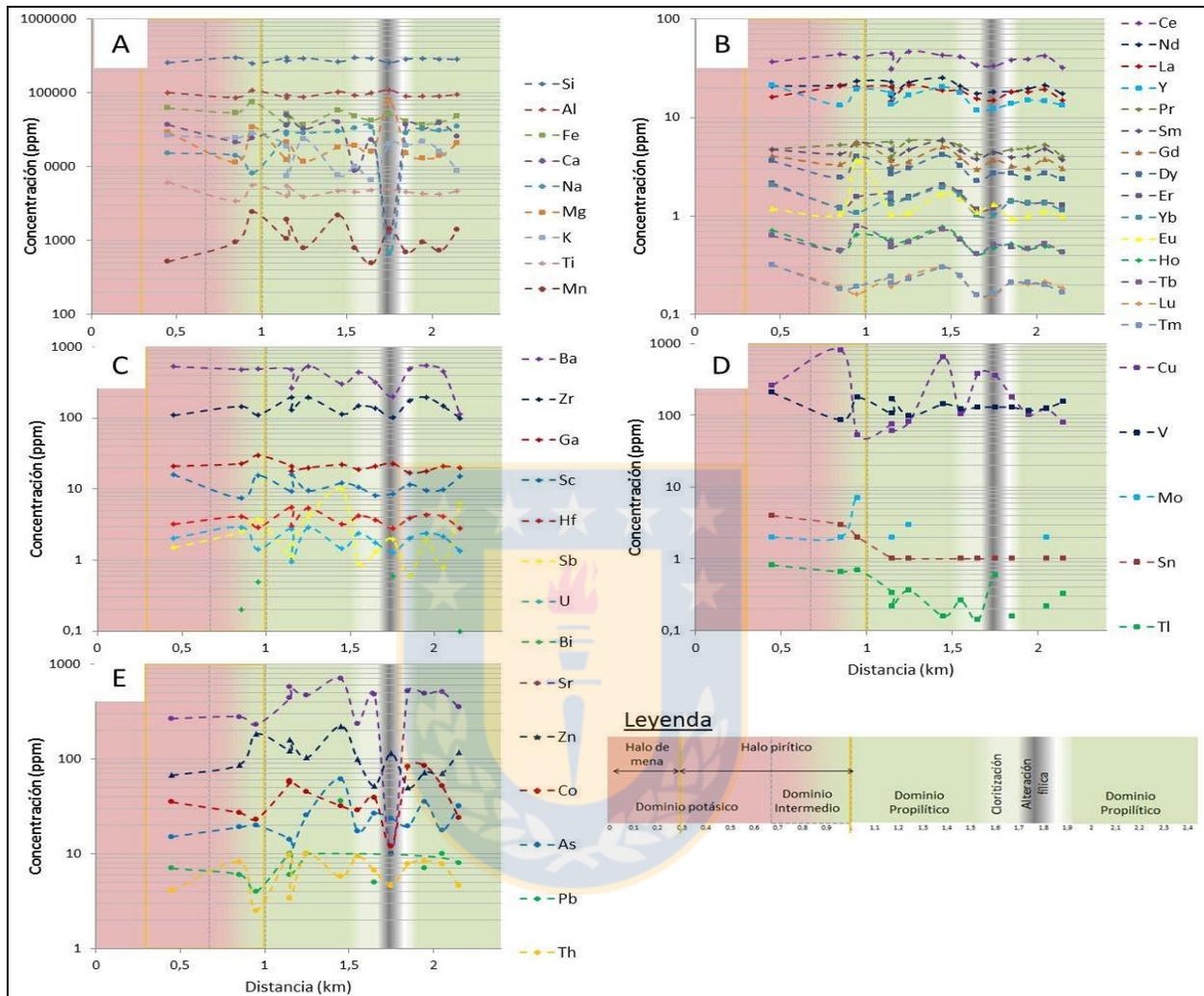


Figura 5.4 Concentración de elementos en la roca caja vs distancia a lo largo del Adit-71. Se grafican las concentraciones de los diferentes elementos en roca total, dominios de alteración y halos de mineralización sulfurada. A: Elementos mayoritarios y minoritarios, B: Tierras raras (REE), C, D y E: Elementos trazas sin considerar REE, sin anomalías distintivas (C), elementos indicadores (D) y elementos exploradores (E).

Elementos como el Cu, Mo, K y Tl se enriquecen en las epidotas *s.l.* dentro del dominio potásico (Figura 4.20), aunque con valores inferiores a los presentes en la roca caja. Dentro del dominio propilítico existe una distinción de proximidad al depósito; elementos como Bi, Mn, Sb, HREE, Sc y U se encuentran asociados a la epidota *s.l.* del dominio propilítico proximal, adyacente al halo pirítico (Figuras 4.21, 4.22 y 4.23). En este caso, el enriquecimiento es cercano a los 2 órdenes de magnitud mayor que lo detectado por análisis de roca total. Por otra parte,

elementos como el Co, Na, Sr, LREE y Th se enriquecen en la epidota *s.l.* del dominio propilítico distal (Figuras 4.25, 4.26 y 4.27), lejano al halo pirítico, donde el Co y Na tienen valores inferiores a la roca caja, el Sr se presenta con 1 orden de magnitud mayor a los valores de la roca caja y tanto el Th como las LREE poseen concentraciones cercanas a los 3 órdenes de magnitud por encima de los valores de la roca caja. Elementos como el As, Hf, Pb, Sn, Ti, V y Zr se encuentran enriquecidos en todo el dominio propilítico sin existir distinción en la proximidad de éste (Figura 4.24), el Hf, Ti y Zr se encuentran más enriquecidos en la roca caja que en las epidotas *s.l.*, mientras que el resto de estos elementos se encuentran con concentraciones sobre un orden de magnitud mayor en la epidota *s.l.* respecto a la roca caja.

Elementos como el Ca, Al, Fe, Mg y Zn presentan mayor variabilidad en las concentraciones de la epidota *s.l.* del dominio propilítico debido a las diferentes génesis que esta tiene, promoviendo los diversos tipos de sustitución dentro de su estructura cristalina. El Ca en particular posee una disminución ya que las REE lo sustituyen al entrar en la estructura cristalina.

Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con los obtenidos por Cooke y otros (2014a), en el sentido del enriquecimiento de la epidota *s.l.* en Cu y Mo en la zona potásica, y de As, Sb, Pb, Mn y REE en el dominio propilítico, y por ende validan el uso de la epidota *s.l.* como herramienta de vectorización en la exploración. No obstante, elementos como el Zn y Sn presentan discrepancia con el trabajo de estos autores, ya que el Zn en este estudio posee mayor variabilidad en la concentración en la zona propilítica, disminuyendo los valores mínimos (“anomalía negativa de valores mínimos”) en comparación a la anomalía positiva en Cooke y otros (2014a), y el Sn en este estudio se enriquece en el dominio propilítico versus el enriquecimiento en el dominio potásico visto por Cooke y otros (2014a). Para el caso del Au, no fue posible comprobar, en este estudio, el enriquecimiento en el dominio potásico propuesto por Cooke y otros (2014a), ya que los datos obtenidos están por debajo el límite de detección. Otra discrepancia con los resultados de Cooke y otros (2014a) se produce con la anomalía de REE y elementos asociados. Según estos autores estos elementos presentan una anomalía en el dominio propilítico proximal, a 0,5 km del depósito, adyacente al halo pirítico. Los resultados obtenidos en esta investigación muestran una zonación a lo largo de todo el dominio propilítico, donde las HREE se enriquecen en las epidotas *s.l.* más cercanas al depósito (proximales), mientras que las

LREE lo hacen en las epidotas *s.l.* más lejanas (distales) de dicho dominio. Kobylinski y otros (2016) encontraron alanita hidrotermal en zonas propilíticas, a 2 km del depósito Gibraltar, siendo consistente también con el enriquecimiento propuesto por Cooke y otros (2014a), pero al igual que en la presente investigación, las concentraciones de REE observadas son muy superiores a las observadas por Cooke y otros (2014a).

Algunas de estas discrepancias podrían deberse a las diferencias entre el distrito de Baguio, estudiado por Cooke y otros (2014a), y El Teniente, donde el primero está conformado por varios pórfidos de Cu-Au cuya mineralización de Cu es cercana a las 3 Mt, mientras que El Teniente es un pórfido de Cu-Mo de 95 Mt de Cu. Esto puede explicar que la mayor parte de los análisis esté por debajo del límite de detección del Au. La amplia zona anómala en REE en El Teniente podría ser debido a la diferencia de tamaño con respecto a los estudiados por Cooke y otros (2014a). No obstante las elevadas concentraciones de REE para formar epidotas ricas en REE o alanitas depende de otras variables (las que serán vistas más adelante), ya que la presencia de este mineral también podría estar en depósitos más pequeños (menos fértiles), como el depósito estudiado por Kobylinski y otros (2016) de 2,5 Mt de Cu.

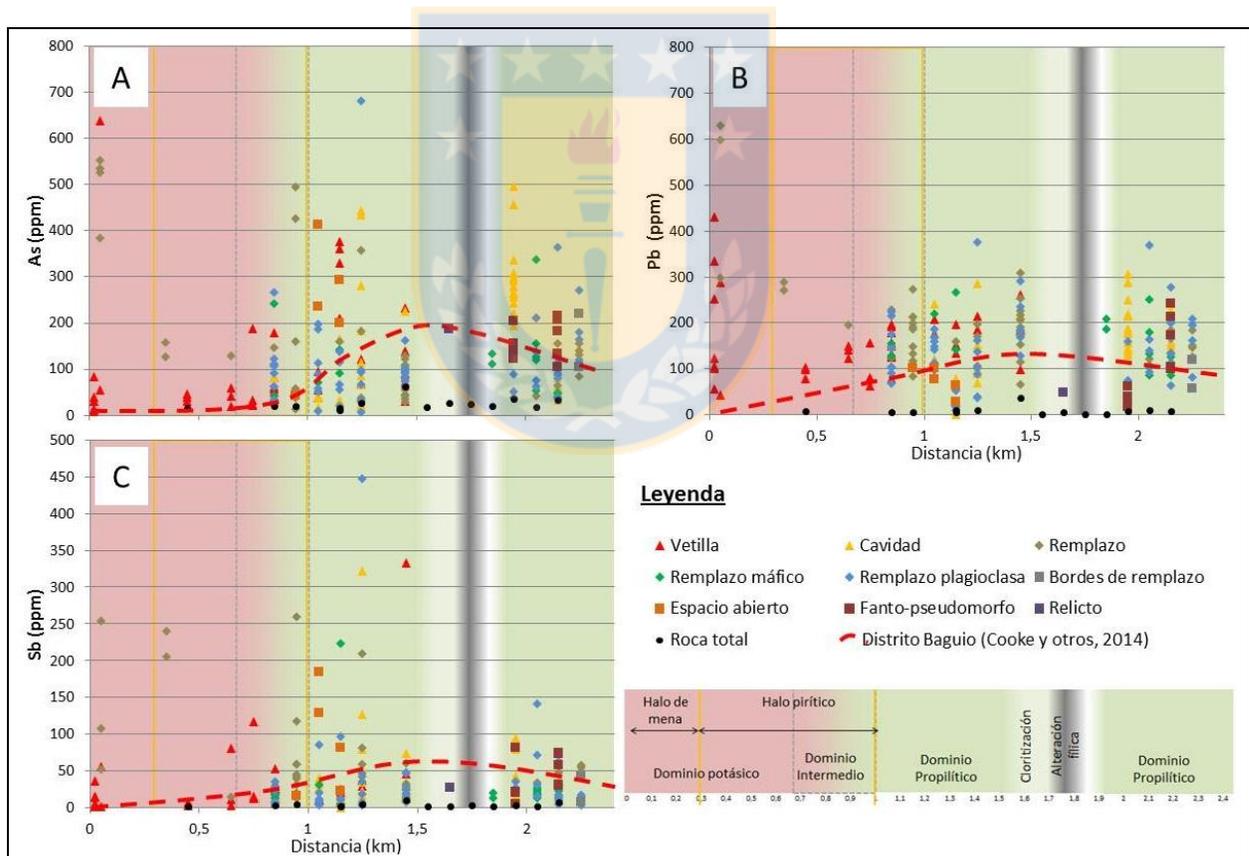
5.3. Evaluación del tamaño del depósito (fertilidad)

Cooke y otros (2014a) realizan un estudio comparativo entre las respuestas geoquímicas de los elementos exploradores en la epidota *s.l.* de un sistema porfídico fuertemente mineralizado y las de uno pobremente mineralizado, determinando que las anomalías geoquímicas son más intensas en los primeros que en los segundos. Concluyen que los sistemas más productivos hacen circular mayor contenido de metales, enriqueciendo así a las epidotas *s.l.* en mayor grado, en comparación a los sistemas más pobres, y que por lo tanto, los contenidos de metales de las epidotas *s.l.* podrían ser indicadores del tamaño del depósito.

En base a lo anteriormente mencionado, se discutirá esta hipótesis considerando que el depósito El Teniente es uno de los sistemas porfídicos mineralizados descubiertos más grandes del mundo (95 Mt Cu), y por ende se esperaría que la respuesta geoquímica de los elementos exploradores (por ejemplo As, Pb, Sb) en la epidota *s.l.* sea mucho más fuerte que la observada

por Cooke y otros (2014a) del distrito Baguio de 3Mt Cu. Para esto se comparará las respuestas geoquímicas del As, Pb y Sb de este estudio, que representan al depósito El Teniente, con las obtenidas por estos autores.

Como se observa en la Figura 5.5 la comparación es concluyente. El As y el Pb en el distrito Baguio no sobrepasan los 200 ppm, en cambio en El Teniente alcanza alrededor de los 500 ppm para el As y 300 para el Pb. El Sb, por su parte, no sobrepasa los 60 ppm en el distrito Baguio, mientras que en El Teniente llega en torno a los 300 ppm. Estos resultados muestran que existe un aumento significativo de la anomalía al aumentar el tamaño del depósito, sugiriendo así que la geoquímica de la epidota *s.l.* tiene el potencial de evaluar la fertilidad de los sistemas tipo pórfido, corroborando lo planteado por Cooke y otros (2014a).



La mayor amplificación de señal química vista en el depósito El Teniente en comparación con lo obtenido por Cooke y otros (2014a) son las REE, que aumentan hasta dos órdenes de magnitud en la alteración propilítica. Este aumento en la amplificación producida por un mega depósito vs un depósito de menor dimensión se sumaría a la hipótesis de “herramienta evaluadora de fertilidad”. Sin embargo, el reporte Kobylinski y otros (2016) de la presencia de alanita en la zona de alteración propilítica un depósito de pórfido de Cu pequeño (2.5 Mt), indica que esta herramienta debe ser evaluada con más detalle.

5.4. Formación y estabilidad de la epidota hidrotermal

En el depósito El Teniente, la intrusión de los cuerpos porfídicos dacíticos produce múltiples eventos de brechas y alteración, tanto en el CMET como en el Stock Sewell. Como resultados de esto, se producen 3 dominios de alteración a medida que aumenta la distancia de estos cuerpos intrusivos. Un dominio potásico proximal, caracterizado por una intensa biotitización; un dominio transicional, donde la biotita es remplazada por clorita gradualmente hacia la periferia; y un tercer dominio de alteración propilítica, que se caracteriza por la presencia de clorita, epidota, calcita y por hematita en menor medida, tanto en vetas como en halos donde los minerales máficos y las plagioclasas se alteran selectivamente (Cannell y otros, 2005; Vry y otros, 2010).

La alteración propilítica es la alteración de las rocas ígneas por hidratación, carbonatación, oxidación y reacciones locales de sulfuración, entre los 300 a 200°C, para formar asociaciones ricas en minerales hidratados, con cantidades menores de carbonatos, sulfuros y/o hematita (John y otros, 2010). En términos generales, esta alteración está débil a moderadamente desarrollada (conservando la textura) debido a la baja relación fluido/roca (Cooke y otros, 2014a), y su mineralogía típica está compuesta por minerales del grupo de la epidota, clorita o actinolita, a temperaturas más altas, y clorita, illita-sericita o esmectita a temperaturas más bajas, como remplazos de plagioclasas cálcicas y de minerales ferromagnesianos (John y otros, 2010).

En ambientes hidrotermales la epidota es común, sobretodo en temperaturas entre 200 y 300°C, ya sea como producto de la precipitación en venas y cavidades o de la sustitución de

silicatos, carbonatos y óxidos de Fe, debido a que el Ca, Al, Fe, Si y otros elementos se encuentran móviles en las soluciones hidrotermales (Franz & Liebscher, 2004). La epidota hidrotermal exhibe una amplia gama de sustituciones, sobretodo de Al^{3+} y Fe^{3+} , evidenciada por una zonación oscilatoria o irregular compleja a escala de micrones. La variación de la composición se ha atribuido a un cambio en las variables termodinámicas, como la temperatura, fugacidad de O_2 y CO_2 , el pH y la composición de la roca y de los fluidos (Bird & Spieler, 2004).

Al igual que Cooke y otros (2014a), los análisis LA-ICP-MS en las epidotas *s.l.* de El Teniente revelan que la química de este mineral varía con la distancia lateral desde el centro del depósito hacia su periferia, denotando un patrón de zonación en función de la alteración y el halo de sulfuros. Esto es coherente con que la variación química sea producto del flujo de fluidos provenientes del centro del depósito, es decir del sistema magmático hidrotermal, y no de fluidos periféricos. La interacción fluido roca produce la cristalización de epidota *s.l.* en un sistema abierto, donde los elementos de los que está compuesta provienen tanto del fluido como de la roca.

La epidota *s.l.* se presenta en diversos hábitos, texturas, abundancias, paragénesis y composiciones, las que están fuertemente correlacionadas con la distancia del centro del depósito, que es la fuente de los fluidos hidrotermales. Por ejemplo, en las zonas cercanas al depósito, donde la cantidad de fluido, su temperatura y la su relación K/Ca son elevadas, la epidota *s.l.* es escasa y se encuentra mayoritariamente en vetillas, con aspecto sucio a incoloro, en forma de agregados cristalinos euhedrales a subhedrales, junto con anhidrita, feldespatos potásico y sulfuros de cobre (dominio potásico). A medida que los fluidos migran, la cantidad de fluido, su temperatura y la su relación K/Ca van disminuyendo, y la epidota *s.l.* aumenta su abundancia. Se encuentra tanto como remplazos de otros minerales (omnipresente), en vetillas como así también en cavidades, no obstante, la paragénesis y particularidades en la ocurrencia, cambian gradualmente en función a la distancia, pasando de una asociación clorita, cuarzo-sericita-biotita-feldespatos potásico (dominio transicional) a clorita-cuarzo-albita (dominio propilítico), y las vetillas se reducen de tamaño hasta desaparecer, predominando los remplazos (omnipresente) y en menor medida las cavidades.

En la trasecta estudiada, hay un segmento dentro del dominio propilítico, donde hay baja o nula alteración propilítica, y que se caracteriza por cloritización de los minerales máficos, o donde la alteración dominante es la fílica. Aquí la epidota *s.l.* es escasa o ausente, y se encuentra como producto de remplazos de minerales primarios. La baja correlación espacial y la distribución irregular de la alteración fílica a lo largo del Adit-71, sugiere un control estructural más que un arreglo en función del gradiente térmico para este segmento.

Este estudio identifica, además de la epidota *s.s.*, a la alanita, que está presente principalmente en el dominio propilítico. No obstante, los sectores con mayor abundancia poseen ciertas ocurrencias que están definidas a una determinada distancia del depósito: 1) relictos micrométricos, como residuos en la alteración potásica cercana al depósito o fílica sobreimpuesta, 2) cristalino zonado en espacios abiertos en el borde externo del halo pirítico, 3) fanto-pseudomorfo de minerales tabulares y 4) en los bordes del remplazo de plagioclasas por epidota *s.s.*, en los sectores propilíticos dislates. Estos 4 tipos de ocurrencias evidencian condiciones variantes de estabilidad de las epidotas alaníticas y movilidad de las REE.

La movilidad de las REE en los sistemas hidrotermales se da a una temperatura media, en torno de los 300 a 400°C, en fluidos oxidados ricos en complejos de Cl, F, SO₄ entre otros ligandos (Williams-Jones, 2015). Las LREE son más móviles que las HREE y el Eu presenta comportamiento variable dependiendo de cada caso (Williams-Jones, 2015; Palacios y otros, 1986). No obstante, en general, el Cl tiende a movilizar las LREE, el F con el CO₂ las HREE, y el SO₄ no tiene preferencia particulares (Carcangiu y otros, 1997; Banks y otros, 1994). De las alteraciones hidrotermales, la cloritización es la que más moviliza las REE (Ward y otros, 1992), no obstante, la clorita producida por la alteración de minerales máficos no incorpora REE a su estructura (Palacios y otros, 1986). Las fuentes de las REE son tanto del fluido como de la misma alteración de la roca caja. Se ha reportado en otros tipos de depósitos que poseen alanita hidrotermal, que las LREE pueden provenir de las plagioclasas y monacitas, las MREE de minerales máficos, y las HREE de zircones, apatitos y xenotimas (Ward y otros, 1992; Palacios y otros, 1986; Exley, 1980).

Para formar alanita en estos sistemas, las REE deben estar presentes y además la relación Ca/Na del fluido debe ser alta (Budzýn y otros, 2017; Budzýn y otros, 2011). Esto se produce por ejemplo por la inestabilidad de la plagioclasa anortítica, que pasa a albita (Carcangiu y otros, 1997). La precipitación de la alanita se favorece por el descenso en la solubilidad de las REE en ambientes ricos en calcio, es decir, cuando se produce una disminución de la temperatura, un aumento de pH y/o consumo de ligandos (Gieré, 1990). Estas variaciones se producen por factores externos, como la interacción con otro fluido o por la evolución del fluido hidrotermal al alejarse de la fuente (Williams-Jones, 2015). La alanita captura preferentemente las LREE y la titanita las HREE (Carcangiu y otros, 1997; Banks y otros, 1994; Pan & Fleet, 1990).

En el caso particular de este estudio, la ocurrencia y el tipo de hábito de la epidota alanítica reflejan diferentes condiciones del sistema hidrotermal. La epidota alanítica como relicto tanto en la alteración potásica como fílica indica que este mineral se produjo por una alteración previa a estas alteraciones, posiblemente por la alteración propilítica temprana, y que debido a las nuevas condiciones generadas por el sistema porfídico, se vuelve inestable debido principalmente a un aumento de la temperatura, la baja relación Ca/Na o Ca/K del fluido y/o la disminución del pH. La epidota alanítica con hábito cristalino zonado rodeadas por epidota *s.s.* en vetillas y cavidades indica que las REE eran móviles y que se dieron las condiciones para que precipite la alanita. En base a los antecedentes mencionados y la ubicación de la alanita en el adit, el ambiente propicio para la movilidad de las REE se produce en el dominio propilítico de alta temperatura, el que se encuentra en el borde externo al halo pirítico y adyacente al dominio potásico, donde la temperatura en torno a los 300°C, la presencia de ligandos (evidenciada por anhidrita, apatito y zircón en el sistema), fugacidad de oxígeno alta (característica de estos sistemas hidrotermales) y una alta relación Ca/Na y Ca/K producto de la descomposición de las plagioclasas a albita, generan las condiciones para esta movilidad. La precipitación de epidota alanítica ocurre posiblemente posteriormente por la disminución de la temperatura y/o por el consumo de ligandos por fases ricas en estos, como son anhidrita y apatitos cogenéticos. La zonación observada ocurre por la alta variabilidad que poseen los fluidos hidrotermales. El cese de la cristalización de la epidota alanítica, para continuar con epidota *s. s.*, indica posiblemente que las REE del fluido fueron consumidas en su mayoría por las epidotas alaníticas o que éstas cambian de afinidad a otra fase mineral. La epidota alanítica con hábito fanto-pseudomorfo de

minerales tabulares y en los bordes del remplazo de plagioclasas por epidota *s.s.*, en los sectores propilíticos distales indica que la movilidad de las REE es nula, muy baja o parcial. Estas condiciones se dan principalmente por la baja relación fluido/roca, donde los fluidos son ricos en calcio de baja temperatura y/o con baja presencia de ligandos.

La variación de la movilidad de las REE a lo largo de la transecta de estudio no solo afecta a la abundancia general de REE en la epidota *s.l.*, sino que también a la de una REE en particular en este mineral. En la zona propilítica proximal, donde se produce la mayor movilidad de REE, se observa una anomalía positiva de HREE en las epidotas *s.l.* con respecto a las de la zona propilítica distal (Figura 4.22 y 4.23), donde la movilidad es nula o muy baja, la que por contraparte, posee una anomalía positiva de LREE (Figura 4.25 y 4.26). Este efecto se produce posiblemente debido a que las LREE son más móviles que las HREE. Al haber baja movilidad, solo las LREE se movilizan de la fuente, en cambio, al aumentar la movilidad, tanto las LREE como las HREE se movilizan de la fuente para posteriormente entrar a la estructura de la epidota *s.l.*

Respecto a la escala con la que se produce esta movilidad, este estudio determina que es a escala de métrica a micrométrica, debido a que en las muestras que se observa esta movilidad no se ve afectado el patrón ni la abundancia de REE de la roca total, en comparación con el resto de las muestras ni con el CMET. Esto además indica que la fuente de las REE proviene principalmente de la misma roca caja, como podría ser de las plagioclasas (LREE), los minerales máficos (principalmente MREE), y/o de minerales accesorios. Estos últimos serían los de mayor relevancia ya que son los que podrían explicar las epidotas alaníticas con hábito fanto-pseudomorfo de minerales tabulares o en los bordes del remplazo de plagioclasas por epidota *s.s.* en los sectores propilíticos distales, ya que la concentración de REE de las plagioclasas son demasiado bajas como para ser la única fuente de REE y explicar las texturas. No obstante, determinar con precisión cuál es la fuente de las REE escapa de los objetivos de este estudio. Esta escala de movilidad concuerda con diversos autores que estudian tanto la movilidad de las REE como la formación de alanita hidrotermal.

La mayor parte de los patrones de REE en la epidota *s.l.* presentan anomalía de europio; las epidotas alaníticas tienen anomalías negativas mientras que las epidotas *s.s.*, anomalías positivas. Esta diferencia puede ser producida por alguna(s) de las siguientes hipótesis: 1) Cambios en el estado de oxidación del fluido, donde en primera instancia fluidos más reducidos producen que el Eu se encuentre con valencia +2 y +3. Solo el Eu^{+3} junto con el resto de las REE (valencia +3) entran a la estructura de las epidotas alaníticas y el Eu^{+2} se queda afuera de esta, produciendo empobrecimiento de Eu en la epidota alanítica y enriquecimiento de Eu en el fluido en comparación con el resto de las REE. Posteriormente este fluido se vuelve más oxidado, quedando el Eu preferentemente con valencia +3, posibilitando que las REE que quedan entren a la epidota *s.s.*, traspasando este enriquecimiento positivo al cristal. 2) Que el patrón de REE sea heredado de los minerales progenitores, donde las fuentes que aportan las REE a las epidotas alaníticas tengan una anomalía negativa de Eu y que las que aportan a las epidotas *s.s.*, tengan una anomalía positiva. Como ejemplo, las plagioclasas estudiadas poseen anomalías positivas de Eu, mientras que los minerales máficos tienen anomalías negativas. 3) Que la movilidad de los ligandos sea selectiva, es decir, que los tipos de ligandos presentes y la abundancia de estos produzcan que ciertas REE se comporten como compatibles y otras como incompatibles. En este caso particular, el Eu se comportaría como incompatible durante la formación de epidota alanítica y como compatible durante la formación de epidota *s.s.*. Determinar cuál es la causa principal o particular que gatilla la anomalía de Eu en las epidotas *s.l.* analizadas no es parte de los objetivos del presente estudio.

Al comparar el efecto que causa el mineral progenitor en la concentración de los elementos presentes en la epidota *s.s.* producto de remplazo, se obtienen resultados concluyentes. La mediana de las concentraciones de la mayoría de los elementos medidos son superiores en la epidotas producto del remplazo de minerales máficos que las producidas por el remplazo de plagioclasa, a excepción del Al, Ca, Na, Mn y Pb que son más elevadas en las epidotas del remplazo de plagioclasas. De estos últimos elementos, el Na es el más relevante, con un incremento del 26%. Por el contrario, los elementos que se enriquecen fuertemente (de 2 a 9 veces más) en las epidotas producto del remplazo de minerales máficos, en comparación a las de plagioclasa, son las REE (sobre todo MREE y HREE) y los elementos asociados a éstas (Th, U y Sc), además del Hf, Sn, V, Co y Zr. Esto se produce por que la composición química de los

minerales máficos es mucho más variada que las de las plagioclasas, debido a que la estructura de estos permite la incorporación de variados elementos químicos de diferentes radios atómicos. Las plagioclasas, en cambio, solo presentan mayor concentración en Na, K, Sr, Ba, Ga y Te, elementos que en su mayoría entran en su estructura por sustitución del Ca, y en menor medida el Al. Esta característica de variedad química que poseen los minerales máficos es heredada a las epidotas *s.l.* formadas del remplazo de estos, y en parte corrobora que estos minerales son una fuente principal de REE.

El enriquecimiento del resto de los metales traza observados en la epidota *s.l.* también pueden explicarse en función de la migración lateral de los fluidos desde el centro del depósito, y de los cambios que estos presentan en el trayecto. Los fluidos ricos en K y el Tl producen la alteración potásica, donde estos elementos también son incorporados en las epidotas *s.l.*. Además este mineral incorporaría Cu y Mo en forma de nano partículas de sulfuros. No obstante, la mayoría de los otros metales siguen siendo móviles. A medida que aumenta la distancia al depósito, los sulfuros de Cu y Mo se vuelven menos abundantes, debido al agotamiento de estos metales, y la pirita se vuelve abundante, produciendo la zonación de la mineralización sulfurada. Los sulfuros de Cu, Mo y Fe incorporan además elementos traza como el As, Co, Pb y Bi, destacado el As en la pirita y el Bi en los sulfuros de Cu (Martínez, 2015). Cuando estos sulfuros coexisten con la epidota *s.l.*, como es el caso del halo pirítico, estos elementos entran preferentemente en los sulfuros en vez de entrar en la estructura de la epidota *s.l.*. Fuera del halo pirítico, aun dentro del dominio propilítico, los fluidos que migran lateralmente lejos del depósito se han agotado en H₂S, pero no de Ca, produciendo alteración propilítica de baja temperatura con baja o nula presencia de sulfuros. Elementos como el As siguen siendo muy solubles y están forzados a entrar a la red cristalina de la epidota *s.l.* cuando los sulfuros ya no son depositados, produciendo las anomalías de los “elementos exploradores distales” de la epidota *s.l.*

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La composición química en términos de elementos mayoritarios, minoritarios y traza de las epidotas *s.l.* hidrotermales, presentes en una distancia de 2,25 km desde la Brecha Braden, puede ser utilizada para detectar la proximidad o lejanía al depósito de tipo pórfido cuprífero El Teniente, más allá del halo pirítico característico de estos depósitos.

Para este depósito se determinó que los patrones de zonación se pueden detectar mediante la química de la epidota *s.l.* y que en algunos casos las anomalías son órdenes de magnitud mayores que las detectadas mediante la química de roca total. Elementos como el Cu, Mo, K y Tl se enriquecen dentro del dominio potásico. Dentro del dominio propilítico existe una distinción de proximidad al depósito, donde elementos como Bi, Mn, Sb, HREE, Sc y U se encuentran asociados a la epidota *s.l.* del dominio propilítico proximal, adyacente al halo pirítico. Por otra parte elementos como el Co, Na, Sr, LREE y Th se enriquecen en la epidota *s.l.* del dominio propilítico distal, lejano al halo pirítico. Elementos como el As, Hf, Pb, Sn, Ti, V y Zr se encuentran enriquecidos en todo el dominio propilítico sin existir una distinción en la proximidad de éste.

Para la utilización de esta herramienta con fines exploratorios, los elementos más relevantes en El Teniente son Bi, Mn, Sb, As, Pb y V, además de las REE y elementos asociados a estas (Sc, U y Th) debido a que son elementos que están enriquecidos en la epidota *s.l.* en ordenes de magnitud por encima de los observados en comparación a la roca caja, en sectores distales del depósito.

Se compararon las señales producidas por los elementos exploratorios del depósito El Teniente (95 Mt Cu) con las del Distrito de Baguio (3 Mt Cu) estudiado por Cooke y otros (2014a), con el fin de determinar si la existencia de una amplificación de señales refleja la fertilidad del depósito. Los elementos exploratorios As, Sb y Pb en El Teniente, en comparación con los depósitos menos fértiles de Baguio, muestran que existe un aumento significativo de la anomalía al aumentar la dimensión de un depósito, sugiriendo así que la geoquímica de la epidota *s.l.* tiene el potencial de evaluar la fertilidad de la mineralización en sistemas tipo pórfido.

Los resultados obtenidos en este trabajo confirman, en gran parte, lo establecido por Cooke y otros (2014a), en cuanto a los elementos guías de vectorización, como así también al hecho de que sus abundancias reflejan la fertilidad del depósito.

La principal discrepancia observada en las epidotas *s.l.* de El Teniente con respecto a lo dicho por Cooke y otros (2014a), son las altas concentraciones de REE, que permitieron clasificar a las epidotas *s.l.* como ricas en REE o alaníticas. Estas epidotas *s.l.* están presentes principalmente en el dominio propilítico, presentando ocurrencias determinadas a lo largo de este dominio. Estas ocurrencias evidencian condiciones variantes de estabilidad de la epidota alanítica y movilidad de las REE.

En la alteración potásica y fílica la epidota rica en REE se encuentra como relictas de una alteración propilítica previa, donde la temperatura más elevada y la baja cantidad de Ca disponible no son favorables para que la alanita sea estable. En la alteración propilítica cercana, bordeando al halo pirítico las REE se remobilizan, debido a una temperatura en torno a los 300°C, alta relación fluido/roca y la presencia de ligandos. Las REE son incorporadas a la alanita, que cristaliza en un sistema abierto, por un descenso de temperatura, consumo de ligandos y alta cantidad de Ca en el fluido. En la alteración propilítica distal, la remobilización de las REE es muy baja a nula, principalmente por la prevalencia de temperaturas bajas y baja relación fluido/roca, generando epidotas alaníticas de remplazo, posiblemente de minerales accesorios, o en los bordes del remplazo de plagioclasa contenedora de estos minerales. La presencia de epidota rica en REE en lugares determinados del Adit-71 está condicionada a la temperatura, la disponibilidad y consumo de ligandos, al Ca aportado principalmente por la albitización de las plagioclasas, y a la disponibilidad de REE. La fuente de las REE para formar alanita no está bien determinada, no obstante la hipótesis más posible es que éstas provengan de la misma roca caja, por la alteración hidrotermal de las plagioclasas, los minerales accesorios y máficos, y que su movilidad sea a escala de muestra de mano, como es sugerido por diversos estudios.

La utilización de la composición química de las epidotas *s.l.* hidrotermales para determinar la fertilidad del depósito, propuesta por Cooke y otros (2014a), es potencialmente validada. Se

comprueba la amplificación de las señales producidas por los elementos exploratorios As, Sb y Pb en El Teniente, en comparación a las obtenidas por Cooke y otros (2014a), que estudian depósitos menos fértiles. Si esta amplificación de señales químicas fuese consistente para todos los elementos exploratorios, la presencia de alanita reflejaría una gran amplificación de la señal de las REE en las epidotas *s.l.* del sector propilítico de un mega depósito (alta fertilidad), como es el caso de El Teniente. Kobylinski y otros (2016) han reportado alanita en un depósito pórfido de Cu pequeño (baja fertilidad). Este antecedente se suma a los resultados de este estudio, que validan la utilización de la epidota *s.l.* como herramienta de vectorización, pero deja abierta para un mayor análisis y evaluación tanto el uso de esta herramienta para determinar la fertilidad, como el comportamiento de las REE en el depósito El Teniente. Este análisis y evaluación es de gran importancia, ya que las elevadas concentraciones de REE en la epidota modifican sus propiedades ópticas, las que se pueden observar bajo microscopio óptico, facilitando el uso de la epidota como herramienta guía de vectorización y fertilidad.

Las recomendaciones sugeridas en base a lo observado en este estudio están vinculadas a determinar la fuente de los diversos elementos que particionan en la epidota *s.l.*, con el fin de evaluar la influencia tanto del fluido como de la roca caja en la composición final de la epidota *s.l.*; y en el caso puntual de El Teniente determinar con mayor precisión el origen y la movilidad de las REE.

7. REFERENCIAS

- ÁLVAREZ, P.; AGUIRRE-URRETA, M.; GODOY, E. & RAMOS, V. 1997. Estratigrafía del Jurásico de la Cordillera Principal de Argentina y Chile (33°45'-34°00' LS). Congreso Geológico Chileno N° 8. Actas **1**: 425-429. Antofagasta.
- ARMBRUSTER, T.; BONAZZI, P.; AKASAKA, M.; BERMANEC, V.; CHOPIN, C.; GIÈRE, R.; HEUSS-ASSBICHLER, S.; LIEBSCHER, A.; MENCHETTI, S.; PAN, Y. & PASERO, M. 2006. Recommended nomenclature of epidote-group minerals: *European Journal of Mineralogy*. Vol. **18**: 551-567.
- ARNASON, J.; BIRD, D. & LIOU, J. 1993. Variables controlling epidote composition in hydrothermal and low-pressure regional metamorphic rocks. 125 Jahre mineralfundstelle Knappenwand. Actas **49**: 17-25. Neukirchen am Großvenedige.
- AUDÉTAT, A. & SIMON, A. 2012. Chapter 21 Magmatic controls on porphyry copper genesis. *Society of Economic Geologists*. Special Publication N° **16**: 553-572.
- BANKS, D.; YARDLEY, B.; CAMPBELL, A. & JARVIS, K. 1994. REE composition of an aqueous magmatic fluid: a fluid inclusion study from the Capitan Pluton, New Mexico, USA. *Chemical Geology*. N° **113**: 259-272.
- BIRD, D. & SPIELER, A. 2004. Epidote in geothermal systems. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*. Vol. **56**: 235-300.
- BOYNTON, W. 1984. Cosmochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. Rare Earth Element Geochemistry. Henderson, P. Elsevier: 63-114. Amsterdam.
- BUDZYŃ, B.; HARLOV, D.; KOZUB-BUDZYŃ, G. & MAJKA, J. 2017. Experimental constraints on the relative stabilities of the two systems monazite-(Ce)-allanite-(Ce)-fluorapatite and xenotime-(Y)-(Y, HREE)-rich epidote-(Y, HREE)-rich fluorapatite,

in high Ca and Na-Ca environments under PT conditions of 200–1000 MPa and 450–750 C. *Mineralogy and Petrology*. N° **111**: 183-217.

BUDZYŃ, B.; HARLOV, D.; WILLIAMS, M. & JERCINOVIC, M. 2011. Experimental determination of stability relations between monazite, fluorapatite, allanite, and REE-epidote as a function of pressure, temperature, and fluid composition. *American Mineralogist*. Vol. **96**: 1.547-1.567.

BURGOS, L. 2002. Petrografía y Geoquímica de la Diabasa y Diques Basálticos que constituyen las “Andesitas de la Mina” en el yacimiento El Teniente, VI región, Chile. Memoria para optar al Título de Geólogo. Universidad de Concepción, Departamento Ciencias de la Tierra (Inédito): 108 pp. Concepción.

CAMUS, F. 1975. Geology of the El Teniente Orebody with Emphasis on Wall-Rock Alteration. *Economic Geology*. Vol. **70**: 1.341-1.372.

CANNELL, J. 2004. El Teniente Porphyry Copper-molybdenum Deposit, Central Chile. Degree of Ph.D. University of Tasmania: 317 pp. Hobart.

CANNELL, J.; COOKE, D.; WALSH, J. & STEIN, H. 2005. Geology, mineralization, alteration, and structural evolution of El Teniente porphyry Cu-Mo deposit. *Economic Geology*. Vol. **100**: 979-1.004.

CARCANGIU, G.; PALOMBA, M. & TAMANINI, M. 1997. REE-bearing minerals in the albitites of central Sardinia, Italy. *Mineralogical Magazine*. Vol **61**: 271-283.

CARVAJAL, F. 2014. Petrografía y petrología del sector suroeste del depósito El Teniente. Memoria para optar al Título de Geólogo. Universidad de Concepción, Departamento Ciencias de la Tierra (Inédito): 158 pp. Concepción.

- CHARRIER, R.; PINTO, L. & RODRIGUEZ, M. 2007. Tectonostratigraphic evolution of the Andean Orogen in Chile. *The Geology of Chile*. Moreno, T. & Gibbons, W. The Geological Society: 21-114. London.
- CODELCO 2003. Estándares y Metodologías de Trabajo para Geología de Minas, Capítulo 2. Superintendencia de Geología, CODELCO Chile, División El Teniente (Inédito): 1-25. Rancagua.
- COOKE, D.; HOLLINGS, P.; WILKINSON, J. & TOSDAL, R. 2014b. Geochemistry of Porphyry Deposits. *Treatise on Geochemistry, Second Edition*. Holland H.D. & Turekian K.K. Elsevier: 357-381. Oxford.
- COOKE, D.; BAKER, M.; HOLLINGS, P.; SWEET, G.; CHANG, Z.; DANYUSHEVSKY, L.; GILBERT, S.; ZHOU, T.; WHITHE, N.; GEMMELL, B. & INGLIS, S. 2014a. New advances in detecting the distal geochemical footprints of porphyry systems - epidote mineral chemistry as a tool for vectoring and fertility assesments. *Society of Economic Geologists Special Publication*. N° 18: 127-152. Littleton, Colorado.
- CUADRA, P. 1986. Geocronología K-Ar del Yacimiento El Teniente y áreas adyacentes. *Revista Geológica de Chile*. N° 27: 3-26. Santiago.
- DECKART, K.; GODOY, E.; BERTENS, A.; JEREZ, D. & SAEED, A. 2010. Barren Miocene granitoids in the Central Andean metallogenic belt, Chile: Geochemistry and Nd-Hf and U-Pb isotope systematics. *Andean Geology*. N° 37: 1-31. Santiago.
- DELVIGNE, J. 1998. Atlas of micromorphology of mineral alteration and weathering. *The Canadian Mineralogist, Special Publication 3*. ORSTOM editions: 494 pp.
- DJOUKA-FONKWÉ, M.; KYSER, K.; CLARK, A.; URQUETA, E.; OATES, C. & IHLENFELD, C. 2012. Recognizing propylitic alteration associated with porphyry Cu-Mo deposits in lower greenschist facies metamorphic terrain of the collahuasi

district, northern Chile—implications of petrographic and carbon isotope relationships. *Economic Geology*. Vol. **107**: 1.457-1.478.

EPPINGER, R.; FEY, D.; GILES, S.; GRUNSKY, E.; KELLEY, K.; MINSLEY, B.; MUNK, L. & SMITH, S. 2013. Summary of exploration geochemical and mineralogical studies at the giant Pebble porphyry Cu-Au-Mo deposit, Alaska: Implications for exploration under cover. *Economic Geology*. Vol. **108**: 495-527.

EXLEY, R. 1980. Microprobe studies of REE-rich accessory minerals: implications for Skye granite petrogenesis and REE mobility in hydrothermal systems. *Earth and Planetary Science Letters*. N° **48**: 97-110.

FARIAS, M. 2007. Tectónica y erosión en la evolución del relieve de los Andes de Chile central durante el Neógeno. Tesis para optar al Grado de Doctor en Ciencias, mención Geología. Universidad de Chile, Departamento de Geología (Inédito): 194 pp., Santiago.

FRANZ, G. & LIEBSCHER, A. 2004. Physical and chemical properties of the epidote minerals— an introduction: *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*. Vol. **56**: 1-82.

FREI, D.; LIEBSCHER, A.; FRANZ, G. & DULSKI, P. 2004. Trace element geochemistry of epidote minerals. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*. Vol. **56**: 553-605.

GIAMBIAGI, L.; RAMOS, V.; GODOY, E.; ALVAREZ, P. & ORTOS, S. 2003. Cenozoic deformation and tectonic style of the Andes, between 33 and 34 south latitude. *Tectonics*. Vol. **22**: 15.1-15.18.

GIAMBIAGI, L.; TASSARA, A.; MESCUA, J.; TUNIK, M.; ALVAREZ, P.; GODOY, E.; HOKE, G.; PINTO, L.; SPAGNOTTO, S.; PORRAS, H.; TAPIA, F.; JARA, P.; BECHIS, F.; GARCÍA, V.; SURIANO, J.; MARIS MOREIRAS, S. & PAGANO, S. 2014. Evolution of shallow and deep structures along the Maipo–Tunuyán transect

(33° 40' S): from the Pacific coast to the Andean foreland. *Journal of the Geological Society*. Vol. **399**: 63-82.

GIERÉ, R. 1990. Hydrothermal mobility of Ti, Zr and REE: examples from the Bergell and Adamello contact aureoles (Italy). *Terra Nova*. N° **2**: 60-67.

GIERÉ, R. & SORENSEN, S. 2004. Allanite and other REE-rich epidote group minerals. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*. Vol. **56**: 431-493.

GONZALEZ, R. 2006. Petrografía, geoquímica y microtermometría de los intrusivos félsicos del sector norte del yacimiento el Teniente. Memoria para optar al Título de Geólogo. Universidad de Concepción, Departamento Ciencias de la Tierra (Inédito): 149 pp. Concepción.

HOWELL, F. & MOLLOY, J. 1960. Geology of the Braden Orebody, Chile. *Economic Geology*. Vol. **55**: 863-905.

JARA, P. & CHARRIER, R. 2014. Nuevos antecedentes estratigráficos y geocronológicos para el Meso-Cenozoico de la Cordillera Principal de Chile entre 32° y 32° 30'S: Implicancias estructurales y paleogeográficas. *Andean Geology*. N° **41**: 174-209. Santiago.

JOHN, D.; AYUSO, R.; BARTON, M.; BLAKELY, R.; BODNAR, R.; DILLES, J.; GRAY, F.; GRAYBEAL, F.; MARS, J.; MCPHEE, D.; SEAL, R.; TAYLOR, R. & VIKRE, P. 2010. Porphyry copper deposit model. U.S. Geological Survey: 169 pp. Virginia.

KAY, S. & KURTZ, A. 1995. Magmatic and Tectonic Characterization of the El Teniente Region. Final Report to División El Teniente, CODELCO: 180 pp.

KLEIN, C. & HURLBUT, C. 1996. Manual de mineralogía, cuarta edición, basado en la obra de J. D. Dana. Editorial Reverté S.A.: 679 pp. Barcelona.

- KLEMM, L.; PETTKE, T. & HEINRICH, C. 2007. Hydrothermal Evolution of the El Teniente Deposit, Chile: Porphyry Cu-Mo Ore Deposition from Low-Salinity Magmatic Fluids. *Economic Geology*. Vol. **102**: 1.021-1.044.
- KLOHN, C. 1960. Geología de la Cordillera de los Andes de Chile Central, Provincias de Santiago, O'Higgins, Colchagua y Curicó. Instituto de Investigaciones Geológicas, Chile. Vol. N° **8**: 95 pp. Santiago.
- KOBYLINSKI, C.; HATTORI, K.; SMITH, S. & PLOUFFE, A. 2016. Report on the Composition and Assemblage of Minerals Associated with the Porphyry Cu-Mo Mineralization at the Gibraltar Deposit, South Central British Columbia, Canada. *Geological Survey of Canada*. Open File 8.025: 30 pp.
- KURTZ, A.; KAY, S.; CHARRIER, R. & FARRAR, E. 1997. Geochronology of Miocene plutons and exhumation history of the El Teniente region, central Chile (34-35°S), *Revista Geológica de Chile*. Vol. **24**: 73-90. Santiago.
- LE MAITRE, R.; STRECKEISEN, A.; ZANETTIN, B.; LE BAS, M.; BONIN, B.; BATEMAN, P.; BELLINI, G.; DUDEK, A.; EFREMOVA, S.; KELLER, J.; LAMEYRE, J.; SABINE, P.; SCHMID, R.; SØRENSEN, H. & WOOLLEY, A. 2005. Igneous rocks: a classification and glossary of terms. 2ND Edition. Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks. Cambridge University Press: 254 pp. New York.
- LOWELL, J. & GUILBERT, M., 1970. Lateral and Vertical Alteration-Mineralization zoning in Porphyry Ore Deposits. *Economic Geology*. Vol. **65**: 1-373.
- MAKSAEV, V.; MUNIZAGA, F.; ZENTILLI, M. & CHARRIER, R. 2009. Fission track thermochronology of Neogene plutons in the Principal Andean Cordillera of central Chile (33-35 S): Implications for tectonic evolution and porphyry Cu-Mo mineralization. *Andean Geology*. Vol. **36**: 153-171. Santiago.

- MAKSAEV, V.; MUNIZAGA, F.; MCWILLIAMS, M.; FANNING, M.; MATHUR, R.; RUIZ, J. & ZENTILLI, M. 2004. New Chronology for El Teniente, Chilean Andes, from U-Pb, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, Re-Os, and Fission-Track Dating: Implications for the Evolution of a Supergiant Porphyry Cu-Mo Deposit. *Society of Economic Geologists, Special Publication*. Vol. **11**: 15-54.
- MILLS, S.; HATERT, F.; NICKEL, E. & FERRARIS, G. 2009. The standardisation of mineral group hierarchies: application to recent nomenclature proposals. *European Journal of Mineralogy*. Vol. **21**: 1.073-1.080.
- MUÑOZ, M. 2008. Desarrollo de las Superficies Elevadas de Bajo Relieve y su Relación con el Alzamiento Andino, entre los $33^{\circ} 30'$ y $34^{\circ} 30'$ s. Memoria para optar al Título de Geólogo. Universidad de Chile, Departamento de Geología (Inédito): 116 pp. Santiago.
- MUÑOZ, M., 2011. Petrogénesis De Rocas Intrusivas Del Yacimiento El Teniente y Evolución Del Magmatismo Cenozoico De Chile Central ($33^{\circ}00'$ - $34^{\circ}30'$ s). Tesis para optar al Grado de Doctor en Ciencias, mención Geología. Departamento de Geología, Universidad de Chile: 190 pp. Santiago.
- MUÑOZ, M.; DECKART, K.; CHARRIER, R. & FANNING, M. 2009. New geochronological data on Neogene-Quaternary intrusive rocks from the high Andes of central Chile ($33^{\circ}15'$ - $34^{\circ}00'$ S). Congreso Geológico Chileno N°12. **S8-008**. 4 pp. Santiago.
- MUÑOZ, M.; CHARRIER, R.; FANNING, C. M.; MAKSAEV, V. & DECKART, K. 2012. Zircon trace element and O-Hf isotope analyses of mineralized intrusions from El Teniente ore deposit, Chilean Andes: constraints on the source and magmatic evolution of porphyry Cu-Mo related magmas. *Journal of Petrology*. Vol. **53**: 1.091-1.122.

- MUÑOZ-SÁEZ, C.; PINTO, L.; CHARRIER, R. & NALPAS, T. 2014. Influence of depositional load on the development of a shortcut fault system during the inversion of an extensional basin: The Eocene Oligocene Abanico Basin case, central Chile Andes (33°- 35° S). *Andean Geology*. Vol. **41**: 1-28. Santiago.
- PALACIOS, C.; HEIN, U. & DULSKI, P. 1986. Behaviour of rare earth elements during hydrothermal alteration at the Buena Esperanza copper-silver deposit, northern Chile. *Earth and Planetary Science Letters*. Vol. **80**: 208-216.
- PAN, Y. & FLEET, M. 1990. Halogen-bearing allanite from the White River gold occurrence, Hemlo area, Ontario. *The Canadian Mineralogist*. Vol. **28**: 67-75.
- PANDIT, D.; PANIGRAHI, M. & MORIYAMA, T. 2014. Constrains from magmatic and hydrothermal epidotes on crystallization of granitic magma and sulfide mineralization in Paleoproterozoic Malanjkhand Granitoid, Central India. *Chemie der Erde-Geochemistry*. Vol. **74**: 715-733.
- PARDO, R. & KOVACIC, P. 2012. Geología y potencial de exploración del distrito El Teniente. Andes Centrales, VI Región del Libertador Bernardo O'Higgins, Chile. XIII Congreso Geológico Chileno. Tópico **1.4**: 10-12. Antofagasta.
- PATON, C.; HELLSTROM, J.; PAUL, B.; WOODHEAD, J. & HERGT, J. 2011. Iolite: Freeware for the visualisation and processing of mass spectrometric data. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*. Vol. **26**: 2.508-2.518
- PÉREZ, R. 2011. Caracterización petrográfica del cuerpo intrusivo félsico denominado Tonalita en el sector sur este del yacimiento El Teniente. VI región, Chile. Memoria para optar al Título de Geólogo. Universidad de Concepción, Departamento Ciencias de la Tierra (Inédito): 103 pp. Concepción.

- PETTKE, T.; OBERLI, F.; AUDÉTAT, A.; GUILLONG, M.; SIMON, A.; HANLEY, J. & KLEMM, L. 2012. Recent developments in element concentration and isotope ratio analysis of individual fluid inclusions by laser ablation single and multiple collector ICP-MS. *Ore Geology Reviews*. N° **44**: 10-38.
- PIQUER, J.; CASTELLI, J.; CHARRIER, R. & YÁÑEZ, G. 2010. El Cenozoico del alto río Teno, Cordillera Principal, Chile central: estratigrafía, plutonismo y su relación con estructuras profundas. *Andean Geology*. Vol. **37**: 32-53. Santiago.
- RABBIA, O., HERNÁNDEZ, L., FRENCH, D., KING, R. & AYERS, J. 2009. The El Teniente porphyry Cu–Mo deposit from a hydrothermal rutile perspective. *Mineralium Deposita*. N° **44**: 849-866.
- REICH, M. 2001. Estudio petrográfico, mineraloquímico y geoquímico de los cuerpos intrusivos de Sewell y La Huifa, yacimiento El Teniente, VI Región, Chile. Memoria de Título, Universidad de Concepción, Departamento de Ciencias de la Tierra: 104 pp. Concepción.
- RICHARDS, J. 2016. Economic geology: Clues to hidden copper deposits. *Nature Geoscience*. N° **9**: 195-196
- SCHMIDT, M. & POLI, S. 2004. Magmatic epidote. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*. Vol. **56**: 399-430.
- SEEDORFF, E.; DILLES, J.; PROFFETT, J.; EINAUDI, M.; ZURCHER, L.; STAVAST, W.; JOHNSON, D. & BARTON, M. 2005. Porphyry deposits: Characteristics and origin of hypogene features. *Economic Geology 100th anniversary*. Vol. **29**: 251-298.
- SILLITOE, R. 2010. Porphyry copper systems. *Economic geology*. Vol. **105**: 3-41.

- SKEWES, M.; ARÉVALO, A.; FLOODY, R.; ZUÑIGA, P. & STERN, C. 2002. The giant El Teniente breccia deposit: hypogene copper distribution and emplacement. *Society of Economic Geologists, Special Publication*. Vol. **9**: 299-332.
- SKEWES, M.; ARÉVALO, A.; FLOODY, R.; ZUÑIGA, P. & STERN, C. 2005. The El Teniente megabreccia deposit, the world's largest copper deposit. *Super Porphyry Copper & Gold Deposits - A Global Perspective*. Volume 1. Porter, T. M. PGC Publishing: 83-114. Adelaide.
- SPENCER, E.; WILKINSON, J.; CREASER, R. & SEGUEL, J. 2015. The distribution and timing of molybdenite mineralization at the El Teniente Cu-Mo porphyry deposit, Chile. *Economic Geology*. Vol. **110**: 387-421.
- STERN, C. 2004. Active Andean volcanism: its geologic and tectonic setting. *Revista Geológica de Chile*. Vol. **31**: 161-206. Santiago.
- STERN C.; FLOODY, R. & ESPÍÑEIRA, D. 2011. Olivine-hornblende-lamprophyre dikes from Quebrada los Sapos, El Teniente, Central Chile (34°S): implications for the temporal geochemical evolution of the Andean subarc mantle. *Andean Geology*. Vol. **38**: 1-22. Santiago.
- STERN C.; SKEWES, M & ARÉVALO A. 2010. Magmatic Evolution of the Giant El Teniente Cu-Mo Deposit, Central Chile. *Journal of Petrology*. Vol. **52**: 1.591-1.617.
- TAPIA, F.; FARIÁS, M.; NAIPAUER, M. & PURATICH, J. 2015. Late Cenozoic contractional evolution of the current arc-volcanic region along the southern Central Andes (35° 20' S). *Journal of Geodynamics*. Vol. **88**: 36-51.
- ULRICH, T. & HEINRICH, C. 2002. Geology and alteration geochemistry of the porphyry Cu-Au deposit at Bajo de la Alumbrera, Argentina. *Economic Geology*. Vol. **97**: 1.865-1.888.

- URQUETA, E.; KYSER, T.; CLARK, A.; STANLEY, C. & OATES, C. 2009. Lithogeochemistry of the Collahuasi porphyry Cu–Mo and epithermal Cu–Ag (–Au) cluster, northern Chile: Pearce element ratio vectors to ore. *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*. Vol. **9**: 9-17.
- VEGA, E. & MAKSAEV, V. 2003. La chimenea Braden: Nuevos antecedentes geológicos y geocronológicos. X Congreso Geológico Chileno. Actas **1**: 1-6. Concepción.
- VRY, V.; WILKINSON, J.; SEGUEL, J. & MILLÁN, J. 2010. Multistage Intrusion, Brecciation, and Veining at El Teniente, Chile: Evolution of a Nested Porphyry System. *Economic Geology*. Vol. **105**: 119-153.
- WARD, C.; McARTHUR, J. & WALSH, J. 1992. Rare earth element behaviour during evolution and alteration of the Dartmoor granite, SW England. *Journal of Petrology*. Vol. **33**: 785-815.
- WILLIAMS-JONES, A. 2015. The hydrothermal mobility of the rare earth elements. Symposium on Strategic and Critical Materials Proceedings. **2015-3**: 119-123. Victoria.

ANEXO I

Fichas de las muestras estudiadas del Adit-71, ordenadas según distancia del depósito.



Muestra	Metraje (km)
ET-A71-29	0
ET-A71-32	0,025
ET-A71-30	0,05
ET-A71-31	0,125
ET-A71-26	0,15
ET-A71-25	0,25
ET-A71-24	0,35
ET-A71-23	0,45
ET-A71-20	0,55
ET-A71-19	0,65
ET-A71-22	0,75
ET-A71-21	0,85
ET-A71-16	0,95
ET-A71-13	1,05
ET-A71-15	1,15
ET-A71-14	1,15
ET-A71-17	1,25
ET-A71-8	1,45
ET-A71-9	1,55
ET-A71-10	1,65
ET-A71-11	1,75
ET-A71-12	1,85
ET-A71-1	1,95
ET-A71-2	2,05
ET-A71-3	2,15
ET-A71-4	2,25

Abreviaturas:

Anh: anhidrita

Ap: apatito

Bt: biotita

Chl: clorita

CMET: Complejo Máfico
El Teniente

Cpx: clinopiroxeno

Cpy: calcopirita

Ep: epidota

EPMA: microsonda
electrónica

Feld K: feldespato potásico

LA: ablación laser

Mt: magnetita

N//: nicoles paralelos

NX: nicoles cruzados

Ox: óxidos

Plg: plagioclasa

Py: pirita

Qz: cuarzo

Rt: rutilo

Ser: sericita

Tur: turmalina

ET-A71-29

Metraje del centro del depósito: 0,0 km.

Análisis realizados: - (sin epidota).

Clasificación Carvajal (2014): CMET indiferenciado del dominio potásico.

Descripción macroscópica:

Roca de color verde claro cuya textura original se encuentra obliterada. Presenta numerosas vetillas de turmalina, anhidrita y sulfuros de cobre. En sectores se puede apreciar una textura clástica que indica el contacto entre la brecha Braden y el CMET.

Descripción microscópica:

Textura: .Indiferenciada

Alteración: Potásica y sericítica intensa.

Halo de sulfuro: Halo de mena.

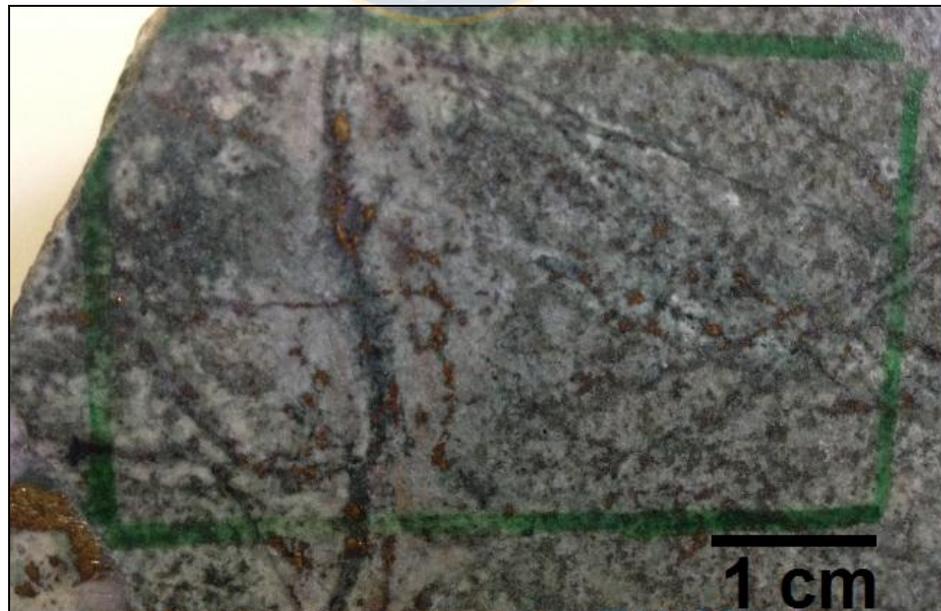
Minerales primarios: Indeterminada,

Minerales de alteración:

Mineral	Comentario
Clorita	Diseminada fina
Cuarzo	Diseminado y en vetillas.
Anhidrita	En vetillas o diseminada.
Turmalina	Vetillas
Mica blanca	Diseminado, principalmente sericita.
Calcita	Diseminado.

Minerales metálicos:

Porcentaje	Mineral	Comentario
1-2%	Óxidos de Hierro	Diseminada.
10%	Calcopirita	Diseminada como en vetillas.



Textura macroscópica

ET-A71-32

Metraje del centro del depósito: 0,025 km.

Análisis realizados: EPMA, LA

Clasificación Carvajal (2014): CMET indiferenciado del dominio potásico.

Descripción macroscópica:

Roca de color gris oscuro, cuya textura esta obliterada por la alteración. Alta cantidad de calcopirita y pirita. Se observan vetillas de anhidrita con bornita, calcopirita, pirita y epidota, con halos oscurecidos de alteración potásica.

Descripción microscópica:

Textura: Indiferenciada.

Alteración: Potásica intensa.

Halo de sulfuro: Halo mena

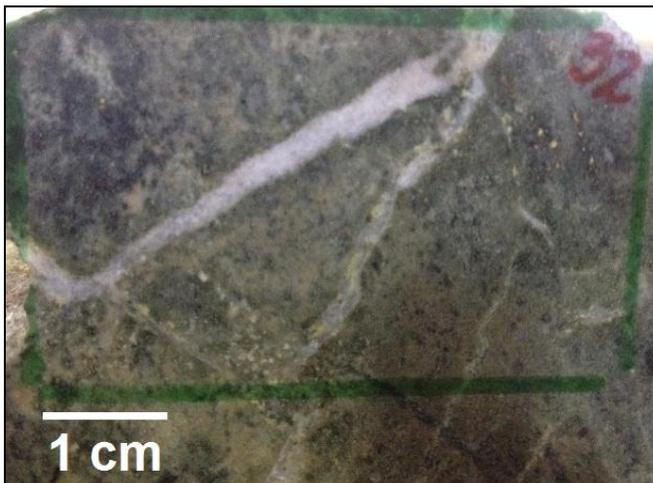
Minerales primarios: Indeterminados.

Minerales de alteración:

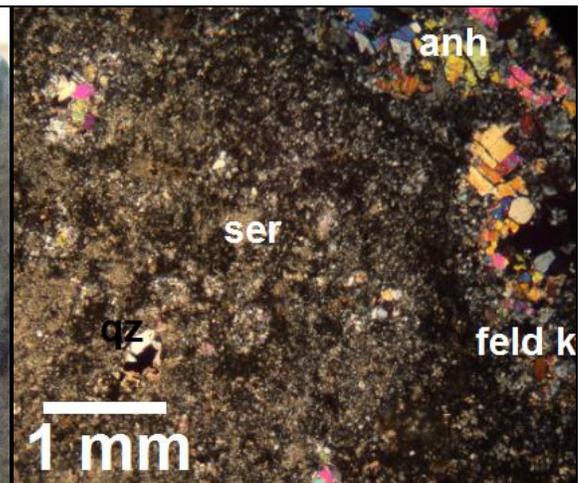
Mineral	Comentario
Biotita	Diseminada en toda la roca.
Mica blanca	Principalmente sericita, diseminada en toda la roca.
Anhidrita	Diseminada y en vetillas.
Feldespato K	Diseminada y en vetillas.
Calcita	Diseminada.
Epidota	En vetillas junto con anhidrita.
Cuarzo	Diseminada y en vetillas.

Minerales metálicos:

Porcentaje	Mineral	Comentario
3%	Calcopirita	Diseminada como en vetillas.
3%	Bornita	Diseminada como en vetillas, remplazada por covelina.
<1%	Molibdenita	En vetillas asociada a bornita.



Textura macroscópica.



Textura microscópica. Minerales de alteración

ET-A71-30

Metraje del centro del depósito: 0,05 km.

Análisis realizados: EPMA, LA.

Clasificación Carvajal (2014): CMET indiferenciado del dominio potásico.

Descripción macroscópica:

Roca oscura completamente obliterada por la alteración potásica. Hay vetillas de cuarzo anhidrita y sílice, y una gran brecha de anhidrita.

Descripción microscópica:

Textura: Indeterminada, solo se conservan algunos cristales de plagioclasa.

Alteración: Potásica

Halo de sulfuro: Halo mena

Minerales primarios:

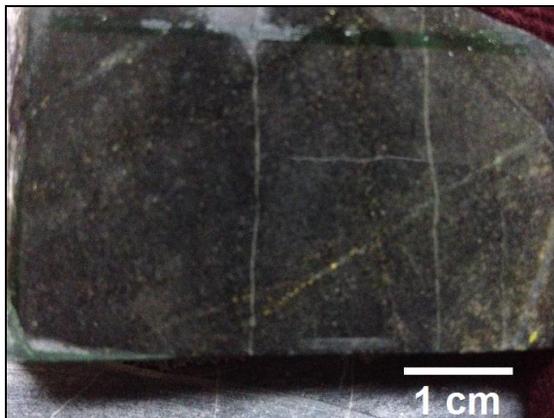
Porcentaje	Mineral	Comentario
Indeterminado	Plagioclasa	Alteración a sericita, biotita y feldespato K.

Minerales de alteración:

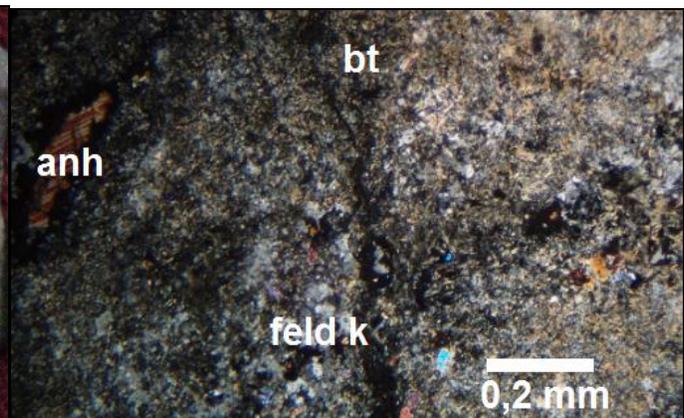
Mineral	Comentario
Clorita	En vetillas como diseminada.
Epidota	En vetillas.
Cuarzo	En vetillas.
Biotita	Diseminada en toda la roca.
Mica blanca	Principalmente sericita, diseminada en toda la roca.
Anhidrita	En vetillas.
Turmalina	Diseminada en toda la roca.
Feldespato K	Diseminada en toda la roca

Minerales metálicos:

Porcentaje	Mineral	Comentario
3%	Óxidos de Hierro	Diseminada, principalmente magnetita.
1%	Calcopirita	Diseminada
Traza	Covelina-calcosina	Remplazo de calcopirita.



Textura macroscópica



Textura microscópica (mineralogía de alteración).

ET-A71-31

Metraje del centro del depósito: 0,125 km.

Análisis realizados: - (sin epidota)

Clasificación Carvajal (2014): CMET indiferenciado del dominio potásico.

Descripción macroscópica:

Roca oscura completamente obliterada por la alteración potásica. Hay vetillas de anhidrita y sílice.

Descripción microscópica:

Textura: Holocristalina indiferenciada por alteración.

Alteración: Potásica intensa.

Halo de sulfuro: Halo mena

Minerales primarios:

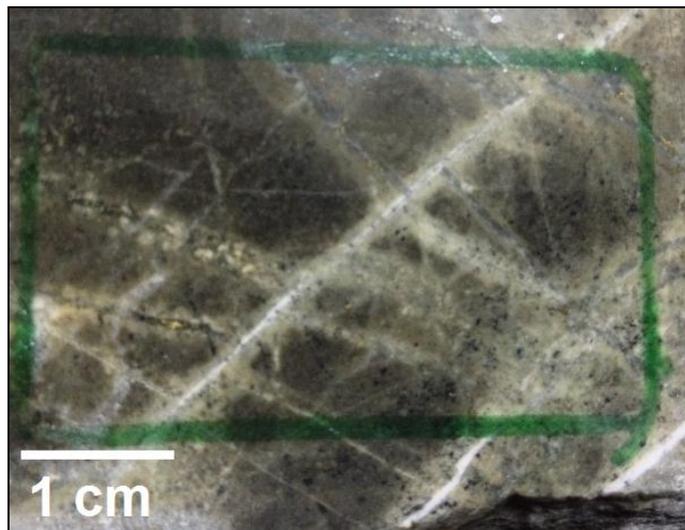
Porcentaje	Mineral	Comentario
Indeterminado	Plagioclasa	Alterada a biotita, feldespato K y anhidrita. Se conservan relictos en algunos sectores.

Minerales de alteración:

Mineral	Comentario
Biotita	Diseminada en toda la roca.
Mica blanca	Principalmente sericita, diseminada en toda la roca.
Anhidrita	Diseminada y en vetillas.
Turmalina	Diseminada fina y en agregado cristalinos.
Feldespato K	Diseminada y en vetillas junto con anhidrita,
Calcita	Vetillas

Minerales metálicos:

Porcentaje	Mineral	Comentario
3%	Calcopirita	Diseminada como en vetillas de anhidrita.
2%	Pirita	Diseminada como en vetillas de calcita.
Traza	Molibdenita	



Textura macroscópica.

ET-A71-26

Metraje del centro del depósito: 0,15 km.

Análisis realizados: - (sin epidota).

Clasificación Carvajal (2014): CMET indiferenciado del dominio potásico.

Descripción macroscópica:

Roca oscurecida cuya textura es levemente a no preservada. Se observa calcopirita y bornita.

Descripción microscópica:

Textura: Holocristalina alterada. Imposible determinar con precisión la textura.

Alteración: Potásica moderada a intensa, propilítica incipiente.

Halo de sulfuro: Halo de mena.

Minerales primarios:

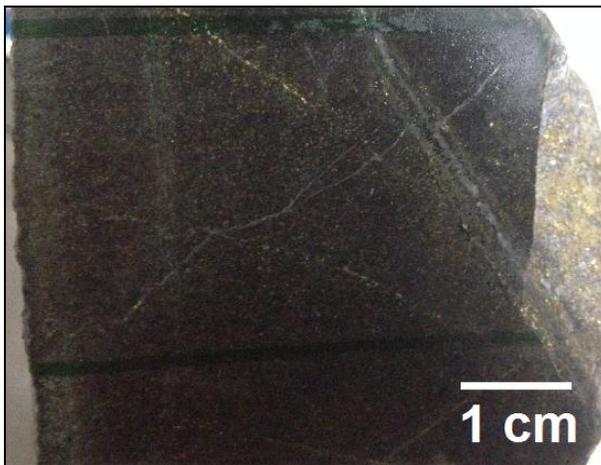
Porcentaje	Mineral	Comentario
70%	Plagioclasa	Alterada a biotita, anhidrita y en menor medida sericita.
30%	Otros	Posiblemente minerales máficos, pero no se observan relictos.

Minerales de alteración:

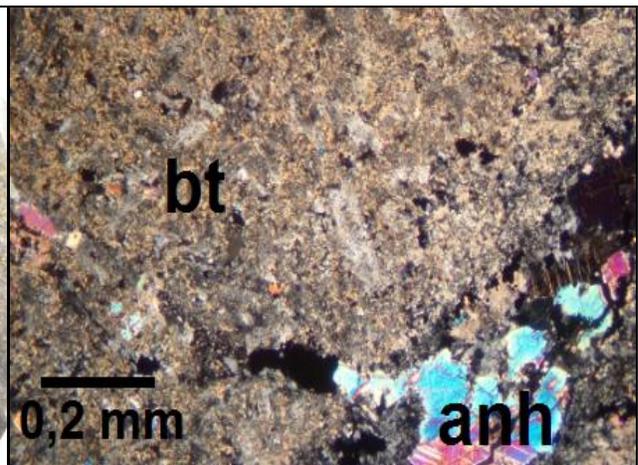
Mineral	Comentario
Clorita	Diseminado en toda la roca y fuerte en halos de alteración.
Cuarzo	Diseminado.
Biotita	Diseminada en toda la roca en alta proporción,.
Anhidrita	En vetillas o diseminada.
Turmalina	Diseminada.
Feldespato K	Diseminado en toda la roca y en vetillas.

Minerales metálicos:

Porcentaje	Mineral	Comentario
1%	Óxidos de Hierro	Diseminada.
1%	Molibdenita	En vetillas.
5%	Calcopirita	Diseminada como en vetillas.



Textura macroscópica



Textura microscópica (mineralogía de alteración).

ET-A71-25

Metraje del centro del depósito: 0,25 km.

Análisis realizados: - (sin epidota).

Clasificación Carvajal (2014): Microdiorita del dominio potásico.

Descripción macroscópica:

Roca oscurecida cuya textura está completamente obliterada. Se observa pirita y calcopirita.

Descripción microscópica:

Textura: Indeterminada.

Alteración: Potásica y fílica intensa.

Halo de sulfuro: Halo de mena

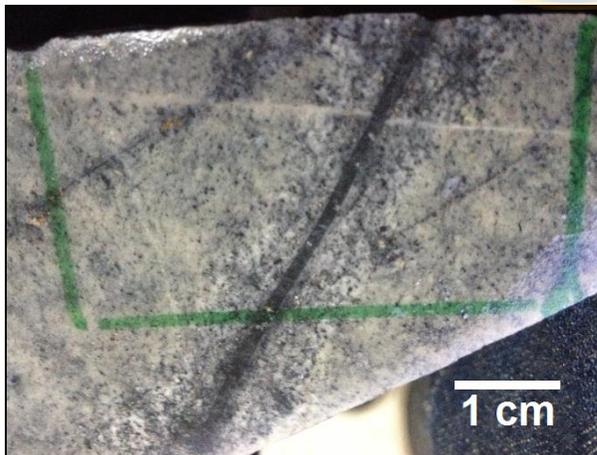
Minerales primarios: Indeterminados

Minerales de alteración:

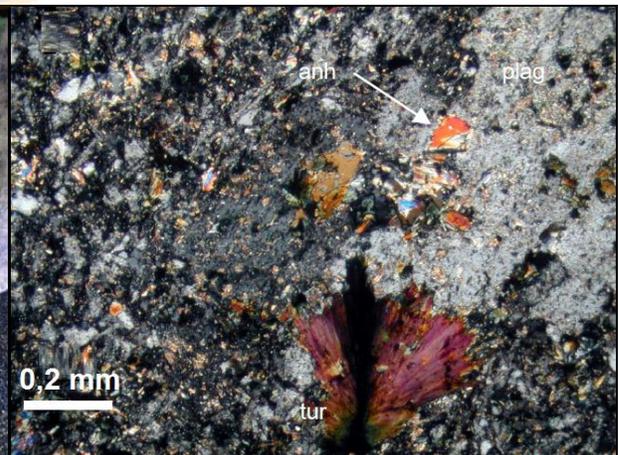
Mineral	Comentario
Cuarzo	Diseminado de grano fino.
Biotita	Diseminada de grano muy fino.
Turmalina	Diseminada en toda la roca como en vetilla junto con anhidrita.
Anhidrita	Diseminada en toda la roca por alteración de plagioclasas, y en vetilla junto con turmalina.
Sericita	Alterando a las plagioclasas completamente y en vetillas con pirita.
Feldespatos K	Diseminado de aspecto sucio en toda la roca.

Minerales metálicos:

Porcentaje	Mineral	Comentario
1%	Óxidos de Hierro	Diseminada, principalmente magnetita.
3%	Pirita	Diseminada como en vetillas, asociada a calcopirita, anhidrita, turmalina, sericita y cuarzo.
3%	Calcopirita	Diseminada como en vetillas, asociada a calcopirita, anhidrita, turmalina, sericita y cuarzo.



Textura macroscópica



Textura microscópica. Mineralogía de alteración

ET-A71-24

Metraje del centro del depósito: 0,35 km.

Análisis realizados: EPMA, LA.

Clasificación Carvajal (2014): Dorita seriada de clinopiroxeno del dominio potásico.

Descripción macroscópica:

Roca oscura cuya textura está parcialmente obliterada, pudiendo distinguir los fenocristales de plagioclasa. Se observa piritita en baja cantidad, pero suficiente para pertenecer al halo pirítico.

Descripción microscópica:

Textura: Holocristalina porfídica, fenocristales de grano medio- grueso con abundante masa fundamental es de grano medio-fino.

Alteración: Potásica- fílica –propilítica.

Halo de sulfuro: Halo pirítico

Minerales primarios:

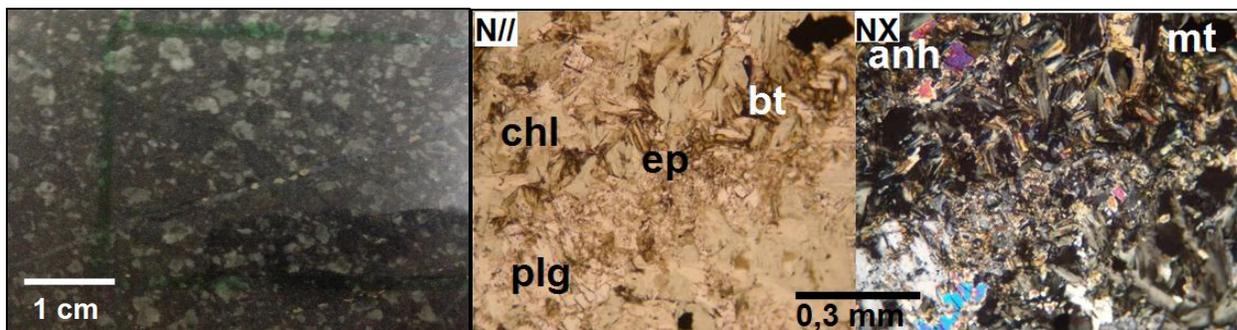
Porcentaje	Mineral	Comentario
75%	Plagioclasa	Alteración leve a sericita, biotita y feldespato K.
Indeterminado	Máficos	Completamente alterados a clorita, biotita, rutilo y epidota.

Minerales de alteración:

Mineral	Comentario
Clorita	Alterando a minerales máficos en forma de cúmulos.
Epidota	Traza asociada a clorita
Cuarzo	Diseminado y constituyente principal de vetillas.
Biotita	Diseminada en toda la masa fundamental.
Mica blanca	Principalmente sericita alterando a las plagioclasas
Anhidrita	En vetillas o diseminada.
Turmalina	En vetillas o diseminada.
Feldespato K	Diseminado alterando a la plagioclasa, junto con la biotita.

Minerales metálicos:

Porcentaje	Mineral	Comentario
3%	Óxidos de Hierro	Diseminada, principalmente magnetita. Asociada a rutilo.
2%	Pirita	Principalmente en vetillas.
Traza	Calcopirita	Inclusión dentro de pirita .



Textura macroscópica

Textura microscópica (mineralogía de alteración).

ET-A71-23

Metraje del centro del depósito: 0,45 km.

Análisis realizados: EPMA, LA, Roca total.

Clasificación Carvajal (2014): CMET indiferenciado del dominio potásico.

Descripción macroscópica:

Roca oscurecida y obliterada en su totalidad por la alteración potásica. Contiene vetillas de gran tamaño como “masas de sílice”, junto con micro vetillas de alteración propilítica.

Descripción microscópica:

Textura: Indeterminada.

Alteración: Potásica moderada-intensa, fílica moderada y propilítica leve.

Halo de sulfuro: Halo pirítico

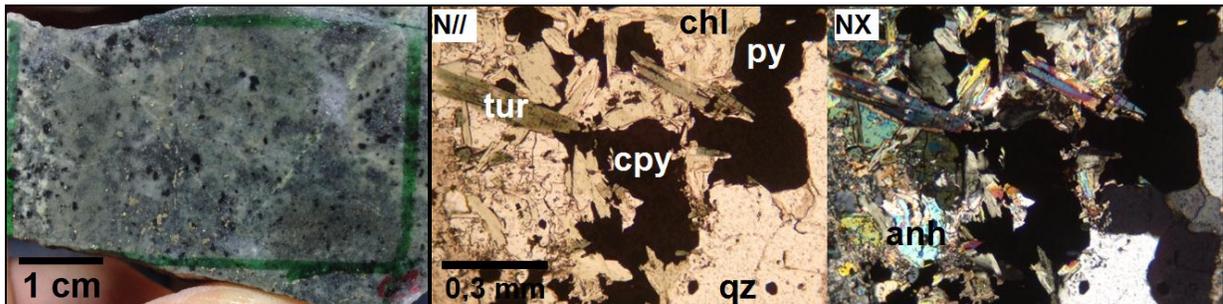
Minerales primarios: Indeterminados

Minerales de alteración:

Mineral	Comentario
Clorita	En vetillas o en cúmulos, junto con sericita. Esta clorita es blanqueada.
Epidota	En micro vetilla mono mineral de aspecto sucio
Cuarzo	En vetillas y diseminado.
Biotita y feldespato K	Alteración de fondo en toda la roca, de grano muy fino.
Turmalina	Radial diseminada
Anhidrita	En vetillas y diseminada
Sericita	Principalmente en halos de vetillas, pero también diseminada

Minerales metálicos:

Porcentaje	Mineral	Comentario
4%	Óxidos de Hierro	Diseminada, principalmente magnetita. Asociada a rutilo.
2%	Pirita	Principalmente en vetillas de clorita-sericita-anhidrita, pero también diseminada.
<1%	Calcopirita	Diseminada en halo de vetillas.



Textura macroscópica

Textura microscópica (mineralogía de vetillas y halo).

ET-A71-20

Metraje del centro del depósito: 0,55 km.

Análisis realizados: - (sin epidota)

Clasificación Carvajal (2014): Dorita seriada de clinopiroxeno del dominio potásico.

Descripción macroscópica:

Roca de color verde oscuro cuya textura está completamente obliterada. Alta cantidad de pirita, sobretodo en vetilla.

Descripción microscópica:

Textura: Indeterminada. Solo se preserva la existencia de plagioclasa en ciertos sectores.

Alteración: Potásica y fílica intensa a moderada.

Halo de sulfuro: Halo pirítico

Minerales primarios:

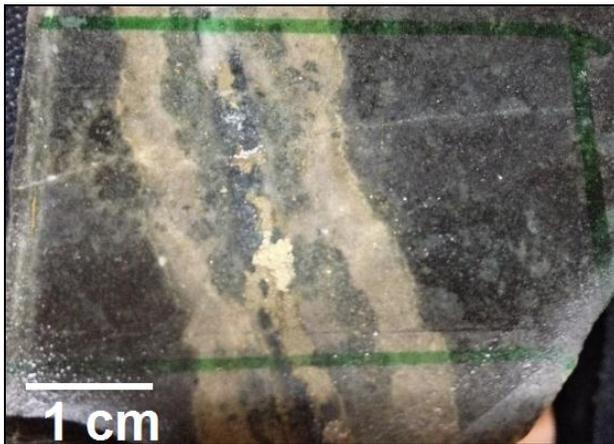
Porcentaje	Mineral	Comentario
Indeterminado	Plagioclasa	Alteración total o parcial por biotita, sericita o anhidrita.
Indeterminado	Máficos	Completamente alterados.

Minerales de alteración:

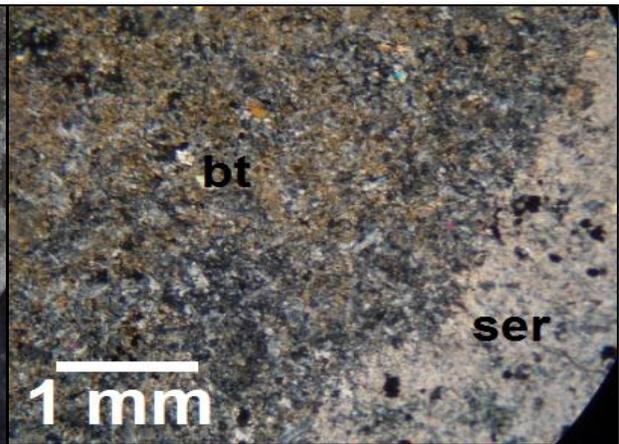
Mineral	Comentario
Clorita	Asociado con la biotita pero a menor escala.
Biotita	Altera a la roca de manera diseminada alejado de las vetillas.
Cuarzo	Diseminado como constituyente principal de las vetillas.
Sericita	Diseminada producto de la alteración de la plagioclasa, sobretodo en halos de alteración de las vetillas, como parte de esta.
Anhidrita	Diseminada en la roca, como en el interior de la vetilla.

Minerales metálicos:

Porcentaje	Mineral	Comentario
5%	Óxidos de Hierro	Diseminada, principalmente magnetita.
6%	Pirita	En vetillas como en los halos de estas.
1%	Calcopirita	En micro-vetillas.



Textura macroscópica



Textura microscópica de la roca caja.

ET-A71-19

Metraje del centro del depósito: 0,65 km.

Análisis realizados: EPMA, LA.

Clasificación Carvajal (2014): Dorita cuarcífera- tonalita de clinopiroxeno del dominio potásico.

Descripción macroscópica:

Diorita oscurecida por la alteración. Presenta micro vetillas de cuarzo y epidota. La cantidad de pirita no es tan alta, no obstante pertenece al halo pirítico.

Descripción microscópica:

Textura: Holocristalina seriada porfídica de grano grueso a fino.

Alteración: Potásica moderada, fílica leve y propilítica incipiente.

Halo de sulfuro: Halo pirítico

Minerales primarios:

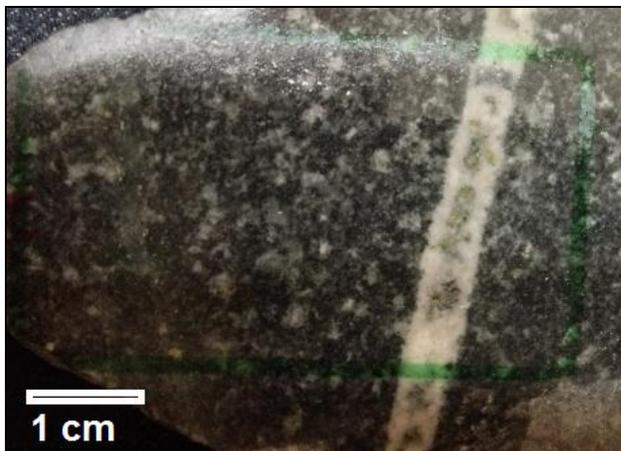
Porcentaje	Mineral	Comentario
70%	Plagioclasa	Alteración leve a sericita y insipiente a epidota
Indeterminado	Máficos	Completamente alterados a biotita y en menor medida clorita.

Minerales de alteración:

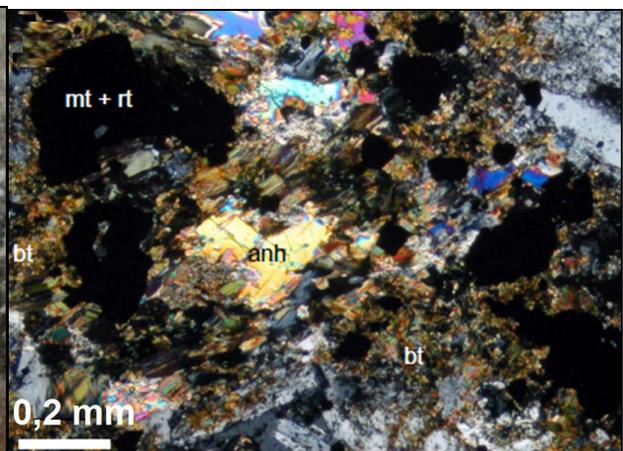
Mineral	Comentario
Clorita	Asociada con biotita en la alteración de minerales máficos. Esta última con mayor proporción
Epidota	Alteración incipiente de plagioclasas, y en cavidad con cuarzo que forma parte de una vetilla.
Biotita	Diseminada y en cúmulos, producto de la alteración de minerales máficos en alta proporción.
Cuarzo	Diseminado en toda la roca (20%), como en vetillas junto con sericita, epidota, anhidrita y pirita.
Feldespato K	En vetillas junto con cuarzo
Anhidrita	En vetillas junto a cuarzo y epidota, y en menor medida diseminada

Minerales metálicos:

Porcentaje	Mineral	Comentario
3%	Óxidos de Hierro	Diseminada, principalmente magnetita, asociada a la alteración de los minerales máficos.
<1%	Calcopirita	Principalmente en micro-vetillas
2%	Pirita	Diseminada y en vetillas.



Textura macroscópica



Textura microscópica de la roca caja.

ET-A71-22

Metraje del centro del depósito: 0,75 km.

Análisis realizados: EPMA, LA.

Clasificación Carvajal (2014): Dorita cuarcífera- tonalita de clinopiroxeno del dominio potásico.

Descripción macroscópica:

Roca de color gris oscuro con baja alteración preservando la textura primaria. Los minerales máficos están alterados por clorita (verdosos) Se observan vetillas de epidota. La pirita se encuentra diseminada como en vetillas.

Descripción microscópica:

Textura: Holocristalina porfídica, fenocristales de grano medio- grueso, y la masa fundamental es de grano medio-fino.

Alteración: Propilítica y filica de moderada a intensa. Potásica leve-moderada

Halo de sulfuro: Halo pirítico

Minerales primarios:

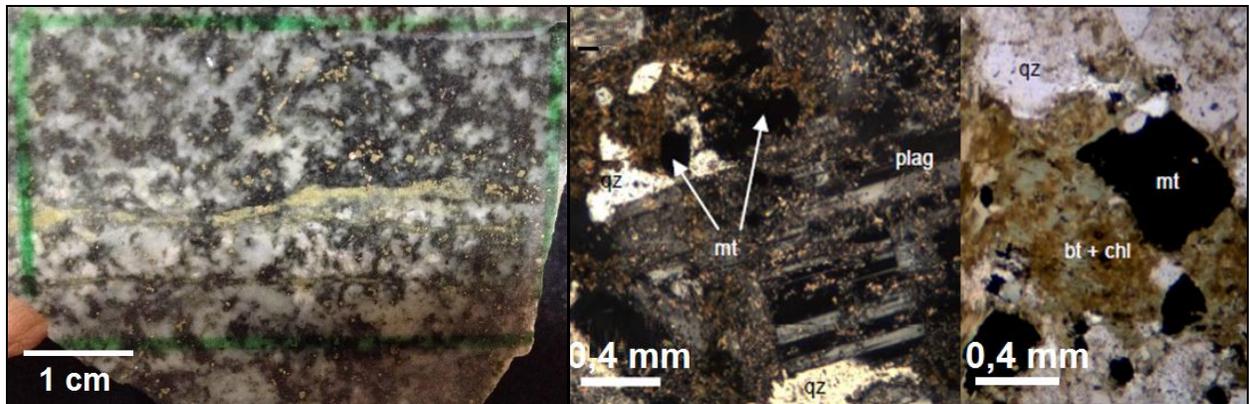
Porcentaje	Mineral	Comentario
70%	Plagioclasa	Alteración moderada a intensa a sericita, y en menor medida a epidota.
Indeterminado	Máficos	Completamente alterados a clorita y biotita

Minerales de alteración:

Mineral	Comentario
Clorita	Altera a minerales máficos completamente.
Epidota	Principalmente de remplazo leve a plagioclasas y en vetillas asociado a cuarzo, clorita, biotita..
Cuarzo	Diseminado en toda la roca, anhedral de gran proporción.
Biotita	Altera a minerales máficos con clorita, pero en menor proporción que esta.

Minerales metálicos:

Porcentaje	Mineral	Comentario
1%	Óxidos de Hierro	Diseminada, principalmente magnetita. Asociada a rutilo.
4%	Pirita	Diseminada como en vetilla de epidota.
1%	Calcopirita	Asociada a pirita en remplazo de minerales máficos.



Textura macroscópica

Textura microscópica (mineralogía de alteración).

ET-A71-21

Metraje del centro del depósito: 0,85 km.

Análisis realizados: EPMA, LA, Roca total.

Clasificación Carvajal (2014): Dorita cuarcifera- tonalita de clinopiroxeno del dominio intermedio (propilítico-potásico)

Descripción macroscópica:

Roca de textura obliterada en su mayoría y oscurecida por la alteración. Presenta vetillas milimétricas de alteración propilítica como de cuarzo, calcopirita y pirita. Los halos son de extensiones centimétricas.

Descripción microscópica:

Textura: Textura: Holocristalina porfídica, fenocristales medianos a gruesos, y la masa fundamental es de grano medio-fino.

Alteración: Propilítica y filica de moderada a pervasiva en sectores.

Halo de sulfuro: Halo pirítico

Minerales primarios:

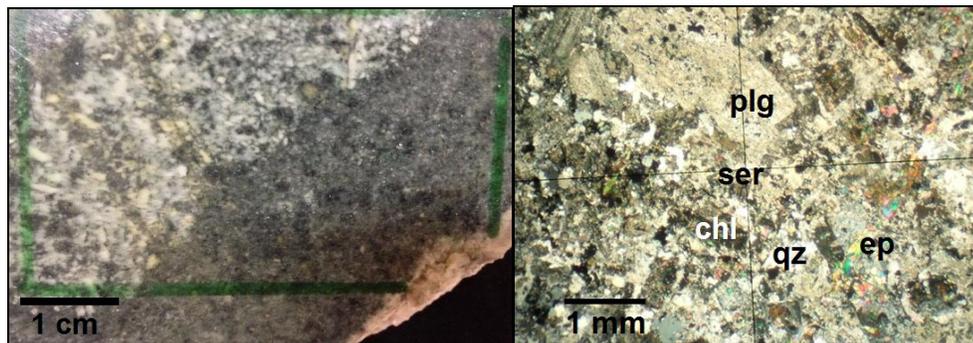
Porcentaje	Mineral	Comentario
70%	Plagioclasa	Alteración a sericita o epidota.
15%	Máficos	Completamente alterados a clorita y epidota.
15%	Otros	

Minerales de alteración:

Mineral	Comentario
Clorita	Diseminada o en cúmulos, altera a minerales máficos completamente.
Epidota	Principalmente de remplazo, pero también en vetillas o cavidades asociado a cuarzo.
Cuarzo	Diseminado en toda la roca, en cavidades o vetillas.
Sericita	Diseminada en gran proporción. Altera moderada a fuerte a la plagioclasas. En ciertos sectores es de gran tamaño.
Turmalina	Diseminada en baja cantidad.

Minerales metálicos:

Porcentaje	Mineral	Comentario
3%	Óxidos de Hierro	Diseminada, principalmente magnetita. Asociada a clorita en alteración de minerales máficos.
2%	Pirita	Diseminada.
1%	Calcopirita	Diseminada.



Textura macroscópica

Textura microscópica de la roca caja.

ET-A71-16

Metraje del centro del depósito: 0,95 km.

Análisis realizados: EPMA, LA, Roca total.

Clasificación Carvajal (2014): Diorita cuarcífera- tonalita de clinopiroxeno del dominio intermedio (propilítico-potásico).

Descripción macroscópica:

Roca oscurecida por la alteración, donde la textura está casi totalmente obliterada, preservándose algunos fenocristales. Alta cantidad de pirita. Se observan vetillas de cuarzo, anhidrita y pirita.

Descripción microscópica:

Textura: Indiferenciada.

Alteración: Propilítica y fílica intensa en halo de alteración y vetillas de cuarzo y anhidrita.

Halo de sulfuro: Halo pirítico

Minerales primarios:

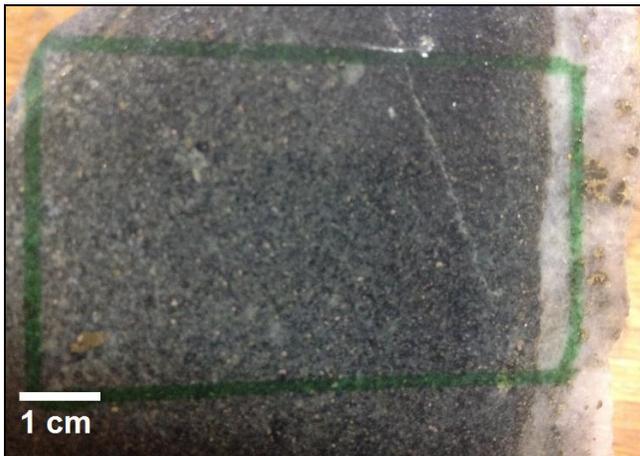
Porcentaje	Mineral	Comentario
Indeterminado	Plagioclasa	Completamente alteradas a sericita y epidota.
Indeterminado	Máficos	Completamente alterados a clorita y epidota.

Minerales de alteración:

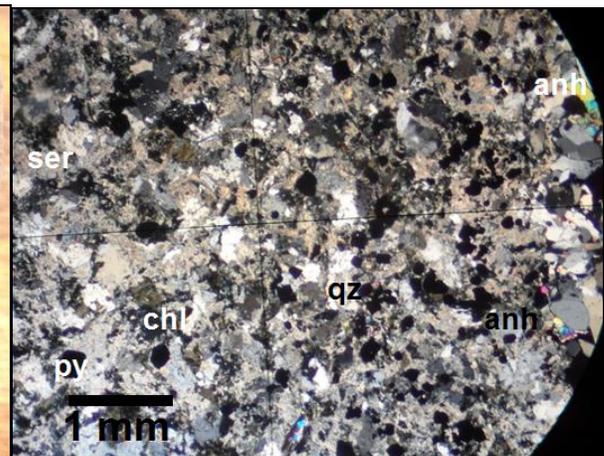
Mineral	Comentario
Clorita	Diseminada en altas cantidades en el halo, posible proveniencia de minerales máficos.
Epidota	Diseminada en medianas cantidades en el halo.
Sericita	Diseminada en altas cantidades en el halo, proveniencia de feldespatos.
Cuarzo	Diseminado en el halo como en vetilla.
Anhidrita	En vetilla con cuarzo.

Minerales metálicos:

Porcentaje	Mineral	Comentario
1%	Óxidos de Hierro	Compuesto principalmente de magnetita de manera diseminada, asociada a rutilo.
5%	Pirita	Diseminado como en vetillas.
1%	Sulfuros de Cu	Calcopirita



Textura macroscópica



Textura microscópica de la roca caja.

ET-A71-13

Metraje del centro del depósito: 1,05 km.

Análisis realizados: EPMA, LA.

Clasificación Carvajal (2014): Dorita seriada de clinopiroxeno del dominio propilítico.

Descripción macroscópica:

Diorita cuya textura se preserva en su totalidad. Los minerales máficos son afectados por la alteración propilítica, y en menor medida las plagioclasas. La cantidad de sulfuros es muy baja.

Descripción microscópica:

Textura: Holocristalina porfídica, los fenocristales son de tamaño medio-grueso, y la masa fundamental media-fina.

Alteración: Propilítica moderada-intensa.

Halo de sulfuro: Halo periférico

Minerales primarios:

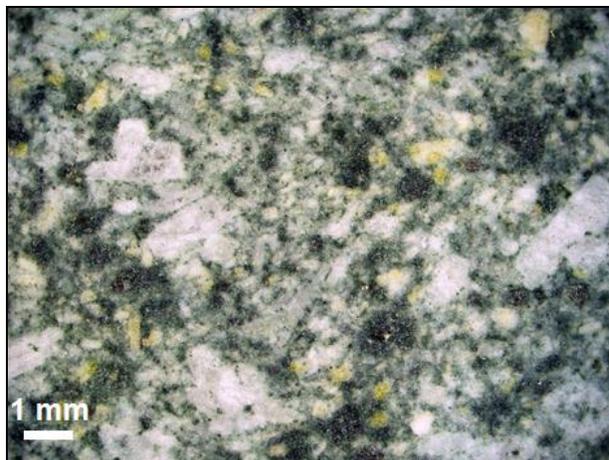
Porcentaje	Mineral	Comentario
70%	Plagioclasa	Alteración leve a moderada a epidota, y leve a calcita y sericita.
15%	Máficos	Alterados completamente a clorita y cuarzo, y en menor medida a epidota.
10%	Cuarzo	Anhedral intersticial. En su mayoría es secundario.

Minerales de alteración:

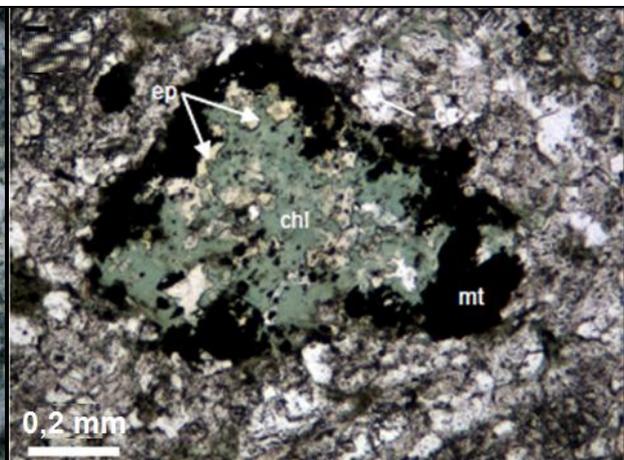
Mineral	Comentario
Clorita	Alteración selectiva de minerales máficos.
Epidota	De remplazo en plagioclasas y minerales máficos, también se encuentra en vetillas o cavidades con cuarzo.
Cuarzo	Diseminado como en cavidades y vetillas en toda la roca.
Sericita	Alterando levemente a plagioclasas.
Calcita	Alterando levemente a plagioclasas.

Minerales metálicos:

Porcentaje	Mineral	Comentario
3-4%	Óxidos de Hierro	Compuesto principalmente de magnetita de manera diseminada asociada a hematita
1%	Pirita	En cavidades con cuarzo y epidota.
Traza	Calcopirita	Asociada a epidota de remplazo o dentro de epidota.



Textura macroscópica.



Asociación alteración propilítica.

ET-A71-15

Metraje del centro del depósito: 1,15 km.

Análisis realizados: EPMA, LA, Roca total.

Clasificación Carvajal (2014): Dorita seriada de clinopiroxeno del dominio propilítico.

Descripción macroscópica:

Diorita cuya textura se preserva en su totalidad. Los minerales máficos son afectados por la alteración propilítica, y en menor medida las plagioclasas. La cantidad de sulfuros es muy baja o inexistente. En la toma de muestra se describió como una roca de grano grueso al oeste en comparación a la ET-A71-14 (mismo metraje).

Descripción microscópica:

Textura: Holocristalina porfídica, los fenocristales son de tamaño medio-grueso y la masa fundamental de grano medio.

Alteración: Propilítica leve, tanto selectiva como en cavidades.

Halo de sulfuro: Halo periférico

Minerales primarios:

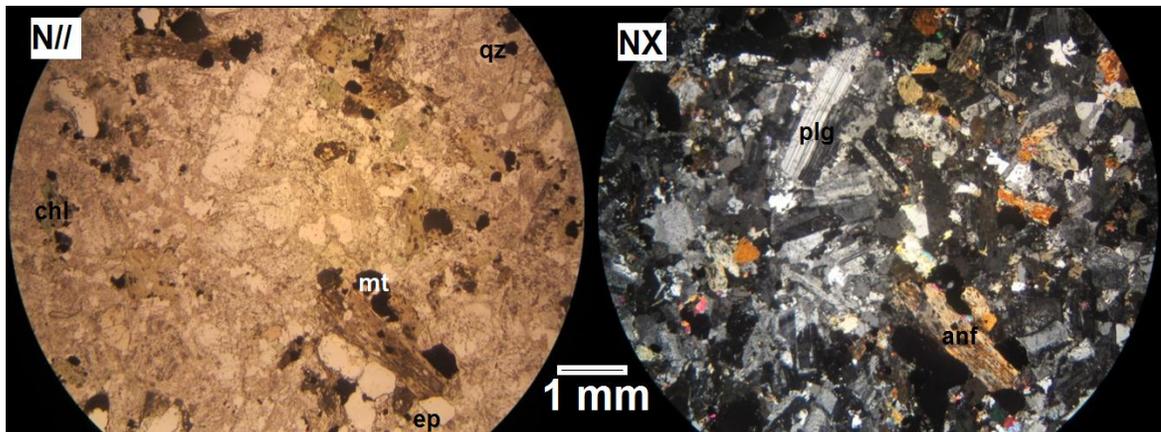
Porcentaje	Mineral	Comentario
80%	Plagioclasa	Alteración leve a epidota y feldespato K.
15%	Máficos	Principalmente clinopiroxenos y anfíboles, alterados levemente clorita y biotita.
5%	Otros	Cuarzo, feldespato K y óxidos de hierro.

Minerales de alteración:

Mineral	Comentario
Clorita	Alteración moderada a minerales máficos.
Epidota	De remplazo en plagioclasas (principalmente) y en minerales máficos. Asociada a cuarzo en pequeñas cavidades.
Biotita	Incipiente en minerales máficos.
Feldespato K	Incipiente en bordes de plagioclasa.

Minerales metálicos:

Porcentaje	Mineral	Comentario
2%	Óxidos de Hierro	Compuesto principalmente de magnetita de manera diseminada.
Traza	Sulfuros	Calcopirita diminuta



Textura microscópica. Mineralogía primaria y de alteración.

ET-A71-14

Metraje del centro del depósito: 1,15 km.

Análisis realizados: EPMA, LA, Roca total.

Clasificación Carvajal (2014): Dorita seriada de clinopiroxeno del dominio propilítico.

Descripción macroscópica:

Sin descripción macroscópica. Solo se constaba con corte y fragmentos chancados de roca. A momento de la toma de muestra se describió como una roca de grano fino al este en comparación a la ET-A71-15 (del mismo metraje).

Descripción microscópica:

Textura: Holocristalina porfídica, los fenocristales son de tamaño medio y la masa fundamental media-fina.

Alteración: Propilítica leve.

Halo de sulfuro: Halo periférico

Minerales primarios:

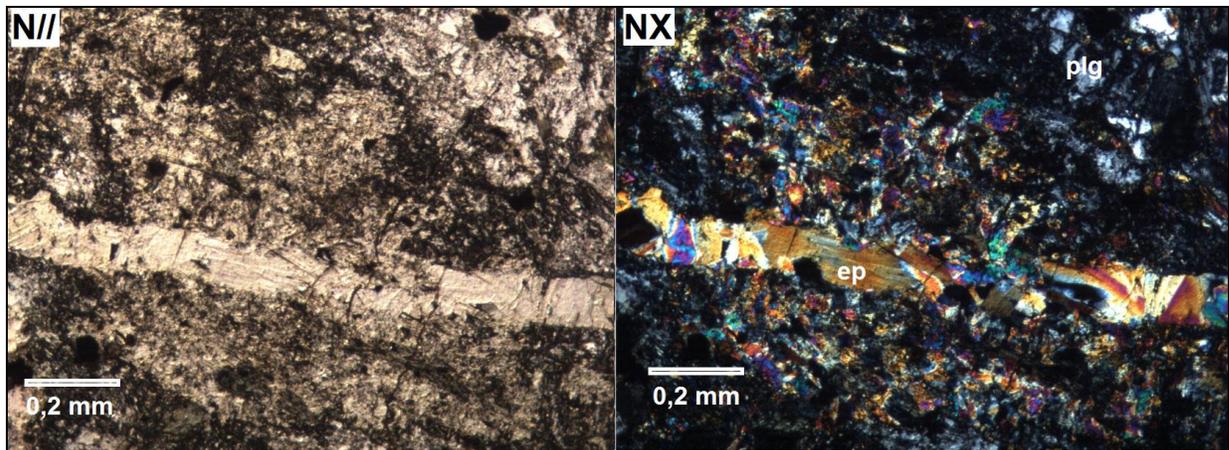
Porcentaje	Mineral	Comentario
75%	Plagioclasa	Alteración incipiente a epidota.
20%	Máficos	Principalmente clinopiroxenos, alterados levemente clorita e incipiente biotita y epidota.
5%	Otros	Cuarzo y óxidos de hierro.

Minerales de alteración:

Mineral	Comentario
Clorita	Alteración leve a minerales máficos.
Epidota	En vetilla que genera cúmulos de remplazo alrededor. Ajeno a esta vetilla hay remplazo incipiente.
Cuarzo	Diseminado como en vetilla junto a epidota.
Biotita	Alterando incipientemente en minerales máficos.
Turmalina	Baja cantidad con hábito radial.

Minerales metálicos:

Porcentaje	Mineral	Comentario
2-3%	Óxidos de Hierro	Compuesto principalmente de magnetita de manera diseminada.
Traza	Calcopirita	En vetilla asociada a epidota y cuarzo..



Vetilla de epidota y cuarzo que altera a la roca caja circundante formando cumulos de epidota

ET-A71-17

Metraje del centro del depósito: 1,25 km.

Análisis realizados: EPMA, LA, Roca total.

Clasificación Carvajal (2014): Diorita seriada de clinopiroxeno del dominio propilítico.

Descripción macroscópica:

Diorita cuya textura se preserva en su totalidad. Los minerales máficos son afectados por la alteración propilítica, y en menor medida las plagioclasas. La cantidad de sulfuros es muy baja o inexistente.

Descripción microscópica:

Textura: Holocristalina seriada porfídica de grano medio-grueso.

Alteración: Propilítica leve a moderada.

Halo de sulfuro: Halo periférico

Minerales primarios:

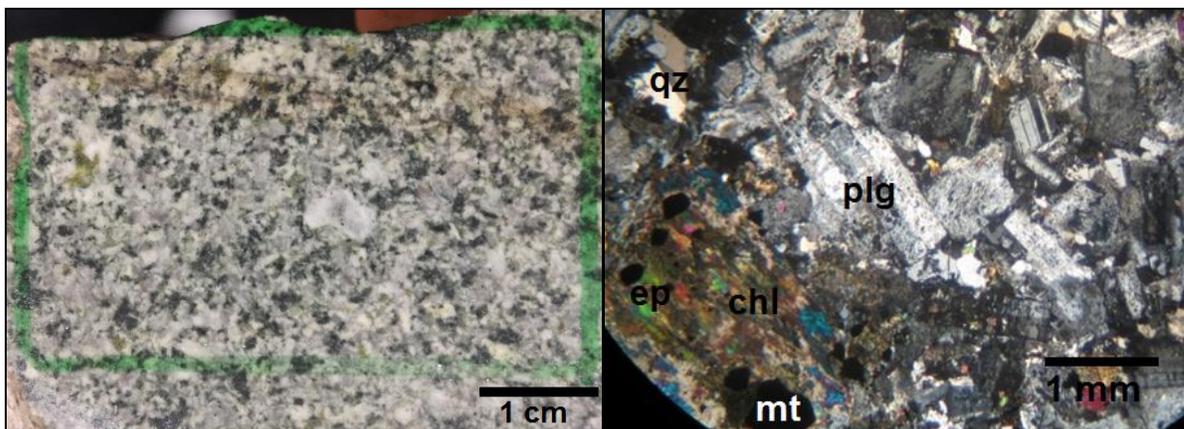
Porcentaje	Mineral	Comentario
65%	Plagioclasa	Fenocristales sin alterar y masa fundamental alterada
15%	Máficos	En su mayoría piroxenos (clinopiroxenos) alterados moderadamente a clorita y leve a epidota y calcita.
10%	Cuarzo	Intersticial, principalmente secundario en cavidades
8%	Feldespatos K	Intersticial, principalmente secundario asociado a cuarzo, rodeando a plagioclasas.

Minerales de alteración:

Mineral	Comentario
Clorita	En cavidades asociada con epidota o alterando a minerales máficos
Epidota	Principalmente en intersticios o cavidades junto con el cuarzo, remplazo de minerales máficos y plagioclasas o en microvetillas
Calcita	Alterando a algunos minerales máficos.
Cuarzo	Diseminado en el halo como en vetilla.
Feldespatos K	Producto de una incipiente alteración potásica.

Minerales metálicos:

Porcentaje	Mineral	Comentario
4%	Óxidos de Hierro	Diseminada, principalmente magnetita, y en menor medida rutilo y hematita.
Traza	Pirita	Calcopirita y pirita asociados a cuarzo y epidota de cavidades.



Textura macroscópica

Textura microscópica

ET-A71-8

Metraje del centro del depósito: 1,45 km.

Análisis realizados: EPMA, LA, Roca total

Clasificación Carvajal (2014): Microdiorita del dominio propilítico

Descripción macroscópica:

Roca de color verde claro, cuya textura preservada es media a fina. La alteración presente es la alteración propilítica. Se observa poca cantidad de pirita.

Descripción microscópica:

Textura: Holocristalina porfídica. Fenocristales de plagioclasa de grano medio (10%) y masa fundamental de grano fino, compuesta en su mayoría de plagioclasa.

Alteración: Propilítica moderada a intensa

Halo de sulfuro: Halo periférico

Minerales primarios:

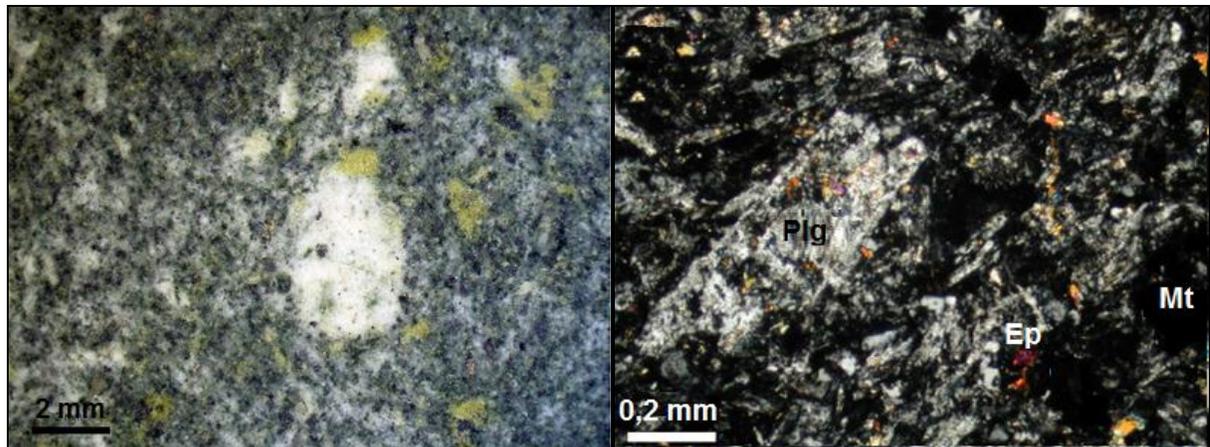
Porcentaje	Mineral	Comentario
70%	Plagioclasa	Alteración mínima a sericita y a epidota.
Indeterminado	Máficos	Alterados completamente a clorita y epidota.
10%	Cuarzo	Anhedral, principalmente de origen secundario.

Minerales de alteración:

Mineral	Comentario
Clorita	Diseminado en todo el corte, intersticial de tamaño pequeño. Posiblemente por alteración de minerales máficos de la masa fundamental.
Epidota	En vetillas y cúmulos de remplazo de gran tamaño, asociado a las vetillas. Las vetillas presentan mineralización sulfurada.
Cuarzo	Diseminado intersticial subhedral.
Sericita	Mínima remplazando a plagioclasa.

Minerales metálicos:

Porcentaje	Mineral	Comentario
1-2%	Óxidos de Hierro	Compuesto de magnetita +/- hematita. Diseminada.
2-3%	Pirita	Diseminada como en vetillas de epidota como mono minerales.
Traza	Sulfuros de Cu	Escasa, principalmente calcopirita.



Textura macroscópica

Textura microscópica.

ET-A71-9

Metraje del centro del depósito: 1,55 km.

Análisis realizados: EPMA, Roca total

Clasificación Carvajal (2014): Dorita cuarcífera- tonalita de clinopiroxeno del dominio propilítico

Descripción macroscópica:

Roca de color verde con textura fina, donde se reconocen fenocristales en pocas cantidades. Esta roca se reconocen enclaves, que son de tono más verdoso.

Descripción microscópica:

Textura: Holocristalina seriada de grano medio-fino, con enclaves porfídico con fenocristales de grano medio y masa fundamental de grano fino (parecidos a muestra contigua ET-A71-8).

Alteración: Propilítica selectiva leve y sericítica leve a moderada

Halo de sulfuro: Halo periférico

Minerales primarios:

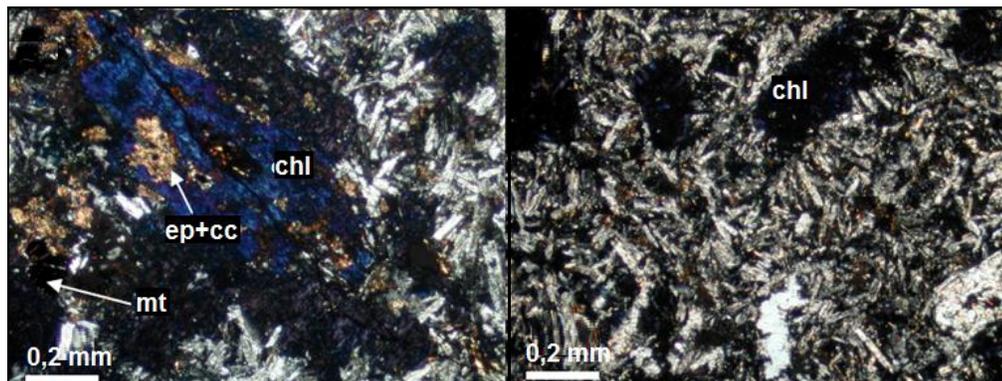
Porcentaje	Mineral	Comentario
70%	Plagioclasa	Alteración leve a moderada a sericita, y traza a propilítica.
10%	Máficos	Alterados a clorita totalmente.
15%	Cuarzo	Principalmente de origen secundario.
5%	Otros	

Minerales de alteración:

Mineral	Comentario
Clorita	Principalmente alterando a minerales máficos
Epidota+Calcita	Traza como remplazo.
Turmalina	Traza.
Micas blancas	Remplazando moderadamente a plagioclasa.
Feldespato K	Altera a plagioclasas en los intersticios
Cuarzo	Diseminado en toda la roca

Minerales metálicos:

Porcentaje	Mineral	Comentario
1-2%	Óxidos de Hierro	Diseminados. Compuesto de magnetita principalmente.
1-2%	Pirita	Diseminada, asociada a feldespato K .
Traza	Sulfuros de Cu	Muy poca calcopirita que pasa a covelina



Textura microscópica. Holocristalina seriada de grano medio-fino con remplazo propilítico

ET-A71-10

Metraje del centro del depósito: 1,65 km.

Análisis realizados: EPMA, LA, Roca total

Clasificación Carvajal (2014): Dorita cuarcifera-tonalita de clinopiroxeno del dominio propilítico.

Descripción macroscópica:

Diorita cuya textura se preserva en su totalidad. Los minerales máficos son afectados por la alteración propilítica, y en menor medida las plagioclasas. La cantidad de sulfuros es muy baja.

Descripción microscópica:

Textura: Holocristalina seriada de grano medio.

Alteración: Propilítica selectiva leve y sericitica leve

Halo de sulfuro: Halo periférico

Minerales primarios:

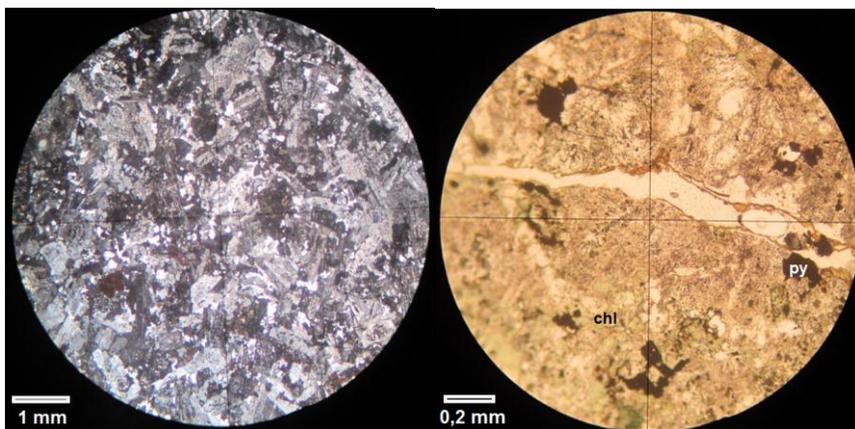
Porcentaje	Mineral	Comentario
65%	Plagioclasa	Alteración moderada a sericita y traza a epidota.
18%	Máficos	Alterados completamente a clorita, rutilo y magnetita.
10%	Cuarzo	Anhedral intersticial, de origen primario como secundario.
5%	Feldespato K	Primario como secundario, alterado levemente a arcillas.
2%	Otros	

Minerales de alteración:

Mineral	Comentario
Clorita	Alteración selectiva a minerales máficos.
Epidota	Traza de remplazo.
Cuarzo	Anhedral intersticial.
Sericita	Remplazando a plagioclasa.
Turmalina	Traza diseminada

Minerales metálicos:

Porcentaje	Mineral	Comentario
1-2%	Óxidos de Hierro	Compuesto principalmente de magnetita y rutilo.
<1%	Pirita	Diseminada.
Traza	Sulfuros de Cu	Diseminados y pequeños



Textura primaria

Alteracion hidrotermal

ET-A71-11

Metraje del centro del depósito: 1,75 km.

Análisis realizados: Roca total

Clasificación Carvajal (2014): Dorita cuarcifera-tonalita de clinopiroxeno del dominio propilitico con una alteración fílica intensa.

Descripción macroscópica:

Roca color verde pardo clara cuya textura esta obliterada.

Descripción microscópica:

Textura: Indiferenciada.

Alteración: Fílica intensa.

Halo de sulfuro: Halo periférico

Minerales primarios:

Porcentaje	Mineral	Comentario
Indeterminado	Plagioclasa	Completamente alterados a sericita y otras micas blancas
Indeterminado	Máficos	Completamente alterados a clorita. Se identifica biotita, pero no se descarta la presencia de otros minerales máficos.

Minerales de alteración:

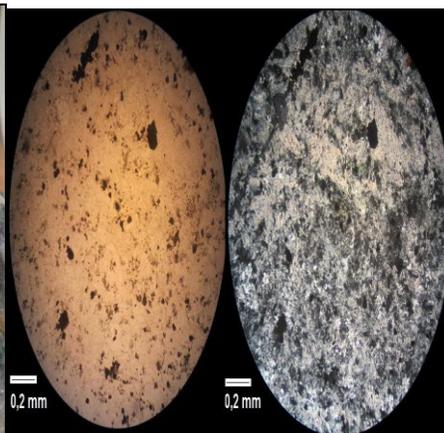
Mineral	Comentario
Clorita	Incolora producida por la alteración de minerales máficos.
Cuarzo	Residual en todo el corte.
Sericita	Alterando fuertemente a plagioclasa.
Turmalina	Poca, diseminada y de aspecto radial.

Minerales metálicos:

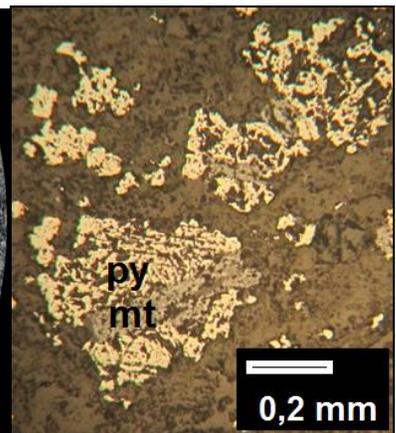
Porcentaje	Mineral	Comentario
<1%	Óxidos de Hierro	Compuesto principalmente de magnetita de manera diseminada.
2-3%	Pirita	Diseminada y en vetillas.
Traza	Sulfuros de Cu	Calcopirita asociada a covelina



Textura macroscópica



Textura microscópica (NX)



Mineralización metálica

ET-A71-12

Metraje del centro del depósito: 1,85 km.

Análisis realizados: EPMA, LA, Roca total

Clasificación Carvajal (2014): Dorita seriada de clinopiroxeno del dominio propilítico.

Descripción macroscópica:

Sin descripción macroscópica. Solo se constaba con corte y fragmentos chancados de roca

Descripción microscópica:

Textura: Holocristalina porfídica seriada, fenocristales medianos-grandes, y masa fundamental mediana-fina.

Alteración: Propilítica leve.

Halo de sulfuro: Halo periférico

Minerales primarios:

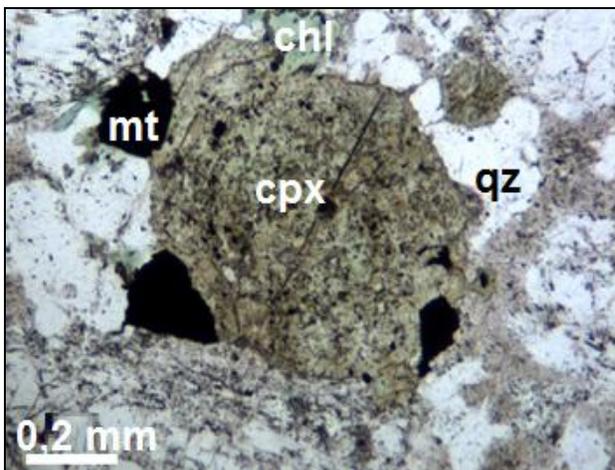
Porcentaje	Mineral	Comentario
57%	Plagioclasa	Alteración muy leve a sericita y epidota.
20%	Máficos	En su mayoría piroxenos, alterados levemente a clorita.
10%	Feldespato K	Anhedral con alteración leve a arcillas.
10%	Cuarzo	Anhedral intersticial. En su mayoría es secundario.

Minerales de alteración:

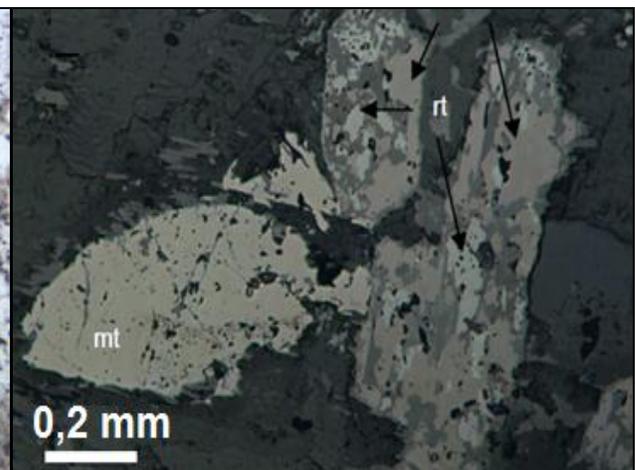
Mineral	Comentario
Clorita	Alteración selectiva de minerales máficos.
Epidota	Traza, alterando a plagioclasa y minerales máfico
Cuarzo	Intersticial en todo la roca.
Sericita	Alterando levemente a plagioclasa.
Turmalina	Poca, diseminada y de aspecto radial.
Feldespato K	Micro vetilla de feldespato K, que produce epidota (traza) en minerales máficos y plagioclasa

Minerales metálicos:

Porcentaje	Mineral	Comentario
3%	Óxidos de Hierro	Compuesto principalmente de magnetita de manera diseminada.
Traza	Sulfuros	Calcopirita y pirita



Textura microscópica con baja alteración



Mineralización metálica

ET-A71-1

Metraje del centro del depósito: 1,95 km.

Análisis realizados: EPMA, LA, Roca total

Clasificación Carvajal (2014): Dorita seriada de clinopiroxeno del dominio propilítico

Descripción macroscópica:

Roca ígnea melanocrática (diorita) de grano intermedio a fino. La textura original es preservada. La alteración es propilítica moderada a leve. En este estudio no se cuenta con una muestra de mano de tamaño considerable para una descripción.

Descripción microscópica:

Textura: Holocristalina seriada-porfídica de grano medio. Presenta enclave diorítico de grano fino, compuesto de plagioclasa, hornblenda y magnetita. Además hay cavidades.

Alteración: Propilítica moderada

Halo de sulfuro: Halo periférico

Minerales primarios (sin considerar enclaves):

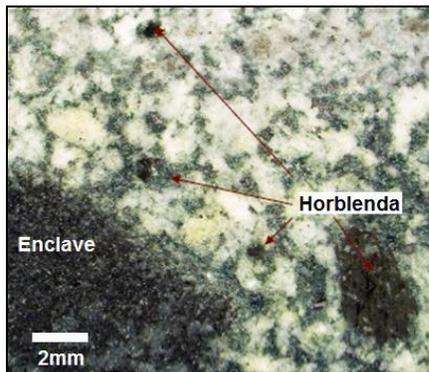
Porcentaje	Mineral	Comentario
65%	Plagioclasa	Alteración mínima a sericita y moderada a epidota.
15%	Máficos	Alterados a clorita moderadamente. Compuestos por piroxenos, anfíboles
<15%	Cuarzo	Principalmente de origen secundario.
5%	Feldespato K	Rodeando a la plagioclasa

Minerales de alteración:

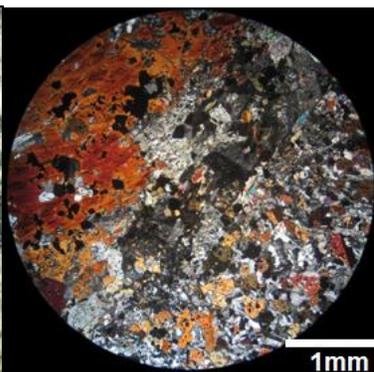
Mineral	Comentario
Clorita	Principalmente alterando a minerales máficos
Epidota	De manera importante rellenando cavidades (7% de la roca), como remplazo de minerales máficos y plagioclasa. Clara paragénesis con la mineralización
Cuarzo	Principalmente como relleno euhedral de cavidades.
Sericita	Mínima remplazando a plagioclasa.
Turmalina	Mínima, radial diseminada.

Minerales metálicos:

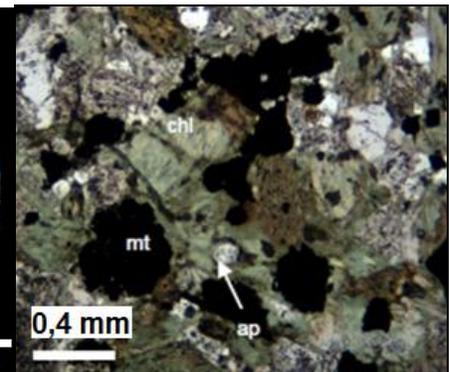
Porcentaje	Mineral	Comentario
2-3%	Óxidos de Hierro	Compuesto de magnetita, hematita.
<1%	Calcopirita	Asociada a cuarzo, epidota, pirita y/o magnetita. Principalmente en cavidades
<1%	Pirita	Asociada a cuarzo, epidota, calcopirita y/o magnetita. Principalmente en cavidades



Textura macroscópica



Textura microscópica



Minerales de alteración

ET-A71-2

Metraje del centro del depósito: 2,05 km.

Análisis realizados: EPMA, LA, Roca total

Clasificación Carvajal (2014): Dorita seriada de clinopiroxeno del dominio propilítico

Descripción macroscópica:

Diorita de grano grueso. La alteración propilítica afecta a los minerales máficos alterándolos a clorita y las plagioclasas están blanqueadas, no obstante la textura esta preservada.

Descripción microscópica:

Textura: Holocristalina seriada-porfídica de grano medio-fino.

Alteración: Propilítica leve

Halo de sulfuro: Halo periférico

Minerales primarios:

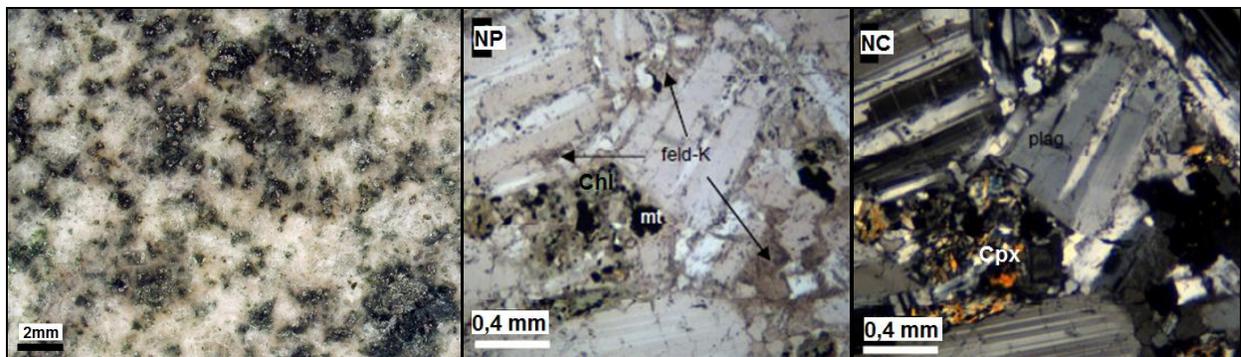
Porcentaje	Mineral	Comentario
70%	Plagioclasa	Alteración mínima a sericita y a epidota.
15%	Máficos	Alterados a clorita moderadamente y leve a epidota. Principalmente piroxenos.
<8%	Cuarzo	Anhedral, principalmente de origen secundario.
4%	Feldespato K	Rodeando a la plagioclasa, principalmente de origen secundario.
3%	Otros	

Minerales de alteración:

Mineral	Comentario
Clorita	Principalmente alterando a minerales máficos
Epidota	Poca, como remplazo de minerales máficos y plagioclasa.
Cuarzo	Diseminado intersticial.
Sericita	Mínima remplazando a plagioclasa.

Minerales metálicos:

Porcentaje	Mineral	Comentario
2-3%	Óxidos de Hierro	Compuesto de magnetita, hematita. Diseminada, asociada principalmente a la alteración de minerales máficos, acompañada de clorita.
1%	Pirita	Asociada a cloritización de máficos.
Traza	Calcopirita	Muy poca



Textura macroscópica

Textura microscópica. Nicoles paralelos (NP) y cruzados (NC).

ET-A71-3

Metraje del centro del depósito: 2,15 km.

Análisis realizados: EPMA, LA, Roca total

Clasificación Carvajal (2014): Dorita seriada de clinopiroxeno del dominio propilítico

Descripción macroscópica:

Roca ígnea melanocrática de grano grueso. Textura original preservada, donde los minerales están alterados a epidota, y clorita (alteración propilítica)

Descripción microscópica:

Textura: Holocristalina seriada-porfídica. Masa fundamental de grano fino y fenocristales de grano medio. Presenta cavidades producto de la alteración.

Alteración: Propilítica moderada a intensa

Halo de sulfuro: Halo periférico

Minerales primarios:

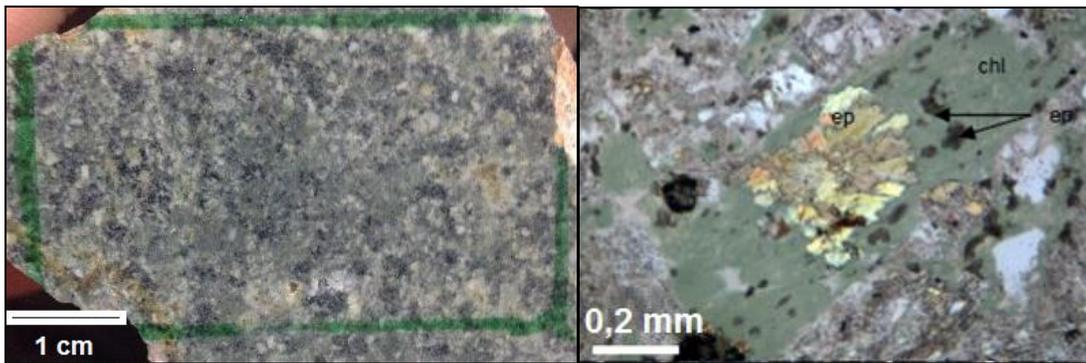
Porcentaje	Mineral	Comentario
75%	Plagioclasa	Fenocristales (55%) alterados a calcita, epidota, sericita y otras micas blancas, que en conjunto se ve una fuerte alteración.
15%	Máficos	Alterados completamente a clorita, epidota, calcita y magnetita. Posiblemente piroxenos.
<8%	Cuarzo	Anhedral, principalmente de origen secundario.
5%	Otros	

Minerales de alteración:

Mineral	Comentario
Clorita	Gran cantidad, alterando a minerales máficos, diseminada (intersticios) o en cavidades.
Epidota	Gran cantidad, reemplazando a minerales máficos, plagioclasas o en cavidades.
Cuarzo	Principalmente relleno de cavidades.
Micas blancas	Compuesta en su mayoría por sericita, reemplazando a las plagioclasas.
Calcita	Reemplazo de minerales máficos y plagioclasas.

Minerales metálicos:

Porcentaje	Mineral	Comentario
3%	Óxidos de Hierro	Compuesto de magnetita, hematita. Diseminada, asociada principalmente rutilo e ilmenita.
Traza	Calcopirita	Muy poca, reemplazada por bornita



Textura macroscópica

Textura microscópica. Alteración de minerales máficos.

ET-A71-4

Metraje del centro del depósito: 2,25 km.

Análisis realizados: EPMA, LA

Clasificación Carvajal (2014): Dorita seriada de clinopiroxeno del dominio propilítico

Descripción macroscópica:

Sin descripción. No se contaba con muestra macroscópica. Al momento de la toma de muestra se describió como una roca ígnea melanocrática de grano grueso.

Descripción microscópica:

Textura: Holocristalina seriada-porfídica de masa fundamental de grano medio-fino y fenocristales de grano medio-grueso.

Alteración: Propilítica moderada-selectiva.

Halo de sulfuro: Halo periférico

Minerales primarios:

Porcentaje	Mineral	Comentario
80%	Plagioclasa	Alteración mínima a sericita y a epidota.
15%	Máficos	Son fenocristales alterados completamente a clorita. Principalmente piroxenos.
<8%	Cuarzo	Anhedral en masa fundamental, principalmente de origen secundario.
3%	Otros	

Minerales de alteración:

Mineral	Comentario
Clorita	Abundante, principalmente alterando totalmente a minerales máficos y de manera intersticial entre plagioclasas
Epidota	Poca, como remplazo de minerales máficos y plagioclasa.
Cuarzo	Anhedral diseminado e intersticial en equilibrio con clorita.
Sericita	Mínima remplazando a plagioclasa.

Minerales metálicos:

Porcentaje	Mineral	Comentario
1%	Óxidos de Hierro	Compuesto de magnetita +/- hematita. Diseminada, asociada con rutilo.
<1%	Pirita	Localizada principalmente en alteración de minerales máficos, asociada a clorita, epidota, magnetita.
Traza	Calcopirita	Muy poca

ANEXO II

Resultados análisis WDS en epidota



Tabla 1. Resultados WDS para epidotas expresados en porcentaje en peso, tanto en oxido como elemental. n=430.

Análisis	Distancia (km)	Ocurrencia	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	MnO	SiO ₂	SrO	TiO ₂	V ₂ O ₃	Al	Ca	Fe ⁺³	Mg	Mn	Si	Sr	Ti	V	Total
1. ET-A71-1(1) CLARO	1,95	Cavidad	22,53	22,73	14,65	<0,04	0,22	36,83	0,26	<0,05	0,08	11,92	16,24	10,25	<0,02	0,17	17,22	0,22	<0,03	0,05	97,32
2. ET-A71-1(1) OSCURO	1,95	Cavidad	26,48	23,40	9,02	0,07	0,12	37,30	0,42	0,05	<0,05	14,02	16,73	6,31	0,04	0,10	17,43	0,35	0,03	0,03	96,90
3. ET-A71-1(1) CLARO	1,95	Remplazo plagioclasa	19,87	23,01	18,04	<0,04	0,06	36,44	<0,04	<0,05	<0,05	10,51	16,44	12,62	<0,02	0,05	17,03	<0,04	<0,03	<0,03	97,43
4. ET-A71-1(1) OSCURO	1,95	Remplazo plagioclasa	24,13	22,14	12,26	<0,04	0,97	36,78	0,31	0,08	<0,05	12,77	15,83	8,57	0,02	0,75	17,19	0,26	0,05	0,03	96,75
5. ET-A71-1(2) CLARO	1,95	Cavidad	23,28	22,75	13,28	0,07	0,45	36,77	0,38	0,16	0,07	12,32	16,26	9,29	0,04	0,35	17,19	0,32	0,10	0,05	97,22
6. ET-A71-1(2) OSCURO	1,95	Cavidad	26,35	23,46	10,14	<0,04	0,13	37,89	0,29	0,09	<0,05	13,95	16,77	7,09	<0,02	0,10	17,71	0,25	0,06	<0,03	98,40
7. ET-A71-1(2) CLARO	1,95	Cavidad	23,48	21,64	13,72	0,07	1,19	37,40	0,35	<0,05	0,05	12,43	15,47	9,59	0,04	0,92	17,48	0,29	<0,03	0,03	97,91
8. ET-A71-1(2) OSCURO	1,95	Cavidad	25,37	23,31	10,98	0,07	0,11	37,30	0,29	0,09	<0,05	13,43	16,66	7,68	0,04	0,08	17,44	0,24	0,06	<0,03	97,54
9. ET-A71-1(3) CLARO	1,95	Cavidad	23,11	22,63	13,92	<0,04	0,56	36,71	0,27	0,06	<0,05	12,23	16,18	9,73	<0,02	0,43	17,16	0,23	0,04	<0,03	97,31
10. ET-A71-1(3) OSCURO	1,95	Cavidad	26,43	23,29	9,73	<0,04	0,13	37,62	0,38	0,09	<0,05	13,99	16,65	6,81	<0,02	0,10	17,58	0,32	0,06	<0,03	97,71
11. ET-A71-1(3) CLARO	1,95	Remplazo plagioclasa	22,59	23,16	14,32	<0,04	0,15	36,70	0,20	0,06	0,10	11,96	16,55	10,02	<0,02	0,12	17,16	0,17	0,04	0,07	97,31
12. ET-A71-1(5) CLARO	1,95	Cavidad	23,92	23,09	13,11	0,06	0,29	36,78	0,33	<0,05	<0,05	12,66	16,50	9,17	0,03	0,22	17,19	0,28	<0,03	0,03	97,63
13. ET-A71-1(5) OSCURO	1,95	Cavidad	27,09	23,72	8,84	<0,04	0,19	37,57	0,28	<0,05	0,06	14,34	16,95	6,18	0,02	0,15	17,56	0,24	<0,03	0,04	97,83
14. ET-A71-1(4) CL	1,95	Remplazo	23,05	22,31	14,32	0,09	0,64	37,31	0,37	0,06	0,06	12,20	15,94	10,01	0,05	0,50	17,44	0,31	0,04	0,04	98,21
15. ET-A71-1(4) M	1,95	Remplazo	22,95	22,97	14,09	<0,04	0,16	36,98	0,50	0,05	0,09	12,15	16,42	9,86	<0,02	0,12	17,29	0,43	0,03	0,06	97,82
16. ET-A71-1(3) C	1,95	Remplazo plagioclasa	19,86	23,03	16,90	0,06	0,09	35,90	0,06	0,49	0,10	10,51	16,46	11,82	0,04	0,07	16,78	0,05	0,29	0,07	96,49
17. ET-A71-1(3) O	1,95	Remplazo plagioclasa	22,87	23,04	14,04	<0,04	0,18	36,41	0,24	<0,05	<0,05	12,11	16,47	9,82	<0,02	0,14	17,02	0,20	<0,03	<0,03	96,81
18. ET-A71-1(3) M	1,95	Remplazo plagioclasa	23,16	23,27	13,37	0,04	0,10	36,89	0,17	0,14	<0,05	12,26	16,63	9,35	0,02	0,08	17,24	0,14	0,08	<0,03	97,16
19. ET-A71-1(6) O	1,95	Cavidad	25,11	23,43	10,68	<0,04	0,14	36,62	0,41	0,05	<0,05	13,29	16,75	7,47	<0,02	0,11	17,12	0,34	0,03	<0,03	96,48
20. ET-A71-1(6) C	1,95	Cavidad	23,05	21,59	14,35	0,04	1,20	36,66	0,39	<0,05	<0,05	12,20	15,43	10,04	0,03	0,93	17,14	0,33	<0,03	<0,03	97,31
21. ET-A71-1(7) O	1,95	Remplazo plagioclasa	26,07	23,53	9,63	<0,04	0,17	37,11	0,38	0,08	<0,05	13,80	16,82	6,73	<0,02	0,13	17,35	0,32	0,05	<0,03	97,01
22. ET-A71-1(7) C	1,95	Cavidad	23,52	21,47	13,35	0,05	1,21	36,68	0,36	0,05	<0,05	12,45	15,34	9,34	0,03	0,94	17,15	0,30	0,03	0,03	96,73
23. ET-A71-1(8) O	1,95	Cavidad	24,41	23,56	11,80	0,06	0,12	37,00	0,32	0,11	0,06	12,92	16,84	8,26	0,03	0,09	17,30	0,27	0,07	0,04	97,44
24. ET-A71-1(8) C	1,95	Cavidad	22,44	23,32	15,03	<0,04	0,06	36,55	0,17	0,05	0,05	11,88	16,67	10,51	<0,02	0,05	17,08	0,15	0,03	0,04	97,71
27. ET-A71-1(9) C	1,95	Cavidad	22,97	22,22	15,00	<0,04	1,03	36,77	0,31	<0,05	0,05	12,16	15,88	10,49	0,02	0,80	17,19	0,26	<0,03	0,03	98,42
28. ET-A71-1(10) M	1,95	Remplazo plagioclasa	23,05	22,53	13,93	0,06	0,57	36,91	0,33	<0,05	0,05	12,20	16,10	9,75	0,04	0,44	17,25	0,28	<0,03	0,04	97,47
29. ET-A71-1(10) M	1,95	Remplazo plagioclasa	21,15	23,06	16,09	<0,04	<0,04	36,67	0,40	<0,05	0,10	11,19	16,48	11,26	<0,02	<0,03	17,14	0,34	0,03	0,07	97,57
30. ET-A71-1(10) C	1,95	Cavidad	19,11	22,86	18,54	0,06	0,05	36,03	0,20	<0,05	0,07	10,12	16,34	12,97	0,03	0,04	16,84	0,17	0,03	0,05	96,96
31. ET-A71-1(10) O	1,95	Remplazo plagioclasa	25,99	22,84	10,54	0,99	0,13	37,68	0,39	0,05	<0,05	13,75	16,32	7,37	0,59	0,10	17,61	0,33	0,03	<0,03	98,63
32. ET-A71-1(11) C	1,95	Cavidad	23,34	23,13	13,54	<0,04	0,19	36,96	0,20	0,05	<0,05	12,35	16,53	9,47	<0,02	0,15	17,28	0,17	0,03	0,03	97,47
33. ET-A71-1(11) O	1,95	Cavidad	25,38	23,42	10,49	<0,04	0,12	37,17	0,40	0,06	<0,05	13,43	16,74	7,34	0,02	0,09	17,38	0,34	0,04	<0,03	97,11
34. ET-A71-1(11) C	1,95	Cavidad	23,17	22,71	13,67	<0,04	0,50	36,44	0,29	<0,05	<0,05	12,26	16,23	9,56	<0,02	0,38	17,03	0,25	<0,03	<0,03	96,84
35. ET-A71-1(11) O	1,95	Cavidad	26,65	23,56	9,12	<0,04	0,19	37,58	0,34	0,10	<0,05	14,10	16,84	6,38	0,02	0,15	17,57	0,29	0,06	0,03	97,60
36. ET-A71-1(12) C	1,95	Remplazo	19,95	22,83	17,01	0,08	0,04	36,68	0,14	0,55	0,08	10,56	16,32	11,90	0,05	0,03	17,15	0,12	0,33	0,05	97,37
37. ET-A71-1(12) M	1,95	Remplazo	22,96	23,19	14,06	<0,04	0,18	37,25	0,17	0,07	0,11	12,15	16,57	9,83	<0,02	0,14	17,41	0,14	0,04	0,08	97,99
38. ET-A71-1(12) O	1,95	Cavidad	26,17	23,28	9,89	<0,04	0,32	37,40	0,34	<0,05	0,09	13,85	16,64	6,91	<0,02	0,25	17,48	0,29	<0,03	0,06	97,51
39. ET-A71-1(13) O	1,95	Remplazo plagioclasa	25,56	23,29	10,39	<0,04	0,14	37,33	0,41	0,07	<0,05	13,53	16,65	7,27	<0,02	0,11	17,45	0,35	0,04	<0,03	97,23

Análisis	Distancia (km)	Ocurrencia	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	MnO	SiO ₂	SrO	TiO ₂	V ₂ O ₃	Al	Ca	Fe ⁺³	Mg	Mn	Si	Sr	Ti	V	Total
40. ET-A71-1(13) M	1.95	Remplazo plagioclasa	23,58	21,86	13,48	0,06	1,14	36,69	0,41	<0,05	0,05	12,48	15,62	9,43	0,04	0,89	17,15	0,34	<0,03	0,03	97,26
41. ET-A71-1(14) M	1.95	Remplazo plagioclasa	22,47	23,31	15,51	<0,04	0,12	36,59	0,21	<0,05	<0,05	11,89	16,66	10,85	<0,02	0,09	17,10	0,18	<0,03	<0,03	98,25
42. ET-A71-1(14) O	1.95	Remplazo plagioclasa	27,33	23,49	8,62	<0,04	0,30	37,56	0,23	<0,05	<0,05	14,46	16,79	6,03	<0,02	0,24	17,56	0,19	<0,03	<0,03	97,55
43. ET-A71-1(14) M	1.95	Remplazo plagioclasa	26,26	22,69	10,16	0,04	0,79	37,32	0,30	0,13	0,08	13,90	16,22	7,11	0,03	0,61	17,44	0,25	0,08	0,06	97,79
44. ET-A71-1(15) O	1.95	Remplazo máfico	25,70	23,29	10,19	<0,04	0,19	37,16	0,25	0,14	0,09	13,60	16,64	7,13	0,02	0,15	17,37	0,22	0,08	0,06	97,04
45. ET-A71-1(15) M	1.95	Remplazo máfico	23,31	23,09	14,11	<0,04	0,25	37,32	0,17	0,06	0,10	12,33	16,50	9,87	<0,02	0,19	17,44	0,14	0,04	0,07	98,43
46. ET-A71-1(16) O	1.95	Remplazo plagioclasa	26,85	23,44	8,83	<0,04	0,14	36,97	0,21	<0,05	<0,05	14,21	16,75	6,17	<0,02	0,11	17,28	0,18	<0,03	<0,03	96,53
47. ET-A71-1(16) C	1.95	Remplazo plagioclasa	24,69	23,07	11,94	<0,04	0,46	37,01	0,15	0,05	<0,05	13,07	16,49	8,35	<0,02	0,35	17,30	0,13	0,03	0,03	97,44
48. ET-A71-1(16) C	1.95	Remplazo plagioclasa	23,21	23,53	13,43	<0,04	0,07	37,17	0,16	0,17	0,20	12,29	16,82	9,39	<0,02	0,06	17,38	0,13	0,10	0,13	97,94
50. ET-A71-1(17) O	1.95	Remplazo	23,84	23,35	12,90	0,04	0,12	37,03	0,21	0,08	<0,05	12,62	16,69	9,03	0,03	0,09	17,31	0,18	0,05	0,03	97,63
51. ET-A71-1(17) C	1.95	Cavidad	22,38	23,26	14,97	<0,04	0,04	36,59	0,24	<0,05	0,07	11,85	16,62	10,47	<0,02	0,03	17,10	0,21	<0,03	0,05	97,61
52. ET-A71-1(17) M	1.95	Remplazo plagioclasa	22,55	22,92	14,77	0,08	0,35	36,80	0,27	<0,05	<0,05	11,94	16,38	10,33	0,05	0,27	17,20	0,23	<0,03	0,03	97,82
53. ET-A71-3(1) O	2.15	Remplazo plagioclasa	27,55	23,52	8,23	<0,04	0,13	37,61	0,35	0,05	<0,05	14,58	16,81	5,76	<0,02	0,10	17,58	0,30	0,03	<0,03	97,46
54. ET-A71-3(1) C	2.15	Remplazo plagioclasa	22,52	23,22	14,71	<0,04	0,16	37,20	0,29	<0,05	<0,05	11,92	16,59	10,29	<0,02	0,12	17,39	0,24	<0,03	<0,03	98,13
55. ET-A71-3(2) O	2.15	Remplazo plagioclasa	25,69	23,12	10,62	0,07	0,33	37,09	0,29	0,09	0,05	13,60	16,52	7,43	0,04	0,26	17,34	0,25	0,06	0,04	97,35
56. ET-A71-3(2) C	2.15	Remplazo plagioclasa	22,32	22,68	14,26	0,04	0,44	36,60	0,16	0,08	0,09	11,81	16,21	9,97	0,02	0,34	17,11	0,13	0,05	0,06	96,66
57. ET-A71-3(3) Mn?	2.15	Remplazo	22,66	22,80	13,75	0,07	0,50	36,86	0,37	0,28	0,10	11,99	16,30	9,61	0,04	0,38	17,23	0,32	0,17	0,07	97,40
58. ET-A71-3(3) O	2.15	Remplazo	24,11	23,34	12,21	0,08	0,06	36,87	0,20	<0,05	0,05	12,76	16,68	8,54	0,05	0,05	17,23	0,16	0,03	0,04	96,95
59. ET-A71-3(3) C	2.15	Remplazo	22,97	23,19	13,65	0,09	0,11	36,83	0,37	<0,05	0,12	12,16	16,57	9,55	0,06	0,08	17,22	0,31	<0,03	0,08	97,37
60. ET-A71-3(4) O	2.15	Cavidad	26,05	23,33	10,18	0,15	0,14	36,92	0,41	0,07	0,07	13,79	16,67	7,12	0,09	0,11	17,26	0,34	0,04	0,05	97,30
61. ET-A71-3(4) M	2.15	Remplazo plagioclasa	22,65	22,93	14,53	0,07	0,18	36,46	0,47	0,06	0,10	11,99	16,39	10,16	0,04	0,14	17,04	0,40	0,04	0,07	97,45
62. ET-A71-3(4) M	2.15	Remplazo plagioclasa	23,04	22,97	14,04	0,08	0,29	36,82	0,42	0,06	0,06	12,19	16,42	9,82	0,05	0,22	17,21	0,35	0,04	0,04	97,77
63. ET-A71-3(6) C	2.15	Remplazo	20,88	23,48	15,71	0,06	0,08	36,12	0,04	0,40	0,27	11,05	16,78	10,99	0,04	0,06	16,89	0,04	0,24	0,19	97,06
64. ET-A71-3(6) O	2.15	Remplazo	26,20	23,32	9,95	0,04	0,25	37,57	0,19	<0,05	0,06	13,87	16,67	6,96	0,02	0,19	17,56	0,16	0,03	0,04	97,63
65. ET-A71-3(6) M	2.15	Remplazo	22,44	23,25	14,15	0,09	0,12	37,25	0,20	<0,05	0,09	11,88	16,62	9,90	0,05	0,10	17,41	0,17	<0,03	0,06	97,62
66. ET-A71-3(7) O	2.15	Cavidad	23,53	23,17	13,24	0,04	0,20	37,13	0,23	0,16	0,10	12,45	16,56	9,26	0,03	0,16	17,36	0,20	0,10	0,07	97,81
67. ET-A71-3(7) M	2.15	Remplazo plagioclasa	21,85	23,04	15,08	0,07	0,29	37,07	0,23	0,11	0,13	11,57	16,46	10,55	0,04	0,23	17,33	0,19	0,07	0,09	97,87
68. ET-A71-3(8) O	2.15	Remplazo plagioclasa	27,24	23,22	8,44	<0,04	0,21	37,71	0,36	0,08	<0,05	14,42	16,60	5,90	<0,02	0,16	17,63	0,30	0,05	<0,03	97,30
69. ET-A71-3(8) C	2.15	Remplazo plagioclasa	23,61	23,01	13,46	<0,04	0,24	37,05	0,20	<0,05	0,06	12,50	16,44	9,41	<0,02	0,19	17,32	0,17	<0,03	0,04	97,67
70. ET-A71-3(9) O	2.15	Remplazo	26,23	23,36	9,61	0,07	0,31	36,90	0,31	0,08	0,07	13,88	16,69	6,72	0,04	0,24	17,25	0,26	0,05	0,04	96,94
71. ET-A71-3(9) C	2.15	Remplazo	21,44	23,27	15,64	0,04	0,05	36,66	0,06	0,22	0,25	11,35	16,63	10,94	0,02	0,04	17,14	0,05	0,13	0,17	97,64
72. ET-A71-3(9) M	2.15	Remplazo	24,31	23,30	12,71	<0,04	0,34	37,48	0,06	<0,05	<0,05	12,87	16,65	8,89	<0,02	0,27	17,52	0,05	<0,03	<0,03	98,23
73. ET-A71-3(9) C	2.15	Remplazo	20,51	23,21	16,32	0,09	0,06	36,73	0,14	0,47	0,34	10,85	16,59	11,41	0,05	0,05	17,17	0,11	0,28	0,23	97,86
74. ET-A71-3(10) O	2.15	Remplazo plagioclasa	26,40	23,71	10,05	0,05	0,09	37,85	0,18	<0,05	<0,05	13,97	16,94	7,03	0,03	0,07	17,69	0,15	<0,03	0,03	98,40
75. ET-A71-3(10) C	2.15	Cavidad	20,61	23,18	16,01	0,11	0,08	36,43	0,12	0,63	0,30	10,91	16,57	11,20	0,07	0,06	17,03	0,11	0,38	0,21	97,48
76. ET-A71-3(11a) O	2.15	Remplazo plagioclasa	26,83	23,40	9,02	<0,04	0,21	37,75	0,32	<0,05	0,07	14,20	16,72	6,31	<0,02	0,16	17,64	0,27	<0,03	0,05	97,64
77. ET-A71-3(11a) C	2.15	Remplazo plagioclasa	23,38	23,27	13,64	<0,04	0,13	37,18	0,10	0,07	0,07	12,37	16,63	9,54	<0,02	0,10	17,38	0,08	0,04	0,05	97,85
78. ET-A71-3(11b) O	2.15	Remplazo máfico	25,73	23,40	10,98	<0,04	0,11	36,89	0,40	0,08	0,07	13,62	16,73	7,68	<0,02	0,09	17,24	0,34	0,05	0,04	97,67

Análisis	Distancia (km)	Ocurrencia	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	MnO	SiO ₂	SrO	TiO ₂	V ₂ O ₃	Al	Ca	Fe ⁺³	Mg	Mn	Si	Sr	Ti	V	Total
79. ET-A71-3(12) M	2,15	Remplazo máfico	22,36	23,01	14,56	0,07	0,09	36,72	0,41	0,10	0,09	11,83	16,45	10,18	0,04	0,07	17,16	0,35	0,06	0,06	97,41
80. ET-A71-3(12) O	2,15	Remplazo plagioclasa	24,90	23,15	11,16	0,05	0,13	37,10	0,07	0,07	0,07	13,18	16,54	7,81	0,03	0,10	17,34	0,06	0,04	0,04	96,70
81. ET-A71-3(12) C	2,15	Remplazo plagioclasa	20,70	23,21	16,33	0,10	0,10	36,36	0,10	0,23	0,23	10,96	16,59	11,42	0,06	0,08	17,00	0,09	0,14	0,15	97,37
82. ET-A71-3(11b) O	2,15	Remplazo máfico	23,85	23,25	12,75	0,06	0,07	36,97	0,34	0,12	0,10	12,62	16,62	8,92	0,04	0,05	17,28	0,29	0,07	0,07	97,52
83. ET-A71-3(11b) C	2,15	Remplazo máfico	21,66	22,76	15,60	0,22	0,08	36,47	0,28	0,13	0,16	11,46	16,27	10,91	0,13	0,06	17,05	0,23	0,08	0,11	97,33
84. ET-A71-3(13) O	2,15	Remplazo máfico	25,75	22,43	10,90	<0,04	0,87	37,63	0,39	0,15	0,05	13,63	16,03	7,62	<0,02	0,68	17,59	0,33	0,09	0,03	98,19
85. ET-A71-3(13) C	2,15	Remplazo máfico	25,36	22,95	11,09	0,04	0,52	37,44	0,46	0,11	0,06	13,42	16,40	7,75	0,02	0,40	17,50	0,39	0,06	0,04	98,01
86. ET-A71-3(13) M	2,15	Remplazo máfico	23,04	23,02	13,69	<0,04	0,11	36,86	0,31	<0,05	0,12	12,19	16,45	9,58	<0,02	0,08	17,23	0,26	<0,03	0,08	97,17
87. ET-A71-3(14) O	2,15	Remplazo plagioclasa	25,01	23,26	11,59	0,04	0,61	37,02	0,10	<0,05	<0,05	13,23	16,62	8,11	0,02	0,47	17,31	0,08	<0,03	<0,03	97,64
88. ET-A71-3(14) C	2,15	Remplazo plagioclasa	21,11	23,22	15,79	0,07	0,10	36,54	0,23	0,24	0,23	11,17	16,59	11,04	0,05	0,08	17,08	0,19	0,14	0,16	97,53
89. ET-A71-3(15) O	2,15	Cavidad	25,95	23,04	10,42	0,05	0,08	37,29	0,48	0,06	<0,05	13,74	16,47	7,29	0,03	0,07	17,43	0,41	0,03	0,03	97,42
90. ET-A71-3(15) C	2,15	Cavidad	20,24	23,04	16,89	0,04	0,07	36,44	0,22	0,33	0,26	10,71	16,47	11,81	0,02	0,06	17,03	0,18	0,20	0,18	97,54
91. ET-A71-3(15) O	2,15	Cavidad	25,46	23,37	10,64	<0,04	0,17	37,25	0,43	0,12	0,08	13,48	16,70	7,44	<0,02	0,13	17,41	0,36	0,07	0,06	97,53
92. ET-A71-3(16) O	2,15	Remplazo	26,47	23,70	9,68	0,06	0,25	37,36	0,12	<0,05	0,06	14,01	16,94	6,77	0,04	0,19	17,46	0,11	<0,03	0,04	97,73
93. ET-A71-3(16) C	2,15	Remplazo	23,11	23,45	13,84	<0,04	0,11	36,85	0,07	<0,05	<0,05	12,23	16,76	9,68	<0,02	0,08	17,22	0,06	<0,03	0,03	97,47
94. ET-A71-3(17) O	2,15	Remplazo	27,36	23,42	8,07	<0,04	0,29	37,55	0,55	0,09	<0,05	14,48	16,74	5,64	<0,02	0,22	17,55	0,47	0,05	0,03	97,38
95. ET-A71-3(17) C	2,15	Remplazo	22,13	22,91	14,70	0,06	0,06	36,60	0,23	0,09	0,09	11,71	16,38	10,28	0,03	0,05	17,11	0,20	0,06	0,06	96,88
96. ET-A71-4(1) O	2,25	Remplazo máfico	24,18	22,00	11,91	0,88	0,28	37,44	0,42	0,19	0,13	12,80	15,72	8,33	0,53	0,22	17,50	0,35	0,11	0,09	97,42
97. ET-A71-4(1) C	2,25	Remplazo máfico	22,56	23,26	14,60	<0,04	<0,04	37,22	0,24	0,05	0,14	11,94	16,63	10,21	<0,02	<0,03	17,40	0,20	0,03	0,10	98,11
98. ET-A71-4(2) O	2,25	Remplazo máfico	25,49	23,05	10,31	0,08	0,12	37,49	0,61	0,12	0,13	13,49	16,47	7,21	0,05	0,09	17,53	0,51	0,07	0,09	97,39
99. ET-A71-4(2) C	2,25	Remplazo máfico	23,32	23,25	13,68	0,04	0,15	37,00	0,30	0,12	0,13	12,34	16,62	9,57	0,03	0,12	17,30	0,25	0,07	0,09	98,00
100. ET-A71-4(4) O	2,25	Remplazo plagioclasa	25,70	23,21	10,89	0,05	0,25	37,39	0,23	<0,05	<0,05	13,60	16,59	7,61	0,03	0,19	17,48	0,19	<0,03	<0,03	97,71
101. ET-A71-4(4) C	2,25	Remplazo plagioclasa	19,88	23,01	17,96	0,13	<0,04	36,92	0,08	<0,05	<0,05	10,52	16,45	12,56	0,08	<0,03	17,26	0,07	<0,03	<0,03	98,03
102. ET-A71-4(5) O	2,25	Remplazo plagioclasa	24,80	23,78	11,58	0,06	0,14	37,17	0,29	0,06	<0,05	13,13	16,99	8,10	0,04	0,11	17,38	0,24	0,04	0,03	97,92
103. ET-A71-4(5) C	2,25	Remplazo plagioclasa	21,04	23,46	16,50	0,06	0,05	36,46	0,06	<0,05	<0,05	11,13	16,77	11,54	0,03	0,04	17,04	0,05	<0,03	<0,03	97,62
104. ET-A71-4(6) O	2,25	Remplazo	25,65	23,34	10,38	0,07	0,20	37,38	0,54	0,10	0,14	13,58	16,68	7,26	0,04	0,16	17,47	0,45	0,06	0,09	97,79
105. ET-A71-4(6) C	2,25	Remplazo	22,36	23,26	14,63	0,15	0,09	36,94	0,27	0,10	0,18	11,83	16,63	10,23	0,09	0,07	17,27	0,22	0,06	0,12	97,97
106. ET-A71-4(7) O	2,25	Remplazo	26,10	23,50	10,30	<0,04	0,08	37,28	0,19	0,09	0,10	13,81	16,80	7,20	0,02	0,06	17,43	0,16	0,06	0,07	97,67
107. ET-A71-4(7) C	2,25	Remplazo	22,31	23,19	14,23	<0,04	0,07	37,12	0,40	0,21	0,30	11,81	16,57	9,95	0,02	0,05	17,35	0,34	0,12	0,20	97,85
108. ET-A71-4(9) O	2,25	Remplazo plagioclasa	24,64	23,58	12,09	0,09	0,07	36,79	0,17	<0,05	<0,05	13,04	16,85	8,45	0,06	0,06	17,20	0,14	<0,03	<0,03	97,46
109. ET-A71-4(9) C	2,25	Remplazo plagioclasa	20,60	23,25	17,42	0,12	<0,04	36,46	<0,04	<0,05	<0,05	10,90	16,62	12,18	0,07	0,03	17,04	<0,04	<0,03	<0,03	97,94
110. ET-A71-4(9) M	2,25	Remplazo máfico	21,88	23,47	15,84	0,13	<0,04	37,23	0,04	<0,05	<0,05	11,58	16,77	11,08	0,08	<0,03	17,40	<0,04	<0,03	<0,03	98,63
111. ET-A71-4(10) O	2,25	Remplazo plagioclasa	25,93	23,79	10,04	0,04	0,08	37,89	0,14	<0,05	<0,05	13,72	17,00	7,02	0,03	0,06	17,71	0,12	<0,03	<0,03	97,94
112. ET-A71-4(10) M	2,25	Remplazo plagioclasa	23,59	23,78	12,94	0,10	0,07	36,88	0,13	<0,05	0,13	12,48	16,99	9,05	0,06	0,05	17,24	0,11	<0,03	0,09	97,64
113. ET-A71-4(10) C	2,25	Remplazo plagioclasa	20,42	23,18	17,47	0,09	0,04	36,34	0,28	<0,05	<0,05	10,81	16,56	12,22	0,05	0,03	16,99	0,24	0,03	<0,03	97,87
114. ET-A71-4(11) M	2,25	Remplazo máfico	23,32	23,18	14,27	0,07	0,09	37,12	0,25	0,07	0,13	12,34	16,56	9,98	0,04	0,07	17,35	0,21	0,04	0,09	98,50
115. ET-A71-4(11) O	2,25	Remplazo máfico	24,63	22,75	12,59	0,18	0,26	37,49	0,42	0,10	0,11	13,03	16,26	8,81	0,11	0,20	17,52	0,36	0,06	0,07	98,53
116. ET-A71-4(11) O	2,25	Remplazo máfico	26,53	23,38	9,76	<0,04	0,11	37,91	0,45	<0,05	0,10	14,04	16,71	6,83	0,02	0,08	17,72	0,38	<0,03	0,07	98,30

Análisis	Distancia (km)	Ocurrencia	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	MnO	SiO ₂	SrO	TiO ₂	V ₂ O ₃	Al	Ca	Fe ⁺³	Mg	Mn	Si	Sr	Ti	V	Total
117. ET-A71-4(11) M	2,25	Reemplazo máfico	23,46	23,31	13,58	<0,04	0,11	37,23	0,18	0,07	0,13	12,42	16,66	9,50	<0,02	0,09	17,40	0,15	0,04	0,09	98,07
118. ET-A71-4(12) O	2,25	Reemplazo	25,05	23,45	11,80	0,10	0,10	37,62	0,25	0,09	0,14	13,26	16,76	8,25	0,06	0,07	17,59	0,21	0,05	0,10	98,60
119. ET-A71-4(12) M	2,25	Reemplazo	23,03	23,03	14,11	0,21	0,06	37,04	0,28	0,06	0,17	12,19	16,46	9,87	0,12	0,05	17,31	0,24	0,04	0,11	97,98
121. ET-A71-2(1)	2,05	Reemplazo	25,22	23,30	11,53	0,08	0,23	37,69	0,25	<0,05	0,05	13,35	16,66	8,07	0,05	0,17	17,62	0,21	<0,03	0,03	98,38
122. ET-A71-2(1) C	2,05	Reemplazo	22,88	22,68	14,90	<0,04	0,40	36,80	0,45	<0,05	<0,05	12,11	16,21	10,42	0,02	0,31	17,20	0,38	<0,03	<0,03	98,14
123. ET-A71-2(1) M	2,05	Reemplazo máfico	21,49	22,89	16,26	0,35	0,07	37,23	0,44	0,05	0,06	11,37	16,36	11,37	0,21	0,06	17,40	0,37	0,03	0,04	98,84
124. ET-A71-2(2) O	2,05	Reemplazo máfico	22,92	23,14	14,48	0,07	0,13	37,21	0,43	<0,05	<0,05	12,13	16,54	10,13	0,04	0,10	17,39	0,36	<0,03	<0,03	98,41
125. ET-A71-2(2) M	2,05	Reemplazo máfico	22,26	22,96	15,44	0,11	0,18	37,67	0,41	<0,05	<0,05	11,78	16,41	10,80	0,07	0,14	17,61	0,34	<0,03	<0,03	99,05
126. ET-A71-2(2) C	2,05	Reemplazo máfico	22,07	22,51	15,18	<0,04	0,11	37,16	0,25	<0,05	0,12	11,68	16,09	10,62	<0,02	0,09	17,37	0,21	<0,03	0,08	97,46
130. ET-A71-2(3) M	2,05	Reemplazo máfico	23,19	23,37	14,38	<0,04	0,14	37,24	0,12	0,07	0,15	12,27	16,70	10,06	<0,02	0,11	17,41	0,10	0,04	0,10	98,66
131. ET-A71-2(4) O	2,05	Reemplazo máfico	26,73	23,23	9,43	0,04	0,18	38,02	0,92	<0,05	<0,05	14,15	16,61	6,60	0,02	0,14	17,77	0,78	<0,03	<0,03	98,62
132. ET-A71-2(4) C	2,05	Reemplazo máfico	22,97	22,34	14,44	0,06	0,49	36,58	0,79	0,06	0,05	12,16	15,97	10,10	0,04	0,38	17,10	0,67	0,03	0,04	97,79
133. ET-A71-2(4) ?	2,05	Reemplazo máfico	30,73	24,34	4,43	0,15	0,06	38,62	0,16	0,27	<0,05	16,26	17,40	3,10	0,09	0,05	18,05	0,14	0,16	<0,03	98,77
134. ET-A71-2(4) M	2,05	Reemplazo máfico	24,50	22,44	12,55	<0,04	0,48	37,31	0,84	<0,05	<0,05	12,96	16,04	8,78	0,02	0,37	17,44	0,71	<0,03	<0,03	98,17
135. ET-A71-2(6) M	2,05	Reemplazo plagioclasa	26,53	23,48	9,88	<0,04	0,20	37,47	0,71	0,06	0,05	14,04	16,78	6,91	<0,02	0,15	17,52	0,60	0,03	0,04	98,38
136. ET-A71-2(6) CZO	2,05	Reemplazo plagioclasa	33,53	23,82	0,89	<0,04	<0,04	39,24	0,14	<0,05	<0,05	17,75	17,02	0,62	<0,02	<0,03	18,34	0,12	<0,03	<0,03	97,69
137. ET-A71-2(6) C	2,05	Reemplazo plagioclasa	23,59	23,19	13,96	<0,04	0,07	37,22	0,57	<0,05	<0,05	12,49	16,58	9,76	0,02	0,06	17,40	0,48	<0,03	<0,03	98,69
138. ET-A71-2(7) O	2,05	Reemplazo máfico	22,59	23,00	14,09	0,56	0,14	38,13	0,23	<0,05	0,06	11,96	16,44	9,86	0,34	0,11	17,82	0,19	<0,03	0,04	98,83
139. ET-A71-2(7) C	2,05	Reemplazo máfico	20,15	23,16	17,87	0,07	0,05	36,89	0,12	<0,05	0,09	10,66	16,55	12,50	0,04	0,04	17,24	0,10	<0,03	0,06	98,40
140. ET-A71-2(7) M	2,05	Reemplazo máfico	22,66	23,06	14,87	<0,04	0,09	37,40	0,66	<0,05	<0,05	11,99	16,48	10,40	<0,02	0,07	17,48	0,56	<0,03	0,03	98,79
141. ET-A71-2(8) CZO	2,05	Reemplazo plagioclasa	31,13	24,08	3,56	0,19	0,12	38,55	0,23	0,13	<0,05	16,47	17,21	2,49	0,11	0,09	18,02	0,20	0,08	<0,03	97,99
142. ET-A71-2(8) C	2,05	Reemplazo plagioclasa	21,91	22,96	15,55	<0,04	0,14	36,98	0,56	<0,05	<0,05	11,59	16,41	10,88	0,02	0,11	17,29	0,47	<0,03	<0,03	98,15
143. ET-A71-2(8) M	2,05	Reemplazo plagioclasa	24,11	23,24	12,80	0,12	0,15	37,63	0,20	0,07	<0,05	12,76	16,61	8,96	0,07	0,12	17,59	0,17	0,04	<0,03	98,31
144. ET-A71-2(10) O	2,05	Reemplazo plagioclasa	28,22	22,72	7,85	0,05	0,30	38,09	0,79	<0,05	<0,05	14,93	16,24	5,49	0,03	0,23	17,80	0,67	0,03	<0,03	98,08
145. ET-A71-2(10) O	2,05	Reemplazo plagioclasa	24,65	23,14	12,19	<0,04	0,08	37,57	0,72	<0,05	0,06	13,04	16,54	8,53	<0,02	0,06	17,56	0,61	<0,03	0,04	98,46
146. ET-A71-2(10) C	2,05	Reemplazo plagioclasa	21,94	22,93	15,82	<0,04	0,11	37,14	0,49	<0,05	0,07	11,61	16,39	11,07	<0,02	0,09	17,36	0,41	<0,03	0,04	98,54
147. ET-A71-2(11) CZO	2,05	Reemplazo plagioclasa	30,92	24,27	4,58	<0,04	<0,04	38,95	0,09	<0,05	<0,05	16,36	17,34	3,20	<0,02	<0,03	18,21	0,08	<0,03	<0,03	98,87
148. ET-A71-2(11) O	2,05	Reemplazo plagioclasa	25,73	22,54	10,81	0,04	0,33	38,12	0,97	<0,05	<0,05	13,62	16,11	7,56	0,03	0,26	17,82	0,82	<0,03	<0,03	98,55
149. ET-A71-2(11) C	2,05	Reemplazo plagioclasa	23,11	22,30	14,45	0,04	0,66	37,15	0,80	<0,05	<0,05	12,23	15,94	10,11	0,03	0,51	17,37	0,67	<0,03	<0,03	98,54
150. ET-A71-2(12) M	2,05	Reemplazo plagioclasa	22,11	22,74	14,90	0,05	0,16	36,95	0,68	0,17	0,08	11,70	16,25	10,42	0,03	0,12	17,27	0,58	0,10	0,06	97,86
151. ET-A71-2(13) O	2,05	Reemplazo plagioclasa	26,11	23,20	10,46	<0,04	0,17	37,50	0,94	0,06	<0,05	13,82	16,58	7,32	<0,02	0,13	17,53	0,79	0,04	<0,03	98,49
152. ET-A71-2(13) M	2,05	Reemplazo plagioclasa	22,49	23,33	14,36	<0,04	0,14	37,09	0,47	<0,05	<0,05	11,90	16,67	10,04	<0,02	0,11	17,34	0,40	<0,03	<0,03	97,89
155. ET-A71-2(14) O	2,05	Reemplazo plagioclasa	26,09	23,15	10,17	<0,04	0,17	37,38	0,85	0,05	<0,05	13,81	16,54	7,12	<0,02	0,13	17,47	0,72	0,03	<0,03	97,90
156. ET-A71-2(14) C	2,05	Reemplazo plagioclasa	22,55	22,56	14,59	<0,04	0,41	36,74	0,65	<0,05	0,06	11,93	16,12	10,21	0,02	0,32	17,17	0,55	<0,03	0,04	97,62
157. ET-A71-2(16) C	2,05	Reemplazo máfico	17,10	22,87	21,51	0,04	<0,04	36,08	0,15	<0,05	<0,05	9,05	16,34	15,05	0,02	<0,03	16,86	0,13	<0,03	<0,03	97,78
158. ET-A71-2(16) O	2,05	Reemplazo máfico	22,95	22,93	14,11	0,07	0,11	37,06	0,44	<0,05	<0,05	12,15	16,39	9,87	0,04	0,08	17,32	0,37	<0,03	<0,03	97,69
159. ET-A71-2(17) O	2,05	Reemplazo plagioclasa	26,16	23,30	9,97	<0,04	0,15	37,16	0,89	0,08	<0,05	13,84	16,65	6,97	<0,02	0,11	17,37	0,75	0,05	<0,03	97,71
160. ET-A71-2(17) C	2,05	Reemplazo plagioclasa	20,77	23,08	16,52	0,04	0,04	36,67	0,19	<0,05	<0,05	11,00	16,49	11,55	0,03	0,03	17,14	0,16	<0,03	<0,03	97,35

Análisis	Distancia (km)	Ocurrencia	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	MnO	SiO ₂	SrO	TiO ₂	V ₂ O ₃	Al	Ca	Fe ⁺³	Mg	Mn	Si	Sr	Ti	V	Total
161. ET-A71-16(2) O	0,95	Reemplazo	26,36	23,31	9,73	<0,04	0,52	37,19	0,15	<0,05	<0,05	13,95	16,66	6,80	<0,02	0,41	17,38	0,13	<0,03	<0,03	97,30
162. ET-A71-16(2) M	0,95	Reemplazo	24,21	23,30	12,31	<0,04	0,34	36,50	<0,04	0,10	0,07	12,81	16,66	8,61	0,02	0,26	17,06	<0,04	0,06	0,05	96,88
163. ET-A71-16(2) M	0,95	Reemplazo	23,38	23,19	13,67	<0,04	0,21	36,42	0,17	<0,05	0,07	12,37	16,58	9,56	0,02	0,17	17,03	0,15	0,03	0,05	97,20
164. ET-A71-16(2) O	0,95	Reemplazo	26,70	22,41	9,25	<0,04	1,27	37,26	0,34	0,05	<0,05	14,13	16,02	6,47	<0,02	0,99	17,42	0,29	0,03	<0,03	97,33
165. ET-A71-16(3) O	0,95	Reemplazo	25,21	21,09	10,97	0,05	0,28	38,04	0,21	0,08	0,05	13,34	15,08	7,67	0,03	0,22	17,78	0,18	0,05	0,03	95,98
166. ET-A71-16(3) C	0,95	Reemplazo	22,20	23,04	14,48	0,06	0,35	36,53	0,19	<0,05	<0,05	11,75	16,47	10,13	0,04	0,27	17,08	0,16	<0,03	0,03	96,89
168. ET-A71-16(3) M	0,95	Reemplazo	23,78	23,62	12,76	<0,04	0,08	37,09	0,09	<0,05	0,05	12,58	16,88	8,92	0,02	0,06	17,34	0,07	<0,03	0,03	97,51
169. ET-A71-16(4) C	0,95	Reemplazo	22,84	23,05	14,30	0,09	0,31	36,67	0,24	0,06	<0,05	12,09	16,47	10,00	0,05	0,24	17,14	0,20	0,03	<0,03	97,56
170. ET-A71-16(4) O	0,95	Reemplazo	28,57	23,47	7,23	<0,04	0,24	37,91	0,71	<0,05	<0,05	15,12	16,78	5,06	<0,02	0,19	17,72	0,60	<0,03	<0,03	98,14
171. ET-A71-16(5) O	0,95	Reemplazo	25,78	23,34	10,45	<0,04	0,60	37,29	0,14	0,10	<0,05	13,65	16,68	7,31	<0,02	0,46	17,43	0,12	0,06	<0,03	97,72
172. ET-A71-16(5) C	0,95	Reemplazo	21,33	23,10	15,98	0,06	0,09	36,75	0,05	0,17	<0,05	11,29	16,51	11,18	0,04	0,07	17,18	0,04	0,10	<0,03	97,54
173. ET-A71-16(5) M	0,95	Reemplazo	24,78	22,97	11,98	<0,04	0,43	37,01	0,25	0,08	0,07	13,11	16,41	8,38	<0,02	0,33	17,30	0,21	0,05	0,05	97,56
174. ET-A71-16(6) M	0,95	Vetilla	25,88	23,50	10,48	<0,04	0,20	37,22	0,24	<0,05	<0,05	13,70	16,80	7,33	<0,02	0,15	17,40	0,21	<0,03	0,03	97,58
175. ET-A71-16(9) M	0,95	Reemplazo	21,73	23,34	15,58	<0,04	0,18	37,04	0,16	0,13	0,17	11,50	16,68	10,90	<0,02	0,14	17,32	0,14	0,07	0,11	98,35
176. ET-A71-16(9) O	0,95	Reemplazo	26,55	23,13	9,77	<0,04	0,69	37,31	0,35	0,07	<0,05	14,05	16,53	6,83	<0,02	0,53	17,44	0,30	0,04	<0,03	97,88
177. ET-A71-16(10) C	0,95	Reemplazo	21,63	22,68	15,32	0,09	0,36	37,42	0,09	<0,05	0,05	11,45	16,21	10,71	0,05	0,28	17,49	0,07	<0,03	0,03	97,65
178. ET-A71-16(10) O	0,95	Reemplazo	25,24	22,86	10,79	0,04	1,17	37,32	0,40	0,13	<0,05	13,36	16,34	7,54	0,03	0,90	17,44	0,34	0,08	<0,03	97,97
179. ET-A71-16(11) O	0,95	Reemplazo	24,61	23,33	11,98	<0,04	0,34	37,11	0,29	<0,05	<0,05	13,03	16,67	8,38	<0,02	0,27	17,35	0,24	<0,03	0,03	97,74
180. ET-A71-16(11) C	0,95	Reemplazo	21,23	22,86	15,79	0,08	0,26	37,12	0,09	0,11	0,07	11,23	16,33	11,04	0,05	0,20	17,35	0,08	0,06	0,05	97,60
181. ET-A71-16(13) C	0,95	Reemplazo	20,11	23,01	16,91	0,11	0,16	36,39	<0,04	0,58	0,12	10,64	16,44	11,83	0,07	0,12	17,01	<0,04	0,35	0,08	97,42
182. ET-A71-16(13) O	0,95	Reemplazo	26,37	23,59	10,35	<0,04	0,21	37,67	0,22	0,06	<0,05	13,96	16,86	7,24	<0,02	0,17	17,61	0,19	0,04	<0,03	98,49
183. ET-A71-16(14) O	0,95	Reemplazo	27,58	23,38	8,28	<0,04	0,30	37,47	0,37	0,07	0,08	14,60	16,71	5,79	<0,02	0,23	17,51	0,31	0,04	0,05	97,54
184. ET-A71-16(14) C	0,95	Reemplazo	22,22	23,03	14,67	0,08	0,36	37,00	0,14	<0,05	0,10	11,76	16,46	10,26	0,05	0,28	17,29	0,12	0,03	0,07	97,63
185. ET-A71-8(1) M	1,45	Vetilla	22,29	23,39	14,65	0,04	0,08	36,99	<0,04	0,23	0,27	11,80	16,72	10,24	0,02	0,06	17,29	<0,04	0,14	0,19	97,94
186. ET-A71-8(1) M	1,45	Vetilla	22,95	23,35	14,12	0,08	0,27	37,13	0,11	0,28	0,06	12,14	16,69	9,88	0,05	0,21	17,36	0,09	0,17	0,04	98,34
187. ET-A71-8(2) M	1,45	Reemplazo	23,88	22,97	12,68	0,46	0,43	36,91	0,11	0,22	0,05	12,64	16,42	8,87	0,28	0,33	17,25	0,09	0,13	0,04	97,71
188. ET-A71-8(2) C	1,45	Reemplazo	22,01	21,78	14,77	0,11	0,51	36,27	0,25	0,06	0,17	11,65	15,57	10,33	0,07	0,40	16,95	0,21	0,03	0,12	95,92
189. ET-A71-8(3) C	1,45	Reemplazo	22,79	23,52	14,51	<0,04	0,12	36,96	0,05	0,11	0,10	12,06	16,81	10,15	<0,02	0,10	17,28	0,04	0,07	0,07	98,17
190. ET-A71-8(3) O	1,45	Reemplazo	26,87	23,69	9,11	<0,04	0,17	38,01	0,21	<0,05	0,06	14,22	16,93	6,37	<0,02	0,13	17,77	0,18	<0,03	0,04	98,17
191. ET-A71-8(4) O	1,45	Vetilla	26,37	23,15	10,02	<0,04	0,54	37,39	0,27	0,14	0,10	13,96	16,54	7,01	0,02	0,42	17,48	0,22	0,08	0,07	98,00
192. ET-A71-8(4) C	1,45	Vetilla	25,11	23,51	11,30	0,07	0,26	37,49	0,06	0,09	0,07	13,29	16,80	7,90	0,04	0,20	17,52	0,05	0,05	0,05	97,95
193. ET-A71-8(4) M	1,45	Vetilla	25,14	23,07	11,34	0,05	0,61	36,98	0,15	0,05	0,08	13,31	16,49	7,93	0,03	0,47	17,29	0,13	0,03	0,06	97,47
194. ET-A71-8(4) M	1,45	Vetilla	23,27	23,05	13,17	0,05	0,32	37,57	0,21	0,31	0,28	12,32	16,47	9,21	0,03	0,25	17,56	0,18	0,19	0,19	98,23
195. ET-A71-8(4) M	1,45	Vetilla	23,13	22,79	13,86	0,34	0,69	37,43	0,12	0,22	<0,05	12,24	16,29	9,69	0,21	0,54	17,50	0,10	0,13	<0,03	98,60
196. ET-A71-8(5) C	1,45	Reemplazo	20,58	21,78	13,89	1,84	0,58	39,51	0,04	<0,05	<0,05	10,89	15,57	9,71	1,11	0,45	18,47	0,04	<0,03	<0,03	98,23
197. ET-A71-8(5) O	1,45	Reemplazo	27,16	23,42	8,99	<0,04	0,32	37,53	0,21	0,05	0,05	14,37	16,74	6,29	<0,02	0,25	17,54	0,18	0,03	0,03	97,75
198. ET-A71-8(6) O	1,45	Reemplazo plagioclasa	26,67	23,47	9,01	<0,04	0,33	37,37	0,17	0,08	0,07	14,12	16,77	6,30	0,02	0,25	17,47	0,15	0,05	0,05	97,20
199. ET-A71-8(6) C	1,45	Reemplazo plagioclasa	22,55	23,24	14,59	0,04	0,24	36,46	0,09	0,06	<0,05	11,93	16,61	10,21	0,03	0,19	17,04	0,08	0,03	<0,03	97,27

Análisis	Distancia (km)	Ocurrencia	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	MnO	SiO ₂	SrO	TiO ₂	V ₂ O ₃	Al	Ca	Fe ⁺³	Mg	Mn	Si	Sr	Ti	V	Total
200. ET-A71-8(7) C	1,45	Vetilla	20,66	23,13	16,27	0,05	0,16	35,84	0,17	0,10	0,25	10,93	16,53	11,38	0,03	0,12	16,76	0,15	0,06	0,17	96,63
201. ET-A71-8(7) M	1,45	Vetilla	24,68	23,34	11,20	0,17	0,19	37,40	0,23	0,09	0,15	13,06	16,68	7,83	0,10	0,15	17,48	0,20	0,05	0,10	97,45
202. ET-A71-8(7) M	1,45	Vetilla	24,12	22,95	12,93	0,04	0,37	37,25	0,22	<0,05	0,12	12,77	16,40	9,05	0,02	0,29	17,41	0,18	<0,03	0,08	98,02
203. ET-A71-8(7) O	1,45	Vetilla	25,77	23,31	10,27	<0,04	0,35	37,35	0,13	<0,05	0,11	13,64	16,66	7,18	0,02	0,27	17,46	0,11	<0,03	0,08	97,34
204. ET-A71-8(7) M	1,45	Vetilla	25,29	23,62	11,19	<0,04	0,27	37,51	0,08	<0,05	<0,05	13,38	16,88	7,83	<0,02	0,21	17,53	0,07	<0,03	<0,03	98,00
205. ET-A71-8(7) M	1,45	Remplazo	25,19	23,35	11,45	0,05	0,31	37,13	0,08	0,08	0,09	13,33	16,69	8,01	0,03	0,24	17,36	0,07	0,05	0,06	97,74
206. ET-A71-8(8) C	1,45	Vetilla	22,68	23,25	14,50	<0,04	0,11	37,20	0,06	<0,05	0,28	12,01	16,62	10,14	<0,02	0,09	17,39	0,05	<0,03	0,19	98,09
207. ET-A71-8(8) O	1,45	Vetilla	26,74	23,51	9,37	<0,04	0,21	37,71	0,22	0,07	0,05	14,15	16,80	6,55	<0,02	0,16	17,63	0,18	0,04	0,04	97,87
208. ET-A71-8(8) O	1,45	Remplazo	26,25	23,66	10,01	<0,04	0,19	37,13	0,17	<0,05	0,07	13,89	16,91	7,00	<0,02	0,14	17,36	0,14	<0,03	0,04	97,52
209. ET-A71-8(8) C	1,45	Remplazo	22,99	23,33	14,38	0,04	0,15	36,89	<0,04	<0,05	<0,05	12,17	16,68	10,06	0,02	0,12	17,24	<0,04	<0,03	<0,03	97,84
210. ET-A71-8(9) M	1,45	Remplazo	23,20	22,53	14,15	<0,04	0,89	36,82	0,15	0,07	<0,05	12,28	16,10	9,90	<0,02	0,69	17,21	0,12	0,04	<0,03	97,81
211. ET-A71-8(9) O	1,45	Remplazo plagioclasa	23,78	23,27	13,31	<0,04	0,39	37,30	0,09	0,10	<0,05	12,59	16,63	9,31	<0,02	0,30	17,43	0,08	0,06	<0,03	98,28
212. ET-A71-8(9) C	1,45	Remplazo plagioclasa	22,54	22,98	14,56	0,05	0,32	37,14	0,11	0,12	<0,05	11,93	16,43	10,19	0,03	0,25	17,36	0,09	0,07	<0,03	97,83
213. ET-A71-8(10) O	1,45	Remplazo plagioclasa	27,17	22,99	9,36	<0,04	0,63	37,62	0,25	0,06	0,08	14,38	16,43	6,55	<0,02	0,48	17,58	0,21	0,03	0,06	98,16
214. ET-A71-8(10) C	1,45	Remplazo plagioclasa	22,64	23,33	14,26	0,04	0,24	37,56	0,08	0,11	<0,05	11,98	16,68	9,97	0,03	0,19	17,56	0,07	0,06	<0,03	98,27
215. ET-A71-8(10) C	1,45	Remplazo plagioclasa	24,12	23,17	12,79	0,08	0,38	37,39	0,13	0,10	0,06	12,77	16,56	8,94	0,05	0,30	17,48	0,11	0,06	0,04	98,22
216. ET-A71-8(10) O	1,45	Remplazo plagioclasa	27,34	23,53	9,10	<0,04	0,28	37,77	0,35	<0,05	0,09	14,47	16,82	6,37	<0,02	0,22	17,66	0,29	<0,03	0,06	98,50
217. ET-A71-8(11) O	1,45	Remplazo plagioclasa	26,73	23,25	9,94	<0,04	0,32	37,47	0,21	0,15	<0,05	14,15	16,62	6,95	<0,02	0,24	17,52	0,18	0,09	<0,03	98,09
218. ET-A71-8(11) C	1,45	Remplazo plagioclasa	22,54	22,94	14,83	<0,04	0,32	37,17	0,15	<0,05	<0,05	11,93	16,39	10,38	<0,02	0,25	17,37	0,12	<0,03	<0,03	98,01
219. ET-A71-8(11) O	1,45	Remplazo plagioclasa	27,40	23,40	8,42	<0,04	0,33	37,85	0,35	0,08	0,08	14,50	16,72	5,89	<0,02	0,26	17,69	0,30	0,05	0,05	97,92
220. ET-A71-8(11) C	1,45	Remplazo plagioclasa	23,89	22,61	13,71	<0,04	1,11	37,20	0,14	<0,05	<0,05	12,64	16,16	9,59	<0,02	0,86	17,39	0,12	<0,03	<0,03	98,67
221. ET-A71-8(12) O	1,45	Cavidad	25,96	23,36	10,22	<0,04	0,22	37,44	0,44	0,07	0,07	13,74	16,70	7,15	0,02	0,17	17,50	0,37	0,04	0,05	97,82
222. ET-A71-8(12) C	1,45	Cavidad	21,38	22,58	15,03	0,07	0,18	36,79	0,09	0,32	0,29	11,31	16,14	10,52	0,04	0,14	17,20	0,07	0,19	0,20	96,73
223. ET-A71-8(13) O	1,45	Vetilla	24,95	23,58	11,02	0,06	0,18	37,14	0,26	0,09	0,06	13,20	16,85	7,71	0,04	0,14	17,36	0,22	0,05	0,04	97,35
224. ET-A71-8(13) M	1,45	Vetilla	23,66	22,92	12,96	0,28	0,46	37,45	0,23	0,06	<0,05	12,52	16,38	9,07	0,17	0,36	17,50	0,20	0,03	0,03	98,07
225. ET-A71-8(13) M	1,45	Vetilla	22,35	22,97	15,01	<0,04	0,24	37,17	0,24	<0,05	0,14	11,83	16,42	10,50	<0,02	0,19	17,38	0,20	<0,03	0,10	98,13
226. ET-A71-8(14) M	1,45	Vetilla	23,29	23,30	13,86	<0,04	0,13	37,25	0,24	0,06	0,08	12,32	16,66	9,69	<0,02	0,10	17,41	0,20	0,04	0,05	98,23
227. ET-A71-8(14) M	1,45	Vetilla	23,70	23,06	13,20	<0,04	0,32	37,60	0,08	<0,05	0,13	12,54	16,48	9,23	<0,02	0,25	17,58	0,06	<0,03	0,09	98,13
228. ET-A71-8(14) M	1,45	Vetilla	25,22	23,40	11,23	<0,04	0,23	37,91	0,22	<0,05	0,14	13,35	16,72	7,85	<0,02	0,18	17,72	0,18	<0,03	0,10	98,38
229. ET-A71-8(14) M	1,45	Vetilla	24,54	23,22	12,08	0,13	0,18	37,52	0,10	<0,05	0,17	12,99	16,59	8,45	0,08	0,14	17,54	0,08	0,03	0,11	97,97
230. ET-A71-8(14) O	1,45	Remplazo	27,49	23,67	8,61	<0,04	0,32	37,98	0,14	0,08	<0,05	14,55	16,92	6,02	<0,02	0,25	17,75	0,12	0,05	<0,03	98,32
231. ET-A71-8(14) C	1,45	Remplazo	21,90	22,49	14,71	0,08	0,19	36,71	0,30	0,22	0,16	11,59	16,07	10,29	0,05	0,15	17,16	0,25	0,13	0,11	96,77
232. ET-A71-8(15) C	1,45	Remplazo plagioclasa	22,38	23,16	15,47	<0,04	0,27	37,08	0,05	<0,05	<0,05	11,84	16,55	10,82	<0,02	0,21	17,33	0,05	<0,03	<0,03	98,45
233. ET-A71-8(15) O	1,45	Remplazo plagioclasa	27,72	23,41	8,11	<0,04	0,44	37,98	0,42	0,10	<0,05	14,67	16,73	5,67	<0,02	0,34	17,75	0,36	0,06	0,03	98,24
234. ET-A71-8(16) M	1,45	Vetilla	23,32	23,21	13,54	0,05	0,19	36,89	0,23	0,06	0,09	12,34	16,59	9,47	0,03	0,15	17,25	0,19	0,04	0,06	97,58
235. ET-A71-8(16) M	1,45	Vetilla	23,95	23,22	13,14	0,05	0,22	37,20	0,21	<0,05	0,08	12,67	16,60	9,19	0,03	0,17	17,39	0,18	<0,03	0,06	98,09
236. ET-A71-8(16) M	1,45	Vetilla	22,19	23,29	14,45	0,04	0,14	36,87	0,10	0,34	0,14	11,74	16,65	10,11	0,02	0,11	17,24	0,09	0,20	0,10	97,56
237. ET-A71-8(17) C	1,45	Remplazo plagioclasa	21,98	22,93	15,51	<0,04	0,37	37,34	0,13	0,08	<0,05	11,63	16,39	10,85	<0,02	0,28	17,45	0,11	0,05	<0,03	98,36

Análisis	Distancia (km)	Ocurrencia	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	MnO	SiO ₂	SrO	TiO ₂	V ₂ O ₃	Al	Ca	Fe ⁺³	Mg	Mn	Si	Sr	Ti	V	Total
238. ET-A71-8(17) O	1,45	Remplazo plagioclasa	25,32	22,86	11,22	0,04	0,51	37,35	0,31	0,12	0,13	13,40	16,34	7,84	0,02	0,40	17,46	0,26	0,07	0,09	97,87
239. ET-A71-8(17) O	1,45	Remplazo plagioclasa	27,37	23,57	8,79	0,04	0,26	37,76	0,13	0,06	0,06	14,48	16,85	6,15	0,02	0,20	17,65	0,11	0,03	0,04	98,04
240. ET-A71-8(17) C	1,45	Remplazo plagioclasa	22,53	23,18	14,98	0,04	0,21	36,98	0,12	<0,05	<0,05	11,93	16,57	10,48	0,03	0,16	17,28	0,11	<0,03	0,03	98,11
241. ET-A71-8(18) C	1,45	Remplazo plagioclasa	24,10	22,88	12,72	0,08	0,53	37,29	0,13	0,14	0,08	12,75	16,35	8,90	0,05	0,41	17,43	0,11	0,08	0,06	97,93
242. ET-A71-8(18) O	1,45	Remplazo plagioclasa	25,09	23,41	11,70	0,04	0,24	37,58	0,11	0,18	0,10	13,28	16,73	8,18	0,02	0,19	17,57	0,09	0,11	0,07	98,45
243. ET-A71-8(18) O	1,45	Remplazo plagioclasa	26,32	23,52	10,13	<0,04	0,30	37,69	0,15	0,06	0,12	13,93	16,81	7,08	0,02	0,24	17,62	0,13	0,04	0,08	98,33
244. ET-A71-8(18) M	1,45	Remplazo plagioclasa	22,37	23,15	14,97	<0,04	0,24	37,24	0,10	<0,05	<0,05	11,84	16,54	10,47	0,02	0,19	17,41	0,09	<0,03	<0,03	98,14
245. ET-A71-8(19) M	1,45	Remplazo	23,22	22,88	13,89	0,15	0,41	37,41	0,11	0,07	0,05	12,29	16,35	9,71	0,09	0,32	17,49	0,09	0,04	0,04	98,19
246. ET-A71-8(19) O	1,45	Remplazo	24,72	23,65	12,25	0,05	0,19	37,77	0,04	<0,05	0,07	13,08	16,90	8,57	0,03	0,15	17,66	0,04	<0,03	0,05	98,77
247. ET-A71-8(19) M	1,45	Remplazo	24,43	22,64	12,72	<0,04	0,97	37,07	0,21	0,14	<0,05	12,93	16,18	8,89	<0,02	0,75	17,33	0,17	0,08	0,03	98,24
248. ET-A71-8(19) M	1,45	Remplazo	23,41	21,87	14,39	0,09	1,40	37,24	0,19	<0,05	<0,05	12,39	15,63	10,06	0,05	1,09	17,41	0,16	<0,03	<0,03	98,62
249. ET-A71-8(19) O	1,45	Remplazo	27,24	23,59	8,82	<0,04	0,25	38,08	0,18	0,08	0,05	14,41	16,86	6,17	0,02	0,19	17,80	0,16	0,05	0,04	98,31
250. ET-A71-21(1) O	0,85	Vetilla	27,37	23,60	8,94	<0,04	0,20	37,94	0,38	<0,05	<0,05	14,48	16,87	6,25	<0,02	0,16	17,73	0,32	<0,03	0,03	98,51
251. ET-A71-21(1) C	0,85	Vetilla	22,33	23,50	14,84	0,04	0,12	37,15	<0,04	0,16	0,07	11,82	16,79	10,38	0,02	0,09	17,37	<0,04	0,09	0,05	98,23
252. ET-A71-21(2) O	0,85	Remplazo plagioclasa	25,53	23,60	10,96	<0,04	0,20	37,25	0,18	0,06	<0,05	13,51	16,87	7,67	<0,02	0,15	17,41	0,15	0,03	<0,03	97,82
253. ET-A71-21(2) M	0,85	Remplazo plagioclasa	24,75	23,56	11,98	<0,04	0,14	37,73	0,07	0,19	<0,05	13,10	16,84	8,38	<0,02	0,11	17,63	0,06	0,11	0,03	98,50
254. ET-A71-21(2) M	0,85	Remplazo plagioclasa	23,09	23,21	13,87	0,04	0,15	37,21	0,09	0,08	0,07	12,22	16,59	9,70	0,03	0,12	17,39	0,08	0,05	0,05	97,83
255. ET-A71-21(6) O	0,85	Remplazo máfico	26,26	23,18	10,21	<0,04	0,21	37,43	0,43	0,08	0,07	13,90	16,57	7,14	<0,02	0,16	17,50	0,37	0,05	0,05	97,87
256. ET-A71-21(6) B	0,85	Remplazo máfico	23,89	23,26	13,39	<0,04	0,35	37,39	0,08	0,08	0,05	12,64	16,62	9,37	<0,02	0,27	17,48	0,07	0,05	0,04	98,51
257. ET-A71-21(6) CE	0,85	Remplazo máfico	23,46	22,97	13,33	<0,04	0,23	36,75	0,05	0,06	0,13	12,42	16,41	9,33	0,02	0,18	17,18	0,05	0,03	0,09	97,01
258. ET-A71-21(7) M	0,85	Remplazo plagioclasa	25,40	23,56	11,71	<0,04	0,11	37,69	0,12	<0,05	<0,05	13,44	16,84	8,19	<0,02	0,08	17,62	0,10	0,03	<0,03	98,63
259. ET-A71-21(7) O	0,85	Remplazo plagioclasa	24,69	23,60	12,06	<0,04	0,13	37,75	0,05	0,25	<0,05	13,07	16,87	8,43	0,02	0,10	17,64	0,04	0,15	<0,03	98,58
260. ET-A71-21(8) C	0,85	Remplazo	22,12	23,57	15,49	<0,04	0,07	37,16	0,15	<0,05	0,06	11,71	16,84	10,84	<0,02	0,06	17,37	0,12	<0,03	0,04	98,66
261. ET-A71-21(8) O	0,85	Remplazo	25,98	23,27	10,66	<0,04	0,24	37,30	0,35	0,11	<0,05	13,75	16,63	7,46	<0,02	0,19	17,43	0,30	0,07	0,03	97,98
262. ET-A71-21(10) CE	0,85	Remplazo	23,99	23,20	13,32	<0,04	0,33	37,27	0,19	0,22	<0,05	12,70	16,58	9,32	<0,02	0,26	17,42	0,16	0,13	<0,03	98,54
263. ET-A71-21(10) B	0,85	Remplazo	22,48	23,13	15,29	<0,04	0,22	37,07	0,17	0,23	0,07	11,90	16,53	10,69	<0,02	0,17	17,33	0,14	0,14	0,05	98,67
264. ET-A71-21(12) O	0,85	Vetilla	28,12	23,75	7,69	<0,04	0,18	37,99	0,35	0,09	<0,05	14,88	16,97	5,38	<0,02	0,14	17,76	0,29	0,05	<0,03	98,22
265. ET-A71-21(12) C	0,85	Vetilla	22,86	23,45	13,93	0,05	0,09	37,25	0,20	0,35	0,15	12,10	16,76	9,74	0,03	0,07	17,41	0,17	0,21	0,10	98,33
266. ET-A71-21(12) M	0,85	Remplazo plagioclasa	25,15	23,50	11,39	<0,04	0,30	37,47	0,11	0,07	0,05	13,31	16,79	7,96	<0,02	0,23	17,52	0,10	0,04	0,04	98,04
267. ET-A71-21(13) O	0,85	Remplazo	25,39	23,48	10,99	<0,04	0,16	37,46	0,10	0,05	0,05	13,44	16,78	7,69	0,02	0,12	17,51	0,09	0,03	0,04	97,72
268. ET-A71-21(13) M	0,85	Vetilla	23,85	23,54	13,09	<0,04	0,06	37,04	0,20	<0,05	<0,05	12,62	16,82	9,15	<0,02	0,05	17,31	0,17	<0,03	0,03	97,84
269. ET-A71-21(13) O	0,85	Vetilla	25,82	23,67	10,46	0,05	0,11	37,50	0,19	<0,05	<0,05	13,66	16,92	7,32	0,03	0,09	17,53	0,16	<0,03	<0,03	97,81
270. ET-A71-21(13) M	0,85	Vetilla	24,11	23,25	13,22	<0,04	0,19	37,37	0,19	<0,05	0,06	12,76	16,61	9,24	<0,02	0,15	17,47	0,16	<0,03	0,04	98,42
271. ET-A71-21(15) M	0,85	Remplazo máfico	22,63	22,80	14,63	0,07	0,24	37,42	0,12	0,21	0,07	11,98	16,30	10,23	0,04	0,19	17,49	0,10	0,12	0,05	98,20
272. ET-A71-21(15) M	0,85	Remplazo máfico	22,99	22,75	14,45	<0,04	0,46	36,99	0,14	0,18	0,09	12,17	16,26	10,11	0,02	0,35	17,29	0,12	0,11	0,06	98,08
273. ET-A71-21(17) O	0,85	Cavidad	27,87	23,82	8,17	0,05	0,14	37,47	0,26	<0,05	0,05	14,75	17,02	5,72	0,03	0,11	17,52	0,22	<0,03	0,04	97,86
274. ET-A71-21(17) C	0,85	Cavidad	23,15	23,09	14,18	<0,04	0,42	37,33	0,22	0,27	<0,05	12,25	16,50	9,92	0,02	0,32	17,45	0,18	0,16	<0,03	98,69
275. ET-A71-21(17) C	0,85	Cavidad	23,37	23,28	13,33	0,05	0,06	37,07	0,27	0,27	0,09	12,37	16,64	9,33	0,03	0,05	17,33	0,23	0,16	0,06	97,79

Análisis	Distancia (km)	Ocurrencia	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	MnO	SiO ₂	SrO	TiO ₂	V ₂ O ₃	Al	Ca	Fe ⁺³	Mg	Mn	Si	Sr	Ti	V	Total
276. ET-A71-21(17) O	0,85	Cavidad	27,00	23,78	9,53	<0,04	0,19	37,71	0,19	0,05	<0,05	14,29	17,00	6,66	<0,02	0,15	17,63	0,16	0,03	0,03	98,50
277. ET-A71-21(17) C	0,85	Cavidad	25,04	23,30	11,65	<0,04	0,23	37,56	0,09	<0,05	<0,05	13,25	16,66	8,15	<0,02	0,18	17,56	0,08	0,03	<0,03	97,94
278. ET-A71-21(19) O	0,85	Remplazo máfico	25,49	23,43	11,19	<0,04	0,34	37,91	0,18	<0,05	<0,05	13,49	16,75	7,82	<0,02	0,26	17,72	0,16	<0,03	<0,03	98,57
279. ET-A71-21(19) C	0,85	Remplazo máfico	22,72	23,22	14,85	0,04	0,31	37,13	0,12	0,19	0,06	12,02	16,60	10,39	0,02	0,24	17,36	0,10	0,11	0,04	98,63
280. ET-A71-21(19) M	0,85	Remplazo máfico	23,78	23,62	13,25	<0,04	0,09	37,46	0,15	0,25	0,14	12,58	16,88	9,27	0,02	0,07	17,51	0,13	0,15	0,10	98,76
281. ET-A71-21(20) M	0,85	Remplazo	24,02	22,77	12,80	<0,04	0,57	37,35	0,20	0,06	0,07	12,71	16,27	8,96	<0,02	0,44	17,46	0,17	0,04	0,05	97,86
282. ET-A71-21(20) M	0,85	Vetilla	23,70	23,18	13,65	<0,04	0,20	37,01	0,21	0,06	0,06	12,54	16,56	9,55	<0,02	0,15	17,30	0,18	0,03	0,04	98,06
283. ET-A71-21(20) M	0,85	Remplazo	24,21	23,52	12,43	<0,04	0,16	37,28	0,13	<0,05	<0,05	12,82	16,81	8,69	<0,02	0,13	17,43	0,11	<0,03	<0,03	97,76
284. ET-A71-21(20) M	0,85	Vetilla	23,78	23,30	13,24	0,04	0,08	37,12	0,13	0,07	<0,05	12,59	16,65	9,26	0,02	0,06	17,35	0,11	0,04	<0,03	97,76
285. ET-A71-21(22) M	0,85	Vetilla	23,28	23,00	14,40	0,04	0,26	36,78	0,09	0,29	0,06	12,32	16,44	10,07	0,03	0,20	17,19	0,07	0,18	0,04	98,20
286. ET-A71-21(22) O	0,85	Vetilla	26,35	23,44	9,63	<0,04	0,27	37,84	0,26	0,08	<0,05	13,94	16,75	6,74	0,02	0,21	17,69	0,22	0,05	<0,03	97,91
287. ET-A71-21(22) M	0,85	Vetilla	24,39	23,11	12,28	0,05	0,51	37,38	0,16	0,11	<0,05	12,91	16,51	8,59	0,03	0,40	17,47	0,13	0,07	<0,03	98,02
288. ET-A71-21(22) O	0,85	Vetilla	25,82	23,62	10,53	0,05	0,19	37,51	0,21	0,07	0,05	13,67	16,88	7,37	0,03	0,15	17,53	0,18	0,04	0,03	98,07
289. ET-A71-21(22) C	0,85	Vetilla	23,19	22,68	13,99	<0,04	0,68	36,87	0,22	0,17	0,07	12,28	16,21	9,79	<0,02	0,53	17,23	0,19	0,10	0,05	97,87
290. ET-A71-17(1) M	1,25	Cavidad	20,07	23,11	17,66	<0,04	0,10	36,40	0,08	<0,05	<0,05	10,62	16,52	12,35	<0,02	0,08	17,01	0,07	<0,03	<0,03	97,43
291. ET-A71-17(1) C	1,25	Cavidad	18,42	22,28	18,98	<0,04	0,04	35,88	0,15	0,23	<0,05	9,75	15,93	13,27	<0,02	0,03	16,77	0,13	0,14	<0,03	96,02
292. ET-A71-17(1) M	1,25	Cavidad	21,05	23,03	17,04	0,06	0,10	36,81	0,09	<0,05	0,06	11,14	16,46	11,92	0,04	0,08	17,20	0,07	<0,03	0,04	98,22
293. ET-A71-17(3) M	1,25	Remplazo	22,18	23,33	15,21	0,07	0,09	36,38	0,17	0,08	0,07	11,74	16,67	10,64	0,04	0,07	17,00	0,14	0,05	0,05	97,57
294. ET-A71-17(3) O	1,25	Remplazo plagioclasa	26,59	23,68	9,34	<0,04	0,16	37,38	0,26	0,10	0,10	14,07	16,92	6,53	<0,02	0,12	17,47	0,22	0,06	0,07	97,65
295. ET-A71-17(3) C	1,25	Remplazo plagioclasa	22,14	23,33	14,77	<0,04	0,09	36,23	0,15	<0,05	<0,05	11,72	16,68	10,33	<0,02	0,07	16,94	0,13	<0,03	<0,03	96,75
296. ET-A71-17(6) O	1,25	Remplazo	26,54	23,80	9,64	<0,04	0,13	37,19	<0,04	<0,05	<0,05	14,05	17,01	6,74	<0,02	0,10	17,39	<0,04	<0,03	<0,03	97,34
297. ET-A71-17(6) C	1,25	Remplazo	19,21	23,10	18,72	0,06	0,08	36,01	0,04	0,18	<0,05	10,17	16,51	13,10	0,03	0,06	16,83	0,04	0,11	0,03	97,45
298. ET-A71-17(10) O	1,25	Remplazo máfico	23,93	23,25	12,69	<0,04	0,09	37,21	0,20	0,17	0,05	12,66	16,62	8,88	<0,02	0,07	17,39	0,17	0,10	0,03	97,62
299. ET-A71-17(10) M	1,25	Remplazo máfico	20,40	23,13	17,28	0,07	0,12	36,82	0,23	<0,05	<0,05	10,80	16,53	12,09	0,04	0,09	17,21	0,19	<0,03	<0,03	98,06
300. ET-A71-17(10) C	1,25	Remplazo máfico	22,99	23,19	14,19	<0,04	0,32	36,55	0,20	0,10	0,38	12,17	16,58	9,92	0,02	0,25	17,09	0,17	0,06	0,26	97,95
301. ET-A71-17(11) C	1,25	Cavidad	18,20	22,82	19,89	<0,04	0,08	35,99	0,10	0,23	<0,05	9,63	16,31	13,91	0,02	0,06	16,82	0,09	0,14	<0,03	97,36
302. ET-A71-17(11) O	1,25	Cavidad	27,17	23,68	8,95	<0,04	0,14	37,75	<0,04	0,16	<0,05	14,38	16,93	6,26	<0,02	0,11	17,65	<0,04	0,10	<0,03	97,87
303. ET-A71-17(14) M	1,25	Cavidad	20,89	22,95	16,54	<0,04	<0,04	36,41	0,27	0,10	0,14	11,05	16,40	11,57	<0,02	0,03	17,02	0,22	0,06	0,10	97,35
304. ET-A71-17(14) C	1,25	Cavidad	18,86	22,77	18,87	0,06	0,14	36,10	<0,04	0,26	<0,05	9,98	16,28	13,20	0,03	0,11	16,87	<0,04	0,16	<0,03	97,10
305. ET-A71-17(14) C	1,25	Cavidad	18,98	22,72	18,98	<0,04	0,12	35,54	0,08	0,20	<0,05	10,04	16,24	13,27	0,02	0,09	16,61	0,07	0,12	<0,03	96,64
306. ET-A71-17(14) O	1,25	Cavidad	22,01	22,93	15,67	<0,04	0,35	36,46	0,19	<0,05	<0,05	11,65	16,39	10,96	<0,02	0,27	17,04	0,16	<0,03	0,03	97,67
307. ET-A71-17(15) C	1,25	Cavidad	18,49	23,01	19,46	<0,04	0,04	35,70	0,13	0,23	<0,05	9,79	16,44	13,61	<0,02	0,03	16,69	0,11	0,14	0,03	97,09
308. ET-A71-17(15) O	1,25	Remplazo	24,86	23,56	11,77	<0,04	0,11	37,23	<0,04	<0,05	<0,05	13,16	16,84	8,23	<0,02	0,08	17,40	<0,04	<0,03	<0,03	97,57
309. ET-A71-17(15) M	1,25	Cavidad	22,09	23,47	14,80	0,06	0,09	36,64	0,09	0,06	0,05	11,69	16,78	10,35	0,04	0,07	17,13	0,08	0,04	0,04	97,35
310. ET-A71-17(17) O	1,25	Remplazo plagioclasa	28,07	23,40	7,88	<0,04	0,29	37,60	0,37	0,10	<0,05	14,86	16,72	5,51	<0,02	0,22	17,57	0,32	0,06	<0,03	97,73
311. ET-A71-17(17) C	1,25	Remplazo plagioclasa	23,57	23,40	13,54	<0,04	0,18	36,62	<0,04	0,10	<0,05	12,47	16,72	9,47	0,02	0,14	17,12	<0,04	0,06	<0,03	97,45
312. ET-A71-17(17) M	1,25	Remplazo plagioclasa	24,03	23,54	12,96	0,06	0,16	37,06	<0,04	0,12	<0,05	12,72	16,82	9,07	0,03	0,12	17,32	<0,04	0,07	<0,03	97,95
313. ET-A71-17(18) O	1,25	Vetilla	27,60	23,79	8,07	<0,04	0,12	37,66	0,28	0,05	<0,05	14,61	17,00	5,65	0,02	0,10	17,61	0,23	0,03	<0,03	97,62

Análisis	Distancia (km)	Ocurrencia	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	MnO	SiO ₂	SrO	TiO ₂	V ₂ O ₃	Al	Ca	Fe ⁺³	Mg	Mn	Si	Sr	Ti	V	Total
314. ET-A71-17(18) C	1,25	Vetilla	22,09	23,23	14,05	0,04	0,09	37,04	0,09	0,47	0,38	11,69	16,60	9,83	0,02	0,07	17,31	0,08	0,28	0,26	97,47
315. ET-A71-17(18) M	1,25	Vetilla	26,20	22,29	10,36	0,04	0,75	36,76	0,37	0,10	0,08	13,87	15,93	7,25	0,03	0,58	17,18	0,31	0,06	0,05	96,97
316. ET-A71-17(18) C	1,25	Remplazo	25,78	23,76	10,11	<0,04	0,16	37,31	0,11	<0,05	<0,05	13,64	16,98	7,07	<0,02	0,12	17,44	0,09	<0,03	<0,03	97,24
317. ET-A71-17(18) M	1,25	Vetilla	24,97	23,23	11,42	<0,04	0,15	36,90	0,16	<0,05	0,13	13,21	16,60	7,98	<0,02	0,12	17,25	0,14	<0,03	0,09	96,99
318. ET-A71-17(18) M	1,25	Cavidad	23,69	23,52	12,49	0,06	0,09	36,98	0,17	0,31	0,41	12,54	16,81	8,73	0,04	0,07	17,29	0,14	0,19	0,28	97,72
319. ET-A71-17(18) M	1,25	Cavidad	23,27	23,03	14,11	0,04	0,44	36,63	0,13	0,06	<0,05	12,32	16,46	9,87	0,02	0,34	17,12	0,11	0,03	<0,03	97,72
320. ET-A71-17(18) O	1,25	Cavidad	25,27	23,50	11,55	<0,04	0,05	37,40	<0,04	<0,05	<0,05	13,37	16,79	8,08	<0,02	0,04	17,48	<0,04	<0,03	<0,03	97,78
321. ET-A71-17(19) M	1,25	Vetilla	25,57	23,83	10,39	<0,04	0,09	36,88	0,29	<0,05	0,08	13,53	17,03	7,27	<0,02	0,07	17,24	0,24	<0,03	0,05	97,17
322. ET-A71-17(19) M	1,25	Vetilla	26,65	23,02	9,67	<0,04	0,48	37,03	0,27	0,11	<0,05	14,11	16,45	6,76	<0,02	0,37	17,31	0,23	0,06	<0,03	97,27
323. ET-A71-17(19) O	1,25	Vetilla	26,17	23,05	10,24	<0,04	0,49	37,08	0,25	0,12	<0,05	13,85	16,47	7,16	0,02	0,38	17,33	0,22	0,07	0,03	97,47
324. ET-A71-17(19) M	1,25	Remplazo	22,71	23,24	14,41	<0,04	0,12	36,14	0,07	0,06	0,22	12,02	16,61	10,08	<0,02	0,09	16,89	0,06	0,03	0,15	96,98
326. ET-A71-17(20) C	1,25	Vetilla	24,55	23,33	12,71	<0,04	0,15	36,83	0,19	0,07	0,08	12,99	16,68	8,89	<0,02	0,12	17,22	0,16	0,04	0,06	97,93
327. ET-A71-17(20) C	1,25	Vetilla	22,60	23,34	13,88	0,05	0,08	37,08	0,04	0,25	0,43	11,96	16,68	9,71	0,03	0,06	17,33	<0,04	0,15	0,29	97,76
328. ET-A71-22(1) O	0,75	Remplazo máfico	23,15	23,08	14,04	<0,04	0,18	37,27	0,11	0,12	0,14	12,25	16,50	9,82	<0,02	0,14	17,42	0,10	0,07	0,09	98,10
330. ET-A71-22(1) C	0,75	Remplazo máfico	23,58	22,98	13,16	<0,04	0,17	37,16	0,09	0,15	0,10	12,48	16,43	9,21	<0,02	0,13	17,37	0,07	0,09	0,07	97,42
332. ET-A71-22(2) M	0,75	Remplazo máfico	21,92	22,87	15,55	0,11	0,52	36,95	0,07	0,20	0,09	11,60	16,35	10,88	0,06	0,40	17,27	0,06	0,12	0,06	98,28
333. ET-A71-22(3) M	0,75	Remplazo	24,00	23,46	13,14	<0,04	0,17	37,43	0,05	0,23	0,11	12,70	16,77	9,19	<0,02	0,13	17,50	0,05	0,14	0,08	98,58
334. ET-A71-22(3) M	0,75	Remplazo	24,17	23,34	13,14	<0,04	0,13	37,05	0,10	0,05	0,11	12,79	16,68	9,19	<0,02	0,10	17,32	0,09	0,03	0,07	98,09
336. ET-A71-22(5) M	0,75	Vetilla	22,57	23,19	15,34	0,06	0,16	37,17	<0,04	0,18	<0,05	11,94	16,57	10,73	0,04	0,12	17,38	<0,04	0,11	<0,03	98,70
337. ET-A71-22(5) M	0,75	Vetilla	23,13	23,43	14,14	<0,04	0,37	37,42	0,11	0,08	0,07	12,24	16,74	9,89	<0,02	0,29	17,49	0,09	0,05	0,05	98,76
338. ET-A71-22(5) M	0,75	Vetilla	23,34	23,45	13,75	0,04	0,17	37,10	<0,04	<0,05	<0,05	12,35	16,76	9,62	0,02	0,13	17,34	<0,04	<0,03	<0,03	97,93
339. ET-A71-22(6) M	0,75	Vetilla	25,10	23,76	10,79	0,29	0,18	37,64	0,12	<0,05	0,20	13,29	16,98	7,55	0,17	0,14	17,59	0,10	0,03	0,14	98,13
340. ET-A71-22(6) M	0,75	Vetilla	24,20	23,54	11,81	0,16	0,18	37,43	0,20	0,19	0,18	12,81	16,83	8,26	0,10	0,14	17,50	0,17	0,12	0,13	97,89
341. ET-A71-22(7) M	0,75	Vetilla	23,08	23,44	14,64	<0,04	0,31	37,63	0,06	<0,05	0,11	12,21	16,75	10,24	<0,02	0,24	17,59	0,05	<0,03	0,08	99,29
342. ET-A71-22(7) M	0,75	Vetilla	24,85	23,20	11,89	0,06	0,47	36,81	0,23	0,10	<0,05	13,15	16,58	8,32	0,04	0,36	17,20	0,20	0,06	0,03	97,65
343. ET-A71-22(7) M	0,75	Vetilla	25,06	23,50	11,61	0,04	0,19	37,47	0,17	0,11	0,07	13,27	16,80	8,12	0,02	0,15	17,51	0,14	0,07	0,04	98,22
344. ET-A71-22(8) M	0,75	Vetilla	22,84	23,11	14,98	<0,04	0,23	37,28	0,14	<0,05	<0,05	12,09	16,52	10,48	0,02	0,18	17,43	0,12	<0,03	<0,03	98,64
345. ET-A71-22(8) M	0,75	Vetilla	24,17	22,94	12,95	0,27	0,14	37,11	0,24	0,11	0,06	12,79	16,40	9,06	0,16	0,11	17,35	0,20	0,07	0,04	97,99
346. ET-A71-22(9) M	0,75	Vetilla	21,74	23,20	15,48	0,08	0,14	36,82	<0,04	0,18	0,12	11,50	16,58	10,83	0,05	0,11	17,21	<0,04	0,11	0,08	97,78
347. ET-A71-22(9) M	0,75	Vetilla	24,56	23,61	11,89	<0,04	0,11	37,56	0,08	0,33	0,12	13,00	16,88	8,32	<0,02	0,08	17,56	0,06	0,20	0,08	98,25
349. ET-A71-22(10) O	0,75	Vetilla	26,20	23,93	9,87	0,17	0,21	37,91	<0,04	0,12	0,07	13,87	17,10	6,90	0,10	0,16	17,72	<0,04	0,07	0,05	98,51
350. ET-A71-22(10) M	0,75	Vetilla	23,60	23,25	13,33	<0,04	0,25	37,27	0,04	0,07	0,06	12,49	16,62	9,32	0,02	0,19	17,42	0,04	0,04	0,04	97,89
351. ET-A71-22(11) M	0,75	Vetilla	22,62	23,08	13,99	<0,04	0,18	36,65	0,12	<0,05	0,09	11,97	16,50	9,79	0,02	0,14	17,13	0,10	<0,03	0,06	96,78
353. ET-A71-22(11) M	0,75	Vetilla	19,91	23,23	17,03	0,15	0,31	36,40	0,04	0,08	0,10	10,54	16,60	11,91	0,09	0,24	17,02	<0,04	0,05	0,07	97,26
352. ET-A71-22(11) M	0,75	Vetilla	23,78	23,39	13,07	<0,04	0,18	37,27	0,20	0,10	0,09	12,59	16,72	9,14	<0,02	0,14	17,42	0,17	0,06	0,06	98,09
354. ET-A71-22(12) M	0,75	Vetilla	24,43	23,28	12,14	0,07	0,49	37,38	0,20	0,22	0,08	12,93	16,64	8,49	0,04	0,38	17,47	0,17	0,13	0,05	98,29
356. ET-A71-22(14) M	0,75	Vetilla	22,71	23,07	14,61	<0,04	0,14	36,50	0,11	<0,05	<0,05	12,02	16,49	10,22	0,02	0,11	17,06	0,09	<0,03	<0,03	97,22
357. ET-A71-22(14) O	0,75	Vetilla	24,19	23,34	12,39	0,04	0,23	37,36	0,29	0,07	0,15	12,80	16,68	8,67	0,02	0,18	17,46	0,25	0,04	0,10	98,07

Análisis	Distancia (km)	Ocurrencia	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	MnO	SiO ₂	SrO	TiO ₂	V ₂ O ₃	Al	Ca	Fe ⁺³	Mg	Mn	Si	Sr	Ti	V	Total
359. ET-A71-19(1) M	0,65	Vetilla	23,91	23,41	12,61	0,05	0,12	37,08	0,16	0,07	<0,05	12,65	16,73	8,82	0,03	0,09	17,33	0,14	0,04	<0,03	97,42
361. ET-A71-19(2) B	0,65	Vetilla	21,04	23,35	16,33	0,04	0,09	36,70	0,11	0,31	0,08	11,14	16,69	11,42	0,02	0,07	17,15	0,09	0,19	0,05	98,05
362. ET-A71-19(2) CE	0,65	Vetilla	22,58	23,33	14,68	<0,04	<0,04	36,69	0,22	0,07	<0,05	11,95	16,67	10,26	<0,02	<0,03	17,15	0,18	0,04	<0,03	97,61
363. ET-A71-19(3) C	0,65	Vetilla	23,74	22,37	12,80	<0,04	0,58	36,92	0,58	<0,05	<0,05	12,57	15,99	8,95	<0,02	0,45	17,26	0,49	<0,03	<0,03	97,04
364. ET-A71-19(3) M	0,65	Vetilla	26,60	23,57	9,79	<0,04	0,17	37,60	0,16	<0,05	<0,05	14,08	16,84	6,85	0,02	0,14	17,57	0,14	0,03	<0,03	97,99
366. ET-A71-19(4) M	0,65	Vetilla	23,53	22,67	13,77	<0,04	0,46	37,39	0,24	0,12	<0,05	12,45	16,20	9,63	<0,02	0,36	17,48	0,21	0,07	<0,03	98,23
367. ET-A71-19(5) M	0,65	Remplazo plagioclasa	23,06	23,45	14,22	<0,04	0,20	36,89	<0,04	<0,05	<0,05	12,20	16,76	9,95	<0,02	0,15	17,24	<0,04	<0,03	0,03	97,91
368. ET-A71-23(1) CE	0,45	Vetilla	22,52	23,67	14,28	<0,04	0,09	37,02	<0,04	0,30	0,19	11,92	16,91	9,99	0,02	0,07	17,30	<0,04	0,18	0,13	98,09
369. ET-A71-23(1) B	0,45	Vetilla	23,20	23,03	13,51	0,09	0,37	37,31	0,08	0,15	0,16	12,28	16,46	9,45	0,05	0,29	17,44	0,07	0,09	0,11	97,91
370. ET-A71-23(2) CE	0,45	Vetilla	23,88	23,66	12,58	0,11	0,06	36,92	<0,04	0,11	0,08	12,64	16,91	8,80	0,07	0,05	17,26	<0,04	0,07	0,05	97,41
371. ET-A71-23(3) CE	0,45	Vetilla	22,01	23,57	15,06	0,19	0,14	37,07	<0,04	<0,05	0,06	11,65	16,85	10,53	0,11	0,11	17,33	<0,04	<0,03	0,04	98,11
372. ET-A71-23(3) B	0,45	Vetilla	23,74	23,25	12,90	0,18	0,19	37,15	<0,04	0,09	0,05	12,56	16,61	9,02	0,11	0,15	17,37	<0,04	0,06	0,03	97,57
373. ET-A71-23(5) M	0,45	Vetilla	21,98	23,23	15,29	0,11	0,29	36,85	0,05	0,06	<0,05	11,63	16,60	10,70	0,06	0,22	17,23	0,04	0,03	<0,03	97,88
374. ET-A71-23(6) M	0,45	Vetilla	23,35	23,52	13,65	0,16	0,18	36,79	<0,04	<0,05	<0,05	12,36	16,81	9,55	0,10	0,14	17,20	<0,04	<0,03	<0,03	97,65
375. ET-A71-23(7) CE	0,45	Vetilla	22,70	23,36	14,04	0,07	0,09	36,73	<0,04	<0,05	<0,05	12,02	16,70	9,82	0,04	0,07	17,17	<0,04	<0,03	<0,03	97,06
376. ET-A71-23(7) B	0,45	Vetilla	22,08	23,49	14,76	0,08	0,08	36,82	<0,04	0,05	<0,05	11,69	16,78	10,32	0,05	0,06	17,21	<0,04	0,03	<0,03	97,37
377. ET-A71-24(3) O	0,35	Remplazo	22,71	22,86	14,30	0,16	0,26	36,74	0,04	0,28	<0,05	12,02	16,34	10,00	0,10	0,20	17,17	0,04	0,17	0,03	97,39
378. ET-A71-24(3) M	0,35	Remplazo	21,64	23,15	14,75	0,04	0,08	36,64	0,30	0,14	0,23	11,45	16,54	10,31	0,02	0,06	17,13	0,25	0,09	0,16	96,96
379. ET-A71-24(4) M	0,35	Remplazo	20,73	22,93	15,28	0,12	0,12	36,43	0,26	0,20	0,17	10,97	16,39	10,68	0,07	0,10	17,03	0,22	0,12	0,11	96,23
380. ET-A71-24(5) M	0,35	Remplazo	20,35	23,19	15,42	0,23	0,21	36,18	<0,04	0,76	<0,05	10,77	16,57	10,79	0,14	0,16	16,91	<0,04	0,46	<0,03	96,36
382. ET-A71-24(6) O	0,35	Remplazo	22,87	23,36	13,17	0,12	0,18	36,97	<0,04	0,64	0,07	12,11	16,69	9,21	0,07	0,14	17,28	<0,04	0,38	0,05	97,39
383. ET-A71-30(1)	0,05	Vetilla	23,00	23,44	13,54	0,09	0,20	36,58	<0,04	<0,05	<0,05	12,17	16,75	9,47	0,06	0,15	17,10	<0,04	<0,03	<0,03	96,86
384. ET-A71-30(2)	0,05	Remplazo	22,19	22,19	13,30	0,36	0,34	38,80	0,08	0,07	<0,05	11,74	15,86	9,30	0,22	0,26	18,14	0,07	0,04	0,03	97,38
385. ET-A71-30(3)	0,05	Remplazo	22,69	23,34	12,67	0,21	0,31	36,72	<0,04	<0,05	<0,05	12,01	16,68	8,86	0,13	0,24	17,16	<0,04	<0,03	<0,03	96,03
386. ET-A71-30(4)	0,05	Vetilla	24,72	22,41	11,19	0,13	1,09	36,80	0,11	<0,05	<0,05	13,08	16,02	7,82	0,08	0,85	17,20	0,09	<0,03	<0,03	96,47
387. ET-A71-30(5)	0,05	Vetilla	22,20	23,11	13,71	0,20	0,34	36,98	<0,04	0,10	0,08	11,75	16,52	9,59	0,12	0,26	17,29	<0,04	0,06	0,05	96,72
388. ET-A71-30(6)C	0,05	Remplazo	24,14	23,41	11,79	0,11	0,40	36,76	0,08	<0,05	<0,05	12,78	16,73	8,25	0,07	0,31	17,18	0,07	<0,03	<0,03	96,72
389. ET-A71-30(6)M	0,05	Remplazo	24,57	22,95	10,54	0,20	1,12	36,94	0,06	0,08	0,05	13,00	16,40	7,37	0,12	0,87	17,27	0,05	0,05	0,03	96,50
390. ET-A71-30(7)O	0,05	Remplazo	26,02	23,60	9,18	0,23	0,35	36,89	<0,04	<0,05	<0,05	13,77	16,87	6,42	0,14	0,27	17,25	<0,04	<0,03	<0,03	96,30
392. ET-A71-32(1)	0,025	Remplazo	23,46	23,31	12,15	0,14	0,23	36,97	0,12	0,25	<0,05	12,42	16,66	8,50	0,08	0,18	17,28	0,10	0,15	<0,03	96,65
393. ET-A71-32(2)	0,025	Vetilla	22,96	23,37	12,93	0,04	0,07	36,25	0,23	<0,05	0,07	12,15	16,70	9,05	0,02	0,06	16,95	0,20	<0,03	0,05	95,95
394. ET-A71-32(3)	0,025	Vetilla	22,57	23,22	13,82	0,14	0,14	36,68	0,14	<0,05	0,05	11,95	16,59	9,67	0,08	0,11	17,15	0,12	<0,03	0,03	96,76
395. ET-A71-32(4)	0,025	Vetilla	22,95	23,37	12,55	0,15	0,20	36,51	0,08	0,12	<0,05	12,15	16,70	8,78	0,09	0,15	17,07	0,07	0,07	<0,03	95,92
396. ET-A71-32(4)C	0,025	Vetilla	23,33	23,59	12,73	0,08	0,07	36,68	<0,04	0,08	<0,05	12,35	16,86	8,90	0,05	0,05	17,14	<0,04	0,05	<0,03	96,58
398. ET-A71-32(6)	0,025	Vetilla	22,22	23,18	13,68	0,12	0,14	36,59	0,11	<0,05	0,05	11,76	16,57	9,57	0,07	0,11	17,10	0,09	<0,03	0,04	96,10
399. ET-A71-32(7)	0,025	Vetilla	23,45	23,59	12,16	0,22	0,22	36,63	0,05	<0,05	0,05	12,41	16,86	8,51	0,13	0,17	17,12	0,05	<0,03	0,03	96,37
400. ET-A71-32(8)	0,025	Vetilla	24,13	23,32	11,70	0,14	0,21	36,68	0,27	0,09	0,10	12,77	16,67	8,18	0,09	0,16	17,15	0,23	0,05	0,07	96,64
401. ET-A71-32(8)	0,025	Vetilla	22,90	23,16	12,78	0,15	0,19	36,73	0,06	<0,05	0,12	12,12	16,55	8,94	0,09	0,15	17,17	0,05	<0,03	0,08	96,09

Análisis	Distancia (km)	Ocurrencia	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	MnO	SiO ₂	SrO	TiO ₂	V ₂ O ₃	Al	Ca	Fe ⁺³	Mg	Mn	Si	Sr	Ti	V	Total
402. ET-A71-32(9)	0,025	Vetilla	24,13	23,49	11,58	0,10	0,07	36,96	<0,04	0,05	0,06	12,77	16,79	8,10	0,06	0,06	17,27	<0,04	0,03	0,04	96,46
403. ET-A71-32(9)	0,025	Vetilla	23,27	23,10	13,39	0,07	0,13	37,39	0,09	<0,05	0,17	12,32	16,51	9,36	0,04	0,10	17,48	0,08	<0,03	0,12	97,64
404. ET-A71-32(10)	0,025	Vetilla	24,09	23,45	11,72	0,13	0,07	37,35	<0,04	<0,05	<0,05	12,75	16,76	8,19	0,08	0,05	17,46	<0,04	<0,03	<0,03	96,87
405. ET-A71-32(11)	0,025	Vetilla	23,61	23,55	12,53	0,10	0,07	37,00	0,19	0,08	<0,05	12,50	16,83	8,76	0,06	0,06	17,30	0,16	0,05	<0,03	97,14
406. ET-A71-32(12)	0,025	Vetilla	23,87	23,28	11,40	0,19	0,27	36,84	0,22	0,35	0,10	12,63	16,64	7,97	0,11	0,21	17,22	0,18	0,21	0,07	96,50
407. ET-A71-32(12)	0,025	Vetilla	20,87	23,04	15,72	0,13	0,14	36,46	0,10	<0,05	0,09	11,04	16,47	10,99	0,08	0,11	17,04	0,08	<0,03	0,06	96,57
408. ET-A71-13(2)M	1,05	Reemplazo plagioclasa	24,20	23,44	11,80	<0,04	0,09	37,14	0,31	0,16	0,22	12,81	16,75	8,25	0,02	0,07	17,36	0,26	0,09	0,15	97,38
409. ET-A71-13(2)O	1,05	Reemplazo plagioclasa	26,24	23,52	9,75	<0,04	0,20	37,34	0,15	0,05	0,08	13,89	16,81	6,82	<0,02	0,15	17,45	0,13	0,03	0,06	97,34
410. ET-A71-13(4)C	1,05	Reemplazo máfico	21,25	22,13	15,42	0,06	0,90	36,60	0,07	0,06	0,08	11,25	15,82	10,78	0,03	0,70	17,11	0,06	0,04	0,05	96,56
411. ET-A71-13(4)O	1,05	Reemplazo máfico	27,58	23,63	8,12	<0,04	0,29	37,14	0,28	0,08	0,08	14,60	16,89	5,68	<0,02	0,23	17,36	0,24	0,05	0,06	97,24
412. ET-A71-13(6)B	1,05	Cavidad	21,81	22,74	14,90	0,11	0,18	36,70	0,44	0,16	0,11	11,54	16,26	10,42	0,07	0,14	17,16	0,37	0,09	0,07	97,15
413. ET-A71-13(6)CE	1,05	Cavidad	23,53	23,52	12,48	<0,04	0,11	36,82	0,06	0,25	0,07	12,45	16,81	8,73	<0,02	0,08	17,21	0,05	0,15	0,05	96,84
414. ET-A71-13(7)O	1,05	Reemplazo plagioclasa	27,78	23,70	7,75	<0,04	0,23	37,93	0,23	0,07	0,05	14,70	16,94	5,42	0,02	0,18	17,73	0,19	0,04	0,03	97,76
415. ET-A71-13(7)C	1,05	Reemplazo plagioclasa	23,04	22,67	13,30	<0,04	0,62	37,19	0,09	0,06	0,07	12,20	16,20	9,30	<0,02	0,48	17,39	0,08	0,04	0,05	97,06
416. ET-A71-13(8)M	1,05	Reemplazo plagioclasa	24,76	23,21	11,81	<0,04	0,15	36,90	0,15	0,08	0,05	13,11	16,59	8,26	<0,02	0,12	17,25	0,13	0,05	0,03	97,12
417. ET-A71-13(9)O	1,05	Reemplazo plagioclasa	27,54	23,71	7,97	<0,04	0,28	37,86	0,26	0,07	<0,05	14,58	16,95	5,57	<0,02	0,22	17,70	0,22	0,04	<0,03	97,72
418. ET-A71-13(9)C	1,05	Reemplazo plagioclasa	21,73	23,08	14,59	0,06	0,10	36,81	<0,04	0,06	<0,05	11,50	16,50	10,20	0,03	0,08	17,20	<0,04	0,04	<0,03	96,46
419. ET-A71-13(12)O	1,05	Reemplazo plagioclasa	27,37	23,50	8,23	0,04	0,23	37,94	0,20	<0,05	<0,05	14,49	16,80	5,76	0,02	0,17	17,73	0,17	0,03	0,03	97,58
420. ET-A71-13(12)C	1,05	Reemplazo plagioclasa	22,29	23,24	14,21	<0,04	0,18	36,76	<0,04	0,12	0,05	11,80	16,61	9,94	<0,02	0,14	17,18	<0,04	0,07	0,04	96,88
421. ET-A71-13(13)M	1,05	Reemplazo máfico	24,28	21,29	11,53	<0,04	1,64	36,78	0,41	0,06	0,08	12,85	15,21	8,06	0,02	1,27	17,19	0,35	0,04	0,06	96,09
422. ET-A71-13(13)B	1,05	Reemplazo máfico	24,06	23,08	12,46	<0,04	0,15	36,84	0,14	0,05	0,15	12,73	16,50	8,71	0,02	0,12	17,22	0,12	0,03	0,11	96,96
424. ET-A71-13(14)M	1,05	Cavidad	24,63	22,19	11,94	<0,04	0,99	37,34	0,35	0,06	0,07	13,04	15,86	8,35	<0,02	0,77	17,45	0,30	0,04	0,05	97,59
426. ET-A71-13(14)M	1,05	Cavidad	23,01	23,28	13,51	<0,04	0,22	36,69	<0,04	0,20	0,18	12,18	16,64	9,45	<0,02	0,17	17,15	<0,04	0,12	0,12	97,12
427. ET-A71-13(16)O	1,05	Reemplazo plagioclasa	26,88	23,47	8,79	0,05	0,19	37,26	0,12	0,05	0,05	14,23	16,77	6,15	0,03	0,15	17,42	0,11	0,03	0,03	96,85
428. ET-A71-13(16)C	1,05	Reemplazo plagioclasa	24,60	23,28	11,79	<0,04	0,29	37,39	0,06	<0,05	<0,05	13,02	16,64	8,25	<0,02	0,23	17,48	0,05	<0,03	<0,03	97,43
429. ET-A71-13(20)O	1,05	Reemplazo plagioclasa	28,22	23,42	7,64	<0,04	0,16	37,70	0,33	0,06	<0,05	14,94	16,74	5,34	<0,02	0,13	17,62	0,28	0,03	<0,03	97,55
432. ET-A71-13(20)M	1,05	Vetilla	25,65	22,83	10,79	<0,04	0,51	37,40	0,13	0,06	0,09	13,57	16,32	7,55	<0,02	0,40	17,48	0,11	0,03	0,06	97,48
433. ET-A71-13(20)M	1,05	Vetilla	22,93	23,20	13,61	<0,04	0,14	37,21	0,13	0,05	0,13	12,14	16,58	9,52	<0,02	0,11	17,39	0,11	0,03	0,09	97,43
434. ET-A71-13(21)M	1,05	Reemplazo plagioclasa	25,04	22,85	10,57	<0,04	0,75	37,11	0,38	0,09	0,11	13,25	16,33	7,39	<0,02	0,58	17,35	0,32	0,05	0,07	96,92
435. ET-A71-13(21)M	1,05	Vetilla	24,59	22,82	11,40	<0,04	0,42	36,80	0,08	0,19	0,13	13,01	16,31	7,98	<0,02	0,33	17,20	0,07	0,12	0,09	96,44
436. ET-A71-12(1)M	1,85	Reemplazo máfico	22,88	22,03	13,40	0,08	0,42	36,74	1,11	0,09	0,10	12,11	15,75	9,37	0,05	0,33	17,17	0,94	0,05	0,07	96,86
438. ET-A71-10(5)	1,65	Reemplazo plagioclasa	23,01	23,16	13,95	<0,04	0,22	37,06	0,46	<0,05	<0,05	12,18	16,55	9,76	<0,02	0,17	17,32	0,39	<0,03	<0,03	97,88
439. ET-A71-15(1)	1,15	Cavidad	22,48	23,04	13,65	0,17	0,12	36,52	0,15	0,06	<0,05	11,90	16,47	9,55	0,10	0,09	17,07	0,13	0,04	<0,03	96,19
440. ET-A71-15(2)	1,15	Reemplazo plagioclasa	22,24	23,53	14,45	<0,04	0,11	36,81	<0,04	0,14	<0,05	11,77	16,82	10,11	0,02	0,08	17,21	<0,04	0,08	<0,03	97,32
442. ET-A71-15(4)	1,15	Reemplazo plagioclasa	22,52	23,54	13,97	<0,04	0,08	36,59	<0,04	0,06	<0,05	11,92	16,82	9,77	<0,02	0,07	17,10	<0,04	0,04	<0,03	96,78
443. ET-A71-15(5)	1,15	Reemplazo plagioclasa	22,25	23,35	13,70	0,07	0,09	36,47	<0,04	0,12	<0,05	11,78	16,69	9,58	0,04	0,07	17,05	<0,04	0,07	<0,03	96,07
444. ET-A71-15(8)	1,15	Reemplazo plagioclasa	22,69	23,52	13,89	<0,04	0,12	36,55	<0,04	<0,05	<0,05	12,01	16,81	9,71	0,02	0,09	17,08	<0,04	<0,03	<0,03	96,85
445. ET-A71-15(9)	1,15	Reemplazo máfico	23,87	22,54	11,65	0,05	0,67	37,05	0,19	0,10	<0,05	12,63	16,11	8,15	0,03	0,52	17,32	0,16	0,06	<0,03	96,14

Análisis	Distancia (km)	Ocurrencia	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	MnO	SiO ₂	SrO	TiO ₂	V ₂ O ₃	Al	Ca	Fe ⁺³	Mg	Mn	Si	Sr	Ti	V	Total
446. ET-A71-15(10)	1,15	Remplazo máfico	21,56	22,61	15,01	0,08	0,23	36,70	0,14	<0,05	<0,05	11,41	16,16	10,50	0,05	0,18	17,16	0,12	<0,03	<0,03	96,41
447. ET-A71-15(11)	1,15	Remplazo plagioclasa	22,65	23,39	13,08	<0,04	0,12	37,03	<0,04	<0,05	<0,05	11,99	16,72	9,15	<0,02	0,09	17,31	<0,04	<0,03	<0,03	96,30
448. ET-A71-15(12)	1,15	Remplazo plagioclasa	22,14	23,33	13,75	0,04	0,17	36,89	0,07	0,08	<0,05	11,72	16,67	9,62	0,03	0,13	17,24	0,06	0,05	<0,03	96,48
449. ET-A71-15(13)	1,15	Cavidad	24,48	23,79	11,33	<0,04	0,20	37,01	<0,04	<0,05	<0,05	12,95	17,00	7,92	0,02	0,15	17,30	<0,04	<0,03	<0,03	96,83
450. ET-A71-15(13) M	1,15	Remplazo plagioclasa	21,36	22,89	14,81	<0,04	0,18	36,31	0,62	0,06	<0,05	11,30	16,36	10,36	0,02	0,14	16,97	0,53	0,03	<0,03	96,29
451. ET-A71-14(1) M	1,15	Vetilla	21,63	23,13	14,86	0,15	0,14	36,53	0,16	<0,05	0,12	11,45	16,53	10,39	0,09	0,11	17,08	0,14	<0,03	0,08	96,75
452. ET-A71-14(3) M	1,15	Remplazo máfico	22,74	22,96	12,81	0,34	0,20	37,02	0,05	0,05	0,11	12,03	16,41	8,96	0,21	0,16	17,30	0,04	0,03	0,07	96,28
456. ET-A71-14(4) M	1,15	Vetilla	22,00	23,67	13,68	<0,04	0,12	36,90	0,08	0,30	0,12	11,65	16,92	9,57	0,02	0,09	17,25	0,07	0,18	0,08	96,89
458. ET-A71-14(7) M	1,15	Vetilla	23,56	22,84	12,32	<0,04	0,34	36,81	0,19	<0,05	<0,05	12,47	16,33	8,61	<0,02	0,26	17,21	0,16	<0,03	<0,03	96,11
460. ET-A71-14(7) M	1,15	Vetilla	26,08	23,39	8,92	<0,04	0,26	36,97	0,56	<0,05	<0,05	13,80	16,72	6,24	<0,02	0,20	17,28	0,47	<0,03	<0,03	96,25
461. ET-A71-14(8) M	1,15	Vetilla	23,43	22,90	12,53	<0,04	0,53	36,37	0,10	0,10	0,06	12,40	16,37	8,77	<0,02	0,41	17,00	0,08	0,06	0,04	96,05
462. ET-A71-9(1) M	1,55	Remplazo plagioclasa	24,74	23,20	10,69	<0,04	0,12	36,95	0,33	0,06	0,16	13,09	16,58	7,47	<0,02	0,09	17,27	0,28	0,03	0,11	96,24
463. ET-A71-9(2) M	1,55	Remplazo plagioclasa	25,62	23,44	9,54	<0,04	0,27	37,26	0,19	<0,05	0,14	13,56	16,75	6,67	<0,02	0,21	17,42	0,16	<0,03	0,09	96,50

Tabla 2. Resultados WDS para epidotas ricas en REE expresados en porcentaje en peso, tanto en óxido como elemental. n=31.
Abreviaturas: bordes de remplazo (BR), espacio abierto (EA), fanto-alteromorfo (FA) y relicto (R).

Análisis	Distancia (km)	Ocurrencia	Al ₂ O ₃	CaO	Ce ₂ O ₃	FeO	La ₂ O ₃	MgO	MnO	Nd ₂ O ₃	SiO ₂	SrO	ThO ₂	TiO ₂	V ₂ O ₃	Al	Ca	Ce	Fe ⁺³	La	Mg	Mn	Nd	Si	Sr	Th	Ti	V	Total
466. ET-A71-4(5) All	2,25	BR	20,58	15,28	8,74	12,09	3,83	0,18	0,42	2,59	33,59	0,19	<0,06	0,07	0,12	10,89	10,92	7,47	8,46	3,26	0,11	0,33	2,22	15,70	0,16	<0,05	0,04	0,08	97,69
467. ET-A71-4(7) All	2,25	FA	18,45	14,09	10,09	12,75	3,75	0,21	0,55	2,84	32,67	0,08	<0,06	0,40	0,24	9,77	10,07	8,61	8,92	3,19	0,12	0,42	2,43	15,27	0,07	<0,05	0,24	0,16	96,11
468. ET-A71-4(9) All	2,25	BR	21,97	17,56	5,06	11,17	2,27	0,15	0,75	1,66	34,30	0,12	<0,06	0,24	0,11	11,63	12,55	4,32	7,81	1,93	0,09	0,58	1,42	16,03	0,10	<0,05	0,14	0,08	95,37
469. ET-A71-4(10) All	2,25	BR	19,62	15,41	9,18	12,00	2,78	0,19	0,20	2,64	33,03	0,07	<0,06	0,84	0,12	10,38	11,01	7,84	8,39	2,37	0,12	0,15	2,26	15,44	0,06	<0,05	0,50	0,08	96,08
470. ET-A71-3(2) All	2,15	FA	17,96	14,39	9,73	12,86	3,72	0,70	0,23	2,92	32,70	<0,05	<0,06	0,16	0,05	9,50	10,28	8,30	9,00	3,17	0,42	0,18	2,50	15,29	<0,04	<0,05	0,10	0,04	95,41
471. ET-A71-3(3) All	2,15	FA	16,94	12,49	12,47	13,58	4,97	0,93	0,24	3,55	32,35	<0,05	0,51	0,13	0,05	8,96	8,93	10,65	9,50	4,23	0,56	0,18	3,04	15,12	<0,04	0,45	0,08	0,03	98,21
472. ET-A71-3(4) All	2,15	FA	18,55	14,46	9,26	12,84	3,25	0,71	0,28	2,58	33,11	<0,05	0,06	0,17	0,05	9,82	10,33	7,90	8,98	2,77	0,43	0,22	2,21	15,48	<0,04	0,05	0,10	0,03	95,35
473. ET-A71-3(6) All	2,15	FA	18,03	14,03	10,27	13,24	3,55	0,66	0,22	2,60	32,52	<0,05	0,23	0,14	0,05	9,54	10,03	8,77	9,26	3,03	0,40	0,17	2,23	15,20	<0,04	0,20	0,08	0,04	95,58
474. ET-A71-3(9) All	2,15	FA	17,71	13,52	10,29	13,46	3,82	0,77	0,23	3,01	32,09	<0,05	<0,06	0,17	<0,05	9,37	9,66	8,78	9,41	3,26	0,46	0,18	2,58	15,00	<0,04	<0,05	0,10	<0,03	95,12
475. ET-A71-3(10) All	2,15	FA	17,91	14,70	9,34	13,02	3,15	0,72	0,19	2,44	32,75	<0,05	<0,06	0,10	0,07	9,48	10,50	7,97	9,10	2,69	0,44	0,15	2,09	15,31	0,04	<0,05	0,06	0,05	94,45
476. ET-A71-3(14) All	2,15	FA	17,93	13,49	10,44	13,37	3,81	0,79	0,26	2,91	32,16	<0,05	0,18	0,19	0,05	9,49	9,64	8,91	9,35	3,25	0,47	0,21	2,49	15,03	<0,04	0,16	0,11	0,04	95,57
477. ET-A71-3(15) All	2,15	EA	17,68	14,35	9,65	13,46	3,52	0,73	0,21	2,76	32,66	<0,05	0,23	0,14	0,06	9,36	10,26	8,24	9,41	3,01	0,44	0,16	2,37	15,27	0,04	0,20	0,08	0,04	95,49
478. ET-A71-1(1) All	1,95	BR	16,81	12,74	11,82	13,76	4,24	0,92	0,26	3,20	31,94	<0,05	<0,06	0,23	0,06	8,90	9,10	10,09	9,62	3,61	0,56	0,20	2,74	14,93	<0,04	<0,05	0,14	0,04	96,01
479. ET-A71-1(3) All	1,95	FA	18,79	16,70	7,56	14,70	3,01	0,24	<0,04	2,00	33,73	<0,05	<0,06	0,36	<0,05	9,95	11,94	6,45	10,29	2,57	0,15	<0,03	1,71	15,77	<0,04	<0,05	0,21	<0,03	97,19
480. ET-A71-1(4) All	1,95	FA	17,06	12,61	11,63	13,72	4,04	0,87	0,30	3,25	31,92	<0,05	0,08	0,18	0,05	9,03	9,01	9,93	9,59	3,44	0,53	0,23	2,79	14,92	<0,04	0,07	0,11	0,03	95,69
481. ET-A71-1(6) All	1,95	FA	14,83	11,13	14,04	14,41	5,77	1,36	0,35	3,94	31,26	<0,05	0,67	0,35	0,06	7,85	7,95	11,99	10,08	4,92	0,82	0,27	3,38	14,61	<0,04	0,59	0,21	0,04	98,17
482. ET-A71-1(8) All	1,95	FA	15,12	11,22	13,59	14,42	6,15	1,38	0,33	4,02	31,08	<0,05	0,62	0,39	0,06	8,00	8,02	11,60	10,08	5,24	0,83	0,26	3,45	14,53	<0,04	0,55	0,23	0,04	98,38
483. ET-A71-1(9) All	1,95	FA	16,95	12,96	11,13	13,75	3,89	0,89	0,31	3,33	32,03	<0,05	<0,06	0,19	<0,05	8,97	9,26	9,50	9,61	3,31	0,54	0,24	2,85	14,97	<0,04	<0,05	0,11	0,03	95,53
484. ET-A71-1(13) All	1,95	FA	15,05	10,97	13,66	14,37	5,47	1,46	0,35	3,92	31,40	<0,05	0,43	0,37	0,06	7,97	7,84	11,67	10,05	4,66	0,88	0,27	3,36	14,68	<0,04	0,38	0,22	0,04	97,52

Análisis	Distancia (km)	Ocurrencia	Al ₂ O ₃	CaO	Ce ₂ O ₃	FeO	La ₂ O ₃	MgO	MnO	Nd ₂ O ₃	SiO ₂	SrO	ThO ₂	TiO ₂	V ₂ O ₃	Al	Ca	Ce	Fe ⁺³	La	Mg	Mn	Nd	Si	Sr	Th	Ti	V	Total
485. ET-A71-1(17) All	1,95	EA	15,58	11,94	12,82	14,15	5,38	1,20	0,38	3,73	31,80	<0,05	0,84	0,29	0,09	8,25	8,53	10,95	9,90	4,59	0,72	0,29	3,20	14,87	<0,04	0,74	0,17	0,06	98,20
486. ET-A71-10(3) All	1,65	R	21,10	18,63	5,03	11,64	2,00	0,06	0,11	1,29	34,44	0,16	<0,06	0,17	0,33	11,17	13,31	4,29	8,14	1,70	0,04	0,09	1,10	16,10	0,13	<0,05	0,10	0,23	94,99
487. ET-A71-15(1) All	1,15	EA	12,40	13,42	10,42	19,35	4,40	0,13	0,30	3,14	31,01	<0,05	<0,06	0,82	<0,05	6,56	9,59	8,90	13,53	3,75	0,08	0,23	2,69	14,50	<0,04	<0,05	0,49	<0,03	95,49
488. ET-A71-15(2) All	1,15	EA	17,95	16,66	5,92	15,37	2,55	0,08	0,18	1,78	33,70	<0,05	<0,06	0,15	<0,05	9,50	11,91	5,05	10,75	2,17	0,05	0,14	1,53	15,75	<0,04	<0,05	0,09	<0,03	94,36
489. ET-A71-15(13) All	1,15	EA	15,73	13,35	10,80	16,84	3,51	0,25	0,11	3,09	32,05	<0,05	0,24	0,18	<0,05	8,33	9,54	9,22	11,78	2,99	0,15	0,09	2,65	14,98	<0,04	0,21	0,11	<0,03	96,17
492. ET-A71-9(3) All	1,55	R	24,80	19,49	2,38	9,97	1,25	0,06	1,06	0,70	36,60	0,46	0,61	0,05	0,06	13,13	13,93	2,03	6,97	1,07	0,04	0,82	0,60	17,11	0,39	0,54	0,03	0,04	97,51
493. ET-A71-13(6) All	1,05	EA	16,53	13,12	10,66	14,90	3,70	0,28	<0,04	3,24	32,16	<0,05	<0,06	0,39	0,05	8,75	9,38	9,10	10,42	3,15	0,17	<0,03	2,78	15,03	<0,04	<0,05	0,23	0,04	95,02
494. ET-A71-13(14) All	1,05	EA	20,70	18,62	3,38	12,91	0,89	0,24	0,13	0,99	34,28	<0,05	4,50	0,12	0,07	10,96	13,31	2,89	9,03	0,76	0,15	0,10	0,85	16,03	<0,04	3,95	0,07	0,05	96,84
495. ET-A71-16(4) All	0,95	R	17,18	12,21	12,06	14,23	4,09	0,24	0,53	3,32	31,34	0,06	0,06	0,22	0,07	9,09	8,73	10,30	9,95	3,48	0,14	0,41	2,84	14,65	0,05	0,05	0,13	0,05	95,60
497. ET-A71-16(6) All	0,95	EA	22,04	14,59	9,78	9,34	3,59	0,23	0,70	2,85	33,09	0,13	<0,06	0,41	0,07	11,66	10,43	8,35	6,53	3,06	0,14	0,54	2,45	15,47	0,11	<0,05	0,25	0,05	96,83
498. ET-A71-24(6) All	0,35	R	20,53	15,00	7,39	13,74	2,63	0,23	0,49	1,99	33,59	<0,05	<0,06	0,14	0,11	10,87	10,72	6,31	9,61	2,25	0,14	0,38	1,70	15,70	<0,04	<0,05	0,08	0,08	95,88
499. ET-A71-24(4) All	0,35	R	20,43	14,86	7,46	13,36	2,47	0,23	0,39	1,93	34,01	0,08	<0,06	0,09	0,08	10,81	10,62	6,37	9,35	2,10	0,14	0,30	1,66	15,90	0,07	<0,05	0,05	0,05	95,40

Tabla 3. Distribución de los iones en sitios cristalinos de la epidota, fracción XFe y XEp, y derivación del nombre mineral basado en análisis WDS de la Tabla 1 y 2.

Análisis	XFe	XEp	Espacios T		Espacio M2	Espacio M1				Espacio M3						Espacio A1				A2			Nombre mineral												
			Si	Al		Al	Al	Ti	V	Fe+3	Al	Ti	V	Fe+3	Mg	Fe+2	Mn	Mn	Fe+2	Ca	REE+Th	Sr		Ca											
1. ET-A71-1(1) CLARO	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Epidota
2. ET-A71-1(1) OSCURO	0,2	0,5	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Epidota
3. ET-A71-1(1) CLARO	0,4	1,1	3,0	0,0	1,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Epidota
4. ET-A71-1(1) OSCURO	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Epidota
5. ET-A71-1(2) CLARO	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Epidota
6. ET-A71-1(2) OSCURO	0,2	0,6	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Epidota
7. ET-A71-1(2) CLARO	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Epidota
8. ET-A71-1(2) OSCURO	0,2	0,6	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Epidota
9. ET-A71-1(3) CLARO	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Epidota
10. ET-A71-1(3) OSCURO	0,2	0,6	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Epidota
11. ET-A71-1(3) CLARO?	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Epidota
12. ET-A71-1(5) CLARO	0,3	0,8	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Epidota
13. ET-A71-1(5) OSCURO	0,2	0,5	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Epidota
14. ET-A71-1(4) CL	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Epidota
15. ET-A71-1(4) M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Epidota
16. ET-A71-1(3) C	0,4	1,1	3,0	0,0	1,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Epidota
17. ET-A71-1(3) O	0,3	0,8	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Epidota
18. ET-A71-1(3) M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Epidota
19. ET-A71-1(6) O	0,2	0,6	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Epidota

Análisis	XFe	XE _p	Espacios T		Espacio M2		Espacio M1				Espacio M3						Espacio A1			A2			Nombre mineral
			Si	Al	Al	Al	Ti	V	Fe+3	Al	Ti	V	Fe+3	Mg	Fe+2	Mn	Mn	Fe+2	Ca	REE+Th	Sr	Ca	
20. ET-A71-1(6) C	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,9		0,0	0,9	Epidota
21. ET-A71-1(7) O	0,2	0,6	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
22. ET-A71-1(7) C	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,9		0,0	0,9	Epidota
23. ET-A71-1(8) O	0,2	0,7	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
24. ET-A71-1(8) C	0,3	0,9	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
27. ET-A71-1(9) C	0,3	0,8	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,9		0,0	1,0	Epidota
28. ET-A71-1(10) M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
29. ET-A71-1(10) M	0,3	1,0	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
30. ET-A71-1(10) C	0,4	1,1	3,0	0,0	1,0	0,8	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
31. ET-A71-1(10) O	0,2	0,6	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	0,9	Epidota rica en Mg
32. ET-A71-1(11) C	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
33. ET-A71-1(11) O	0,2	0,6	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
34. ET-A71-1(11) C	0,3	0,8	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
35. ET-A71-1(11) O	0,2	0,5	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
36. ET-A71-1(12) C	0,3	1,1	3,0	0,0	1,0	0,9	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
37. ET-A71-1(12) M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
38. ET-A71-1(12) O	0,2	0,6	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
39. ET-A71-1(13) O	0,2	0,6	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
40. ET-A71-1(13) M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,9		0,0	1,0	Epidota
41. ET-A71-1(14) M	0,3	0,9	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
42. ET-A71-1(14) O	0,2	0,5	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
43. ET-A71-1(14) M	0,2	0,6	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,9		0,0	1,0	Epidota
44. ET-A71-1(15) O	0,2	0,6	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
45. ET-A71-1(15) M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
46. ET-A71-1(16) O	0,2	0,5	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
47. ET-A71-1(16) C	0,2	0,7	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
48. ET-A71-1(16) C	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
50. ET-A71-1(17) O	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
51. ET-A71-1(17) C	0,3	0,9	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
52. ET-A71-1(17) M	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
53. ET-A71-3(1) O	0,2	0,5	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Clinozoisita
54. ET-A71-3(1) C	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
55. ET-A71-3(2) O	0,2	0,6	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
56. ET-A71-3(2) C	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
57. ET-A71-3(3) Mn?	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
58. ET-A71-3(3) O	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
59. ET-A71-3(3) C	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota

Análisis	XFe	XEp	Espacios T		Espacio M2		Espacio M1				Espacio M3						Espacio A1			A2			Nombre mineral
			Si	Al	Al	Al	Ti	V	Fe+3	Al	Ti	V	Fe+3	Mg	Fe+2	Mn	Mn	Fe+2	Ca	REE+Th	Sr	Ca	
97. ET-A71-4(1) C	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
98. ET-A71-4(2) O	0,2	0,6	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
99. ET-A71-4(2) C	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
100. ET-A71-4(4) O	0,2	0,6	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
101. ET-A71-4(4) C	0,4	1,1	3,0	0,0	1,0	0,9	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
102. ET-A71-4(5) O	0,2	0,7	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
103. ET-A71-4(5) C	0,3	1,0	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
104. ET-A71-4(6) O	0,2	0,6	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
105. ET-A71-4(6) C	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
106. ET-A71-4(7) O	0,2	0,6	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
107. ET-A71-4(7) C	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
108. ET-A71-4(9) O	0,2	0,7	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
109. ET-A71-4(9) C	0,4	1,0	2,9	0,1	1,0	0,9	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
110. ET-A71-4(9) M	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
111. ET-A71-4(10) O	0,2	0,6	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
112. ET-A71-4(10) M	0,3	0,8	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
113. ET-A71-4(10) C	0,4	1,0	2,9	0,1	1,0	0,9	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
114. ET-A71-4(11) M	0,3	0,8	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
115. ET-A71-4(11) O	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	0,9	Epidota
116. ET-A71-4(11) O	0,2	0,6	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
117. ET-A71-4(11) M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
118. ET-A71-4(12) O	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
119. ET-A71-4(12) M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
121. ET-A71-2(1)	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
122. ET-A71-2(1) C	0,3	0,8	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
123. ET-A71-2(1) M	0,3	1,0	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
124. ET-A71-2(2) O	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
125. ET-A71-2(2) M	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
126. ET-A71-2(2) C	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
130. ET-A71-2(3) M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
131. ET-A71-2(4) O	0,2	0,5	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
132. ET-A71-2(4) C	0,3	0,8	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
133. ET-A71-2(4) ?	0,1	0,2	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Clinozoisita
134. ET-A71-2(4) M	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	0,9	Epidota
135. ET-A71-2(6) M	0,2	0,6	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
136. ET-A71-2(6) CZO	0,0	0,0	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Clinozoisita
137. ET-A71-2(6) C	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota

Análisis	XFe	XEp	Espacios T		Espacio M2		Espacio M1				Espacio M3						Espacio A1			A2			Nombre mineral
			Si	Al	Al	Al	Ti	V	Fe+3	Al	Ti	V	Fe+3	Mg	Fe+2	Mn	Mn	Fe+2	Ca	REE+Th	Sr	Ca	
178. ET-A71-16(10) O	0,2	0,6	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
179. ET-A71-16(11) O	0,2	0,7	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
180. ET-A71-16(11) C	0,3	1,0	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	
181. ET-A71-16(13) C	0,3	1,1	3,0	0,0	1,0	0,9	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	
182. ET-A71-16(13) O	0,2	0,6	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	
183. ET-A71-16(14) O	0,2	0,5	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Clinzoisita	
184. ET-A71-16(14) C	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	
185. ET-A71-8(1) M	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	
186. ET-A71-8(1) M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	
187. ET-A71-8(2) M	0,3	0,8	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,1	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	
188. ET-A71-8(2) C	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	
189. ET-A71-8(3) C	0,3	0,9	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	
190. ET-A71-8(3) O	0,2	0,5	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	
191. ET-A71-8(4) O	0,2	0,6	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	
192. ET-A71-8(4) C	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	
193. ET-A71-8(4) M	0,2	0,7	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	
194. ET-A71-8(4) M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	
195. ET-A71-8(4) M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	
196. ET-A71-8(5) C	0,3	1,2	3,0	0,0	1,0	0,8	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,6	0,2	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	0,8	Epidota rica en Mg	
197. ET-A71-8(5) O	0,2	0,5	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	
198. ET-A71-8(6) O	0,2	0,5	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	
199. ET-A71-8(6) C	0,3	0,9	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	
200. ET-A71-8(7) C	0,3	1,0	2,9	0,1	1,0	0,9	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	
201. ET-A71-8(7) M	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	
202. ET-A71-8(7) M	0,3	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	
203. ET-A71-8(7) O	0,2	0,6	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	
204. ET-A71-8(7) M	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	
205. ET-A71-8(7) M	0,2	0,7	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	
206. ET-A71-8(8) C	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	
207. ET-A71-8(8) O	0,2	0,5	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	
208. ET-A71-8(8) O	0,2	0,6	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	
209. ET-A71-8(8) C	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	
210. ET-A71-8(9) M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,1	0,9		0,0	1,0	Epidota	
211. ET-A71-8(9) O	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	
212. ET-A71-8(9) C	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	
213. ET-A71-8(10) O	0,2	0,5	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	
214. ET-A71-8(10) C	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota	

Análisis	XFe	XE _p	Espacios T		Espacio M2		Espacio M1				Espacio M3						Espacio A1			A2			Nombre mineral
			Si	Al	Al	Al	Ti	V	Fe+3	Al	Ti	V	Fe+3	Mg	Fe+2	Mn	Mn	Fe+2	Ca	REE+Th	Sr	Ca	
252. ET-A71-21(2) O	0,2	0,6	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
253. ET-A71-21(2) M	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
254. ET-A71-21(2) M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
255. ET-A71-21(6) O	0,2	0,6	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
256. ET-A71-21(6) B	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
257. ET-A71-21(6) CE	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
258. ET-A71-21(7) M	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
259. ET-A71-21(7) O	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
260. ET-A71-21(8) C	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
261. ET-A71-21(8) O	0,2	0,6	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
262. ET-A71-21(10) CE	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
263. ET-A71-21(10) B	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
264. ET-A71-21(12) O	0,1	0,4	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Clinzoisita
265. ET-A71-21(12) C	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
266. ET-A71-21(12) M	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
267. ET-A71-21(13) O	0,2	0,6	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
268. ET-A71-21(13) M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
269. ET-A71-21(13) O	0,2	0,6	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
270. ET-A71-21(13) M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
271. ET-A71-21(15) M	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
272. ET-A71-21(15) M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
273. ET-A71-21(17) O	0,2	0,5	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Clinzoisita
274. ET-A71-21(17) C	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
275. ET-A71-21(17) C	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
276. ET-A71-21(17) O	0,2	0,5	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
277. ET-A71-21(17) C	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
278. ET-A71-21(19) O	0,2	0,6	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
279. ET-A71-21(19) C	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
280. ET-A71-21(19) M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
281. ET-A71-21(20) M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
282. ET-A71-21(20) M	0,3	0,8	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
283. ET-A71-21(20) M	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
284. ET-A71-21(20) M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
285. ET-A71-21(22) M	0,3	0,8	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
286. ET-A71-21(22) O	0,2	0,6	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
287. ET-A71-21(22) M	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
288. ET-A71-21(22) O	0,2	0,6	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota

Análisis	XFe	XEp	Espacios T		Espacio M2		Espacio M1				Espacio M3						Espacio A1			A2			Nombre mineral
			Si	Al	Al	Al	Ti	V	Fe+3	Al	Ti	V	Fe+3	Mg	Fe+2	Mn	Mn	Fe+2	Ca	REE+Th	Sr	Ca	
289. ET-A71-21(22) C	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
290. ET-A71-17(1) M	0,4	1,1	3,0	0,0	1,0	0,9	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
291. ET-A71-17(1) C	0,4	1,2	3,0	0,0	1,0	0,8	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
292. ET-A71-17(1) M	0,3	1,0	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
293. ET-A71-17(3) M	0,3	0,9	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
294. ET-A71-17(3) O	0,2	0,5	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
295. ET-A71-17(3) C	0,3	0,9	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
296. ET-A71-17(6) O	0,2	0,5	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
297. ET-A71-17(6) C	0,4	1,1	2,9	0,1	1,0	0,8	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
298. ET-A71-17(10) O	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
299. ET-A71-17(10) M	0,4	1,1	3,0	0,0	1,0	0,9	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
300. ET-A71-17(10) C	0,3	0,8	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
301. ET-A71-17(11) C	0,4	1,2	3,0	0,0	1,0	0,7	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
302. ET-A71-17(11) O	0,2	0,5	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
303. ET-A71-17(14) M	0,3	1,0	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
304. ET-A71-17(14) C	0,4	1,2	3,0	0,0	1,0	0,8	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
305. ET-A71-17(14) C	0,4	1,1	2,9	0,1	1,0	0,8	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
306. ET-A71-17(14) O	0,3	0,9	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
307. ET-A71-17(15) C	0,4	1,2	2,9	0,1	1,0	0,7	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
308. ET-A71-17(15) O	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
309. ET-A71-17(15) M	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
310. ET-A71-17(17) O	0,2	0,4	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Clinozoisita
311. ET-A71-17(17) C	0,3	0,8	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
312. ET-A71-17(17) M	0,3	0,8	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
313. ET-A71-17(18) O	0,2	0,5	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Clinozoisita
314. ET-A71-17(18) C	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
315. ET-A71-17(18) M	0,2	0,6	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,9		0,0	1,0	Epidota
316. ET-A71-17(18) C	0,2	0,6	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
317. ET-A71-17(18) M	0,2	0,7	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
318. ET-A71-17(18) M	0,3	0,8	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
319. ET-A71-17(18) M	0,3	0,8	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
320. ET-A71-17(18) O	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
321. ET-A71-17(19) M	0,2	0,6	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
322. ET-A71-17(19) M	0,2	0,5	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
323. ET-A71-17(19) O	0,2	0,6	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
324. ET-A71-17(19) M	0,3	0,8	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
326. ET-A71-17(20) C	0,2	0,7	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota

Análisis	XFe	XEp	Espacios T		Espacio M2		Espacio M1				Espacio M3						Espacio A1			A2			Nombre mineral
			Si	Al	Al	Al	Ti	V	Fe+3	Al	Ti	V	Fe+3	Mg	Fe+2	Mn	Mn	Fe+2	Ca	REE+Th	Sr	Ca	
327. ET-A71-17(20) C	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
328. ET-A71-22(1) O	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
330. ET-A71-22(1) C	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
332. ET-A71-22(2) M	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
333. ET-A71-22(3) M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
334. ET-A71-22(3) M	0,3	0,7	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
336. ET-A71-22(5) M	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
337. ET-A71-22(5) M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
338. ET-A71-22(5) M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
339. ET-A71-22(6) M	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
340. ET-A71-22(6) M	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
341. ET-A71-22(7) M	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
342. ET-A71-22(7) M	0,2	0,7	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
343. ET-A71-22(7) M	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
344. ET-A71-22(8) M	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
345. ET-A71-22(8) M	0,3	0,7	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
346. ET-A71-22(9) M	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
347. ET-A71-22(9) M	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
349. ET-A71-22(10) O	0,2	0,6	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
350. ET-A71-22(10) M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
351. ET-A71-22(11) M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
352. ET-A71-22(11) M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
353. ET-A71-22(11) M	0,4	1,1	3,0	0,0	1,0	0,9	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
354. ET-A71-22(12) M	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
356. ET-A71-22(14) M	0,3	0,8	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
357. ET-A71-22(14) O	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
359. ET-A71-19(1) M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
361. ET-A71-19(2) B	0,3	1,0	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
362. ET-A71-19(2) CE	0,3	0,9	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
363. ET-A71-19(3) C	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
364. ET-A71-19(3) M	0,2	0,6	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
366. ET-A71-19(4) M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
367. ET-A71-19(5) M	0,3	0,8	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
368. ET-A71-23(1) CE	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
369. ET-A71-23(1) B	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
370. ET-A71-23(2) CE	0,3	0,8	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
371. ET-A71-23(3) CE	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota

Análisis	XFe	XEp	Espacios T		Espacio M2		Espacio M1				Espacio M3						Espacio A1			A2			Nombre mineral
			Si	Al	Al	Al	Ti	V	Fe+3	Al	Ti	V	Fe+3	Mg	Fe+2	Mn	Mn	Fe+2	Ca	REE+Th	Sr	Ca	
372. ET-A71-23(3) B	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
373. ET-A71-23(5) M	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
374. ET-A71-23(6) M	0,3	0,8	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
375. ET-A71-23(7) CE	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
376. ET-A71-23(7) B	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
377. ET-A71-24(3) O	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
378. ET-A71-24(3) M	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
379. ET-A71-24(4) M	0,3	1,0	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
380. ET-A71-24(5) M	0,3	1,0	3,0	0,0	1,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
382. ET-A71-24(6) O	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
383. ET-A71-30(1)	0,3	0,8	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
384. ET-A71-30(2)	0,3	1,0	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	0,8	Epidota
385. ET-A71-30(3)	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
386. ET-A71-30(4)	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,9	0,0	1,0	Epidota
387. ET-A71-30(5)	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
388. ET-A71-30(6)C	0,2	0,7	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
389. ET-A71-30(6)M	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
390. ET-A71-30(7)O	0,2	0,6	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
392. ET-A71-32(1)	0,2	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
393. ET-A71-32(2)	0,3	0,8	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
394. ET-A71-32(3)	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
395. ET-A71-32(4)	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
396. ET-A71-32(4)C	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
398. ET-A71-32(6)	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
399. ET-A71-32(7)	0,2	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
400. ET-A71-32(8)	0,2	0,7	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
401. ET-A71-32(8)	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
402. ET-A71-32(9)	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
403. ET-A71-32(9)	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
404. ET-A71-32(10)	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
405. ET-A71-32(11)	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
406. ET-A71-32(12)	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
407. ET-A71-32(12)	0,3	1,0	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
408. ET-A71-13(2)M	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
409. ET-A71-13(2)O	0,2	0,6	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
410. ET-A71-13(4)C	0,3	1,0	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,9		0,0	1,0	Epidota
411. ET-A71-13(4)O	0,2	0,5	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Clinozoisita

Análisis	XFe	XEp	Espacios T		Espacio M2		Espacio M1				Espacio M3					Espacio A1			A2			Nombre mineral	
			Si	Al	Al	Al	Ti	V	Fe+3	Al	Ti	V	Fe+3	Mg	Fe+2	Mn	Mn	Fe+2	Ca	REE+Th	Sr		Ca
412. ET-A71-13(6)B	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
413. ET-A71-13(6)CE	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
414. ET-A71-13(7)O	0,2	0,4	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Clinzoisita
415. ET-A71-13(7)C	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
416. ET-A71-13(8)M	0,2	0,7	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
417. ET-A71-13(9)O	0,2	0,5	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Clinzoisita
418. ET-A71-13(9)C	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
419. ET-A71-13(12)O	0,2	0,5	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Clinzoisita
420. ET-A71-13(12)C	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
421. ET-A71-13(13)M	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,9		0,0	1,0	Epidota
422. ET-A71-13(13)B	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
424. ET-A71-13(14)M	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,9		0,0	1,0	Epidota
426. ET-A71-13(14)M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
427. ET-A71-13(16)O	0,2	0,5	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
428. ET-A71-13(16)C	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
429. ET-A71-13(20)O	0,1	0,4	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Clinzoisita
432. ET-A71-13(20)M	0,2	0,6	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
433. ET-A71-13(20)M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
434. ET-A71-13(21)M	0,2	0,6	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
435. ET-A71-13(21)M	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
436. ET-A71-12(1)M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,1	0,9	Epidota
438. ET-A71-10(5)	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
439. ET-A71-15(1)	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
440. ET-A71-15(2)	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
442. ET-A71-15(4)	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
443. ET-A71-15(5)	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
444. ET-A71-15(8)	0,3	0,8	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
445. ET-A71-15(9)	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
446. ET-A71-15(10)	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
447. ET-A71-15(11)	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
448. ET-A71-15(12)	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
449. ET-A71-15(13)	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
450. ET-A71-15(13) M	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
451. ET-A71-14(1) M	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
452. ET-A71-14(3) M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
456. ET-A71-14(4) M	0,3	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
458. ET-A71-14(7) M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota

Análisis	XFe	XEp	Espacios T		Espacio M2		Espacio M1				Espacio M3						Espacio A1			A2			Nombre mineral
			Si	Al	Al	Al	Ti	V	Fe+3	Al	Ti	V	Fe+3	Mg	Fe+2	Mn	Mn	Fe+2	Ca	REE+Th	Sr	Ca	
460. ET-A71-14(7) M	0,2	0,5	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
461. ET-A71-14(8) M	0,3	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
462. ET-A71-9(1) M	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
463. ET-A71-9(2) M	0,2	0,6	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	1,0	Epidota
466. ET-A71-4(5) All	0,2	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,4	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,9	0,5	0,0	0,5	Epidota Rica en REE
467. ET-A71-4(7) All	0,2	1,0	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,9	0,6	0,0	0,4	Alanita (Ce)
468. ET-A71-4(9) All	0,2	0,7	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,5	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,9	0,3	0,0	0,7	Epidota Rica en REE
469. ET-A71-4(10) All	0,2	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	1,0	0,5	0,0	0,5	Epidota Rica en REE
470. ET-A71-3(2) All	0,2	1,1	3,0	0,0	1,0	0,9	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,4	0,1	0,5	0,0	0,0	0,0	1,0	0,5	0,0	0,5	Alanita (Ce)
471. ET-A71-3(3) All	0,2	1,6	3,0	0,0	1,0	0,8	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1	0,6	0,0	0,0	0,0	1,0	0,7	0,0	0,3	Alanita (Ce)
472. ET-A71-3(4) All	0,2	1,0	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,1	0,4	0,0	0,0	0,1	0,9	0,5	0,0	0,5	Alanita (Ce)
473. ET-A71-3(6) All	0,2	1,1	3,0	0,0	1,0	0,9	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,4	0,1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,9	0,6	0,0	0,4	Alanita (Ce)
474. ET-A71-3(9) All	0,2	1,2	3,0	0,0	1,0	0,9	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,4	0,1	0,5	0,0	0,0	0,1	0,9	0,6	0,0	0,4	Alanita (Ce)
475. ET-A71-3(10) All	0,2	1,1	3,0	0,0	1,0	0,9	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,5	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,9	0,5	0,0	0,5	Alanita (Ce)
476. ET-A71-3(14) All	0,2	1,1	3,0	0,0	1,0	0,9	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,4	0,1	0,5	0,0	0,0	0,1	0,9	0,6	0,0	0,4	Alanita (Ce)
477. ET-A71-3(15) All	0,2	1,2	3,0	0,0	1,0	0,9	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,5	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,9	0,5	0,0	0,5	Alanita (Ce)
478. ET-A71-1(1) All	0,2	1,4	3,0	0,0	1,0	0,8	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,9	0,7	0,0	0,3	Alanita (Ce)
479. ET-A71-1(3) All	0,3	1,1	3,0	0,0	1,0	0,9	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	1,0	0,4	0,0	0,6	Epidota Rica en REE
480. ET-A71-1(4) All	0,2	1,3	3,0	0,0	1,0	0,9	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,4	0,1	0,5	0,0	0,0	0,1	0,9	0,6	0,0	0,4	Alanita (Ce)
481. ET-A71-1(6) All	0,2	3,2	3,0	0,0	1,0	0,6	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,7	0,0	0,0	0,0	1,0	0,8	0,0	0,2	Alanita (Ce)
482. ET-A71-1(8) All	0,2	2,5	2,9	0,1	1,0	0,6	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,6	0,0	0,0	0,0	1,0	0,8	0,0	0,2	Alanita (Ce)
483. ET-A71-1(9) All	0,2	1,4	3,0	0,0	1,0	0,8	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,4	0,1	0,5	0,0	0,0	0,1	0,9	0,6	0,0	0,4	Alanita (Ce)
484. ET-A71-1(13) All	0,2	3,0	3,0	0,0	1,0	0,7	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,6	0,0	0,0	0,0	0,9	0,8	0,0	0,2	Alanita (Ce)
485. ET-A71-1(17) All	0,2	2,3	3,0	0,0	1,0	0,7	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,6	0,0	0,0	0,0	1,0	0,8	0,0	0,2	Alanita (Ce)
486. ET-A71-10(3) All	0,2	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,6	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	1,0	0,3	0,0	0,7	Epidota Rica en REE
487. ET-A71-15(1) All	0,4	2,8	3,0	0,0	1,0	0,4	0,1	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	1,0	0,6	0,0	0,4	FerriAlanita (Ce)
488. ET-A71-15(2) All	0,3	1,2	3,0	0,0	1,0	0,9	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,3	0,0	0,0	0,1	0,9	0,3	0,0	0,7	Epidota Rica en REE
489. ET-A71-15(13) All	0,3	1,7	3,0	0,0	1,0	0,7	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,6	0,0	0,0	0,1	0,9	0,6	0,0	0,4	Alanita (Ce)
492. ET-A71-9(3) All	0,2	0,6	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,9	0,1	0,0	0,8	Epidota Rica en REE
493. ET-A71-13(6) All	0,2	1,6	3,0	0,0	1,0	0,8	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,6	0,0	0,0	0,1	0,9	0,6	0,0	0,4	Alanita (Ce)
494. ET-A71-13(14) All	0,2	0,9	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	1,0	0,3	0,0	0,7	Epidota Rica en Torio
495. ET-A71-16(4) All	0,2	1,2	3,0	0,0	1,0	0,9	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,9	0,7	0,0	0,3	Alanita (Ce)
497. ET-A71-16(6) All	0,1	0,4	2,9	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,9	0,5	0,0	0,5	Alanita (Ce)
498. ET-A71-24(6) All	0,2	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,5	0,0	0,3	0,0	0,0	0,2	0,8	0,4	0,0	0,6	Epidota Rica en REE
499. ET-A71-24(4) All	0,2	0,8	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,4	0,0	0,4	0,0	0,0	0,2	0,8	0,4	0,0	0,6	Epidota Rica en REE

ANEXO III

Resultados análisis LA-ICP-MS.

Elementos ordenados alfabéticamente y expresados en ppm.



Tabla 1. Resultados para epidotas parte 1 (del As al Na). n=195.

Análisis	Distancia (km)	Ocurrencia	As	Au	Ba	Bi	Ce	Co	Cu	Dy	Er	Eu	Ga	Gd	Hf	Ho	K	La	Lu	Mn	Mo	Na
ET-A71-32_5_Ep	0,025	Vetilla	12	<0,17	<0,2	0,06	0,2	<0,3	<2,7	<0,1	<0,1	0,3	62	<0,3	<0,1	<0,03	<15	0,1	NaN	738	<0,6	<32
ET-A71-32_3_Ep	0,025	Vetilla	39	<0,28	<0,2	0,26	1,1	0,4	360	0,0	<0,1	0,7	40	<1	<0,1	<0,02	35	0,6	<0,03	830	<1	<43
ET-A71-32_2_Ep	0,025	Vetilla	12	<0,25	<0,2	<0,06	7,2	<0,3	<60	0,3	0,1	4,6	44	<0,5	<0,1	0,09	25	4,7	<0,02	1023	<0,6	<32
ET-A71-32_12_Ep	0,025	Vetilla	30	<0,16	7,25	0,31	86	0,9	274	4,2	2,1	9,2	37	7,1	0,5	0,83	2640	50	0,31	1314	1,2	76
ET-A71-32_7_Ep	0,025	Vetilla	8,4	<0,22	0,98	0,07	50	0,4	7,8	0,2	<0,1	0,9	47	<0,5	<0,1	0,03	133	27	0,02	3180	<0,8	<40
ET-A71-32_8_Ep	0,025	Vetilla	30	<0,17	3,15	3,69	2,7	<0,3	413	0,7	0,4	2,0	71	<0,5	<0,1	0,17	1430	1,7	0,06	1906	<0,6	<31
ET-A71-32_9_Ep	0,025	Vetilla	83	<0,16	2,76	0,26	66	0,4	647	3,3	1,1	6,1	40	5,0	<0,1	0,51	1650	29	0,10	3430	4,9	<31
ET-A71-30_1_Ep	0,05	Vetilla	54	<0,29	<0,1	0,04	21	<0,3	<2	0,1	0,0	0,3	37	<0,3	<0,1	<0,01	<13	18	<0,02	1250	<0,7	<27
ET-A71-30_3_Ep	0,05	Remplazo	383	<0,41	16	0,52	32	2,1	<2,9	0,7	0,3	0,8	34	2,1	0,5	0,10	2210	13	0,03	3330	<0,8	357
ET-A71-30_4_Ep	0,05	Vetilla	637	<0,42	0,19	1,21	15	0,7	<3,2	0,2	0,1	0,5	31	0,4	<0,1	<0,02	27	13	<0,01	6500	1,1	<29
ET-A71-30_6_Ep	0,05	Remplazo	552	<0,55	1,84	2,47	4,0	0,7	<3,1	0,1	0,1	1,6	37	0,3	<0,1	0,02	520	2,7	0,01	3410	<0,9	<22
ET-A71-30_5_Ep	0,05	Remplazo	524	<0,51	1,42	1,16	0,6	0,7	6,1	<0,1	<0,1	0,6	42	<0,3	<0,1	<0,02	141	0,3	<0,01	2164	<1,2	290
ET-A71-30_7_Ep	0,05	Remplazo	534	<0,59	9,6	0,95	2,4	1,0	<4,1	0,1	0,1	0,1	34	<0,4	<0,1	0,02	320	1,2	<0,02	2560	<1	52
ET-A71-24_3_Ep	0,35	Remplazo	126	<0,34	8,6	0,48	223	0,9	<3,3	14	5,0	25	57	27	0,1	2,37	1060	90	0,47	2000	<0,9	71
ET-A71-24_6_Ep	0,35	Remplazo	156	<0,34	13	0,08	3440	0,7	<3	293	148	158	86	349	0,4	60,0	1890	1510	14,4	1482	<0,8	250
ET-A71-23_1_Ep	0,45	Vetilla	40	<0,49	20	0,14	14	<0,3	8,0	0,3	0,2	2,3	26	1,0	0,1	0,11	4250	6,6	0,04	922	<1,2	47
ET-A71-23_5_Ep	0,45	Vetilla	45	<0,33	4,9	0,11	6,1	<0,3	<3,1	0,3	0,3	1,0	24	0,3	0,1	0,14	960	2,7	0,05	1546	<0,9	39
ET-A71-23_6_Ep	0,45	Vetilla	31	<0,46	8,8	0,10	12	0,3	8,0	0,8	0,8	0,9	22	1,0	<0,1	0,21	2400	5,2	0,05	1072	<1,5	<33
ET-A71-19_1_Ep	0,65	Vetilla	41	<0,37	1,3	0,11	104	0,7	<3,3	5,5	1,4	2,6	47	5,6	0,1	0,83	24	50	0,16	651	<1,1	130
ET-A71-19_2_Ep	0,65	Vetilla	60	<0,3	4,81	0,68	85	1,7	<2,9	5,8	1,9	4,8	68	7,6	0,0	0,89	2310	50	0,23	948	<0,9	67
ET-A71-19_3_Ep	0,65	Vetilla	19	<0,28	0,11	0,01	2,5	0,4	<2,5	0,2	0,1	0,1	63	<0,3	0,1	0,03	<12	1,9	0,01	1075	<0,9	<19
ET-A71-19_5_Ep	0,65	Remplazo	129	<0,29	1,2	<0,01	12	<0,3	<2,6	0,1	<0,1	1,0	30	<0,3	<0,1	0,03	146	8,9	0,00	1521	<0,9	117
ET-A71-22_10_Ep	0,75	Vetilla	22	<0,39	1,28	0,15	59	0,2	<1,8	6,1	2,1	5,2	70	7,7	0,1	1,03	399	34	0,20	1284	<0,8	38
ET-A71-22_9_Ep	0,75	Vetilla	24	<0,41	7,9	4,03	66	<0,3	<2	4,7	1,8	2,9	52	6,5	<0,1	0,72	149	34	0,21	2064	<0,8	450
ET-A71-22_14_Ep	0,75	Vetilla	187	<0,42	11	1,49	1576	0,3	<2	39	10	26	71	101	0,0	5,47	1790	749	0,93	2183	<0,8	280
ET-A71-22_6_Ep	0,75	Vetilla	32	<0,51	1,05	0,63	97	<0,3	<2,4	13	4,5	5,4	63	15	0,0	2,09	156	52	0,37	2103	<0,8	168
ET-A71-21_8_Ep	0,85	Remplazo	110	<0,19	0,58	0,14	121	0,4	<2,2	22	11	5,1	46	25	1,3	4,40	<14	49	1,30	1690	<0,5	<28
ET-A71-21_19_Ep	0,85	Remplazo máfico	242	<0,16	1,6	1,46	730	0,3	<1,9	18	4,6	17	41	48	0,6	2,44	<14	379	0,69	1630	<0,4	31
ET-A71-21_20_EpA	0,85	Vetilla	180	<0,22	2,5	0,94	312	0,2	<2,2	12	3,1	8,6	45	24	<0,1	1,76	84	152	0,28	2013	<0,6	31
ET-A71-21_20_EpB	0,85	Remplazo plagioclasa	34	<0,2	1,3	0,72	126	0,3	<2,2	5,5	2,1	3,9	44	10	0,1	0,86	55	66	0,28	3080	<0,5	42
ET-A71-21_9_Ep	0,85	Remplazo plagioclasa	106	<0,18	1,53	0,62	267	0,2	<2,5	7,8	3,3	4,8	44	15	0,8	1,31	24	130	1,13	1395	<0,5	50
ET-A71-21_10_Ep	0,85	Remplazo	146	<0,21	1	10,36	45	<0,2	<3	8,0	6,1	5,2	52	6,0	0,9	2,02	52	27	1,60	2350	<0,6	<24
ET-A71-21_6_Ep	0,85	Remplazo máfico	42	<0,2	0,9	0,98	392	1,0	<2	21	6,6	12	42	33	0,2	3,28	30	192	0,64	1795	<0,6	75
ET-A71-21_5_Ep	0,85	Remplazo plagioclasa	62	<0,21	7,07	0,11	8,6	0,2	<2,1	0,7	0,4	0,9	30	0,7	0,0	0,14	732	5,0	0,06	1150	<0,6	193
ET-A71-21_1_Ep	0,85	Vetilla	81	<0,15	0,75	<0,02	24	0,2	<1,8	2,0	1,1	3,6	32	2,4	0,2	0,40	<14	14	0,22	3220	<0,5	<19
ET-A71-21_3_Ep	0,85	Remplazo plagioclasa	265	<0,18	1,24	0,11	15	0,2	<2,1	1,4	0,8	1,5	25	1,4	0,1	0,32	19	8,8	0,20	1000	<0,6	<23
ET-A71-21_12_EpA	0,85	Vetilla	61	<0,19	1,68	0,08	19	0,3	<2,8	1,2	0,6	2,1	32	1,7	0,3	0,26	<13	11	0,22	2830	<0,5	<26

Análisis	Distancia (km)	Ocurrencia	As	Au	Ba	Bi	Ce	Co	Cu	Dy	Er	Eu	Ga	Gd	Hf	Ho	K	La	Lu	Mn	Mo	Na
ET-A71-21_12_EpB	0,85	Remplazo plagioclasa	121	<0,13	1,77	0,02	10	0,2	<2,1	0,2	0,1	1,0	31	<0,4	<0,1	0,03	<10	7,0	<0,01	2230	<0,4	481
ET-A71-21_11_Ep	0,85	Remplazo plagioclasa	108	<0,13	0,47	<0,02	2,3	0,3	<2,1	<0,1	0,0	0,6	33	<0,4	0,1	<0,01	<10	1,9	<0,01	1830	<0,4	<18
ET-A71-21_18_Ep	0,85	Vetilla	57	<0,16	2,31	0,04	23	<0,2	<2,4	4,7	2,7	1,2	25	5,2	0,1	0,96	<10	9,3	0,73	3660	<0,5	<18
ET-A71-21_17_EpB	0,85	Cavidad	81	<0,17	0,43	0,15	14	0,3	<2,1	0,4	0,2	0,9	26	0,4	<0,1	0,09	<13	11	0,04	1910	<0,5	420
ET-A71-21_2_Ep	0,85	Remplazo plagioclasa	90	<0,16	0,38	0,89	76	<0,2	<2,1	3,7	1,4	3,3	46	6,4	<0,1	0,58	<14	37	0,20	1620	<0,4	<21
ET-A71-21_13_EpA	0,85	Remplazo plagioclasa	61	<0,17	0,75	0,06	32	0,4	<2,4	0,4	0,2	3,7	40	0,8	0,1	0,06	18	24	0,05	2320	<0,5	53
ET-A71-21_13_EpB	0,85	Vetilla	38	<0,14	0,16	<0,02	7,6	0,2	<2,1	0,1	0,1	0,7	53	<0,3	0,1	<0,02	<13	5,6	<0,01	541	<0,4	<20
ET-A71-21_14_Ep	0,85	Vetilla	37	<0,13	<0,1	0,10	9,1	0,4	<2	0,3	0,2	1,2	43	0,5	0,0	0,10	<13	5,7	0,05	964	<0,4	<19
ET-A71-21_16_Ep	0,85	Vetilla	50	<0,13	0,64	0,52	17	0,2	<1,8	0,9	0,4	1,4	37	1,5	0,1	0,20	22	9,2	0,11	2543	<0,4	<20
ET-A71-21_15_Ep	0,85	Remplazo máfico	22	<0,12	8,1	0,83	152	0,8	<1,7	5,4	1,8	3,1	48	9,7	0,3	0,84	1350	69	0,34	1607	<0,4	35
ET-A71-21_22_Ep	0,85	Vetilla	42	<0,11	1,65	0,32	92	0,3	<2	6,6	3,0	3,9	39	11	0,1	1,14	30	42	0,33	1647	<0,4	44
ET-A71-21_21_Ep	0,85	Vetilla	35	<0,11	1,82	0,80	360	0,2	<2	22	7,2	12	41	33	0,2	3,59	32	185	0,57	2960	<0,4	53
ET-A71-16_9_Ep	0,95	Remplazo	425	<0,28	14	9,2	472	0,4	<3,1	7,6	1,5	57	47	24	0,4	0,86	28	385	0,20	2480	<0,6	<36
ET-A71-16_5_EpA	0,95	Remplazo	493	<0,29	14	4,61	148	<0,3	<3,6	2,3	1,2	35	46	7,3	0,2	0,45	<28	109	0,25	3310	<0,6	62
ET-A71-16_4_Ep	0,95	Remplazo	38	<0,34	5,9	2,02	44	<0,4	<4,9	6,3	1,8	9,1	52	7,6	0,5	0,99	403	23	0,26	4030	<0,9	<41
ET-A71-16_3_EpA	0,95	Remplazo	158	<0,3	7	2,5	34	<0,4	<4,3	0,8	0,2	7,2	39	1,2	<0,1	0,08	<25	22	0,04	1650	<0,8	158
ET-A71-16_3_EpB	0,95	Remplazo	51	<0,23	2,58	1,72	5,5	<0,4	16	1,1	0,3	0,7	89	1,0	<0,1	0,13	<26	2,7	0,00	1658	<0,7	<37
ET-A71-16_2_EpA	0,95	Remplazo	52	<0,38	4,6	2,34	167	<0,4	<4,2	3,0	1,0	15	43	9,1	0,4	0,49	36	84	0,17	3860	<1,1	1200
ET-A71-16_2_EpB	0,95	Remplazo	58	<0,29	10	2,13	77	0,5	<3,2	1,9	0,6	7,1	44	4,9	0,1	0,35	<26	42	0,08	2070	<0,8	52
ET-A71-16_11_Ep	0,95	Remplazo	46	<0,24	1,76	2,06	21	<0,3	<3,5	3,7	1,4	4,2	49	5,0	0,4	0,48	70	11	0,12	3260	<1,1	<42
ET-A71-16_14_Ep	0,95	Remplazo	12	<0,26	1,85	2,07	126	<0,3	<3,8	8,2	1,8	9,3	46	17	<0,1	1,06	51	66	0,14	4740	<1,2	<45
ET-A71-16_13_Ep	0,95	Remplazo	49	<0,27	9,9	1,47	57	<0,3	<4,5	1,1	0,7	16	43	2,7	0,2	0,24	<24	47	0,14	3220	<0,9	60
ET-A71-13_2_Ep	1,05	Remplazo plagioclasa	87	<0,23	2,45	0,25	6,3	<0,2	<2,4	0,1	<0,1	1,0	32	<0,3	0,0	0,03	108	4,0	<0,01	1222	<0,6	339
ET-A71-13_4_Ep	1,05	Remplazo máfico	70	<0,22	0,41	0,87	25	<0,2	<2,7	0,4	0,4	1,3	58	0,7	0,9	0,15	<16	13	0,24	1024	<0,6	<33
ET-A71-13_20_EpA	1,05	Vetilla	96	<0,25	0,83	0,37	63	<0,2	<2,3	0,5	0,1	2,4	33	1,7	0,1	0,08	35	29	0,02	1540	<0,6	147
ET-A71-13_20_EpB	1,05	Vetilla	55	<0,33	9,2	2,42	226	<0,3	<3,1	5,3	1,8	3,6	52	7,6	<0,1	0,70	1000	97	0,27	2750	<0,8	830
ET-A71-13_7_Ep	1,05	Remplazo plagioclasa	50	<0,22	1,52	0,97	25	<0,2	<2,9	0,8	0,2	2,2	28	1,7	<0,1	0,11	51	15	0,02	2190	<0,7	411
ET-A71-13_6_Ep	1,05	Cavidad	41	<0,32	0,73	0,63	108	<0,3	<3,1	6,0	1,4	8,0	61	15	0,1	0,82	<21	53	0,21	886	<0,7	<34
ET-A71-13_16_Ep	1,05	Remplazo plagioclasa	58	<0,19	0,52	0,40	21	<0,2	<2	0,3	0,2	1,6	29	0,5	0,2	0,08	<13	13	0,04	1595	<0,6	118
ET-A71-13_14_EpA	1,05	Cavidad	36	<0,26	23	0,72	425	0,4	<2,5	15	6,8	12	59	23	1,7	2,81	283	214	1,23	2710	<0,7	65
ET-A71-13_14_EpB	1,05	Cavidad	16	<0,19	0,97	0,31	21	0,4	<2,6	5,0	2,4	3,9	46	5,2	0,1	0,99	<14	8,6	0,27	1910	<0,7	<22
ET-A71-13_21_EpA	1,05	Vetilla	40	<0,25	3,4	0,42	130	<0,2	<3,2	1,3	0,2	2,3	29	4,0	<0,1	0,14	160	64	0,02	2010	<0,6	833
ET-A71-13_21_EpB	1,05	Remplazo plagioclasa	7,6	<0,23	0,35	2,65	6,8	<0,2	<3	0,6	0,6	2,0	51	0,5	0,3	0,15	<16	3,8	0,22	2750	<0,6	31
ET-A71-13_8_Ep	1,05	Remplazo plagioclasa	185	<0,22	1,67	0,56	17	<0,2	<2,9	0,2	<0,1	1,1	38	0,5	0,1	0,03	55	12	<0,01	6360	<0,7	53
ET-A71-13_9_Ep	1,05	Remplazo plagioclasa	114	<0,21	0,63	0,40	7,5	<0,2	<2,7	0,4	0,3	0,7	36	0,5	0,1	0,08	<17	4,1	0,03	2110	<0,6	71
ET-A71-13_12_Ep	1,05	Remplazo plagioclasa	197	<0,22	6,3	0,10	2,5	<0,2	<2,5	0,1	<0,1	2,8	57	<0,4	0,1	0,02	167	1,9	<0,02	1523	<0,6	161
ET-A71-15_1_Ep	1,15	Cavidad	166	<0,26	1,67	0,44	48	0,4	<3,5	1,5	0,8	3,9	71	1,2	0,6	0,25	377	33	0,23	1228	<0,7	<200
ET-A71-15_2_Ep	1,15	Remplazo plagioclasa	20	<0,21	2,55	0,07	8,7	<0,4	<3,4	0,9	0,9	2,1	82	<0,6	<0,1	0,28	<22	5,7	0,16	1265	<0,7	162

Análisis	Distancia (km)	Ocurrencia	As	Au	Ba	Bi	Ce	Co	Cu	Dy	Er	Eu	Ga	Gd	Hf	Ho	K	La	Lu	Mn	Mo	Na
ET-A71-15_4_Ep	1,15	Cavidad	33	<0,23	<0,2	<0,02	6,4	0,5	<3,8	2,0	1,5	2,1	89	1,5	<0,1	0,51	27	3,3	0,15	707	<0,8	50
ET-A71-15_8_Ep	1,15	Reemplazo plagioclasa	114	<0,29	4,33	0,60	13	0,8	<3,4	11	8,3	4,0	70	5,5	<0,1	2,75	437	6,4	0,77	1164	<0,7	337
ET-A71-15_9_Ep	1,15	Reemplazo máfico	90	<0,28	2,56	0,05	30	0,4	<3,3	6,6	2,8	1,2	34	7,7	0,4	1,09	108	10	0,36	1328	<0,7	675
ET-A71-15_13_Ep	1,15	Cavidad	20	<0,25	<0,3	<0,04	1,5	<0,3	<3,5	1,5	1,2	0,5	73	<0,5	<0,1	0,39	46	0,7	0,16	658	<0,8	340
ET-A71-15_12_Ep	1,15	Reemplazo plagioclasa	65	<0,2	2,49	0,26	23	0,8	<3,2	9,6	7,1	1,5	62	7,6	<0,1	2,59	<26	9,3	0,78	1190	<0,7	310
ET-A71-15_10_Ep	1,15	Reemplazo	114	<0,26	1,6	<0,02	25	1,7	<3,2	0,4	0,3	1,8	59	1,0	0,5	0,15	970	18	0,05	1530	<0,8	310
ET-A71-15_11_Ep	1,15	Reemplazo plagioclasa	138	<0,23	7,3	0,26	18	<0,3	<4,3	0,3	0,4	0,7	54	0,7	<0,1	0,09	<23	14	0,05	1010	<0,8	53
ET-A71-14_1_Ep	1,15	Vetilla	209	<0,18	2,96	1,28	9,7	0,6	<2,1	2,1	1,5	6,2	62	1,6	<0,1	0,54	163	5,4	0,18	795	<0,6	101
ET-A71-14_3_Ep	1,15	Reemplazo máfico	141	<0,21	0,73	12,22	198	1,5	<2,5	100	55	18	52	85	0,8	21,9	20	62	3,75	1665	<0,5	55
ET-A71-14_7_EpA	1,15	Vetilla	329	<0,24	0,52	<0,02	3,8	0,5	<2,8	<0,1	0,2	0,8	33	<0,3	<0,1	0,04	<16	3,1	0,04	1430	<0,6	<26
ET-A71-14_7_EpB	1,15	Reemplazo	158	<0,24	6,4	0,94	5,2	0,7	<2,8	0,2	0,1	0,7	31	<0,3	0,3	0,05	48	3,3	NaN	1655	<0,6	602
ET-A71-14_8_Ep	1,15	Reemplazo plagioclasa	54	<0,21	1,55	18,7	265	0,6	<2,7	39	24	14	55	40	0,3	8,30	32	121	3,07	3140	<0,6	75
ET-A71-14_5_Ep	1,15	Vetilla	376	<0,2	<0,3	<0,02	4,8	0,3	<2,7	0,3	0,2	0,9	35	<0,4	<0,1	0,06	<19	4,2	0,10	2030	<0,6	<25
ET-A71-14_4_EpA	1,15	Vetilla	361	<0,22	0,9	<0,03	6,3	<0,2	<2,5	0,2	0,2	1,6	28	<0,5	0,0	0,07	<16	4,4	0,06	2400	<0,4	<25
ET-A71-17_2_Ep	1,25	Reemplazo plagioclasa	66	<0,17	1,37	0,11	9,0	1,0	<2,1	0,3	0,1	2,0	60	0,6	0,1	0,05	144	6,6	0,04	1940	<0,5	25
ET-A71-17_1_Ep	1,25	Cavidad	20	<0,26	1,54	0,40	4,2	0,6	<3,2	1,2	1,1	2,4	53	1,0	<0,1	0,28	<21	2,9	0,12	710	<0,7	<34
ET-A71-17_11_Ep	1,25	Cavidad	435	<0,2	3,91	1,22	348	0,3	<1,8	5,2	2,0	6,0	35	8,8	0,5	0,84	<10	186	0,31	2050	<0,5	<22
ET-A71-17_10_Ep	1,25	Reemplazo	181	<0,18	1,74	1,21	1063	0,7	<2,2	98	36	21	55	139	0,5	16,1	231	443	3,01	1156	<0,5	24
ET-A71-17_9_Ep	1,25	Cavidad	67	<0,17	0,54	0,45	92	0,8	<1,7	4,2	1,7	3,9	61	6,8	0,2	0,63	56	48	0,23	1124	<0,4	<22
ET-A71-17_3_Ep	1,25	Reemplazo plagioclasa	30	<0,29	0,27	0,01	0,9	<0,3	<2,9	<0,1	<0,1	0,5	37	<0,5	<0,1	<0,02	<20	0,9	<0,02	1080	<0,6	640
ET-A71-17_4_Ep	1,25	Cavidad	280	<0,16	0,53	2,26	1450	0,4	<1,9	124	45	30	61	182	0,2	21,3	<11	652	3,04	990	<0,4	<24
ET-A71-17_5_Ep	1,25	Cavidad	442	<0,24	2,4	0,51	8,0	1,8	<3	0,3	0,1	3,1	54	0,6	<0,1	0,04	1070	6,7	<0,02	1230	<0,5	39
ET-A71-17_6_Ep	1,25	Reemplazo	357	<0,19	0,63	3,43	196	0,4	<2,1	9,9	3,1	3,8	51	17	<0,1	1,53	<12	90	0,18	2020	<0,4	19
ET-A71-17_7_Ep	1,25	Reemplazo plagioclasa	680	<0,31	<0,2	8,03	23	1,2	<3,4	0,6	0,2	3,4	65	0,7	<0,1	0,11	<19	19	0,04	3700	<0,6	29
ET-A71-17_8_Ep	1,25	Reemplazo	32	<0,2	1,49	0,47	17	1,2	<1,9	5,3	2,0	4,8	55	4,2	0,1	1,03	246	9,2	0,17	738	<0,4	25
ET-A71-17_13_Ep	1,25	Reemplazo plagioclasa	92	<0,2	0,41	0,59	11	0,6	<1,9	1,0	0,5	1,4	56	1,4	<0,1	0,17	<13	6,3	0,05	989	<0,4	<21
ET-A71-17_12_Ep	1,25	Reemplazo plagioclasa	98	<0,14	0,69	0,42	11	0,5	<1,7	1,1	0,5	1,8	53	1,2	0,0	0,20	<9,5	5,4	0,07	994	<0,4	75
ET-A71-17_19_EpA	1,25	Reemplazo	36	<0,18	0,91	1,80	26	2,1	<1,8	3,2	2,3	1,5	43	4,0	0,4	0,74	79	10	0,33	1636	<0,4	53
ET-A71-17_19_EpB	1,25	Vetilla	121	<0,17	0,66	0,13	12	5,4	<1,7	2,8	1,9	1,8	31	2,3	0,8	0,55	163	5,0	0,51	1690	<0,4	295
ET-A71-17_18_EpA	1,25	Reemplazo plagioclasa	7,0	<0,14	0,74	0,08	1,2	0,2	<1,9	0,1	<0,1	0,1	51	<0,4	<0,1	0,03	<11	0,7	0,00	753	<0,3	94
ET-A71-17_18_EpB	1,25	Vetilla	69	<0,15	1,22	1,10	53	0,5	<1,9	1,1	0,6	3,1	42	1,6	0,9	0,25	37	32	0,07	1260	<0,4	178
ET-A71-17_14_Ep	1,25	Cavidad	183	<0,14	0,36	1,33	6,2	0,4	<2,1	0,7	0,4	2,1	49	0,6	0,0	0,15	<12	5,0	0,14	961	<0,4	180
ET-A71-17_15_Ep	1,25	Cavidad	115	<0,18	0,59	0,46	2,0	0,2	<1,9	0,7	0,6	1,9	50	0,4	<0,1	0,21	<11	1,4	0,10	1209	<0,4	42
ET-A71-17_17_Ep	1,25	Reemplazo plagioclasa	27	<0,18	0,6	1,19	5,7	0,2	<1,9	0,4	0,2	0,7	25	<0,4	0,1	0,09	21	3,6	0,05	1901	<0,4	490
ET-A71-17_16_EpA	1,25	Cavidad	24	<0,12	0,75	0,79	62	0,6	<1,9	3,5	1,2	2,9	49	6,3	0,0	0,59	25	31	0,17	839	<0,4	23
ET-A71-17_16_EpB	1,25	Cavidad	85	<0,1	0,65	1,06	108	0,2	<1,6	8,4	3,3	3,4	26	10	0,1	1,66	26	59	0,21	963	<0,4	30
ET-A71-8_2_EpA	1,45	Reemplazo	83	<0,32	2,21	<0,02	16	0,8	175	2,2	1,6	1,3	36	2,3	0,1	0,54	80	8,6	0,27	3760	2,4	76
ET-A71-8_2_EpB	1,45	Reemplazo	29	<0,25	1,5	<0,02	3,0	1,3	12	0,6	0,4	0,5	27	0,7	0,0	0,16	<14	1,5	0,06	3260	<0,7	89

Análisis	Distancia (km)	Ocurrencia	As	Au	Ba	Bi	Ce	Co	Cu	Dy	Er	Eu	Ga	Gd	Hf	Ho	K	La	Lu	Mn	Mo	Na
ET-A71-8_3_EpA	1,45	Reemplazo	108	<0,25	3,3	0,04	1,7	<0,2	<2,5	0,1	<0,1	1,2	28	<0,3	<0,1	0,04	<15	1,1	0,02	2970	<0,6	<20
ET-A71-8_3_EpB	1,45	Reemplazo	34	<0,23	0,93	0,01	4,6	0,7	8,6	2,4	0,9	0,3	19	1,9	0,1	0,34	16	0,9	0,09	3460	<0,5	57
ET-A71-8_5_Ep	1,45	Reemplazo plagioclasa	162	<0,21	6,3	<0,01	9,6	<0,2	7,0	0,5	0,2	1,1	37	<0,4	<0,1	0,08	106	5,8	0,06	3690	<0,6	900
ET-A71-8_7_EpA	1,45	Vetilla	72	<0,19	0,98	0,29	51	0,5	<2,2	1,6	0,7	2,5	51	3,1	0,3	0,32	<14	26	0,10	1800	<0,6	23
ET-A71-8_7_EpB	1,45	Reemplazo	127	<0,22	1,23	0,38	6,5	0,3	4,1	0,1	<0,1	2,1	47	<0,4	<0,1	<0,02	<14	4,3	<0,01	2830	<0,6	213
ET-A71-8_9_EpA	1,45	Reemplazo	59	<0,21	1,65	<0,01	28	1,2	22	11	5,5	1,7	18	12	0,6	1,83	19	6,0	0,50	3450	<0,7	86
ET-A71-8_9_EpB	1,45	Reemplazo	43	<0,23	1,13	0,06	11	0,6	19	1,7	0,9	1,6	21	1,6	0,1	0,35	<13	5,9	0,10	4420	<0,8	<18
ET-A71-8_8_EpA	1,45	Vetilla	30	<0,22	1,06	<0,01	10	<0,2	<2,6	0,6	0,2	0,8	44	0,6	0,1	0,12	<15	5,6	0,03	1829	<0,7	<24
ET-A71-8_8_EpB	1,45	Reemplazo	107	<0,24	5,31	0,26	8,0	0,4	5,8	0,2	0,2	0,9	39	<0,4	0,1	0,06	153	4,8	0,03	2570	<0,5	1000
ET-A71-8_13_Ep	1,45	Vetilla	233	<0,24	0,63	0,44	827	0,5	<2,3	45	23	43	66	71	0,9	9,17	<13	443	0,96	3250	<0,5	<21
ET-A71-8_14_EpA	1,45	Vetilla	138	<0,18	4,7	0,38	38	0,9	<3,3	1,3	0,6	2,5	53	2,7	0,1	0,24	94	20	0,07	2630	<0,7	<23
ET-A71-8_14_EpB	1,45	Reemplazo	122	<0,2	2,99	0,43	6,8	0,4	14	0,2	0,3	1,5	48	<0,5	0,2	0,05	139	4,6	0,03	2170	<0,8	1010
ET-A71-8_15_Ep	1,45	Reemplazo	63	<0,24	3,51	<0,03	4,0	0,6	5,0	0,7	0,4	0,6	23	0,4	0,1	0,11	141	2,1	0,06	3540	<0,5	950
ET-A71-8_16_Ep	1,45	Vetilla	90	<0,24	0,5	0,26	21	0,4	<2,8	1,7	0,9	3,6	56	1,8	0,1	0,31	<14	12	0,11	1265	<0,5	<23
ET-A71-8_17_Ep	1,45	Reemplazo	95	<0,21	4,1	<0,01	11	0,4	36	0,1	0,1	1,0	27	<0,5	0,1	0,04	46	7,0	<0,02	3720	<0,9	399
ET-A71-8_12_Ep	1,45	Cavidad	225	<0,19	2,62	0,85	65	0,8	<2,4	3,7	2,6	8,6	71	4,4	0,7	0,86	121	42	0,45	2610	<0,5	22
ET-A71-8_18_Ep	1,45	Reemplazo plagioclasa	101	<0,23	3,32	<0,03	7,9	0,3	14	0,2	0,1	1,4	22	0,4	<0,1	<0,03	44	5,4	<0,01	3000	<0,6	304
ET-A71-8_11_EpA	1,45	Reemplazo plagioclasa	78	<0,36	2,22	<0,02	7,8	<0,4	54	0,4	0,3	1,2	32	<0,7	<0,1	0,08	86	4,1	<0,02	3890	<1	378
ET-A71-8_11_EpB	1,45	Reemplazo plagioclasa	93	<0,15	2,57	0,04	9,2	<0,2	<2,2	0,5	0,3	0,8	34	<0,5	<0,1	0,09	38	5,8	0,06	2780	<0,6	148
ET-A71-8_10_EpA	1,45	Reemplazo plagioclasa	90	<0,26	5,5	0,03	38	1,3	18	2,8	1,4	4,7	34	3,5	0,1	0,50	128	25	0,40	2470	<0,8	213
ET-A71-8_10_EpB	1,45	Reemplazo plagioclasa	72	<0,17	1,98	<0,02	12	<0,2	2,2	4,3	2,6	1,1	24	3,9	0,3	0,96	24	5,3	0,29	2170	<0,5	141
ET-A71-8_19_EpA	1,45	Reemplazo	56	<0,16	5,45	0,03	46	0,5	18	12	7,6	8,3	35	12	0,2	2,73	138	20	0,81	2550	<0,5	1390
ET-A71-8_19_EpB	1,45	Reemplazo	41	<0,18	1,26	<0,01	9,3	0,7	15	1,1	0,9	1,1	22	1,4	0,1	0,27	13	5,3	0,10	3760	<0,5	48
ET-A71-12_1_EpA	1,85	Reemplazo máfico	110	<0,4	1,57	0,32	16	0,4	<3,4	0,5	0,2	1,4	120	0,9	0,3	0,12	22	10	0,05	1978	<0,7	<34
ET-A71-12_1_EpB	1,85	Reemplazo máfico	131	<0,38	0,37	0,28	6,6	0,5	<3,8	0,2	0,1	2,3	98	<0,3	0,1	0,02	<16	6,0	0,02	1520	<0,8	<36
ET-A71-1_8_EpB	1,95	Cavidad	222	<0,06	16	0,28	8,5	1,0	<1	0,1	<0,1	2,5	64	0,6	0,0	0,02	790	6,3	0,02	2770	<0,2	50
ET-A71-1_7_Ep	1,95	Cavidad	457	<0,06	4,5	0,35	8,7	0,6	<0,8	0,4	0,1	2,5	65	0,6	0,1	0,04	183	6,1	0,05	1790	<0,2	21
ET-A71-1_6_Ep	1,95	Cavidad	265	<0,05	11	0,70	23	0,9	<0,7	0,6	0,3	3,2	65	1,2	0,2	0,08	680	17	0,03	3550	<0,2	<15
ET-A71-1_5_EpB	1,95	Cavidad	156	<0,05	0,62	1,46	103	1,0	<1	1,0	0,2	7,0	80	5,1	<0,1	0,12	25	57	0,05	2780	<0,3	48
ET-A71-1_4_EpB	1,95	Cavidad	291	<0,05	3,6	1,76	48	1,2	<1,2	0,5	0,3	4,3	63	2,0	<0,1	0,11	299	29	0,06	2820	<0,3	24
ET-A71-1_11_EpA	1,95	Cavidad	244	<0,06	0,82	0,33	34	0,4	0,9	1,0	0,6	7,4	65	1,4	0,6	0,18	31	26	0,07	3090	<0,2	27
ET-A71-1_11_EpB	1,95	Cavidad	257	<0,06	2,2	0,32	29	4,5	<1,1	1,0	0,4	3,1	59	1,6	0,2	0,21	113	21	0,06	4630	<0,3	41
ET-A71-1_3_EpA	1,95	Cavidad	195	<0,06	18	0,58	12	2,2	<0,8	0,2	0,1	2,1	68	0,7	0,1	0,06	1330	6,9	0,02	3380	0,2	53
ET-A71-1_3_EpB	1,95	Reemplazo plagioclasa	87	<0,06	0,98	0,39	320	0,5	<1,1	6,0	1,4	9,2	57	21	0,0	0,82	42	156	0,12	857	<0,2	2240
ET-A71-1_2_Ep	1,95	Cavidad	299	<0,05	8,7	1,84	144	0,9	1,0	1,4	0,4	6,5	70	6,1	0,1	0,21	392	72	0,07	2720	<0,3	25
ET-A71-1_1_EpB	1,95	Cavidad	308	<0,04	0,68	0,37	21	0,8	<1	0,5	0,2	2,7	62	0,7	0,4	0,08	<15	14	0,03	2230	<0,2	<19
ET-A71-1_12_EpA	1,95	Reemplazo	38	<0,05	<0,2	0,02	14	0,6	<1,2	0,3	0,1	0,8	54	0,8	<0,1	0,05	<12	6,1	0,03	472	<0,3	270
ET-A71-1_12_EpB	1,95	Cavidad	160	<0,06	0,47	0,11	1,1	2,2	<0,9	1,0	0,6	2,5	52	0,9	<0,1	0,23	<13	0,7	0,11	1810	<0,3	38

Análisis	Distancia (km)	Ocurrencia	As	Au	Ba	Bi	Ce	Co	Cu	Dy	Er	Eu	Ga	Gd	Hf	Ho	K	La	Lu	Mn	Mo	Na
ET-A71-1_13_Ep	1,95	Cavidad	263	<0,03	4,07	0,28	4,7	0,4	<0,9	0,1	<0,1	1,7	62	<0,5	<0,1	0,03	151	4,1	<0,01	2460	<0,3	27
ET-A71-1_10_EpB	1,95	Cavidad	278	<0,05	6,1	1,32	42	1,5	<1,1	0,8	0,2	4,7	70	2,2	0,2	0,09	507	24	0,05	3360	<0,3	38
ET-A71-1_10_EpC	1,95	Reemplazo plagioclasa	50	<0,03	0,3	0,38	690	0,4	<1	21	10	55	71	44	0,4	3,85	<12	421	1,25	1840	<0,3	<16
ET-A71-1_9_EpA	1,95	Cavidad	337	<0,07	1,72	1,27	7,4	2,2	<0,9	0,4	0,2	4,3	64	0,5	0,2	0,06	119	5,8	0,05	3220	<0,4	62
ET-A71-1_9_EpB	1,95	Cavidad	496	<0,04	1,63	0,79	6,5	1,8	<1,1	0,3	0,2	2,7	61	<0,4	0,4	0,06	68	4,5	0,03	1730	<0,2	53
ET-A71-2_12_Ep	2,05	Reemplazo plagioclasa	75	<0,14	7,7	1,84	22	0,3	2,1	1,0	0,4	4,6	67	1,5	0,0	0,15	<11	15	0,11	898	<0,4	<30
ET-A71-2_14_Ep	2,05	Reemplazo plagioclasa	62	<0,2	12	0,77	34	0,2	<1,5	1,7	0,5	1,7	37	3,7	<0,1	0,19	147	20	0,02	1381	<0,4	1020
ET-A71-2_2_Ep	2,05	Reemplazo máfico	126	<0,15	8,5	0,10	982	4,0	4,8	35	9,9	16	35	88	0,1	4,85	42	440	1,03	1003	<0,3	112
ET-A71-2_7_Ep	2,05	Reemplazo máfico	52	<0,13	11	0,05	4,5	0,5	2,5	0,2	<0,1	0,5	41	<0,4	<0,1	0,02	19	2,8	0,01	731	<0,4	53
ET-A71-2_8_Ep	2,05	Reemplazo plagioclasa	210	<0,17	15	0,15	15	1,0	<2,1	0,3	<0,1	1,1	38	0,5	0,1	0,04	50	11	0,02	861	<0,5	1910
ET-A71-2_16_Ep	2,05	Reemplazo máfico	156	<0,16	25	0,42	4,1	1,2	1,9	0,2	0,1	0,7	45	<0,3	0,1	0,05	84	4,1	0,02	786	<0,4	390
ET-A71-2_10_Ep	2,05	Reemplazo	41	<0,16	7,42	0,41	1,6	0,3	<1,7	0,1	<0,1	0,3	49	<0,4	<0,1	0,02	14	1,2	0,01	786	<0,5	390
ET-A71-2_14_Ep_1	2,05	Reemplazo plagioclasa	137	<0,2	8,6	0,82	5,6	<0,2	2,1	0,1	<0,1	2,3	37	<0,5	<0,1	0,02	28	4,4	NaN	1720	<0,4	176
ET-A71-2_3_Ep	2,05	Reemplazo máfico	337	<0,49	3,81	0,14	1250	0,8	<2,9	77	24	14	67	145	0,1	12,0	40	430	2,31	1533	<0,9	460
ET-A71-2_1_EpA	2,05	Reemplazo	209	<0,44	1,38	0,38	0,7	0,2	<2,8	0,2	0,2	1,3	37	<0,4	<0,1	0,03	15	0,6	0,03	1275	<0,8	455
ET-A71-2_1_EpB	2,05	Reemplazo máfico	120	<0,41	13	1,48	23	1,9	2,9	1,1	0,6	1,5	61	2,0	0,2	0,20	51	11	0,15	804	<0,7	230
ET-A71-3_2_Ep	2,15	Reemplazo	64	<0,5	4,9	0,83	83	1,1	2,0	2,6	0,6	7,4	64	7,5	<0,1	0,26	23	40	0,04	1060	<0,8	59
ET-A71-3_8_Ep	2,15	Reemplazo plagioclasa	111	<0,54	4,22	<0,04	1,6	<0,2	<2,1	0,2	0,2	0,4	32	<0,4	<0,1	0,07	247	0,9	0,04	1587	<0,7	190
ET-A71-3_7_Ep	2,15	Cavidad	81	<0,57	2,3	0,38	61	1,4	<1,9	1,8	0,5	4,7	60	5,8	<0,1	0,24	43	28	0,06	1135	<0,8	170
ET-A71-3_9_Ep	2,15	Cavidad	57	<0,45	0,95	0,75	8,6	1,7	<2	0,4	0,1	0,8	80	0,9	<0,1	0,03	<17	4,5	0,01	1275	<0,7	49
ET-A71-3_14_Ep	2,15	Cavidad	64	<0,53	1,69	2,94	138	0,7	<2,3	4,2	0,7	8,5	74	10	<0,1	0,46	<16	64	0,03	1221	<0,8	<26
ET-A71-3_13_Ep	2,15	Reemplazo máfico	46	<0,49	3,87	0,05	290	4,5	2,2	12	2,7	13	37	38	0,3	1,68	42	124	0,19	1799	<0,8	150
ET-A71-3_15_Ep	2,15	Cavidad	136	<0,52	26	0,67	99	0,6	4,6	4,6	1,0	9,4	80	13	0,1	0,55	1440	48	0,10	1084	<0,7	1710
ET-A71-3_10_EpA	2,15	Cavidad	56	<0,46	2,87	0,17	23	2,3	<2,4	1,4	0,4	2,5	59	2,8	0,2	0,14	70	11	0,03	1451	<0,7	390
ET-A71-3_10_EpB	2,15	Reemplazo plagioclasa	78	<0,49	1,55	2,10	20	0,7	<2,4	1,2	0,4	10	70	2,3	0,1	0,19	<19	14	0,03	1488	<0,8	<63
ET-A71-3_6_EpA	2,15	Reemplazo plagioclasa	36	<0,52	1,12	0,23	53	1,7	<2,8	1,5	0,5	3,3	69	4,2	0,1	0,21	98	27	0,03	917	<0,9	73
ET-A71-3_6_EpB	2,15	Reemplazo plagioclasa	86	<0,37	1,3	0,64	6,1	0,6	<2,4	0,2	0,1	2,5	67	0,6	0,2	0,02	47	3,2	0,02	859	<0,6	<22
ET-A71-3_3_EpA	2,15	Reemplazo	155	<0,41	5,11	0,25	147	0,9	<2,1	3,6	1,1	6,8	54	13	0,4	0,50	46	60	0,13	1228	<0,8	62
ET-A71-3_4_Ep	2,15	Cavidad	45	<0,37	1,21	0,43	37	0,9	<2,4	1,2	0,3	3,2	59	2,8	0,3	0,15	17	15	0,04	769	<0,7	54
ET-A71-3_12_EpB	2,15	Reemplazo plagioclasa	91	<0,33	4,35	<0,02	5,8	<0,2	<2,2	0,2	<0,1	0,7	32	<0,5	0,2	0,04	55	3,6	0,02	3570	<0,7	277
ET-A71-3_11_EpA	2,15	Reemplazo plagioclasa	362	<0,27	1,43	<0,01	0,7	<0,2	<2,5	0,2	0,1	0,3	29	<0,5	<0,1	<0,01	<18	0,4	0,01	1198	<0,7	71
ET-A71-3_11b_EpA	2,15	Reemplazo máfico	48	<0,3	1,42	0,03	2,9	0,7	<2,3	0,3	0,4	1,9	50	<0,4	0,7	0,14	<17	2,3	0,11	793	<0,8	140
ET-A71-3_11b_EpB	2,15	Reemplazo máfico	39	<0,29	1,73	0,04	2,0	1,6	<2,1	0,3	0,4	1,8	55	<0,5	0,4	0,08	83	1,5	0,12	965	<0,6	210
ET-A71-3_17_Ep	2,15	Reemplazo plagioclasa	100	<0,41	6,2	0,16	26	0,6	18	4,9	2,9	3,6	38	4,9	1,1	1,06	4060	13	0,40	1619	<0,7	114
ET-A71-3_16_Ep	2,15	Cavidad	34	<0,3	0,79	0,78	0,8	0,9	<2,6	<0,1	<0,1	0,2	73	<0,4	<0,1	<0,03	<20	0,3	<0,02	858	<0,8	37
ET-A71-4_2_Ep	2,25	Reemplazo	154	<0,35	7,6	0,37	22	<0,4	<4,3	1,0	0,6	4,0	67	2,4	0,6	0,29	760	12	0,14	1340	<1	<50
ET-A71-4_9_Ep	2,25	Reemplazo plagioclasa	178	<0,43	2,55	0,10	6150	0,4	<4,6	144	40	126	46	379	0,1	20,4	290	2770	2,96	1110	<0,9	390
ET-A71-4_7_Ep	2,25	Reemplazo	84	<0,4	4,16	0,26	273	0,4	<4,3	13	5,5	20	69	25	1,3	2,35	221	137	0,69	946	<0,9	<49

Análisis	Distancia (km)	Ocurrencia	As	Au	Ba	Bi	Ce	Co	Cu	Dy	Er	Eu	Ga	Gd	Hf	Ho	K	La	Lu	Mn	Mo	Na
ET-A71-4_10_Ep	2,25	Remplazo plagioclasa	118	<0,31	1,8	0,04	40	<0,4	6,0	0,3	0,1	1,5	48	<0,8	<0,1	<0,03	117	17	<0,04	454	<1,1	71
ET-A71-4_4_Ep	2,25	Remplazo plagioclasa	220	<0,27	<0,3	0,15	79	<0,4	<4,2	1,4	<0,2	3,4	65	4,3	<0,1	0,11	33	28	<0,03	551	<0,9	90
ET-A71-4_6_Ep	2,25	Remplazo	138	<0,32	3,67	0,36	630	<0,4	<5,1	16	3,4	23	76	56	1,2	1,55	250	279	0,45	1100	<1	<58
ET-A71-4_5_EpA	2,25	Remplazo plagioclasa	269	<0,28	2,66	0,31	647	<0,5	<5	11	2,4	51	69	36	<0,1	1,20	166	409	0,18	711	<1,1	500
ET-A71-4_5_EpB	2,25	Remplazo plagioclasa	164	<0,27	5,2	0,23	196	<0,5	<4,8	1,9	0,5	5,7	53	6,3	<0,1	0,25	66	108	0,04	559	<1	242
ET-A71-4_11_EpA	2,25	Remplazo	130	<0,21	2,25	0,55	1100	<0,5	<4,6	25	6,4	41	74	91	0,4	3,08	77	526	0,75	1214	<1	<58

Tabla 2. Resultados para epidotas parte 2 (del Nd al Zr). n=195.

Análisis	Distancia (km)	Ocurrencia	Nd	Pb	Pr	Sb	Sc	Sm	Sn	Sr	Tb	Te	Th	Tl	Tm	U	V	Y	Yb	Zn	Zr
ET-A71-32_5_Ep	0,025	Vetilla	0,02	57	<0,02	1,2	1,4	<0,1	2,7	442	<0,05	<0,1	<NaN	<0,01	0,02	2,38	359	4,0	0,30	8,7	0,2
ET-A71-32_3_Ep	0,025	Vetilla	0,3	432	0,1	36	<1,6	<0,1	0,6	917	<0,11	<0,1	<NaN	<0,01	0,02	2,51	346	2,0	0,21	16	12
ET-A71-32_2_Ep	0,025	Vetilla	3,2	123	0,7	2,6	1,8	0,5	1,1	571	0,1	<0,1	<NaN	<0,01	1,52	14,4	308	130	9,80	5,4	8,6
ET-A71-32_12_Ep	0,025	Vetilla	49	335	11	14	33	8,6	1,9	1002	0,8	<0,1	0,1	0,1	0,2	1,24	519	27	1,78	35	18
ET-A71-32_7_Ep	0,025	Vetilla	13	102	4,4	1,0	15	0,8	1,0	856	<0,05	<0,1	0,1	<0,01	0,08	2,48	198	5,7	0,52	6,2	13
ET-A71-32_8_Ep	0,025	Vetilla	1,4	105	0,2	4,6	5,6	0,2	5,2	784	0,1	<0,1	<NaN	0,0	0,1	7,60	721	5,0	0,35	9,6	0,3
ET-A71-32_9_Ep	0,025	Vetilla	39	252	8,1	16	13	6,6	1,0	1370	0,6	<0,1	<NaN	0,1	0,1	0,12	137	19	0,75	22	0,1
ET-A71-30_1_Ep	0,05	Vetilla	4,2	43	1,5	1,6	2,5	0,3	<0,4	189	0,0	<0,1	<NaN	<0,01	0,02	0,31	477	1,5	0,17	5,1	0,4
ET-A71-30_3_Ep	0,05	Remplazo	16	598	3,8	107	6,9	2,5	1,5	479	0,2	<0,1	0,5	0,1	0,0	1,54	188	3,2	0,26	46	16
ET-A71-30_4_Ep	0,05	Vetilla	3,7	287	1,2	55	3,1	0,4	0,7	780	0,1	<0,1	0,1	<0,01	1,44	4,20	448	111	9,30	7,3	29
ET-A71-30_6_Ep	0,05	Remplazo	1,9	630	0,4	425	3,5	0,2	1,7	686	<0,04	<0,1	<NaN	<0,01	0,03	0,56	76	2,4	0,24	6,5	2,1
ET-A71-30_5_Ep	0,05	Remplazo	0,3	738	0,1	253	2,2	NaN	1,5	404	<0,03	<0,2	<NaN	<0,01	0,33	4,96	167	35	2,08	9,1	2,6
ET-A71-30_7_Ep	0,05	Remplazo	0,7	296	0,2	51	2,3	0,1	0,7	343	<0,04	<0,2	<NaN	<0,01	0,28	4,39	141	39	1,62	12	0,8
ET-A71-24_3_Ep	0,35	Remplazo	157	271	32	239	330	32	17	844	2,9	<0,2	0,3	0,1	0,5	0,97	670	79	3,17	25	4,2
ET-A71-24_6_Ep	0,35	Remplazo	2000	289	430	205	469	439	24	1199	48,8	<0,2	2,5	0,1	18,4	13,7	1088	1541	110	58	8,9
ET-A71-23_1_Ep	0,45	Vetilla	7,3	98	1,8	6,1	4,5	1,6	2,2	244	0,1	<0,2	0,1	0,3	0,0	0,67	280	3,0	0,16	27	2,4
ET-A71-23_5_Ep	0,45	Vetilla	3,2	104	0,7	3,1	3,0	0,7	1,5	342	0,1	<0,2	0,3	0,1	0,0	0,47	202	2,9	0,38	10	3,9
ET-A71-23_6_Ep	0,45	Vetilla	5,9	78	1,6	3,1	2,7	1,1	1,2	228	0,1	<0,2	0,9	0,3	0,1	0,46	152	6,1	0,55	13	0,5
ET-A71-19_1_Ep	0,65	Vetilla	37	124	11	11	2,5	7,4	1,2	1827	1,2	<0,2	11	<0,01	0,30	4,27	794	22	2,29	19	11
ET-A71-19_2_Ep	0,65	Vetilla	34	149	8,4	81	3,6	7,4	1,4	3189	1,2	<0,2	0,2	0,2	0,3	7,76	230	27	1,70	20	2,7
ET-A71-19_3_Ep	0,65	Vetilla	1,0	141	0,3	2,7	1,7	0,2	0,8	1143	<0,03	<0,2	<NaN	<0,01	0,28	0,64	312	16	2,71	50	18
ET-A71-19_5_Ep	0,65	Remplazo	2,7	194	1,1	13	1,6	0,3	0,6	466	<0,03	<0,2	<NaN	<0,01	0,05	0,13	85	3,2	0,49	8,5	1,9
ET-A71-22_10_Ep	0,75	Vetilla	30	63	6,9	12	17	7,0	3,4	1243	1,1	<0,2	0,1	0,0	0,3	4,17	777	26	1,71	13	1,4
ET-A71-22_9_Ep	0,75	Vetilla	33	80	7,8	13	20	7,8	8,2	1271	1,0	<0,2	<NaN	<0,01	0,08	0,72	444	7,7	0,80	13	6,8
ET-A71-22_14_Ep	0,75	Vetilla	769	156	188	117	15	149	3,6	1348	9,5	<0,2	5,9	0,0	1,2	35,5	430	140	6,91	19	1,3
ET-A71-22_6_Ep	0,75	Vetilla	51	79	12	15	15	15	5,2	1393	2,1	0,3	0,2	<0,01	0,13	0,34	157	7,1	0,79	16	1,6
ET-A71-21_8_Ep	0,85	Remplazo	92	123	18	6,1	109	29	3,6	1088	3,7	<0,2	1,4	<0,01	0,12	3,26	442	21	0,75	5,0	1,7

Análisis	Distancia (km)	Ocurrencia	Nd	Pb	Pr	Sb	Sc	Sm	Sn	Sr	Tb	Te	Th	Tl	Tm	U	V	Y	Yb	Zn	Zr
ET-A71-21_19_Ep	0,85	Reemplazo máfico	356	127	84	12	123	73	7,4	1055	4,9	<0,2	8,2	<0,01	0,51	18,4	361	59	2,71	11	0,7
ET-A71-21_20_EpA	0,85	Vetilla	150	124	36	4,6	74	34	4,2	962	2,9	<0,2	0,8	<0,01	0,57	21,7	255	66	3,99	8,9	20
ET-A71-21_20_EpB	0,85	Reemplazo plagioclasa	59	103	14	2,8	88	12	4,0	844	1,2	<0,2	0,7	<0,01	0,16	0,76	129	12	1,21	10	7,5
ET-A71-21_9_Ep	0,85	Reemplazo plagioclasa	120	68	30	34	346	21	6,7	820	1,6	<0,2	4,7	<0,01	0,44	0,75	213	26	3,69	13	6,2
ET-A71-21_10_Ep	0,85	Reemplazo	23	228	4,9	27	12	5,5	29	2450	1,0	<0,2	0,1	<0,01	0,03	0,52	135	2,3	0,20	31	1,7
ET-A71-21_6_Ep	0,85	Reemplazo máfico	198	104	47	16	109	42	6,9	812	4,1	<0,2	7,0	<0,01	<0,01	0,21	131	0,8	<0,05	3,8	0,7
ET-A71-21_5_Ep	0,85	Reemplazo plagioclasa	4,0	90	1,0	2,6	1,7	0,8	1,4	785	0,1	0,4	0,1	0,0	0,0	0,96	124	3,6	0,48	3,7	2,1
ET-A71-21_1_Ep	0,85	Vetilla	12	132	2,7	53	11	2,6	0,9	1123	0,3	<0,2	<NaN	<0,01	0,02	0,53	183	2,1	0,19	2,7	5,0
ET-A71-21_3_Ep	0,85	Reemplazo plagioclasa	6,6	215	1,5	5,0	5,8	1,2	1,5	1389	0,2	<0,2	<NaN	<0,01	0,02	0,57	622	1,8	0,22	9,6	2,5
ET-A71-21_12_EpA	0,85	Vetilla	8,5	180	2,0	33	18	1,9	0,9	1150	0,2	<0,2	<NaN	<0,01	4,19	32,5	176	415	24,5	12	11
ET-A71-21_12_EpB	0,85	Reemplazo plagioclasa	3,5	144	1,0	21	1,4	0,5	0,4	963	<0,02	<0,2	<NaN	<0,01	0,26	3,17	249	18	1,68	9,1	4,9
ET-A71-21_11_Ep	0,85	Reemplazo plagioclasa	0,9	174	0,2	6,5	1,0	0,1	0,7	1290	<0,02	<0,3	<NaN	<0,01	0,15	0,26	71	9,6	0,74	11	2,5
ET-A71-21_18_Ep	0,85	Vetilla	19	192	3,7	18	55	5,8	1,5	1028	0,7	<0,3	<NaN	<0,01	0,10	0,36	503	8,1	0,85	15	11
ET-A71-21_17_EpB	0,85	Cavidad	4,5	153	1,3	13	1,1	0,4	2,0	1056	0,1	<0,3	<NaN	<0,01	0,00	0,15	351	0,5	<0,03	9,7	0,6
ET-A71-21_2_Ep	0,85	Reemplazo plagioclasa	37	103	8,8	6,1	18	7,9	4,1	1310	0,8	<0,3	0,6	<0,01	0,02	1,56	263	2,2	0,18	7,8	9,3
ET-A71-21_13_EpA	0,85	Reemplazo plagioclasa	9,0	224	3,0	28	1,4	1,0	0,5	1423	0,1	<0,3	0,1	<0,01	0,11	2,82	664	7,0	0,76	12	0,2
ET-A71-21_13_EpB	0,85	Vetilla	2,5	156	0,7	25	1,1	0,3	0,6	1178	<0,05	<0,3	<NaN	<0,01	0,04	3,01	496	2,3	0,20	19	4,5
ET-A71-21_14_Ep	0,85	Vetilla	3,0	79	0,8	13	1,0	0,5	0,9	779	0,1	<0,3	<NaN	<0,01	0,07	1,64	559	15	0,39	28	2,1
ET-A71-21_16_Ep	0,85	Vetilla	9,6	128	1,9	26	19	1,9	1,5	937	0,1	<0,3	0,2	<0,02	0,29	11,0	307	24	1,59	6,6	1,6
ET-A71-21_15_Ep	0,85	Reemplazo máfico	78	154	18	17	91	14	6,3	986	1,1	<0,3	27	0,1	0,2	12,7	361	24	1,78	12	5,9
ET-A71-21_22_Ep	0,85	Vetilla	54	196	12	31	46	13	2,3	1357	1,4	<0,3	2,3	<0,02	0,51	9,49	309	37	5,14	9,4	22
ET-A71-21_21_Ep	0,85	Vetilla	174	151	41	24	69	37	5,0	1026	4,3	<0,3	0,6	<0,02	0,07	0,08	971	2,8	0,29	6,0	1,4
ET-A71-16_9_Ep	0,95	Reemplazo	212	211	49	117	29	38	5,5	1420	2,1	<0,3	0,9	<0,02	1,15	1,79	192	77	7,20	13	8,9
ET-A71-16_5_EpA	0,95	Reemplazo	76	211	17	259	18	13	9,9	1670	0,6	<0,3	0,7	<0,02	1,09	12,9	222	137	6,81	35	2,1
ET-A71-16_4_Ep	0,95	Reemplazo	26	131	5,7	30	50	7,1	4,6	2470	1,0	<0,3	0,7	<0,02	<0,01	0,04	55	0,4	<0,08	11	<0,1
ET-A71-16_3_EpA	0,95	Reemplazo	13	148	3,8	38	4,8	2,8	0,9	1220	0,2	<0,3	0,4	<0,02	0,04	2,12	433	3,2	0,30	11	4,0
ET-A71-16_3_EpB	0,95	Reemplazo	3,6	84	0,7	13	2,9	0,8	1,1	4210	0,2	<0,3	<NaN	<0,02	1,05	112	182	70	9,50	3,6	8,3
ET-A71-16_2_EpA	0,95	Reemplazo	85	198	20	41	45	13	3,5	1780	0,8	<0,4	7,6	<0,02	0,10	1,68	181	7,5	0,95	7,4	5,6
ET-A71-16_2_EpB	0,95	Reemplazo	38	190	8,9	58	34	6,5	2,3	1258	0,4	<0,4	3,0	<0,02	<0,01	0,48	157	0,6	<0,09	3,6	<0,2
ET-A71-16_11_Ep	0,95	Reemplazo	17	116	2,8	45	14	4,5	1,7	1680	0,7	<0,4	0,3	0,0	0,2	1,85	149	16	0,76	7,4	4,9
ET-A71-16_14_Ep	0,95	Reemplazo	77	272	17	19	29	19	2,8	2570	1,9	<0,4	1,5	<0,02	0,04	2,27	326	2,7	0,26	7,1	2,8
ET-A71-16_13_Ep	0,95	Reemplazo	27	185	5,9	58	22	4,7	2,5	1650	0,3	<0,4	1,0	<0,02	0,06	1,64	487	8,7	0,37	10	0,5
ET-A71-13_2_Ep	1,05	Reemplazo plagioclasa	2,1	97	0,5	9,2	2,1	0,2	0,5	776	<0,04	<0,4	<NaN	<0,02	0,00	0,12	137	0,1	<0,05	12	<0,1
ET-A71-13_4_Ep	1,05	Reemplazo máfico	11	218	2,8	31	22	1,6	3,9	1120	0,1	0,5	0,1	<0,02	0,14	9,56	417	19	1,08	3,9	1,3
ET-A71-13_20_EpA	1,05	Vetilla	22	177	6,5	11	7,2	2,5	1,0	1104	0,1	<0,4	<NaN	<0,02	0,25	3,17	229	15	1,41	12	0,4
ET-A71-13_20_EpB	1,05	Vetilla	83	209	23	12	71	12	4,7	811	0,9	<0,4	28	0,0	0,3	5,61	382	24	1,73	12	1,2
ET-A71-13_7_Ep	1,05	Reemplazo plagioclasa	12	141	2,8	11	5,2	2,5	1,0	753	0,2	<0,4	<NaN	<0,02	0,67	0,79	107	51	4,28	31	7,2
ET-A71-13_6_Ep	1,05	Cavidad	61	86	14	40	29	16	2,9	1018	1,5	<0,4	0,7	<0,02	<0,01	0,10	175	0,2	0,04	19	<0,1

Análisis	Distancia (km)	Ocurrencia	Nd	Pb	Pr	Sb	Sc	Sm	Sn	Sr	Tb	Te	Th	Tl	Tm	U	V	Y	Yb	Zn	Zr
ET-A71-13_16_Ep	1,05	Reemplazo plagioclasa	7,3	159	2,0	7,5	3,0	1,0	0,7	744	0,1	<0,4	0,8	<0,02	0,06	0,93	447	4,2	0,18	8,2	11
ET-A71-13_14_EpA	1,05	Cavidad	180	119	46	28	469	30	17	1612	3,0	<0,4	1,1	<0,02	0,20	8,09	300	21	1,30	<3,3	0,6
ET-A71-13_14_EpB	1,05	Cavidad	13	241	2,7	33	8,8	4,4	3,0	1420	0,8	<0,4	<NaN	<0,02	0,07	0,58	157	4,7	0,70	5,7	3,4
ET-A71-13_21_EpA	1,05	Vetilla	52	119	14	9,9	21	6,7	0,6	647	0,3	<0,5	0,3	<0,02	0,65	30,2	191	92	4,07	9,4	4,3
ET-A71-13_21_EpB	1,05	Reemplazo plagioclasa	2,7	147	0,7	19	7,8	0,3	3,6	1505	0,1	<0,5	<NaN	<0,02	5,07	52,2	214	527	27,0	8,7	3,1
ET-A71-13_8_Ep	1,05	Reemplazo plagioclasa	5,3	167	1,5	7,2	1,6	0,7	0,9	1389	0,0	<0,5	0,1	0,0	0,0	0,15	224	1,0	0,11	4,9	1,4
ET-A71-13_9_Ep	1,05	Reemplazo plagioclasa	3,6	186	0,9	2,3	2,4	0,8	2,2	1013	0,1	<0,5	0,2	<0,02	0,10	2,78	117	5,8	0,69	2,9	0,5
ET-A71-13_12_Ep	1,05	Reemplazo plagioclasa	1,4	112	0,3	85	2,2	0,2	0,7	1460	<0,04	<0,5	0,1	<0,02	0,06	1,06	133	2,8	0,52	6,2	3,1
ET-A71-15_1_Ep	1,15	Cavidad	16	78	4,5	12	2,1	2,2	1,6	1170	0,2	<0,5	17	<0,02	0,12	0,16	60	7,1	0,69	12	1,1
ET-A71-15_2_Ep	1,15	Reemplazo plagioclasa	3,1	9,8	0,9	0,4	1,8	0,7	3,7	347	0,1	<0,5	<NaN	<0,02	0,01	1,53	400	5,6	0,28	9,9	4,5
ET-A71-15_4_Ep	1,15	Cavidad	3,7	0,0	0,8	0,2	1,2	1,2	1,4	125	0,3	<0,5	<NaN	<0,02	<0,01	0,08	91	3,7	0,11	12	<0,1
ET-A71-15_8_Ep	1,15	Reemplazo plagioclasa	10	17	1,7	8,8	<1,4	3,8	2,6	487	1,4	<0,5	<NaN	0,0	1,2	2,60	88	66	6,99	5,4	0,3
ET-A71-15_9_Ep	1,15	Reemplazo máfico	26	141	4,9	2,5	34	8,2	1,4	823	1,1	<0,6	0,1	<0,02	<0,01	0,18	300	0,5	<0,11	23	0,1
ET-A71-15_13_Ep	1,15	Cavidad	1,0	7,0	0,2	0,1	<1,3	0,6	1,4	162	0,2	<0,6	<NaN	<0,02	0,21	5,14	183	26	1,24	10	2,7
ET-A71-15_12_Ep	1,15	Reemplazo plagioclasa	18	18	3,4	0,5	<1,4	6,2	1,3	227	1,4	<0,6	<NaN	<0,02	0,04	1,35	147	3,8	0,28	5,4	1,1
ET-A71-15_10_Ep	1,15	Reemplazo	7,9	55	2,1	0,9	1,7	1,2	0,3	1233	0,1	<0,6	194	<0,02	0,03	0,50	57	6,6	0,20	7,3	<0,1
ET-A71-15_11_Ep	1,15	Reemplazo plagioclasa	5,3	18	1,6	11	<1,3	0,5	1,1	559	<0,06	<0,6	0,1	<0,02	<0,01	0,12	188	0,2	0,03	3,6	3,4
ET-A71-14_1_Ep	1,15	Vetilla	5,2	134	1,1	20	1,8	1,6	2,6	1176	0,3	<0,7	<NaN	<0,02	<0,01	0,31	121	2,7	<0,06	8,6	1,1
ET-A71-14_3_Ep	1,15	Reemplazo máfico	191	266	34	222	71	70	10	708	14,8	<0,7	0,1	<0,02	0,36	21,6	203	46	1,97	4,3	0,7
ET-A71-14_7_EpA	1,15	Vetilla	1,2	150	0,3	11	1,5	<0,1	0,3	1158	<0,06	<0,7	<NaN	<0,02	<0,01	0,63	761	1,2	0,12	7,1	6,4
ET-A71-14_7_EpB	1,15	Reemplazo	2,3	158	0,5	12	1,1	0,4	1,1	969	<0,06	<0,7	0,7	<0,02	0,03	2,88	221	3,1	0,11	5,2	0,8
ET-A71-14_8_Ep	1,15	Reemplazo plagioclasa	149	53	34	96	21	40	19	599	6,3	<0,7	15	<0,02	0,14	2,37	660	6,6	0,88	2,6	4,8
ET-A71-14_5_Ep	1,15	Vetilla	1,7	152	0,5	8,6	2,3	0,2	0,5	1116	0,1	<0,8	<NaN	<0,02	0,04	0,65	193	2,3	0,17	<3,9	3,8
ET-A71-14_4_EpA	1,15	Vetilla	1,8	198	0,6	24	2,0	0,3	0,4	1673	<0,04	<0,8	<NaN	<0,02	0,06	1,45	270	3,5	0,42	19	1,5
ET-A71-17_2_Ep	1,25	Reemplazo plagioclasa	3,6	137	1,0	6,2	12	0,7	2,9	1760	0,1	<0,8	<NaN	<0,02	<0,01	0,15	130	0,7	0,05	9,2	2,1
ET-A71-17_1_Ep	1,25	Cavidad	2,3	90	0,4	17	2,2	1,1	3,7	828	0,2	<0,8	<NaN	<0,02	2,63	22,5	888	327	16,5	15	2,2
ET-A71-17_11_Ep	1,25	Cavidad	117	286	33	322	2,8	16	1,1	1863	1,0	<0,9	0,9	<0,02	<0,01	0,13	193	0,6	<0,1	47	<0,1
ET-A71-17_10_Ep	1,25	Reemplazo	671	106	144	80	58	173	3,8	1220	19,0	<0,9	70	<0,02	0,21	2,62	352	27	0,99	21	7,9
ET-A71-17_9_Ep	1,25	Cavidad	48	89	11	22	7,7	9,2	2,3	1422	0,8	<0,9	0,7	<0,02	0,88	9,00	498	79	5,89	13	22
ET-A71-17_3_Ep	1,25	Reemplazo plagioclasa	0,5	38	0,1	3,5	1,5	<0,2	<0,3	857	<0,04	<0,9	<NaN	<0,02	0,39	6,60	410	27	2,38	6,9	3,0
ET-A71-17_4_Ep	1,25	Cavidad	854	145	190	127	23	211	3,8	760	24,2	<0,9	4,3	<0,02	0,10	3,80	73	7,2	0,78	5,3	0,4
ET-A71-17_5_Ep	1,25	Cavidad	2,8	170	0,7	47	1,5	0,4	1,2	1281	<0,05	<0,9	<NaN	<0,02	0,07	2,88	527	4,2	0,55	4,0	28
ET-A71-17_6_Ep	1,25	Reemplazo	103	169	24	209	5,8	23	1,8	1279	2,0	<0,9	1179	<0,02	<0,01	NaN	29	0,1	<0,06	5,3	<0,1
ET-A71-17_7_Ep	1,25	Reemplazo plagioclasa	6,2	374	2,1	447	2,5	1,1	0,8	1530	0,1	<0,9	5,2	<0,02	0,03	0,37	207	2,0	0,14	11	1,8
ET-A71-17_8_Ep	1,25	Reemplazo	10	101	2,1	42	3,1	3,4	1,3	926	0,9	<0,9	<NaN	<0,02	0,02	0,57	351	2,2	0,09	9,8	5,4
ET-A71-17_13_Ep	1,25	Reemplazo plagioclasa	6,1	104	1,4	34	2,4	1,4	1,4	842	0,2	<1	<NaN	<0,02	0,02	1,51	123	4,0	0,11	8,2	0,9
ET-A71-17_12_Ep	1,25	Reemplazo plagioclasa	6,0	87	1,4	45	1,1	1,6	1,8	681	0,3	<1	<NaN	<0,02	0,06	38,0	109	4,2	0,25	8,0	6,0
ET-A71-17_19_EpA	1,25	Reemplazo	17	196	3,6	58	50	4,1	11	845	0,5	<1	2,9	<0,02	0,02	0,13	422	1,6	0,14	8,1	5,3

Análisis	Distancia (km)	Ocurrencia	Nd	Pb	Pr	Sb	Sc	Sm	Sn	Sr	Tb	Te	Th	Tl	Tm	U	V	Y	Yb	Zn	Zr
ET-A71-17_19_EpB	1,25	Vetilla	8,0	215	1,7	29	86	1,9	2,2	1090	0,4	<1	1,4	<0,02	2,60	9,98	578	284	11,5	10	26
ET-A71-17_18_EpA	1,25	Reemplazo plagioclasa	0,6	35	0,1	2,8	1,1	0,1	0,9	456	<0,03	<1	<NaN	<0,02	0,26	0,23	463	18	2,03	43	3,4
ET-A71-17_18_EpB	1,25	Vetilla	18	186	5,1	37	4,2	2,6	2,5	876	0,3	<1	2,2	<0,02	0,21	3,98	384	41	1,39	44	6,2
ET-A71-17_14_Ep	1,25	Cavidad	2,4	151	0,6	79	1,5	0,5	0,7	680	0,1	<1	<NaN	<0,02	0,14	2,06	333	14	1,15	15	8,2
ET-A71-17_15_Ep	1,25	Cavidad	1,0	91	0,3	54	1,2	0,3	3,3	917	0,1	<1	<NaN	<0,03	<0,01	0,24	174	4,3	0,13	<3,4	<0,1
ET-A71-17_17_Ep	1,25	Reemplazo plagioclasa	2,5	161	0,7	18	2,0	0,6	1,8	478	0,1	<1	1,4	<0,03	<0,01	0,69	227	0,7	0,05	6,2	0,2
ET-A71-17_16_EpA	1,25	Cavidad	36	101	7,9	35	6,2	7,7	0,9	919	0,7	<1	0,2	<0,03	0,08	1,07	258	8,2	0,41	20	3,1
ET-A71-17_16_EpB	1,25	Cavidad	52	70	13	46	4,0	13	1,4	672	1,5	<1	1,6	<0,03	0,03	1,16	217	1,5	0,19	15	0,7
ET-A71-8_2_EpA	1,45	Reemplazo	8,8	307	1,9	46		1,8	0,9	1413	0,4	<1	0,4	<0,03	0,02	5,29	176	1089	0,11	3,5	6,5
ET-A71-8_2_EpB	1,45	Reemplazo	2,8	226	0,5	32		0,7	0,5	1126	0,1	<1	0,1	<0,03	0,04	3,65	728	2,8	0,36	<4,1	9,7
ET-A71-8_3_EpA	1,45	Reemplazo	1,2	66	0,2	59		0,2	<0,2	1323	<0,03	<1	<NaN	<0,03	<0,01	0,06	118	1,2	<0,1	14	0,6
ET-A71-8_3_EpB	1,45	Reemplazo	5,6	174	0,9	9,7		1,9	0,5	846	0,3	<1	0,5	<0,03	<0,01	0,36	345	1,0	<0,1	7,9	0,2
ET-A71-8_5_Ep	1,45	Reemplazo plagioclasa	3,7	182	0,9	47		0,7	0,4	1171	0,1	<1,1	<NaN	<0,03	0,25	4,15	230	30	1,68	5,3	6,6
ET-A71-8_7_EpA	1,45	Vetilla	22	183	5,5	29		3,9	0,7	1412	0,4	<1,1	0,7	<0,03	0,07	0,17	234	3,7	0,50	40	2,5
ET-A71-8_7_EpB	1,45	Reemplazo	2,7	217	0,6	29		0,2	0,4	1269	<0,04	<1,1	0,1	<0,03	<0,01	0,05	301	5,1	<0,05	11	<0,2
ET-A71-8_9_EpA	1,45	Reemplazo	38	253	5,9	23		13	2,6	829	1,8	<1,1	1,0	<0,03	<0,01	0,05	134	0,5	0,11	5,9	0,3
ET-A71-8_9_EpB	1,45	Reemplazo	6,9	207	1,8	6,2		2,4	0,4	1035	0,3	<1,1	0,1	<0,03	0,09	0,31	529	6,7	0,50	9,9	3,1
ET-A71-8_8_EpA	1,45	Vetilla	4,2	98	1,2	12		1,0	0,2	1347	0,1	<1,1	<NaN	<0,03	0,17	0,61	58	9,4	1,41	<2,8	<0,1
ET-A71-8_8_EpB	1,45	Reemplazo	3,0	191	0,8	13		0,6	<0,2	1083	<0,03	<1,1	0,4	<0,03	0,03	0,26	128	1,5	0,15	9,5	0,9
ET-A71-8_13_Ep	1,45	Vetilla	418	261	95	333		82	6,5	1650	8,4	<1,1	32	<0,03	0,01	0,31	90	0,9	<0,07	31	0,2
ET-A71-8_14_EpA	1,45	Vetilla	17	186	3,9	23		3,0	0,4	1700	0,3	<1,1	0,3	<0,03	0,14	1,59	217	14	0,79	7,4	11
ET-A71-8_14_EpB	1,45	Reemplazo	2,8	205	0,8	23		0,3	0,3	1126	0,1	<1,1	0,1	<0,03	0,05	1,13	282	8,4	0,68	9,6	6,9
ET-A71-8_15_Ep	1,45	Reemplazo	1,8	172	0,4	14		0,4	0,8	756	0,1	<1,1	0,1	<0,03	0,04	0,19	322	2,2	0,35	12	0,5
ET-A71-8_16_Ep	1,45	Vetilla	11	185	2,5	46		2,3	1,0	1071	0,3	<1,1	0,1	<0,03	0,07	1,31	743	6,6	0,71	23	5,6
ET-A71-8_17_Ep	1,45	Reemplazo	3,9	152	1,0	8,5		0,5	<0,3	811	<0,06	<1,1	<NaN	<0,04	0,12	0,22	<3,8	2,8	0,64	<3,2	0,1
ET-A71-8_12_Ep	1,45	Cavidad	30	191	7,0	74		4,8	6,1	1713	0,6	<1,1	3,6	<0,04	0,03	0,37	210	1256	0,09	7,0	<0,1
ET-A71-8_18_Ep	1,45	Reemplazo plagioclasa	3,9	290	0,7	18		0,4	<0,3	890	<0,04	<1,2	0,1	0,0	<0,02	0,21	67	0,7	0,07	4,7	0,1
ET-A71-8_11_EpA	1,45	Reemplazo plagioclasa	3,5	235	1,0	9,1		0,7	<0,4	970	0,1	<1,2	0,5	<0,04	<0,02	0,06	59	1,5	<0,09	12	0,6
ET-A71-8_11_EpB	1,45	Reemplazo plagioclasa	3,6	167	0,8	8,3		0,6	0,2	824	0,1	<1,2	0,2	<0,04	0,18	5,57	88	20	1,02	5,5	2,2
ET-A71-8_10_EpA	1,45	Reemplazo plagioclasa	16	182	3,9	27		4,5	1,3	1280	0,6	<1,2	0,1	<0,04	0,26	1,24	62	13	1,96	<3,2	0,3
ET-A71-8_10_EpB	1,45	Reemplazo plagioclasa	10	128	1,7	7,7		3,4	0,4	680	0,7	<1,2	0,1	0,0	0,4	0,13	225	25	2,29	9,4	7,0
ET-A71-8_19_EpA	1,45	Reemplazo	35	115	6,8	12		11	2,7	585	2,0	<1,2	1,3	<0,04	0,01	1,23	189	1,4	<0,12	26	<0,1
ET-A71-8_19_EpB	1,45	Reemplazo	4,4	182	1,2	15		1,2	0,7	1028	0,2	<1,2	1,2	<0,04	0,23	0,39	304	14	1,82	29	4,8
ET-A71-12_1_EpA	1,85	Reemplazo máfico	6,8	186	1,8	12	10	0,9	1,4	6230	0,1	<1,2	4,6	<0,04	0,11	12,4	79	8,2	1,31	9,9	7,4
ET-A71-12_1_EpB	1,85	Reemplazo máfico	2,1	208	0,6	19	2,1	0,3	0,6	6010	<0,03	<1,2	0,1	<0,04	1,00	5,14	140	63	7,10	5,0	1,0
ET-A71-1_8_EpB	1,95	Cavidad	3,2	135	0,8	5,1		0,4	4,4	2240	<0,05	<1,2	<NaN	0,0	<0,02	0,06	124	1,1	0,06	7,5	1,2
ET-A71-1_7_Ep	1,95	Cavidad	2,9	250	0,8	13		0,6	6,5	1810	0,1	<1,2	<NaN	0,0	0,0	1,50	453	1,9	0,22	7,5	3,9
ET-A71-1_6_Ep	1,95	Cavidad	7,5	146	2,1	15		1,6	6,0	2470	0,1	<1,2	0,6	<0,04	0,39	6,64	1170	47	2,49	11	29

Análisis	Distancia (km)	Ocurrencia	Nd	Pb	Pr	Sb	Sc	Sm	Sn	Sr	Tb	Te	Th	Tl	Tm	U	V	Y	Yb	Zn	Zr
ET-A71-1_5_EpB	1,95	Cavidad	52	178	12	16		7,6	3,2	3060	0,3	<1,2	0,1	<0,04	<0,02	0,14	106	1,2	0,12	8,4	15
ET-A71-1_4_EpB	1,95	Cavidad	21	214	5,4	94		3,6	5,1	2840	0,2	<1,2	0,7	0,0	0,0	2,17	324	3,3	0,29	9,4	1,7
ET-A71-1_11_EpA	1,95	Cavidad	12	288	3,0	26		1,8	3,1	2330	0,2	<1,3	12	<0,05	6,99	41,2	496	558	34,8	17	17
ET-A71-1_11_EpB	1,95	Cavidad	10	142	2,9	5,5		1,6	7,0	1980	0,2	<1,3	1,6	0,0	0,0	1,95	280	4,4	0,40	50	3,0
ET-A71-1_3_EpA	1,95	Cavidad	4,4	130	1,2	12		0,9	7,3	2670	0,1	<1,3	0,1	0,0	0,0	1,08	310	1,5	0,15	12	4,6
ET-A71-1_3_EpB	1,95	Reemplazo plagioclasa	178	74	40	27		33	4,8	1500	1,8	0,3	0,8	<0,05	<0,02	0,08	107	1,5	<0,04	7,2	<0,1
ET-A71-1_2_Ep	1,95	Cavidad	71	216	17	79		12	6,0	2610	0,5	<1,3	3,4	0,0	0,0	3,01	354	5,6	0,33	8,7	2,3
ET-A71-1_1_EpB	1,95	Cavidad	7,2	219	1,9	12		1,1	3,8	1980	0,1	<1,3	0,5	<0,05	0,06	0,30	174	2,4	0,43	6,4	0,2
ET-A71-1_12_EpA	1,95	Reemplazo	6,9	25	1,7	2,9		1,1	1,7	476	0,0	<1,3	0,1	<0,05	3,74	26,1	350	227	24,5	17	6,0
ET-A71-1_12_EpB	1,95	Cavidad	1,1	161	0,2	8,4		0,5	4,0	1270	0,2	<1,3	0,4	NaN	<0,02	0,04	116	1,3	<0,06	11	0,6
ET-A71-1_13_Ep	1,95	Cavidad	1,6	181	0,4	9,7		0,3	3,5	1980	<0,03	0,2	0,7	NaN	0,7	28,2	295	88	4,21	74	3,4
ET-A71-1_10_EpB	1,95	Cavidad	21	157	4,8	43		3,5	8,2	2570	0,2	<1,3	2,5	NaN	0,1	1,62	197	7,5	0,76	12	10
ET-A71-1_10_EpC	1,95	Reemplazo plagioclasa	327	160	79	35		58	6,1	2330	4,4	<1,3	7,9	NaN	<0,02	0,96	306	0,9	0,10	8,4	0,9
ET-A71-1_9_EpA	1,95	Cavidad	2,6	188	0,7	27		0,6	12	2610	0,0	<1,3	4,8	NaN	<0,02	0,24	146	1,4	0,24	6,8	1,6
ET-A71-1_9_EpB	1,95	Cavidad	2,6	306	0,6	26		0,4	6,5	1800	0,1	<1,3	3,2	NaN	0,2	6,36	312	17	1,38	2,5	0,7
ET-A71-2_12_Ep	2,05	Reemplazo plagioclasa	9,2	91	2,3	30	17	1,4	2,8	3170	0,2	<1,3	0,1	NaN	<0,03	0,06	183	0,8	0,08	<5,1	0,5
ET-A71-2_14_Ep	2,05	Reemplazo plagioclasa	18	164	3,9	16	1,4	4,2	0,6	2850	0,4	<1,3	<NaN	NaN	0,1	2,74	237	26	1,01	<4,2	2,9
ET-A71-2_2_Ep	2,05	Reemplazo máfico	585	131	126	18	24	121	18	2370	8,6	<1,4	1,3	NaN	0,1	2,79	844	3,5	0,84	2,7	14
ET-A71-2_7_Ep	2,05	Reemplazo máfico	1,6	178	0,5	23	1,3	0,2	3,6	3220	<0,04	<1,4	1,2	NaN	0,2	2,72	53	6,8	1,44	<1,4	0,2
ET-A71-2_8_Ep	2,05	Reemplazo plagioclasa	4,3	139	1,2	70	1,3	0,7	0,4	1390	0,1	<1,4	0,1	NaN	0,4	1,31	176	29	2,56	6,9	9,5
ET-A71-2_16_Ep	2,05	Reemplazo máfico	1,1	249	0,3	20	1,2	0,2	24	2530	0,0	<1,4	0,4	NaN	0,0	0,26	171	2,4	0,46	8,0	1,6
ET-A71-2_10_Ep	2,05	Reemplazo	0,5	122	0,2	17	1,0	0,1	2,0	2770	<0,03	<1,4	0,1	NaN	0,3	7,09	40	24	2,09	9,7	7,7
ET-A71-2_14_Ep_1	2,05	Reemplazo plagioclasa	1,9	368	0,6	141	1,0	0,2	<0,2	4800	<0,04	<1,4	1,0	NaN	0,1	2,72	88	6,2	0,27	3,6	0,4
ET-A71-2_3_Ep	2,05	Reemplazo máfico	844	85	176	12	41	194	9,0	2270	16,9	<1,4	14	NaN	0,0	0,19	36	0,9	0,07	<3,2	<0,2
ET-A71-2_1_EpA	2,05	Reemplazo	0,5	107	0,1	33	3,6	0,2	3,8	2293	<0,04	<1,4	1,4	NaN	0,1	3,14	434	7,0	0,68	6,2	18
ET-A71-2_1_EpB	2,05	Reemplazo máfico	12	103	2,8	26	20	2,2	32	1970	0,2	<1,4	0,1	NaN	0,1	3,21	287	4,8	0,70	7,3	0,4
ET-A71-3_2_Ep	2,15	Reemplazo	55	184	11	16		13	1,5	2163	0,8	<1,4	0,1	NaN	0,1	1,88	185	14	1,12	5,6	1,9
ET-A71-3_8_Ep	2,15	Reemplazo plagioclasa	0,7	63	0,2	3,4		0,1	1,4	1426	<0,05	<1,4	<NaN	0,0	0,1	0,83	202	2,2	0,19	<3,1	0,4
ET-A71-3_7_Ep	2,15	Cavidad	39	160	8,1	32		9,0	0,9	1602	0,4	<1,4	0,4	0,0	0,1	1,45	466	5,9	0,27	15	2,8
ET-A71-3_9_Ep	2,15	Cavidad	5,3	221	1,1	14		1,4	<0,3	2237	0,1	<1,4	0,2	NaN	0,4	2,98	63	42	1,87	5,0	1,3
ET-A71-3_14_Ep	2,15	Cavidad	74	226	17	34		14	1,2	2502	1,1	<1,4	0,9	NaN	<0,03	0,08	3,2	0,5	<0,1	<2,7	<0,2
ET-A71-3_13_Ep	2,15	Reemplazo máfico	209	126	41	14		54	0,9	1782	3,5	<1,4	4,8	NaN	0,0	0,11	426	2,2	0,34	10	5,8
ET-A71-3_15_Ep	2,15	Cavidad	72	241	14	21		18	2,2	2560	1,3	<1,4	0,1	NaN	0,5	3,01	583	30	3,50	11	22
ET-A71-3_10_EpA	2,15	Cavidad	14	116	3,1	21		3,4	0,6	2014	0,3	<1,4	1,1	NaN	0,0	0,06	169	2,7	0,32	8,1	0,6
ET-A71-3_10_EpB	2,15	Reemplazo plagioclasa	8,8	278	2,1	29		1,8	2,2	2896	0,2	<1,4	0,1	NaN	0,0	1,31	245	1,0	0,15	<3	2,2
ET-A71-3_6_EpA	2,15	Reemplazo plagioclasa	31	166	6,9	17		6,9	0,4	1811	0,4	<1,4	<NaN	NaN	0,1	1,00	514	8,0	0,58	10	1,6
ET-A71-3_6_EpB	2,15	Reemplazo plagioclasa	3,7	201	0,8	13		0,4	0,5	2220	0,1	<1,4	0,1	NaN	<0,03	0,30	207	1,0	<0,15	6,0	5,2
ET-A71-3_3_EpA	2,15	Reemplazo	102	135	21	47		21	1,2	2540	1,0	<1,5	1,9	NaN	<0,03	0,26	159	0,7	0,03	3,6	2,2

Análisis	Distancia (km)	Ocurrencia	Nd	Pb	Pr	Sb	Sc	Sm	Sn	Sr	Tb	Te	Th	Tl	Tm	U	V	Y	Yb	Zn	Zr
ET-A71-3_4_Ep	2,15	Cavidad	26	152	5,3	13		5,3	0,8	1607	0,3	<1,5	0,7	NaN	<0,03	0,13	436	0,3	NaN	5,8	0,7
ET-A71-3_12_EpB	2,15	Reemplazo plagioclasa	2,1	133	0,6	10		0,3	0,4	1996	<0,03	<1,5	2,0	NaN	0,1	1,63	510	13	0,31	7,0	0,4
ET-A71-3_11_EpA	2,15	Reemplazo plagioclasa	0,3	112	0,1	4,2		<0,1	0,3	1095	<0,04	<1,5	<NaN	NaN	0,1	1,37	454	5,2	0,34	25	5,9
ET-A71-3_11b_EpA	2,15	Reemplazo máfico	1,0	113	0,3	30		0,2	1,7	1796	0,0	<1,5	0,3	NaN	0,1	1,77	511	6,3	0,29	7,8	3,1
ET-A71-3_11b_EpB	2,15	Reemplazo máfico	0,8	86	0,2	22		0,1	2,5	1858	0,0	<1,5	0,1	0,0	0,1	2,47	628	3,4	0,64	13	21
ET-A71-3_17_Ep	2,15	Reemplazo plagioclasa	16	198	3,5	63		4,2	3,0	1576	0,9	<1,5	0,8	0,3	0,4	1,23	352	30	3,09	13	22
ET-A71-3_16_Ep	2,15	Cavidad	0,5	141	0,1	9,9		<0,2	<0,3	1601	<0,05	<1,5	<NaN	NaN	0,1	3,74	472	15	0,64	8,2	15
ET-A71-4_2_Ep	2,25	Reemplazo	12	149	2,9	55	40	2,6	3,9	2060	0,2	<1,5	0,5	0,0	0,1	1,34	773	7,5	0,52	<2,8	9,5
ET-A71-4_9_Ep	2,25	Reemplazo plagioclasa	3600	161	810	13	91	703	1,4	1010	34,9	<1,5	9,2	NaN	0,0	0,31	199	0,7	0,16	<4	6,6
ET-A71-4_7_Ep	2,25	Reemplazo	147	125	33	48	457	35	8,4	2340	2,8	<1,5	12	0,0	0,7	5,16	866	66	4,90	6,4	23
ET-A71-4_10_Ep	2,25	Reemplazo plagioclasa	14	81	3,6	2,8	<2,5	1,9	0,8	760	<0,07	<1,5	<NaN	NaN	<0,03	0,39	303	1,6	0,05	10	0,2
ET-A71-4_4_Ep	2,25	Reemplazo plagioclasa	39	194	9,6	12	2,8	7,9	0,3	1094	0,3	<1,5	<NaN	NaN	4,5	2,14	175	551	24,9	15	13
ET-A71-4_6_Ep	2,25	Reemplazo	424	146	87	56	234	97	6,7	1890	4,4	<1,5	21	NaN	NaN	0,41	93	1,4	0,12	20	3,1
ET-A71-4_5_EpA	2,25	Reemplazo plagioclasa	345	208	79	16	7,8	68	0,8	1310	3,2	<1,5	3,1	NaN	0,2	0,97	316	40	1,08	15	1,1
ET-A71-4_5_EpB	2,25	Reemplazo plagioclasa	76	194	22	8,3	3,0	11	1,0	1006	0,5	<1,5	1,2	NaN	0,1	0,36	165	6,6	0,32	14	0,3
ET-A71-4_11_EpA	2,25	Reemplazo	760	184	157	41	232	173	6,2	2530	7,8	<1,5	30	NaN	0,7	6,11	877	82	4,87	13	14

Tabla 3. Resultados para epidotas ricas en REE parte 1 (del As al Na). n=17.

Análisis	Distancia (km)	Ocurrencia	As	Au	Ba	Bi	Ce	Co	Cu	Dy	Er	Eu	Ga	Gd	Hf	Ho	K	La	Lu	Mn	Mo	Na
ET-A71-1_8_Aln	1,95	Fanto-alteromorfo	135	<0,05	6,1	0,7	30100	10,9	9,0	38	5,2	66	61	293	0,1	3,7	1300	14600	0,4	2730	<0,3	106
ET-A71-1_6_Aln	1,95	Fanto-alteromorfo	155	<0,1	0,9	0,5	46700	7,7	<1,4	51	7,9	103	59	441	0,1	5,1	39	22700	0,6	3020	<0,3	89
ET-A71-1_4_Aln	1,95	Fanto-alteromorfo	204	<0,1	0,8	0,8	11400	2,7	<1,4	27	4,2	41	58	167	0,1	2,9	60	5100	0,4	2720	<0,4	74
ET-A71-1_13_Aln	1,95	Fanto-alteromorfo	122	<0,1	5,6	0,2	58200	10,9	<1,4	64	11	96	60	456	0,2	6,6	1900	30300	0,8	3130	<0,3	146
ET-A71-3_2_Aln	2,15	Fanto-alteromorfo	103	<0,7	3,5	1,0	11800	3,3	<5,8	18	3,4	40	65	121	0,1	2,3	292	5240	0,2	1750	<1,4	<130
ET-A71-3_9_Aln	2,15	Fanto-alteromorfo	215	<0,4	3,6	3,8	14400	2,7	<5,6	30	5,0	60	74	222	0,2	3,1	63	6450	0,3	2390	<1,2	410
ET-A71-3_14_Aln	2,15	Fanto-alteromorfo	182	<0,6	3,8	3,6	15400	2,8	<5,2	32	5,1	65	74	239	0,0	3,2	320	7200	0,2	2330	<1,3	370
ET-A71-3_6_Aln	2,15	Fanto-alteromorfo	206	<0,5	2,2	2,6	32900	4,7	<4,8	96	13	157	72	680	0,3	9,4	<29	15600	0,6	2650	<1,4	200
ET-A71-3_3_Aln	2,15	Fanto-alteromorfo	132	<0,6	3,5	0,7	26800	6,4	<5	48	8,8	87	67	297	0,3	5,3	230	13000	0,4	2140	<1,8	370
ET-A71-4_10_Aln	2,25	Bordes de reemplazo	103	<0,2	1,6	0,1	6800	0,5	4,1	35	7,5	78	44	133	0,0	4,3	93	4000	0,6	715	<0,9	640
ET-A71-4_4_Aln	2,25	Bordes de reemplazo	218	<0,2	3,7	0,2	19500	<0,3	5,2	129	41	201	52	411	0,1	20	225	10200	3,7	1670	<0,7	3710
ET-A71-10_3_Aln	1,65	Relicto	186	<0,6	2,4	0,1	25400	1,0	<3,8	80	16	431	76	518	0,1	9,4	<27	13200	1,5	1890	<1,2	169
ET-A71-13_6_Aln	1,05	Espacio abierto	234	<0,2	0,8	12,2	4480	0,8	<2,3	111	27	55	66	292	0,4	15	23	2120	1,7	2810	<0,5	51
ET-A71-13_14_Aln	1,05	Espacio abierto	412	<0,2	1,2	12,8	3220	0,6	<2,2	156	44	70	68	361	0,5	23	26	1290	3,9	1660	<0,6	38
ET-A71-15_1_Aln	1,15	Espacio abierto	200	<0,2	1,1	0,5	22800	1,2	2,9	239	88	109	37	615	1,7	37	358	11100	7,3	1270	<0,5	<140
ET-A71-15_13_Aln	1,15	Espacio abierto	293	<0,2	0,9	3,6	15900	3,4	<3,1	141	63	72	57	369	0,3	25	780	7730	7,2	1711	<0,6	260
ET-A71-16_6_Aln	0,95	Espacio abierto	42	<0,2	11,2	2,9	7600	<0,3	4,2	48	8,5	27	30	170	0,7	5,5	800	3340	0,6	4450	<0,5	48

Tabla 4. Resultados para epidotas ricas en REE parte 2 (del Nd al Zr). n=17.

Análisis	Distancia (km)	Ocurrencia	Nd	Pb	Pr	Sb	Sc	Sm	Sn	Sr	Tb	Te	Th	Tl	Tm	U	V	Y	Yb	Zn	Zr
ET-A71-1_8_Aln	1,95	Fanto-alteromorfo	12100	38	3240	19		970	4,3	940	15	<0,2	286	0,05	0,5	11	376	101	2,9	71	0,6
ET-A71-1_6_Aln	1,95	Fanto-alteromorfo	18200	30	5020	20		1510	3,9	498	22	<0,3	577	<0,03	0,7	16	427	132	3,6	50	1,0
ET-A71-1_4_Aln	1,95	Fanto-alteromorfo	4700	61	1270	81		460	4,0	1570	10	<0,8	95	<0,01	0,4	10	408	79	2,2	19	1,0
ET-A71-1_13_Aln	1,95	Fanto-alteromorfo	20560	15	6020	3,8		1540	7,1	231	25	<0,7	1000	<0,04	1,0	14	417	172	5,8	72	0,9
ET-A71-3_2_Aln	2,15	Fanto-alteromorfo	4200	103	1180	30		395	1,5	1600	7,1	0,5	86	<0,03	0,3	5,5	514	54	1,8	13	0,7
ET-A71-3_9_Aln	2,15	Fanto-alteromorfo	5580	212	1470	73		650	1,9	1724	12	<0,3	134	<0,04	0,3	4,5	706	75	2,0	15	2,6
ET-A71-3_14_Aln	2,15	Fanto-alteromorfo	6110	241	1590	73		710	2,1	2120	14	<0,4	175	<0,04	0,4	4,9	602	83	2,0	14	2,0
ET-A71-3_6_Aln	2,15	Fanto-alteromorfo	13900	172	3660	56		1790	3,0	1460	39	<1,6	286	<0,03	0,9	11	613	226	4,3	19	5,8
ET-A71-3_3_Aln	2,15	Fanto-alteromorfo	9300	99	2660	28		870	3,3	2000	18	<2	461	0,04	0,6	9,9	562	127	3,4	37	8,6
ET-A71-4_10_Aln	2,25	Bordes de remplazo	2750	56	720	6,1	39	336	1,5	754	10	<2,1	1,6	<0,02	0,6	1,6	174	119	4,1	12	0,2
ET-A71-4_4_Aln	2,25	Bordes de remplazo	7010	120	1880	42	95	850	3,1	940	33	<2,2	7,6	<0,02	4,8	5,7	577	561	26	28	1,0
ET-A71-10_3_Aln	1,65	Relicto	10270	47	2660	26	127	1210	19	1509	30	<1,5	8,9	NaN	1,2	37	1689	290	6,7	9,7	0,6
ET-A71-13_6_Aln	1,05	Espacio abierto	2550	76	569	128	41	461	4,1	1190	28	<1	503	<0,01	2,7	66	209	401	14	10	5,8
ET-A71-13_14_Aln	1,05	Espacio abierto	2290	100	458	184	113	517	5,8	971	38	<0,7	1460	<0,02	4,8	190	223	597	28	10	5,7
ET-A71-15_1_Aln	1,15	Espacio abierto	9990	28	2730	22	14	1260	4,0	385	56	<2,1	663	<0,03	12	39	91	1010	71	17	18
ET-A71-15_13_Aln	1,15	Espacio abierto	7200	63	1950	80	11	772	1,9	1433	34	<0,3	961	0,01	8,8	24	170	853	57	0,0	4,5
ET-A71-16_6_Aln	0,95	Espacio abierto	2840	100	770	15	136	371	3,1	1043	15	<0,2	8,0	0,03	0,8	7,2	123	126	4,3	23	11

Tabla 5. Resultados para plagioclasas parte 1 (del As al Na). Abreviaturas: %An: porcentaje anortita. n=9.

Análisis	% An	As	Au	Ba	Bi	Ce	Co	Cu	Dy	Er	Eu	Fe	Ga	Gd	Hf	Ho	K	La	Lu	Mn	Mo	Na
ET-A71-24_P1	s/c	<4	<0,5	19,8	<0,01	0,7	<0,3	<3	<0,1	<0,1	0,2	3230	16	<0,4	<0,03	<0,02	286	0,38	<0,01	36	<1,1	11030
ET-A71-22_P1	44	<7	<1	631	<0,09	13	<0,6	<5	<0,2	<0,2	1,9	2970	119	<1	<0,22	<0,02	7580	8,89	<0,06	18	<2,2	65700
ET-A71-13_P2	48	<7	<0,5	396	<0,01	9,3	0,57	<6	<0,2	<0,1	1,5	2680	83	<0,7	<0,17	<0,05	6000	6,46	<0,06	23	<1,2	62200
ET-A71-1_P1	44	<5	<0,1	163	<0,03	8,9	<0,2	<2	0,1	<0,1	0,8	1781	36	<0,8	<0,03	<0,01	2260	6,52	0,01	31	<0,5	39400
ET-A71-1_P2	55	<4	<0,1	136	<0,02	5,5	<0,2	<1	<0,1	<0,1	0,7	1713	33	<0,5	<0,02	<0,03	1910	3,87	<0,02	25	<0,4	33600
ET-A71-2_P1	45	<8	<0,6	421	<0,06	12	<0,6	<6	<0,3	<0,3	1,3	3190	84	<1,1	<0,04	<0,06	5540	7,35	<0,01	15	<1,2	52500
ET-A71-2_P2	43	<8	<0,8	609	<0,05	14	<0,6	<6	<0,2	<0,2	2,0	4020	120	<0,8	<0,04	<0,06	7350	9,58	<0,01	26	<1,5	69500
ET-A71-4_P1	52	<7	<0,8	271	<0,02	8,0	<0,7	<9	<0,4	<0,3	1,2	3080	63	<1,4	<0,21	0,02	3260	5,55	<0,06	24	<1,8	41400
ET-A71-4_P2	56	<8	<0,7	269	<0,02	8,1	<0,7	<8	<0,2	<0,3	1,2	3050	57	<1,4	<0,18	<0,06	3730	5,54	<0,07	27	<1,8	46100

Tabla 6. Resultados para plagioclasas parte 2 (del Nd al Zr). Abreviaturas: %An: porcentaje anortita. n=9.

Análisis	Nd	Pb204	Pb206	Pb207	Pb208	Pr	Sb	Sc	Sm	Sn	Sr	Tb	Te	Th	Tl	Tm	U	V	Y	Yb	Zn	Zr
ET-A71-24_P1	0,3	<3,6	<0,16	0,28	0,39	0,05	<0,1	1,2	<0,05	<0,6	576	<0,04	<1	<0,01	<0,05	<0,01	<0,01	<2	<0,07	<0,1	<3	<0,1
ET-A71-22_P1	4,3	<9,9	14,1	13,3	12,9	1,12	<0,3	6,2	0,14	<1,2	1260	<0,02	<3,3	<0,02	<0,08	<0,05	<0,02	<3	0,32	<0,1	7,9	<0,2

Análisis	Nd	Pb204	Pb206	Pb207	Pb208	Pr	Sb	Sc	Sm	Sn	Sr	Tb	Te	Th	Tl	Tm	U	V	Y	Yb	Zn	Zr
ET-A71-13_P2	3,0	9,3	8,08	7,8	7,96	0,76	<0,2	3,2	<0,33	<0,5	1322	<0,08	<1,8	<0,01	<0,08	<0,01	<0,01	<4	0,41	<0,2	6,5	<0,3
ET-A71-1_P1	2,1	4,5	4,38	3,81	3,56	0,71	<0,1		0,24	<0,3	1201	<0,07	<0,7	<0,01	<0,04	0,016	<0,01	<2	0,09	<0,1	5,0	<0,2
ET-A71-1_P2	1,8	2,9	3,58	3,76	3,87	0,51	<0,1		0,22	<0,2	987	<0,05	<0,7	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<1	0,09	<0,1	3,7	<0,1
ET-A71-2_P1	3,9	<8,2	6,39	5,33	5,82	1,19	<0,1	1,9	0,25	<0,7	1205	<0,1	0,5	<0,02	<0,02	<0,01	<0,02	<5	0,25	<0,1	7,8	<0,2
ET-A71-2_P2	4,3	<6,8	8,8	8,3	8,91	1,25	<0,3	7,3	0,57	<0,6	1332	<0,11	<2	0,291	<0,02	<0,01	<0,02	<5	0,50	<0,3	9,5	<0,3
ET-A71-4_P1	2,8	3,6	5,14	4,55	5,3	0,72	<0,1	<4	<0,54	<0,7	1235	<0,11	<2,2	<0,02	<0,1	<0,06	<0,02	<7	0,38	<0,3	<8	<0,4
ET-A71-4_P2	2,7	10,5	6,8	6,03	6,32	0,73	<0,2	4,4	<0,35	<0,8	1246	<0,12	<2,4	<0,02	<0,03	<0,05	<0,02	<6	0,21	<0,1	<8	<0,3

Tabla 7. Resultados para minerales máficos parte 1 (del As al Na). n=5.

Análisis	As	Au	Ba	Bi	Ce	Co	Cu	Dy	Er	Eu	Fe	Ga	Gd	Hf	Ho	K	La	Lu	Mn	Mo	Na
ET-A71-17_M	35	<0,3	0,52	<0,01	7,3	40	<3	6	3,4	0,2	140600	13	5	2,2	1,2	368	2,5	0,7	5460	<0,7	1168
ET-A71-12_M	72	<1	6,4	<0,08	95	112	99	53	26	4,5	710000	35	61	3,0	9,5	2020	16	3,4	4700	5,4	3690
ET-A71-1_M1	4,3	<0,1	187	<0,01	42,4	81	1,5	15	6,8	4,4	138500	42	19	4,0	2,6	7120	11	0,9	3800	<0,4	30300
ET-A71-2_M1	105	<0,3	3,75	0,03	67	55	9,8	17	9,0	1,1	122100	14	20	2,6	3,4	1303	23	1,7	5660	<0,9	3310
ET-A71-2_M2	17	<0,4	7,5	<0,04	183	100	<4	27	13	2,9	136600	17	29	3,2	5,2	6330	58	1,8	4610	<0,9	13230

Tabla 8. Resultados para minerales máficos parte 2 (del Nd al Zr). n=5.

Análisis	Nd	Pb204	Pb206	Pb207	Pb208	Pr	Sb	Sc	Sm	Sn	Sr	Tb	Te	Th	Tl	Tm	U	V	Y	Yb	Zn	Zr
ET-A71-17_M	8,4	<5	0,95	0,74	0,91	1,2	1,1	169	3,7	1,2	3,2	0,9	<1,2	0,4	<0,01	0,45	0,1	186	35	3,3	359	48
ET-A71-12_M	160	28	27,8	28,1	26,5	24	8,3	130	57	22	530	9,3	<1,3	28	<0,09	3,16	15	2420	268	25	361	21
ET-A71-1_M1	55	4,1	3,6	3	3,2	8,5	<0,1		19	2,5	333	2,7	<0,2	0,1	0,046	0,89	0,5	554	66	5,7	221	101
ET-A71-2_M1	63	<7	3,13	2,97	2,72	11	4,0	145	18	4,7	23	3,0	<0,2	3,1	<0,05	1,25	0,6	197	94	9,3	262	58
ET-A71-2_M2	127	<7	0,89	1,11	1,04	27	0,5	170	31	14	22	4,5	<1,4	0,8	<0,01	1,99	0,3	265,7	137	14	363	37

ANEXO IV

Resultados análisis roca total.



Tabla 1. Resultados para elementos mayoritarios de las muestras del Adit-71. Resultados en porcentaje en peso.

Análisis	Distancia (km)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ (T)	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	LOI	Total
ET-A71-23	0,45	49,32	17,16	8,01	0,06	4,33	4,64	1,85	2,84	0,919	0,27	9,25	98,64
ET-A71-21	0,85	62,02	15,69	7,41	0,119	1,83	2,89	1,82	2,85	0,544	0,18	3,34	98,69
ET-A71-16	0,95	49,37	18,94	10,03	0,291	5,32	3,18	1,03	3,16	0,881	0,26	6,28	98,75
ET-A71-15	1,15	62,57	15,88	5,18	0,132	2	4,93	3,65	2,24	0,659	0,19	1,21	98,64
ET-171-14	1,15	57,15	17,56	7,34	0,246	3,54	6,87	3,93	0,9	0,902	0,21	1,4	100
ET-A71-17	1,25	62,39	16,37	5,22	0,101	1,93	4,47	3,81	2,81	0,647	0,18	1,65	99,58
ET-A71-8	1,45	54,08	18,75	7,81	0,269	2,91	5,37	3,88	0,88	0,749	0,27	3,85	98,83
ET-A71-9	1,55	61,65	16,76	6,66	0,099	3,06	1,18	4,38	1,16	0,725	0,21	3,1	99
ET-A71-10	1,65	60,22	18,2	5,87	0,061	2,55	3,11	4,47	0,77	0,777	0,22	2,69	98,94
ET-A71-11	1,75	50	18,75	6,59	0,169	11,49	0,16	0,08	2,22	0,75	0,15	8,64	98,99
ET-A71-12	1,85	60,65	16,81	5,87	0,088	2,51	5,18	3,81	2,3	0,751	0,18	1,1	99,25
ET-A71-1	1,95	62,4	17,02	5,37	0,122	2,13	4,58	4,36	2,68	0,714	0,18	1,31	100,9
ET-A71-2	2,05	61,49	17,08	5,75	0,093	2,3	5,38	4,11	1,94	0,704	0,22	0,87	99,94
ET-A71-3	2,15	57,96	17,17	6,51	0,174	3,32	3,44	4,57	1,02	0,746	0,19	4,08	99,18

Tabla 2. Resultados para muestras del Adit-71 parte 1 (del Ag al Mg). Resultados en ppm a excepción de los indicados en porcentaje en peso (%) o partes por billón (ppb).

Muestra	Distancia (km)	Ag	Al (%)	As	Au (ppb)	Ba	Be	Bi	Br	Ca (%)	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Dy	Er	Eu	Fe+3 (%)	Ga	Gd	Ge	Hf	Ho	In	Ir (ppb)	K (%)	La	Lu	Mg (%)
ET-A71-23	0,45	< 0.3	10,16	15,1	6	530	1	< 0.1	< 0.5	3,7	< 0.5	36,8	35	< 5	4	263	3,64	2,16	1,18	6,27	21	4,09	1,5	3,2	0,72	< 0.1	< 5	2	16,2	0,32	1,5
ET-A71-21	0,85	0,3	8,71	19	< 2	484	1	0,2	< 0.5	2,2	< 0.5	43,8	27	16	4,4	812	2,45	1,22	1,06	5,44	23	3,36	1,9	4,1	0,44	0,3	< 5	2	20,9	0,19	7,7
ET-A71-16	0,95	< 0.3	10,84	19,8	< 2	488	2	0,5	< 0.5	2,5	< 0.5	41,1	23	10	3,9	53	4,06	1,57	3,72	7,59	30	5,57	2,4	2,9	0,65	0,6	< 5	1	20,7	0,161	1,9
ET-A71-15	1,15	< 0.3	8,63	14	8	482	2	< 0.1	< 0.5	3,6	< 0.5	45,4	56	16	1,4	75	2,95	1,68	1,04	3,72	21	3,7	1,3	5,6	0,58	< 0.1	< 5	0,8	20,6	0,245	1,9
ET-171-14	1,15	< 0.5	9,42	9,8	< 2	260	1	< 0.1	2,7	5	< 0.5	31	59	10	1,1	60	2,66	1,41	1,03	5,2	18	3,22	1,4	3	0,52	< 0.1	< 5	0,9	14,7	0,192	2,1
ET-A71-17	1,25	< 0.3	8,85	25,4	< 2	541	2	< 0.1	< 0.5	3,3	< 0.5	46,9	45	19	1,5	82	3,07	1,56	1,07	3,73	20	3,6	1,4	5,4	0,57	< 0.1	< 5	0,7	21,4	0,246	1,6
ET-A71-8	1,45	< 0.3	10,45	61,6	< 2	305	1	< 0.1	< 0.5	4	< 0.5	43	32	< 5	3,2	645	4,17	2,06	1,71	5,75	22	5,06	1,6	3,2	0,77	< 0.1	< 5	2,8	18,8	0,306	3,5
ET-A71-9	1,55	< 0.3	9,25	17,4	< 2	443	2	< 0.1	< 0.5	0,9	< 0.5	41,9	29	< 5	1,3	105	3,25	1,72	1,52	4,86	19	3,98	1,2	4,2	0,6	< 0.1	< 5	1,9	18,9	0,245	1,2
ET-A71-10	1,65	< 0.3	10,01	26,4	< 2	317	2	< 0.1	< 0.5	2,3	< 0.5	34,4	39	7	1,8	381	2,26	1,16	1,1	4,27	21	2,99	1,1	3,7	0,41	< 0.1	< 5	0,8	15,6	0,157	2,2
ET-A71-11	1,75	< 0.3	10,98	23,6	< 2	201	1	0,6	< 0.5	0,1	< 0.5	33,2	12	9	7,4	362	2,7	1,2	1,31	5,1	23	3,71	1	2,8	0,47	< 0.1	< 5	2,4	15	0,154	1,2
ET-A71-12	1,85	0,7	9,06	19,6	< 2	490	1	< 0.1	< 0.5	3,8	< 0.5	38,6	83	13	0,9	180	2,69	1,43	0,943	4,18	17	3,26	1,5	3,9	0,52	< 0.1	< 5	1,6	18,2	0,213	1,4
ET-A71-1	1,95	< 0.3	9,05	34,9	< 2	544	2	< 0.1	< 0.5	3,3	< 0.5	39,4	85	< 5	1,7	102	2,43	1,34	0,998	3,77	18	3,04	1,4	4,4	0,46	< 0.1	< 5	2,2	18,1	0,203	1,3
ET-A71-2	2,05	< 0.3	9,12	17,7	< 2	454	2	< 0.1	< 0.5	3,9	< 0.5	42,6	52	16	2,3	122	2,71	1,37	1,12	4,06	21	3,77	1,2	4,1	0,49	< 0.1	< 5	2,6	19,2	0,214	2,9
ET-A71-3	2,15	< 0.3	9,56	31,9	< 2	112	1	0,1	< 0.5	2,6	< 0.5	32,5	24	26	7,9	79	2,35	1,3	0,997	4,79	20	3,05	1,5	2,8	0,43	< 0.1	< 5	2,5	15	0,185	1,2

Tabla 3. Resultados para muestras del Adit-71 parte 2 (del Mn al Zr). Resultados en ppm a excepción de los indicados en porcentaje en peso (%).

Muestra	Distancia (km)	Mn (%)	Mo	Na (%)	Nb	Nd	Ni	Pb	Pr	Rb	S (%)	Sb	Sc	Se	Si (%)	Sm	Sn	Sr	Ta	Tb	Th	Ti (%)	Tl	Tm	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr
ET-A71-23	0,45	0,07	2	2,88	2,8	20,9	18	7	4,79	126	3,6	1,5	15,9	< 3	26	4,75	4	266	0,17	0,63	4,06	0,46	0,82	0,321	2,05	207	170	21,5	2,07	67	109
ET-A71-21	0,85	0,14	2	0,07	4,3	21,4	11	6	5,29	98	0,4	2,5	7,5	< 3	30	4,29	3	279	0,35	0,45	8,14	0,5	0,66	0,182	2,92	87	422	13,3	1,2	87	146
ET-A71-16	0,95	0,08	7	3,39	3	23,6	21	4	5,33	143	1,6	3,8	15,5	< 3	25	5,63	2	228	0,15	0,79	2,5	0,45	0,7	0,193	1,43	176	123	19,5	1,08	184	111
ET-A71-15	1,15	0,22	2	3,03	5	23	12	10	5,61	64	0	1,1	9,4	< 3	30	4,72	1	441	0,49	0,53	9,83	0,47	0,34	0,241	2,76	106	650	17,7	1,57	123	197
ET-171-14	1,15	0,14	< 2	3,56	3,9	16,5	20	6	4,06	25	0	1,6	16	< 3	27	3,66	1	570	0,25	0,48	3,35	0,47	0,22	0,206	0,96	169	235	13,5	1,31	160	130
ET-A71-17	1,25	0,05	3	3,45	5,1	22,7	11	10	5,8	80	0	4,1	9,5	< 3	30	4,68	1	468	0,44	0,54	9,92	0,48	0,36	0,227	2,86	98	513	16,7	1,52	103	193
ET-A71-8	1,45	0,24	< 2	0,83	3,2	25,3	7	36	5,78	21	1,3	9,8	12,1	< 3	27	5,9	< 1	703	0,25	0,73	5,69	0,57	0,16	0,299	1,48	143	205	20,4	1,95	223	114
ET-A71-9	1,55	0,1	< 2	2,78	3,9	21	10	< 3	5,23	45	0,4	0,9	10,6	< 3	30	4,63	1	234	0,31	0,58	9,4	0,41	0,26	0,247	2,4	121	229	17,9	1,62	99	147
ET-A71-10	1,65	0,19	< 2	2,96	3,3	17,7	11	5	4,26	23	0,2	1,3	8,2	< 3	29	3,77	1	478	0,27	0,41	6,63	0,55	0,14	0,157	1,76	129	284	11,9	1,01	52	138
ET-A71-11	1,75	0,08	< 2	2,89	2,8	18,4	7	< 3	4,32	104	2,5	2	8,6	< 3	26	4,47	1	10	0,18	0,51	4,59	0,4	0,59	0,162	1,29	130	60,8	12,3	1,02	115	101
ET-A71-12	1,85	0,07	< 2	3,08	4,6	18,4	< 20	< 5	4,75	48	0	0,6	11,7	< 3	29	3,98	1	521	0,34	0,48	7,73	0,43	0,16	0,21	2,03	129	375	13,8	1,4	50	176
ET-A71-1	1,95	0,09	< 2	3,25	2,8	19,6	11	7	4,85	69	0,1	1,9	9,6	< 3	29	4,13	< 1	485	0,52	0,46	8,34	0,43	< 0,05	0,21	2,41	117	721	15	1,36	72	196
ET-A71-2	2,05	0,05	2	1,54	4,3	21,3	15	10	5,3	53	0,1	0,8	9,9	< 3	29	4,78	1	507	0,46	0,52	7,73	0,62	0,22	0,2	2,14	126	588	14,7	1,35	70	147
ET-A71-3	2,15	0,1	< 2	1,42	2,7	17,4	21	8	4,04	50	0,1	6,4	15,1	< 3	28	3,7	1	350	0,21	0,43	4,61	0,34	0,33	0,167	1,36	156	144	13,4	1,14	117	100

Tabla 4. Elementos mayoritarios de las unidades del depósito El Teniente. Valores en porcentaje en peso.

Litología	Muestra	Autor	SiO2	Al2O3	Fe2O3(T)	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	LOI	Total
Apófisis Dacíticas	ET769	Cannell (2005)	66,14	17,21	1,88	0,01	0,84	3,12	5,61	2,63	0,39	0,13	2,07	100,03
	ET701		63,96	16,32	1,04	0,02	1,23	3,82	5,72	2,22	0,38	0,14	4,70	99,55
	ET534		65,90	16,77	1,31	0,01	1,03	2,94	5,42	3,06	0,36	0,14	2,33	99,27
	2370-159	Stern y otros(2011)	63,96	16,30	2,57	0,04	1,08	2,70	5,19	3,11	0,38	0,14	3,44	98,91
	1824-6550		62,90	16,16	1,43	0,04	0,89	2,74	3,84	5,98	0,43	0,14	4,89	99,44
	DDH1824 596ft		68,50	16,60	1,80	0,00	1,20	2,10	1,60	5,50	0,22	0,22	1,32	99,06
	DDH2240 4444.50m		64,70	16,60	1,30	0,00	1,00	2,40	3,00	8,10	0,33	0,22	1,65	99,30
	DDH2195 20.60m	Vry y otros (2010)	68,30	16,10	1,00	0,00	1,00	2,90	5,50	2,90	0,27	0,22	1,67	99,86
Sector Esmeralda	67,80		15,80	0,93	0,10	0,62	2,50	6,80	2,70	0,30	0,10	1,80	99,45	
Complejo Máfico El Teniente	1322-570	Burgos (2002)	54,71	16,48	9,57	0,17	4,77	9,17	1,91	0,97	0,99	0,23	1,38	100,35
	1064-58		49,60	19,62	8,33	0,05	4,79	7,48	2,14	3,15	1,09	0,20	3,95	100,40
	1818-395		51,94	18,69	8,94	0,05	3,58	6,91	2,75	1,97	1,05	0,22	3,45	99,54
	1545-78		49,36	19,90	5,46	0,03	5,06	7,89	2,71	3,20	1,07	0,20	4,53	99,41
	1545-469		49,39	18,25	9,12	0,06	5,88	6,51	1,76	3,62	1,07	0,22	3,55	99,42
	1580-123		51,04	19,54	4,42	0,03	3,93	8,80	3,33	2,34	1,07	0,18	4,79	99,47
	1429-374		53,35	18,98	6,15	0,03	3,49	7,50	2,97	2,40	1,12	0,25	3,91	100,15
	1411-489		47,72	17,90	10,21	0,05	5,93	6,86	1,86	3,70	0,97	0,16	4,55	99,91

Litología	Muestra	Autor	SiO2	Al2O3	Fe2O3(T)	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	LOI	Total
	2034-308		51,09	19,85	7,32	0,09	3,97	9,34	3,12	1,41	1,04	0,18	2,03	99,44
	2027-131		52,07	19,49	8,23	0,05	4,58	6,82	2,36	2,72	1,03	0,19	1,78	99,31
	1429-342		53,39	18,38	6,82	0,03	3,56	7,25	3,23	2,50	0,89	0,30	3,73	100,08
	1429-546,5		51,89	19,23	7,75	0,06	3,81	8,96	3,95	0,73	0,97	0,28	2,01	99,65
	1411-382		53,20	18,89	9,35	0,08	3,51	8,10	2,94	1,04	1,09	0,26	1,99	100,45
	1411-591		52,56	18,94	10,09	0,08	3,42	7,02	2,92	1,90	1,08	0,26	1,62	99,89
	TS6-50		50,98	18,15	9,54	0,26	5,59	8,98	3,06	0,32	1,03	0,20	1,10	99,20
	TS6-52		55,87	17,82	8,52	0,12	2,41	2,35	2,91	0,76	0,99	0,30	6,92	98,97
	E-3162		60,50	18,00	5,94	0,13	1,72	4,89	3,88	2,20	0,77	0,20	2,02	100,25
	ET765		49,30	18,62	6,27	0,05	6,42	7,12	2,31	3,76	0,98	0,20	4,74	99,77
	ET671	46,22	20,71	6,23	0,04	4,50	7,20	4,38	3,42	1,17	0,23	5,07	99,17	
	ET640	51,03	20,18	6,22	0,06	4,16	7,54	3,11	2,39	1,26	0,27	3,14	99,36	
	ET742	50,23	19,26	8,54	0,05	4,69	6,88	2,82	2,41	1,11	0,25	3,44	99,68	
	ET777	53,18	17,31	9,50	0,08	5,50	6,50	1,95	1,85	1,02	0,22	2,87	99,98	
	ET407	54,59	17,80	8,83	0,06	3,58	5,86	3,34	2,30	0,93	0,22	2,66	100,17	
	ET756	53,46	17,84	5,19	0,03	5,39	5,98	2,93	3,49	1,04	0,24	4,19	99,78	
	ET768	50,91	18,08	10,13	0,16	6,02	7,49	1,44	2,67	0,96	0,18	2,15	100,19	
	ET263	53,58	18,58	7,90	0,06	3,93	6,98	2,65	1,23	1,05	0,22	3,74	99,92	
	540-20820	51,30	18,68	9,89	0,15	5,23	9,00	3,21	1,00	1,07	0,22	1,07	100,82	
	1411-16300	51,08	17,07	11,04	0,08	5,75	6,58	2,15	2,56	1,09	0,19	1,46	99,05	
	EX2004-04	51,94	18,19	9,75	0,13	5,71	7,87	3,82	1,01	0,92	0,20	0,98	100,52	
	QT-4	49,65	17,96	10,99	0,53	5,29	6,56	4,30	1,03	1,00	0,22	4,53	102,06	
	AS-99-1C	59,78	17,67	7,34	0,20	1,72	4,12	3,97	2,05	0,74	0,20	2,40	100,19	
	DDH1034 1044 ft	53,20	20,50	4,90	0,11	4,20	8,80	2,60	2,30	1,04	0,22	0,87	98,74	
	DDH1090 2817ft	55,90	18,40	6,00	0,11	5,40	5,40	3,00	2,60	0,93	0,22	1,68	99,64	
	DDH2200 65m	48,90	18,30	5,40	0,00	4,50	9,70	4,10	2,90	0,82	0,24	1,09	95,95	
	DDH2459 681ft	49,10	20,30	5,50	0,00	4,40	7,50	3,60	2,90	1,06	0,22	0,45	95,03	
Dique de latita	ET779	Cannell (2005)	64,27	15,72	1,78	0,07	0,74	4,89	1,35	4,21	0,31	0,12	6,66	100,12
	ET782		65,89	16,35	2,10	0,03	0,78	2,03	4,02	4,92	0,31	0,13	3,47	100,03
	ET788		68,41	17,18	1,34	0,01	0,80	2,71	7,09	0,98	0,34	0,13	1,04	100,03
	ET452		55,64	15,81	4,88	0,11	3,12	6,67	3,55	1,78	0,77	0,25	7,17	99,75
	1134-790	59,89	16,73	1,70	0,01	2,22	4,77	5,55	2,93	0,61	0,17	4,83	99,41	
1394-920	60,93	17,24	2,14	0,02	1,86	4,61	4,76	2,23	0,63	0,21	5,74	100,37		
Dique lamprófidio	ET754	Cannell (2005)	55,78	17,57	5,64	0,08	3,71	5,86	4,51	1,50	0,85	0,28	4,27	100,05
Pórfido A	ET820	Stern y otros(2011)	50,83	12,91	3,76	0,03	1,94	8,56	2,13	6,67	0,44	0,21	10,99	98,47
	1473-9700		48,45	18,62	7,54	0,03	4,73	5,73	4,33	3,63	1,01	0,22	4,66	98,95
	1446-266		56,34	13,86	2,74	0,02	1,41	6,72	3,80	5,68	0,42	0,17	7,99	99,15
	DDH2487 391.50m	Vry y otros (2010)	55,70	15,10	2,90	0,00	1,40	13,90	3,70	4,80	0,37	0,12	0,69	98,68

Litología	Muestra	Autor	SiO2	Al2O3	Fe2O3(T)	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	LOI	Total
	DDH2487 401m		58,20	14,30	3,90	0,00	1,90	9,30	3,00	6,40	0,48	0,36	0,71	98,55
	DDH2487 155.10m		49,60	20,40	8,30	0,11	5,40	7,80	3,20	2,50	1,25	0,22	1,11	99,89
Pórfido dacítico Teniente	ET811	Cannell (2005)	65,47	16,85	0,68	0,01	0,93	3,21	6,03	2,59	0,38	0,14	3,29	99,58
	ET585		67,62	16,87	0,89	0,01	0,98	1,35	5,47	3,36	0,36	0,13	2,15	99,19
	ET789		64,66	15,92	0,63	0,01	0,89	3,31	6,29	2,81	0,35	0,14	4,17	99,18
	1300-4030	Stern y otros(2011)	66,26	16,85	1,83	0,02	1,01	2,82	5,53	2,64	0,38	0,14	1,95	99,43
	1134-3020		64,42	17,76	0,90	0,00	1,02	3,69	6,80	2,67	0,53	0,20	3,35	101,34
	DDH2193 131.80m	Vry y otros (2010)	72,10	16,40	0,00	0,00	0,79	3,20	1,70	3,20	0,20	0,11	1,90	99,60
	DDH1954 412ft		72,10	16,30	0,00	0,00	0,89	2,90	1,70	3,60	0,22	0,11	1,30	99,12
DDH1954 909ft	71,40		16,80	0,00	0,00	0,89	3,10	1,70	2,90	0,28	0,11	2,60	99,78	
Stock Sewell	CE52	Cannell (2005)	59,90	16,26	7,54	0,15	2,78	3,40	5,80	2,12	0,69	0,18	1,04	99,86
	ET720		61,12	17,35	2,61	0,03	1,87	3,60	4,82	3,81	0,55	0,34	3,74	99,84
	400S/1780E	Stern y otros(2011)	62,05	18,38	3,62	0,07	1,58	4,41	5,98	1,47	0,57	0,19	1,50	99,82
	TTc5		63,70	17,10	4,56	0,08	1,50	3,90	4,93	2,20	0,39	0,21	1,80	100,37
	08/2483/12 290.80m	Vry y otros (2010)	64,10	17,70	2,80	0,00	1,70	4,40	5,00	2,50	0,56	0,20	1,20	100,16
	400N 1780E		61,70	17,80	3,90	0,10	1,60	4,60	6,30	1,70	0,57	0,19	1,65	100,11

Tabla 5. Elementos traza utilizados para clasificación de las unidades del depósito El Teniente. Valores en partes por millón (ppm).

Litología	Muestra	Autor	Y	Zr	Nb	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Apófisis Dacíticas	ET769	Cannell (2005)	4	93	3	12	30		14										
	ET701		5	94	2	14	27		12										
	ET534		3	94	2	11	26		12										
	2370-159	Stern y otros(2011)	6	96		12,8	24,3	2,66	10,2	1,83	0,63	1,26	0,16	0,82	0,15	0,43	0,06	0,42	0,07
	1824-6550		3	95		13,3	24	2,47	7,4	1	0,36	0,6		0,4		0,2		0,3	0,04
	DDH1824 596ft	Vry y otros (2010)	3	138	8,7	14,3	32,8	3,46	11,5	1,42	0,18	1,08	0,11	0,58	0,11	0,32	0,05	0,36	0,05
	DDH2240 4444.50m		2,4	111	1,1	6,42	12,2	1,45	5,55	1,03	0,42	0,77	0,11	0,49	0,09	0,23	0,03	0,19	0,03
	DDH2195 20.60m		3,1	117	1,1	6,18	10,6	1,24	4,72	0,98	0,44	0,87	0,13	0,64	0,13	0,32	0,04	0,25	0,03
	Sector Esmeralda		2,3	97,7	1,1	10,1	20,4	2,35	8,85	1,36	0,35	1,2	0,09	0,41	0,06	0,19	0,01	0,11	0,01
Complejo Máfico El Teniente	1322-570	Burgos (2002)	20	123	3,9	12,7	29,8	3,9	18,1	4,3	1,2	4,2	0,6	3,7	0,7	2	0,3	1,7	0,2
	1064-58		18	68	2,6	9,4	21,8	2,9	13,9	3,5	1,1	3,6	0,5	3,4	0,6	1,9	0,2	1,6	0,2
	1818-395		18	76	2,5	11,5	26,8	3,4	15,7	3,7	1,1	3,6	0,5	3,4	0,6	1,9	0,2	1,7	0,2
	1545-78		9	63	2,2	6,1	13,1	1,6	7,4	1,8	0,7	2	0,3	1,9	0,3	1	0,1	1	0,1
	1545-469		18	67	2,2	8,9	20,8	2,7	12,4	3,2	1	3,3	0,5	3,4	0,7	2	0,2	1,8	0,2
	1580-123		15	61	2,1	8,6	19,1	2,5	11,5	2,9	1	3	0,4	2,9	0,6	1,7	0,2	1,5	0,2
	1429-374		20	90	3	9,6	24,9	3,3	15,6	3,7	1,2	3,8	0,6	3,8	0,8	2,2	0,3	2	0,3
	1411-489		11	42	1,7	8,2	19,3	2,6	12	2,8	0,8	2,6	0,4	2,4	0,4	1,2	0,1	1,1	0,1
2034-308	16	69	2,6	12,1	27,9	3,4	15	3,3	1,2	3,2	0,5	3,1	0,6	1,7	0,2	1,6	0,2		

Litología	Muestra	Autor	Y	Zr	Nb	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
	2027-131		15	63	2,4	8,5	19,7	2,6	12,4	3,1	1,1	3,2	0,5	2,9	0,5	1,6	0,2	1,4	0,2
	1429-342		18	110	3,7	19,1	40,6	4,8	20,6	4,3	1,3	4	0,5	3,4	0,6	1,9	0,2	1,8	0,2
	1429-546,5		22	106	3	7,4	19	2,6	12,1	3,1	0,9	3,5	0,6	3,9	0,8	2,2	0,3	2,1	0,3
	1411-382		23	108	3,4	11,2	26,7	3,6	17,1	4,3	1,5	4,4	0,7	4,2	0,8	2,3	0,3	2,1	0,3
	1411-591		21	103	3,2	14,2	31,8	4,2	18,7	4,3	1,3	4,3	0,6	3,9	0,7	2,2	0,3	1,9	0,2
	TS6-50		18	73	2,7	11,1	24,7	3,2	15,4	3,8	1,2	3,8	0,6	3,5	0,6	1,9	0,2	1,6	0,2
	TS6-52		16	76	2,7	11,1	25,2	3,2	14,7	3,5	1,1	3,3	0,5	3,1	0,6	1,7	0,2	1,5	0,2
	E-3162		14	157	4,6	17,3	36,1	4,6	19,3	3,9	1	3,4	0,4	2,8	0,5	1,5	0,2	1,3	0,2
	ET765		15	65	2	11	25			15									
	ET671	16	70	2	10	28			14										
	ET640	18	95	3	10	25			14										
	ET742	22	90	2	6	20			13										
	ET777	19	140	4	12	31			18										
	ET407	18	96	3	16	25			14										
	ET756	19	137	4	12	30			17										
	ET768	16	95	2	7	14			9										
	ET263	18	84	3	7	18			12										
	540-20820	17	73		9,2	20,3	2,8	13,3	3,3	1,29	3,5	0,6	3,3	0,6	1,9	0,3	1,7	0,24	
	1411-16300	15	56		11,4	26,4	3,4	15,5	3,71	1,04	3,11	0,51	3	0,6	1,6	0,24	1,48	0,21	
	EX2004-04	15	86		13,4	30,3	3,72	16,6	4	1,22	3,7	0,6	3,4	0,7	1,9	0,28	1,7	0,25	
	QT-4	17	74		11,5	26,5	3,2	15,8	3,9	1,16	3,4	0,6	3,3	0,7	2	0,27	1,6	0,25	
	AS-99-1C	18	164		15,8	34	4,22	18,9	3,8	1,05	3,4	0,5	3,1	0,6	1,8	0,25	1,5	0,22	
	DDH1034 1044 ft	13,8	120	3,4	10,5	26,5	3,88	16,2	3,97	1,36	3,65	0,56	2,97	0,58	1,5	0,21	1,24	0,18	
	DDH1090 2817ft	10,7	123	2,7	25,3	47,5	5,58	19,5	3,53	1,06	2,9	0,43	2,19	0,44	1,17	0,16	0,92	0,13	
	DDH2200 65m	10,1	63,7	1,3	9,48	20,3	2,74	11,9	2,84	0,77	2,78	0,42	2,21	0,42	1,04	0,13	0,71	0,1	
	DDH2459 681ft	13,3	69,4	1,2	8,65	19,9	2,85	12,5	3,25	1,01	3,32	0,51	2,82	0,56	1,47	0,2	1,08	0,15	
	Dique de latita	ET779	Cannell (2005)	4	99	2	15	29		11									
		ET782		3	87	2	13	27		12									
ET788		4		100	2	7	16		8										
ET452		9		125	3	14	37		21										
1134-790		Vry y otros (2010)	8	90		13,9	27,9	3,68	14,1	2,8	0,78	2,2	0,3	1,5	0,3	0,8	0,12	0,8	0,11
1394-920			6	108		14,6	30,9	4	15,3	2,8	0,83	2,3	0,2	1	0,2	0,5	0,07	0,4	0,07
Dique lamprófido	ET754	Cannell (2005)	8	133	4	15	41		23										
	ET820		9	78	3	37	72		33										
Pórfido A	1473-9700	Stern y otros(2011)	13	95		10,6	21,4	2,84	13,43	3,44	1	2,96	0,51	2,69	0,5	1,39	0,19	1,12	0,16
	1446-266		9	81		24,1	53,7	6,29	26,12	4,63	0,79	3,17	0,38	1,89	0,34	0,94	0,13	0,79	0,11
	DDH2487 391.50m	Vry y otros (2010)	13,9	76	1,1	24,1	53,4	6,83	27,8	4,51	0,67	3,46	0,36	1,56	0,27	0,65	0,07	0,43	0,05
	DDH2487 401m		10,8	88,9	2,4	24,5	54,8	7,6	30,3	5,29	0,8	3,85	0,48	2,1	0,38	0,89	0,11	0,6	0,08

Litología	Muestra	Autor	Y	Zr	Nb	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
	DDH2487 155.10m		15	79,9	2,6	8,97	21,3	2,96	12,9	3,2	0,96	3,17	0,52	2,94	0,61	1,65	0,23	1,38	0,21
Pórfido dacítico Teniente	ET811	Cannell (2005)	4	91	2	13	30		14										
	ET585		4	91	3	11	24		12										
	ET789		4	85	2	9	29		13										
	1300-4030	Stern y otros(2011)	5	94		10,4	20,1	2,42	9	1,58	0,65	1,4	0,2	0,8	0,18	0,5	0,07	0,4	0,06
	1134-3020		4	95		15,15	30,74	3,92	15,11	2,51	0,69	1,9	0,17	0,76	0,13	0,35	0,04	0,28	0,05
	DDH2193 131.80m	Vry y otros (2010)	2,8	89	2,7	11	22,7	2,65	10,4	1,74	0,34	1,2	0,13	0,63	0,1	0,23	0,04	0,18	0,03
	DDH1954 412ft		2,5	138	4,2	16,8	35,7	4,03	15,1	2,11	0,23	1,35	0,13	0,62	0,09	0,21	0,03	0,17	0,02
	DDH1954 909ft		2,4	109	10,1	10,6	20,7	2,29	8,57	1,36	0,25	0,96	0,11	0,54	0,08	0,2	0,03	0,16	0,02
Stock Sewell	CE52	Cannell (2005)	12	114	3	12	25		14										
	ET720		8	107	3	16	37		18										
	400S/1780E	Stern y otros(2011)	6	104		16,4	33,3	4,32	16,2	2,9	0,88	1,9	0,2	1	0,2	0,5	0,07	0,4	0,06
	TTc5		11	94		14,4	34,7	3,97	19,2	3,39	0,88	2,9	0,29	1,8	0,3	0,9	0,12	0,92	0,11
	08/2483/12 290.80m	Vry y otros (2010)	4,6	179	1,9	13,4	24,9	2,97	11,5	1,92	0,47	1,47	0,16	0,7	0,12	0,3	0,03	0,23	0,03
	400N 1780E		7,4	100	2,1	13,6	28,6	3,75	15,3	2,71	0,64	2,01	0,22	1,02	0,18	0,46	0,06	0,36	0,05

