

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**TEXTURAS Y GEOQUÍMICA DE ELEMENTOS TRAZA EN
MINERALES DE MENA DEL YACIMIENTO DE SULFUROS
MASIVOS VOLCANOGÉNICOS DE MARÍA TERESA, HUARAL,
PERÚ**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Geólogo

AUTOR

Brayam Andre Ortiz Benavente

ASESOR:

Lisard Torró i Abat

Lima, mayo, 2022

RESUMEN

Los yacimientos tipo sulfuro masivo volcanogénico (VMS) son una fuente importante de Zn, Cu, Pb, Ag y Au y, además, pueden contener concentraciones relevantes de elementos como In, Ge y Ga, considerados críticos por organismos internacionales debido a su gran demanda, importancia económica y riesgo de suministro. A pesar de ello, son de interés marginal para la mayoría de empresas mineras que operan en el país. En el presente trabajo de investigación se ha desarrollado una caracterización petrográfica de la mineralización en el yacimiento VMS de María Teresa en Huaral (Lima) como base para la determinación de la composición de elementos mayoritarios, minoritarios y traza en esfalerita, galena, calcopirita y cobres grises.

Las mediciones de ablación láser acoplada a espectrometría de masas con fuente de plasma de acoplamiento inductivo (LA-ICP-MS) indican que In y Ga se concentran principalmente en esfalerita (rango intercuartil Q1-Q3 [RIC] de 4.39-79.4 ppm y hasta 415 ppm In, y RIC de 10.6-31.9 ppm y hasta 94.2 ppm Ga). La concentración de Ge es sistemáticamente baja en los cuatro minerales analizados, a excepción de concentraciones localmente elevadas en calcopirita de hasta 79.6 ppm. Las correlaciones entre concentraciones de elementos traza sugieren que In y Ga se incorporaron a la red cristalina de la esfalerita a través de sustituciones acopladas que involucran Cu y, de forma subordinada, también Sn y Ag. La disponibilidad de Cu, favorecida en fluidos mineralizantes de relativamente alta temperatura (>300 °C), es, por lo tanto, fundamental para el enriquecimiento de In y Ga en esfalerita. En cuerpos de sulfuro masivo que han experimentado “zone refining”, la esfalerita más rica en In se forma dentro o cerca de la zona de calcopirita en el núcleo del cuerpo. En María Tera, los valores de In, Ge y Ga son sub-económicos; sin embargo, el estudio de su distribución permitió determinar vectores guía para la exploración de VMS.

Palabras clave: VMS; “*zone refining*”; secuencia paragenética; elementos críticos; indio; Perú

ABSTRACT

Volcanogenic massive sulfide (VMS) deposits are an important source of Zn, Cu, Pb, Ag, and Au, and may host relevant concentrations of elements such as In, Ge, and Ga, considered critical commodities by international organizations due to their high demand, economic importance and supply risk. Despite this, they are of marginal interest to most mining companies operating in the country. In this research, a petrographic characterization of the ore mineralization in the María Teresa VMS deposit has been developed as a base for major, minor and trace element composition determinations in sphalerite, galena, chalcopyrite, and fahlore.

Laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry (LA-ICP-MS) measurements indicate that In and Ga are mainly concentrated in sphalerite (interquartile range Q1-Q3 [IQR] 4.39-79.4 ppm and up to 415 ppm In, and IQR 10.6-31.9 ppm and up to 94.2 ppm Ga). Germanium contents are systematically low in the four analyzed minerals, except for locally elevated concentrations up to 79.6 ppm in chalcopyrite. Correlations between trace element contents suggest that In and Ga were incorporated in the sphalerite crystal lattice via coupled substitutions involving Cu, and subordinately also Sn and Ag. Availability of Cu, favored in hydrothermal fluids at relatively high-temperature (>300 °C), is therefore essential to In and Ga enrichment in sphalerite. In massive sulfide bodies that have undergone zone refining, the In-riches sphalerite occurs within or near the chalcopyrite zone in the core of the body. In Maria Teresa, the values of In, Ge and Ga are sub-economic; however, the study of its distribution allowed to determine vectoring elements that might be applied during exploration of VMS.

Keywords: VMS; zone refining; paragenetic sequence; critical elements; indium; Peru

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Generalidades sobre los yacimientos tipo VMS.....	1
1.2.	Antecedentes en el estudio de yacimientos tipo VMS en Perú.....	6
1.3.	Elementos de alta tecnología en yacimientos tipo VMS.....	10
1.4.	Problemática.....	14
1.5.	Objetivos del trabajo.....	14
1.6.	Hipótesis.....	15
1.7.	Justificación.....	16
2.	CONTEXTO GEOGRÁFICO Y GEOLÓGICO.....	17
2.1.	Contexto geográfico.....	17
2.2.	Contexto geológico.....	18
2.2.1.	Contexto geodinámico de las mineralizaciones tipo VMS en Perú.....	18
2.2.2.	Geología del yacimiento de María Teresa.....	22
3.	MUESTREO Y TÉCNICAS ANALÍTICAS.....	27
3.1.	Muestreo y preparación de las muestras.....	27
3.2.	Técnicas analíticas.....	27
3.2.1.	Microscopía óptica de luz reflejada.....	27
3.2.2.	Microscopía electrónica de barrido (SEM-EDS).....	28
3.2.3.	Microsonda electrónica (EPMA).....	28
3.2.4.	Ablación laser ICP-MS.....	29
4.	RESULTADOS.....	32
4.1.	Mineralogía y texturas.....	32
4.2.	Geoquímica mineral.....	40
4.2.1.	Resultados de EPMA.....	40
4.2.1.1.	Esfalerita.....	40
4.2.1.1.	Galena.....	44
4.2.1.2.	Calcopirita.....	44
4.2.1.3.	Cobres grises.....	44
4.2.2.	Resultados de ablación laser ICP-MS.....	48
4.2.2.1.	Esfalerita.....	48
4.2.2.2.	Galena.....	56
4.2.2.3.	Calcopirita.....	60
4.2.2.4.	Cobres grises.....	65
5.	DISCUSIÓN.....	66
5.1.	Enriquecimiento de elementos tecnológicos en María Teresa.....	66
5.2.	Temperatura de formación de la esfalerita.....	69

5.3. Recomendaciones para la exploración de In, Ga y Ge en yacimientos tipo VMS en márgenes continentales.....	74
6. CONCLUSIONES	76
7. AGRADECIMIENTOS.....	78
8. REFERENCIAS	79
ANEXOS	98



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de lente de sulfuros masivos idealizado que ilustra la distribución de alteraciones hidrotermales, la geometría y la zonación de minerales de mena	5
Figura 2. Ubicación de yacimientos y mineralizaciones tipo VMS en las cuencas volcanosedimentarias cretácicas Lancones, Huarmey y Cañete.....	7
Figura 3. Diagrama de resultados de importancia económica y riesgo de suministro en la evaluación de criticidad de cada materia prima en 2017	10
Figura 4. Principales usos de A. indio, B. galio y C. germanio en el 2010.....	11
Figura 5. Mapa de ubicación geográfica de la unidad minera María Teresa. Mapa principal de la figura a escala 1/500,000	18
Figura 6. A. Mapa geológico de la WPT del Mesozoico y del Batolito de la Costa de Perú mostrando la ubicación de los principales yacimientos tipo VMS y las cuencas volcanosedimentarias relacionadas. B. Interpretación de los principales lineamientos y estructuras presentes entre las cuencas Huarmey y Cañete. Modificado de Polliand (2006).	20
Figura 7. Mapa geológico del yacimiento tipo VMS María Teresa	25
Figura 8. Sección esquemática representativa del cuerpo Sofía D en el yacimiento VMS María Teresa. Modificado de documentos no publicados de Minera Colquisiri	26
Figura 9. Fotografías de muestras de mano de los cuerpos Sofía D (A-H) y Bubulina (I).....	33
Figura 10. Microfotografías de la mineralización del cuerpo Sofía D.....	36
Figura 11. Microfotografías de la mineralización del cuerpo Bubulina	37
Figura 12. Secuencia paragenética del cuerpo Sofía D del yacimiento María Teresa.....	39
Figura 13. Secuencia paragenética del cuerpo Bubulina del yacimiento María Teresa	39
Figura 14. Diagrama binario de Fe vs. Zn en esfalerita de los yacimientos María Teresa (sector/cuerpo/sección), Palma y Perubar.	41
Figura 15. Cobres grises del yacimiento María Teresa (sector/cuerpo/sección) en el diagrama binario $As/(As+Sb)_{at}$. vs. $Ag/(Ag+Cu)_{at}$. correspondiente a minerales del grupo de la tetraedrita	45
Figura 16. Diagramas de cajas y bigotes de diversos elementos traza en esfalerita respecto a sector/cuerpo/sección del yacimiento María Teresa	50
Figura 17. Diagramas de cajas y bigotes de diversos elementos traza en esfalerita de los yacimientos María Teresa, Palma, Perubar y Cerro de Maimón	51
Figura 18. Diagramas binarios de correlación entre concentraciones elementales en esfalerita de los yacimientos María Teresa, Palma, Perubar y Cerro de Maimón.....	55
Figura 19. Diagramas de cajas y bigotes de diversos elementos traza en galena respecto a sector/cuerpo/sección del yacimiento María Teresa	57
Figura 20. Diagramas de cajas y bigotes de diversos elementos traza en galena de los yacimientos María Teresa y Perubar	58
Figura 21. Diagramas binarios de correlación entre concentraciones elementales en galena de los yacimientos María Teresa y Perubar	60
Figura 22. Diagramas de cajas y bigotes de diversos elementos traza en calcopirita respecto a sector/cuerpo/sección del yacimiento María Teresa	62
Figura 23. Diagramas de cajas y bigotes de diversos elementos traza en calcopirita de los yacimientos María Teresa, Perubar y Cerro de Maimón.....	63
Figura 24. Diagramas binarios de correlación entre concentraciones elementales en calcopirita de los yacimientos María Teresa, Perubar y Cerro de Maimón.	65
Figura 25. Correlación de cajas y bigotes entre contenidos de elementos traza (A-C) y temperatura de formación de esfalerita (D) según el geotermómetro GGIMFis de Frenzel et al. (2016) vs. profundidad de muestras en el sondaje 34-18-S ubicado en la sección -300 del cuerpo Sofía D en el yacimiento María Teresa (datos de LA-ICP-MS).	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Líneas espectrales y estándares usados para la medición y calibración de cada elemento.	29
Tabla 2. Resumen de las concentraciones de elementos mayoritarios y traza en granos de esfalerita en los yacimientos de María Teresa, Perubar, Palma y Cerro de Maimón	42
Tabla 3. Resumen de las concentraciones de elementos mayoritarios, minoritarios y traza en granos de galena en los yacimientos de María Teresa y Perubar	46
Tabla 4. Resumen de las concentraciones de elementos mayoritarios, minoritarios y traza en granos de calcopirita en los yacimientos de María Teresa, Perubar y Cerro de Maimón	47
Tabla 5. Resumen de las concentraciones de elementos mayoritarios, minoritarios y traza en granos de cobres grises en el yacimiento de María Teresa	47
Tabla 6. Temperatura de formación de esfalerita según el geotermómetro GGIMFis de Frenzel et al. (2016).....	70



1. INTRODUCCIÓN

1.1. Generalidades sobre los yacimientos tipo VMS

La terminología de sulfuro masivo volcanogénico (VMS por sus siglas en inglés) ha sido utilizada por casi 50 años (Hutchinson 1973) para referirse a mineralizaciones de sulfuros asociadas espacio-temporalmente a procesos volcánicos submarinos (Herzig y Hannington 1995; Franklin et al. 2005; Piercey 2011; Koski y Mosier 2012). Sulfuro masivo hospedado en rocas volcánicas, sulfuro masivo asociado a rocas volcánicas, sulfuro masivo volcánico-exhalativo, entre otros, son diferentes nombres que se han asignado a esta tipología de yacimientos. Los yacimientos tipo VMS son una fuente importante de Zn, Cu, Pb, Ag y Au aportando por lo menos el 22%, 6%, 9.7%, 8.7% y 2.2%, respectivamente, de la producción mundial de cada metal (Garside 2019). Además, pueden contener concentraciones variables de otros elementos económicamente recuperables como subproductos o bien perniciosos (As, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Ga, Ge, Hg, In, Mn, Mo, Ni, Sb, Se, Sn, Te y metales del grupo del platino; Galley et al. 2007; Koski y Mosier 2012; Monecke et al. 2016).

Los yacimientos VMS aparecen en terrenos volcánicos submarinos de ambientes geológicos antiguos (depósitos de sulfuros masivos volcanogénicos fósiles) y modernos (depósitos de sulfuros masivos de piso oceánico [SMS] formándose en la actualidad). La edad de estos yacimientos varía desde 3.4 Ga (depósitos arcaicos en el cratón de Pilbara, Australia; Brauhart et al. 1998) hasta depósitos activos en fondos oceánicos actuales (p.ej., exhalación hidrotermal activa TAG en la Dorsal Meso-Atlántica; Petersen et al. 2000), reconociéndose cerca de 1100 yacimientos adscritos a esta tipología a nivel global (Franklin et al. 2005; Koski y Mosier 2012).

Depósitos SMS han sido reconocidos en ambientes tectónicos extensionales como dorsales meso-oceánica (65%), cuencas de trasarco (22%), arcos volcánicos

submarinos (12%) y volcanes intraplaca (1%). En cambio, la mayoría de depósitos VMS fósiles se ha conservado principalmente en arcos oceánicos y continentales y cuencas de trasarco (Hannington et al. 2005; Galley et al. 2007). Los VMS y SMS también se pueden emplazar en zonas de antearco en arcos insulares durante etapas de inicio de subducción (Torró et al. 2016). Las rocas hospedantes de la mineralización son principalmente volcánicas, volcanoclásticas y sedimentarias, o sus equivalentes metamórficos resultantes de eventos tectono-metamórficos posteriores a la formación del depósito mineral (Franklin et al. 2005; Galley et al. 2007; Mosier et al. 2009; Piercey 2010, 2011; Morgan y Schulz 2012). Los complejos intrusivos subvolcánicos son generalmente la principal fuente de calor para formar mineralizaciones de tipo VMS y en ocasiones pueden ser importantes contribuyentes de metales, fluidos y volátiles al sistema hidrotermal (Piercey 2011).

En general, los yacimientos VMS consisten en dos partes diferenciadas: i) lentes de sulfuro masivo concordantes estratoligados que pueden variar ampliamente en forma y tamaño; y ii) una mineralización de sulfuro tipo red de vetas (“*stockwork*”) subyacente, hospedada por la caja piso o muro (Franklin et al. 2005; Galley et al. 2007; Shanks III y Koski 2012; Slack 2012a). Los yacimientos VMS, formados originalmente en ambientes extensionales, pueden sufrir deformación posterior debido a un cambio a regímenes compresivos (p. ej. durante obducción), incluyendo plegamiento, fallamiento y cizallamiento que pueden llegar a desdibujar estas dos partes (Large 1992; Slack 2012a).

Los avances en el estudio de actividad hidrotermal en fondos oceánicos modernos en los últimos 60 años han facilitado la comprensión de los mecanismos de formación de los yacimientos VMS fósiles (Tivey 2007). Estas mineralizaciones se forman en o cerca del suelo oceánico en ambientes volcánicos submarinos a través de la descarga

focalizada de fluidos hidrotermales metalíferos (Doyle y Allen 2003; Galley et al. 2007), donde estos fluidos circulantes, impulsados por una fuente de calor, se enfrían bruscamente por mezcla con aguas del fondo marino o cerca de este en la porosidad de la roca (Tivey 2007; Shanks III 2012). Producto de estos procesos se generan alteraciones hidrotermales características, volumétricamente extensas, alrededor de los cuerpos de sulfuros.

Las zonas de alteración relacionadas a yacimientos VMS pueden comprender diferentes tipos de alteración como argílica avanzada (solo en yacimientos de tipo híbrido VMS-epitermal de alta sulfuración), argílica, sericítica, clorítica y carbonato-propilítica. Los minerales de alteración típicos en litologías no metamorfizadas incluyen cuarzo y otras formas de sílice, illita, sericita, fengita, esmectita, clorita, serpentina, albita, epidota, pirita, carbonatos, talco, caolinita, pirofilita, sulfatos y óxidos. Las asociaciones de alteración hidrotermal se distribuyen i) discordantemente a la serie sedimentaria/lente de sulfuros, alrededor de los conductos de ascenso de fluidos, y ii) de forma semi-concordante alrededor de los lentes de sulfuro masivo (Galley et al. 2007; Shanks III 2012). En el distrito de Bathurst, usado comúnmente como modelo de zonación de alteración hidrotermal en yacimientos VMS, la caja piso del sulfuro masivo y la zona de stockwork están dominadas por alteración a clorita-sericita-cuarzo, mientras que la caja techo y zonas laterales contienen fengita-clorita (Goodfellow 2007). El metamorfismo de estas asociaciones minerales de alteración hidrotermal puede dar lugar a cristalización de andalucita, corindón, topacio, sillimanita, cianita, cordierita, granate, flogopita, ortopiroxenos y ortoanfíboles (Barrett et al. 2005; Galley et al. 2007; Shanks III 2012). Es característica de este tipo de depósito la presencia de exhalitas espacialmente asociadas a los sulfuros masivos.

Estas incluyen facies minerales de óxidos, carbonatos, silicatos y sulfatos en forma de lentes estratiformes (Peter 2003; Grenne y Slack 2005; Slack 2012b).

La composición mineral mayoritaria de las menas en yacimientos tipo VMS es relativamente simple y se compone de sulfuros de Fe (pirita y/o pirrotina), calcopirita, esfalerita y galena. Otras fases minerales que pueden aparecer en concentraciones menores son marcasita, magnetita, arsenopirita, cobres grises, cobaltita, sulfosales de Sb-As-Bi, sulfosales de Ag, telururos de Au-Ag, argentita, electrum y oro. La zona de “*stockwork*” está dominada mayormente por calcopirita + pirita + pirrotina, mientras que en sus márgenes exteriores predomina pirita + esfalerita + galena. Respecto al cuerpo de sulfuro masivo, en la parte basal prepondera pirita + calcopirita ± pirrotina, que gradualmente pasa vertical y lateralmente a mayores concentraciones de esfalerita ± galena ± pirita ± baritina (Figura 1) (Lambert y Sato 1974; Large 1977; Galley et al. 2007; Koski 2012a). El proceso de desarrollo de esta zonación metalífera y mineralógica se denomina “*zone refining*”, el cual es consistente con episodios ininterrumpidos de disolución y reprecipitación de minerales anteriormente formados conforme ingresan fluidos mineralizantes gradualmente de mayor temperatura a través del cuerpo de sulfuros (Eldridge et al. 1983; Campbell et al. 1984; Large 1992; Ohmoto 1996).

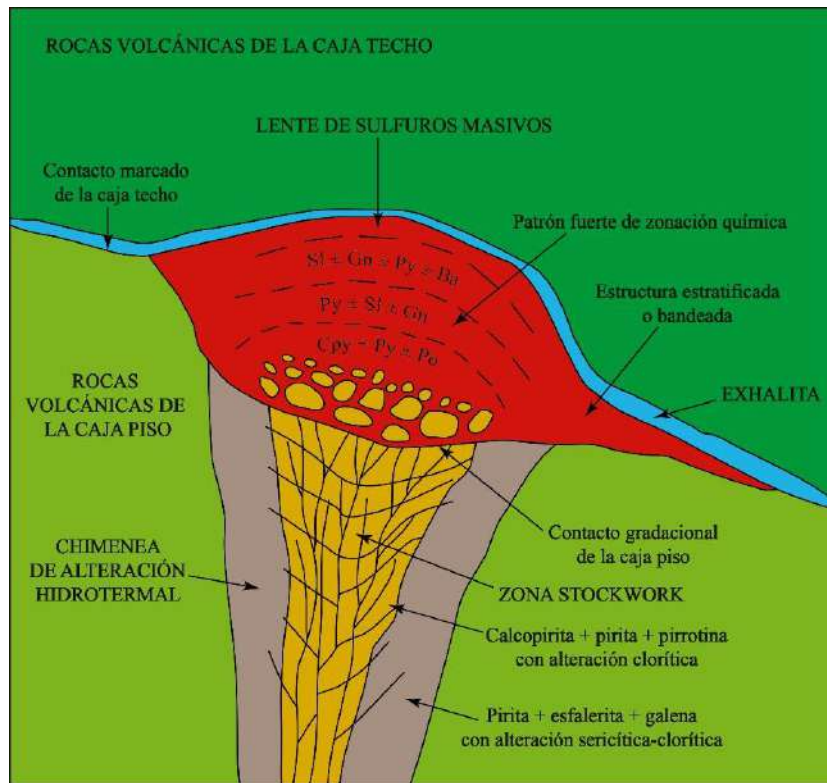


Figura 1. Modelo de lente de sulfuros masivos idealizado que ilustra la distribución de alteraciones hidrotermales, la geometría y la zonación de minerales de mena. Modificado de Lydon (1984) en Koski (2012a). Abreviaciones: ba, baritina; cpy, calcopirita; gn, galena; po, pirrotina; py, pirita; sl, esfalerita.

Las mineralizaciones metálicas en yacimientos tipo VMS muestran una amplia y compleja gama de texturas que incluyen corrosión, disolución-reemplazamiento, coloforme, framboidal, de intercrecimientos y bandeamiento, entre muchas otras. La correcta identificación textural permite interpretar la evolución mineralógica y textural del yacimiento (p. ej. Galley et al. 2007; Torró et al. 2016, 2018; Almodóvar et al. 2019).

Con respecto a zonas de enriquecimiento supergénico desarrolladas sobre mineralizaciones de sulfuros masivos, la presencia de calcocita, bornita, digenita y covelita es común. En la zona de gossan, las principales fases minerales son goethita, hematites, cuarzo, sílice amorfa, clorita, caolinita, jarosita y carbonatos, y puede

contener granos de oro de gran pureza así como haluros de plata (Hannington y Scott 1989; Koski 2012a, b; Slack 2012c; Andreu et al. 2015; Almodóvar et al. 2019).

Los yacimientos tipo VMS se pueden clasificar según el ambiente tectónico (Cox y Singer 1986), contenido de metales de base (Hutchinson 1973; Large 1992; Franklin et al. 2005), contenido de oro (Hannington et al. 1999) o litología de la roca caja - contexto geodinámico. Esta última y más robusta clasificación divide a los depósitos VMS en cinco grupos: siliciclástico-félsico (p. ej. Palma y Perubar, Perú), bimodal-félsico (p. ej. María Teresa, Perú), bimodal-máfico (p. ej. Cerro de Maimón, República Dominicana), siliciclástico-máfico (Besshi, Japón) y máfico-ultramáfico (Skouriotissa, Chipre) (Barrie y Hannington 1999; Franklin et al. 2005; Galley et al. 2007; Shanks III y Koski 2012).

1.2. Antecedentes en el estudio de yacimientos tipo VMS en Perú

Los yacimientos VMS en el Perú se encuentran ubicados en tres cuencas volcanosedimentarias cretácicas a lo largo de la región costera que, de norte a sur, son Lancones, Huarney y Cañete (Figura 2) (Atherton et al. 1983; Steinmüller et al. 2000).

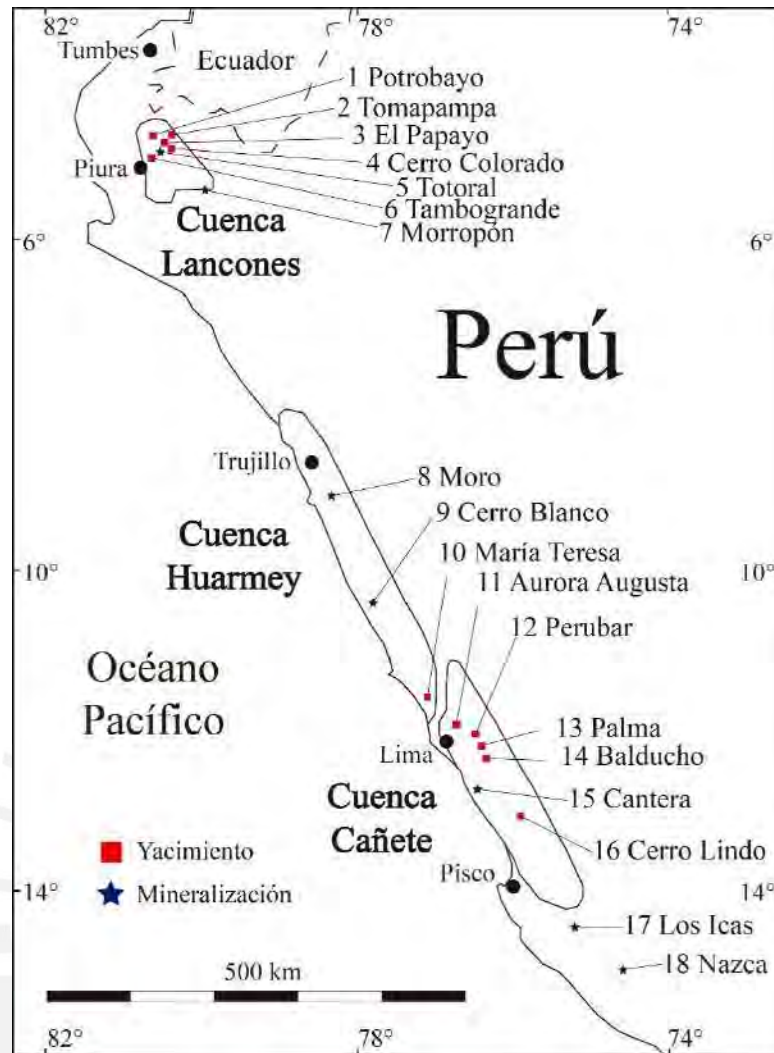


Figura 2. Ubicación de yacimientos y mineralizaciones tipo VMS en las cuencas volcanosedimentarias cretácicas Lancones, Huarmey y Cañete. Modificado de Steinmüller et al. (2000) y con datos recopilados de Vidal (1987), Winter et al. (2010), Valencia et al. (2017) y Acosta et al. (2019).

La cuenca de Lancones aloja el depósito VMS de Cu-Zn-Au de clase mundial de Tambogrande, que está situado en la ciudad de Piura al norte de Perú. La mineralización en Tambogrande se hospeda en rocas volcánicas de la Formación (Fm.) San Lorenzo del Cretácico medio (104.8 ± 1.3 a 100.2 ± 0.5 Ma), de acuerdo a dataciones U-Pb en circones publicadas por Winter et al. (2010). Una descripción más detallada de la configuración tectónica, estratigrafía, litogeoquímica, alteración y mineralización en el distrito de Tambogrande se puede encontrar en Injoque et al. (1979), Tegart et al. (2000) y Winter et al. (2004, 2010). Los depósitos de Zn-Pb-Cu

El Papayo, Cerro Colorado, Potrobayo y Tomapampa también se localizan en la cuenca Lancones y están hospedados en rocas volcánicas y volcanoclásticas de la Fm. La Bocana (Ríos et al. 2008; Valencia et al. 2017) con edades comprendidas entre 99.3 ± 0.3 y 91.1 ± 1 Ma (Cenomaniense-Turonense; edades U-Pb en circón; Winter et al. 2010).

El yacimiento de Zn-Pb-Cu-Ag María Teresa es el único conocido dentro de la cuenca Huarmey y ha sido estudiado por Vidal (1987), Steinmüller et al. (2000) y, más recientemente, por Fontboté (2019) y Pichardo et al. (2019). Este depósito se hospeda en rocas volcánicas y subvolcánicas del arco plutónico-volcánico del Cretácico Superior (Cueva et al. 2010), como se describe con mayor detalle en el apartado 3 de esta tesis. En María Teresa, Romero et al. (2008) reportaron una edad del Cretácico Superior (68 ± 6 Ma, Rb/Sr en sericita hidrotermal). Pichardo et al. (2019) realizaron estudios de geoquímica de elementos traza inmóviles para la clasificación de rocas volcánicas y subvolcánicas, y de elementos mayores para la clasificación de las alteraciones hidrotermales y su distribución mediante el uso de los índices de alteración de Ishikawa – AI – y de clorita-carbonato-pirita – CCPI.

Depósitos VMS de la cuenca Cañete incluyen Perubar, Aurora Augusta, Palma y Balducho. Estas mineralizaciones ocupan una posición estratigráfica equivalente a la de María Teresa (Acosta et al. 2019; Fontboté 2019). Estudios de clasificación de rocas volcánicas mediante geoquímica de roca total en Perubar, Cerro Lindo y Palma son presentados por Polliand (2006), Bueno Carreón y Mendoza Mondragón (2019) y Farfán et al. (2019), respectivamente. Polliand y Fontboté (2000) describen que el depósito de Zn-Pb-Ba Perubar, ubicado en el distrito minero Cocachacra, consiste en cuatro cuerpos principales de sulfuros-baritina masivos llamados Graciela, Juanita, Cecilia Norte y Cecilia Sur. Polliand et al. (2005) obtuvieron edades de 69.71 ± 0.18

y 68.92 ± 0.16 Ma (U-Pb en circón) en lavas riolíticas hospedantes de los cuerpos mineralizados de Perubar. Vidal et al. (1987) publicaron edades K-Ar en sericita de 68 ± 2 y 63 ± 2 Ma en halos de cuarzo-sericita-clorita en el depósito VMS Aurora Augusta (Ba-Zn-Pb-Cu). Farfán et al. (2019), en el yacimiento VMS de Palma (Zn-Pb) ubicado en el margen sur del valle de Lurín, atribuyeron una edad Cretácico terminal a la secuencia volcanosedimentaria hospedante de la mineralización debido a la continuidad y similitud geológica del afloramiento con la secuencia huésped del yacimiento VMS de Perubar. El yacimiento Balducho (Ba-Zn-Cu), localizado dentro del valle del río Chilca, se hospeda en pelitas metamórficas intruidas por cuerpos granodioríticos y tiene una edad de mineralización de 68 a 62 Ma según Vidal (1987) y Acosta et al. (2019). Las edades mencionadas muestran que las mineralizaciones VMS en esta región no están hospedadas en rocas volcánicas y volcanosedimentarias del Grupo Casma del Cretácico Medio (Albiense-Cenomaniense), como se creía anteriormente (Cueva et al. 2010; Fontboté 2019). Además, estos nuevos datos geocronológicos y observaciones de carácter regional llevaron a Polliand et al. (2005) a concluir que la mineralización de Perubar se emplazó en un contexto de cuenca de pull-apart en un arco plutónico-volcánico y no en una cuenca marginal, como había sido propuesto con anterioridad (Vidal 1987). Datos isotópicos de S y Sr reportados por Polliand et al. (1999) y Polliand (2006) para los depósitos Perubar, Palma y María Teresa sugieren que el principal mecanismo de precipitación de sulfuros y baritina fue la mezcla de fluidos hidrotermales de origen magmático con aguas contemporáneas del fondo marino en el subsuelo oceánico.

El análisis geocronológico realizado por Bueno Carreón (2019) indica que las edades de las riolitas hospedantes de la mineralización VMS en el yacimiento de Cerro Lindo (Zn-Cu-Pb), pertenecientes a la Fm. Huaranguillo, oscilan entre 105.7 y 106.9 ± 0.2

Ma (U-Pb en circón). La Fm. Huaranguillo pertenece al Grupo Casma (Zevallos 2000; Bueno Carreón y Mendoza Mondragón 2019). Estas edades contrastan con las del resto de yacimientos VMS en la cuenca de Cañete descritos en el párrafo anterior, los cuales estarían emplazados en rocas de edad Maastrichtiense-Daniense y no en rocas del Grupo Casma (Romero et al. 2008).

Los resultados positivos de exploración pasados y recientes indican un alto potencial para nuevos descubrimientos en la franja metalogénica de VMS, tanto al norte como en el centro de la región costera del Perú (Acosta et al. 2019; Fontboté 2019).

1.3. Elementos de alta tecnología en yacimientos tipo VMS

Existen materias primas que son consideradas críticas por organismos internacionales debido a su gran demanda, importancia económica y riesgo de suministro (Figura 3) (European Commission 2017; Foley et al. 2017; Shanks III et al. 2017).

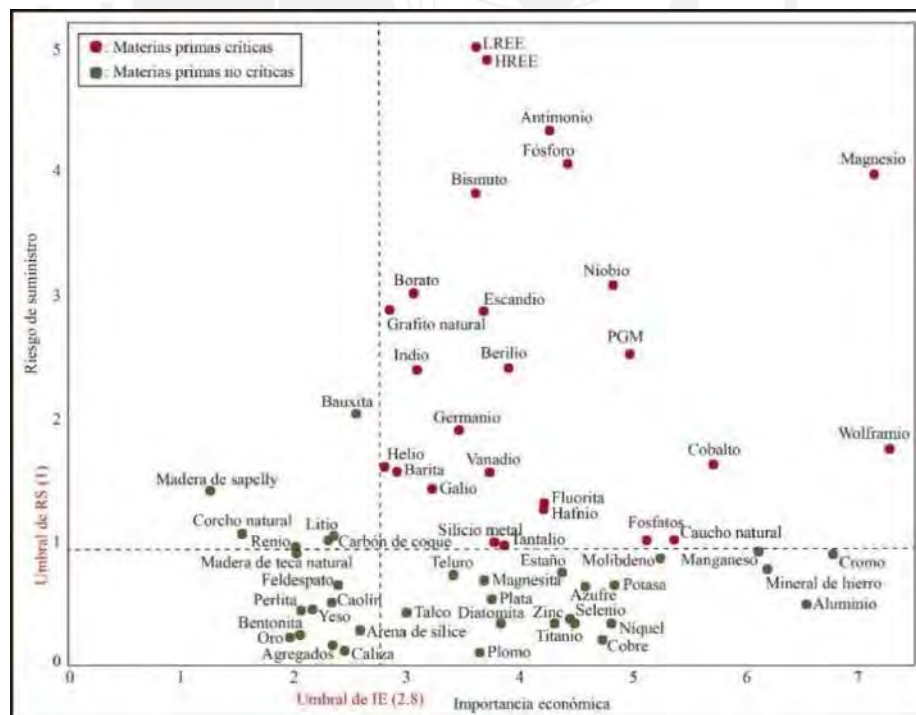


Figura 3. Diagrama de resultados de importancia económica y riesgo de suministro en la evaluación de criticidad de cada materia prima en 2017. Modificado de European Commission (2017). LREE: Elementos de tierras raras ligeras, HREE: Elementos de tierras raras pesadas, PGM: Metales del grupo del platino (excluyendo el osmio).

Dentro de las 26 materias primas identificadas como críticas por la Comisión Europea (2017) se encuentran los metales indio (In) y galio (Ga) y el metaloide germanio (Ge). Estos elementos y sus aleaciones son considerados materias primas de alta tecnología por su uso para la fabricación de dispositivos digitales y tecnologías verdes incluyendo pantallas planas y táctiles, catalizadores de polimerización, tecnología LED, circuitos integrados digitales, óptica infrarroja, aplicaciones eléctricas solares fotovoltaicas, sistemas de fibra óptica, etc. (Figura 4) (Bleiwas 2010; Butcher y Brown 2014; Melcher y Buchholz 2014; Schwarz-Schampera 2014; Frenzel et al. 2016; Foley et al. 2017; Shanks III et al. 2017).

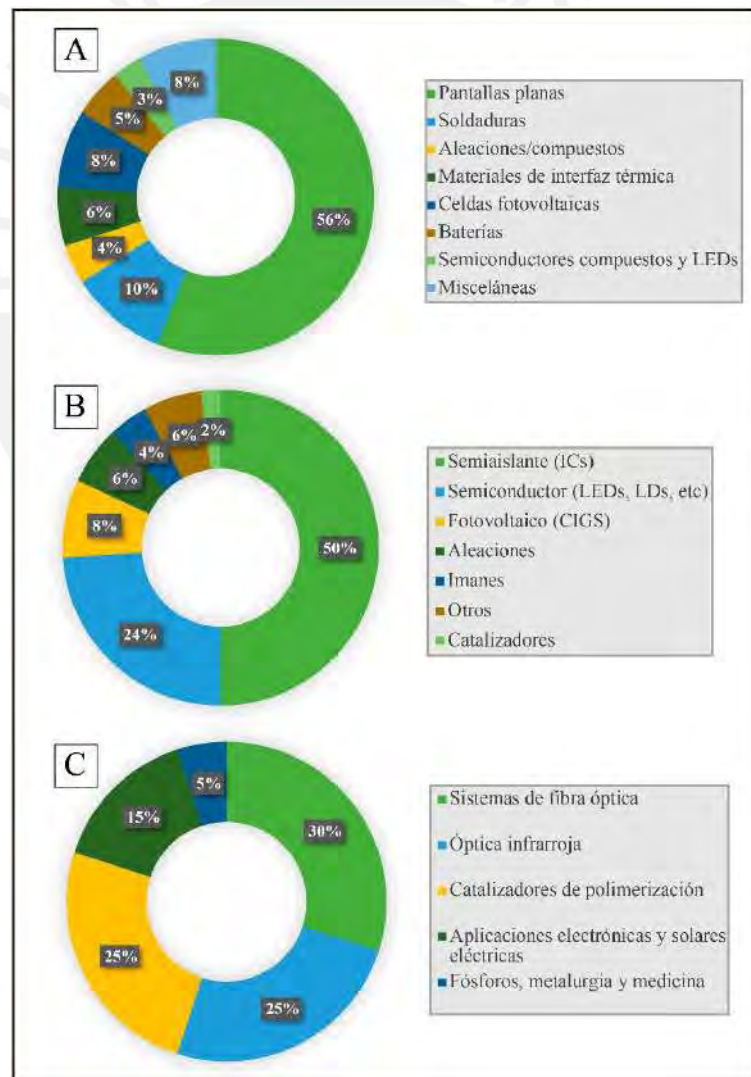


Figura 4. Principales usos de A. indio, B. galio y C. germanio en el 2010. Modificado de Butcher y Brown (2014), Melcher y Buchholz (2014) y Schwarz-Schampera (2014).

China es el mayor productor mundial de In, Ge y Ga destacando con un 48%, 80% y 80%, respectivamente, de las cuotas de suministro global en el 2020 (European Commission 2020). Los tres elementos pueden concentrarse en sulfuros y sulfosales, destacándose la esfalerita (Takeuchi et al. 1956; Bente y Doering 1995; Marcoux et al. 1996; Cook et al. 2009). Concentraciones elevadas de estos elementos han sido descritas en yacimientos tipo VMS, Mississippi Valley (MVT), xenotermiales, epitermales (incluyendo la familia de los “cordilleranos”), pórfidos de Cu (\pm Au, \pm Mo), pórfidos Sn-W, entre otros. No forman yacimientos propios y son beneficiados como subproductos de otros metales (Foley et al. 2017; Shanks III et al. 2017). Cabe resaltar que en la actualidad, el Ga se obtiene principalmente como subproducto del procesamiento de bauxita como fuente de aluminio (Foley et al. 2017). Técnicas de análisis puntual como ablación láser acoplada a espectrometría de masas con fuente de plasma de acoplamiento inductivo (LA-ICP-MS), emisión de rayos X inducida por partículas (PIXE), espectrometría de masas de iones secundarios (SIMS), entre otras, han permitido avanzar en el conocimiento del comportamiento geoquímico de estos elementos (p. ej. Schwarz-Schampera y Herzig 2002; Cook et al. 2009; Belissant et al. 2015).

Los yacimientos tipo VMS son uno de los principales aportadores de estos tres elementos tecnológicos. Belissant et al. (2015) observaron que el Ge se enriquece preferentemente en calcopirita en lugar de en la serie tennantita-tetrahedrita, y que en la esfalerita, los elementos monovalentes (Cu, Ag, Tl) favorecen la incorporación de Ge mediante sustitución acoplada. Benzaazoua et al. (2003) determinaron que el In en el depósito Neves-Corvo está alojado en estannita $[\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4]$ y estanoidita $[\text{Cu}_8(\text{Fe,Zn})_3\text{Sn}_2\text{S}_{12}]$, pero no en mawsonita $[\text{Cu}_6\text{Fe}_2\text{SnS}_8]$, mineral de composición química similar y estructura cristalina diferente, por lo que la química cristalina sería

crucial en la incorporación del In en una red mineral. Según Carvalho et al. (2018), la distribución de In en Neves-Corvo está controlada por su afinidad metalogenética (fuente favorable de In-Cu) y su afinidad cristaloquímica en esfalerita (distribución mineral favorable). Además, según estos autores, cuando la calcopirita y la esfalerita coexisten, el contenido de In en la esfalerita es de 2 a 3 veces más alto que en la calcopirita.

Frenzel et al. (2019) desarrollaron un modelo cuantitativo del comportamiento del In en los minerales de mena del yacimiento VMS de Neves-Corvo demostrando cómo las regularidades de la partición del In en diferentes minerales pueden usarse para la predicción de su comportamiento mineralógico en muestras de testigos de perforación.

Wierzbicka-Wieczorek et al. (2019) analizaron la distribución de In en los residuos mineros metalíferos de yacimientos ubicados en la Faja Pirítica Ibérica y concluyeron que este metal se enriquece significativamente en los residuos sulfurosos debido a reacciones de meteorización que promueven su movilidad y su posterior precipitación.

Frenzel et al. (2016) centraron su estudio en In, Ge y Ga, además de otro seis elementos (Ag, Cd, Co, Cu, Fe y Mn) en esfalerita notando que existen diferencias estadísticamente significativas en los contenidos de estos elementos en esfalerita de distintos tipos de yacimientos y propusieron un geotermómetro basado en la composición de elementos traza en este mineral.

Monecke et al. (2016), en base a un estimado de 600 millones de toneladas métricas (Mt) de sulfuros masivos en zonas neovolcánicas de los océanos del mundo, sugieren que la dotación de elementos menores (entre ellos In, Ge y Ga) en depósitos VMS modernos del fondo marino es limitada en comparación con recursos minerales en depósitos VMS fósiles. De acuerdo a estos autores, la viabilidad económica de operaciones mineras que explotan depósitos exhalativos en fondos oceánicos actuales

dependerá del contenido de metales base y preciosos, mas no de su contenido de elementos menores.

1.4. Problemática

Se han realizado muy pocos estudios de elementos menores y traza en yacimientos metálicos de los Andes centrales del Perú (Soler 1987; Benites et al. 2019). No existen datos publicados sobre los contenidos de metales estratégicos en el yacimiento de María Teresa ni en otros yacimientos VMS peruanos, a pesar de que se sabe que yacimientos de esta tipología pueden contener concentraciones económicas de metales estratégicos (p. ej. principal tipo de yacimiento fuente de In y Ge, y en menor proporción de Ga) potencialmente explotables como subproductos. Además, no existen guías de exploración para In, Ge y Ga en yacimientos de la franja metalogenética de VMS de la región costera del Perú. Por otro lado, según el Servicio Geológico de los Estados Unidos (2020), en el 2019 Perú produjo un estimado de 10 toneladas métricas de producto refinado de In (principalmente a partir de esfalerita) que representa aproximadamente el 1% de la producción total mundial. Muchos subproductos metálicos son de interés marginal para la mayoría de las empresas mineras aun cuando se conoce el gran potencial para generar ingresos adicionales significativos, así como por su importancia para la economía global y la alta probabilidad de su escasez en el futuro (Wellmer et al. 1990; Nassar et al. 2015; European Commission 2017; Frenzel et al. 2017).

1.5. Objetivos del trabajo

Objetivo general:

Evaluar el potencial de metales críticos o de alto interés tecnológico (In, Ge y Ga) en el yacimiento tipo VMS de María Teresa.

Objetivos específicos:

1. Caracterizar petrográficamente la mineralización y elaborar secuencias paragenéticas para diferentes sectores y estilos de mineralización en el yacimiento VMS de María Teresa;
2. Analizar la concentración de elementos mayoritarios, minoritarios y traza de sus principales minerales de mena;
3. Comprender los mecanismos de incorporación de estos elementos en la estructura de los sulfuros; y
4. Establecer patrones de distribución de elementos tecnológicos a lo largo de la secuencia paragenética y de los cuerpos de sulfuros.

1.6. Hipótesis

De acuerdo a la literatura revisada, se plantean las siguientes hipótesis:

1. El In será el metal estratégico más abundante en el yacimiento de María Teresa, y su concentración es mayor en esfalerita y calcopirita, especialmente en aquellos sectores con menas ricas en Cu.
2. El Ge se concentra preferentemente en calcopirita en lugar de hacerlo en cobres grises debido a una mayor afinidad por Fe^{3+} (tetraédrico) que por As^{3+} y Sb^{3+} .
3. En esfalerita, los elementos como Cu, Ag y Tl pueden facilitar la incorporación de Ge mediante sustitución acoplada.
4. En esfalerita, la concentración de In se correlaciona positivamente con Cu, corroborando una sustitución acoplada, mientras que su correlación con Fe es nula.
5. El contenido de In en la esfalerita puede ser, en promedio, 2 a 3 veces más alto que en la calcopirita cuando estas dos fases minerales coexisten.
6. Enriquecimientos tectonometamórficos de In pueden distorsionar la concentración original descrita entre fases coexistentes.

7. La concentración de In aumenta, mientras que las concentraciones de Ga y Ge disminuyen al aumentar la temperatura de cristalización de la esfalerita y, en general, del cuerpo mineralizado.

1.7. Justificación

Perú es un productor destacado de In (Anderson 2020) y probablemente también de Ge y Ga. Actualmente estos tres elementos son considerados críticos para la economía mundial (European Commission 2017; Foley et al. 2017; Shanks III et al. 2017). La importancia estratégica que tienen las tecnologías que usan estos tres elementos radica en la promoción de la generación de energía a partir de fuentes renovables como el sol, el agua y el viento, los cuales son considerados como recursos “inagotables”. Rebajar el impacto ambiental y social causados por el cambio climático, el incremento del costo de los combustibles fósiles y el aumento de la dependencia energética son objetivos prioritarios a escala global que dependen de un adecuado suministro de una gran variedad de materias primas de origen mineral (Bleiwas 2010). María Teresa y otros yacimientos tipo VMS en el Perú podrían aportar a la producción mundial de productos refinados de In, Ge y Ga. Para ello se debe invertir en investigación básica y aplicada en torno a su distribución y expresión mineralógica. Para ayudar al desarrollo de Perú como futuro productor de metales críticos, aquí realizamos el primer estudio de elementos estratégicos (In, Ge y Ga) en menas de depósitos VMS peruanos; además, proponemos vectores guías a partir del patrón de distribución espacial de elementos traza en la esfalerita en cuerpos con zonación metalífera. Por otro lado, los procesos geometalúrgicos y de minado podrían optimizarse y ser mejor aprovechados conociéndose las características texturales y mineralógicas de las distintas menas asociadas a los yacimientos de sulfuros masivos volcanogénicos potencialmente portadoras de In, Ge y Ga.

2. CONTEXTO GEOGRÁFICO Y GEOLÓGICO

2.1. Contexto geográfico

La unidad minera María Teresa se ubica en el distrito de Huaral (Figura 5), provincia de Huaral, departamento de Lima. Se encuentra localizada a 11 km al noroeste de la ciudad de Huaral y 85 km al norte de la ciudad de Lima, a una altitud entre 120 a 400 m.s.n.m. y en las siguientes coordenadas UTM WGS84: 251366 m E, 8728382 m N – Zona 18L. El acceso a la zona desde el centro de la ciudad de Lima se logra en 2 horas a través de la carretera Panamericana Norte hasta el Óvalo Chancay-Huaral. Se prosigue mediante la carretera Huaral-Chancay llegando al centro poblado Quepepampa y pasando por los centros poblados Cerro La Culebra y Nueva Estrella. A través de una carretera asfaltada y afirmada, se finaliza en Cerro La Mina en la zona Paraje Jecuán, dónde se ubica la unidad, en aproximadamente 30 min.

La mina se ubica en laderas de llanura aluvial correspondientes a la parte más baja del río Chancay-Huaral. En el área no existen quebradas profundas ni conos de deyección. El clima del área es seco y semicálido con temperaturas mensuales promedio que varían entre 14.6 y 26.7 °C, y una variabilidad moderada en la precipitación anual. Durante la época húmeda, la precipitación pluvial anual promedio en la parte alta de la cuenca se estima entre 306 y 486 mm, mientras que en la parte baja de la cuenca se estima entre 23 y 34 mm (GEOMECANICA LATINA S.A. 2017).



Figura 5. Mapa de ubicación geográfica de la unidad minera María Teresa. Mapa principal de la figura a escala 1/500,000. Modificado de Lazo (2012).

2.2. Contexto geológico

2.2.1. Contexto geodinámico de las mineralizaciones tipo VMS en Perú

La subducción rápida y oblicua de la placa del Farallón por debajo de la placa Sudamericana a lo largo del margen costero peruano durante el Cretácico tardío derivó en un importante periodo de magmatismo de arco y de formación de cuencas volcanosedimentarias con altas tasas de subsidencia (Cobbing 1978; Gordon y Jurdy 1986; Jaillard 1994). Esta serie de sucesos desarrolló la Cuenca Peruana Occidental (“*Western Peruvian Trough*” – WPT por sus siglas en inglés) coetáneamente al emplazamiento de numerosas intrusiones entre ~100 y 30 Ma, que conformaron el actual Batolito de la Costa de Perú (Atherton et al. 1983; Mukasa 1986; Soler y Rotach-Toulhoat 1990). La WPT comprende tres

cuencas principales conocidas como Lancones, Huarmey y Cañete, dentro de las cuales se ubican distintos yacimientos tipo VMS como Tambogrande, María Teresa, Aurora Augusta, Perubar, Palma, Balducho y Cerro Lindo (Figura 6A) (Cobbing 1978; Atherton et al. 1983).

La formación de la cuenca Lancones y los yacimientos VMS que aloja (p.ej., Tambogrande), se encuentra relacionada tectónicamente con la ruptura de Gondwana, que culminó con la apertura del océano Atlántico Sur en el Cretácico temprano (Scotese 1991). El “*rifting*” y la formación de la cuenca marginal Lancones fueron causados por subducción de alto ángulo (“*steep subduction*”) y retroceso de la trinchera o “*slab roll-back*” (Winter et al. 2010). Esto fue seguido de la depositación de secuencias sedimentarias marinas y la erupción de grandes volúmenes de rocas volcánicas toleíticas de composición predominantemente basáltica (Benavides-Cáceres 1999; Winter et al. 2004). La apertura de la cuenca Lancones en el Albiense puede haber estado relacionada a componentes de cizalla dextral y rotación horaria durante la acreción del terreno alóctono Amotape (Winter et al. 2002, 2010).

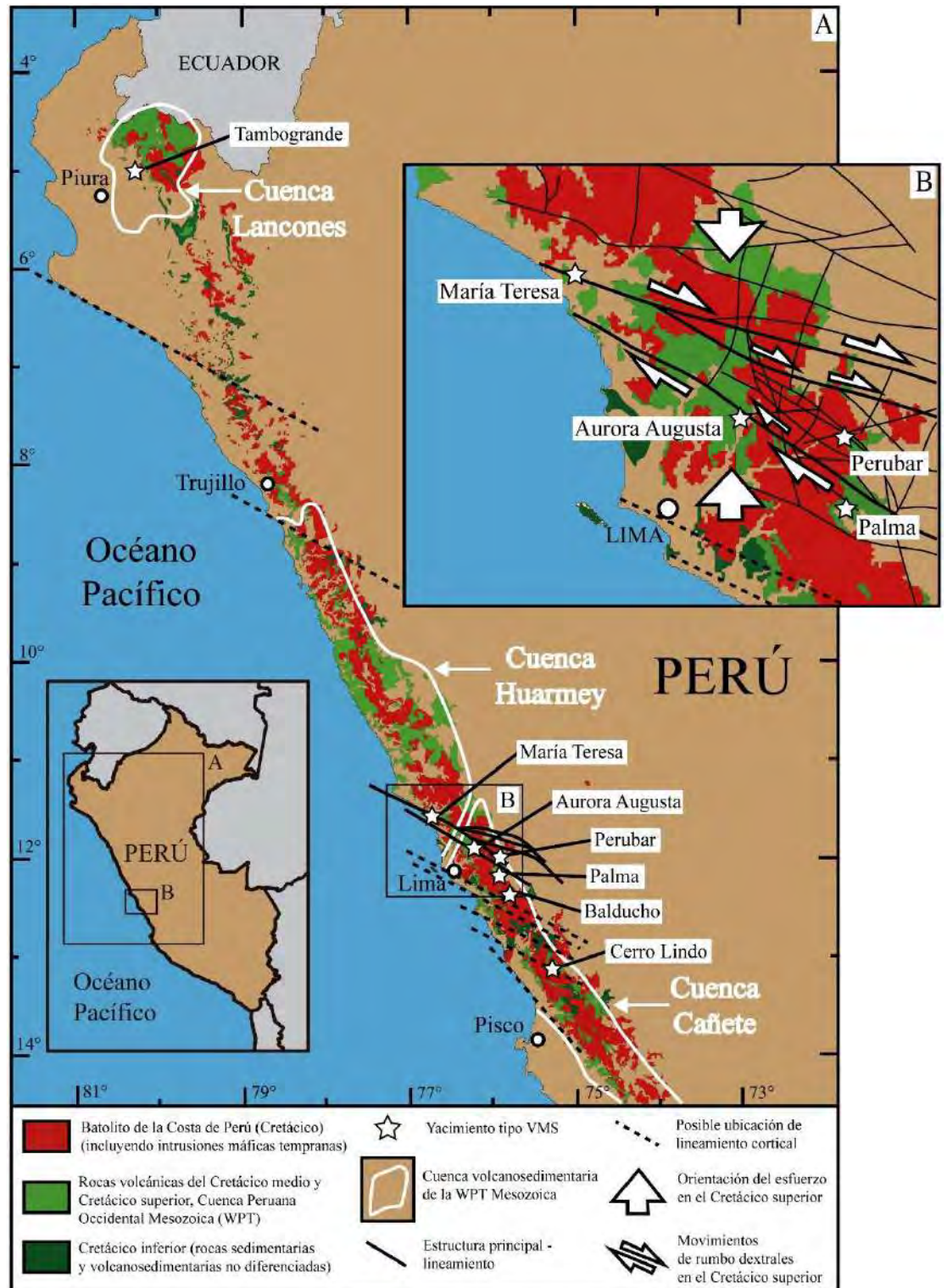


Figura 6. A. Mapa geológico de la WPT del Mesozoico y del Batolito de la Costa de Perú mostrando la ubicación de los principales yacimientos tipo VMS y las cuencas volcanosedimentarias relacionadas. B. Interpretación de los principales lineamientos y estructuras presentes entre las cuencas Huarmey y Cañete. Modificado de Polliand (2006).

En la cuenca de Cañete, la presencia de fallas sinsedimentarias observadas en el depósito de Perubar definen una estructura en forma de rombo, lo que sugiere la formación de una cuenca “*pull-apart*” extensional dentro del arco plutónico-volcánico (Figura 6B) (Polliand et al. 2005). La convergencia oblicua de la placa de Farallón junto a la presencia de extensos lineamientos corticales, reflejan una tectónica transcurrente dextral que dio lugar a subsidencia de cuenca, volcanismo submarino y actividad plutónica en el Cretácico tardío a lo largo del margen peruano costero central (Duncan y Hargraves 1984; Gordon y Jurdy 1986; Pardo-Casas y Molnar 1987). La mineralización en Perubar y en otros depósitos tipo VMS asociados a la WPT en el Maastrichtiense está asociada espacial y temporalmente con estos eventos tectonomagmáticos a lo largo de lineamientos corticales de orientación noroeste (Polliand et al. 2005; Fontboté 2019). La ausencia de circones proterozoicos heredados sugiere la ausencia de un basamento antiguo por debajo de la WPT, contrariamente a la existencia de un basamento precámbrico en el Macizo de Arequipa, en el sur de Perú (Mukasa 1986; Polliand et al. 2005; Polliand 2006; Fontboté 2019).

Varios autores (Atherton et al. 1983, 1985; Atherton y Webb 1989; Atherton 1990; Atherton y Aguirre 1992; Cueva et al. 2010) proponen que la WPT estuvo asociada con la formación de una cuenca marginal extensional con “*rifting*” abortado durante el Albiense-Cenomaniense. Este modelo enmarcaría la depositación de las rocas del Grupo Casma, incluyendo las de la Fm. Huaranguillo que aloja el yacimiento de Cerro Lindo y que se asocia a un ambiente extensional marino en las primeras fases de “*rifting*” (Bueno Carreón 2019). No obstante, este modelo no es aplicable para la mineralización hospedada en las secuencias volcanosedimentarias de la WPT entre Trujillo y

Pisco, en base a los estudios geocronológicos realizados por Polliand et al. (2005; ver sección 1.2 en esta tesis). De acuerdo con Soler (1991) y Jaillard (1994), las secuencias volcanosedimentarias del Grupo Casma también están probablemente asociadas a cuencas de tipo “*pull-apart*” en la zona de arco volcánico que habrían migrado progresivamente hacia el E junto con el arco, desde el Albiense hasta el Maastrichtiense (Polliand et al. 2005). La firma calcoalcalina de las rocas hospedantes, la relación espacio-temporal con un arco magmático y el ambiente tectónico transpresivo constituyen los principales rasgos geológicos en los yacimientos María Teresa, Aurora Augusta, Perubar, Palma y probablemente también Balducho (Polliand et al. 2005; Fontboté 2019).

2.2.2. Geología del yacimiento de María Teresa

En la actualidad, el yacimiento de María Teresa cuenta con un volumen estimado de 16 Mt y tiene una producción anual de 594,000 TM con 5.8% Zn, 1% Cu, 0.72% Pb y 1.95 oz Ag/TM. La producción acumulada hasta diciembre de 2017 es de 9.5 Mt con 7.44% Zn, 0.49% Cu, 1.39% Pb y 4.02 oz Ag/TM. Las reservas actuales son del orden de 1.76 Mt con 4.27% Zn, 0.36% Cu, 0.59% Pb y 1.39 oz Ag/TM, mientras que los recursos actuales son del orden de 5.3 Mt con 6.37% Zn, 1.04% Cu, 0.65% Pb y 1.86 oz Ag/TM (Minera Colquisiri, reportes internos no publicados).

La litología principal en el yacimiento VMS bimodal félsico de Zn-Pb-Cu-Ag de María Teresa comprende rocas volcánicas de composición andesítica basáltica a andesítica con textura afanítica localmente porfirítica, así como rocas volcánicas félsicas en menores proporciones (Pichardo et al. 2019). Se observan además texturas amigdaloides, autobrechas y lavas almohadilladas. Los depósitos de rocas volcánicas son sub-horizontales y buzan ligeramente hacia el oeste. La

secuencia volcánica es cortada por diques subverticales de dirección N150E con composiciones andesíticas, dacíticas y riódacíticas (Figura 7). Las rocas y diques son de afinidad calco-alkalina (Pichardo et al. 2019). Al este del yacimiento afloran cuerpos de granodiorita, diorita y tonalita alineados en la misma dirección que los diques. A nivel tectónico, la falla subvertical El Abra, de orientación N160E, desplaza el sector Calera unos 500 m hacia el sur con respecto al sector Mina 2 y Bubulina. La falla inversa Sofía, ubicada en Calera y de orientación N140E, desplaza unos 90 m el bloque oeste sobre el este en sentido vertical (Figura 8).

La mineralización metálica en María Teresa comprende lentes irregulares de sulfuros masivos de orientación N150E (Figura 7). Subyacente a estos cuerpos se encuentran zonas de vetillas formando estructuras “*stockwork*” asociadas con abundante sericita, interpretadas como canales de alimentación (“*feeders*”). La mineralización masiva se dio principalmente por reemplazamiento de la secuencia volcánica principal y de sills de composición andesítico-basáltica y andesítica, y localmente también de diques (Pichardo et al. 2019). La pirita es el sulfuro más abundante en María Teresa, y la esfalerita, la calcopirita, la galena y los cobres grises aparecen como componentes mayoritarios. En menor proporción se han identificado otros minerales como bournonita, boulangerita, arsenopirita, enargita, covelita, bornita, digenita, luzonita-famatinita, pirrotina, magnetita, acantita, molibdenita, jamesonita, pirargirita y tsumoita. (Anglo Peruviana Terra 2015a, b). La baritina presente es bandeada y de grano fino-medio a escala centimétrica con intercalaciones de capas de chert (Steinmüller et al. 2000; Pichardo et al. 2019).

Sofía D es el principal cuerpo de sulfuros masivos y presenta una zonación de Cu a Zn-Pb-Ba de piso a techo (Figura 8). Al piso de los lentes de sulfuros se presenta una intensa sericitización \pm silicificación que pasa gradualmente en profundidad a una zona de piritización y cloritización. Al techo de los cuerpos, la alteración presenta ensambles de epidota, albita, clorita, carbonatos y piritita. La perforación diamantina debajo de los cuerpos de sulfuros masivos ha interceptado tramos con vetillas de cuarzo y mineralización de baja ley, además de segmentos sericitizados que corresponden a zonas de alimentación subverticales (Pichardo et al. 2019).

Cerca de las intrusiones granodioríticas ubicadas al este (Figura 7 y Figura 8), las rocas encajonantes alteradas a sericita han sido afectadas por metamorfismo de contacto, dando lugar a texturas “moteadas” con porfiroblastos de cordierita, granate, biotita, flogopita y actinolita; además, se observa pirrotina como producto de metamorfismo de la piritita (Pichardo et al. 2019), lo cual también se observó en Perubar (Polliand et al. 1999). La alteración sericítica dominante, la abundancia de tetrahedrita-tennantita y la presencia de enargita sugieren que los fluidos hidrotermales ascendentes eran ácidos y oxidantes, en parte de origen magmático, y luego se mezclaron con fluidos más fríos en cierto paleonivel subhorizontal de la secuencia volcánica definiendo un “horizonte prospectivo” para la exploración a escala del distrito (Fontboté 2019; Pichardo et al. 2019).

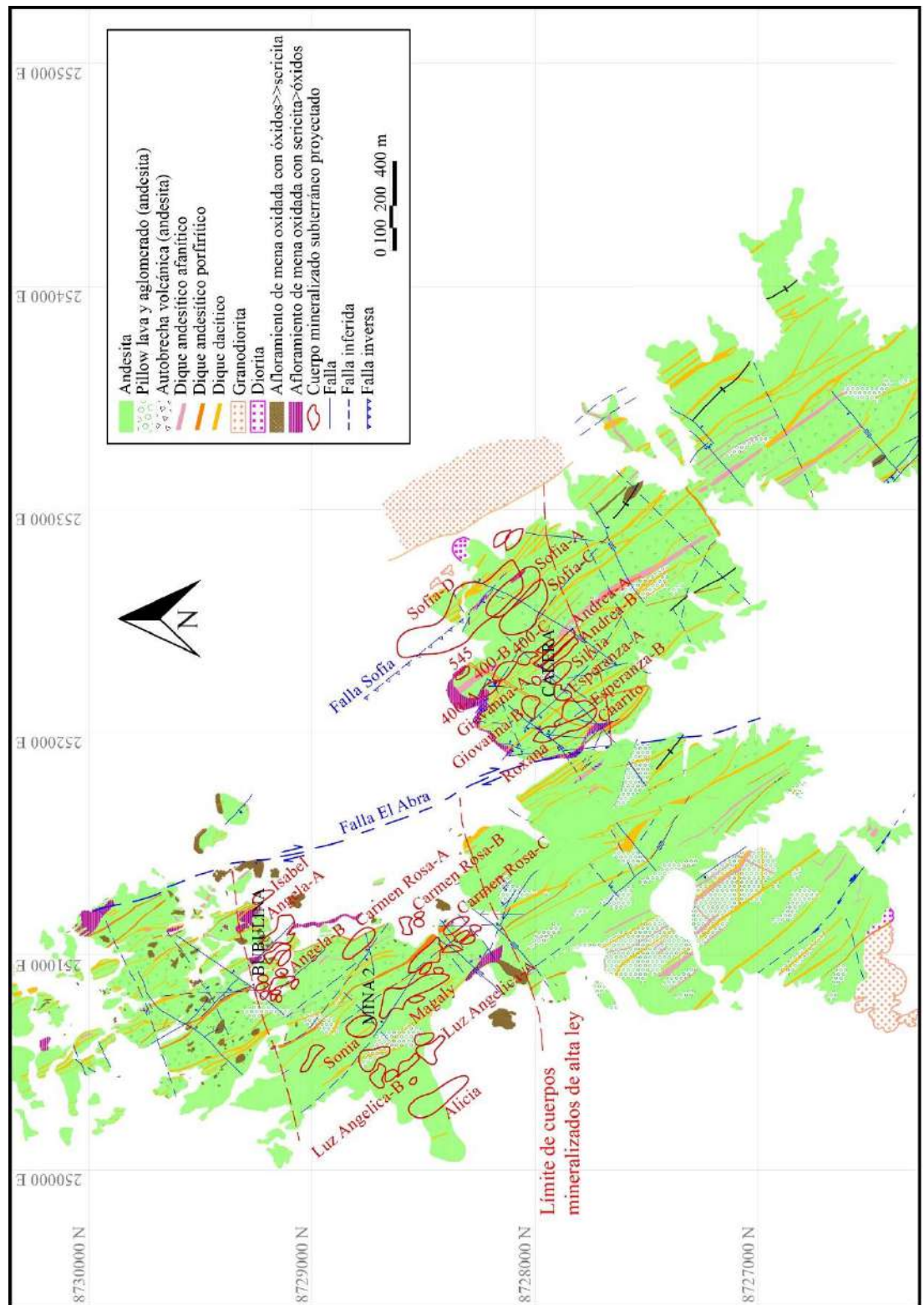


Figura 7. Mapa geológico del yacimiento tipo VMS María Teresa. Modificado de COLQUISIRI S.A. (2018).

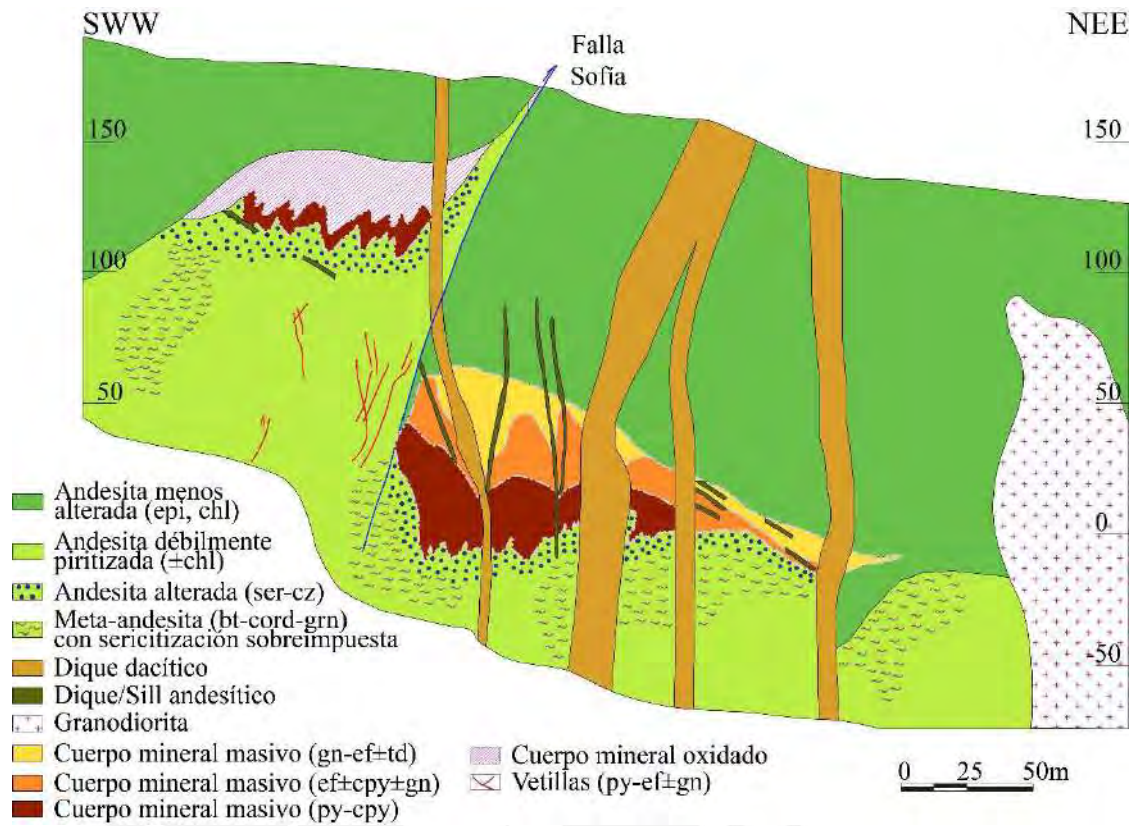


Figura 8. Sección esquemática representativa del cuerpo Sofia D en el yacimiento VMS María Teresa. Modificado de documentos no publicados de Minera Colquisiri. Abreviaciones: bt: biotita; chl: clorita; cord: cordierita; cpy: calcopirita; cz: cuarzo; ef: esfalerita; epi: epidota; gn: galena; grn: granate; py: pirita; ser: sericita; td: tetraedrita.

3. MUESTREO Y TÉCNICAS ANALÍTICAS

3.1. Muestreo y preparación de las muestras

Se recolectaron 27 muestras a partir de sondajes diamantinos del yacimiento María Teresa. Del sector Calera-cuerpo Sofía D-sección 300 se extrajeron la mayoría de muestras ($n = 17$), ya que esta sección representa mejor a Sofía D, que es el principal cuerpo de sulfuros masivos y presenta una zonación metalífera y mineralógica muy definida. Las otras zonas muestreadas fueron Calera/Sofía D/-340, Calera/Sofía D/-500, Calera/Sofía D/-540, Calera/Sofía D oeste/-700, Bubulina/Ángela B/1050 y Bubulina/Bubulina/1180. El Anexo A contiene la lista de muestras estudiadas, así como sus coordenadas, profundidad, altitud (m.s.n.m), sector-cuerpo mineralizado-sección, mineralogía y descripción de campo de los sondajes extraídos.

3.2. Técnicas analíticas

3.2.1. Microscopía óptica de luz reflejada

Se fabricaron 36 secciones pulidas en las instalaciones del laboratorio QEMSCAN en la Sección Ingeniería de Minas de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). Estas preparaciones han sido estudiadas mediante un microscopio petrográfico marca “Zeiss Primotech” de polarización con luz reflejada equipado con una cámara digital. Fichas individuales con la petrografía de cada sección pulida estudiada quedan recogidas en el Anexo B. Además de las muestras de María Teresa, se estudiaron muestras de los yacimientos tipo VMS encajados en secuencias de arco de Perubar (5 secciones pulidas) y Palma (5 secciones pulidas) de Perú, y Cerro de Maimón (1 sección pulida) de República Dominicana (Torró et al. 2016), con el objetivo de comparar los resultados obtenidos.

3.2.2. Microscopía electrónica de barrido (SEM-EDS)

Una selección de las secciones pulidas ha sido estudiada también mediante espectroscopía de rayos X de energía dispersiva (EDS) a través de un microscopio electrónico de barrido (SEM) VEGA II XMU Tescan equipado con un sistema de microanálisis Bruker QUANTAX EDS en el Laboratorio de Caracterización Mineralógica BIZALAB. Las condiciones de operación para los análisis fueron 20 keV de voltaje de aceleración y 5 nA. Las imágenes fueron obtenidas en modo de electrones retrodispersados (BSE). En el Anexo C se muestran algunos análisis representativos de SEM-EDS.

3.2.3. Microsonda electrónica (EPMA)

La composición química puntual de los sulfuros presentes en las muestras se analizó mediante espectroscopía de rayos X de dispersión de longitud de onda (WDS) a través de una microsonda electrónica con un equipo JEOL JXA-8230 equipada con cinco espectrómetros en los Centros Científicos y Tecnológicos de la Universidad de Barcelona (CCiT-UB). El equipo fue operado con un voltaje de aceleración de 20 kV, haz de corriente de 20 nA y diámetro del haz de 5 μm . En la **Error! Reference source not found.** se enumeran las líneas espectrales de análisis y los estándares usados para la medición y calibración de cada elemento. En el Anexo D se muestran análisis representativos de EPMA.

Tabla 1. Líneas espectrales y estándares usados para la medición y calibración de cada elemento.

Elemento	Línea espectral	Estándar
Sb	La	Sb
In	Lb	In ₂ Se
S	Ka	Esfalerita
Pb	Ma	PbS
As	Lb	GaAs
Fe	Ka	FeS ₂
Cu	Ka	Calcopirita
Zn	Ka	Esfalerita
Ga	Ka	GaAs
Ge	Ka	Ge
Cd	Lb	CdS
Ag	La	Ag
Sn	La	Sn

3.2.4. Ablación láser ICP-MS

El análisis de las concentraciones de elementos traza en sulfuros se llevó a cabo en ETH Zürich, Suiza, mediante ablación láser acoplada a espectrometría de masas de sector magnético con fuente de plasma de acoplamiento inductivo (LA-ICP-SF-MS) utilizando un sistema láser excimer ArF RESolution S-155 (ASI/Applied Spectra) a 193 nm conectado a un ICP-MS de Sector Magnético Element XR (Thermo). Se utilizó una tasa de repetición láser de 3 Hz, un diámetro de spot de 19 μm y una densidad de energía láser en muestra de aprox. $2.5 \text{ J}\cdot\text{cm}^{-2}$. La superficie de muestra se limpió inmediatamente antes de cada análisis mediante tres pulsos de pre-ablación. La ablación se realizó en una celda de ablación S-155 de lavado rápido de doble volumen (Laurin Technic) fluida con gas portador que consta de aprox. $0.5 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ de He y gas de reposición que consiste en aprox. $1 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ de Ar y $2 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$ de N₂. El aerosol ablacionado se homogenizó mediante un lavado a través de un dispositivo “squid” antes de introducirse en el plasma.

El instrumento ICP-MS está equipado con una bomba de interfaz de alta capacidad ($80 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$) para lograr, en combinación con un muestreador de chorro

y conos H-skimmer normales, una eficiencia de detección (basada en U en vidrio NIST SRM612) en el rango de 2% (Guillong et al. 2020). El instrumento fue optimizado para una sensibilidad máxima en todo el rango de masas, manteniendo baja la producción de óxidos ($^{248}\text{ThO}^+ / ^{232}\text{Th}^+ \leq 0.15\%$) y una relación U/Th de aprox. 1 (en vidrio NIST SRM612). La lista de isótopos analizados y los tiempos de permanencia correspondientes se proporcionan en el Anexo E. Se adquirieron un total de 68 escaneos de masa (aprox. 0.72 s por cada tiempo de barrido) durante aprox. 50 s de medición (25 s de medición de fondo seguida de 25 s de ablación de muestra).

Para los análisis de elementos traza en galena y cobres grises hemos utilizado un sistema láser excimer ArF Coherent Compex Pro 102-F a 193 nm conectado a un ICP-MS de cuadrupolo NexION 2000. La ablación se realizó en una celda personalizada Plexiglas de volumen individual diseñada internamente para soportes epoxi de 1 pulgada, fluida con gas portador consistente en aprox. $1.0 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ de He. El gas de reposición, que consiste en aprox. $1 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ de Ar, se mezcló aguas abajo de la celda de ablación. Hemos utilizado el mismo conjunto de parámetros de ablación que para los otros análisis de sulfuro, excepto un diámetro de spot más grande ($30 \mu\text{m}$). El instrumento ICP-MS fue optimizado para cumplir los mismos requisitos mencionados anteriormente, con la excepción de una tasa de producción de óxidos más alta (relajada a $^{248}\text{ThO}^+ / ^{232}\text{Th}^+ \leq 0.5\%$) considerando el diseño diferente de la celda de ablación. También se analizó la misma lista de elementos que en la rutina descrita anteriormente, pero con diferentes tiempos de permanencia (ver detalles en el Anexo F). Se adquirieron un total de 110 escaneos de masa (aprox. 0.59 s por

cada tiempo de barrido) durante aprox. 65 s de medición (40 s de medición de fondo seguida de 25 s de ablación de muestra).

Las intensidades resultantes se procesaron posteriormente fuera de línea con la versión independiente 1.3.2 del programa SILLS. El análisis de inclusiones minerales requiere la visualización de cada señal de inclusión y la posibilidad de seleccionar intervalos de integración para el fondo (blanco de gas), mineral hospedante e inclusiones de forma precisa y flexible (Guillong et al. 2008). El polvo prensado de sulfuro MASS-1 (antiguo PS-1; Wilson et al. 2002) se utilizó como material de referencia principal para la cuantificación de elementos traza y la corrección de deriva instrumental utilizando el horquillado de muestra estándar convencional. El Cu (para calcopirita y cobres grises), Zn (para esfalerita) y Pb (para galena) obtenidos mediante microsonda electrónica se utilizaron como patrones internos para las correcciones de sensibilidad relativa. Los datos de concentraciones, límites de detección y errores son reportados en el Anexo G.

La reproductibilidad analítica se verificó mediante mediciones repetidas de los materiales de referencia de vidrio GSD-1G (Guillong et al. 2005) y NIST SRM610 (Jochum et al. 2011), y varía entre 10 y 30% relativo (2σ) para la mayoría de los elementos. Las incertidumbres citadas para cada análisis individual corresponden al error estadístico interno (2σ) y la reproducibilidad analítica propagada por adición cuadrática. La precisión se controló mediante mediciones repetidas del polvo prensado de sulfuro UQAC-FeS-1 (datos no publicados de Savard 2018; ver también Baumgartner et al. 2020). Los resultados (reportados en el Anexo G) muestran que las mediciones son precisas dentro de las incertidumbres calculadas.

4. RESULTADOS

4.1. Mineralogía y texturas

La mineralogía metálica en las muestras de mena estudiadas del yacimiento de María Teresa está constituida mayoritariamente por pirita, esfalerita, galena y calcopirita. En proporciones menores también contienen arsenopirita y Fe-tennantita, y en proporciones mucho menores, tetrahedrita (variedad argentotetrahedrita), Zn-tetrahedrita, covelita, cubanita, magnetita, pirrotina, plata aurífera, polibasita, boulangierita y bournonita.

Mineralización hidrotermal

El cuerpo de sulfuros masivos de Sofía D (zona Calera) presenta una zonación mineral y metalífera que incluye i) un núcleo de pirita masiva (Figura 9A) rodeado por ii) una zona de calcopirita y a su vez, iii) por una zona más externa de esfalerita-galena (Figura 9B-H). En cambio, el cuerpo Bubulina (zona Bubulina) no muestra una zonación clara, sino que está conformado principalmente por agregados masivos y semimasivos de pirita y esfalerita (Figura 9I). La zonación definida anteriormente para el cuerpo de Sofía D coincide a grandes rasgos con la zonación característica que describen los cuerpos de sulfuros masivos que han experimentado “*zone refining*” (Eldridge et al. 1983; Large 1992; Hannington et al. 1998; Almodóvar et al. 2019).

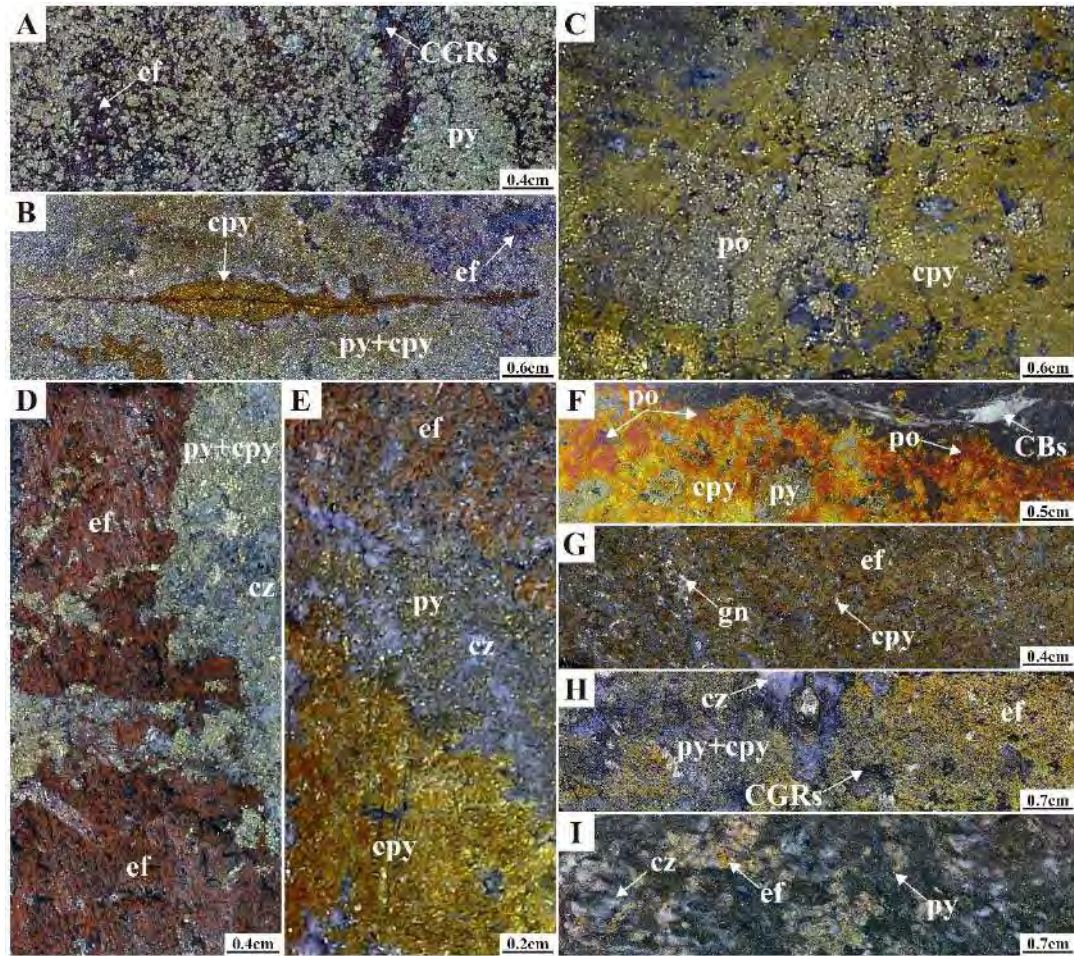


Figura 9. Fotografías de muestras de mano de los cuerpos Sofía D (A-H) y Bubulina (I). A) Cristales de pirita en matriz de esfalerita y cobres grises. B) Ensamble de esfalerita marrón de grano medio y pirita cortado por vetillas discontinuas de calcopirita. C) Playas de pirita bordeadas por calcopirita de grano medio a grueso. D) Agregados y vetillas de pirita y cuarzo cortando un agregado masivo de granos de esfalerita centimétricos de color pardo rojizo. E) Ensamble de esfalerita marrón gruesa, calcopirita, pirita y cuarzo. F) Ensamble de pirita, calcopirita y pirrotina (parcialmente oxidada) en contacto con intrusivo dacítico; este último presenta venillas de carbonatos. G) Esfalerita semi-masiva de color marrón con diseminaciones de galena y calcopirita. H) Esfalerita amarilla intercrecida con cobres grises, pirita y cuarzo. I) Agregados de esfalerita amarilla a beige de grano medio con cuarzo y pirita fina diseminada en matriz volcanoclástica. Abreviaciones: CBs: carbonatos; CGRs: cobres grises; cpy: calcopirita; cz: cuarzo; ef: esfalerita; gn: galena; po: pirrotina; py: pirita.

En el cuerpo de sulfuros masivos de Sofía D, la pirita forma cristales anhedrales a subhedrales típicamente microfracturados (textura cataclástica con estructuras de estallido “*blow-apart*”; Figura 10A) con tamaños de hasta 600 μm . La arsenopirita forma cristales subhedrales a euhedrales parcialmente fragmentados. Los granos de pirita y arsenopirita presentan contactos mutuos rectilíneos a curvos laxos por lo que se

interpreta que co-cristalizaron en equilibrio. Tanto los cristales de pirita como los de arsenopirita muestran bordes corroídos que, al igual que el espacio intersticial entre estos y las microfracturas, han sido rellenados por esfalerita, galena, cobres grises y calcopirita (Figura 10A). El ensamble galena-esfalerita se presenta en forma de masas anhedrales con contactos mutuos rectos a curvados y suavizados entre ambos sulfuros. Tanto la galena como la esfalerita presentan evidencias de reemplazamiento mutuo en las muestras estudiadas, lo que sugiere una importante etapa de co-cristalización (Figura 10B). No obstante, localmente se observa reemplazamiento de esfalerita por galena, que también aparece como relleno de fracturas en esfalerita (Figura 10C). La galena presenta intercrecimientos con sulfosales de Cu, Pb y Ag tales como Fe-tennantita, Zn-tetrahedrita, argentotetrahedrita, bournonita y boulangierita (Figura 10B). Las masas de cobres grises se encuentran intercrecidas con esfalerita (Figura 10D) y de manera puntual, con polibasita en intersticios de pirita (ver Anexo C, muestra 2019-MT-009). Texturalmente, la esfalerita se presenta i) como agregados masivos libre de inclusiones minerales (Figura 10C-D); y ii) conteniendo finas diseminaciones orientadas de calcopirita (calcopiritosis; Figura 10E) principalmente hacia los dominios inferiores del cuerpo (i.e., hacia la zona de calcopirita), donde la esfalerita ha sido reemplazada por calcopirita (Figura 10F). La calcopirita contiene algunas exsoluciones lamelares rectilíneas y orientadas de cubanita de hasta 600 μm de longitud (Figura 10G). De manera puntual se han identificado relictos de pirrotina extensamente reemplazados por calcopirita (Figura 10H). Muy localmente se han observado minúsculos cristales de plata aurífera acompañados de calcopirita en microfracturas dentro de arsenopirita (Figura 10I; ver Anexo C, muestra 2019-MT-011B).

El cuerpo de Bubulina consiste principalmente en cristales anhedrales a subhedrales de pirita de hasta 700 μm y proporciones mucho menores de arsenopirita que han sido

reemplazados por esfalerita masiva intercrecida con galena (Figura 11A-B). La galena y la esfalerita muestran texturas de reemplazamiento “bidireccional”, lo que sugiere, al igual que en Sofía D, una importante etapa de co-cristalización (Figura 11C). El ensamble esfalerita-galena y los cristales de pirita y arsenopirita han sido reemplazados parcialmente por cobres grises (Fe-tennantita) (Figura 11B, D-E). La porosidad y microfracturas en los granos de pirita están rellenas por galena, cobres grises, esfalerita y calcopirita (Figura 11F). Localmente, la esfalerita presenta inclusiones orientadas de calcopirita (Figura 11B-E).

Mineralización por metamorfismo de contacto

En el cuerpo Sofía D se presentan texturas tipo espuma (“*foam*”) o de recocado (“*annealing*”) con generación ubicua de puntos triples a $\sim 120^\circ$ en los contactos entre cristales de pirita (Figura 10E) o de otros minerales con pirita (Figura 10J). Esta textura es interpretada como resultado de recristalización por metamorfismo de contacto causado por el emplazamiento cercano de cuerpos intrusivos (Figura 7). Alrededor de diques dacíticos, la pirita ha recristalizado a pirrotina masiva (Figura 9F) \pm magnetita de grano grueso (Figura 9F y Figura 10K) a lo largo de bandas de unos 20 cm de espesor. Las exsoluciones lamelares de cubanita descritas anteriormente (Figura 10G) podrían haberse formado como resultado del enfriamiento tras el evento metamórfico (p.ej., Klemd y Okrusch 1990) si bien algunos autores también reportan la presencia de exsoluciones de cubanita en calcopirita en mineralizaciones de sulfuros en fondos oceánicos actuales (p.ej., Münch et al. 2000). Finalmente, el enfriamiento tras el metamorfismo de contacto también se vería reflejado en maclas de transformación (inversión) en calcopirita, que presentan una distribución en gran medida aleatoria y formas de huso (“*spindle shaped*”); Figura 10L).

En el cuerpo Bubulina, los núcleos de pirita y algunas bandas de crecimiento preservan microporosidad (localmente con texturas esponjiformes; Figura 11F) posiblemente como reflejo de recristalización hidrotermal (vs. recristalización metamórfica) de agregados microcristalinos primarios de pirita (Velasco et al. 1998). La preservación de estas “delicadas” texturas primarias estaría de acuerdo con una baja incidencia del metamorfismo de contacto debido a la mayor distancia de los cuerpos granodioríticos con respecto al cuerpo de Sofía D (Figura 7).

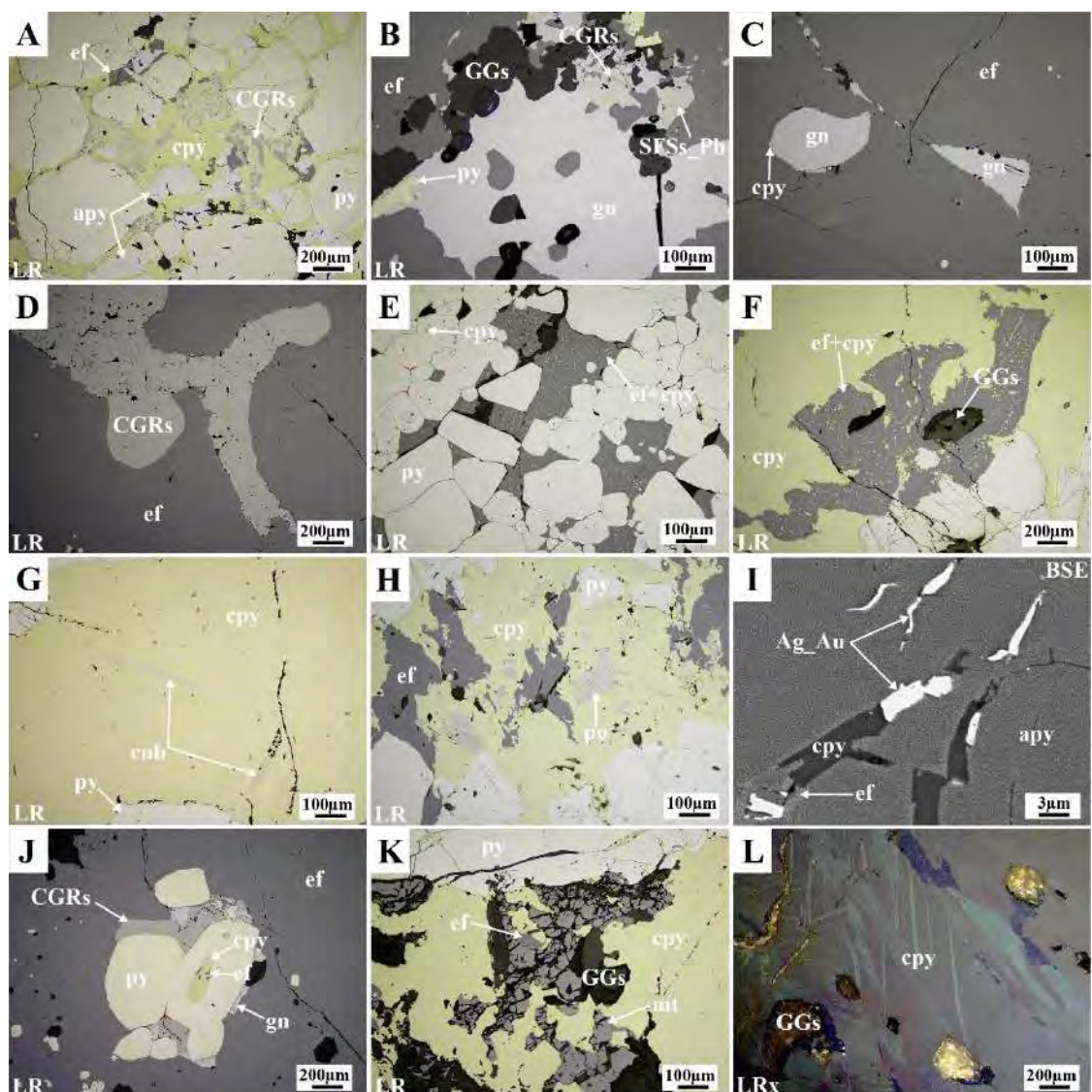


Figura 10. Microfotografías de la mineralización del cuerpo Sofía D. A) Cristales anhedrales a subhedrales de pirita y arsenopirita, con textura interna cataclástica reemplazados por esfalerita, calcopirita y cobres grises desde sus bordes y microfracturas. B) Intercrecimientos de galena, esfalerita, cobres grises y sulfosales de plomo (boulangerita). Además, se observa un cristal de pirita engolfado con

huecos de corrosión rellenos por galena. C) Esfalerita masiva con porosidad y microfracturas rellenas por calcopirita y galena. D) Masa irregular de cobres grises (Fe-tennantita) parcialmente reemplazada por esfalerita. E) Cristales de pirita subidiomórficos con contactos a $\sim 120^\circ$ (líneas de color rojo; textura “foam” o de “annealing”) y esfalerita intersticial con finas diseminaciones de calcopirita (calcopiritosis). F) Esfalerita masivamente reemplazada por calcopirita. G) Calcopirita con exsoluciones lamelares orientadas de cubanita. H) Relictos de pirita, pirrotina y esfalerita incluidos en masa de calcopirita. I) Arsenopirita con microfracturas rellenas por esfalerita, calcopirita y plata aurífera. J) Cristales de pirita con puntos triples (líneas de color rojo) a lo largo de los contactos entre galena y cobres grises en esfalerita. Además, se observa un cristal de pirita con una cavidad rellena por calcopirita y esfalerita. K) Masa de calcopirita en contacto con pirita, esfalerita y magnetita de grano grueso. L) Maclas de transformación en masa de calcopirita. Abreviaciones: BSE: Back Scattered Electrons; LR: Luz Reflejada; LRx: Luz Reflejada en nicoles cruzados; apy: arsenopirita; CGRs: cobres grises; cpy: calcopirita; cub: cubanita; ef: esfalerita; gn: galena; GGs: gangas; mt: magnetita; Ag_Au: plata aurífera; po: pirrotina; py: pirita; SFSS_Pb: sulfosales de plomo.

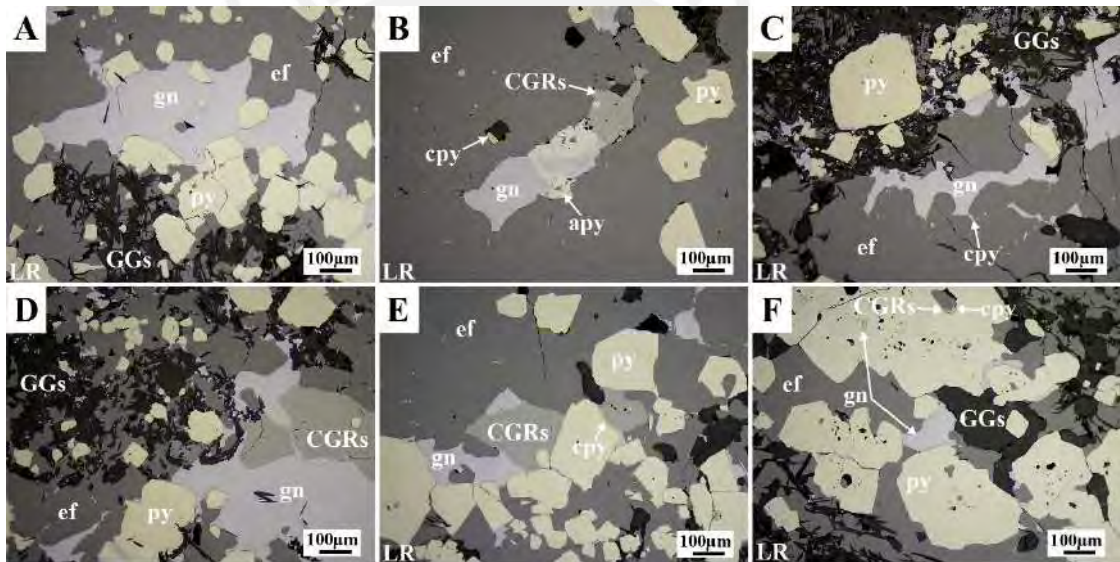


Figura 11. Microfotografías de la mineralización del cuerpo Bubulina. A) Cristales anhedrales a subhedrales de pirita reemplazados por ensamble de esfalerita y galena. B) Cristales anhedrales de pirita y cristal anhedral de arsenopirita fuertemente reemplazados por galena, esfalerita y cobres grises (Fe-tennantita). C) Masa de esfalerita y galena en contacto con zona rica en cristales subhedrales de pirita; la esfalerita contiene finas diseminaciones orientadas de calcopirita (calcopiritosis). D-E) Masa de esfalerita, galena y cobres grises (Fe-tennantita) ocupan espacio intersticial y reemplazan desde los bordes a cristales subhedrales de pirita. F) Microporosidad en núcleos de cristales de pirita con bordes corroídos; huecos y golfos de corrosión son rellenos por esfalerita y puntualmente por galena, cobres grises y calcopirita. Abreviaciones: LR: Luz Reflejada; apy: arsenopirita; CGRs: cobres grises; cpy: calcopirita; ef: esfalerita; gn: galena; GGs: gangas; py: pirita.

Las observaciones mineralógicas y texturales descritas anteriormente permiten la elaboración de una secuencia paragenética para la mineralización en el cuerpo Sofía D (Figura 12). A grandes rasgos, la primera fase de mineralización está compuesta por arsenopirita y pirita. Los contactos rectilíneos entre arsenopirita y pirita sugieren una co-cristalización entre ambos minerales. Posteriormente, estos sulfuros de Fe y As han sido reemplazados por un ensamble de sulfuros de metales base, principalmente galena y esfalerita, y por sulfosales como Fe-tennantita, Zn-tetrahedrita, argentotetrahedrita y proporciones mucho menores de polibasita, bournonita y boulangerita. Cabe resaltar que hubo una importante etapa de co-cristalización entre galena y esfalerita a juzgar por la existencia de evidencias de reemplazamiento mutuo. Calcopirita y proporciones mucho menores de plata aurífera han reemplazado de forma tardía la mineralización previa. Mineralizaciones atribuibles a fluidos hidrotermales de baja temperatura pueden superponerse a las de más alta temperatura producto de un retraining del sistema (p. ej., cristalización de galena en porosidad y microfracturas de esfalerita). Adicionalmente, las muestras estudiadas del cuerpo Sofía D registran evidencias de metamorfismo de contacto con recristalización (“*annealing*”) de las fases cristalizadas durante la etapa hidrotermal y blástesis de pirrotina, magnetita y cubanita (?). Finalmente, se observan proporciones mucho menores de covelita que se interpretan como producto de alteración supergénica de la calcopirita.

Mineral	Fórmula	Etapa hidrotermal	Metamorfismo de contacto	Alteración supergénica
Arsenopirita	FeAsS	-----	-----	-----
Pirrotina	Fe _{1-x} S	-----?	-----	-----
Pirita	FeS ₂	=====	-----	-----
Galena	PbS	=====	-----	-----
Argentotetraedrita	(Cu,Ag) ₆ [Cu ₄ (Fe,Zn) ₂ Sb ₄ S ₁₃	=====	-----	-----
Tetraedrita-Tennantita	(Cu,Zn,Fe) ₂ (Sb,As) ₂ S ₁₃	=====	-----	-----
Boulangierita	Pb ₂ Sb ₄ S ₁₁	-----	-----	-----
Bournonita	PbCuSbS ₃	-----	-----	-----
Polibosita	[(Ag,Cu) ₆ (Sb,As) ₂ S ₇][Ag ₂ CuS ₄]	-----	-----	-----
Esfalerita	ZnS	=====	-----	-----
Calcopirita	CuFeS ₂	=====	-----	-----
Cubanita	CuFe ₂ S ₃	-----	?-----?	-----
Plata aurífera	(Ag,Au)	-----	-----	-----
Magnetita	Fe ²⁺ Fe ³⁺ ₂ O ₄	-----	-----	-----
Covelita	CuS	-----	-----	-----

Figura 12. Secuencia paragenética del cuerpo Sofía D del yacimiento María Teresa. El ancho de las bandas se aproxima a la abundancia de minerales y las líneas discontinuas indican proporciones minerales mucho menores.

Una secuencia paragenética del cuerpo Bubulina obtenida a partir de las observaciones texturales descritas se muestra en la Figura 13. En líneas generales, la primera fase de cristalización está compuesta por arsenopirita y pirita. Posteriormente ambos minerales fueron parcialmente reemplazados por un ensamble de galena, Fe-tennantita y esfalerita. Este ensamble registró una importante etapa de co-cristalización evidenciada por texturas “bidireccionales” entre ambos minerales. La mineralización previa ha sido reemplazada de forma más tardía por proporciones mucho menores de calcopirita.

Mineral	Fórmula	Etapa hidrotermal
Arsenopirita	FeAsS	-----
Pirita	FeS ₂	=====
Galena	PbS	=====
Fe-tennantita	Cu ₆ (Cu ₄ Fe ₂)As ₄ S ₁₃	=====
Esfalerita	ZnS	=====
Calcopirita	CuFeS ₂	-----

Figura 13. Secuencia paragenética del cuerpo Bubulina del yacimiento María Teresa. El ancho de las bandas se aproxima a la abundancia de minerales y las líneas discontinuas indican proporciones minerales mucho menores.

4.2. Geoquímica mineral

Un resumen de la concentración de elementos mayoritarios y minoritarios obtenida mediante EPMA y de elementos traza obtenida mediante LA-ICP-MS para cada mineral incluyendo concentración mínima, máxima, promedio y rango intercuartil Q_1 - Q_3 (RIC), se muestra en las



Tabla 2 a la Tabla 5. Los valores de concentración de los elementos se reportarán en lo sucesivo como RIC, a menos que se especifique lo contrario. En los diagramas geoquímicos con datos de EPMA, los valores menores al límite de detección de cada elemento fueron descartados, mientras que en los diagramas con datos de LA-ICP-MS se consideró la mitad del valor del límite de detección inferior. En base a perfiles de ablación irregulares, elementos como Sn, Tl, Bi y Pb en esfalerita, y Mo, Au, Tl, Sb, Pb y Bi en calcopirita probablemente se presentan en micro- o nano inclusiones minerales (Torró et al. 2022).

4.2.1. Resultados de EPMA

4.2.1.1. Esfalerita

El contenido de Fe en granos de esfalerita del yacimiento de María Teresa presentan un RIC de 2.40-5.77 wt.%, mostrando valores más altos en el cuerpo Sofía D (2.58-5.78 wt.%) en comparación con el cuerpo Bubulina (2.02-2.41 wt.%;

Tabla 2). La concentración máxima de Fe, de 8.37 wt.% fue hallada en una muestra de esfalerita procedente de Sofía D (muestra 2019-MT-011A). Perubar (5.86-9.71 wt.%) y Palma (4.34-8.87 wt.%) muestran un rango más amplio de concentraciones de Fe exhibiendo valores máximos de 10.07 y 10.37 wt.% de Fe, respectivamente. No se analizaron muestras de Cerro de Maimón.

De acuerdo al diagrama binario de la **Error! Reference source not found.**, las concentraciones atómicas (expresadas como átomos por fórmula unidad, a.p.f.u.) de Fe y Zn se correlacionan negativamente a $Zn + Fe \sim 1$ a.p.f.u. en la mayor parte de los análisis realizados, lo que sugiere una sustitución simple entre dichos elementos ($Fe^{2+} \leftrightarrow Zn^{2+}$).

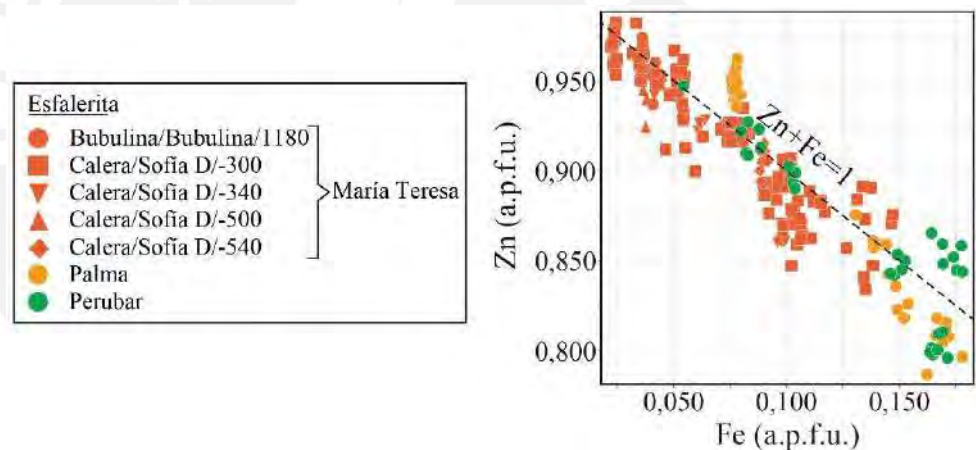


Figura 14. Diagrama binario de Fe vs. Zn en esfalerita de los yacimientos María Teresa (sector/cuerpo/sección), Palma y Perubar.

Tabla 2. Resumen de las concentraciones de elementos mayoritarios y traza en granos de esfalerita en los yacimientos de María Teresa, Perubar, Palma y Cerro de Maimón. Zinc y Fe se presentan en wt% (datos de EPMA) y el resto de elementos en ppm (datos de LA-ICP-MS).

Depósito	Sector / Cuerpo / Sección	Zn (wt.%)	Fe (wt.%)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Ga (ppm)	Ge (ppm)	As (ppm)		
María Teresa (Perú)	Muestras totales (n*=152, n**=147)	Mín.	56.8	1.26	9772	107	3.77	1.39	<I.d.	4.57	
		Máx.	66.3	8.37	63534	4998	1055.89	94.16	2.329	9.30	
		Prom.	62.1	4.20	30447	1394	102.43	24.11	0.376	6.07	
		RIC	60.4-64.0	2.40-5.77	17191-41301	328-2393	36.39-97.51	10.57-31.85	0.073-0.328	5.50-6.61	
	Bubulina / Bubulina / 1180 (n*=8, n**=9)	Mín.	63.0	1.96	13000	3139	79.32	16.92	<I.d.	4.75	
		Máx.	64.9	2.54	18702	4998	174.17	94.16	0.156	5.81	
		Prom.	64.0	2.26	16759	4509	128.51	56.24	0.078	5.26	
		RIC	63.2-64.8	2.02-2.41	14676-18377	4447-4844	117.26-142.06	40.28-74.95	0.063-0.080	5.10-5.51	
	Calera / Sofía D, muestras totales (n*=144, n**=138)	Mín.	56.8	1.26	9772	107	3.77	1.39	<I.d.	4.57	
		Máx.	66.3	8.37	63534	2857	1055.89	70.02	2.329	9.30	
		Prom.	62.0	4.31	31340	1191	100.67	22.02	0.396	6.12	
		RIC	60.2-63.9	2.58-5.78	17392-41959	324-2248	35.76-87.77	10.50-30.48	0.116-0.336	5.54-6.65	
	Calera / Sofía D / -300 (n*=116, n**=105)	Mín.	56.8	1.26	9772	107	19.67	3.07	<I.d.	5.23	
		Máx.	66.3	8.37	63534	2857	1055.89	38.12	2.329	9.30	
		Prom.	62.0	4.28	29656	1282	111.44	17.91	0.435	6.16	
		RIC	60.2-63.9	2.50-5.95	15734-42175	249-2354	35.68-102.11	10.38-27.23	0.072-0.348	5.66-6.46	
	Calera / Sofía D / -340 (n*=11, n**=10)	Mín.	59.2	2.41	18062	113	3.77	1.39	<I.d.	6.68	
		Máx.	64.3	5.82	42132	1662	76.30	38.39	0.205	7.12	
		Prom.	61.3	4.61	33146	891	37.71	19.65	0.128	6.91	
		RIC	59.4-63.5	3.56-5.77	26049-41725	137-1650	5.19-70.18	1.51-37.85	0.056-0.179	6.83-7.02	
	Calera / Sofía D / -500 (n*=5, n**=11)	Mín.	64.2	2.04	15296	512	40.15	9.57	0.170	5.21	
		Máx.	64.6	2.29	59398	2492	94.67	25.57	0.945	7.26	
		Prom.	64.4	2.18	38677	1537	69.74	17.00	0.414	6.29	
		RIC	64.2-64.6	2.09-2.26	17122-59010	547-2413	50.56-86.28	11.08-24.26	0.304-0.386	5.40-7.04	
Calera / Sofía D / -540 (n*=12, n**=12)	Mín.	60.8	4.66	35835	214	81.57	58.29	<I.d.	4.57		
	Máx.	62.0	5.31	38973	357	136.74	70.02	1.212	5.44		
	Prom.	61.5	5.14	37837	324	91.68	64.53	0.258	5.04		
	RIC	61.3-61.7	5.13-5.23	37040-38719	325-340	84.08-89.50	62.76-68.02	0.128-0.229	4.86-5.27		
Perubar (Perú)	Muestras totales (n*=34, n**=50)	Mín.	54.7	3.10	30747	667	15.75	3.36	<I.d.	4.04	
		Máx.	63.2	10.07	73876	7639	789.37	32.53	0.489	6.09	
		Prom.	58.2	7.62	54183	3578	50.65	17.55	0.112	4.65	
		RIC	55.7-60.4	5.86-9.71	39939-68452	901-5993	24.93-41.12	4.67-30.31	0.057-0.160	4.38-4.81	
	Cecilia Sur (n*=15, n**=22)	Mín.	59.9	3.10	30747	667	20.30	11.05	<I.d.	4.28	
		Máx.	63.2	5.98	42636	1047	789.37	32.53	0.192	5.41	
		Prom.	60.9	5.29	37862	909	75.14	26.47	0.091	4.71	
		RIC	60.0-61.6	4.72-5.93	33891-40205	877-948	34.86-47.45	19.76-30.95	0.054-0.136	4.53-4.85	
	Graciela (n*=5, n**=10)	Mín.	57.1	8.55	59164	6704	22.92	17.19	<I.d.	4.04	
		Máx.	57.8	8.78	66451	7639	30.12	22.34	0.198	4.75	
		Prom.	57.4	8.65	63489	7271	25.79	20.86	0.112	4.26	
		RIC	57.2-57.7	8.58-8.75	62329-64595	7173-7388	23.43-27.50	20.19-21.86	0.058-0.187	4.14-4.32	
	Juanita (n*=7, n**=4)	Mín.	55.7	9.17	58263	1669	20.43	4.55	<I.d.	4.67	
		Máx.	56.7	10.05	64193	1973	126.41	8.13	0.489	6.09	
		Prom.	56.1	9.69	61345	1804	53.17	6.68	0.183	5.26	
		RIC	55.8-56.5	9.54-9.92	58695-63878	1691-1934	22.06-104.53	5.15-7.87	0.054-0.398	4.77-5.87	
	Rímac-D (n*=7, n**=14)	Mín.	54.7	9.67	66771	5121	15.75	3.36	<I.d.	4.39	
		Máx.	55.4	10.07	73876	6090	66.28	4.79	0.217	4.90	
		Prom.	55.1	9.79	71135	5640	29.21	4.28	0.123	4.65	
		RIC	55.0-55.2	9.70-9.84	70420-72782	5352-5960	21.84-31.06	3.89-4.62	0.060-0.186	4.54-4.81	
	Palma (Perú)	Muestras totales (n*=39, n**=37)	Mín.	52.8	4.16	28384	2303	5.72	0.61	<I.d.	3.58
			Máx.	62.5	10.37	71526	10848	169.56	3.10	9.310	6.31
			Prom.	58.9	6.72	45449	7215	27.90	2.05	1.602	4.91
			RIC	55.5-61.9	4.34-8.87	29589-63929	6718-8794	10.23-32.51	1.89-2.43	0.141-2.650	4.28-5.34
Palma (n*=30, n**=28)		Mín.	55.1	4.16	28384	2303	5.72	0.61	<I.d.	3.58	
		Máx.	62.5	8.87	63423	7751	169.56	3.10	9.310	6.31	
		Prom.	60.1	5.79	37648	6198	30.33	1.96	2.075	4.86	
		RIC	57.5-62.0	4.30-8.10	29034-48466	6666-7188	10.25-33.50	1.81-2.45	0.151-4.399	4.01-5.61	
Santa Lidia (n*=9, n**=9)		Mín.	52.8	9.31	64436	9837	8.24	2.00	<I.d.	4.72	
		Máx.	55.5	10.37	71526	10848	50.19	2.87	0.228	5.31	
		Prom.	54.8	9.83	69720	10380	20.35	2.34	0.130	5.07	
		RIC	54.6-55.4	9.68-9.94	68810-71353	10085-10653	10.21-28.23	2.17-2.44	0.056-0.180	4.91-5.30	
Cerro de Maimón (República Dominicana)	Cerro de Maimón (n**=17)	Mín.			<I.d.	406	82.06	69.64	0.233	3.60	
		Máx.			643	539	172.21	95.70	6.245	10.39	
		Prom.			503	469	125.96	85.67	1.222	4.51	
		RIC			530-592	443-488	112.55-142.69	77.91-95.04	0.623-1.363	3.87-4.52	

Depósito	Sector / Cuerpo / Sección		Se (ppm)	Ag (ppm)	Cd (ppm)	In (ppm)	Sn (ppm)	Sb (ppm)	Hg (ppm)	Tl (ppm)	
María Teresa (Perú)	Muestras totales (n*=152, n**=147)	Mín.	<L.d.	2.18	4301	0.437	0.137	<L.d.	97.5	<L.d.	
		Máx.	32.09	66.22	9409	415.014	19.618	48.13	788.3	18.516	
		Prom.	6.86	10.41	6528	61.983	1.141	4.30	397.1	0.981	
		RIC	1.53-5.60	4.23-11.74	5251-7373	4.388-79.367	0.234-0.601	0.51-5.35	328.7-452.1	0.058-0.882	
	Bubulina / Bubulina / 1180 (n*=8, n**=9)	Mín.	4.26	3.16	4720	21.123	0.295	0.05	663.9	<L.d.	
		Máx.	5.25	5.15	5044	98.607	3.201	1.11	788.3	0.008	
		Prom.	4.82	4.21	4868	70.577	1.303	0.42	724.3	0.006	
		RIC	4.42-5.15	3.59-4.68	4783-5000	23.350-94.677	0.350-1.960	0.12-0.69	701.8-740.7	0.004-0.008	
	Calera / Soñá D, muestras totales (n*=144, n**=138)	Mín.	<L.d.	2.18	4301	0.437	0.137	<L.d.	97.5	<L.d.	
		Máx.	32.09	66.22	9409	415.014	19.618	48.13	676.7	18.516	
		Prom.	7.00	10.82	6637	61.422	1.130	4.55	375.8	1.045	
		RIC	1.51-5.84	4.33-12.22	5312-7385	4.363-70.933	0.228-0.578	0.57-5.49	323.3-443.1	0.084-1.231	
	Calera / Soñá D / -300 (n*=116, n**=105)	Mín.	<L.d.	2.18	4896	3.947	0.137	<L.d.	97.5	0.007	
		Máx.	32.09	66.22	8051	415.014	16.116	48.13	485.0	18.516	
		Prom.	7.09	10.51	6409	72.757	0.761	4.85	364.7	1.286	
		RIC	1.43-5.55	3.90-12.87	5290-7249	12.009-78.445	0.215-0.482	0.68-5.86	315.1-438.9	0.116-1.724	
	Calera / Soñá D / -340 (n*=11, n**=10)	Mín.	<L.d.	4.11	5592	0.437	0.180	0.10	213.4	<L.d.	
		Máx.	7.06	9.22	7044	42.140	1.751	1.10	443.0	0.315	
		Prom.	3.78	7.10	6229	21.201	0.568	0.53	316.4	0.093	
		RIC	1.12-6.65	5.40-8.73	5620-6998	0.529-41.848	0.281-0.619	0.22-0.99	218.1-414.8	0.009-0.195	
	Calera / Soñá D / -500 (n*=5, n**=11)	Mín.	1.27	4.43	4301	1.555	0.175	0.31	439.1	0.103	
		Máx.	28.00	46.15	9409	110.326	2.189	23.73	676.7	0.796	
		Prom.	13.59	17.95	6740	55.515	0.654	7.21	577.4	0.381	
		RIC	1.77-21.67	5.92-25.29	4656-9136	1.698-102.191	0.227-0.964	2.06-10.40	527.7-625.7	0.185-0.484	
Calera / Soñá D / -540 (n*=12, n**=12)	Mín.	2.12	5.65	8644	0.952	0.607	0.02	324.9	0.014		
	Máx.	3.72	27.17	9168	1.473	19.618	11.36	356.4	1.235		
	Prom.	2.85	10.05	8878	1.178	5.270	2.82	338.0	0.333		
	RIC	2.63-3.01	6.40-11.47	8780-8991	1.058-1.253	1.068-8.847	0.22-3.77	329.5-348.9	0.050-0.485		
Perubar (Perú)	Muestras totales (n*=34, n**=50)	Mín.	<L.d.	1.71	3977	<L.d.	0.175	<L.d.	15.2	<L.d.	
		Máx.	10.24	13.80	7076	7.130	1.364	5.35	116.9	1.043	
		Prom.	4.15	5.26	5355	1.702	0.290	0.86	57.7	0.113	
		RIC	1.21-7.25	3.53-7.15	4291-6685	0.006-2.269	0.214-0.319	0.17-1.22	18.2-107.2	0.013-0.126	
	Cecilia Sur (n*=15, n**=22)	Mín.	<L.d.	4.27	5485	<L.d.	0.199	<L.d.	70.6	0.013	
		Máx.	4.40	13.80	7076	0.816	0.433	3.99	116.9	1.043	
		Prom.	1.66	7.13	6443	0.242	0.312	1.07	98.4	0.178	
		RIC	0.70-3.05	5.59-7.92	5808-6812	0.003-0.727	0.258-0.362	0.17-1.95	78.5-108.4	0.044-0.217	
	Graciela (n*=5, n**=10)	Mín.	3.23	1.71	4799	1.936	0.175	<L.d.	37.2	0.045	
		Máx.	4.19	2.80	5135	2.093	0.225	0.59	42.7	0.169	
		Prom.	3.72	2.06	4984	2.014	0.204	0.16	40.0	0.084	
		RIC	3.35-3.97	1.89-2.11	4944-5041	1.990-2.041	0.187-0.216	0.04-0.27	38.1-41.2	0.051-0.119	
	Juanita (n*=7, n**=4)	Mín.	2.49	3.57	3977	6.662	0.191	0.38	15.2	0.006	
		Máx.	3.91	7.35	4388	7.130	1.364	2.99	17.2	0.492	
		Prom.	3.13	4.76	4211	6.931	0.512	1.23	16.4	0.153	
		RIC	2.63-3.70	3.59-6.64	4021-4372	6.730-7.097	0.195-1.095	0.45-2.46	15.5-17.1	0.014-0.388	
	Rímac-D (n*=7, n**=14)	Mín.	6.46	2.49	3996	2.145	0.189	0.14	16.9	<L.d.	
		Máx.	10.24	10.21	4436	2.405	0.356	5.35	19.6	0.119	
		Prom.	8.66	4.76	4236	2.277	0.252	0.91	18.0	0.020	
		RIC	8.26-9.39	3.76-4.75	4171-4297	2.234-2.324	0.219-0.271	0.20-0.89	17.5-18.6	0.004-0.028	
	Palma (Perú)	Muestras totales (n*=39, n**=37)	Mín.	<L.d.	1.71	4335	<L.d.	0.145	<L.d.	212.5	<L.d.
			Máx.	1.57	31.98	7951	1.621	0.896	27.69	1214.9	6.245
			Prom.	0.67	11.81	5821	0.148	0.330	4.99	680.1	0.887
			RIC	0.35-0.90	3.78-16.99	4780-7201	0.004-0.151	0.187-0.417	0.52-7.11	586.7-906.8	0.016-1.469
Palma (n*=30, n**=28)		Mín.	<L.d.	1.71	4335	<L.d.	0.145	<L.d.	212.5	<L.d.	
		Máx.	1.57	31.98	7293	1.621	0.630	15.67	666.9	6.245	
		Prom.	0.66	12.01	5286	0.126	0.301	3.43	522.8	1.151	
		RIC	0.35-0.93	3.45-18.41	4690-5585	0.003-0.026	0.176-0.375	0.35-5.84	355.2-624.4	0.016-1.736	
Santa Lidia (n*=9, n**=9)		Mín.	<L.d.	3.72	7109	0.130	0.258	1.11	1146.7	0.006	
		Máx.	1.06	23.03	7951	0.284	0.896	27.69	1214.9	0.213	
		Prom.	0.70	11.20	7485	0.217	0.423	9.84	1169.6	0.064	
		RIC	0.38-0.90	4.73-16.22	7311-7656	0.151-0.272	0.327-0.438	2.46-15.81	1154.2-1180.3	0.012-0.115	
Cerro de Maimón (República Dominicana)	Cerro de Maimón (n**=17)	Mín.	16.89	2.64	3413	5.949	0.144	0.03	20.8	0.036	
		Máx.	67.01	21.32	3905	11.206	2.456	3.30	29.8	1.512	
		Prom.	52.96	5.54	3687	9.591	0.531	0.36	23.9	0.267	
	RIC	56.75-61.17	3.00-4.32	3564-3831	9.251-10.322	0.222-0.552	0.04-0.28	22.0-26.3	0.061-0.278		

<L.d.: Debajo de su límite de detección

n*: Número de análisis con EPMA, n**: Número de análisis con ablación laser ICP-MS

***: Datos de EPMA de Cerro de Maimón están disponibles en Torró et al. (2016)

4.2.1.1. *Galena*

El contenido de Pb obtenido en granos de galena de la mineralización de María Teresa (85.1-86.9 wt.%) y Perubar (86.2-87.3 wt.%; Tabla 3) muestra valores relativamente constantes y similares a los valores estequiométricos de galena pura. El resto de elementos analizados devolvieron concentraciones que están sistemáticamente por debajo de los respectivos límites de detección para este método. No se analizaron muestras de galena de Palma y Cerro de Maimón.

4.2.1.2. *Calcopirita*

En la sección -300 del cuerpo Sofía D, las concentraciones de Cu y Fe en calcopirita muestran valores relativamente constantes (34.54-34.83 wt.% y 29.43-30.17 wt.%, respectivamente; Tabla 4), los cuales coinciden con valores esperables para calcopirita estequiométrica (34.63% de Cu y 30.43% de Fe). El resto de elementos analizados devolvieron concentraciones que están sistemáticamente por debajo de los respectivos límites de detección para este método. No se analizaron muestras de calcopirita de la sección -500 de Sofía D ni de los depósitos de Perubar, Palma y Cerro de Maimón.

4.2.1.3. *Cobres grises*

Sólo se realizaron dos análisis en muestras de cobres grises procedentes del cuerpo Bubulina en el yacimiento de María Teresa (Tabla 5). La relación $As/(As+Sb)$ presenta valores entre 0.799-0.804 (proporción atómica; **Error! Reference source not found.**) y la relación

Ag/(Ag+Cu) entre 0.0095-0.0121. Por consiguiente, los granos de cobres grises se pueden clasificar como tennantita, y su fórmula empírica promedio es $(\text{Cu}_{10.09}\text{Ag}_{0.11})(\text{Zn}_{0.79}\text{Fe}_{1.21})(\text{As}_{3.43}\text{Sb}_{0.85})\text{S}_{13}$. La concentración de Ag y Zn en la tennantita del cuerpo Bubulina es 0.67-0.88 wt.% y 3.06-3.7 wt.%, respectivamente.

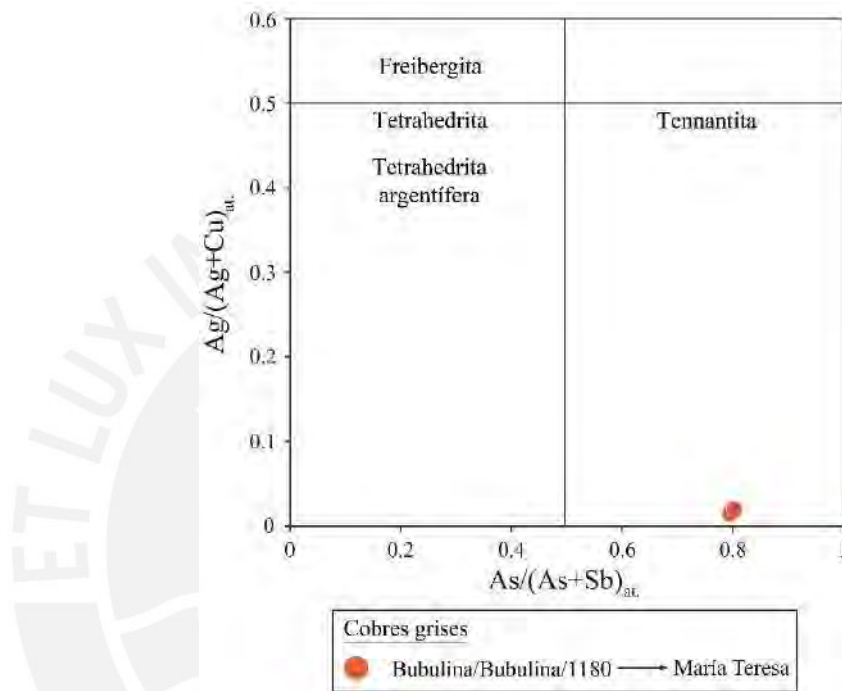


Figura 15. Cobres grises del yacimiento María Teresa (sector/cuerpo/sección) en el diagrama binario $\text{As}/(\text{As}+\text{Sb})_{\text{at}}$ vs. $\text{Ag}/(\text{Ag}+\text{Cu})_{\text{at}}$ correspondiente a minerales del grupo de la tetrahedrita.

Tabla 3. Resumen de las concentraciones de elementos mayoritarios, minoritarios y traza en granos de galena en los yacimientos de María Teresa y Perubar. Plomo se presenta en wt% (datos de EPMA) y el resto de elementos en ppm (datos de LA-ICP-MS).

Depósito	Sector / Cuerpo / Sección		Pb (wt.%)	Cu (ppm)	Ga (ppm)	Ge (ppm)	Se (ppm)	Ag (ppm)	Cd (ppm)	In (ppm)	Sn (ppm)	Sb (ppm)	Hg (ppm)	Tl (ppm)	Bi (ppm)	
María Teresa (Perú)	Muestras totales (n*=8, n**=29)	Mín.	84.7	<Ld.	<Ld.	0.328	29.5	314	18.5	<Ld.	0.78	287	0.149	10.8	3.83	
		Máx.	87.5	54.52	1.6873	2.623	181.0	4116	120.0	0.0643	15.22	3783	6.884	264.2	287.44	
		Prom.	85.9	11.99	0.1079	1.424	98.7	1116	49.5	0.0250	3.81	1287	0.958	91.9	74.27	
		RIC	85.1-86.9	0.56-11.16	0.0212-0.0312	0.583-2.222	49.3-164.9	571-1432	30.8-66.8	0.0085-0.0349	1.88-3.76	483-1851	0.296-0.981	15.3-156.7	4.53-109.27	
	Bubulina / Bubulina / 1180 (n*=1, n**=13)	Mín.	85.0	<Ld.	<Ld.	1.972	120.0	314	21.6	<Ld.	0.78	287	0.204	10.8	3.83	
		Máx.		7.57	1.6873	2.623	181.0	746	41.0	0.0643	5.64	899	1.215	26.9	4.75	
		Prom.		2.60	0.1551	2.250	154.0	539	31.4	0.0288	2.67	568	0.623	15.7	4.39	
		RIC		0.47-5.14	0.0214-0.0351	2.082-2.464	128.8-171.3	431-624	28.3-35.3	0.0190-0.0362	1.43-3.73	388-825	0.382-0.863	13.4-16.7	4.17-4.62	
	Calera / Soñá D, muestras totales (n*=7, n**=16)	Mín.	84.7	<Ld.	<Ld.	0.328	29.5	886	18.5	<Ld.	1.03	825	0.149	81.1	52.96	
		Máx.	87.5	54.52	0.6954	2.418	80.3	4116	120.0	0.0598	15.22	3783	6.884	264.2	287.44	
		Prom.	86.0	19.62	0.0695	0.753	53.8	1585	64.2	0.0219	4.73	1872	1.230	153.9	131.05	
		RIC	85.3-87.1	5.54-37.07	0.0211-0.0315	0.463-0.861	46.9-68.0	997-1513	44.4-84.5	0.0072-0.0332	1.92-6.81	1045-2427	0.272-1.001	98.6-185.8	56.88-244.33	
	Calera / Soñá D / -300 (n*=4, n**=7)	Mín.	84.7	7.42	<Ld.	0.459	50.6	886	18.5	0.0252	2.48	825	0.149	81.1	128.52	
		Máx.	86.5	54.52	0.6954	2.418	80.3	1576	69.0	0.0598	15.22	2565	6.884	145.6	287.44	
		Prom.	85.5	35.83	0.1269	0.988	66.1	1275	45.3	0.0399	7.69	1682	1.283	110.4	218.58	
		RIC	84.9-86.2	23.43-53.16	0.0245-0.0656	0.460-1.117	51.3-78.0	935-1517	35.9-58.8	0.0281-0.0527	2.65-14.36	1069-2247	0.212-0.941	85.3-142.5	128.98-285.94	
	Calera / Soñá D / -340 (n*=1, n**=2)	Mín.	87.1	10.33	<Ld.	0.328	29.5	4038	68.1	<Ld.	1.03	3664	2.932	115.2	85.80	
		Máx.		10.75	<Ld.	0.393	31.0	4116	73.2	<Ld.	1.58	3783	3.185	116.6	90.02	
		Prom.		10.54	-	0.360	30.2	4077	70.6	-	1.30	3723	3.059	115.9	87.91	
		RIC		10.33-10.75	-	0.328-0.393	29.5-31.0	4038-4116	68.1-73.2	-	1.03-1.58	3664-3783	2.932-3.185	115.2-116.6	85.80-90.02	
	Calera / Soñá D / -500 (n*=2, n**=7)	Mín.	85.6	<Ld.	<Ld.	0.471	45.9	939	43.3	<Ld.	1.87	926	0.285	167.9	52.96	
		Máx.	87.5	11.45	<Ld.	0.803	50.2	1475	120.0	<Ld.	3.52	2488	1.011	264.2	58.22	
		Prom.	86.5	6.00	-	0.630	48.2	1182	81.4	-	2.74	1533	0.654	208.3	55.86	
		RIC	85.6-87.5	1.71-10.87	-	0.478-0.717	46.5-49.6	990-1469	47.6-114.0	-	1.89-3.42	977-1896	0.468-0.974	171.5-255.9	53.70-57.22	
	Perubar (Perú)	Muestras totales (n*=4, n**=13)	Mín.	86.2	<Ld.	<Ld.	<Ld.	21.0	663	21.4	<Ld.	0.29	602	<Ld.	20.6	0.24
			Máx.	87.6	16.00	<Ld.	2.078	161.9	1293	44.5	0.0329	8.29	1201	0.123	461.8	5.09
			Prom.	86.7	2.48	-	1.027	86.4	846	33.3	0.0146	1.83	848	0.063	198.1	1.36
			RIC	86.2-87.3	0.67-2.27	-	0.247-1.773	23.3-148.3	699-1027	26.2-41.3	0.0104-0.0181	0.31-2.98	630-1029	0.041-0.089	25.0-335.8	0.27-2.59
Cecilia Sur (n*=3, n**=10)		Mín.	86.2	<Ld.	<Ld.	<Ld.	21.0	663	28.2	<Ld.	0.29	602	<Ld.	20.6	0.24	
		Máx.	86.4	16.00	<Ld.	2.078	161.9	959	44.5	0.0167	0.94	1201	0.123	461.8	0.35	
		Prom.	86.3	3.10	-	1.013	87.8	751	36.4	0.0114	0.47	784	0.070	193.3	0.29	
		RIC	86.2-86.4	0.75-2.29	-	0.245-1.787	23.0-152.6	687-800	30.0-41.6	0.0099-0.0123	0.31-0.64	624-923	0.043-0.102	24.4-358.1	0.26-0.32	
Juanita (n*=1, n**=3)		Mín.	87.6	<Ld.	<Ld.	1.002	80.5	1095	21.4	0.0196	5.03	1004	<Ld.	208.3	4.83	
		Máx.		<Ld.	<Ld.	1.173	81.9	1293	24.3	0.0329	8.29	1166	<Ld.	224.8	5.09	
		Prom.		-	-	1.073	81.4	1163	22.7	0.0256	6.35	1059	-	214.3	4.93	
		RIC		-	-	1.002-1.173	80.5-81.9	1095-1293	21.4-24.3	0.0196-0.0329	5.03-8.29	1004-1166	-	208.3-224.8	4.83-5.09	

<Ld.: Debajo de su límite de detección

n*: Número de análisis con EPMA, n**: Número de análisis con ablación laser ICP-MS

Tabla 4. Resumen de las concentraciones de elementos mayoritarios, minoritarios y traza en granos de calcopirita en los yacimientos de María Teresa, Perubar y Cerro de Maimón. Cobre y Fe se presentan en wt% (datos de EPMA) y el resto de elementos en ppm (datos de LA-ICP-MS).

Depósito	Sector / Cuerpo / Sección		Cu (wt.%)	Fe (wt.%)	Zn (ppm)	Ga (ppm)	Ge (ppm)	As (ppm)	Se (ppm)	Ag (ppm)	Cd (ppm)	In (ppm)	Sn (ppm)	Sb (ppm)	Hg (ppm)	Tl (ppm)	Pb (ppm)	Bi (ppm)
María Teresa (Perú)	Calera / Sofía D, muestras totales (n*=27, n**=29)	Mín.	24.4	17.5	152.0	0.07	0.18	<l.d.	10.1	3.2	3.492	10.74	4.28	1.412	<l.d.	0.019	1.36	0.009
		Máx.	35.3	30.5	647.0	23.63	79.60	1.868	59.1	295.5	15.031	49.49	201.25	31.122	3.753	11.173	81.96	5.505
		Prom.	34.3	29.4	302.7	6.71	7.60	0.528	27.8	110.2	9.449	22.83	54.95	9.158	1.378	2.180	13.00	1.842
		RIC	34.5-34.8	29.4-30.2	194.0-426.9	2.61-9.45	0.65-4.71	0.284-0.771	17.4-31.4	69.5-158.1	6.215-12.043	12.42-33.02	31.21-77.83	3.210-13.030	0.660-1.951	0.276-2.896	3.80-13.02	0.524-2.558
	Calera / Sofía D / -300 (n*=27, n**=25)	Mín.	24.4	17.5	152.0	0.07	0.18	<l.d.	10.1	3.2	3.492	10.74	4.28	1.412	<l.d.	0.019	1.36	0.009
		Máx.	35.3	30.5	529.2	23.63	79.60	1.868	45.2	295.5	15.031	49.49	201.25	31.122	3.753	11.173	81.96	5.505
		Prom.	34.3	29.4	287.1	6.24	7.28	0.566	23.9	119.3	9.859	20.50	55.91	9.033	1.220	2.211	14.36	1.931
		RIC	34.5-34.8	29.4-30.2	188.0-426.9	2.31-8.20	0.60-2.23	0.286-0.809	16.1-29.9	75.6-173.8	7.208-12.156	12.34-26.69	28.81-82.48	3.163-10.945	0.660-1.630	0.239-2.994	5.12-13.80	0.683-2.699
	Calera / Sofía D / -500 (n**=4)	Mín.	-	-	275.9	8.88	7.27	0.245	49.2	43.8	4.085	34.26	43.30	3.589	0.568	0.620	1.53	0.448
		Máx.	-	-	647.0	10.97	12.41	0.364	59.1	68.0	9.567	44.07	52.95	17.194	3.659	3.365	7.92	2.540
		Prom.	-	-	396.4	9.69	9.62	0.304	52.7	53.1	6.888	37.36	48.94	9.937	2.368	1.985	4.52	1.285
		RIC	-	-	284.8-573.1	8.95-10.67	7.45-12.00	0.257-0.352	49.6-57.3	45.3-63.7	4.528-9.186	34.33-42.19	44.35-52.71	3.664-16.664	0.869-3.612	0.915-3.063	1.65-7.60	0.471-2.308
Perubar (Perú)	Rímac-D (n**=1)	-	-	373.5	0.36	0.41	0.139	5.4	8584.2	1.892	0.60	8.60	6.059	<l.d.	0.351	5.01	<l.d.	
Cerro de Maimón (República Dominicana)	Cerro de Maimón (n**=11)	Mín.	-	-	<l.d.	3.06	4.78	0.356	59.7	8.3	<l.d.	6.66	1.19	0.054	<l.d.	0.026	5.14	1.486
		Máx.	-	-	71.3	3.87	6.56	1.952	94.3	32.6	0.590	8.68	1.79	0.343	0.266	0.422	39.29	10.281
		Prom.	-	-	8.6	3.42	5.65	0.984	81.7	19.2	0.207	7.70	1.48	0.181	0.134	0.117	15.21	4.846
		RIC	-	-	2.0-2.7	3.28-3.59	5.18-6.25	0.528-1.437	78.7-89.4	14.3-22.8	0.128-0.195	7.30-8.15	1.39-1.61	0.088-0.294	0.066-0.202	0.042-0.170	6.70-22.92	1.963-8.871

<l.d.: Debajo de su límite de detección

n*: Número de análisis con EPMA, n**: Número de análisis con ablación laser ICP-MS

Tabla 5. Resumen de las concentraciones de elementos mayoritarios, minoritarios y traza en granos de cobres grises en el yacimiento de María Teresa. Cobre, Fe, Zn, As, Sb y Ag se presentan en wt% (datos de EPMA) y el resto de elementos en ppm (datos de LA-ICP-MS).

Depósito	Sector / Cuerpo / Sección		Cu (wt.%)	Fe (wt.%)	Zn (wt.%)	As (wt.%)	Sb (wt.%)	Ag (wt.%)	Ag (ppm)	Mn (ppm)	Ga (ppm)	Ge (ppm)	Se (ppm)	Cd (ppm)	In (ppm)	Sn (ppm)	Hg (ppm)	Pb (ppm)	Bi (ppm)
María Teresa (Perú)	Bubulina / Bubulina / 1180 (n*=2, n**=7)	Mín.	41.4	4.08	3.06	16.56	6.73	0.671	7602	447	<l.d.	<l.d.	13.7	704	2.44	0.149	405	0.535	0.189
		Máx.	42.4	4.73	3.70	17.03	6.78	0.881	11611	790	0.576	0.798	17.3	1145	5.50	0.357	606	3.356	0.250
		Prom.	41.9	4.41	3.38	16.80	6.76	0.776	9214	662	0.293	0.492	15.2	923	3.99	0.244	509	1.436	0.218
		RIC	41.4-42.4	4.08-4.73	3.06-3.70	16.56-17.03	6.73-6.78	0.671-0.881	7617-10561	572-747	0.062-0.508	0.367-0.785	13.9-17.3	774-1127	2.65-5.23	0.184-0.317	432-592	0.544-2.676	0.192-0.246

<l.d.: Debajo de su límite de detección

n*: Número de análisis con EPMA, n**: Número de análisis con ablación laser ICP-MS

4.2.2. Resultados de ablación laser ICP-MS

4.2.2.1. Esfalerita

Las muestras de esfalerita del cuerpo Bubulina en María Teresa presentan valores altos de Mn (4447-4844 ppm) con respecto a las del cuerpo Sofía D (324-2248 ppm; Figura 16A). Las concentraciones de Mn son sistemáticamente mayores en el yacimiento Palma (6717-8794 ppm), mientras que presentan un amplio rango en los depósitos Perubar (901-5993 ppm) y María Teresa (328-2393 ppm). La concentración de Mn es sistemáticamente baja en esfalerita del yacimiento Cerro de Maimón (443-488 ppm; Figura 17A). De acuerdo al diagrama de la Figura 18A, las concentraciones atómicas de Zn y Mn se correlacionan negativamente.

Los valores más altos de Cu se registraron en esfalerita del cuerpo Bubulina en María Teresa (117-142 ppm) en contraste con el cuerpo Sofía D, que presenta concentraciones más bajas (35.8-87.8 ppm) (Figura 16B). Los valores de Cu son similares en esfalerita de Cerro de Maimón (113-143 ppm), María Teresa (36.4-97.5 ppm) y Perubar (24.9-41.1 ppm) y menores en Palma (10.2-32.5 ppm; Figura 17B).

En esfalerita de María Teresa se encontraron concentraciones significativas de Ga, sobre todo en el cuerpo Bubulina (40.3-75 ppm) con un máximo de 94.2 ppm, y en el cuerpo Sofía D (10.5-30.5 ppm), destacando la sección -540 con un valor máximo de 70 ppm (Figura 16C). El contenido de Ga es mayor en granos de esfalerita de Cerro de Maimón (77.9-95.0 ppm) alcanzando valores de hasta 95.7 ppm (Figura

16C) y menor en Perubar (4.67-30.3 ppm) y particularmente en Palma (1.89-2.43 ppm; Figura 17C). La Figura 18B muestra una correlación positiva entre las concentraciones de Cu y Ga con una proporción Cu/Ga ~ 1 , principalmente en muestras de María Teresa, Perubar y Cerro de Maimón.



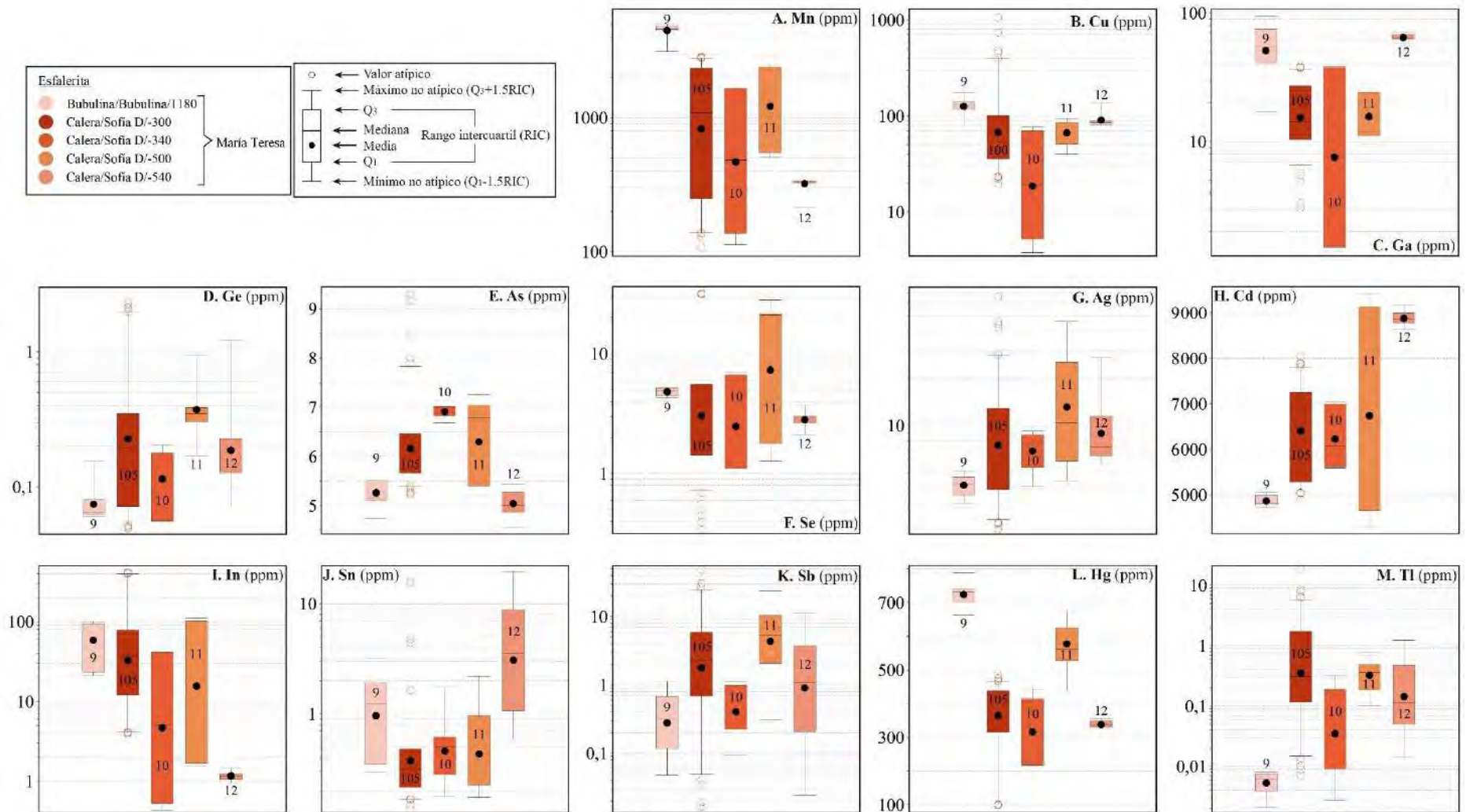


Figura 16. Diagramas de cajas y bigotes de diversos elementos traza en esfalerita respecto a sector/cuerpo/sección del yacimiento María Teresa. Los números que aparecen en las cajas hacen referencia al número de análisis utilizados para la elaboración de los diagramas.

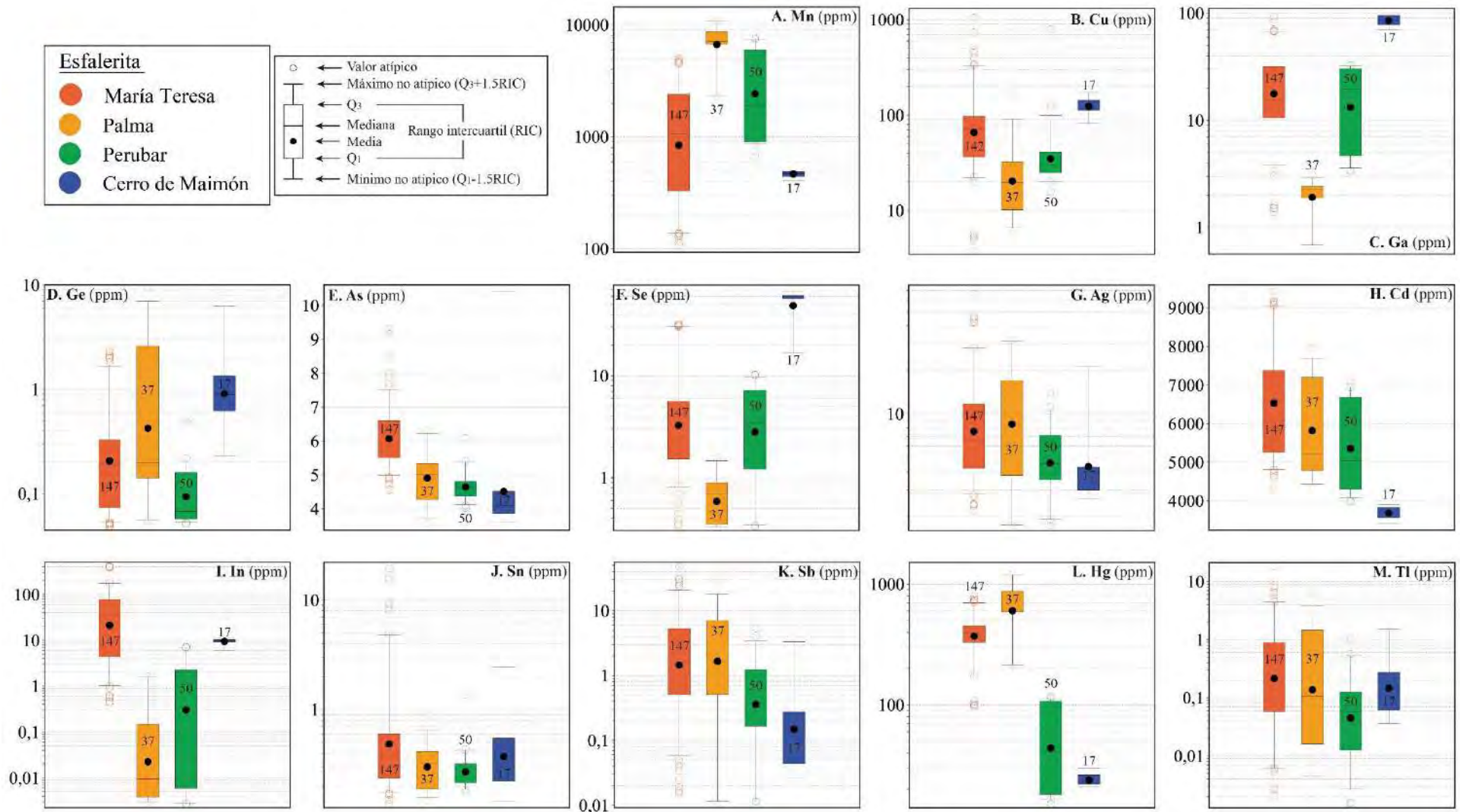


Figura 17. Diagramas de cajas y bigotes de diversos elementos traza en esfalerita de los yacimientos María Teresa, Palma, Perubar y Cerro de Maimón. Los números que aparecen en las cajas hacen referencia al número de análisis utilizados para la elaboración de los diagramas.

En María Teresa, el contenido de Ge en el cuerpo Sofía D (0.116-0.336 ppm) alcanza valores de hasta 2.33 ppm en la sección -300 (Figura 16D). La concentración de Ge es sistemáticamente baja en todos los yacimientos estudiados y alcanza un valor máximo de 9.31 ppm en un reducido rango de valores en el yacimiento Palma (0.141-2.65 ppm) que supera parcialmente a los contenidos en Cerro de Maimón (0.623-1.36 ppm), María Teresa (0.073-0.328 ppm) y Perubar (0.057-0.16 ppm; Figura 17D). El diagrama binario de la Figura 18C indica que los contenidos de Cu y Ge no presentan correlación aparente.

La concentración de As en esfalerita muestra una diferencia minúscula entre los diferentes cuerpos minerales en María Teresa; es generalmente más baja en la sección -540 (4.86-5.27 ppm) de Sofía D y en el cuerpo Bubulina (5.1-5.51 ppm), que en la sección -300 de Sofía D (5.66-6.46 ppm, hasta 9.30 ppm; Figura 16E). La concentración de As es similar o ligeramente menor en esfalerita de Palma (4.28-5.34 ppm), Perubar (4.38-4.81 ppm) y Cerro de Maimón (3.87-4.52 ppm; Figura 17E).

Las concentraciones de Se en esfalerita de los cuerpos Bubulina (4.42-5.15 ppm) y Sofía D (1.51-5.84 ppm) en María Teresa son casi constantes (Figura 16F). El contenido de Se es particularmente alto en Cerro de Maimón (56.8-61.2 ppm), mientras que Perubar (1.21-7.25 ppm), María Teresa (1.53-5.6 ppm) y Palma (0.351-0.898 ppm) presentan concentraciones más bajas (Figura 17F).

En esfalerita de María Teresa, la concentración de Ag es más alta en muestras del cuerpo Sofía D (4.33-12.2) que en Bubulina (3.59-4.68 ppm; Figura 16G). La concentración de Ag en María Teresa alcanza

valores de hasta 66.2 ppm en un rango de 4.23-11.7 ppm, similar a las concentraciones obtenidas para muestras de Palma (3.78-17 ppm) y Perubar (3.53-7.15 ppm), y mayores que las obtenidas para muestras de Cerro de Maimón (3-4.32 ppm; Figura 17G).

Alta concentraciones de Cd, de hasta 9409 ppm, han sido medidas en esfalerita de María Teresa (5251-7373 ppm). El rango de concentraciones de Cd es relativamente amplio en Sofía D (5312-7385 ppm) y más estrecho y ligeramente menor en el cuerpo Bubulina (4783-5000 ppm; Figura 16H). El contenido de Cd en esfalerita de María Teresa es similar al de las muestras de Palma (4780-7201 ppm) y Perubar (4291-6685 ppm), y mayor que el obtenido en muestras de Cerro de Maimón (3564-3831 ppm; Figura 17H).

La concentración de In es particularmente alta en muestras de esfalerita de María Teresa (4.39-79.4 ppm), alcanzando contenidos de hasta 415 ppm en la sección -300 del cuerpo Sofía D. El cuerpo Bubulina también muestra contenidos significativos de In (23.4-94.7 ppm; Figura 16I). En los yacimientos de Cerro de Maimón (9.25-10.3 ppm), Perubar (0.006-2.27 ppm) y Palma (0.004-0.151 ppm) la concentración de In es generalmente menor (Figura 17I). Las proporciones atómicas de In y Cu en el diagrama de la Figura 18D presentan una buena correlación positiva con una proporción Cu/In \sim 1 para muestras de María Teresa, sobre todo en las procedentes de la sección -300 del cuerpo Sofía D. Adicionalmente, el diagrama de la Figura 18E muestra una correlación positiva entre concentraciones de Ge+Ga+Sn+In y Cu+Ag (ver Cook et

al. 2009), particularmente en granos de esfalerita de María Teresa, Perubar y Cerro de Maimón.

Las muestras de esfalerita de las secciones -300 y -540 del cuerpo Sofía D en el yacimiento María Teresa (0.234-0.601 ppm) presentaron concentraciones de Sn de hasta 16.1 y 19.6 ppm, respectivamente (Figura 15J). El contenido de Sn es más bajo en Palma (0.187-0.417 ppm), Perubar (0.214-0.319 ppm) y Cerro de Maimón (0.222-0.552 ppm; Figura 17J).

Existe un patrón irregular del contenido de Sb en las secciones muestreadas en el cuerpo Sofía D (0.575-5.49 ppm), de las cuales la sección -300 destaca con un valor máximo de 48.1 ppm (Figura 16K).

El Sb tiende a mostrar concentraciones mayores en Palma (0.522-7.11 ppm) y María Teresa (0.507-5.35 ppm) en comparación con Perubar (0.166-1.22 ppm) y Cerro de Maimón (0.044-0.278 ppm; Figura 17K).

El diagrama binario de la Figura 18F muestra una correlación positiva entre Ag y Sb, principalmente para María Teresa, Palma y Perubar.

Las muestras de esfalerita del cuerpo Bubulina en María Teresa presentan concentraciones más altas de Hg (702-741 ppm) que las del cuerpo Sofía D (323-443 ppm; Figura 16L). Estos valores son similares a los obtenidos en esfalerita de Palma (587-907 ppm) y mayores a los obtenidos en Perubar (18.2-107 ppm) y Cerro de Maimón (22.0-26.3 ppm; Figura 17L).

En María Teresa, la esfalerita del cuerpo Bubulina se encuentra empobrecida en Tl (0.004-0.008 ppm) respecto a la del cuerpo Sofía D (0.08-1.23 ppm; Figura 16M). El Tl muestra un rango reducido de

concentraciones en Palma (0.0162-1.47 ppm), María Teresa (0.0581-0.882 ppm), Cerro de Maimón (0.0614-0.278 ppm) y Perubar (0.0126-0.126 ppm; Figura 17M).

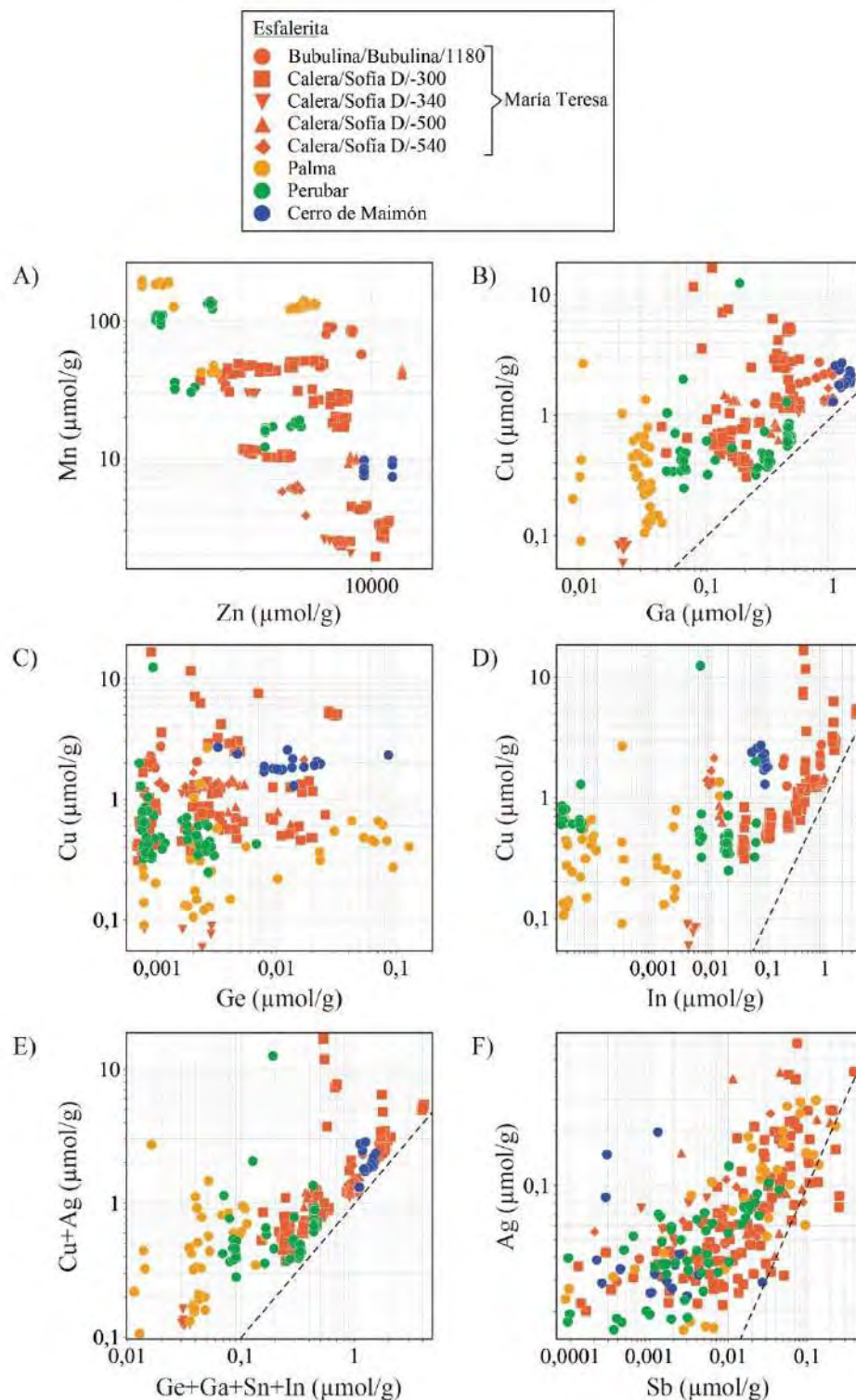


Figura 18. Diagramas binarios de correlación entre concentraciones elementales en esfalerita de los yacimientos María Teresa, Palma, Perubar y Cerro de Maimón. Las líneas punteadas muestran la correlación 1:1.

4.2.2.2. *Galena*

En el yacimiento María Teresa, las muestras de galena procedentes de la sección -300 en el cuerpo Sofía D presentaron el mayor contenido de Cu (23.4-53.2 ppm) y las procedentes del cuerpo Bubulina la menor concentración (0.467-5.14 ppm; Figura 19A). La mayor concentración de Cu en galena se encuentra en el yacimiento María Teresa (0.562-11.2 ppm) alcanzando un valor máximo de 54.5 ppm en comparación con Perubar, que alcanza un máximo de 16.0 ppm de Cu (Figura 20A).

Con respecto a la Ag, la galena de María Teresa con mayores contenidos procede de la sección -340 del cuerpo Sofía D (4038-4116 ppm; Figura 19B). Las concentraciones más altas de Ag se dan generalmente en María Teresa (571-1432 ppm) y, en menor medida, en Perubar (699-1027 ppm; Figura 20B).

La galena con mayor concentración de Bi procede de la sección -300 de Sofía D (129-286 ppm; Figura 19C), mientras que la galena con mayor concentración de Sb procede de la sección -340 (3664-3783 ppm-, Figura 19D). Además, se observa que la concentración de Bi muestra una tendencia decreciente desde la sección -300 a la -500 en el cuerpo Sofía D (Figura 19C). Las concentraciones de Bi (4.53-109 ppm) y Sb (483-1851 ppm), al igual que con Cu y Ag, son mayores en galena del yacimiento María Teresa, en comparación con la galena de Perubar (Figura 20C-D). La Ag no muestra una correlación positiva con Bi (Figura 21A), en cambio el Cu muestra correlación positiva con Sb (Figura 21B).

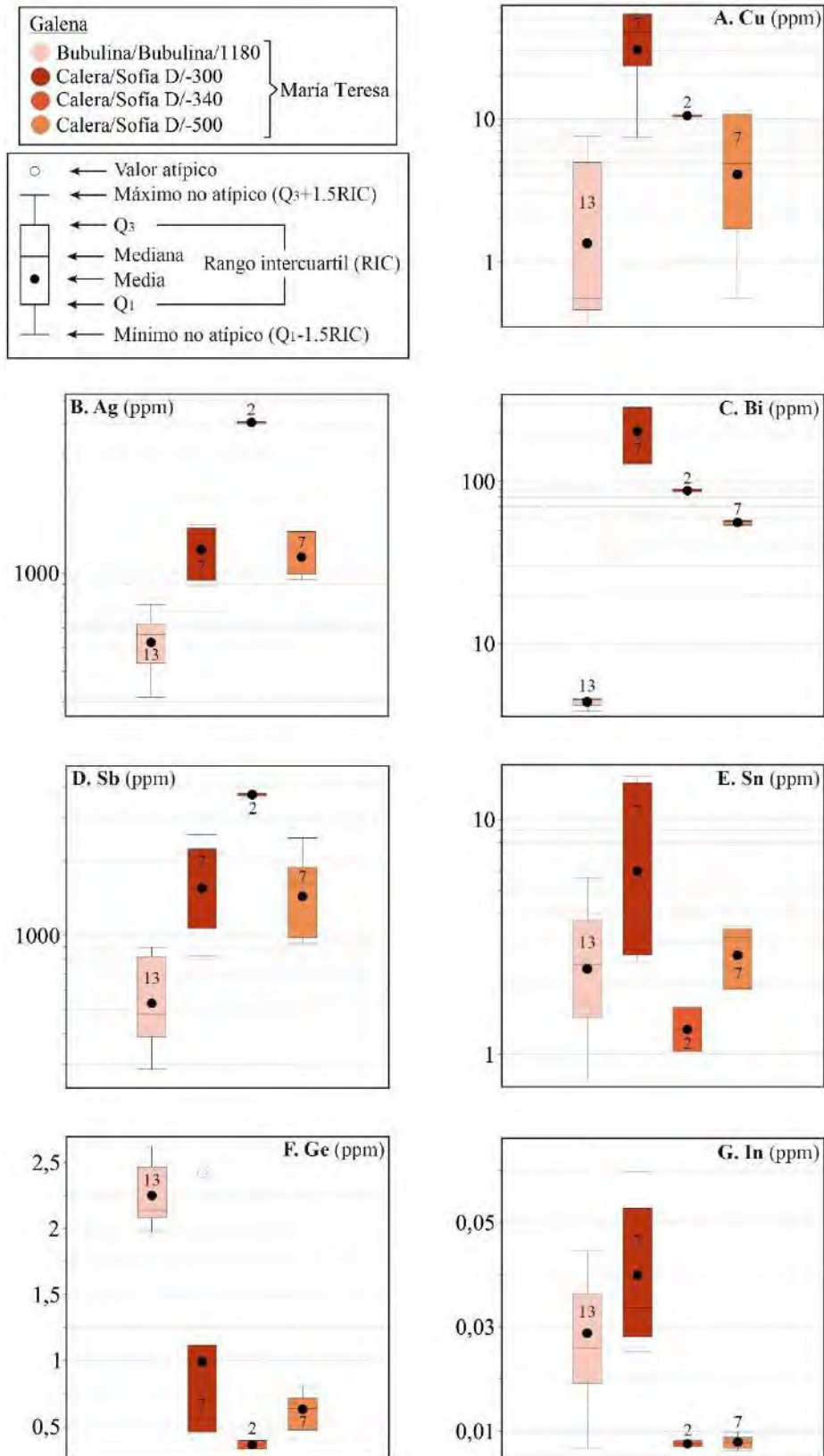


Figura 19. Diagramas de cajas y bigotes de diversos elementos traza en galena respecto a sector/cuerpo/sección del yacimiento María Teresa. Los números que aparecen en las cajas hacen referencia al número de análisis utilizados para la elaboración de los diagramas.

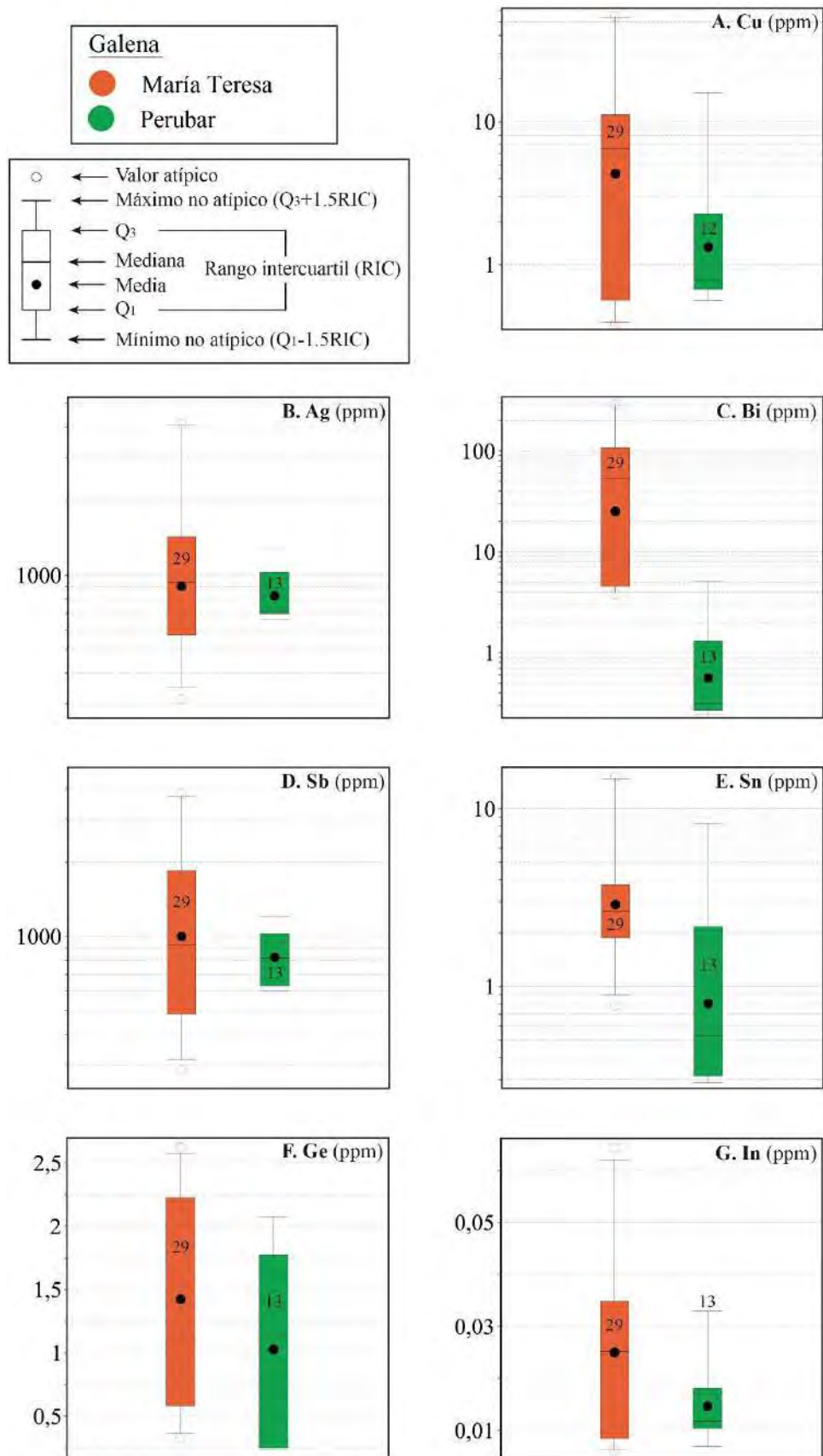


Figura 20. Diagramas de cajas y bigotes de diversos elementos traza en galena de los yacimientos María Teresa y Perubar. Los números que aparecen en las cajas hacen referencia al número de análisis utilizados para la elaboración de los diagramas.

La concentración de Sn en los granos de galena analizados presenta un valor máximo de 15.22 ppm en muestras de la sección -300 del cuerpo Sofía D en María Teresa (Figura 19E). Las concentraciones de Sn en galena son en general mayores en María Teresa (1.88-3.76 ppm) que en Perubar (0.314-2.98 ppm; Figura 20E).

La máxima concentración de Ge en galena es de 2.62 ppm para una muestra del cuerpo Bubulina del yacimiento de María Teresa (Figura 19F). El contenido de Ge es relativamente bajo tanto en María Teresa (0.583-2.22 ppm) como en Perubar (0.247-1.77 ppm; Figura 20F). El contenido de In presenta una concentración máxima de 0.0643 ppm en el cuerpo Bubulina (Figura 19G). La concentración de In es constantemente baja en las muestras de galena de María Teresa y Perubar (Figura 20G). La concentración de Ga no supera 1.69 ppm en galena de María Teresa y en Perubar todos los análisis de galena dan valores de Ga por debajo de su límite de detección.

El diagrama de la Figura 21C muestra una débil correlación positiva entre In y Sn en los yacimientos de María Teresa y Perubar, la cual también fue observada por George et al. (2015).

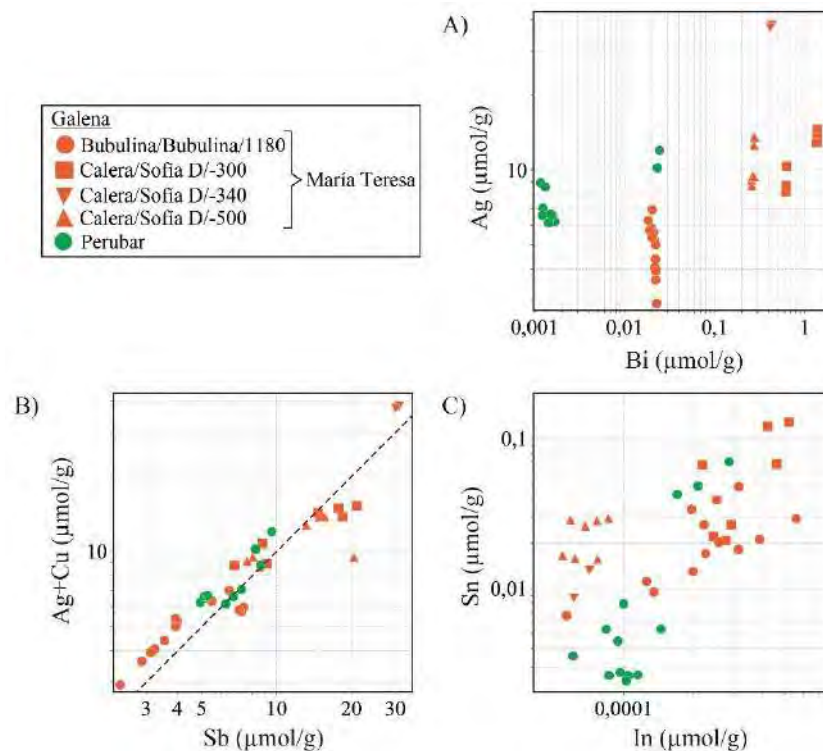


Figura 21. Diagramas binarios de correlación entre concentraciones elementales en galena de los yacimientos María Teresa y Perubar. Las líneas punteadas muestran la correlación 1:1.

4.2.2.3. *Calcopirita*

En la Figura 22A se observa que calcopirita procedente de la sección -500 del cuerpo Sofía D en el yacimiento María Teresa presenta generalmente valores más altos de Zn (285-573 ppm) que calcopirita procedente de la sección -300 (188-427 ppm). La concentración de Zn incrementa en dos órdenes de magnitud desde el yacimiento Cerro de Maimón (2.05-2.69 ppm) a los yacimientos Perubar (374 ppm; un solo análisis fue obtenido para calcopirita de este yacimiento) y María Teresa (194-427 ppm; Figura 23A).

En María Teresa, la concentración de Cd es más alta en calcopirita de la sección -300 (7.21-12.2 ppm) que en calcopirita de la sección -500 de Sofía D (4.53-9.19 ppm) (Figura 22B). La Figura 23B muestra que las

mayores concentraciones de Cd se obtuvieron en muestras de calcopirita de María Teresa (6.22-12.0 ppm), seguidas de Perubar (1.89 ppm) y Cerro de Maimón (0.128-0.195 ppm). En la Figura 24A se observa una correlación positiva entre Zn y Cd en algunos análisis de María Teresa y Cerro de Maimón.

El contenido de Ag en calcopirita de María Teresa es mayor en muestras de la sección -300 (75.6-174 ppm) respecto a muestras de la sección -500 (45.3-63.7 ppm) del cuerpo Sofía D (Figura 22C). La concentración más alta de Ag se encuentra en el único análisis obtenido para calcopirita de Perubar (8584 ppm). Las muestras de calcopirita de Cerro de Maimón muestran los valores más bajos de Ag (14.3-22.8 ppm) en comparación con María Teresa (69.5-158 ppm) y Perubar (Figura 23C).

El contenido de Sn en calcopirita procedente de la sección -300 (28.8-82.5 ppm) es mayor respecto a la calcopirita de la sección -500 (44.4-52.7 ppm) en el cuerpo Sofía D en el yacimiento María Teresa (Figura 22D). La concentración de Sn se incrementa por un orden de magnitud entre los yacimientos Cerro de Maimón (1.39-1.61 ppm) y Perubar (8.60 ppm) y el yacimiento María Teresa (31.2-77.8 ppm; Figura 23D).

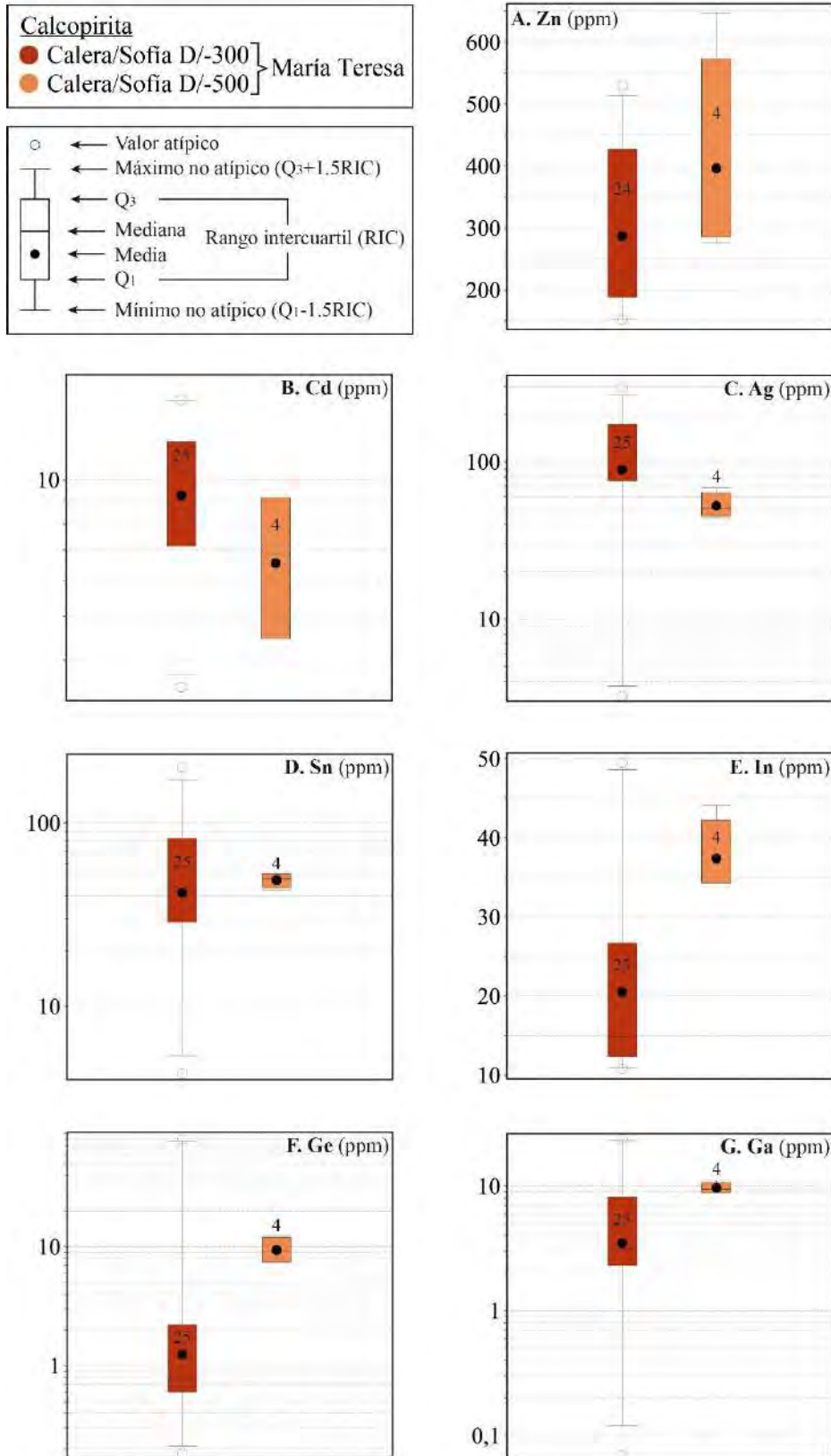


Figura 22. Diagramas de cajas y bigotes de diversos elementos traza en calcopirita respecto a sector/cuerpo/sección del yacimiento María Teresa. Los números que aparecen en las cajas hacen referencia al número de análisis utilizados para la elaboración de los diagramas.

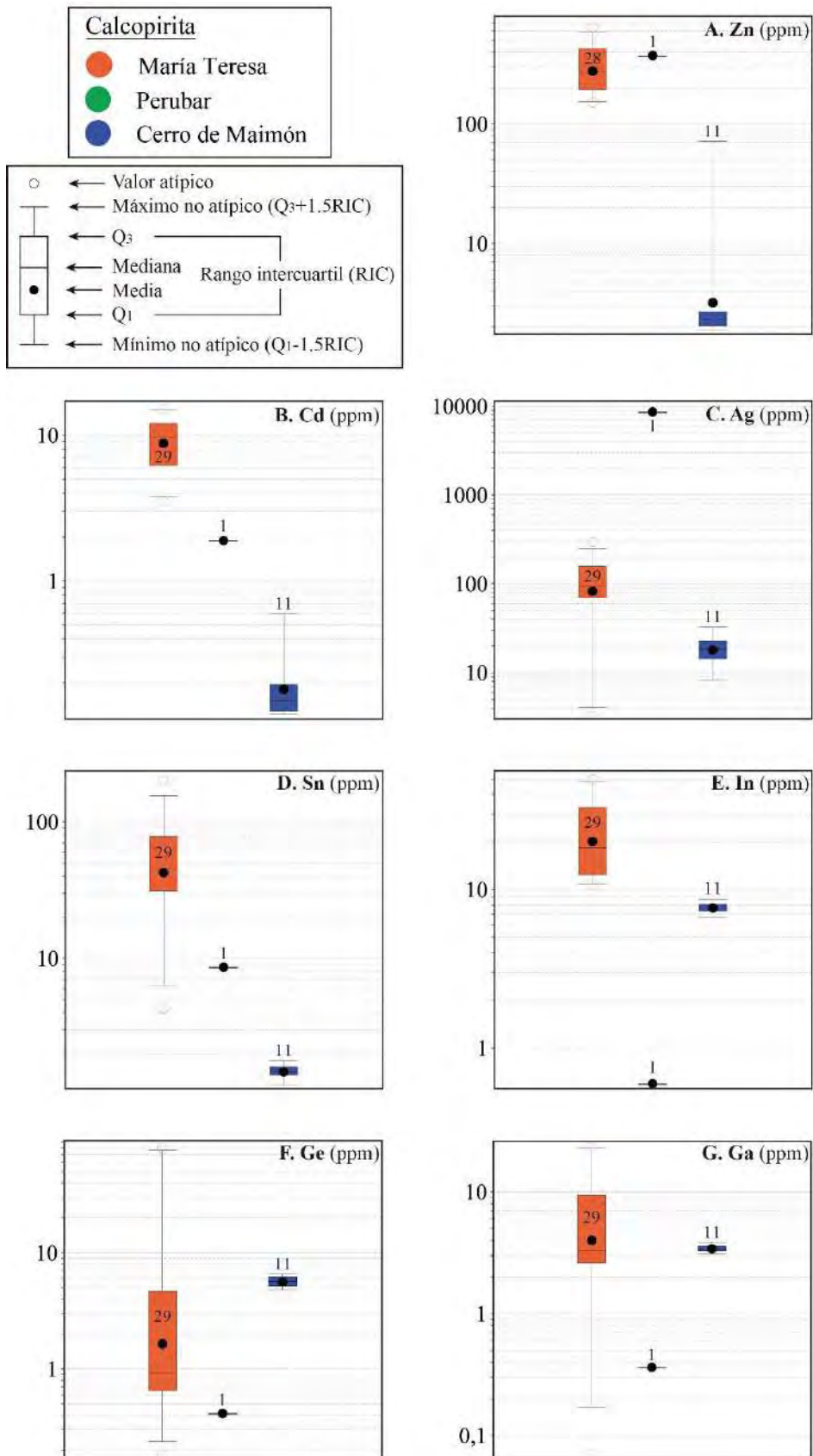


Figura 23. Diagramas de cajas y bigotes de diversos elementos traza en calcopirita de los yacimientos María Teresa, Perubar y Cerro de Maimón. Los números que aparecen en las cajas hacen referencia al número de análisis utilizados para la elaboración de los diagramas.

Los contenidos más elevados de In (49.5 ppm) son registrados en la calcopirita de la sección -300 (12.3-26.7 ppm) del cuerpo Sofía D (Figura 22E). Perubar (0.598 ppm) y Cerro de Maimón (7.30-8.15 ppm) presentan valores de In un orden de magnitud menores con respecto a María Teresa (12.4-33.0 ppm; Figura 23E). El máximo valor de Ge (79.6 ppm) en calcopirita se encuentra en muestras de la sección -300 (0.605-2.23 ppm) de Sofía D (Figura 22F).

La concentración de Ge en María Teresa (0.648-4.71) es menor que en las muestras de Cerro de Maimón (5.18-6.25 ppm) y mayor que en las muestras de Perubar (0.414 ppm; Figura 23F). Por otro lado, el máximo valor de Ga (23.6 ppm) en calcopirita fue hallado en muestras de la sección -300 (2.31-8.20 ppm) de Sofía D (Figura 22G). La concentración de Ga en calcopirita de Perubar (0.363 ppm) y Cerro de Maimón (3.28-3.59 ppm) es generalmente inferior a la obtenida para muestras de María Teresa (2.61-9.45 ppm; Figura 23G).

En la Figura 24B se observa una débil correlación positiva entre Zn y Ga+Ge+In+Sn, los cuales a su vez muestran una débil correlación negativa con Fe principalmente en algunos análisis de María Teresa (Figura 24C). El diagrama binario de la Figura 24D muestra una clara correlación positiva entre las concentraciones de Sn+Ge y Ga para las muestras de calcopirita de María Teresa.

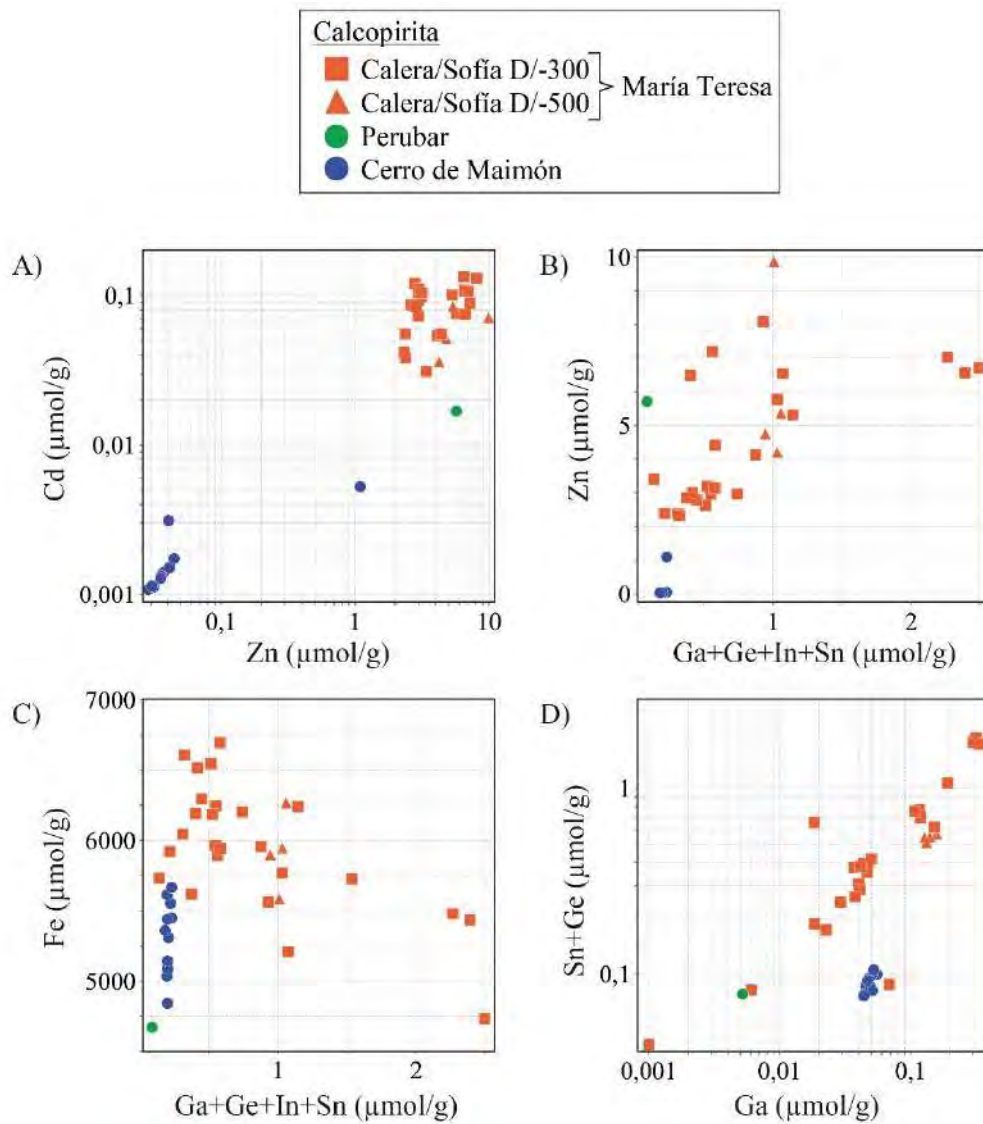


Figura 24. Diagramas binarios de correlación entre concentraciones elementales en calcopirita de los yacimientos María Teresa, Perubar y Cerro de Maimón.

4.2.2.4. Cobres grises

Las concentraciones de elementos traza en cobres grises solo se analizaron en muestras del cuerpo Bubulina del yacimiento de María Teresa (Tabla 5). Las concentraciones de Ga, Ge e In son bajas, alcanzando valores máximos de 0.576 ppm, 0.798 ppm y 5.50 ppm, respectivamente.

5. DISCUSIÓN

5.1. Enriquecimiento de elementos tecnológicos en María Teresa

Los cuerpos de sulfuros masivos en el yacimiento de María Teresa y en el resto de yacimientos estudiados con fines de comparación no presentan fases en las que el In, Ga o Ge sean elementos estructurales (es decir, estos elementos no forman fases independientes en las muestras de mena analizadas). Los tres elementos han sido detectados en concentraciones variables en las fases minerales analizadas (i.e., esfalerita, calcopirita, galena y cobres grises). La concentración de In tiende a ser mayor en esfalerita (4.39-79.4 ppm, hasta 415 ppm) que en calcopirita (12.4-33.0 ppm, hasta 49.5 ppm), y es muy baja en cobres grises (2.65-5.23 ppm, hasta 5.50 ppm) y galena (0.00846-0.0349 ppm, hasta 0.0643 ppm). El fraccionamiento del In en esfalerita ha sido documentado por varios autores (Schwarz-Schampera y Herzig 2002; Cook et al. 2009, 2011a, b; Carvalho et al. 2018; Torró et al. 2019a, b). De manera similar, los mayores contenidos de Ga tienden a encontrarse en esfalerita (10.6-31.9 ppm, hasta 94.2 ppm) en comparación con calcopirita (2.61-9.45 ppm, hasta 23.6 ppm), galena (0.0212-0.0312 ppm, hasta 1.69 ppm) y cobres grises (0.0615-0.508 ppm, hasta 0.576 ppm). El contenido de Ge es sistemáticamente bajo en los cuatro minerales analizados, excepto por algunos valores puntuales relativamente altos en calcopirita (0.648-4.71 ppm, hasta 79.6 ppm). En María Teresa, la esfalerita es el principal mineral económico y por lo tanto representa, a escala de distrito, el principal mineral hospedante de In y Ga.

Se observa una correlación positiva entre Ag y Sb en esfalerita, principalmente para María Teresa, Palma y Perubar (Figura 18F), lo que sugiere una posible sustitución acoplada $2\text{Zn}^{2+} \leftrightarrow \text{Ag}^+ + \text{Sb}^{3+}$ en la esfalerita. El Cu muestra correlación positiva con

Sb en la galena de María Teresa y Perubar (Figura 21B), lo que sugiere una sustitución acoplada $(\text{Ag, Cu})^+ + \text{Sb}^{3+} \leftrightarrow 2\text{Pb}^{2+}$.

Las concentraciones molares de In y Cu en esfalerita muestran una correlación positiva a $\text{Cu/In} \sim 1$, la cual está de acuerdo con la sustitución acoplada $\text{Cu}^+ + \text{In}^{3+} \leftrightarrow 2\text{Zn}^{2+}$, descrita ampliamente en la literatura (Johan 1988; Schwarz-Schampera and Herzig 2002; Cook et al. 2009, 2011a, b; Torró et al. 2019a, b). Por otro lado, la correlación positiva entre Ga y Cu en las muestras de esfalerita analizadas sugiere una sustitución acoplada $\text{Ga}^{3+} + \text{Cu}^+ \leftrightarrow 2\text{Zn}^{2+}$ (Johan 1988; Murakami e Ishihara 2013; Pring et al. 2020). Por esta razón, la presencia de Cu sería clave para la incorporación del In y Ga en la estructura cristalina de la esfalerita. No obstante, y teniendo en cuenta la correlación positiva entre los grupos de elementos representados en el diagrama Ge+Ga+Sn+In vs. Cu+Ag (Figura 18E), no se pueden descartar esquemas de sustitución acoplada más complejos del tipo $(\text{Sn, Ge})^{4+} + (\text{Ga, In})^{3+} + (\text{Cu, Ag})^+ \leftrightarrow 4\text{Zn}^{2+}$ (ver Cook et al. 2009). La incorporación de In, Ga y Ge, por lo tanto, podría haber seguido diferentes esquemas de sustitución acoplada en la red cristalina de la esfalerita involucrando elementos univalentes (Cu, Ag, Tl), bivalentes (Ge, Fe, Cd), trivalentes (Ga, In, Sn, Sb) y tetravalentes (Ge, Sn). Cabe resaltar que no se conoce completamente con qué estado de valencia se incorporan el Sn (3+ o 4+) y el Ge (2+ o 4+) en la esfalerita (ver Cook et al. 2009).

Considerando el proceso de “*zone refining*”, la incorporación de In se daría principalmente en la etapa tardía de más alta temperatura en la que la mineralización rica en Cu es introducida en el sistema VMS a la par que la esfalerita es recristalizada a mayores distancias de la zona de alimentación a través de circulación hidrotermal difusa. De hecho, el mayor contenido de In fue obtenido para muestras de esfalerita

de la sección -300, la cual se encuentra más cerca de la zona de calcopirita en el cuerpo Sofía D.

Concentraciones comparativamente altas de Ga fueron encontradas en esfalerita del cuerpo Bubulina, el cual se formó a temperaturas mucho menores en comparación con Sofía D a juzgar por la baja proporción de calcopirita, y por lo tanto mecanismos de sustitución implicando otros elementos más allá del Cu (por ejemplo, Ag) pudieron haber cobrado mayor importancia en la incorporación de este elemento en la esfalerita. Alternativamente, George et al. (2016, 2018) sugieren que una correlación positiva entre Ga, Sn y Ge podría ser evidencia de removilización sinmetamórfica, que en nuestro caso habría sido causada por actividad intrusiva en Sofía D en mayor grado que en Bubulina.

En las muestras de galena de María Teresa, la sutil correlación positiva entre las concentraciones molares de In y Sn podría indicar que los granos enriquecidos en Sn también lo estarían en In, lo que indica que la disponibilidad de estos elementos podría estar ligada a fluidos de origen magmático de acuerdo a George et al. (2015). Sin embargo, el Sn está presente en concentraciones de 2 a 3 órdenes de magnitud más altas que el In (Tabla 3), lo cual George et al. (2015) interpretan como la partición de la mayor parte del Sn en la galena durante la recristalización sinmetamórfica en lugar de incorporarse en la red cristalina de la galena durante la cristalización inicial.

Respecto a análisis de calcopirita, existe una tenue correlación positiva entre Ga+Ge+In+Sn con Zn, lo que sugiere que el Zn^{2+} puede ser incorporado en sustitución acoplada con Ga^{3+} , In^{3+} , Ge^{4+} y Sn^{4+} (ver Belissont et al. 2015; Reich et al. 2020). Por otro lado, una sutil correlación negativa entre Ga+Ge+In+Sn con Fe en granos de calcopirita del cuerpo Sofía D, podría sugerir un reemplazo en el sitio tetraédrico de Fe a través de sustituciones acopladas (ver Belissont et al. 2015). Sin embargo, varios

autores (Todd y Sherman 2003; Todd et al. 2003; Mikhlin et al. 2005; Pearce et al. 2006; Klekovkina et al. 2014) propusieron diferentes estados de valencia para Cu y Fe en calcopirita [$\text{Cu}^{2+}\text{Fe}^{2+}\text{S}_2$ vs. $\text{Cu}^+\text{Fe}^{3+}\text{S}_2$], mientras otros (Pauling y Brockway 1932; Hall y Stewart 1973; Li et al. 2013) consideraron que el estado de valencia debe comprenderse como un intermedio que fluctúa entre monovalente-divalente y divalente-trivalente para Cu y Fe, respectivamente. Como consecuencia, la determinación de mecanismos de incorporación de elementos traza en la red cristalina de la calcopirita es más compleja que para otros sulfuros, particularmente esfalerita o galena.

La menor cantidad de análisis (2 con EPMA y 7 con LA-ICP-MS) y los bajos contenidos de In, Ge y Ga en granos de cobres grises del cuerpo Bubulina impiden la identificación de mecanismos de incorporación por medio de correlaciones entre concentraciones molares de elementos.

5.2. Temperatura de formación de la esfalerita

Oftedal (1941) y Warren y Thompson (1945) realizaron los primeros estudios respecto a la estrecha relación entre la temperatura de cristalización y la composición de la esfalerita en términos de elementos menores y traza, sugiriendo una asociación de bajas concentraciones de Ga y Ge, y altas concentraciones de Fe, In y Mn en depósitos de “alta temperatura”, y altas concentraciones de Ga y Ge, y bajas de Fe, In y Mn en depósitos de “baja temperatura”. Frenzel et al. (2016) desarrollaron más esta idea y, mediante comparación con datos microtermométricos de inclusiones fluidas, establecieron una notable correlación entre la geoquímica de la esfalerita y la temperatura de los fluidos asociados a su cristalización proponiendo un

geotermómetro basado en los contenidos de Fe, Mn, In, Ge y Ga, conocido como GGIMFis.

La Tabla 6 muestra las temperaturas obtenidas aplicando el geotermómetro GGIMFis en análisis de esfalerita de los depósitos María Teresa, Perubar, Palma y Cerro de Maimón. Los análisis de LA-ICP-MS con valores menores al límite de detección de cada elemento usado fueron descartados para el cálculo.

Tabla 6. Temperatura de formación de esfalerita según el geotermómetro GGIMFis de Frenzel et al. (2016).

Depósito	Sector / Cuerpo / Sección	#n	T prom. (°C)	e	σ	2σ
María Teresa (Perú)	Muestras totales	106	296	87	33	66
	Bubulina / Bubulina / 1180	1	303	-	-	-
	Calera / Sofía D, muestras totales	105	296	87	33	67
	Calera / Sofía D / -300	77	299	85	34	67
	Calera / Sofía D / -340	7	303	44	16	32
	Calera / Sofía D / -500	11	304	73	42	84
	Calera / Sofía D / -540	10	267	26	8	15
Perubar (Perú)	Muestras totales	17	331	52	26	52
	Ceciña Sur	3	284	37	22	45
	Graciela	4	329	29	2	3
	Juanita	2	331	36	12	24
	Rímac-D	8	350	33	2	5
Palma (Perú)	Muestras totales	22	312	81	38	75
	Palma	16	298	96	34	69
	Santa Lidia	6	350	32	3	6
Cerro de Maimón (República Dominicana)	Cerro de Maimón	16	170	29	21	41

#n: número de análisis seleccionados, e: error absoluto, σ : desviación estándar

De acuerdo a los resultados, la esfalerita del yacimiento María Teresa cristalizó a una temperatura promedio de 296 ± 66 (error 2σ) °C. La temperatura de cristalización GGIMFis de la esfalerita del cuerpo Sofía D fue de 296 ± 67 °C, y la del cuerpo Bubulina fue de 300 °C (sólo se tomó en cuenta un análisis). Por lo tanto, según el geotermómetro GGIMFis la esfalerita de ambos cuerpos mineralizados habría cristalizado a temperaturas promedio similares. Sin embargo, se estima que la temperatura de cristalización en Bubulina fue generalmente inferior con respecto a Sofía D debido a la ausencia generalizada de masas de calcopirita en Bubulina. Por otro lado, los rangos de temperatura GGIMFis que registran los granos de esfalerita de todas las secciones muestreadas del cuerpo Sofía D presentan valores similares, a

excepción de la esfalerita de la sección -540 que muestra un valor más bajo (267 ± 15 °C). Adicionalmente, las muestras extraídas del sondaje 34-18-S ubicado en la sección -300 del cuerpo Sofía D (sector Calera) tienden a mostrar una correlación positiva entre profundidad, temperatura de cristalización de la esfalerita (Figura 25D) y contenido de In (Figura 25A), lo que sugiere que la esfalerita más profunda cristalizó a partir de fluidos hidrotermales de mayor temperatura enriquecidos en In durante el proceso de “*zone refining*”. Lo contrario sucede con el contenido de Ge (Figura 25C), el cual muestra una correlación inversa con la profundidad, indicando un empobrecimiento de Ge en esfalerita cristalizada en niveles más profundos.



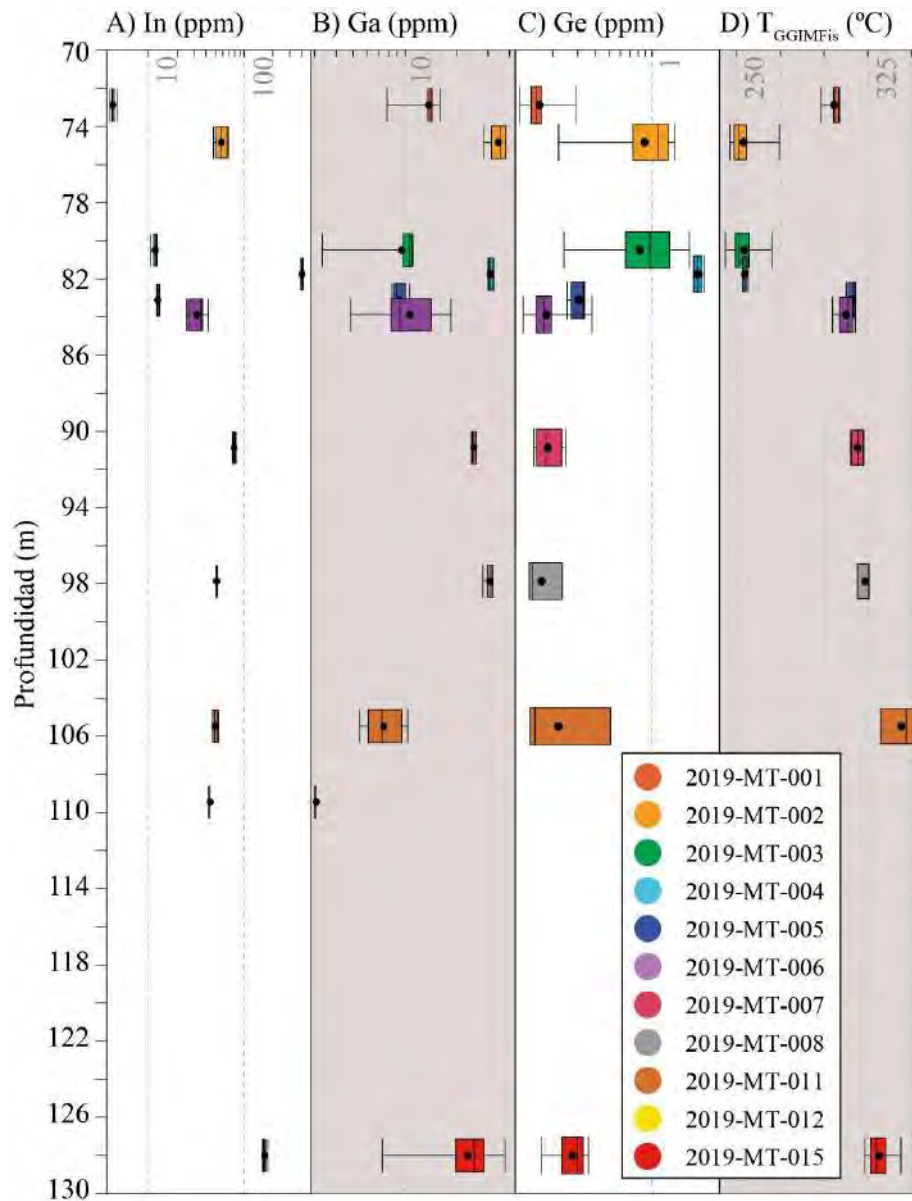


Figura 25. Correlación de cajas y bigotes entre contenidos de elementos traza (A-C) y temperatura de formación de esfalerita (D) según el geotermómetro GGIMFis de Frenzel et al. (2016) vs. profundidad de muestras en el sondaje 34-18-S ubicado en la sección -300 del cuerpo Sofía D en el yacimiento María Teresa (datos de LA-ICP-MS).

Por lo tanto, de base a techo del cuerpo Sofía D, la esfalerita registra un empobrecimiento en In y Cu, y un enriquecimiento en Ge. Este patrón de distribución concuerda con el aumento de las temperaturas de cristalización y/o influjo de volátiles magmáticos (contribución magmática directa) hacia zonas inferiores de la mineralización masiva. A diferencia del In y Ge, el patrón de distribución del Ga en

granos de esfalerita no define una tendencia clara en su distribución espacial (Figura 25B).

En Perubar y Palma se obtuvieron temperaturas de cristalización GGIMFis de 331 ± 52.3 °C y 312 ± 75.3 °C, respectivamente. Por lo tanto, las temperaturas calculadas para la cristalización de esfalerita en María Teresa, Palma y Perubar se encontrarían dentro del rango de temperaturas de cristalización obtenidos en estudios microtermométricos de inclusiones fluidas en yacimientos VMS (≤ 200 a ~ 360 °C, Bodnar et al. 2014; p. ej. Faja Pirítica Ibérica, España, Almodóvar et al. 1998; depósito Hellyer, Tasmania, Solomon et al. 2004) y directamente en depósitos activos en fondos oceánicos (p. ej. 340-390 °C en exhalación hidrotermal activa TAG, Petersen et al. 2000). No obstante, cabe destacar que, de acuerdo al estudio petrográfico realizado en esta tesis (ver apartado 4.1), María Teresa, particularmente el cuerpo Sofía D, registra una zona de calcopirita más desarrollada que los cuerpos de sulfuros en Perubar y Palma, lo que implicaría que los fluidos hidrotermales alcanzaron o superaron los ~ 300 °C. Sin embargo, las temperaturas GGIMFis calculadas no mostrarían una diferencia remarcable entre estos yacimientos.

Finalmente, la composición de la esfalerita del yacimiento Cerro de Maimón indicaría una temperatura GGIMFis de 170 ± 41.1 °C, muy inferior al rango de 242 a 302 °C de temperatura mínima estimada por Torró et al. (2016) usando la ecuación de regresión de Keith et al. (2014). Por lo tanto, la base de datos aportada en esta tesis indicaría que el geotermómetro GGIMFis puede inducir a la estimación de temperaturas poco plausibles y debe ser usado con precaución. La sobreimpresión metamórfica en la mineralización de sulfuros masivos en estos yacimientos, la cual puede cambiar la composición de elementos traza en la esfalerita, probablemente sea

la causante de las temperaturas de cristalización poco plausibles calculadas en este estudio (Frenzel et al. 2016).

5.3. Recomendaciones para la exploración de In, Ga y Ge en yacimientos tipo VMS en márgenes continentales

- □ La mayoría de depósitos minerales que contienen In están asociados a límites de placa convergentes, por lo que el margen continental peruano, asociado al límite de las placas de Nazca y Sudamericana, representa un objetivo de exploración para este elemento crítico. Por otro lado, Ga y Ge suelen estar enriquecidos en yacimientos bauxíticos (Ga) y tipo Mississippi Valley - MVT (Ge y Ga), los cuales son depósitos asociados a otros tipos de contextos tectónicos.
- El In tiene afinidad por yacimientos que poseen alguna contribución magmática, como sería el caso de los yacimientos tipo VMS del Cretácico Superior emplazados en un contexto de cuenca intra-arco en la región costera central de Perú (ver Fontboté 2019), mientras que el Ge y el Ga están más asociados a depósitos de baja temperatura sin participación de fluidos magmáticos (p. ej. MVT).
- Encontrar minerales de In, Ga y Ge en sistemas naturales es muy raro, especialmente en aquellos en los que la esfalerita aparece en proporciones importantes (ver Cook et al. 2011b). De hecho, la esfalerita, mineral de mena abundante en muchos tipos de yacimientos incluyendo la mayoría de VMS, es la principal mena de In y una de las principales de Ge y Ga.
- En los yacimientos tipo VMS estudiados, el principal portador de In y Ga es la esfalerita, y de Ge es la calcopirita. En el caso de lentes de sulfuros masivos zonados (proceso de “*zone refining*”) la esfalerita es particularmente rica en In y pobre en Ge cerca al núcleo y/o parte basal del cuerpo (es decir, cerca o dentro de la zona de

calcopirita), donde hubo circulación de fluidos hidrotermales de relativa alta temperatura ($> \sim 300$ °C). No se observan tendencias espaciales claras respecto al Ga.

- El segundo mineral con los contenidos más elevados de In en las mineralizaciones VMS estudiadas en esta tesis es la calcopirita, por lo que también es una fase importante que podría aportar al “endowment” de In en yacimientos tipo VMS. El contenido de Ga y Ge en otras fases minerales distintas de sus principales portadores es sistemáticamente bajo.



6. CONCLUSIONES

- La mineralogía de fases metálicas del yacimiento de María Teresa está constituida mayoritariamente por pirita, esfalerita, galena y calcopirita. En menor proporción contiene arsenopirita y Fe-tennantita, y en proporciones mucho menores, tetrahedrita (variedad argentotetrahedrita), Zn-tetrahedrita, covelita, cubanita, magnetita, pirrotina, plata aurífera, polibasita, boulangerita y bournonita.
- El cuerpo Sofía D presenta una zonación mineral y metalífera que incluye un núcleo de pirita masiva rodeado por una zona de calcopirita y a su vez, por una zona más externa de esfalerita-galena, coincidiendo a grandes rasgos con la zonación típica de cuerpos de sulfuros masivos que han experimentado “*zone refining*”. En cambio, el cuerpo Bubulina no muestra una zonación definida y está constituido por agregados masivos y semimasivos de pirita, esfalerita y galena.
- A grandes rasgos, las secuencias paragenéticas para los cuerpos Sofía D y Bubulina incluyen una etapa hidrotermal que consiste en una primera fase de mineralización dominada por pirita ± arsenopirita, seguida de un estadio de Pb-Zn con esfalerita + galena ± sulfosales de Pb-Cu-Ag y posteriormente, por una etapa de Cu con calcopirita. Además, Sofía D registra una etapa de metamorfismo de contacto con formación de pirrotina, magnetita y probablemente, cubanita, y finalmente, una etapa de alteración supergénica con precipitación de covelita.
- En el yacimiento de María Teresa, el contenido de In tiende a ser mayor en esfalerita (4.39-79.4 ppm, hasta 415 ppm) que en calcopirita (12.4-33.0 ppm, hasta 49.5 ppm), y es muy bajo en cobres grises (2.65-5.23 ppm, hasta 5.50 ppm) y galena (0.00846-0.0349 ppm, hasta 0.0643 ppm). De forma similar, el Ga tiende a concentrarse más en esfalerita (10.6-31.9 ppm, hasta 94.2 ppm) y su contenido es más bajo en calcopirita (2.61-9.45 ppm, hasta 23.6 ppm), galena (0.0212-0.0312 ppm, hasta 1.69 ppm) y cobres grises

(0.0615-0.508 ppm, hasta 0.576 ppm). El contenido de Ge es sistemáticamente bajo en los cuatro minerales analizados, a excepción de algunos valores puntuales relativamente altos en calcopirita (0.648-4.71 ppm, hasta 79.6 ppm).

- En María Teresa, los análisis en esfalerita muestran claras correlaciones positivas entre los contenidos de In y Ga con Cu que evidencian sustituciones acopladas como $\text{Cu}^+ + \text{In}^{3+} \leftrightarrow 2\text{Zn}^{2+}$ y $\text{Cu}^+ + \text{Ga}^{3+} \leftrightarrow 2\text{Zn}^{2+}$, respectivamente. Además, no se puede descartar esquemas más complejos de sustitución acoplada del tipo $(\text{Sn}, \text{Ge})^{4+} + (\text{Ga}, \text{In})^{3+} + (\text{Cu}, \text{Ag})^+ \leftrightarrow 4\text{Zn}^{2+}$. Por esta razón, la presencia de Cu en el sistema mineralizante es clave para la incorporación de In y Ga en la estructura cristalina de la esfalerita.
- En María Teresa, los contenidos de In más altos generalmente se presentan en esfalerita que se formó a partir de fluidos hidrotermales de relativamente alta temperatura ($> \sim 300$ °C).
- El geotermómetro GGIMFis de Frenzel et al. (2016) debe ser usado con precaución en esfalerita de yacimientos que han experimentado metamorfismo.

7. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la oportunidad de culminar con éxito mis estudios universitarios. En segundo lugar, agradezco a mi familia, principalmente a mi madre Carmen, a mi padre Carlos y a mi hermana Deyaneira, quienes siempre estuvieron a mi lado durante los momentos más importantes de mi vida personal y académica.

También agradezco a mis profesores, particularmente, a mi asesor de tesis, Dr. Lisard Torró i Abat, y al Dr. Diego Benites Negrón, por haberme brindando la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, y sin cuya exigencia y labor no podría haberse llevado a cabo la presente investigación. Además, agradezco a los jurados Dr. Cesar Muñoz y Dr. Fredrik Sahlström por sus detalladas revisiones y comentarios que permitieron una gran mejora en el contenido de la tesis.

Asimismo, agradezco a Minera Colquisiri S.A. y al Dr. Lluís Fontboté por brindar la información y muestras necesarias para que este estudio pueda llevarse a cabo.

Finalmente, a mis amigos Eduardo Tirado, Ramiro Monge, Rodrigo Hurtado de Mendoza, Johan Ramirez, André Quinteros, Johann Culqui y Robert Silva (Los Propilíticos), quienes son mi segunda familia y siempre me otorgaron su apoyo incondicional.

Este trabajo fue financiado por el CONCYTEC-FONDECYT en el marco de la convocatoria E041-01 [número de contrato 107-2018-FONDECYT-BM-IADT-AV].

8. REFERENCIAS

Acosta J, Quispe J, Rivera R, et al (2019) Metallogenic Map of Peru: Mining Operations, Projects and Prospects. Description of the Metallogenic Belts. INGEMMET

Almodóvar GR, Sáez R, Pons JM, et al (1998) Geology and genesis of the Aznalcóllar massive sulphide deposits, Iberian Pyrite Belt, Spain. *Miner Depos* 33:111–136.
<https://doi.org/10.1007/s001260050136>

Almodóvar GR, Yesares L, Sáez R, et al (2019) Massive sulfide ores in the Iberian Pyrite Belt: Mineralogical and textural evolution. *Minerals* 9:20.
<https://doi.org/10.3390/min9110653>

Anderson CS (2020) Indium. *Mineral Commodity Summaries 2020*. U S Geol Surv 78–79

Andreu E, Torró L, Proenza JA, et al (2015) Weathering profile of the Cerro de Maimón VMS deposit (Dominican Republic): Textures, mineralogy, gossan evolution and mobility of gold and silver. *Ore Geol Rev* 65:165–179.
<https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2014.09.015>

Anglo Peruana Terra (2015a) Estudio microscópico de 41 muestras de roca-Mina María Teresa. *Inf no Publ* 102

Anglo Peruana Terra (2015b) Caracterización mineralógica por medio de microscopía electrónica de barrido. *Inf no Publ* 60

Atherton MP (1990) The Coastal Batholith of Peru: The product of rapid recycling of “new” crust formed within rifted continental margin. *Geol J* 25:337–349.
<https://doi.org/10.1002/gj.3350250316>

- Atherton MP, Aguirre L (1992) Thermal and geotectonic setting of Cretaceous volcanic rocks near Ica, Peru, in relation to Andean crustal thinning. *J South Am Earth Sci* 5:47–69.
[https://doi.org/10.1016/0895-9811\(92\)90059-8](https://doi.org/10.1016/0895-9811(92)90059-8)
- Atherton MP, Pitcher WS, Warden V (1983) The Mesozoic marginal basin of central Peru. *Nature* 305:303–306. <https://doi.org/10.1038/305303a0>
- Atherton MP, Warden V, Sanderson LM (1985) The Mesozoic marginal basin of central Peru: a geochemical study of within-plate-edge volcanism. Pitcher WS, Athert MP, Cobbing EJ, Beckinsale RD *Magmat a plate edge; Peruvian Andes Blackie, Glas* 47–58.
https://doi.org/10.1007/978-1-4899-5820-4_6
- Atherton MP, Webb S (1989) Volcanic facies, structure, and geochemistry of the marginal basin rocks of central Peru. *J South Am Earth Sci* 2:241–261.
[https://doi.org/10.1016/0895-9811\(89\)90032-1](https://doi.org/10.1016/0895-9811(89)90032-1)
- Barrett TJ, MacLean WH, Årebäck H (2005) The Palaeoproterozoic Kristineberg VMS deposit, Skellefte district, northern Sweden. Part II: Chemostratigraphy and alteration. *Miner Depos* 40:368–395. <https://doi.org/10.1007/s00126-005-0001-2>
- Barrie CT, Hannington MD (1999) Introduction: Classification of VMS deposits based on host rock composition. *Volcanic-Associated Massive Sulfide Depos Process Examples Mod Anc Settings* 8:2–10
- Baumgartner RJ, Van Kranendonk MJ, Pagès A, et al (2020) Accumulation of transition metals and metalloids in sulfidized stromatolites of the 3.48 billion-year-old Dresser Formation, Pilbara Craton. *Precambrian Res* 337:105534.
<https://doi.org/10.1016/j.precamres.2019.105534>

- Belissont R, Boiron M-C, Luais B, et al (2015) Germanium Distribution and Isotopic Study in Sulphides from MVT-Related and VMS-Remobilised Ore Deposits. *Strateg Met their sources, ore-forming Process Miner Resour A Sustain WORLD*, 13th SGA Bienn Meet 2015 2:683–686
- Benavides-Cáceres V (1999) Orogenic evolution of the Peruvian Andes: The Andean cycle. *Soc Econ Geol Spec Publ* 7:61–107. <https://doi.org/10.5382/sp.07.03>
- Benites D, Torró L, Vallance J, et al (2019) Ore mineralogy of the In-bearing Ayawilca Zn-Ag-Sn-Cu. *Life with Ore Depos Earth – 15th SGA Bienn Meet 2019* 4:1681–1684
- Bente K, Doering T (1995) Experimental studies on the solid state diffusion of Cu + In in ZnS and on “Disease”, DIS (Diffusion Induced Segregations), in sphalerite and their geological applications. *Mineral Petrol* 53:285–305.
<https://doi.org/10.1007/BF01160153>
- Benzaazoua M, Marion P, Pinto A, et al (2003) Tin and indium mineralogy within selected samples from the Neves Corvo ore deposit (Portugal): A multidisciplinary study. *Miner Eng* 16:1291–1302. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2003.07.008>
- Bleiwas DI (2010) Byproduct mineral commodities used for the production of photovoltaic cells. *U S Geol Surv Circ* 1365 1–10. <https://doi.org/10.3133/cir1365>
- Bodnar RJ, Lecumberri-Sanchez P, Moncada D, Steele-MacInnis M (2014) *Fluid Inclusions in Hydrothermal Ore Deposits*, 2nd edn. Elsevier Ltd.
- Brauhart CW, Groves DI, Morant P (1998) Regional alteration systems associated with volcanogenic massive sulfide mineralization at Panorama, Pilbara, Western Australia. *Econ Geol* 93:292–302. <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.93.3.292>

Bueno Carreón JP (2019) Herramientas de exploración aplicadas a la generación de nuevos targets en el yacimiento VMS Cerro Lindo. Proexplor 2019, Lima, resúmenes extendidos 332–340

Bueno Carreón JP, Mendoza Mondragón M (2019) Caracterización litogeoquímica en el yacimiento VMS - Cerro Lindo y su relación con la mineralización para determinar vectores guías en exploración. Proexplor 2019, Lima, resúmenes extendidos 196–201

Butcher T, Brown T (2014) Gallium. Crit Met Handbook, G Gunn 150–176.
<https://doi.org/10.1002/9781118755341.ch7>

Campbell IH, McDougall TJ, Turner JS (1984) A note on fluid dynamic processes which can influence the deposition of massive sulfides. Econ Geol 79:1905–1913

Carvalho JRS, Relvas JMRS, Pinto AMM, et al (2018) Indium and selenium distribution in the Neves-Corvo deposit, Iberian Pyrite Belt, Portugal. Mineral Mag 82:S5–S41.
<https://doi.org/10.1180/minmag.2017.081.079>

Cobbing EJ (1978) The Andean Geosyncline in Peru, and its distinction from Alpine Geosynclines. J Geol Soc London 135:207–218.
<https://doi.org/10.1144/gsjgs.135.2.0207>

COLQUISIRI S.A. (2018) Mapa geológico del yacimiento tipo VMS María Teresa. Mapa no Publ

Cook NJ, Ciobanu CL, Pring A, et al (2009) Trace and minor elements in sphalerite: A LA-ICPMS study. Geochim Cosmochim Acta 73:4761–4791.
<https://doi.org/10.1016/j.gca.2009.05.045>

Cook NJ, Ciobanu CL, Williams T (2011a) The mineralogy and mineral chemistry of indium

- in sulphide deposits and implications for mineral processing. *Hydrometallurgy* 108:226–228. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2011.04.003>
- Cook NJ, Sundblad K, Valkama M, et al (2011b) Indium mineralisation in A-type granites in southeastern Finland: Insights into mineralogy and partitioning between coexisting minerals. *Chem Geol* 284:62–73. <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2011.02.006>
- Cox DP, Singer DA (1986) Mineral deposit models. *US Geol Surv Bull* 1693:379
- Cueva E, Mamani M, Rodriguez R (2010) Magmatismo Y geoquímica del volcanismo Albiano- Cenomaniano (Grupo Casma) Y Maastrichtiano-Daniano entre Pucusana Y Chimbote. XV Congr Peru Geol resúmenes extendidos Soc Geológica Perú, Publ Esp 9:921–924
- Doyle MG, Allen RL (2003) Subsea-floor replacement in volcanic-hosted massive sulfide deposits. *Ore Geol Rev* 23:183–222. [https://doi.org/10.1016/S0169-1368\(03\)00035-0](https://doi.org/10.1016/S0169-1368(03)00035-0)
- Duncan RA, Hargraves RB (1984) Plate tectonic evolution of the Caribbean region in the mantle reference frame. *Mem Geol Soc Am* 162:81–93. <https://doi.org/10.1130/MEM162-p81>
- Eldridge CS, Barton PB, Ohmoto H (1983) Mineral textures and Their Bearing on Formation of the Kuroko Orebodies. *Econ Geol Monogr* 5:241–281. <https://doi.org/10.5382/mono.05.15>
- European Commission (2017) Critical raw materials. https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical_en. Accessed 25 Mar 2020
- European Commission (2020) Study on the EU’s list of Critical Raw Materials (final report). European Commission, Brussels 153 p. 1–158. <https://doi.org/10.2873/904613>.

- Farfán C, Monge R, Fontboté L (2019) Palma , yacimiento de Zn-Pb tipo VMS en una cuenca intra-arco del Cretácico Superior en Perú central : nuevos avances en exploración para un gran potencial. Proexplo 2019, Lima, resúmenes extendidos 209–215
- Foley NK, Jaskula BW, Kimball BE, Schulte RF (2017) Gallium, chap. H of Schulz, K.J., DeYoung, J.H., Seal II, R.R. and Bradley, D.C. Crit Miner Resour United States—Economic Environ Geol Prospect Futur supply US Geol Surv Prof Pap 1802 H1–H35. <https://doi.org/10.3133/pp1802H>
- Fontboté L (2019) Volcanogenic Zn-Pb ± Cu massive sulfide deposits in the Upper Cretaceous plutono- volcanic arc in central Peru. Proexplo 2019, Lima, resúmenes extendidos 45–52
- Franklin JM, Gibson HL, Jonasson IR, Galley AG (2005) Volcanogenic Massive Sulfide Deposits. One Hundredth Anniv Vol 523–560. <https://doi.org/https://doi.org/10.5382/AV100.17>
- Frenzel M, Bachmann K, Carvalho JRS, et al (2019) The geometallurgical assessment of by-products—geochemical proxies for the complex mineralogical deportment of indium at Neves-Corvo, Portugal. Miner Depos 54:959–982. <https://doi.org/10.1007/s00126-018-0849-6>
- Frenzel M, Hirsch T, Gutzmer J (2016) Gallium, germanium, indium, and other trace and minor elements in sphalerite as a function of deposit type - A meta-analysis. Ore Geol Rev 76:52–78. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2015.12.017>
- Frenzel M, Mikolajczak C, Reuter MA, Gutzmer J (2017) Quantifying the relative availability of high-tech by-product metals – The cases of gallium, germanium and indium. Resour Policy 52:327–335. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2017.04.008>

- Galley A, Hannington MD, Jonasson I (2007) Volcanogenic massive sulphide deposits. Mineral deposits of Canada: A synthesis of major deposit-types, district metallogeny, the evolution of geological provinces, and exploration methods: Geological Association of Canada. Miner Depos Div Spec Publ 5:141–161
- Garside M (2019) Share of metal production worldwide from volcanogenic massive sulfide deposits as of 2019, by metal type. Statista
- GEOMECANICA LATINA S.A. (2017) Actualización del estudio hidrogeológico de mina María Teresa. Inf no Publ 55
- George L, Cook NJ, Cristiana C, Wade BP (2015) Trace and minor elements in galena: A reconnaissance LA-ICP-MS study. *Am Mineral* 100:548–569. <https://doi.org/10.2138/am-2015-4862>
- George LL, Cook NJ, Ciobanu CL (2016) Partitioning of trace elements in co-crystallized sphalerite-galena-chalcopyrite hydrothermal ores. *Ore Geol Rev* 77:97–116. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2016.02.009>
- George LL, Cook NJ, Crowe BBP, Ciobanu CL (2018) Trace elements in hydrothermal chalcopyrite. *Mineral Mag* 82:59–88. <https://doi.org/10.1180/minmag.2017.081.021>
- Goodfellow WD (2007) Metallogeny of the Bathurst Mining Camp , Northern New Brunswick. *Miner Depos Canada—A Synth major Depos Dist Metallog Evol Geol Prov Explor methods Geol Assoc Canada, Miner Depos Div Spec Publ 5* 449–469
- Gordon RG, Jurdy DM (1986) Cenozoic global plate motions
- Grenne T, Slack JF (2005) Geochemistry of Jasper Beds from the Ordovician Lokken Ophiolite, Norway: Origin of Proximal and Distal Siliceous Exhalites. *Econ Geol*

100:1511–1527. <https://doi.org/10.2113/100.8.1511>

Guillong M, Hametner K, Reusser E, et al (2005) Preliminary Characterisation of New Glass Reference Materials (GSA-1G, GSC-1G, GSD-1G and GSE-1G) by Laser Ablation-Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry Using 193 nm, 213 nm and 266 nm Wavelengths. *Geostand Geoanalytical Res* 29:315–331. <https://doi.org/10.1111/j.1751-908x.2005.tb00903.x>

Guillong M, Meier DL, Allan MM, et al (2008) SILLS: A Matlab-Based Program for the Reduction of Laser Ablation ICP–MS Data of Homogeneous Materials and Inclusions, in *Laser Ablation ICP-MS in the Earth Sciences: Current Practices and Outstanding Issues*, P. Sylvester, Editor. 2008. Mineral Assoc Canada Short Course 40:328–333

Guillong M, Wotzlaw J-F, Looser N, Laurent O (2020) (in review) New analytical and data evaluation protocols to improve the reliability of U-Pb LA-ICP-MS carbonate dating. *Geochronol Discuss*. <https://doi.org/10.5194/gchron-2019-20>

Hall SR, Stewart JM (1973) The crystal structure refinement of chalcopyrite, CuFeS_2 . *Acta Crystallogr Sect B Struct Crystallogr Cryst Chem* 29:579–585. <https://doi.org/10.1107/s0567740873002943>

Hannington MD, De Ronde CEJ, Petersen S (2005) Sea-Floor Tectonics and Submarine Hydrothermal Systems. *Econ Geol 100th Anniv Vol* 111–141. <https://doi.org/10.5382/av100.06>

Hannington MD, Galley AG, Herzig PM, Petersen S (1998) Comparison of the TAG Mound and Stockwork Complex with Cyprus-Type Massive Sulfide Deposits. Herzig, PM, Humphris, SE, Miller, DJ, Zierenberg, RA (Eds), *Proc Ocean Drill Progr Sci Results* 158:389–415. <https://doi.org/10.2973/odp.proc.sr.158.217.1998>

- Hannington MD, Poulsen KH, Thompson JFH, Sillitoe RH (1999) Volcanogenic Gold in the Massive Sulfide Environment. *Volcan Assoc Massive Sulfide Depos Process Examples Mod Anc Settings* 8:325–356. <https://doi.org/10.5382/rev.08.14>
- Hannington MD, Scott SD (1989) Sulfidation equilibria as guides to gold mineralization in volcanogenic massive sulfides: Evidence from sulfide mineralogy and the composition of sphalerite. *Econ Geol* 84:1978–1995. <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.84.7.1978>
- Herzig PM, Hannington MD (1995) Polymetallic massive sulfides at the modern seafloor a review. *Ore Geol Rev* 10:95–115. [https://doi.org/10.1016/0169-1368\(95\)00009-7](https://doi.org/10.1016/0169-1368(95)00009-7)
- Hutchinson RW (1973) Volcanogenic sulfide deposits and their metallogenic significance. *Econ Geol* 68:1223–1246. <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.68.8.1223>
- Injoque J, Miranda C, Dunin-Borkowski E (1979) Estudio de la genesis del yacimiento de Tambogrande y sus implicancias. *Bol la Soc Geol del Peru* 64:73–99
- Jaillard E (1994) Kimmeridgian to Paleocene Tectonic and Geodynamic Evolution of the Peruvian (and Ecuadorian) Margin. *Salfity JA Cretac tectonics Andes Earth Evol Sci Monogr Ser Wiesbad* 101–167. https://doi.org/10.1007/978-3-322-85472-8_3
- Jochum KP, Weis U, Stoll B, et al (2011) Determination of Reference Values for NIST SRM 610-617 Glasses Following ISO Guidelines. *Geostand Geoanalytical Res* 35:397–429. <https://doi.org/10.1111/j.1751-908X.2011.00120.x>
- Johan Z (1988) Indium and germanium in the structure of sphalerite: An example of coupled substitution with copper. *Mineral Petrol* 39:211–229. <https://doi.org/10.1007/BF01163036>
- Keith M, Haase KM, Schwarz-schampera U, et al (2014) Effects of temperature, sulfur, and

oxygen fugacity on the composition of sphalerite from submarine hydrothermal vents. *Geology* 42:699–702. <https://doi.org/10.1130/G35655.1>

Klekovkina V V., Gainov RR, Vagizov FG, et al (2014) Oxidation and magnetic states of chalcopyrite CuFeS₂: A first principles calculation. *Opt Spectrosc* 116:885–888. <https://doi.org/10.1134/S0030400X14060149>

Klemm R, Okrusch M (1990) Phase relationships and fluid inclusions characteristics of the metamorphosed, stratiform sulfide deposit Matchless, Namibia. *Geol Rundschau* 79:433–449. <https://doi.org/10.1007/BF01830637>

Koski RA (2012a) Hypogene Ore Characteristics, chap VIII of Shanks III, W. C. P. and Thurston, R. *Volcanogenic Massive Sulfide Occur Model U S Geol Surv Sci Investig Rep 2010-5070-C* 137–146. <https://doi.org/10.3133/sir20105070C>

Koski RA (2012b) Supergene Ore and Gangue Characteristics, chap VIII of Shanks III, W. C. P. and Thurston, R. *Volcanogenic Massive Sulfide Occur Model U S Geol Surv Sci Investig Rep 2010-5070-C* 185–189. <https://doi.org/10.3133/sir20105070C>

Koski RA, Mosier DL (2012) Deposit Type and Associated Commodities, chap II of Shanks III, W. C. P. and Thurston, R. *Volcanogenic Massive Sulfide Occur Model U S Geol Surv Sci Investig Rep 2010-5070-C* 15–21. <https://doi.org/10.3133/sir20105070C>

Lambert IB, Sato T (1974) The Kuroko and associated ore deposits of Japan - A review of their features and metallogenesis. *Econ Geol* 69:1215–1236. <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.69.8.1215>

Large RR (1992) Australian volcanic-hosted massive sulfide deposits: features, styles, and genetic models. *Econ Geol* 87:471–510. <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.87.3.471>

- Large RR (1977) Chemical evolution and zonation of massive sulfide deposits in volcanic terrains. *Econ Geol* 72:549–572. <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.72.4.549>
- Lazo R (2012) Plano de ubicación de la unidad económica administrativa María Teresa. Mapa no Publ
- Li Y, Kawashima N, Li J, et al (2013) A review of the structure, and fundamental mechanisms and kinetics of the leaching of chalcopyrite. *Adv Colloid Interface Sci* 197–198:1–32. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2013.03.004>
- Lydon JW (1984) Volcanogenic massive sulphide deposits-Part 1. *A Descr Model Geosci Canada* 11:195–202
- Marcoux E, Moëlo Y, Leistel JM (1996) Bismuth and cobalt minerals as indicators of stringer zones to massive sulphide deposits, Iberian Pyrite Belt. *Miner Depos* 31:1–26. <https://doi.org/10.1007/BF00225392>
- Melcher F, Buchholz P (2014) Germanium. *Crit Met Handbook*, G Gunn 177–203. <https://doi.org/10.1002/9781118755341.ch8>
- Mikhlin Y, Tomashevich Y, Tauson V, et al (2005) A comparative X-ray absorption near-edge structure study of bornite, Cu_5FeS_4 , and chalcopyrite, CuFeS_2 . *J Electron Spectros Relat Phenomena* 142:83–88. <https://doi.org/10.1016/j.elspec.2004.09.003>
- Monecke T, Petersen S, Hannington MD, et al (2016) The Minor Element Endowment of Modern Sea-Floor Massive Sulfides and Comparison with Deposits Hosted in Ancient Volcanic Successions. *Rev Econ Geol* 18:245–306. <https://doi.org/10.5382/Rev.18.11>
- Morgan LA, Schulz KJ (2012) Physical Volcanology of Volcanogenic Massive Sulfide Deposits, chap V of Shanks III, W. C. P. and Thurston, R. *Volcanogenic Massive*

Sulfide Occur Model U S Geol Surv Sci Investig Rep 2010-5070-C 65–100.

<https://doi.org/10.3133/sir20105070C>

Mosier DL, Berger VI, Singer DA (2009) Volcanogenic Massive Sulfide Deposits of the World — Database and Grade and Tonnage Models. U S Geol Surv Open-File Rep 2009-1034 46

Mukasa SB (1986) Zircon U-Pb ages of super-units in the Coastal batholith, Peru: Implications for magmatic and tectonic processes. *Geol Soc Am Bull* 97:241–254.

[https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1986\)97<241:zuaosi>2.0.co;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1986)97<241:zuaosi>2.0.co;2)

Münch U, Halbach P, Fujimoto H (2000) Sea-floor hydrothermal mineralization from the Mt. Jourdanne, Southwest Indian Ridge. *JAMSTEC J Deep Sea Res* 16:125–132

Murakami H, Ishihara S (2013) Trace elements of indium-bearing sphalerite from tin-polymetallic deposits in Bolivia, China and Japan: A femto-second LA-ICPMS study. *Ore Geol Rev* 53:223–243. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2013.01.010>

Nassar NT, Graedel TE, Harper EM (2015) By-product metals are technologically essential but have problematic supply. *Sci Adv* 1:e1400180.

<https://doi.org/10.1126/sciadv.1400180>

Oftedal I (1941) Untersuchungen über die Nebenbestandteile von Erzmineralen norwegischer zinkblende-führender Vorkommen. *Nor Vidensk Akad Skr Mat- Nat* 8:1–103

Ohmoto H (1996) Formation of volcanogenic massive sulfide deposits: The Kuroko perspective. *Ore Geol Rev* 10:135–177. [https://doi.org/10.1016/0169-1368\(95\)00021-6](https://doi.org/10.1016/0169-1368(95)00021-6)

Pardo-Casas F, Molnar P (1987) Relative motion of the Nazca (Farallon) and South American Plates since Late Cretaceous time. *Tectonics* 6:233–248.

<https://doi.org/10.1029/TC006i003p00233>

Pauling L, Brockway LO (1932) The crystal structure of chalcopyrite. *Zeitschrift für Krist – Cryst Mater* 82:188–194. <https://doi.org/10.2183/pjab1912.10.498>

Pearce CI, Patrick RAD, Vaughan DJ, et al (2006) Copper oxidation state in chalcopyrite: Mixed Cu d9 and d10 characteristics. *Geochim Cosmochim Acta* 70:4635–4642. <https://doi.org/10.1016/j.gca.2006.05.017>

Peter JM (2003) Ancient iron formations—Their genesis and use in the exploration for stratiform base metal sulphide deposits, with examples from the Bathurst mining camp. *Geochemistry sediments Sediment rocks—Evolutionary considerations to Miner Depos Form Environ Geol Assoc Canada* 4:145–176

Petersen S, Herzig PM, Hannington MD (2000) Third dimension of a presently forming VMS deposit: TAG hydrothermal mound, Mid-Atlantic Ridge, 26°N. *Miner Depos* 35:233–259. <https://doi.org/10.1007/s001260050018>

Pichardo E, Fontboté L, Mena T, et al (2019) El yacimiento de Zn-Pb-Cu-Ag tipo VMS María Teresa, Perú: geología y exploración. *Proexplo 2019, Lima, resúmenes extendidos* 202–208

Piercey SJ (2010) An overview of petrochemistry in the regional exploration for volcanogenic massive sulphide (VMS) deposits. *Geochemistry Explor Environ Anal* 10:119–136. <https://doi.org/10.1144/1467-7873/09-221>

Piercey SJ (2011) The setting, style, and role of magmatism in the formation of volcanogenic massive sulfide deposits. *Miner Depos* 46:449–471. <https://doi.org/10.1007/s00126-011-0341-z>

- Polliand M (2006) Genesis, evolution, and tectonic setting of the Upper Cretaceous Perubar Ba-Pb-Zn volcanic-hosted massive sulfide deposit, central Peru. PhD Thesis Univ Geneva, Terre Environnement 60:141
- Polliand M, Fontboté L (2000) The Perubar Ba-Pb-Zn VHMS deposit, Central Peru. VMS Depos Lat Am Geol Assoc Canada, Miner Depos Div Spec Publ Vancouver, Canada 2:439–446
- Polliand M, Fontboté L, Spangenberg J (1999) Tracing back sulfur isotope reequilibration due to contact metamorphism : A case study from the Perubar VMS deposit , Central Peru. Miner Depos Process to Process 5th Bienn SGA Meet London, Engl 967–970
- Polliand M, Schaltegger U, Frank M, Fontboté L (2005) Formation of intra-arc volcanosedimentary basins in the western flank of the central Peruvian Andes during Late Cretaceous oblique subduction: field evidence and constraints from U – Pb ages and Hf isotopes. Int J Earth Sci 94:231–242. <https://doi.org/10.1007/s00531-005-0464-5>
- Pring A, Wade B, McFadden A, et al (2020) Coupled substitutions of minor and trace elements in co-existing sphalerite and wurtzite. Minerals 10:1–14. <https://doi.org/10.3390/min10020147>
- Reich M, Román N, Barra F, Morata D (2020) Silver-rich chalcopyrite from the active Cerro Pabellón geothermal system, Northern Chile. Minerals 10:1–12. <https://doi.org/10.3390/min10020113>
- Ríos AM, Castroviejo R, García JM (2008) Los sulfuros masivos volcanogénicos de la Cuenca Lancones (Perú). Geogaceta 44:47–50
- Romero D, Quispe J, Carlotto V, Tassinari C (2008) Los depósitos de la cuenca

Maastrichtiano - Daniano: relación con los yacimientos tipo sulfuros masivos
volcanogénicos de Pb - Zn - Cu; Perú central. Congr Peru Geol Lima 6

Savard D (2018) UQAC (Université du Québec à Chicoutimi) FeS-1 data. Data no publicada.
<https://sulfideslasericpms.wordpress.com/rm-available/>. Accessed 8 Apr 2020

Schwarz-Schampera U (2014) Indium. Crit Met Handbook, G Gunn 204–229.
<https://doi.org/10.1002/9781118755341.ch9>

Schwarz-Schampera U, Herzig PM (2002) Indium: Geology, Mineralogy and Economics. A
Contrib to BGR 2000 Raw Mater with Short Lifetime Reserv Fed Inst Geosci Nat
Resour Hann Ger 257

Scotese CR (1991) Jurassic and Cretaceous plate tectonic reconstructions. Palaeogeogr
Palaeoclimatol Palaeoecol 87:493–501. [https://doi.org/10.1016/0031-0182\(91\)90145-H](https://doi.org/10.1016/0031-0182(91)90145-H)

Shanks III WCP (2012) Hydrothermal Alteration, chap XI of Shanks III, W. C. P. and
Thurston, R. Volcanogenic Massive Sulfide Occur Model U S Geol Surv Sci Investig
Rep 2010-5070-C 169–180. <https://doi.org/10.3133/sir20105070C>

Shanks III WCP, Kimball BE, Tolcin AC, Guberman DE (2017) Germanium and indium,
chap. I of Schulz, K.J., DeYoung, J.H., Seal II, R.R. and Bradley, D.C. Crit Miner
Resour United States—Economic Environ Geol Prospect Futur supply US Geol Surv
Prof Pap 1802 I1–I27. <https://doi.org/10.3133/pp1802I>

Shanks III WCP, Koski RA (2012) Introduction, chap I of Shanks III, W. C. P. and Thurston,
R. Volcanogenic Massive Sulfide Occur Model U S Geol Surv Sci Investig Rep 2010-
5070-C 5–8. <https://doi.org/10.3133/sir20105070C>

Slack JF (2012a) Physical Description of Deposit, chap VI of Shanks III, W. C. P. and

- Thurston, R. Volcanogenic Massive Sulfide Occur Model U S Geol Surv Sci Investig Rep 2010-5070-C 105–111. <https://doi.org/10.3133/sir20105070C>
- Slack JF (2012b) Exhalites, chap X of Shanks III, W. C. P. and Thurston, R. Volcanogenic Massive Sulfide Occur Model U S Geol Surv Sci Investig Rep 2010-5070-C 159–163. <https://doi.org/10.3133/sir20105070C>
- Slack JF (2012c) Hypogene Gangue Characteristics, chap VIII of Shanks III, W. C. P. and Thurston, R. Volcanogenic Massive Sulfide Occur Model U S Geol Surv Sci Investig Rep 2010-5070-C 151–153. <https://doi.org/10.3133/sir20105070C>
- Soler P (1987) Variations des teneurs en éléments mineurs (Cd, In, Ge, Ga, Ag, Bi, Se, Hg, Sn) des minerais de Pb-Zn de la province polymétallique des Andes du Pérou Central. *Miner Depos* 22:135–143
- Soler P (1991) El volcanismo Casma del Perú Central: cuenca marginal abortada o simple arco volcanico? VII Congr Peru Geol Resúmenes Extendidos, Soc Geológica del Perú, Lima 659–663
- Soler P, Rotach-Toulhoat N (1990) Implications of the time-dependent evolution of Pb- and Sr-isotopic compositions of Cretaceous and Cenozoic granitoids from the coastal region and the lower Pacific slope of the Andes of central Peru. In: Special Paper of the Geological Society of America. Geological Society of America, pp 161–172
- Solomon M, Gemmell JB, Zaw K (2004) Nature and origin of the fluids responsible for forming the Hellyer Zn-Pb-Cu, volcanic-hosted massive sulphide deposit, Tasmania, using fluid inclusions, and stable and radiogenic isotopes. *Ore Geol Rev* 25:89–124. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2003.11.001>

Steinmüller K, Chacón Abad N, Grant B (2000) Volcanogenic Massive Sulphide Deposits in Peru. Volcanogenic massive sulphide Depos Lat Am Geol Assoc Canada Spec Publ 2:423–437

Takeuchi T, Nambu M, Suzuki M, Okada K (1956) Germanium Bearing Black Ores from the Kamikita Mine, Aomori Prefecture. Min Geol 6:231–243.
https://doi.org/10.11456/shigenchishitsu1951.6.22_231

Tegart P, Allen G, Carstensen A (2000) Regional setting, stratigraphy, alteration and mineralization of the Tambo Grande VMS district, Piura Department, Northern Peru. VMS Depos Lat Am Geol Assoc Canada, Miner Depos Div Spec Publ Vancouver, Canada 2:375–405

Tivey MK (2007) Generation of seafloor hydrothermal vent fluids and associated mineral deposits. Oceanography 20:50–65. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2007.80>

Todd EC, Sherman DM (2003) Surface oxidation of chalcocite (Cu₂S) under aqueous (pH = 2–11) and ambient atmospheric conditions: Mineralogy from Cu L- and O K-edge X-ray absorption spectroscopy. Am Mineral 88:1652–1656. <https://doi.org/10.2138/am-2003-11-1203>

Todd EC, Sherman DM, Purton JA (2003) Surface oxidation of chalcopyrite (CuFeS₂) under ambient atmospheric and aqueous (pH 2–10) conditions: Cu, Fe L- and O K-edge X-ray spectroscopy. Geochim Cosmochim Acta 67:2137–2146. [https://doi.org/10.1016/S0016-7037\(02\)01371-6](https://doi.org/10.1016/S0016-7037(02)01371-6)

Torró L, Benites D, Vallance J, et al (2022) Trace element geochemistry of sphalerite and chalcopyrite in arc-hosted VMS deposits. J Geochemical Explor 232:106882.
<https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2021.106882>

- Torró L, Cazorla M, Melgarejo JC, et al (2019a) Indium mineralization in the volcanic dome-hosted Ánimas–Chocaya–Siete Suyos polymetallic deposit, Potosí, Bolivia. *Minerals* 9:1–42. <https://doi.org/10.3390/min9100604>
- Torró L, Melgarejo JC, Gemmrich L, et al (2019b) Spatial and temporal controls on the distribution of indium in xenothermal vein-deposits: The Huari Huari district, Potosí, Bolivia. *Minerals* 9:1–38. <https://doi.org/10.3390/min9050304>
- Torró L, Proenza JA, Espaillet J, et al (2018) The discovery of the Romero VMS deposit and its bearing on the metallogenic evolution of hispaniola during the cretaceous. *Minerals* 8:24. <https://doi.org/10.3390/min8110507>
- Torró L, Proenza JA, Melgarejo JC, et al (2016) Mineralogy, geochemistry and sulfur isotope characterization of Cerro de Maimón (Dominican Republic), San Fernando and Antonio (Cuba) lower cretaceous VMS deposits: Formation during subduction initiation of the proto-Caribbean lithosphere within a fore-ar. *Ore Geol Rev* 72:794–817. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2015.09.017>
- Valencia M, Rodríguez I, Villarreal E, Acosta J (2017) Potencial de Zinc en la Cuenca Lancones. *Proexplor 2017, Lima, resúmenes extendidos* 105–110
- Velasco F, Sánchez-España J, Boyce AJ, et al (1998) A new sulphur isotopic study of some Iberian Pyrite Belt deposits: Evidence of a textural control on sulphur isotope composition. *Miner Depos* 34:4–18. <https://doi.org/10.1007/s001260050182>
- Vidal CE (1987) Kuroko-type deposits in the Middle-Cretaceous marginal basin of central Peru. *Econ Geol* 82:1409–1430. <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.82.6.1409>
- Warren H V., Thompson RM (1945) Sphalerites from western Canada. *Econ Geol* 40:309–

- Wellmer F-W, Hannak W, Krauss U, Thormann A (1990) Deposits of rare metals. In: Kürsten M (ed) Raw materials for new technologies. Proc fifth Int Symp held Hann Fed Rep Ger Fed Inst Geosci Nat Resour Oct 19–21, 1988, Schweizerbart, Stuttgart 71–122
- Wierzbicka-Wieczorek M, Lottermoser BG, Kiefer S, et al (2019) Indium distribution in metalliferous mine wastes of the Iberian Pyrite Belt, Spain–Portugal. *Environ Earth Sci* 78:1–14. <https://doi.org/10.1007/s12665-019-8263-7>
- Wilson SA, Ridley WI, Koenig AE (2002) Development of sulfide calibration standards for the laser ablation inductively-coupled plasma mass spectrometry technique. *J Anal At Spectrom* 17:406–409. <https://doi.org/10.1039/B108787H>
- Winter LS, Tosdal RM, Franklin JM, Tegart P (2004) A Reconstructed Cretaceous Depositional Setting for Giant Volcanogenic Massive Sulfide Deposits at Tambogrande, Northwestern Peru. *Soc Econ Geol Spec Publ* 11:319–340. <https://doi.org/10.5382/sp.11.18>
- Winter LS, Tosdal RM, Mortensen JK, Franklin JM (2010) Volcanic stratigraphy and geochronology of the cretaceous Lancones Basin, Northwestern Peru: Position and Timing of Giant VMS Deposits. *Econ Geol* 105:713–742. <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.105.4.713>
- Winter LS, Tosdal RM, Tegart P (2002) A step in the formation of the Huancabamba deflection in the Andes of Peru and Ecuador. *Geol Soc Am Annu Meet Pap* 191–14
- Zevallos PL (2000) Cerro Lindo Project. VMS Depos Lat Am Geol Assoc Canada, Miner Depos Div Spec Publ Vancouver, Canada 2:407–422

ANEXOS

Anexo A

Lista de muestras recolectadas y sus respectivas descripciones de campo.

MARÍA TERESA - COLQUISIRI																	
Muestra	Campaña	UTM E	UTM N	Coord. GEO E	Coord. GEO N	Profundidad	Altitud (m.s.n.m)	Drill core	X Collar	Y Collar	Z Collar	X Collar Coord. GEO	Y Collar Coord. GEO	Profundidad final del core	Sector-Cuerpo-Sección	Minerales	Textura, secuencia
2019-MT-001	Colquisiri Feb 2019	252425.33	8728385.11	-77.269574	-11.494319	72.85	83.48	34-18-S	252414.99	8728378.76	155.31	-77.269669	-11.494376	261.00	Calera-Sofia D-Sec-300	esfalerita, pirita, calcopirita	Esfalerita marrón con pirita; Sofía D cuerpo con Zn en parte superior pasando a py+cpy, pero con dacita en el medio (sin o post?)
2019-MT-002	Colquisiri Feb 2019	252425.57	8728385.26	-77.269571	-11.494318	74.60	81.75	34-18-S	252414.99	8728378.76	155.31	-77.269669	-11.494376	261.00	Calera-Sofia D-Sec-300	esfalerita	Esfalerita amarilla masiva gruesa
2019-MT-003	Colquisiri Feb 2019	252426.43	8728385.76	-77.269564	-11.494313	80.60	75.83	34-18-S	252414.99	8728378.76	155.31	-77.269669	-11.494376	261.00	Calera-Sofia D-Sec-300	esfalerita, pirita	Esfalerita amarilla masiva + vetilla de esfalerita muy amarilla cortando y acompañada por py fina en el medio
2019-MT-004	Colquisiri Feb 2019	252426.54	8728385.83	-77.269562	-11.494313	81.40	75.05	34-18-S	252414.99	8728378.76	155.31	-77.269669	-11.494376	261.00	Calera-Sofia D-Sec-300	esfalerita, cobres grises	Esfalerita intercrecida con cobres grises
2019-MT-005	Colquisiri Feb 2019	252426.74	8728385.94	-77.269561	-11.494311	82.80	73.66	34-18-S	252414.99	8728378.76	155.31	-77.269669	-11.494376	261.00	Calera-Sofia D-Sec-300	esfalerita, calcopirita, pirita	Esfalerita acaramelada gruesa + cpy gruesa + py final contacto con el dique
2019-MT-006	Colquisiri Feb 2019	252426.87	8728386.02	-77.269559	-11.494311	83.70	72.78	34-18-S	252414.99	8728378.76	155.31	-77.269669	-11.494376	261.00	Calera-Sofia D-Sec-300	esfalerita, cobres grises?, calcopirita, pirita	Esfalerita amarilla con cobres grises?, con zonas de calcopirita gruesa + pirita fina (otra pared del dique con respecto a la muestra 5)
2019-MT-007	Colquisiri Feb 2019	252427.83	8728386.57	-77.269551	-11.494306	90.50	66.07	34-18-S	252414.99	8728378.76	155.31	-77.269669	-11.494376	261.00	Calera-Sofia D-Sec-300	esfalerita, calcopirita, pirita?	Esfalerita acaramelizada de grano medio, cortada por calcopirita en vetillas discontinuas + py?
2019-MT-008	Colquisiri Feb 2019	252428.90	8728387.17	-77.269541	-11.494301	98.00	58.67	34-18-S	252414.99	8728378.76	155.31	-77.269669	-11.494376	261.00	Calera-Sofia D-Sec-300	calcopirita, pirita, esfalerita	Calcopirita gruesa en pirita fina + bandas de esfalerita caramelizada (quién corta a quién). No es claro
2019-MT-009	Colquisiri Feb 2019	252429.47	8728387.48	-77.269536	-11.494298	102.00	54.72	34-18-S	252414.99	8728378.76	155.31	-77.269669	-11.494376	261.00	Calera-Sofia D-Sec-300	calcopirita, pirita	Calcopirita masiva (medio a fino) + pirita fina
2019-MT-010	Colquisiri Feb 2019	252429.95	8728387.75	-77.269531	-11.494295	105.40	51.37	34-18-S	252414.99	8728378.76	155.31	-77.269669	-11.494376	261.00	Calera-Sofia D-Sec-300	calcopirita, pirita, esfalerita?	Calcopirita en vetilla (grano medio) que ha cortado a cpy+/-py (ef?)
2019-MT-011	Colquisiri Feb 2019	252429.96	8728387.75	-77.269531	-11.494295	105.50	51.27	34-18-S	252414.99	8728378.76	155.31	-77.269669	-11.494376	261.00	Calera-Sofia D-Sec-300	pirita, calcopirita	Vetillas de py+cpy en "coliflor" 10-20 cm
2019-MT-012	Colquisiri Feb 2019	252430.52	8728388.06	-77.269526	-11.494293	109.40	47.42	34-18-S	252414.99	8728378.76	155.31	-77.269669	-11.494376	261.00	Calera-Sofia D-Sec-300	calcopirita, pirrotina	Contacto intrusivo rico en cpy (de grano medio a grueso) + zona de po 5cm gruesa muy gruesa (la po desaparece progresivamente alejándose del contacto)
2019-MT-013	Colquisiri Feb 2019	252430.57	8728388.09	-77.269525	-11.494292	109.80	47.02	34-18-S	252414.99	8728378.76	155.31	-77.269669	-11.494376	261.00	Calera-Sofia D-Sec-300	calcopirita	Intrusivo con vetillas finas de cpy

Muestra	Campaña	UTM E	UTM N	Coord. GEO E	Coord. GEO N	Profundidad	Altitud (m.s.n.m)	Drill core	X Collar	Y Collar	Z Collar	X Collar Coord. GEO	Y Collar Coord. GEO	Profundidad final del core	Sector-Cuerpo-Sección	Minerales	Textura, secuencia
2019-MT-014	Colquisiri Feb 2019	252432.14	8728388.97	-77.269511	-11.494285	120.80	36.17	34-18-S	252414.99	8728378.76	155.31	-77.269669	-11.494376	261.00	Calera-Sofia D-Sec-300	calcopirita, pirita, pirrotina, yeso	Cuerpo de cpy-py en dique+po brechada en contacto con yeso
2019-MT-015	Colquisiri Feb 2019	252433.16	8728389.56	-77.269502	-11.494279	128.00	29.07	34-18-S	252414.99	8728378.76	155.31	-77.269669	-11.494376	261.00	Calera-Sofia D-Sec-300	esfalerita, calcopirita, pirita	Esfalerita acaramelizada reemplazada por cpy y py
2019-MT-016	Colquisiri Feb 2019	252383.68	8728451.81	-77.269950	-11.493713	47.60	107.00	21-18-S	252362.28	8728440.55	147.99	-77.270147	-11.493813	261.00	Calera-Sofia D-Sec-300	hematita, goethita	Muestra de gossan. Sector Calera Sofia D
2019-MT-017	Colquisiri Feb 2019	252384.05	8728452.00	-77.269947	-11.493711	48.40	106.31	21-18-S	252362.28	8728440.55	147.99	-77.270147	-11.493813	261.00	Calera-Sofia D-Sec-300	hematita, goethita	Muestra brecha. Clastos blancos en matriz de óxidos. (hm+goe)
2019-MT-018	Colquisiri Feb 2019	252399.43	8728416.72	-77.269809	-11.494031	63.40	88.63	53-17-S	252394.14	8728412.42	151.66	-77.269857	-11.494070	164.00	Calera-Sofia D-Sec-340	esfalerita, calcopirita	Esfalerita masiva de color marrón a acaramelada con manchas de cpy reemplazándola parcialmente
2019-MT-019	Colquisiri Feb 2019	252399.64	8728416.89	-77.269807	-11.494030	65.90	86.14	53-17-S	252394.14	8728412.42	151.66	-77.269857	-11.494070	164.00	Calera-Sofia D-Sec-340	esfalerita, calcopirita, pirita	Similar a la muestra anterior, pero con mayor contenido de cpy. También, presencia de pirita.
2019-MT-020	Colquisiri Feb 2019	252514.49	8728300.08	-77.268763	-11.495094	149.80	18.81	29-17-S	252514.54	8728297.43	168.56	-77.268763	-11.495118	250.80	Calera-Sofia D-Sec-500	cobres grises, calcopirita, pirita?	Muestra rica en cobres grises (Ag?), cpy (+py?).
2019-MT-021	Colquisiri Feb 2019	252514.50	8728300.10	-77.268763	-11.495093	150.50	18.11	29-17-S	252514.54	8728297.43	168.56	-77.268763	-11.495118	250.80	Calera-Sofia D-Sec-500	calcopirita, cobres grises	Muestra rica en Cu (+/- 4%) y Ag (1.7g/t), con cpy gruesa y cobres grises intersticiales.
2019-MT-022	Colquisiri Feb 2019	252549.92	8728272.68	-77.268440	-11.495344	127.40	49.30	44-17-S	252567.29	8728281.80	175.18	-77.268280	-11.495263	250.70	Calera-Sofia D-Sec-540	esfalerita, pirita	Muestra con esfalerita acaramelizada gruesa que ha reemplazado? Pirita.
2019-MT-023	Colquisiri Feb 2019	252549.03	8728272.26	-77.268448	-11.495348	133.80	42.98	44-17-S	252567.29	8728281.80	175.18	-77.268280	-11.495263	250.70	Calera-Sofia D-Sec-540	pirita, cobres grises	Pirita con cobres grises en contacto con clastos de caja silicificada
2019-MT-024	Colquisiri Feb 2019	252616.69	8728357.04	-77.267822	-11.494586	215.80	-12.06	033-17-S	252514.95	8728297.65	168.60	-77.268759	-11.495116	280.20	Calera-Sofia D-Sec-500	cobres grises	Muestra muy rica en Ag (cobres grises)
2019-MT-025	Colquisiri Feb 2019	250938.99	8729178.06	-77.283134	-11.487047	6.00	115.33	108-18-M	250937.69	8729177.22	121.13	-77.283146	-11.487055	12.00	Bubulina-Ángela B-Sec1050	pirita, esfalerita	Py fina diseminada reemplazando a matriz fina de volcanoclásticos con esfalerita amarilla/beige de grano medio más tardía
2019-MT-026	Colquisiri Feb 2019	251259.19	8729519.16	-77.280176	-11.483988	135.10	69.24	85-15-M	251144.37	8729453.68	97.07	-77.281232	-11.484571	256.80	Bubulina-Bubulina-Sec1180	esfalerita, pirita, cobres grises	Esfalerita acaramelizada + pirita, con cobres grises en vetillas en caja volcanoclástica
2019-MT-027	Colquisiri Feb 2019	252667.54	8728150.27	-77.267371	-11.496458	70.20	68.66	076-17-M	252697.26	8728171.21	128.70	-77.267098	-11.496271	331.70	Calera-Sofia D W-Sec-700	pirita, calcopirita, esfalerita	Andesita vesicular cortada/impregnada por pirita fina (+/- cpy!) y posterior esfalerita oscura

Anexo B

Fichas petrográficas de secciones pulidas obtenidas en María Teresa.

Minerales identificados por luz reflejada:

Arsenopirita

Calcopirita

Cobres grises

Covelita

Cubanita

Esfalerita

Galena

Magnetita

Pirita

Pirrotina

Plata aurífera

Sulfosales de plata

Sulfosales de plomo

Minerales identificados por SEM:

Cobres grises: Zn-tetrahedrita y argentotetrahedrita

Sulfosales de plata: polibasita

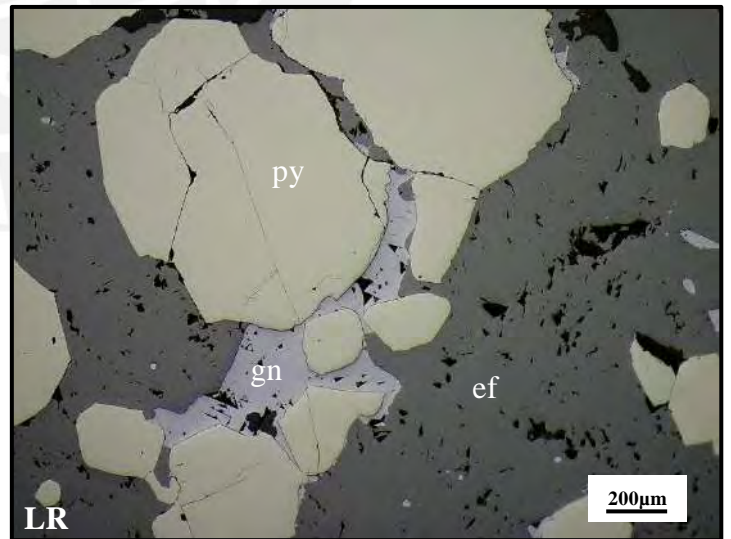
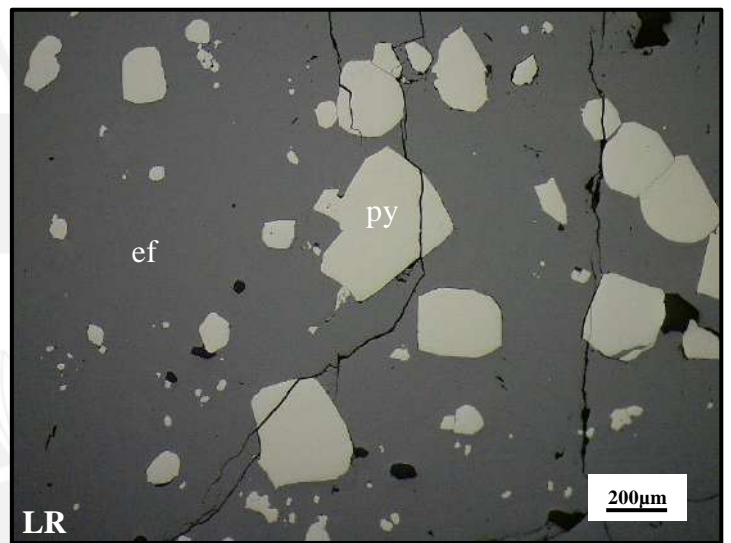
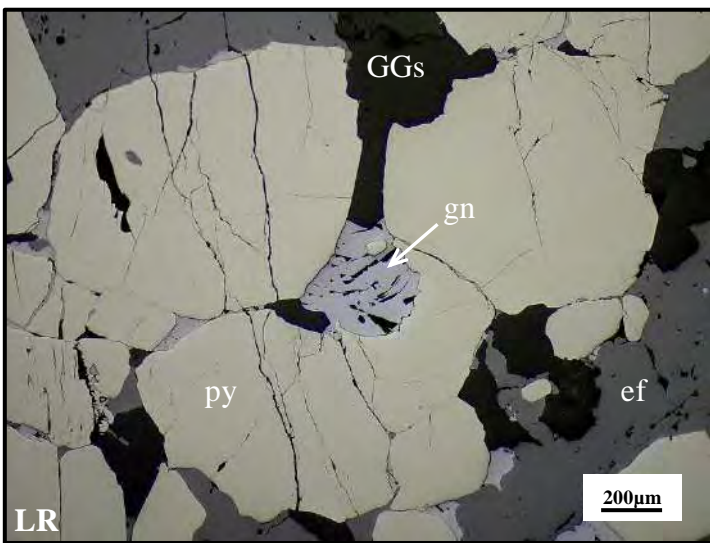
Sulfosales de plomo: boulangerita y bournonita

Plata aurífera (73% Ag y 27% Au)

2019-MT-001B

Minerales: esfalerita (ef) + pirita (py) + galena (gn) ± cobres grises (CGRs) ± calcopirita (cpy)
± magnetita (mt)

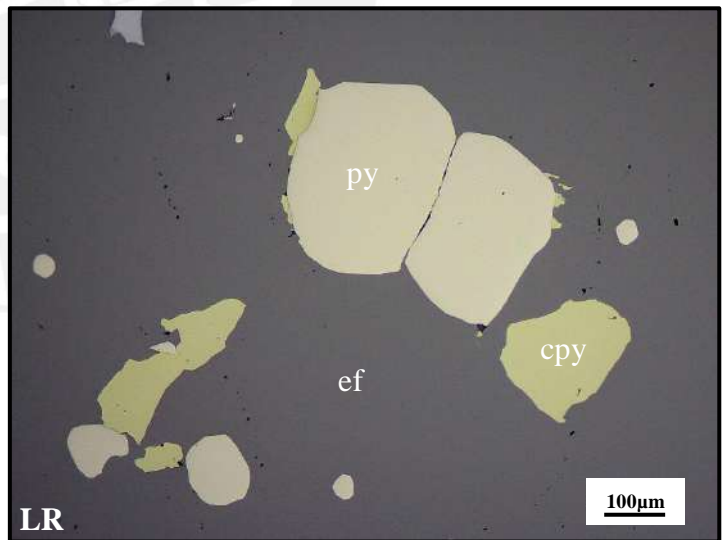
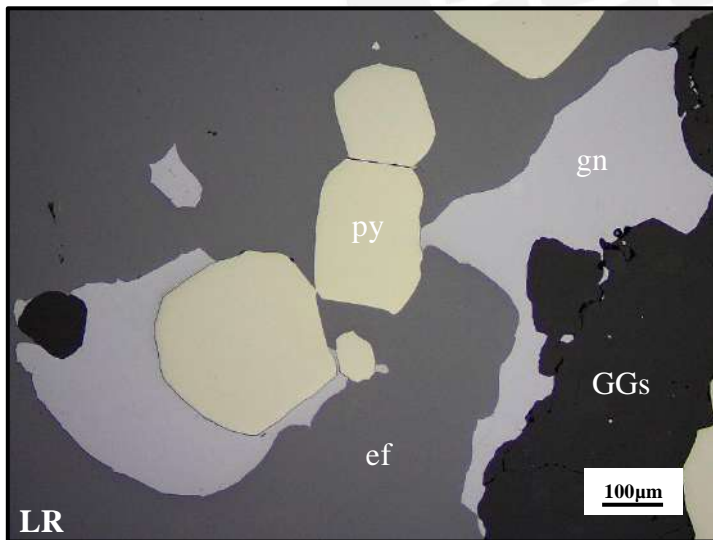
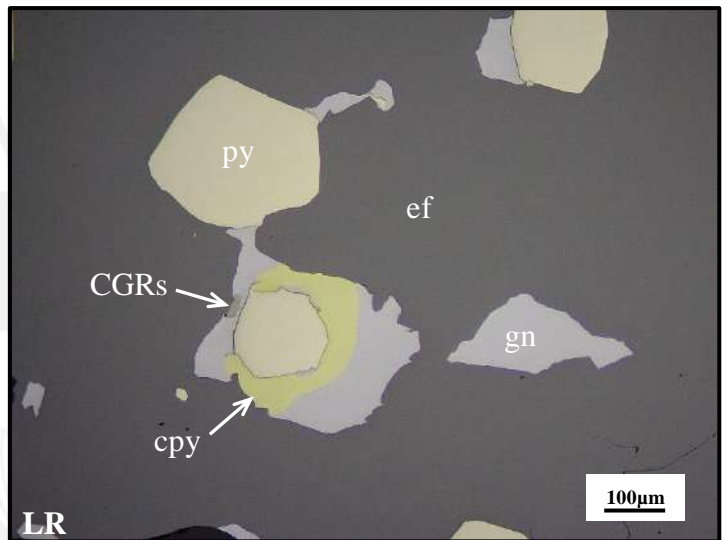
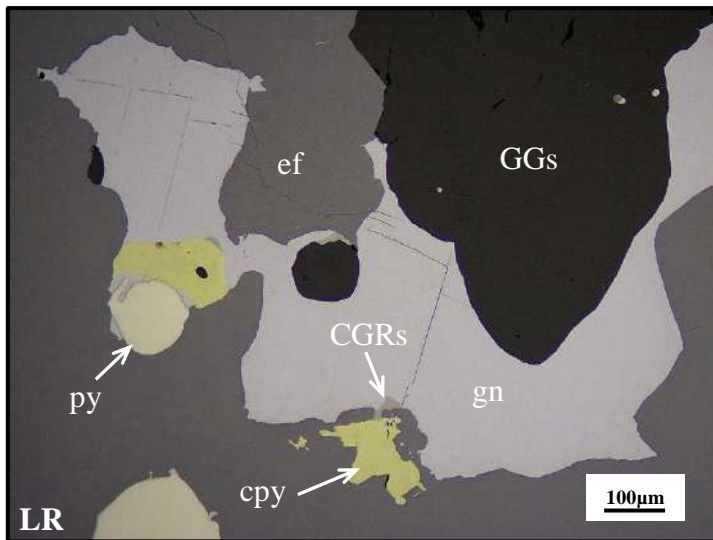
Cristales anhedrales a subhedrales de pirita de hábito cúbico, microfracturados y reemplazados por galena y esfalerita masiva desde sus bordes, intersticios y microfracturas. Las gangas (GGs) están constituidas principalmente por cuarzo y carbonatos.



2019-MT-002

Minerales: esfalerita (ef) + pirita (py) + galena (gn) ± calcopirita (cpy) ± cobres grises (CGRs)

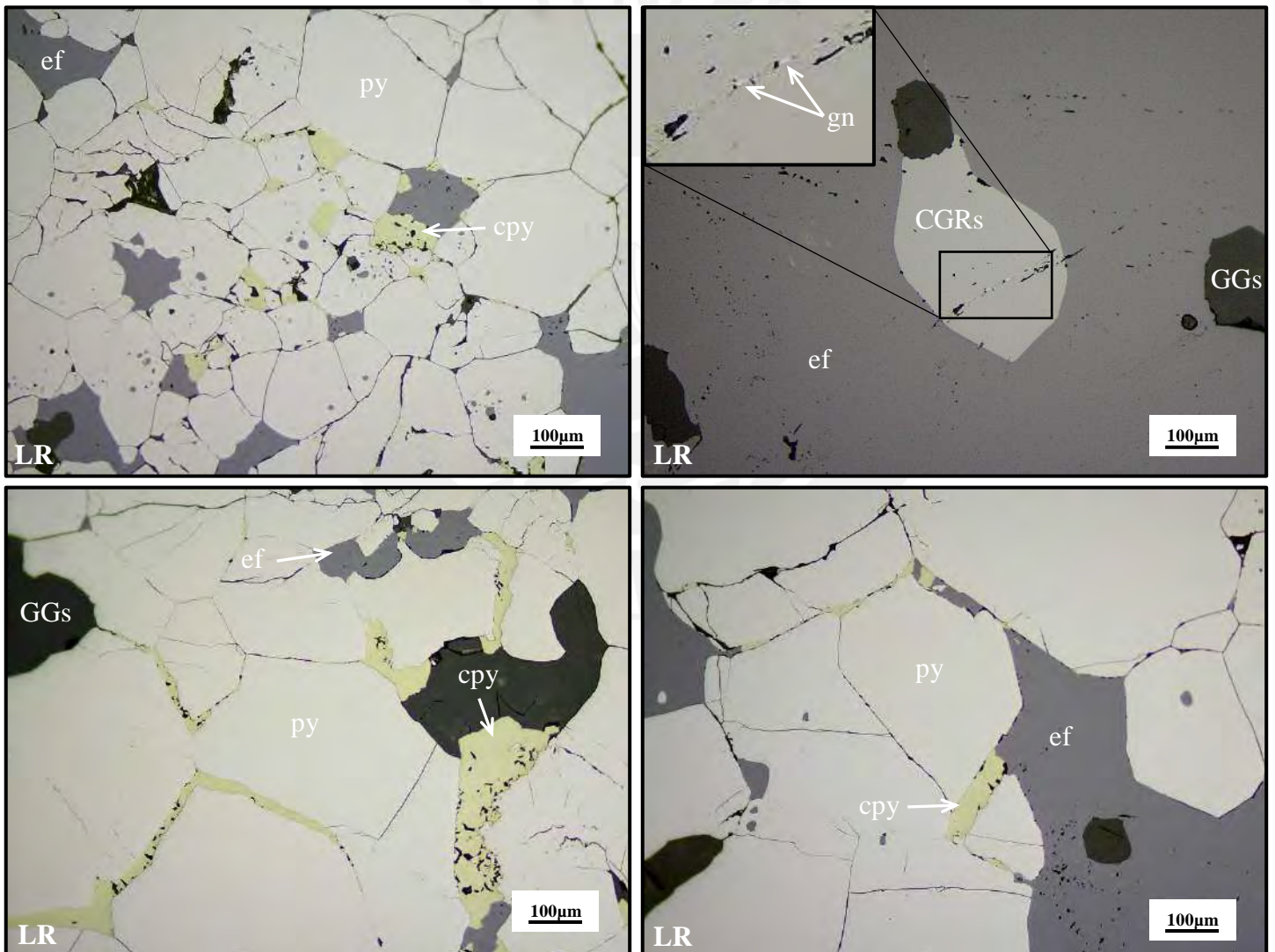
Esfalerita masiva con inclusiones de cristales anhedrales a subhedrales de pirita, calcopirita y galena. Además, la galena contiene cristales anhedrales de calcopirita y cobres grises. Las gangas (GGs) están constituidas principalmente por cuarzo y carbonatos.



2019-MT-003A

Minerales: esfalerita (ef) + pirita (py) + calcopirita (cpy) ± cobres grises (CGRs) ± galena (gn) ± arsenopirita (apy)

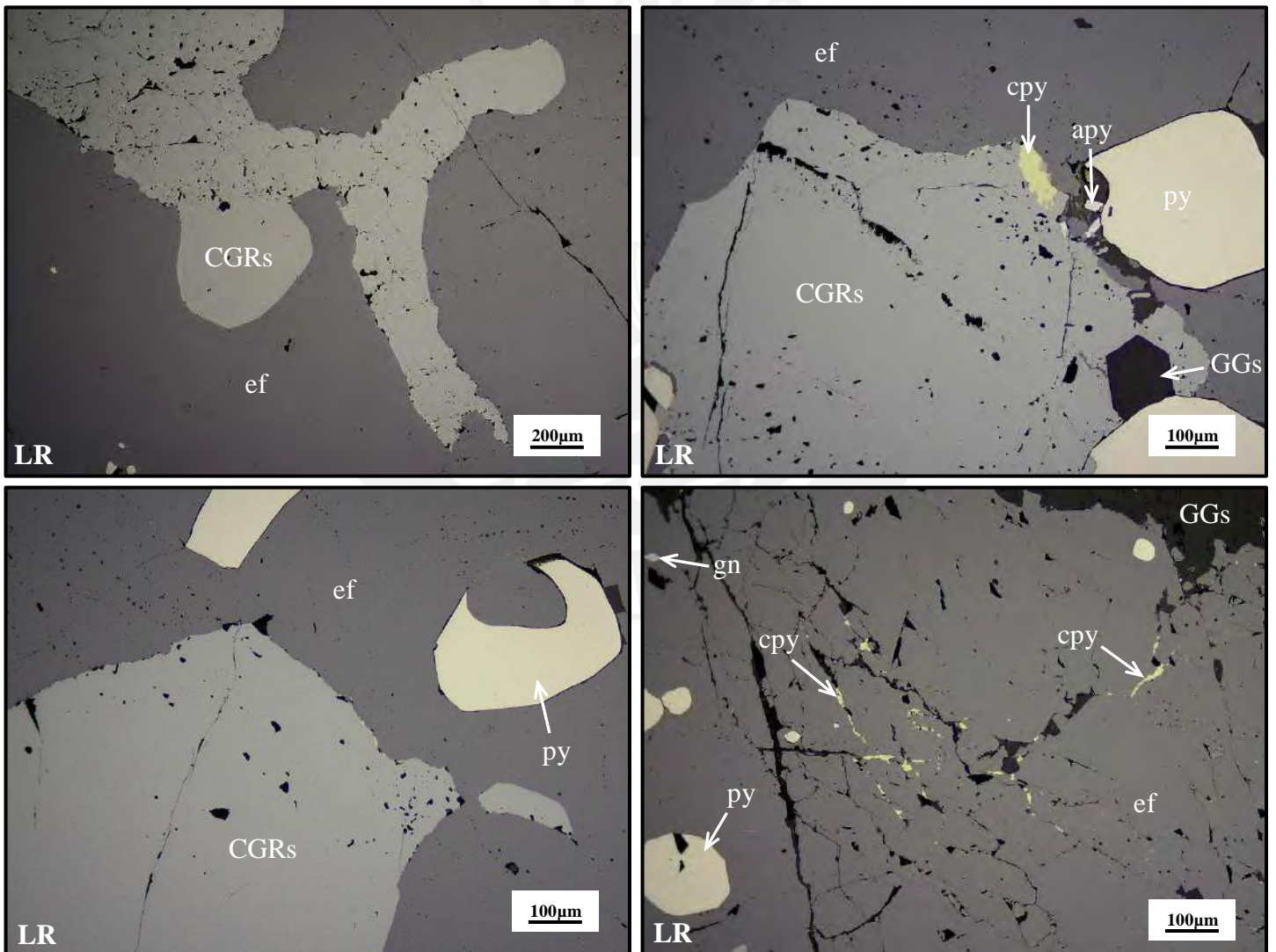
Cristales anhedrales a subhedrales de pirita microfracturados y reemplazados por esfalerita y calcopirita a través de sus intersticios y microfracturas. Además, se observan cobres grises con relictos de galena en esfalerita. Las gangas (GGs) están constituidas principalmente por cuarzo y carbonatos.



2019-MT-004

Minerales: esfalerita (ef) + cobres grises (CGRs) + pirita (py) ± calcopirita (cpy) ± galena (gn)
± arsenopirita (apy)

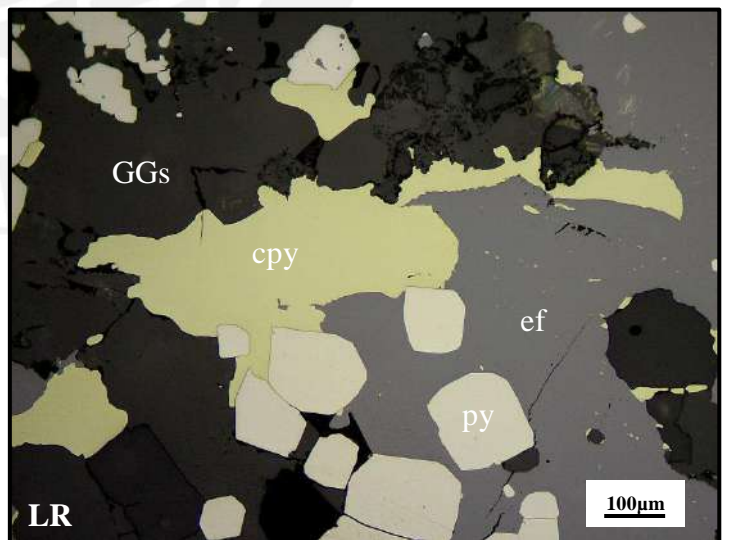
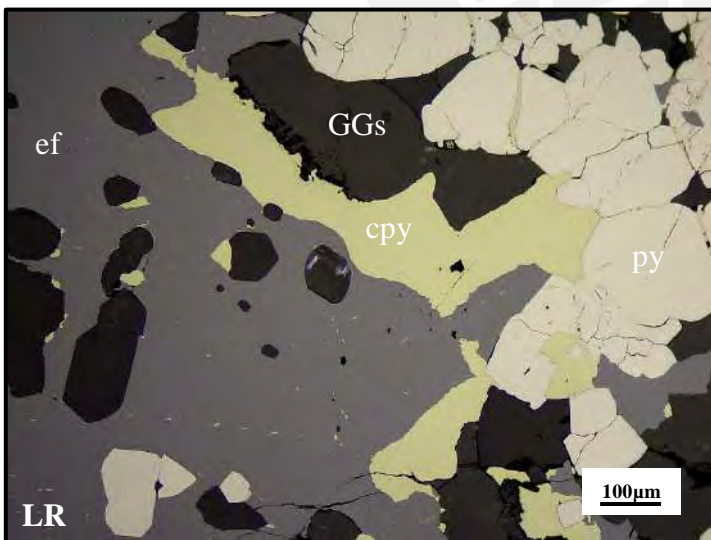
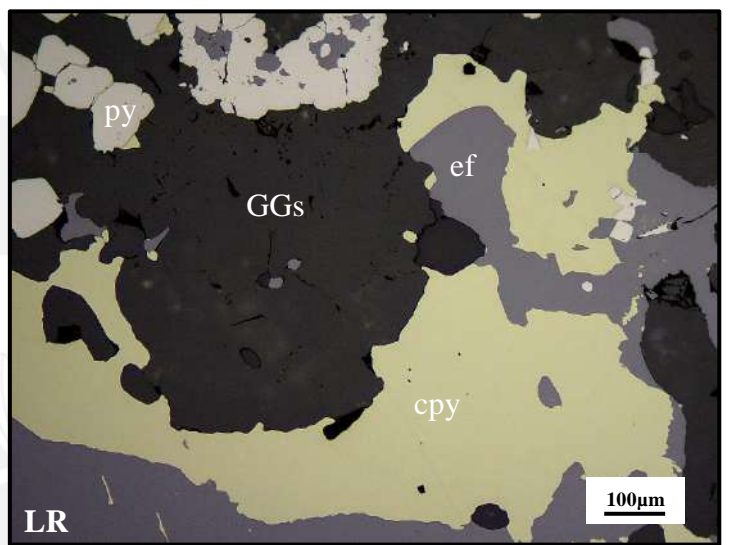
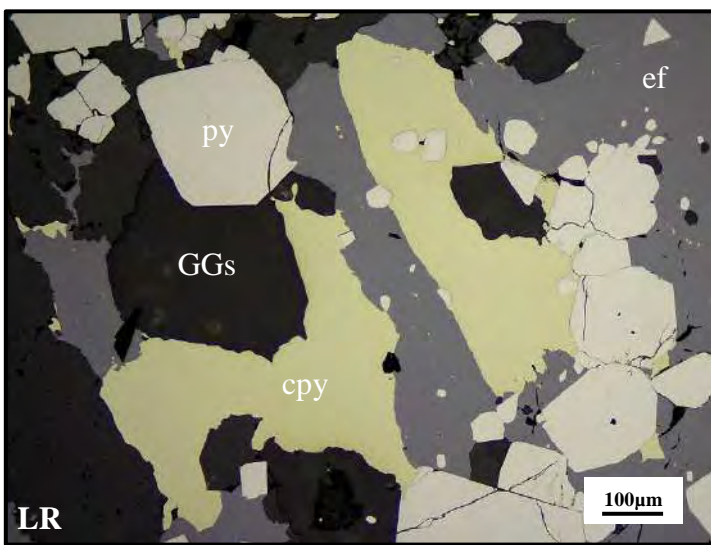
Esfalerita masiva con inclusiones de cristales subhedrales de pirita y arsenopirita, y reemplazada por calcopirita desde sus microfracturas. Además, se observan cobres grises y galena como relictos en esfalerita. Las gangas (GGs) están constituidas principalmente por cuarzo y carbonatos.



2019-MT-005

Minerales: esfalerita (ef) + calcopirita (cpy) + pirita (py) ± galena (gn) ± cobres grises (CGRs)
± magnetita (mt)

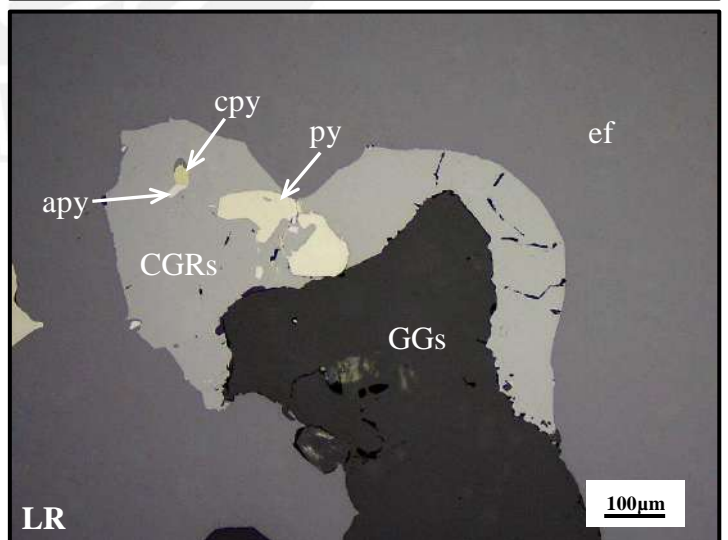
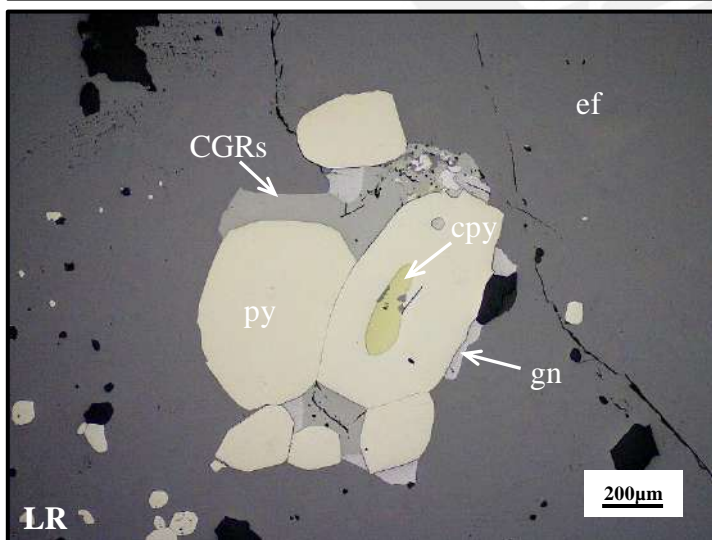
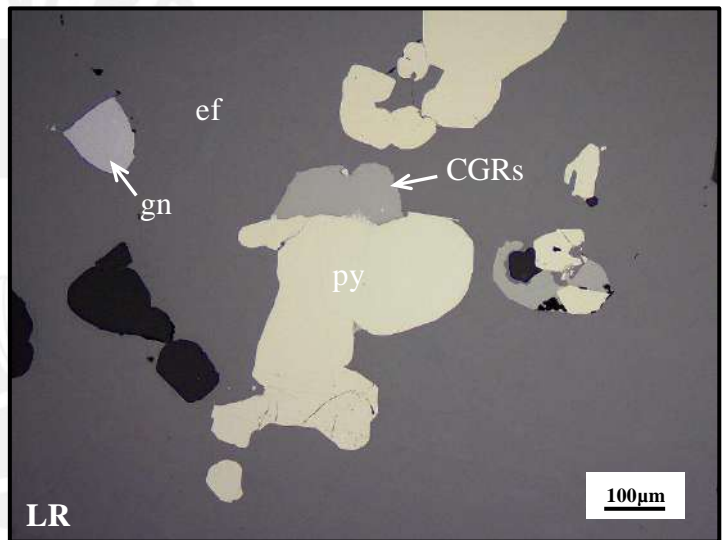
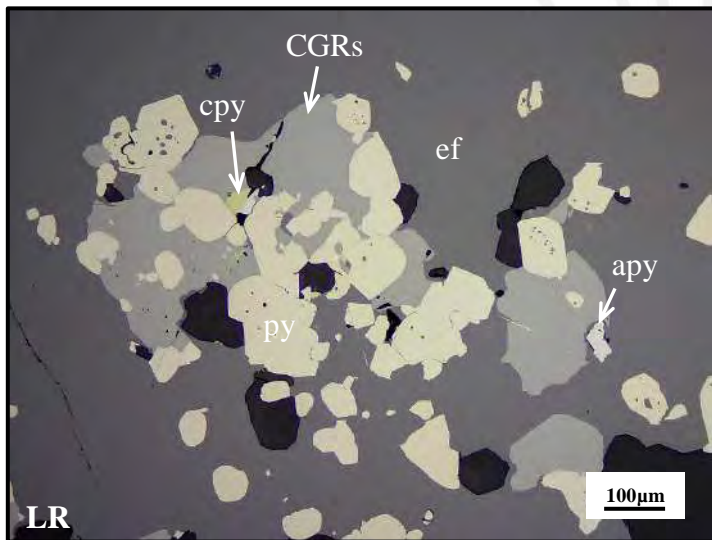
Cristales anhedrales a subhedrales de pirita reemplazados por esfalerita y calcopirita. A su vez, la calcopirita ha reemplazado a la esfalerita desde sus bordes. Las gangas (GGs) están constituidas principalmente por cuarzo y carbonatos.



2019-MT-006A

Minerales: esfalerita (ef) + pirita (py) + cobres grises (CGRs) ± calcopirita (cpy) ± galena (gn) ± arsenopirita (apy) ± covelita (cv)

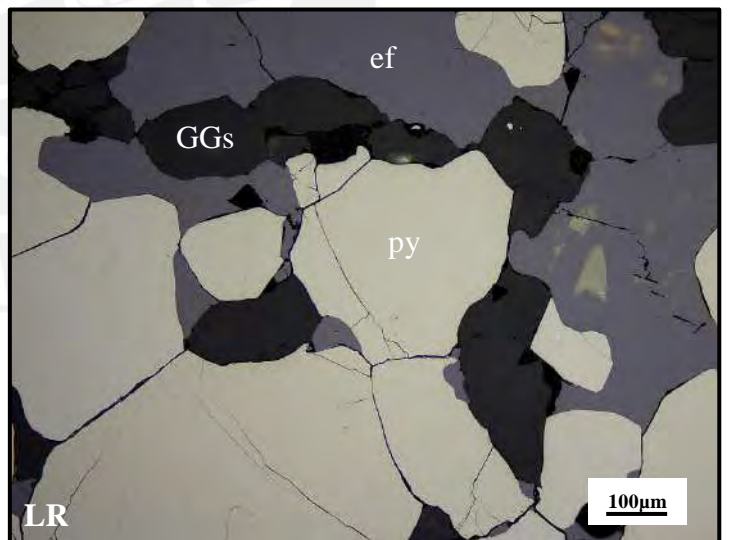
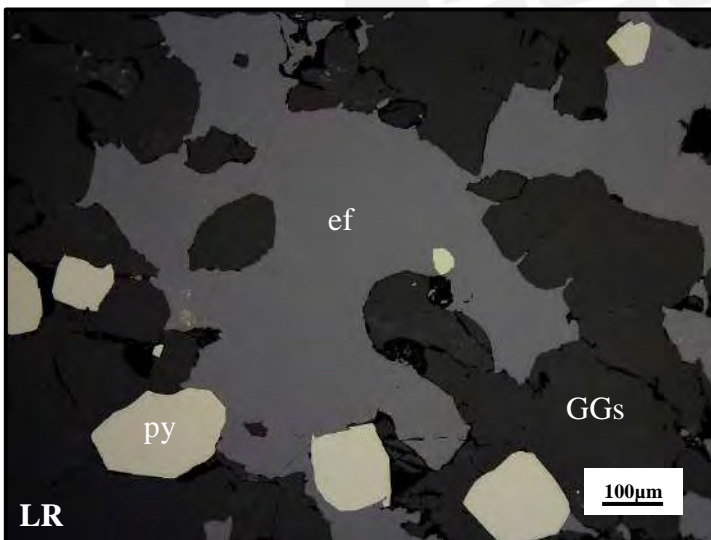
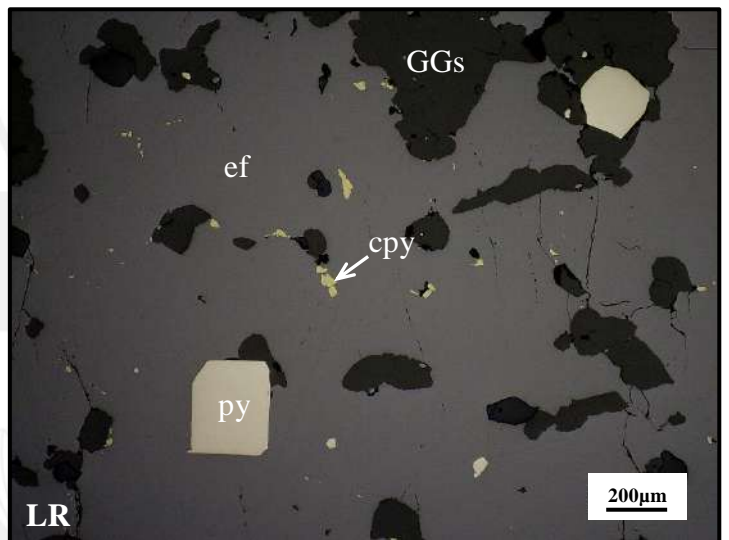
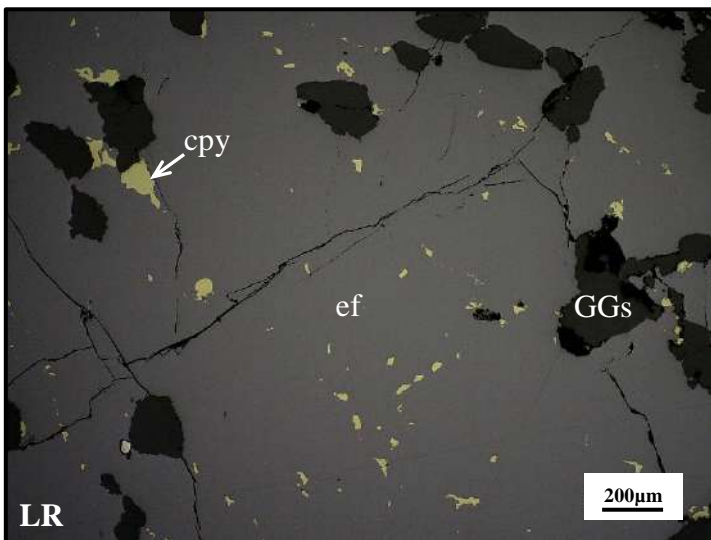
Esfalerita masiva con inclusiones de cristales anhedrales a subhedrales de arsenopirita, pirita, galena y cobres grises. Adicionalmente, se observan granos subredondeados a irregulares de calcopirita, galena, cobres grises y esfalerita en porosidad de pirita. Las gangas (GGs) están constituidas principalmente por cuarzo y carbonatos.



2019-MT-006B

Minerales: esfalerita (ef) + pirita (py) ± calcopirita (cpy)

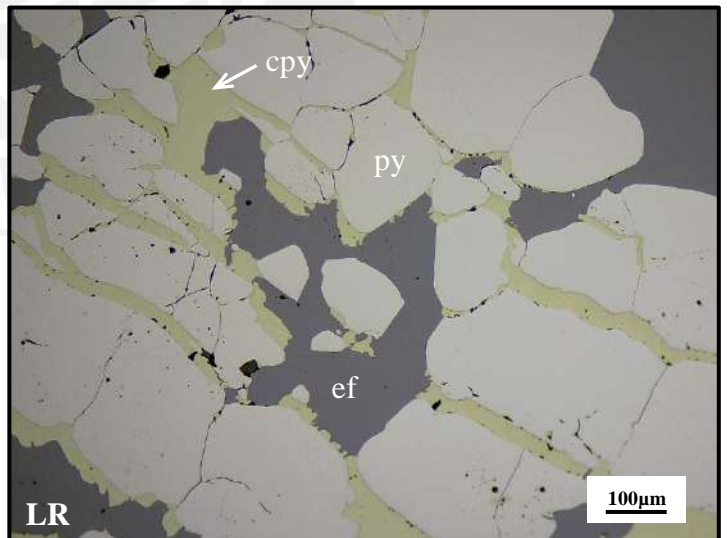
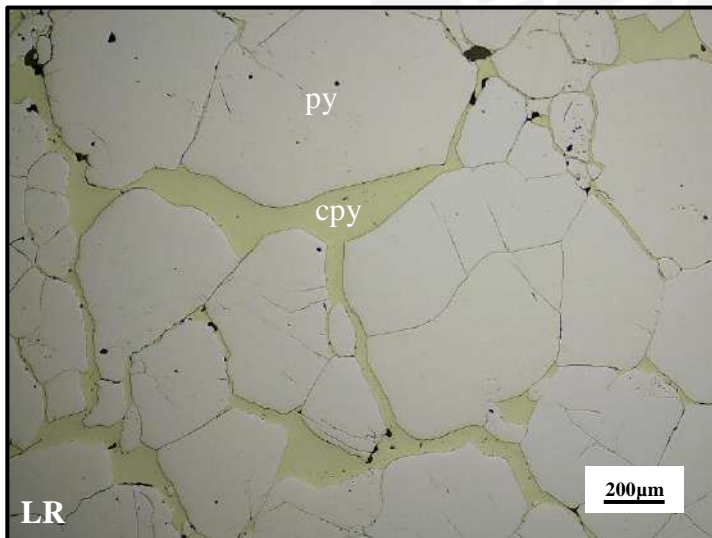
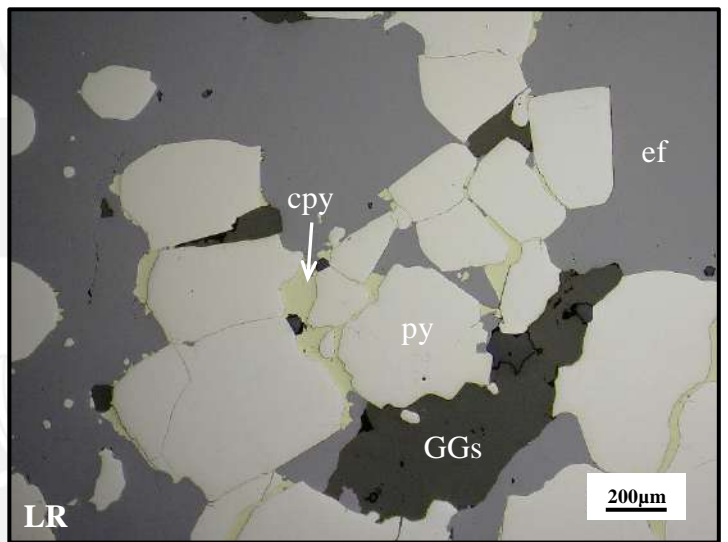
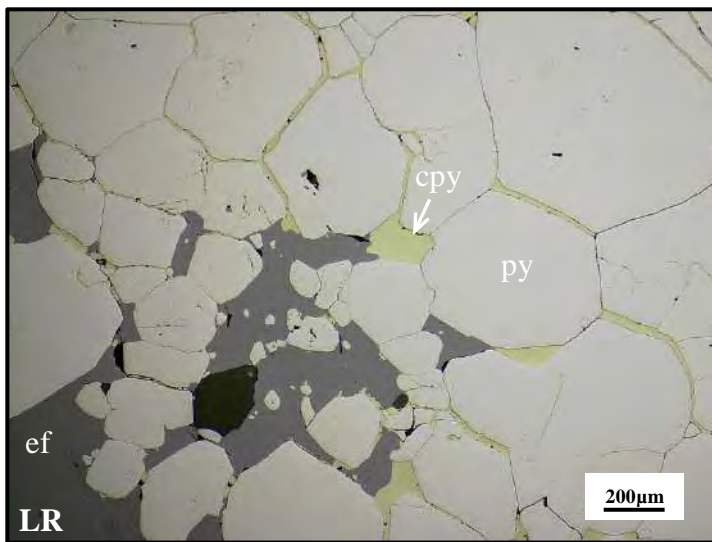
Esfalerita masiva con inclusiones de pirita, calcopirita y gangas. Por sectores, los cristales de pirita han sido reemplazados por esfalerita desde sus bordes. Las gangas (GGs) están constituidas principalmente por cuarzo y carbonatos.



2019-MT-007

Minerales: esfalerita (ef) + pirita (py) + calcopirita (cpy) ± arsenopirita (apy) ± cobres grises (CGRs)

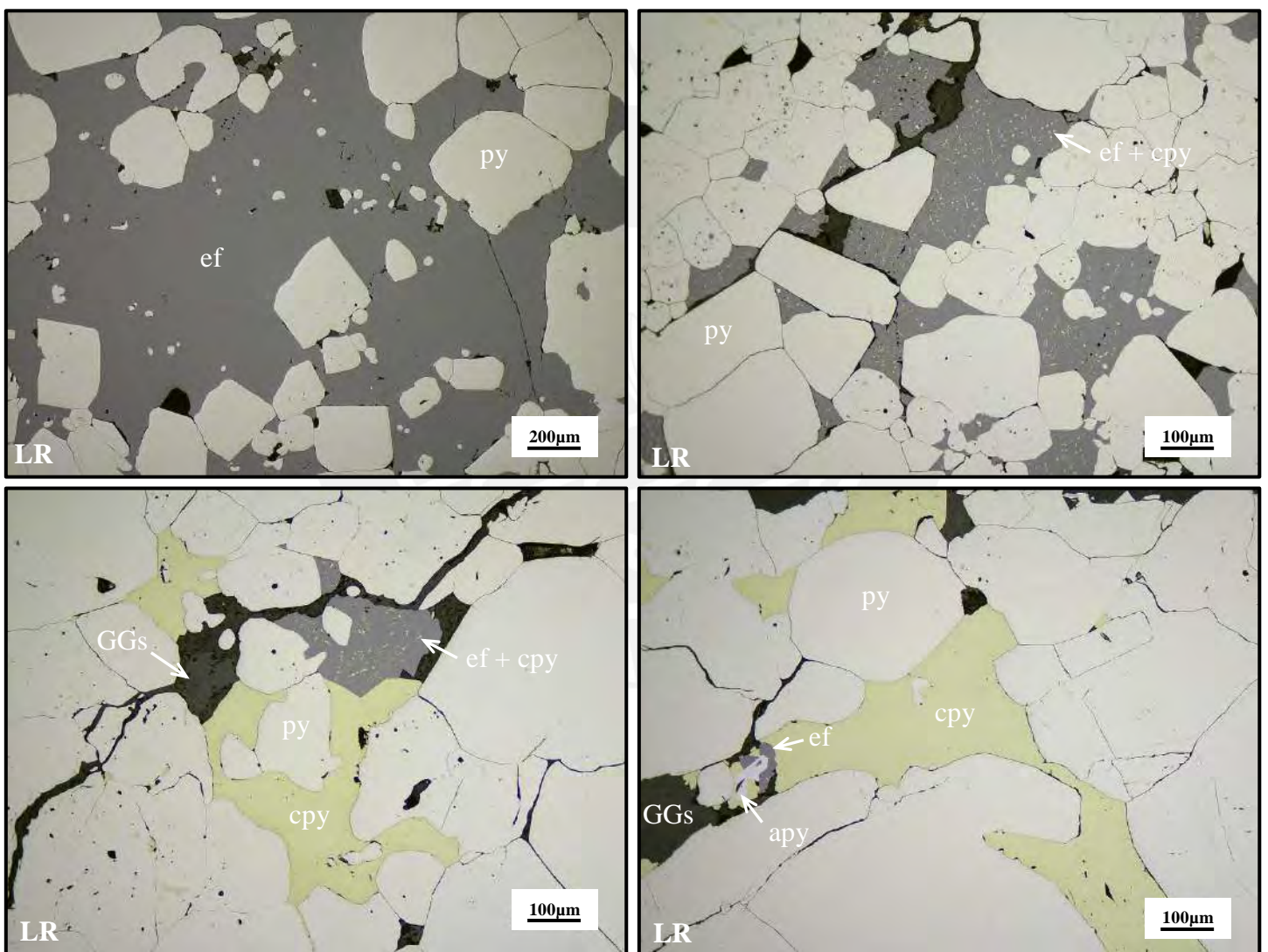
Cristales subhedrales a anhedrales de pirita reemplazados por esfalerita y calcopirita a partir de sus intersticios y microfracturas. Las gangas (GGs) están constituidas principalmente por cuarzo y carbonatos.



2019-MT-008

Minerales: esfalerita (ef) + pirita (py) + calcopirita (cpy) ± arsenopirita (apy)

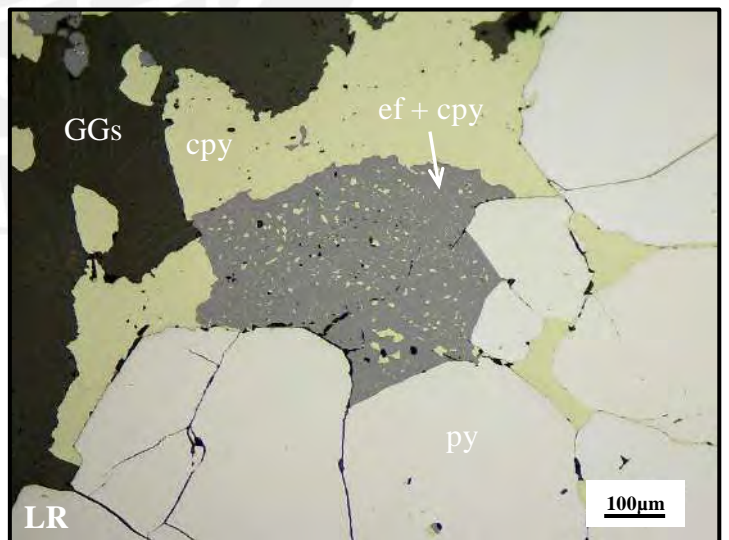
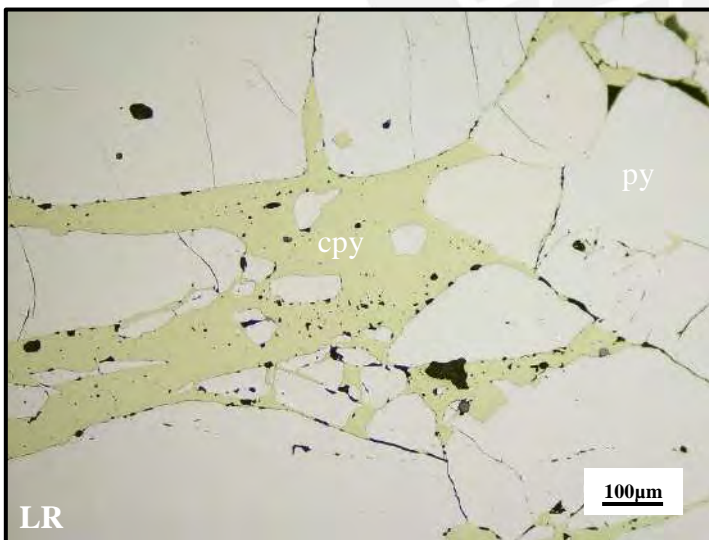
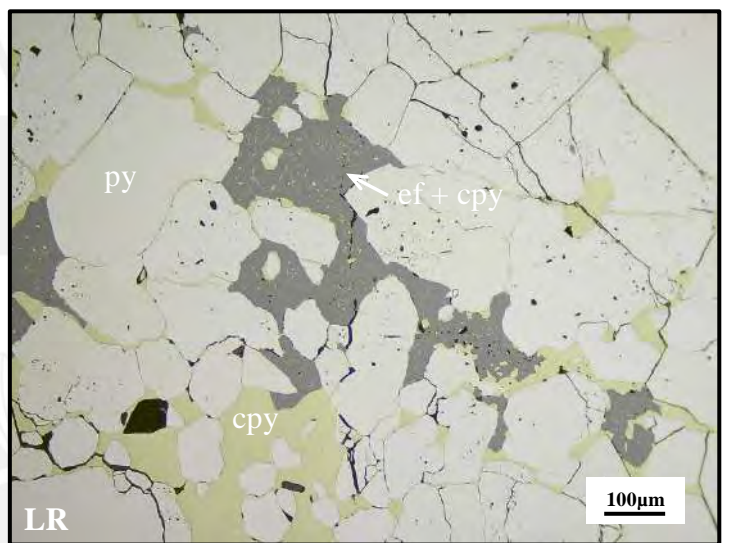
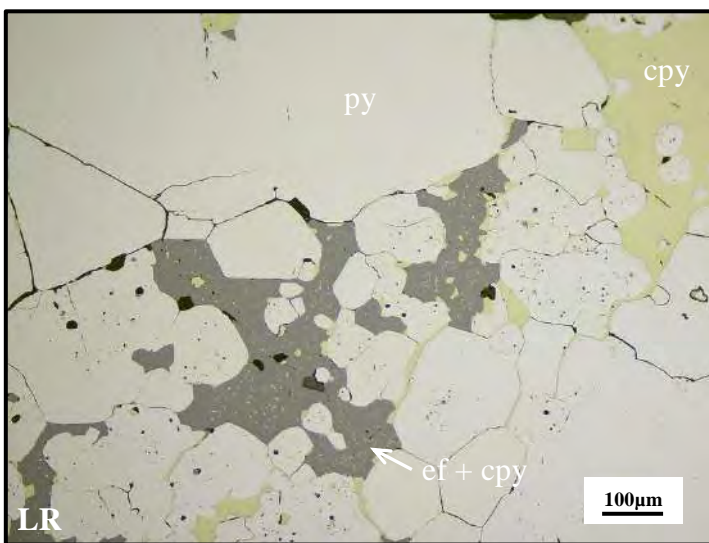
Cristales anhedrales a subhedrales de pirita reemplazados por esfalerita; esta última que por sectores contiene diseminaciones finas de calcopirita. También se observan pequeños cristales de arsenopirita incluidos en esfalerita y calcopirita. Las gangas (GGs) están constituidas principalmente por cuarzo y carbonatos.



2019-MT-009

Minerales: pirita (py) + calcopirita (cpy) + esfalerita (ef) ± galena (gn) ± sulfosales de plata (SFSs_Ag) ± cobres grises (CGRs)

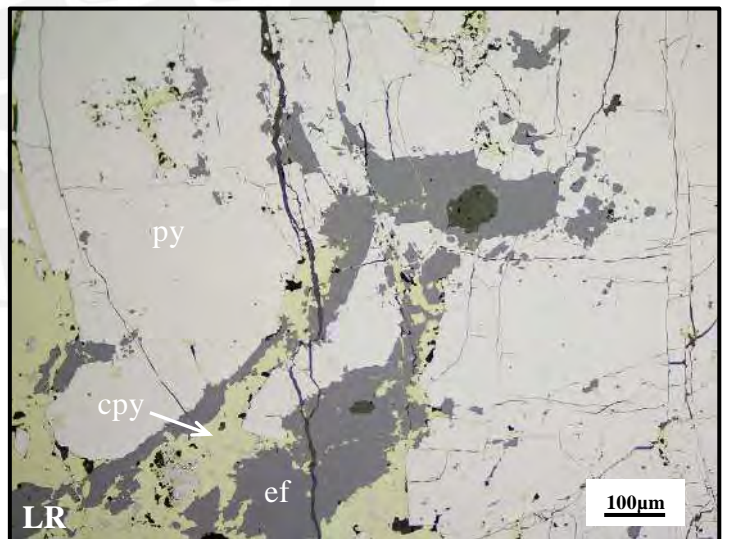
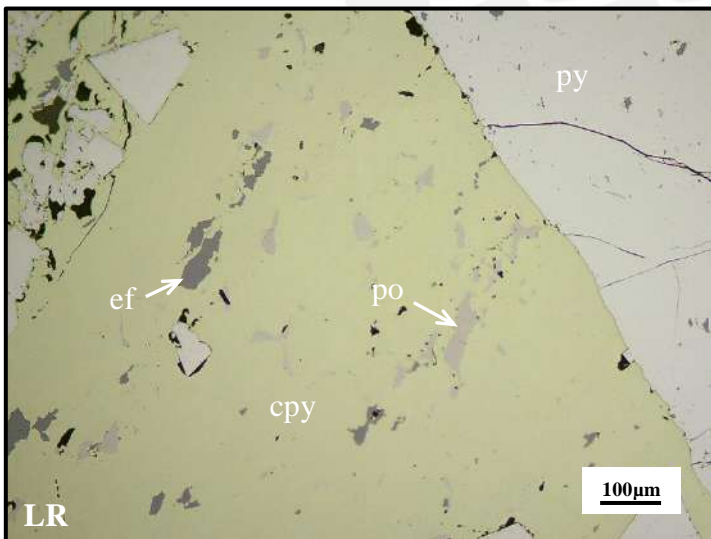
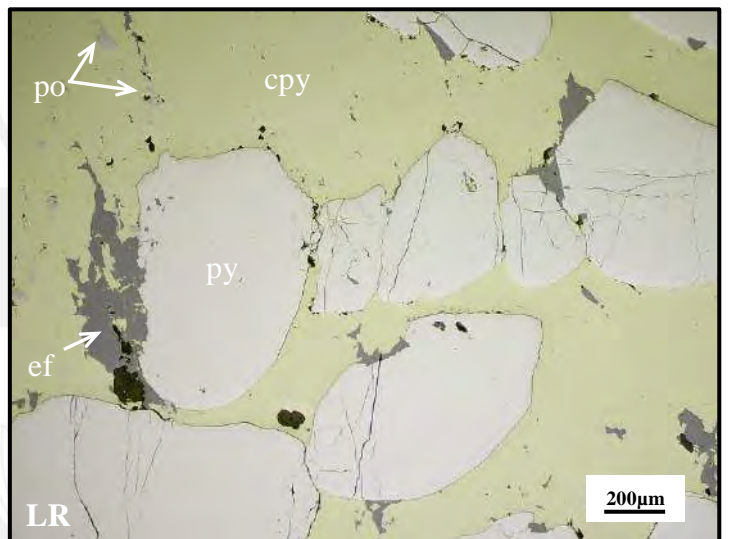
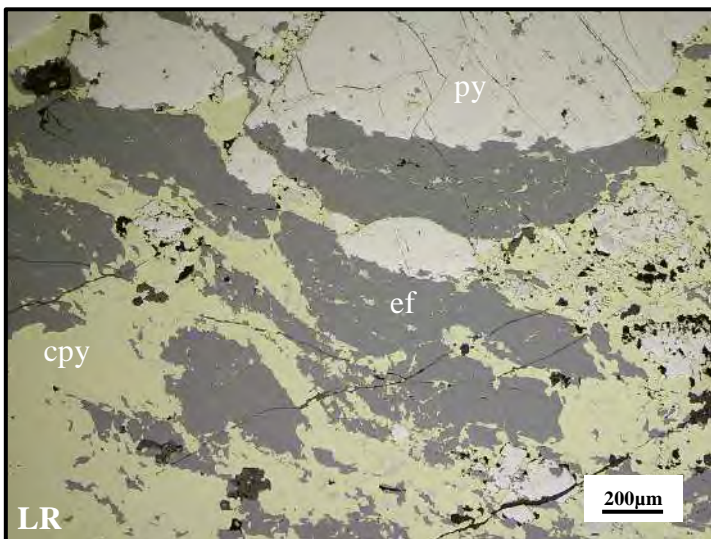
Cristales anhedrales a subhedrales de pirita microfracturados y reemplazados por esfalerita con finas disseminaciones orientadas de calcopirita. Las gangas (GGs) están constituidas principalmente por cuarzo y carbonatos.



2019-MT-011A

Minerales: calcopirita (cpy) + pirita (py) + esfalerita (ef) ± pirrotina (po) ± arsenopirita (apy)
± sulfosales de plata (SFSs_Ag) ± cobres grises (CGRs)

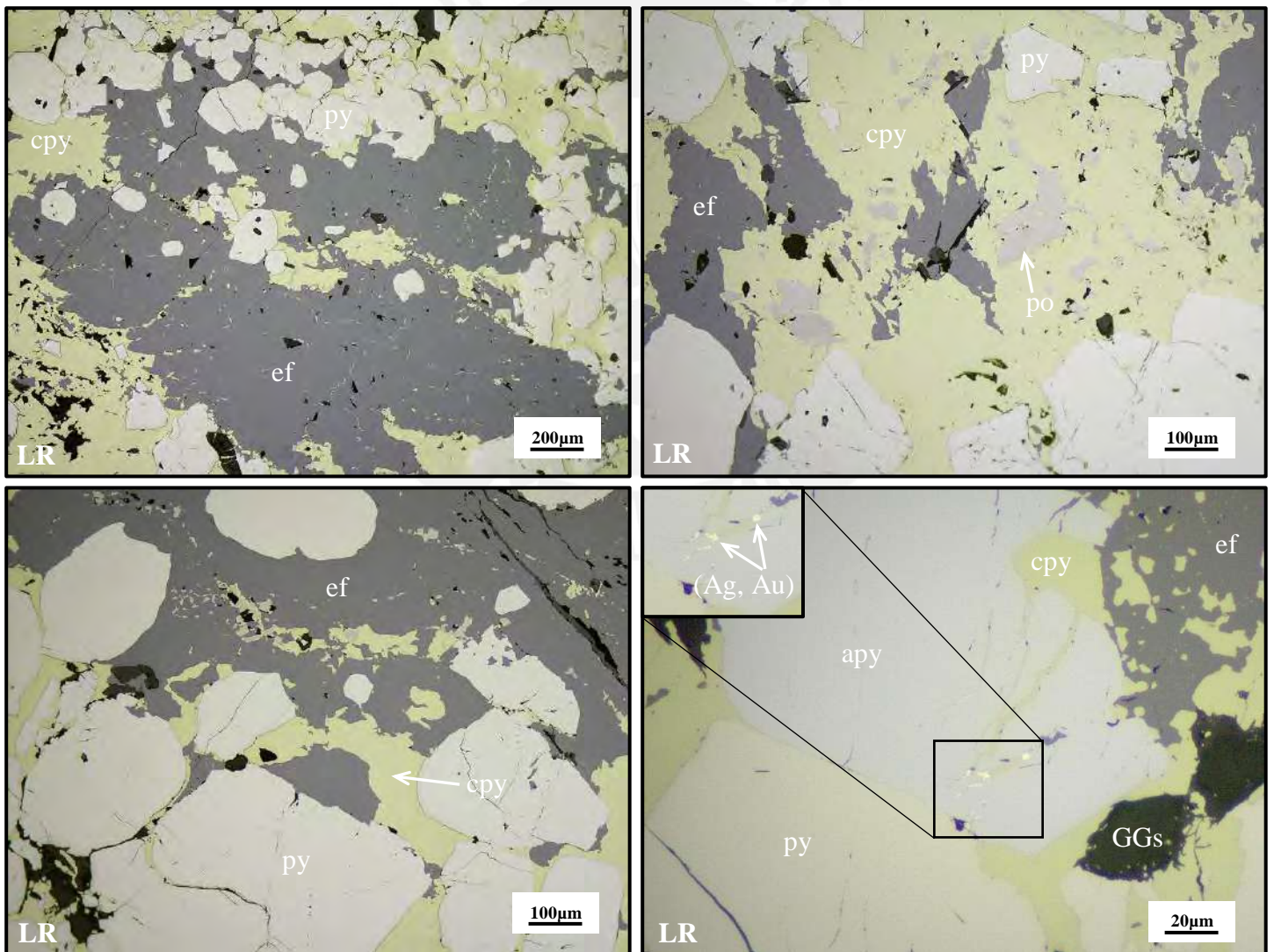
Cristales anhedrales a subhedrales de pirita reemplazados por esfalerita y calcopirita. A su vez, la calcopirita presenta diseminaciones de pirrotina.



2019-MT-011B

Minerales: calcopirita (cpy) + pirita (py) + esfalerita (ef) ± arsenopirita (apy) ± plata aurífera (Ag, Au)

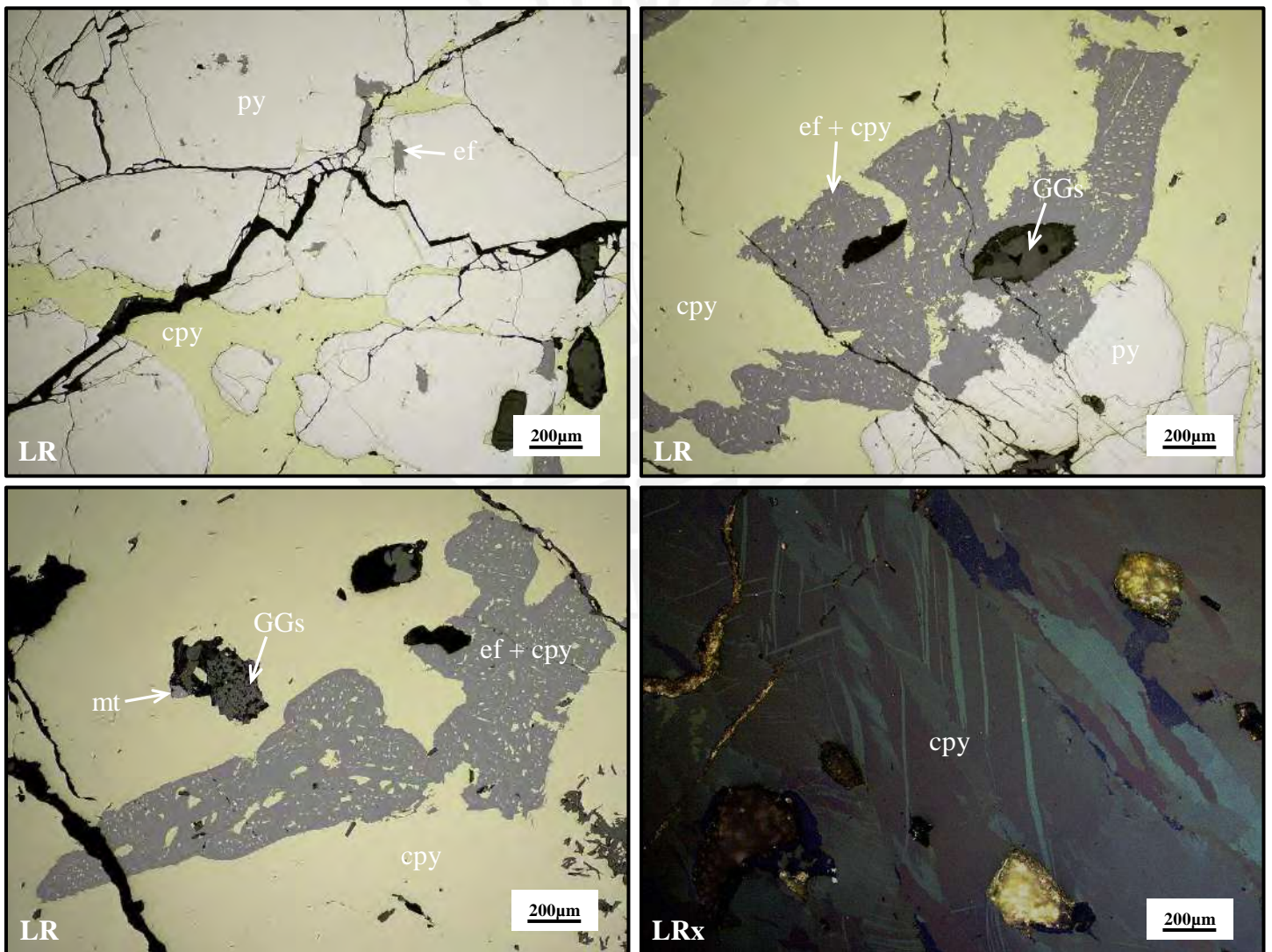
Cristales anhedrales a subhedrales de pirita reemplazados por esfalerita y calcopirita. A su vez, la calcopirita presenta diseminaciones de pirrotina y arsenopirita. De manera local, se observan pequeños cristales anhedrales < 5 µm de plata aurífera en microfracturas de un cristal de arsenopirita y acompañado de calcopirita. Las gangas (GGs) están constituidas principalmente por cuarzo y carbonatos.



2019-MT-012A

Minerales: calcopirita (cpy) + pirita (py) + esfalerita (ef) ± magnetita (mt) ± cobres grises (CGRs) ± cubanita (cub)

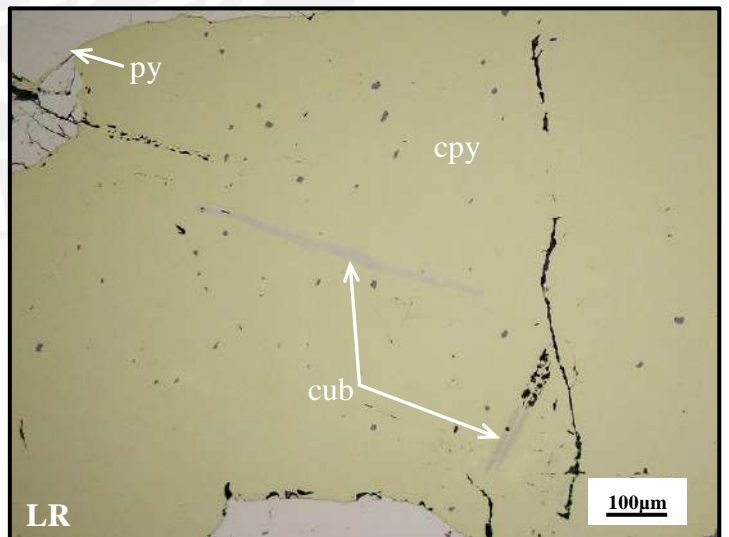
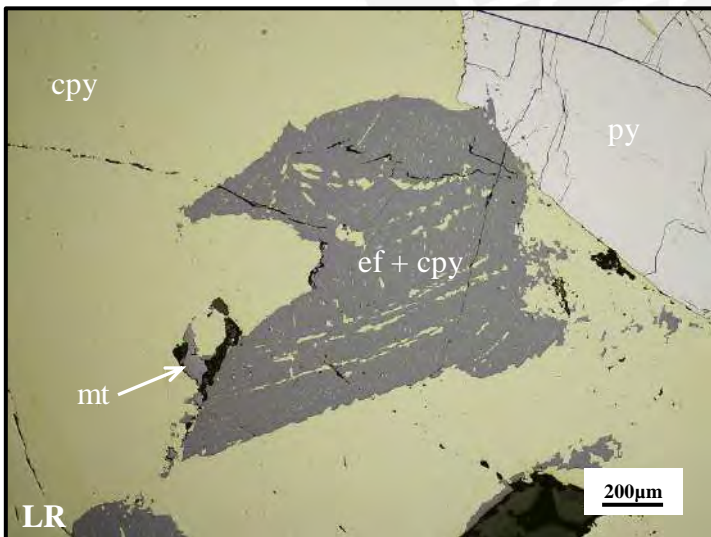
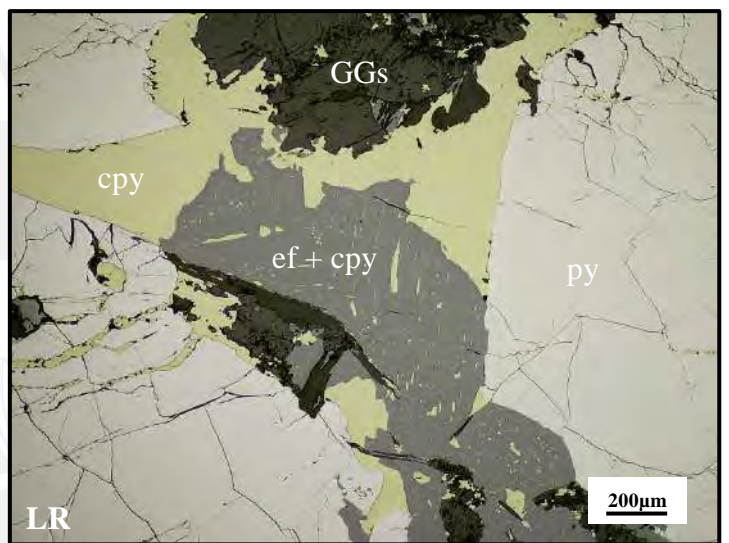
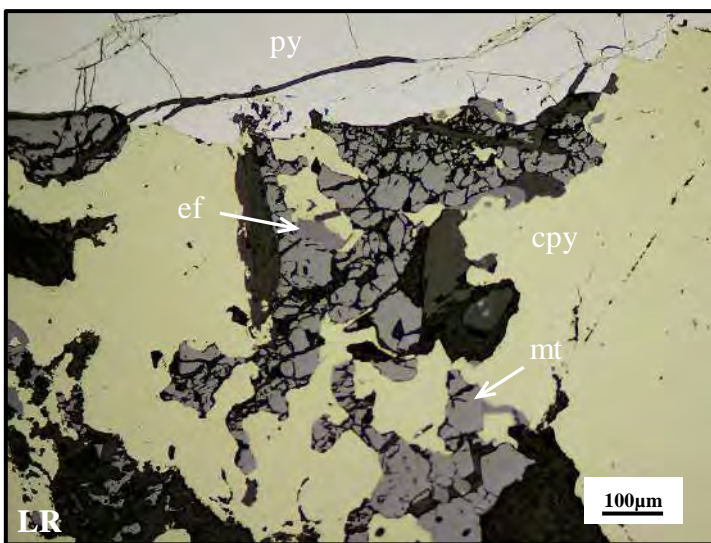
Cristales anhedrales de pirita reemplazados por esfalerita y a su vez por calcopirita. Por sectores, la esfalerita también presenta diseminaciones de calcopirita. Además, diseminaciones de magnetita se observan en calcopirita; esta última exhibiendo maclas de transformación. Las gangas (GGs) están constituidas principalmente por cuarzo y carbonatos.



2019-MT-012B

Minerales: calcopirita (cpy) + pirita (py) + esfalerita (ef) ± magnetita (mt) ± cubanita (cub)

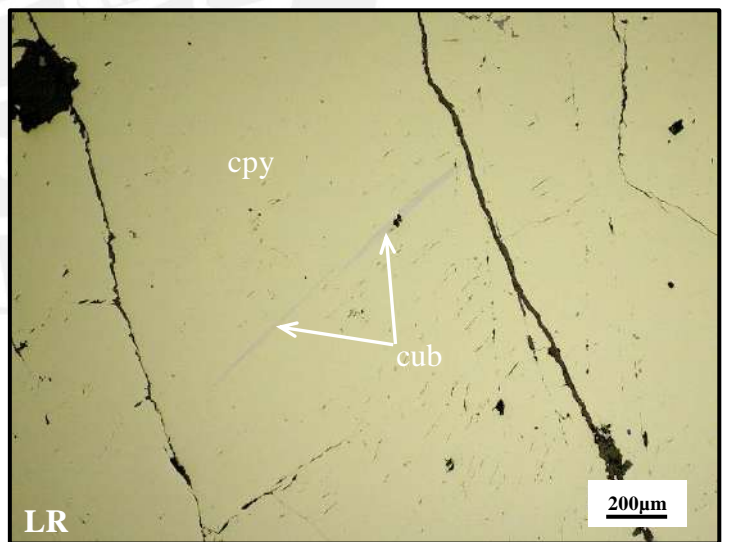
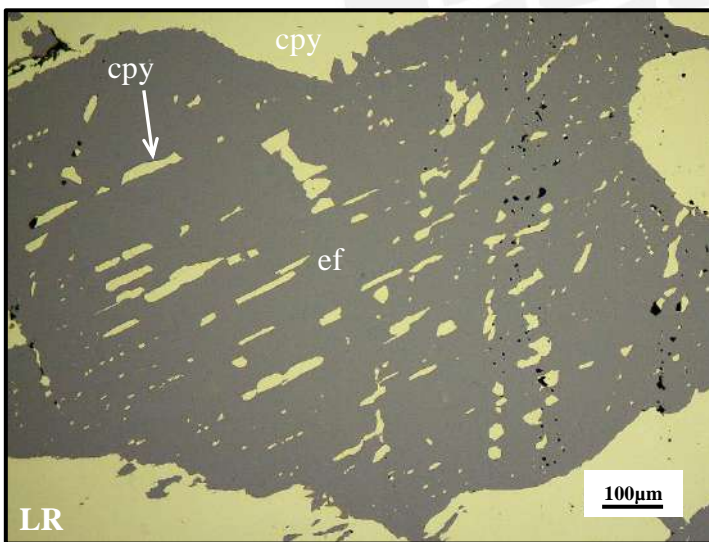
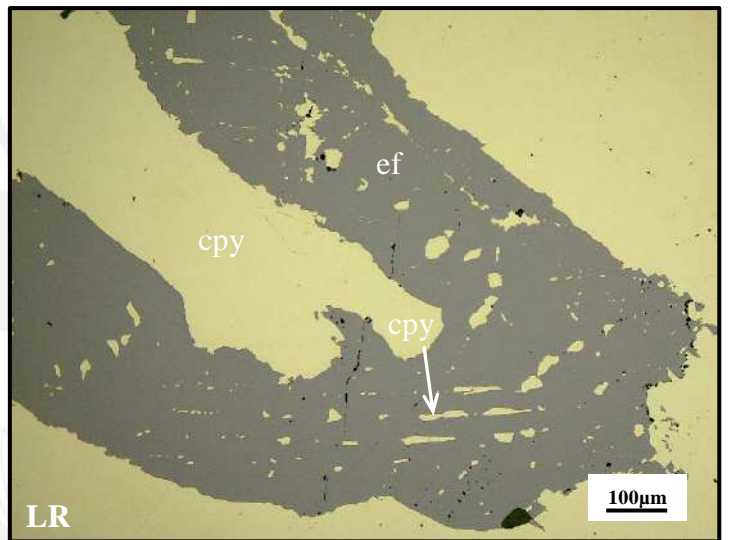
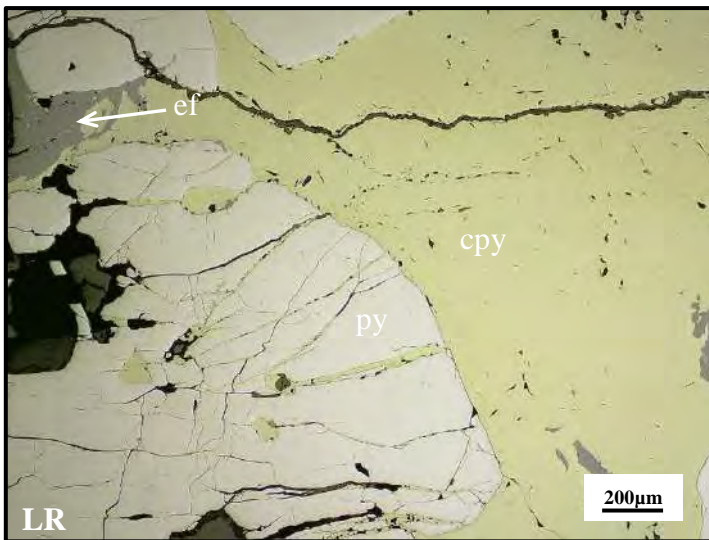
Cristales anhedrales de pirita reemplazados por esfalerita y a su vez por calcopirita. Por sectores, la esfalerita también presenta diseminaciones de calcopirita. Además, diseminaciones de magnetita y exsoluciones de cubanita se observan en calcopirita; esta última con maclas de transformación. Las gangas (GGs) están constituidas principalmente por cuarzo y carbonatos.



2019-MT-012C

Minerales: calcopirita (cpy) + pirita (py) + esfalerita (ef) ± magnetita (mt) ± cubanita (cub)

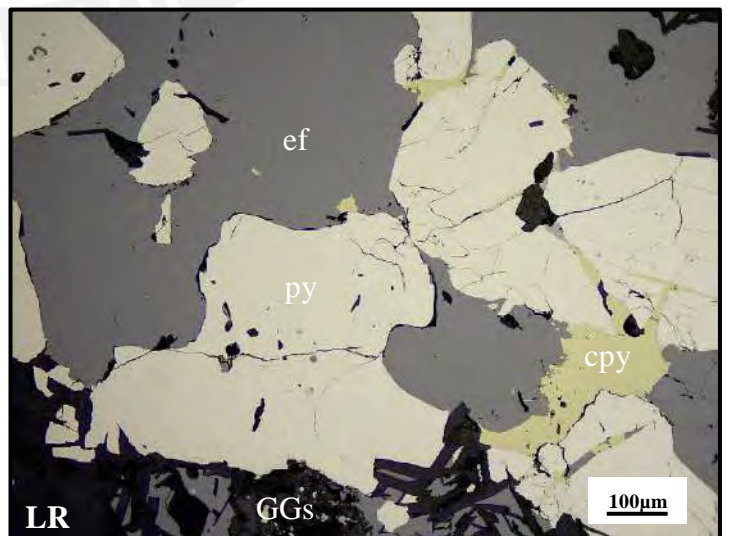
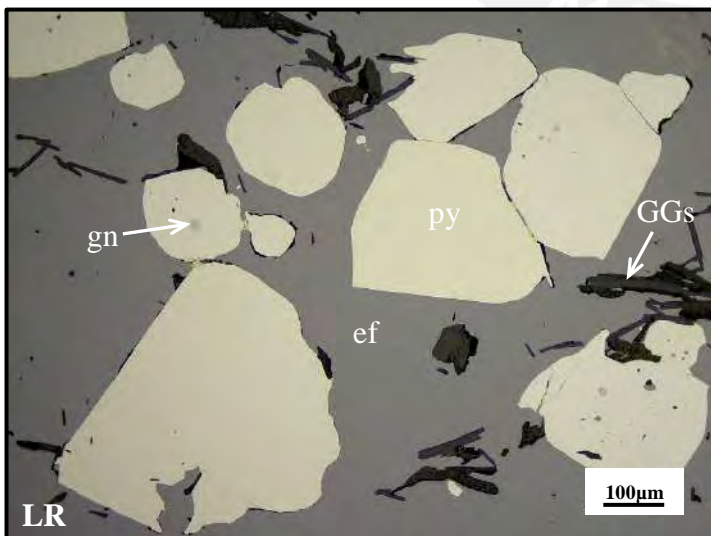
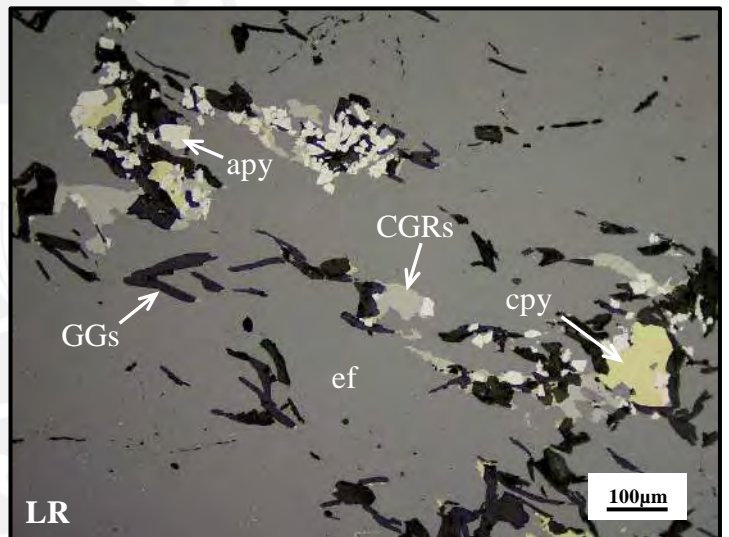
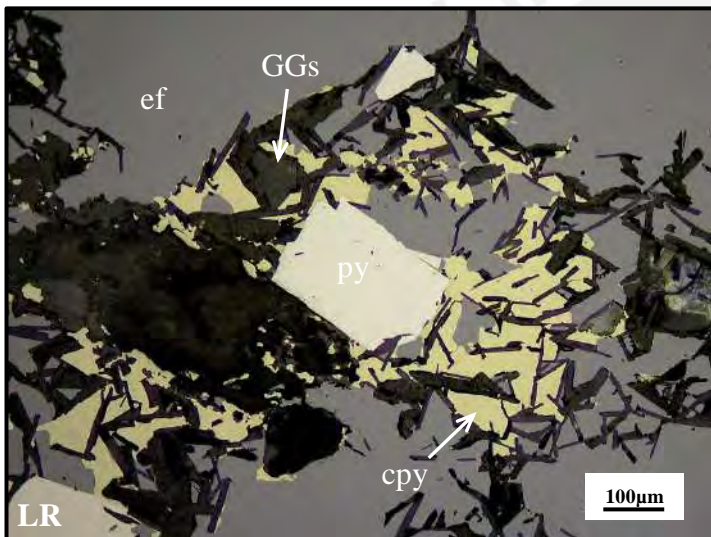
Cristales anhedrales de pirita reemplazados por esfalerita y a su vez por calcopirita. Por sectores, la esfalerita también presenta diseminaciones de calcopirita. Además, exsoluciones de cubanita se observan en calcopirita; esta última mostrando maclas de transformación.



2019-MT-015A

Minerales: esfalerita (ef) + pirita (py) + calcopirita (cpy) ± cobres grises (CGRs) ± arsenopirita (apy) ± pirrotina (po) ± galena (gn)

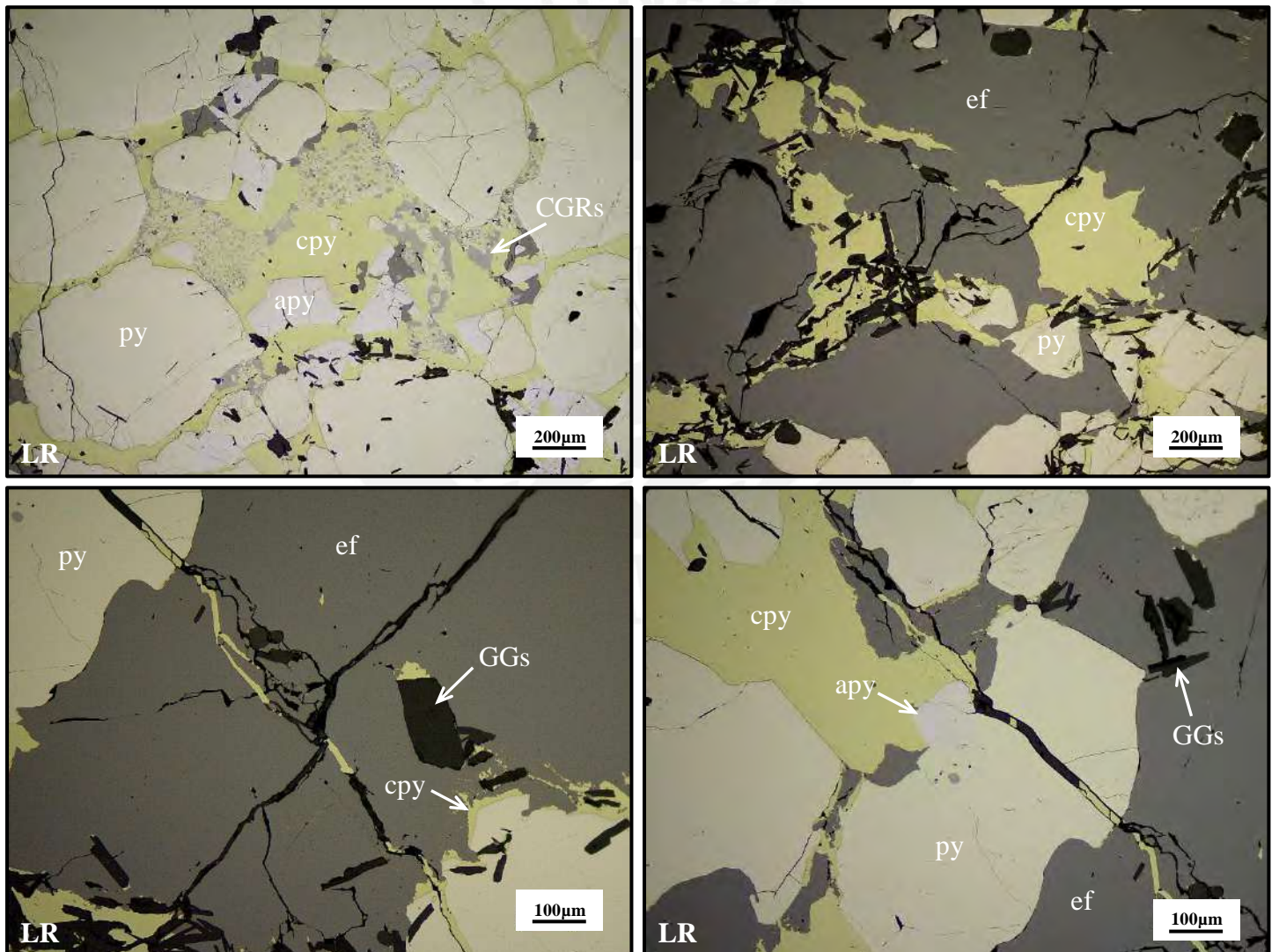
Esfalerita masiva con inclusiones de pirita y arsenopirita, y reemplazada por calcopirita y cobres grises desde sus bordes. Además, se observan cristales de hábito prismático curvados diseminados en la muestra. Localmente, se observan granos subredondeados de galena y calcopirita en porosidad de pirita. Las gangas (GGs) están constituidas principalmente por micas, baritina, cuarzo y carbonatos.



2019-MT-015B

Minerales: esfalerita (ef) + pirita (py) + calcopirita (cpy) ± arsenopirita (apy) ± cobres grises (CGRs)

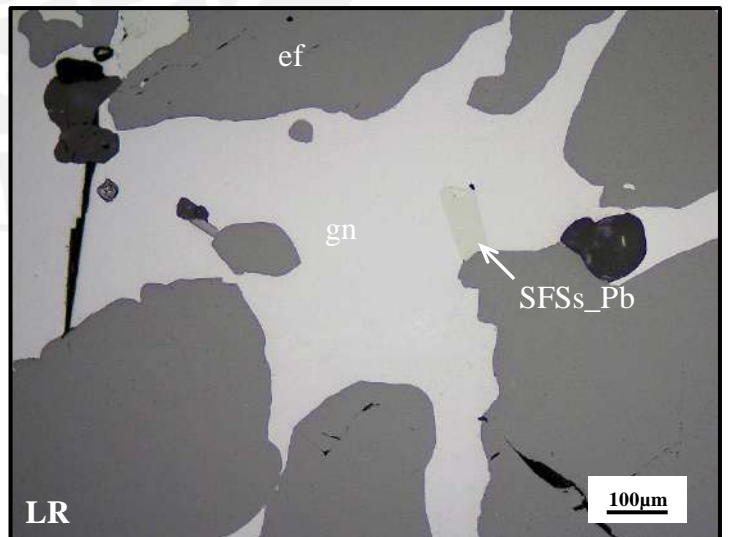
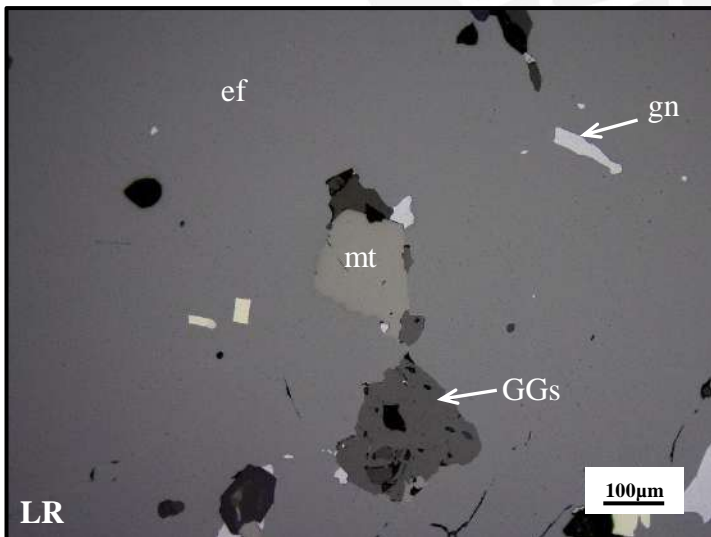
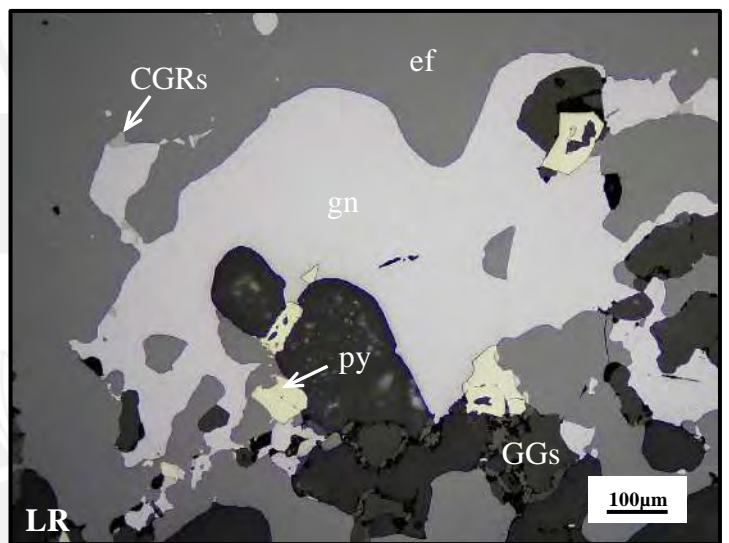
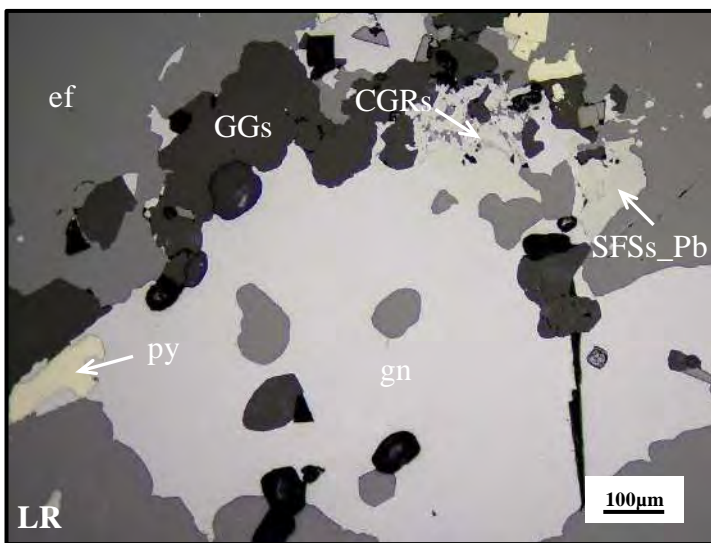
Cristales anhedrales a subhedrales de pirita reemplazados por esfalerita y calcopirita en bordes y a través de microfisuras. Además, se observan cristales subhedrales de arsenopirita incluidos en calcopirita. Las gangas (GGs) están constituidas principalmente por micas, baritina, cuarzo y carbonatos.



2019-MT-018

Minerales: esfalerita (ef) + galena (gn) + pirita (py) ± sulfosales de plomo (SFSs_Pb) ± magnetita (mt) ± cobres grises (CGRs)

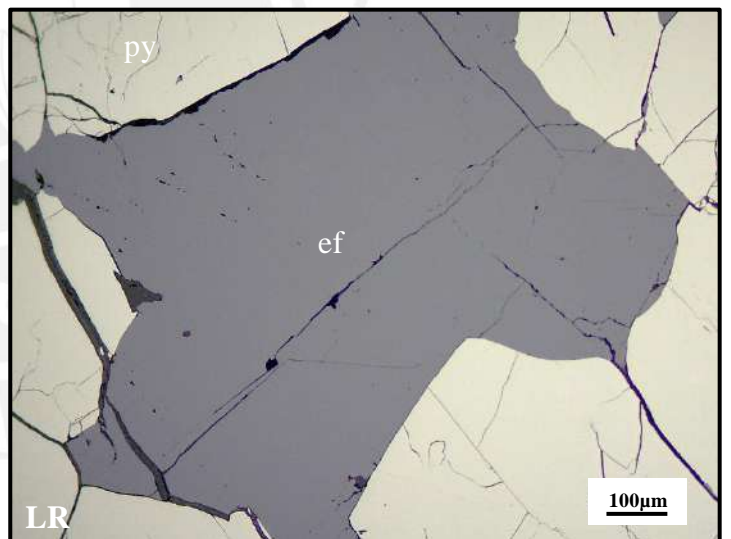
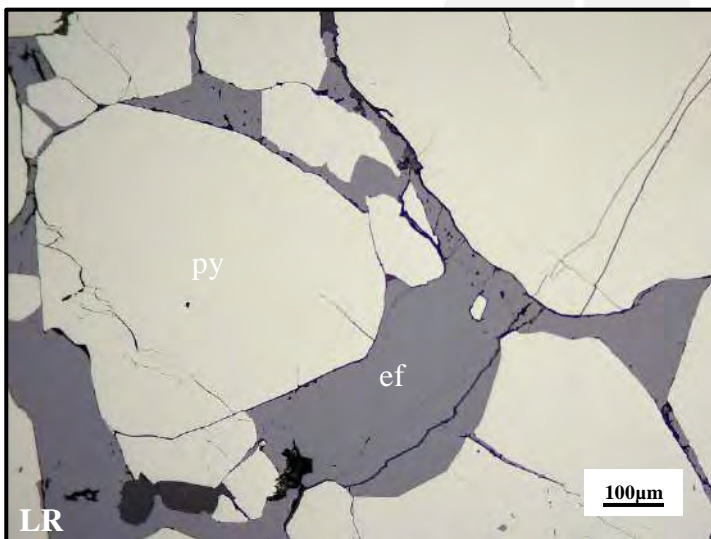
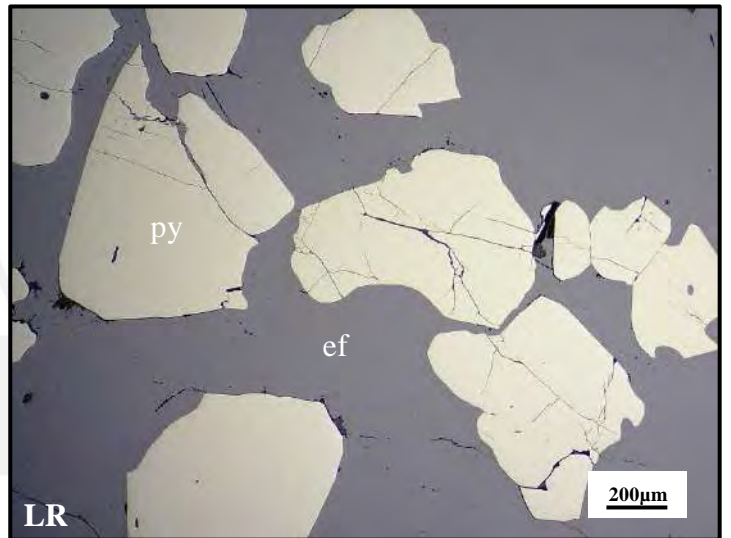
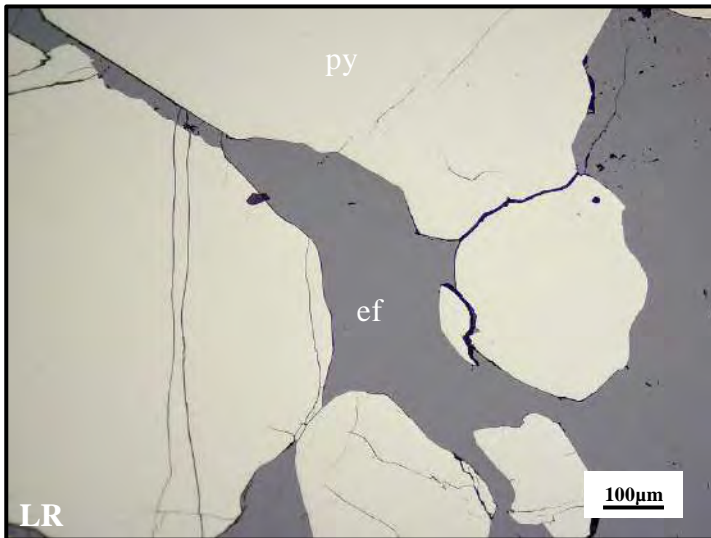
Esfalerita masiva y galena con inclusiones de magnetita y pirita. Localmente, la pirita presenta forma esquelética. La galena a su vez contiene inclusiones de cobres grises y sulfosales de plomo. Las gangas (GGs) están constituidas principalmente por cuarzo y carbonatos.



2019-MT-019

Minerales: esfalerita (ef) + pirita (py) \pm calcopirita (cpy)

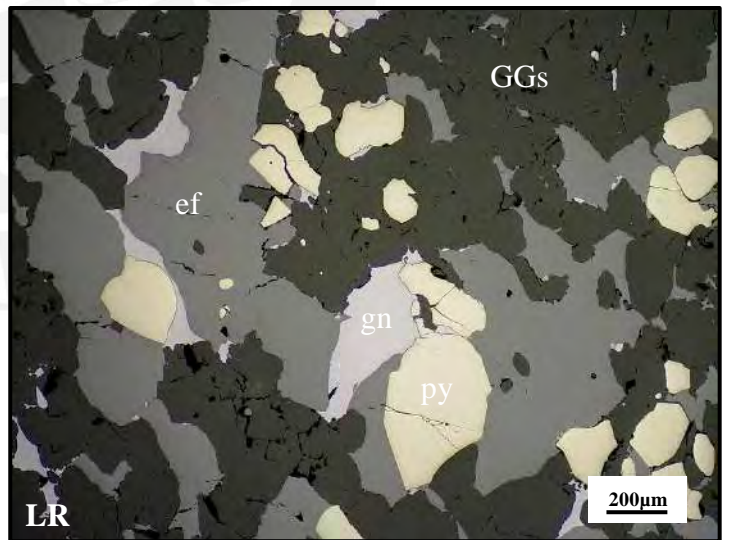
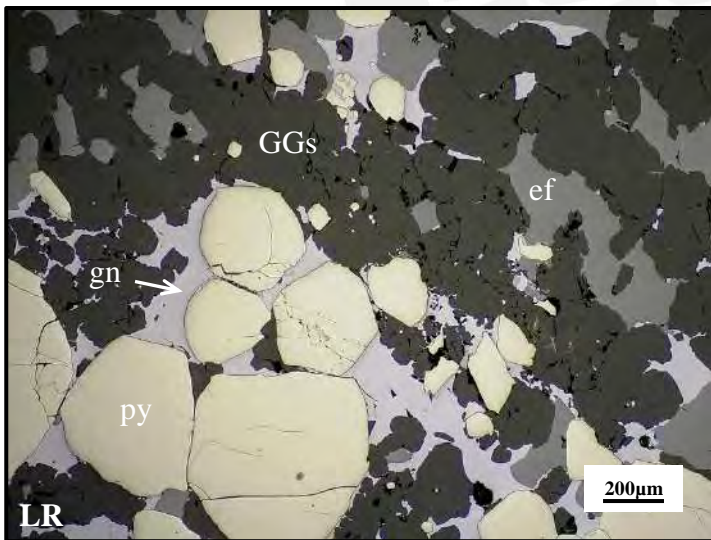
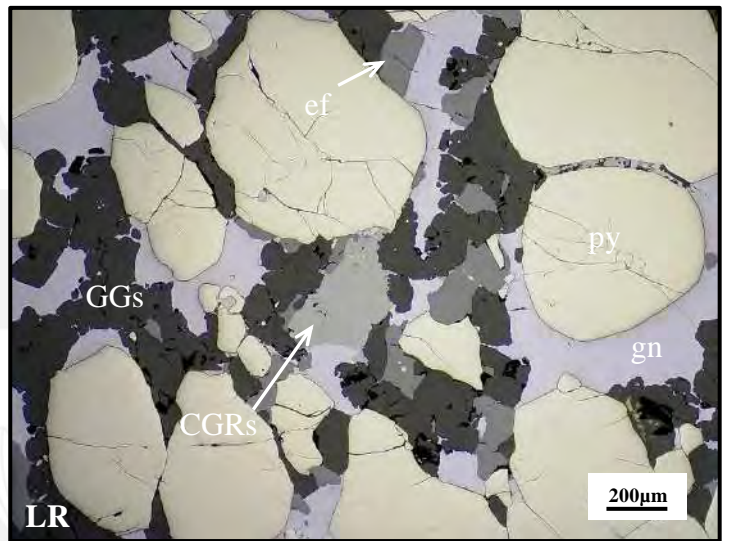
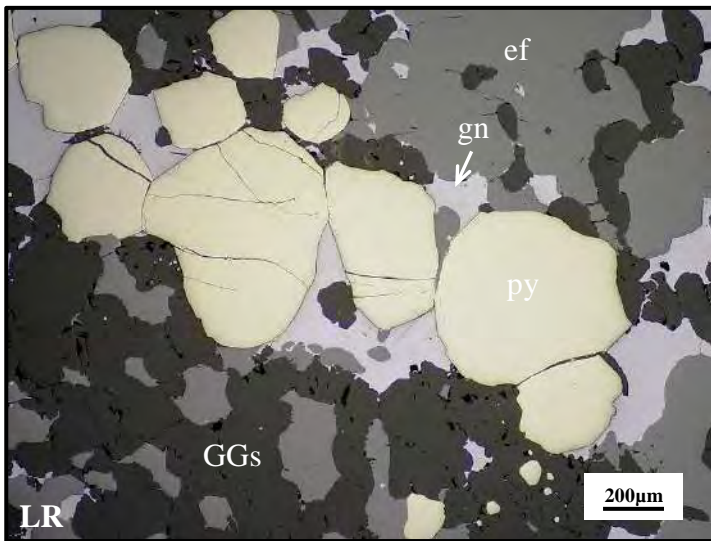
Cristales anhedrales de pirita reemplazados por esfalerita.



2019-MT-020

Minerales: esfalerita (ef) + pirita (py) + galena (gn) ± cobres grises (CGRs) ± sulfosales de plomo (SFSs_Pb)

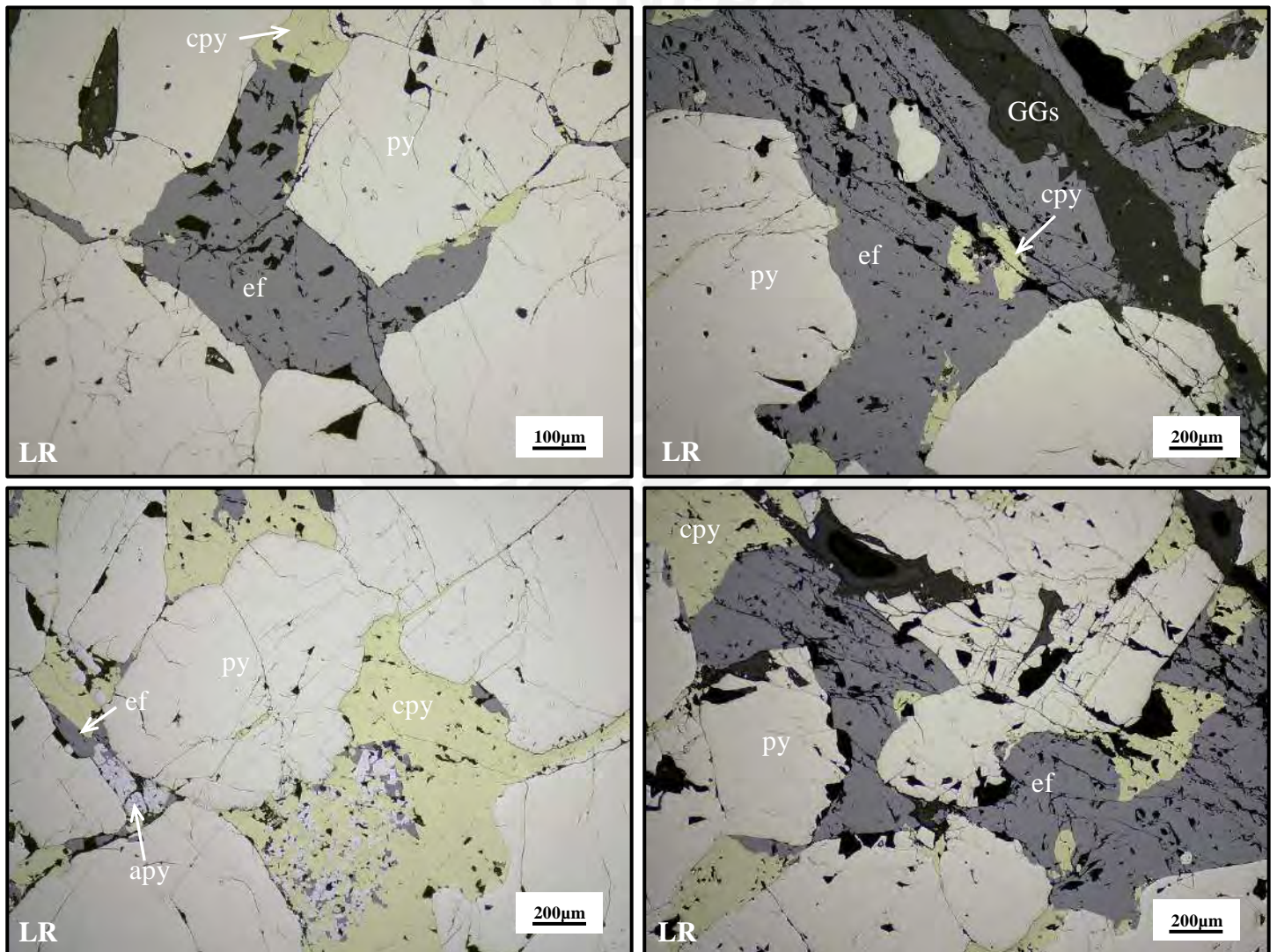
Agregados de gangas (GGs), principalmente cuarzo y carbonatos, con inclusiones de cristales anhedrales de pirita, reemplazados por galena, cobres grises y esfalerita.



2019-MT-021

Minerales: pirita (py) + esfalerita (ef) + calcopirita (cpy) ± arsenopirita (apy) ± cobres grises (CGRs) ± pirrotina (po)

Cristales de anhedrales a subhedrales de pirita reemplazados por esfalerita y calcopirita desde sus bordes e intersticios. También, se observan cristales de arsenopirita reemplazados por esfalerita y diseminados en calcopirita. Las gangas (GGs) están constituidas principalmente por cuarzo y carbonatos.



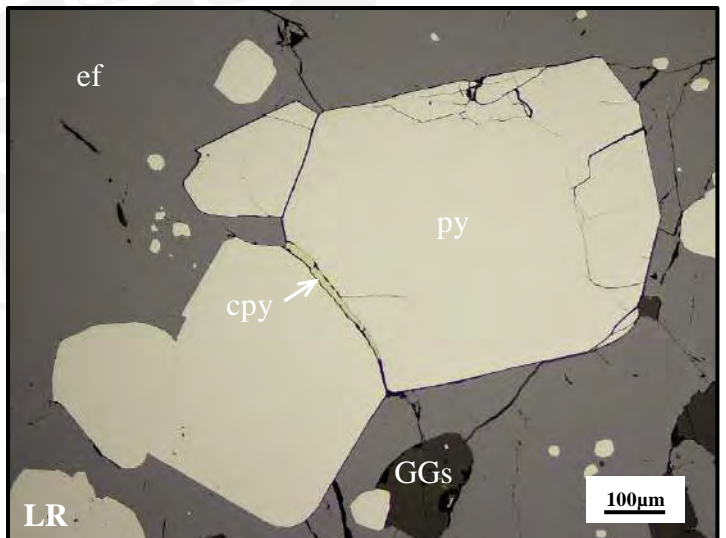
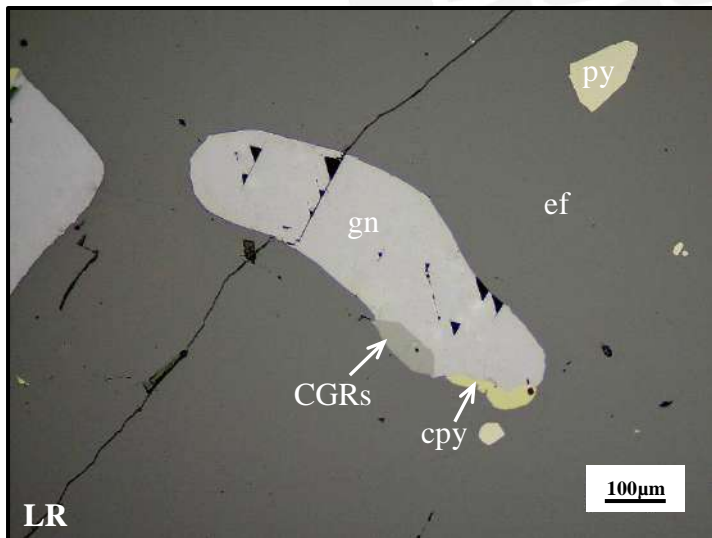
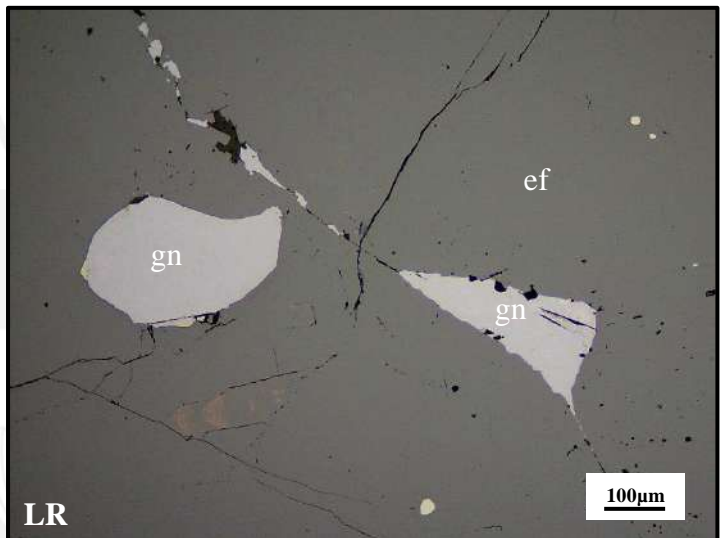
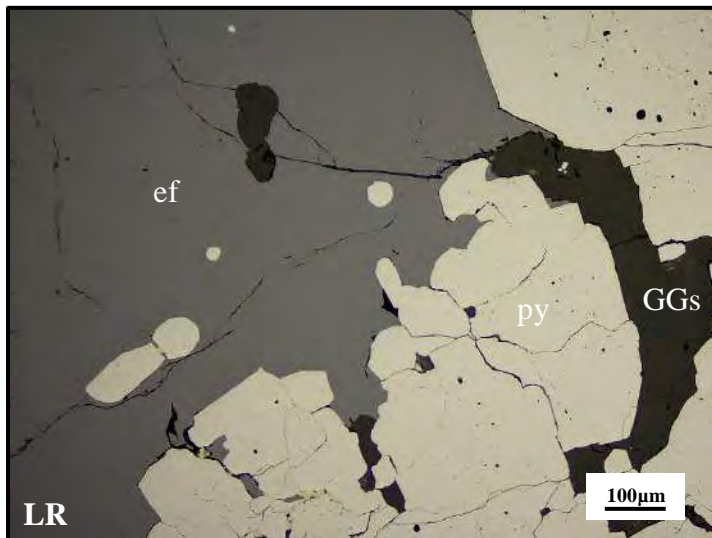
2019-MT-022A

Minerales: esfalerita (ef) + pirita (py) + galena (gn) ± calcopirita (cpy) ± cobres grises (CGRs)

Esfalerita masiva con inclusiones de pirita y, porosidad y microfracturas rellenas por galena.

También, se observan proporciones mucho menores de calcopirita y cobres grises en galena.

Las gangas (GGs) están constituidas principalmente por cuarzo y carbonatos.

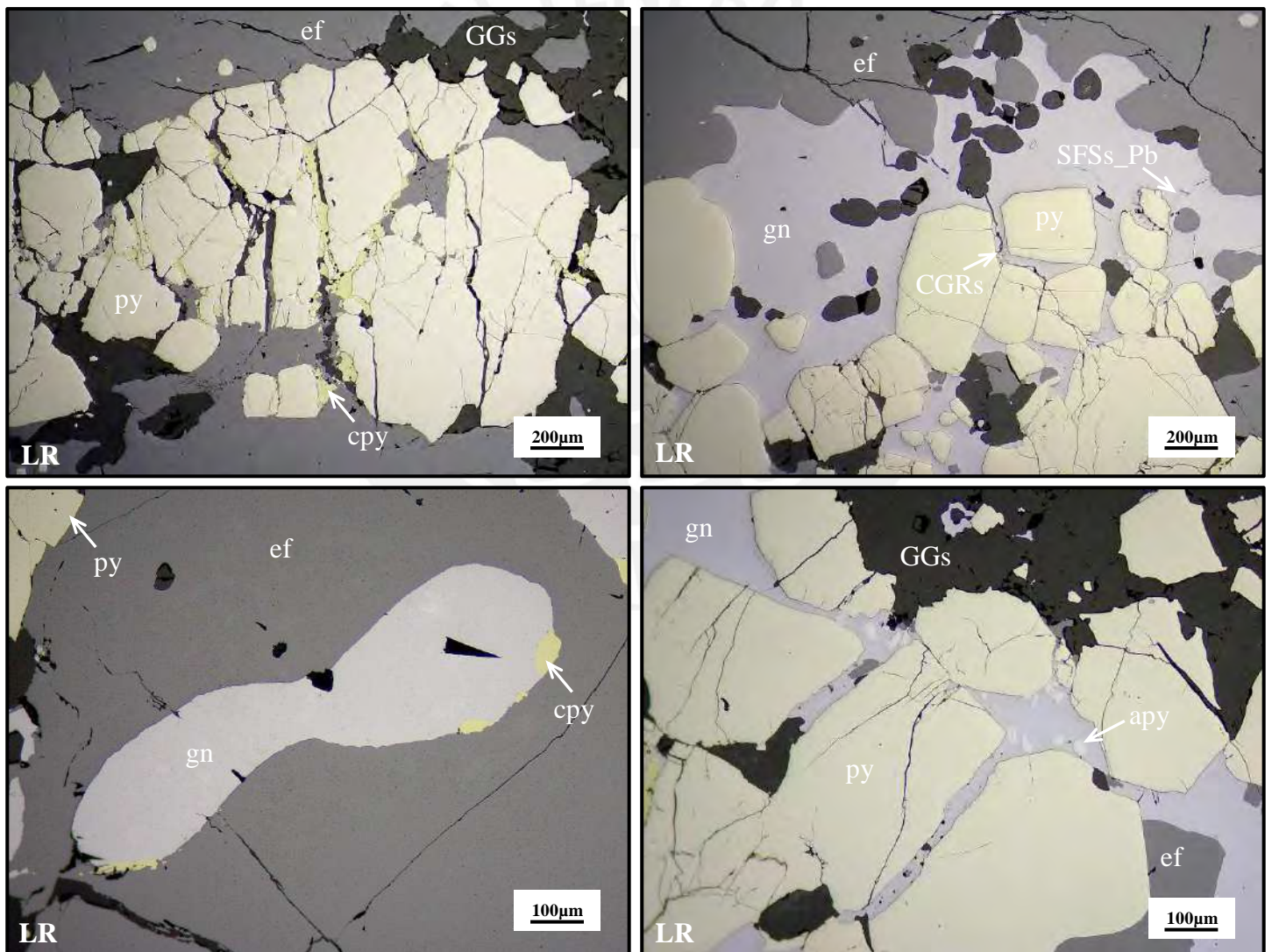


2019-MT-022B

Minerales: esfalerita (ef) + pirita (py) + galena (gn) ± calcopirita (cpy) ± arsenopirita (apy) ± cobres grises (CGRs) ± sulfosales de plomo (SFSs_Pb)

Esfalerita masiva con inclusiones de pirita; esta última con microfracturas rellenas por galena.

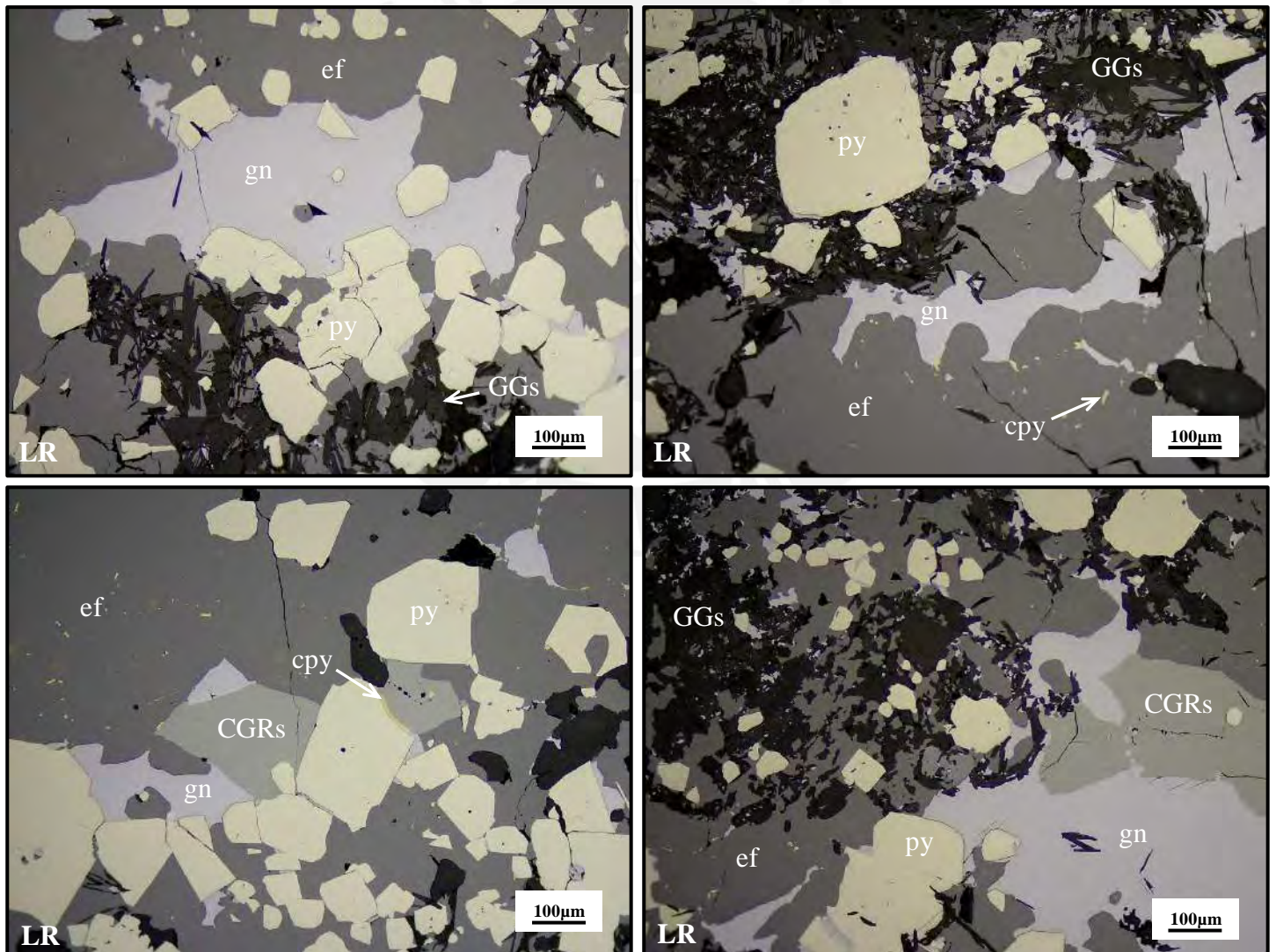
También, se observan proporciones mucho menores de calcopirita, arsenopirita, cobres grises y sulfosales de plomo en galena. Las gangas (GGs) están constituidas principalmente por cuarzo y carbonatos.



2019-MT-026A

Minerales: esfalerita (ef) + pirita (py) + galena (gn) + cobres grises (CGRs) ± calcopirita (cpy) ± arsenopirita (apy) ± sulfosales de plomo (SFSs_Pb)

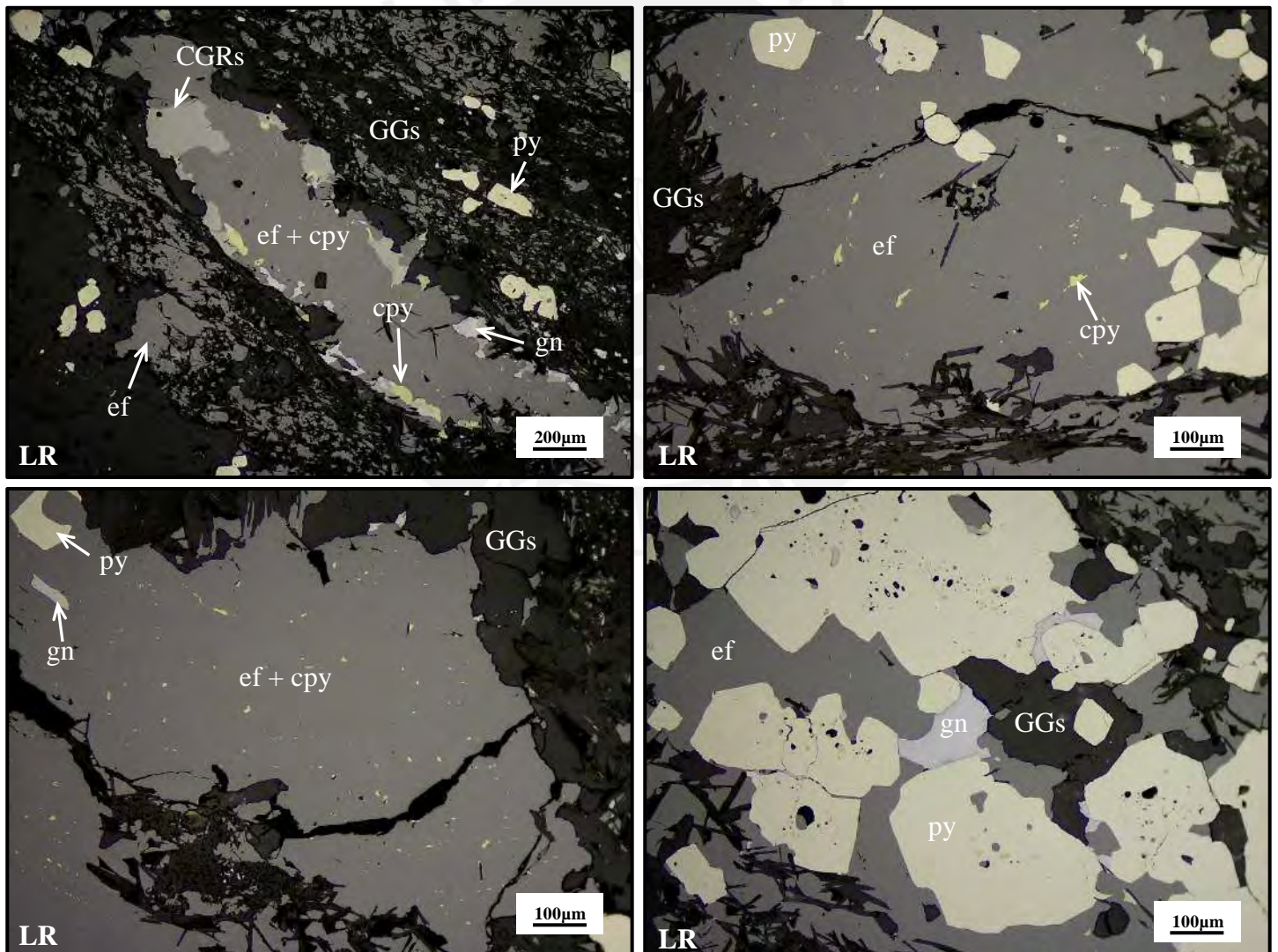
Esfalerita masiva con inclusiones de pirita y, esta última con porosidad y microfracturas rellenas por galena. Localmente, la esfalerita presenta finas disseminaciones orientadas de calcopirita. Adicionalmente, se observan proporciones mucho menores de calcopirita y cobres grises en galena y esfalerita. Las gangas (GGs) están constituidas principalmente por micas, baritina, cuarzo y carbonatos.



2019-MT-026B

Minerales: esfalerita (ef) + pirita (py) + galena (gn) ± cobres grises (CGRs) ± calcopirita (cpy)
± arsenopirita (apy)

Esfalerita masiva con inclusiones de pirita y, esta última con porosidad y microfracturas rellenas por galena. Localmente, la esfalerita presenta finas disseminaciones orientadas de calcopirita. Adicionalmente, se observan proporciones mucho menores de galena y cobres grises en esfalerita. Las gangas (GGs) están constituidas principalmente por micas, baritina, cuarzo y carbonatos.

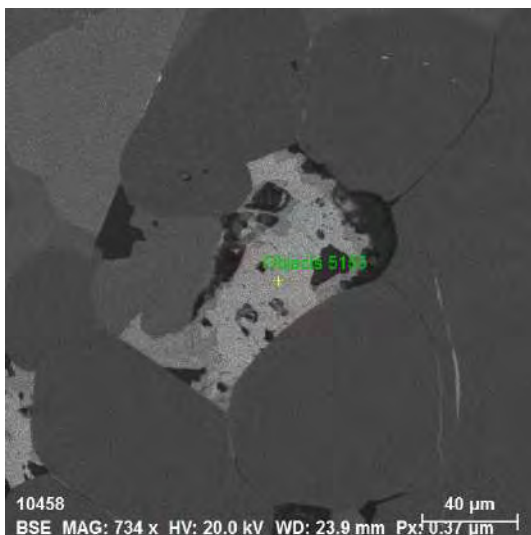


Anexo C

Mineralogía adicional en María Teresa obtenida por análisis de SEM-EDS.

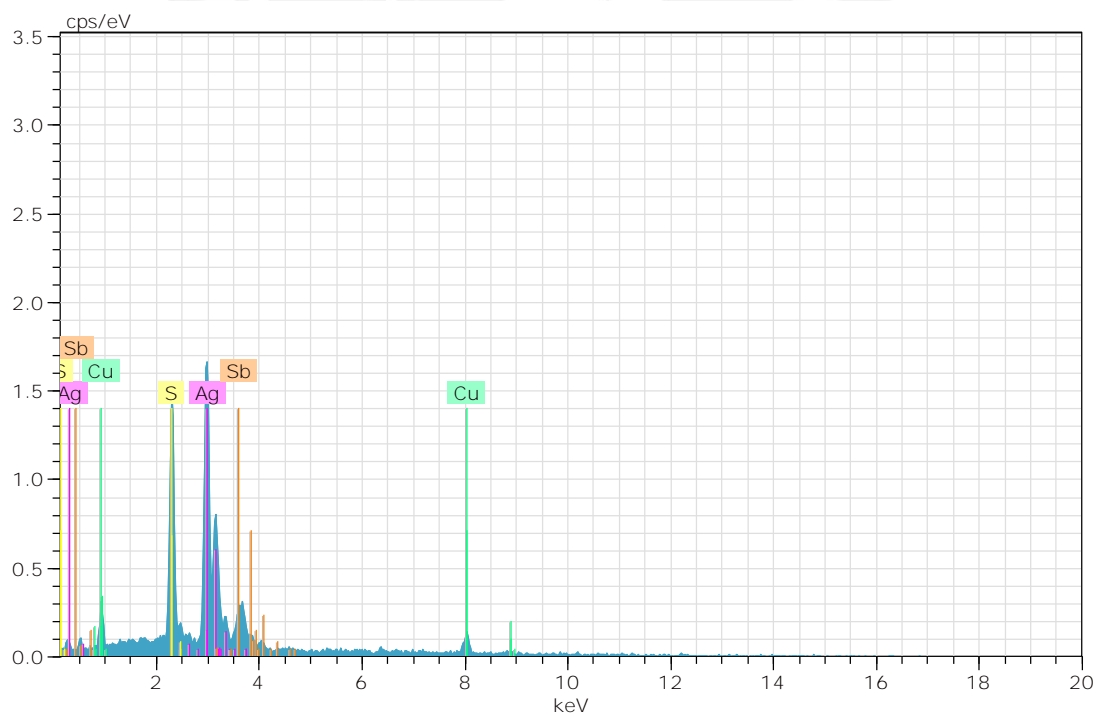
MUESTRA 2019-MT-009

Nombre: Polibasita



Spectrum: Objects 5155

Element	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error (3 Sigma) [wt.%]
Silver	62.83	43.12	5.77
Sulfur	17.17	39.64	2.04
Antimony	10.90	6.63	1.66
Copper	9.11	10.62	1.78
Total:			100.00 100.00



MUESTRA 2019-MT-011B

Nombre: Plata aurífera

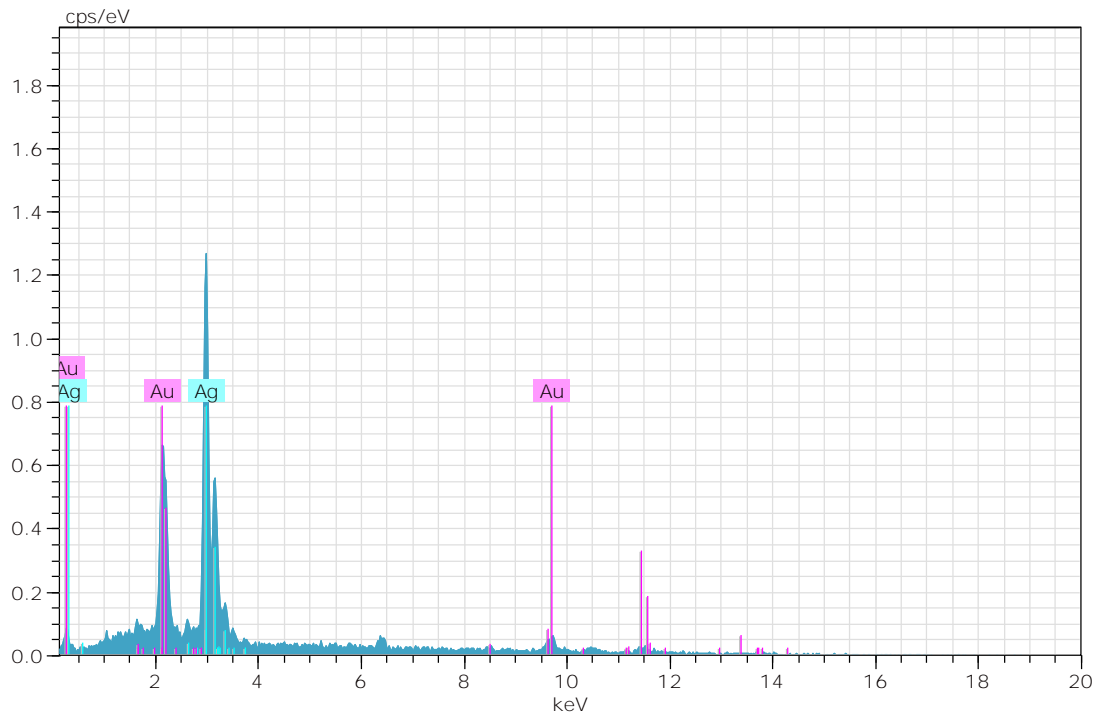


Spectrum: Objects 5166

Element norm. C Atom. C Error (3 Sigma)
[wt.%) [at.%) [wt.%)

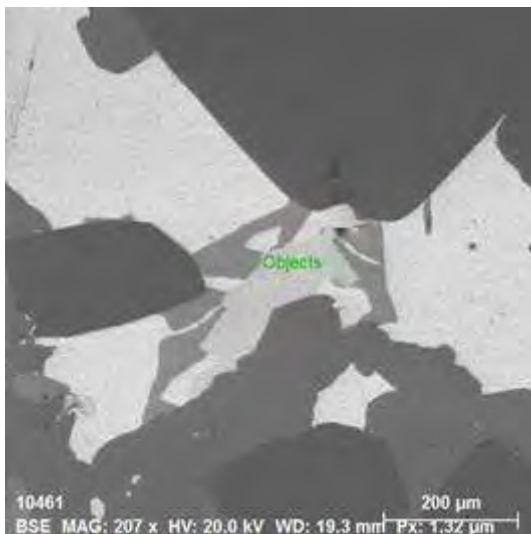
Silver	72.65	82.91	6.23
Gold	27.35	17.09	4.75

Total: 100.00 100.00



MUESTRA 2019-MT-024

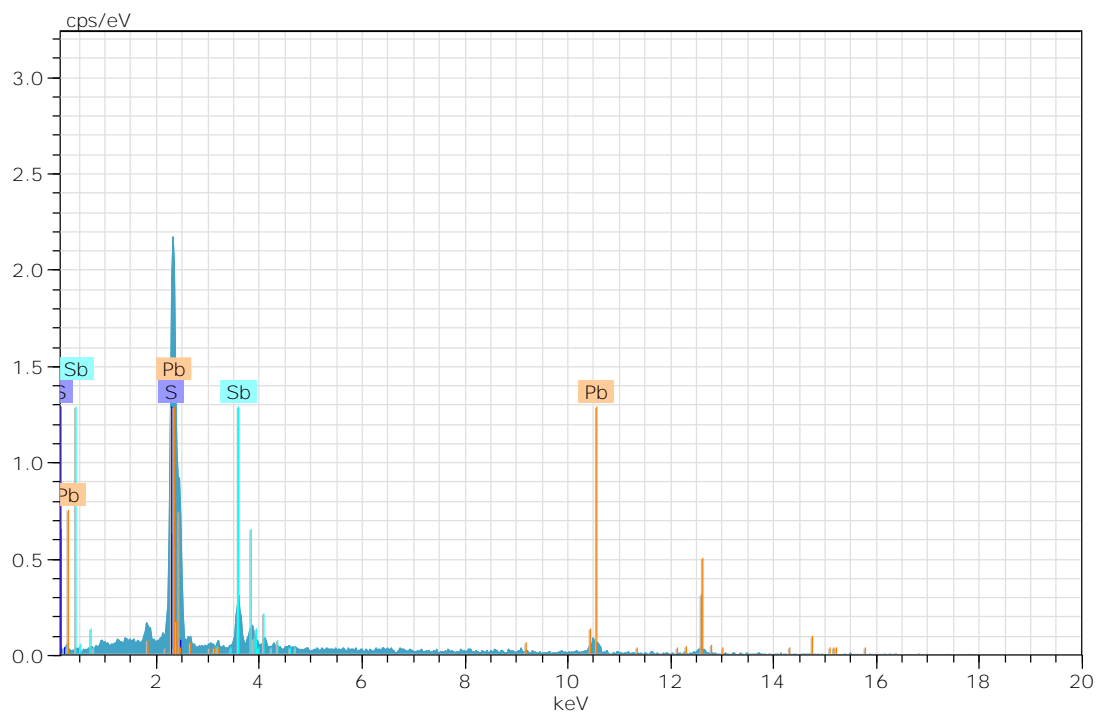
Nombre: Boulangerita



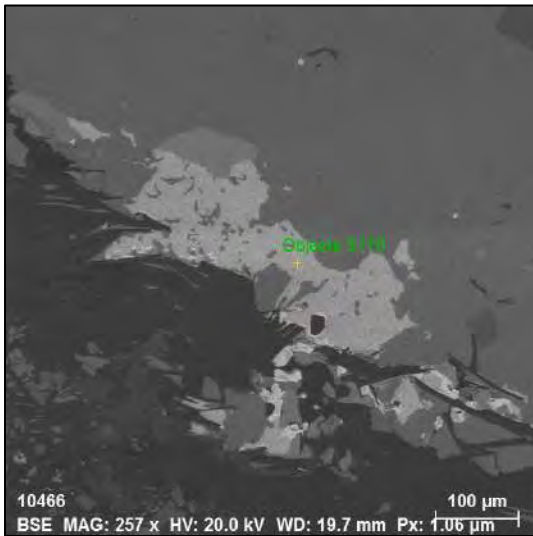
Spectrum: Objects 5162

Element	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error (3 Sigma) [wt.%]
Sulfur	16.31	51.87	2.12
Antimony	20.12	16.85	2.70
Lead	63.57	31.28	11.76

Total:	100.00	100.00	

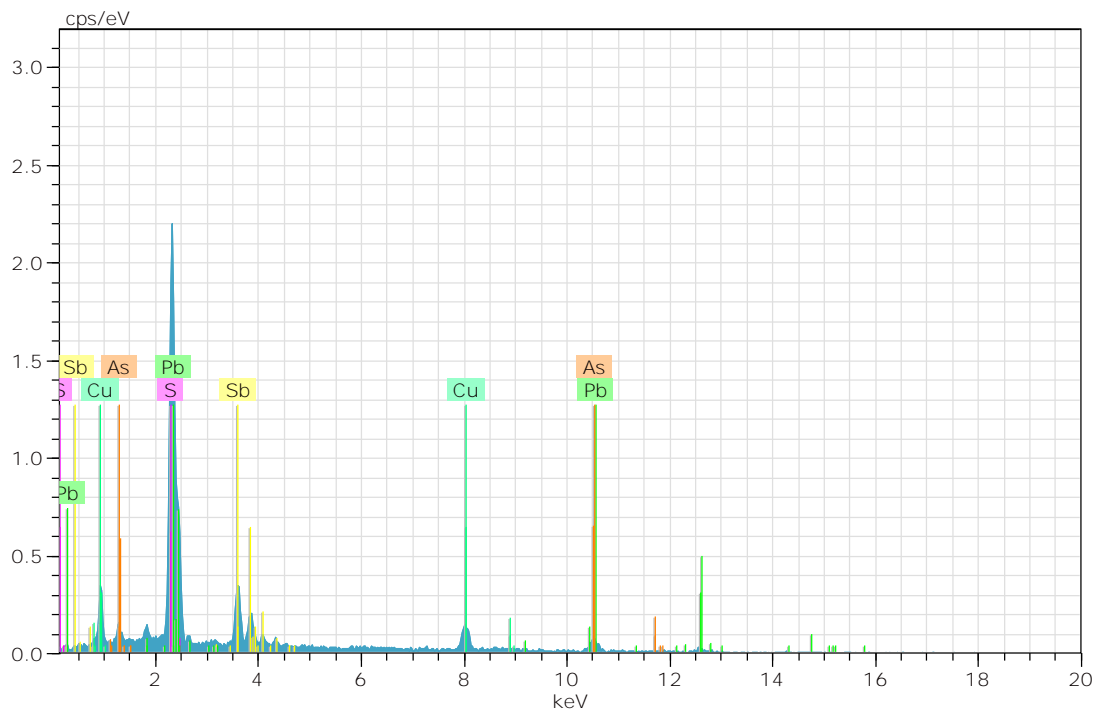


MUESTRA 2019-MT-025
Nombre: Bournonita (impureza: As)



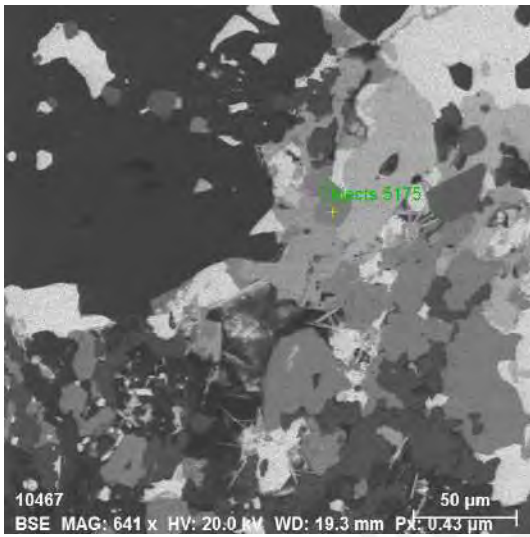
Spectrum: Objects 5170

Element	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error (3 Sigma) [wt.%]
Sulfur	18.14	45.42	2.08
Antimony	21.54	14.21	2.33
Copper	14.74	18.62	2.04
Lead	39.62	15.35	6.94
Arsenic	5.97	6.40	1.80
Total:			100.00 100.00



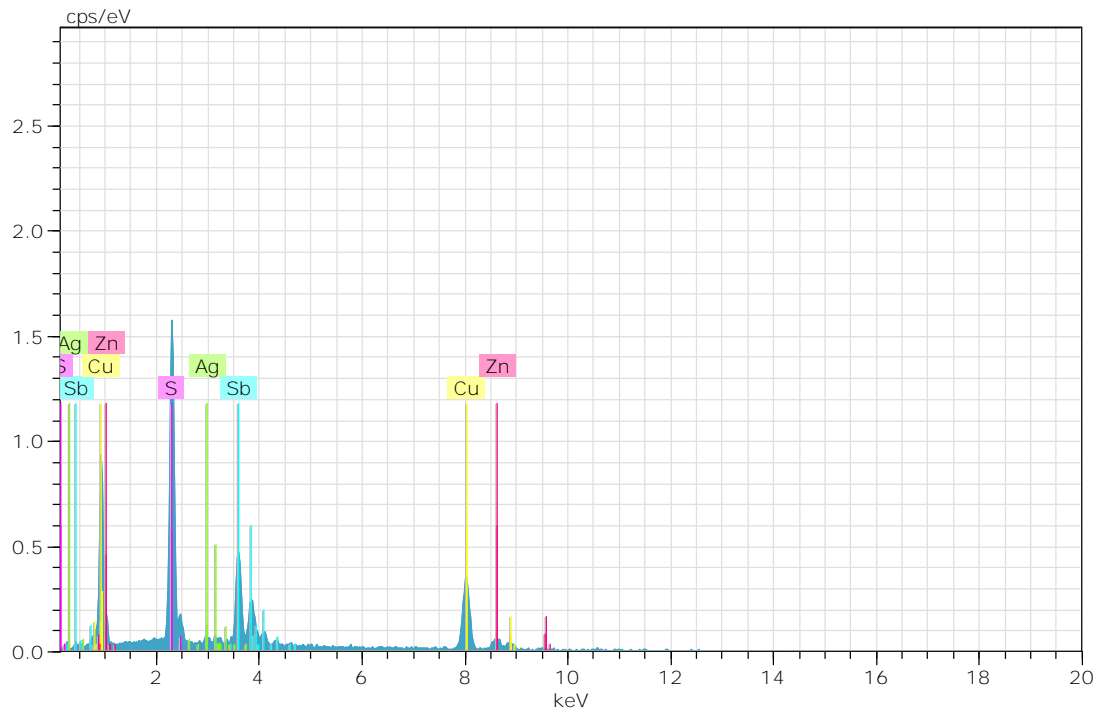
MUESTRA 2019-MT-025

Nombre: Zn-tetrahedrita

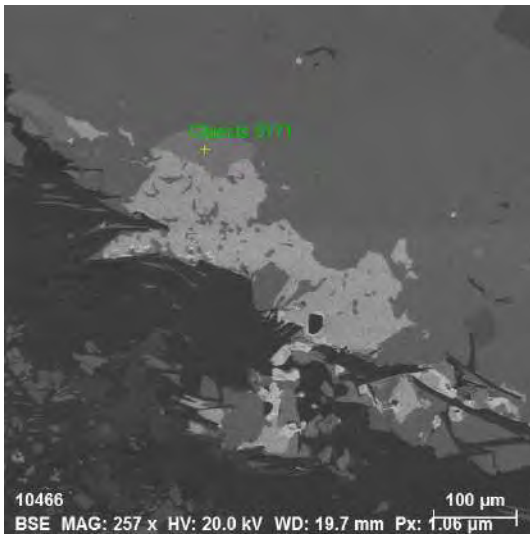


Spectrum: Objects 5175

Element	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error (3 Sigma) [wt.%]
Antimony	27.25	12.86	2.80
Sulfur	24.73	44.33	2.83
Copper	39.04	35.31	4.14
Zinc	7.86	6.91	1.56
Silver	1.12	0.59	0.39
Total:			100.00 100.00



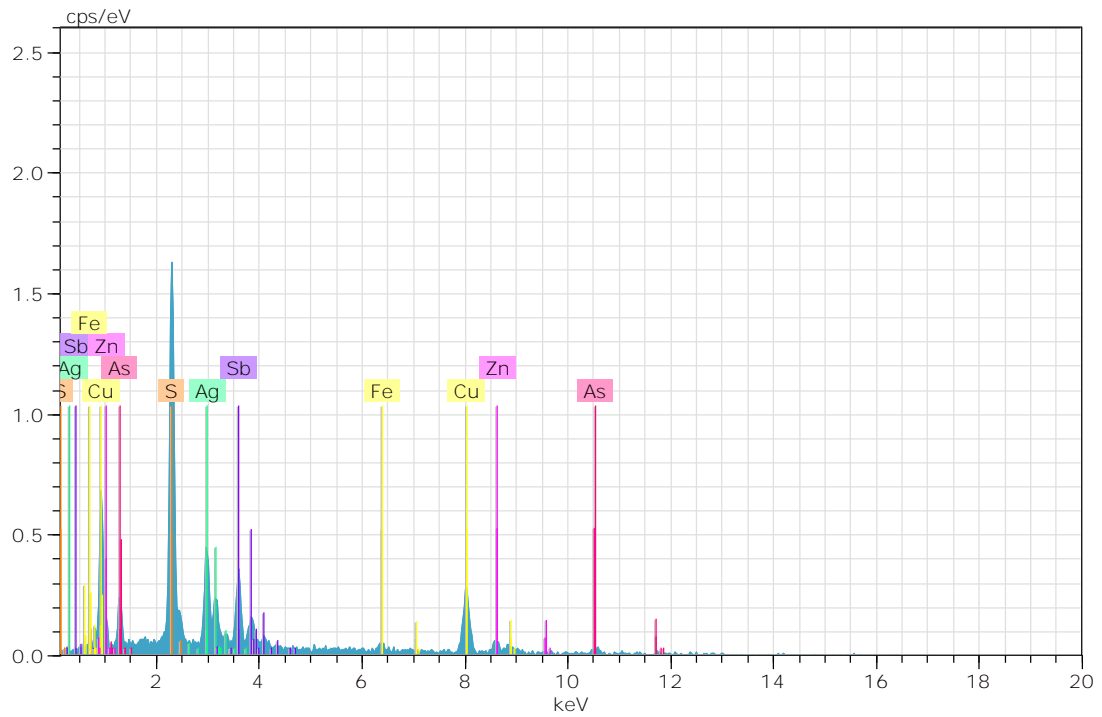
MUESTRA 2019-MT-025
Nombre: Argentotetrahedrita



Spectrum: Objects 5171

Element	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error (3 Sigma) [wt.%]
Copper	27.48	25.84	3.67
Sulfur	23.47	43.72	2.86
Silver	17.50	9.69	2.26
Antimony	17.85	8.76	2.30
Arsenic	6.20	4.94	2.33
Zinc	6.25	5.71	1.63
Iron	1.26	1.34	0.54

Total: 100.00 100.00



Anexo D
Resultados de EPMA

ESFALERITA

Yacimiento	Sector	Cuerpo	Sección	Muestra	Análisis	Límite de detección >														Total
						0.12	0.15	0.07	0.18	0.44	0.23	0.1	0.07	0.06	0.05	0.06	0.05	0.05		
						Sb	In	S	Pb	As	Ga	Ge	Zn	Cu	Fe	Cd	Ag	Sn		
María Teresa	Calera	Sofía D	-340	2019-MT-018	2019-MT-018-circulo A-ef-001	0.1289	0.0062	33.46	0.2548	0	0	0	64.29	0	2.41	0.4341	0	0	100.984	
María Teresa	Calera	Sofía D	-340	2019-MT-018	2019-MT-018-circulo A-ef-002	0	0	33.76	0.1198	0	0	0	63.5	0	3.57	0.4171	0.0007	0	101.3676	
María Teresa	Calera	Sofía D	-340	2019-MT-018	2019-MT-018-circulo C-ef-001	0	0	33.55	0.0874	0	0	0	64.22	0	3.02	0.3801	0	0.0064	101.2639	
María Teresa	Calera	Sofía D	-340	2019-MT-018	2019-MT-018-circulo C-ef-002	0.0028	0	33.39	0.0895	0	0	0	63.21	0	3.71	0.342	0.0352	0.0054	100.7849	
María Teresa	Calera	Sofía D	-340	2019-MT-018	2019-MT-018-circulo B-ef-001	0.0155	0	33.3	0.157	0	0.0066	0	62.93	0	3.56	0.4223	0	0.0161	100.4075	
María Teresa	Calera	Sofía D	-340	2019-MT-019	2019-MT-019-circulo A-ef-001	0.0423	0	33.69	0.0101	0	0	0	59.55	0.0338	5.77	0.285	0	0	99.3812	
María Teresa	Calera	Sofía D	-340	2019-MT-019	2019-MT-019-circulo A-ef-002	0.0081	0.0245	33.94	0	0	0	0	59.56	0.0338	5.78	0.2296	0	0.0064	99.5824	
María Teresa	Calera	Sofía D	-340	2019-MT-019	2019-MT-019-circulo B-ef-001	0	0.0623	33.89	0.0071	0	0	0	59.45	0.0115	5.67	0.2656	0.0135	0	99.37	
María Teresa	Calera	Sofía D	-340	2019-MT-019	2019-MT-019-circulo B-ef-002	0	0.0686	33.57	0.0369	0	0	0	59.29	0	5.75	0.2347	0.0242	0	98.9744	
María Teresa	Calera	Sofía D	-340	2019-MT-019	2019-MT-019-circulo C-ef-001	0	0	33.7	0	0	0	0	59.16	0	5.82	0.2619	0.0284	0	98.9703	
María Teresa	Calera	Sofía D	-340	2019-MT-019	2019-MT-019-circulo C-ef-002	0	0	33.45	0.2036	0	0	0	59.41	0.0286	5.65	0.3062	0	0	99.0484	
María Teresa	Calera	Sofía D	-500	2019-MT-020	2019-MT-020-circulo A-ef-001	0.016	0	33.55	0	0.0091	0.0113	0	64.32	0.0261	2.22	0.6148	0	0	100.7673	
María Teresa	Calera	Sofía D	-500	2019-MT-020	2019-MT-020-circulo A-ef-002	0	0	33.48	0.048	0	0	0	64.52	0	2.13	0.6079	0	0	100.7859	
María Teresa	Calera	Sofía D	-500	2019-MT-020	2019-MT-020-circulo B-ef-001	0.0534	0	33.03	0.0489	0	0.0141	0.0058	64.58	0.0245	2.29	0.5852	0	0	100.6319	
María Teresa	Calera	Sofía D	-500	2019-MT-020	2019-MT-020-circulo C-ef-001	0.0409	0.0498	33.11	0.251	0	0	0	64.15	0.0122	2.04	0.6544	0	0	100.3083	
María Teresa	Calera	Sofía D	-500	2019-MT-020	2019-MT-020-circulo C-ef-002	0	0.0315	34.09	0	0	0	0	64.27	0.036	2.23	0.6938	0.0014	0	101.3527	
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-004	MT-004-circulo A-sl-001	0	0.0815	32.57	0.3431	0	0	0	64.33	0.0476	1.26	0.4847	0.0235	0	99.1404	
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-004	MT-004-circulo A-sl-002	0	0.1305	33.19	0.2297	0	0	0	64.99	0.0612	1.35	0.4575	0	0	100.4089	
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-004	MT-004-circulo B-sl-001	0.0298	0.1168	33.24	0.1035	0.005	0	0	65.12	0.0409	1.4	0.5046	0.0084	0	100.569	
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-004	MT-004-circulo B-sl-002	0.0382	0	33.21	0	0	0.0141	0	64.94	0.0395	1.35	0.4857	0.011	0	100.0885	
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-004	MT-004-circulo B-sl-003	0	0.056	33.13	0.1122	0	0	0	64.79	0.0935	1.42	0.4462	0	0	100.0479	
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-004	MT-004-circulo C-sl-001	0.0808	0.081	32.98	0.0596	0	0	0	64.71	0.0434	1.42	0.4908	0	0	99.8656	
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-004	MT-004-circulo C-sl-002	0.0213	0.1495	33.17	0.1423	0	0	0	64.78	0.0396	1.4	0.5054	0.0091	0	100.2172	
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-006B	MT-006B-circulo A-sl-001	0	0.0019	32.58	0.249	0	0	0	64.13	0.008	1.8	0.4205	0	0	99.1894	
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-006B	MT-006B-circulo A-sl-002	0.0032	0	32.99	0.2538	0	0	0	64.15	0.0008	2.25	0.3404	0	0.0048	99.993	
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-006B	MT-006B-circulo B-sl-001	0.0813	0.0429	32.92	0	0	0.0246	0	63.95	0.0061	2.53	0.42	0	0.0063	99.9812	
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-006B	MT-006B-circulo B-sl-002	0	0	33	0.1602	0	0	0	63.83	0.0077	2.42	0.3383	0.0552	0	99.8114	
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-006B	MT-006B-circulo B-sl-003	0.0142	0	33.09	0.2069	0	0	0	63.23	0.0325	3.1	0.354	0.002	0	100.0296	
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-006B	MT-006B-circulo C-sl-001	0	0.0253	32.77	0.0441	0	0.0318	0	63.65	0	3	0.363	0	0	99.8842	
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-006B	MT-006B-circulo C-sl-003	0	0	32.9	0.0506	0	0	0	63.26	0.0218	2.79	0.4124	0.0042	0.0189	99.4579	
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-011B	MT-011B-circulo C-sl-001	0	0	32.87	0.1476	0	0	0	56.79	0.3389	7.92	0.2933	0	0.0065	98.3663	
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-011B	MT-011B-circulo C-sl-002	0.0327	0	33.39	0.1331	0	0	0	57.25	0.0532	7.81	0.3033	0.0471	0	99.0194	
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-011B	MT-011B-circulo A-sl-001	0	0.0748	33.48	0.1104	0	0.0315	0	56.95	0.2984	7.87	0.3344	0	0	99.1495	
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-011B	MT-011B-circulo A-sl-002	0	0.0403	33.18	0.1156	0	0	0	57.99	0.0316	7.32	0.2993	0	0	98.9768	
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-012A	MT-012A-circulo B-sl	0	0.0312	33.49	0.2567	0	0	0	65.11	0.0333	1.42	0.3135	0.0092	0	100.6639	
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-012B	MT-012B-circulo B-sl	0.012	0	33.06	0.0611	0	0	0	63.91	0.0622	2.49	0.477	0.0167	0	100.089	
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-012C	MT-012C-circulo A-ef	0.0512	0	33.06	0.2004	0	0	0	63.51	0.0649	2.78	0.4022	0.0237	0	100.0924	
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-012C	MT-012C-circulo B-ef	0.0053	0.004	32.74	0.1017	0	0	0	63.63	0.0348	2.91	0.4614	0	0	99.8872	

Yacimiento	Sector	Cuerpo	Sección	Muestra	Análisis	Sb	In	S	Pb	As	Ga	Ge	Zn	Cu	Fe	Cd	Ag	Sn	Total
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-001A	2019-MT-001A-círculo A-sl-001	0	0	34.12	0.045	0	0.0018	0	58.94	0.0044	6.07	0.2441	0	0	99.4253
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-001A	2019-MT-001A-círculo A-sl-002	0	0.0844	32.84	0.072	0	0	0	59.15	0.0111	6.01	0.2472	0	0	98.4147
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-001A	2019-MT-001A-círculo D-sl-001	0.1144	0.0095	33.05	0.1044	0	0	0	59.21	0.0156	5.96	0.2847	0.0067	0	98.7553
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-001A	2019-MT-001A-círculo D-sl-002	0	0	33.23	0.1584	0	0	0	59.4	0.0228	5.95	0.2179	0	0	98.9791
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-001A	2019-MT-001A-círculo E-sl-001	0	0	33.56	0.1299	0	0	0	59.6	0	6.01	0.2617	0	0.0273	99.5889
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-001A	2019-MT-001A-círculo E-sl-002	0.0762	0	33.56	0.0004	0	0.0163	0	59.3	0.0378	5.74	0.2781	0	0	99.0088
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-001A	2019-MT-001A-círculo C-sl-001	0.0467	0	33.76	0	0	0.0228	0	59.11	0.0172	6.17	0.2658	0.0213	0.0023	99.4161
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-001A	2019-MT-001A-círculo C-sl-002	0.0493	0	33.23	0	0	0.0056	0	58.99	0.0326	6.16	0.2622	0.0036	0	98.7333
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-001A	2019-MT-001A-círculo B-sl-001	0	0.0585	33.66	0	0	0	0	58.96	0	6.14	0.3128	0	0.0256	99.1569
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-001A	2019-MT-001A-círculo B-sl-002	0.1407	0	33.5	0	0	0	0	58.99	0.0394	6.24	0.2585	0	0.0157	99.1843
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-001B	2019-MT-001B-círculo C-sl-001	0	0	32.93	0.1399	0	0	0	60.91	0.0041	5.84	0.2572	0	0	100.0812
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-001B	2019-MT-001B-círculo C-sl-002	0.0606	0.0632	33.49	0.3015	0	0	0	60.84	0.024	5.77	0.3005	0	0	100.8498
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-001B	2019-MT-001B-círculo D-sl-001	0	0	33.31	0.1856	0	0	0	61.12	0	5.93	0.2637	0.0045	0	100.8138
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-001B	2019-MT-001B-círculo D-sl-002	0	0.0322	33.46	0.0892	0	0	0.0037	60.99	0.0022	5.71	0.3075	0	0	100.5948
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-001B	2019-MT-001B-círculo A-sl-001	0	0	32.84	0.2114	0	0	0	60.45	0.0385	5.73	0.2973	0.0064	0	99.5736
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-001B	2019-MT-001B-círculo A-sl-002	0	0	33.08	0.0561	0	0	0	60.81	0.0037	5.87	0.2997	0.0234	0	100.1429
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-001B	2019-MT-001B-círculo E-sl-001	0	0.0888	33.29	0	0	0	0	61.17	0	5.8	0.2838	0.0123	0	100.6449
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-001B	2019-MT-001B-círculo E-sl-002	0	0.0566	33.35	0.1164	0	0.0073	0	61.28	0	5.78	0.3193	0	0	100.9096
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-001B	2019-MT-001B-círculo B-sl-001	0	0	33.03	0.1313	0	0	0	60.83	0	5.72	0.2952	0	0.0088	100.0153
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-001B	2019-MT-001B-círculo B-sl-002	0	0.0034	33.06	0.0127	0	0	0	61.1	0	5.66	0.2678	0	0	100.1039
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-002	2019-MT-002-círculo D-sl-001	0.0369	0.0155	32.45	0.0197	0	0	0	63.86	0.0049	2.08	0.4231	0	0	98.8901
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-002	2019-MT-002-círculo D-sl-002	0.0134	0.1463	32.73	0.0657	0	0.005	0	63.67	0.0347	2.04	0.4546	0	0.0252	99.1849
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-002	2019-MT-002-círculo A-sl-001	0	0	32.74	0.0866	0	0	0	63.82	0.0153	2.06	0.4389	0.0212	0	99.182
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-002	2019-MT-002-círculo A-sl-002	0	0	32.43	0.0419	0	0.005	0	64.27	0.0134	2.04	0.4154	0	0	99.2157
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-002	2019-MT-002-círculo C-sl-001	0.0823	0	32.63	0.0882	0	0	0	63.81	0.0437	1.96	0.4232	0.001	0	99.0384
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-002	2019-MT-002-círculo C-sl-002	0.0048	0	32.44	0.171	0	0	0	63.74	0.0116	2.03	0.4304	0	0	98.8278
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-002	2019-MT-002-círculo B-sl-002	0.1363	0.0089	32.56	0.2096	0	0	0	63.73	0.047	1.98	0.4222	0	0	99.094
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-002	2019-MT-002-círculo B-sl-001	0	0.0531	32.84	0.1917	0	0.0117	0	63.67	0.0134	2.03	0.4671	0	0	99.277
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-003A	2019-MT-003A-círculo C-sl-001	0	0	33.26	0	0	0	0	65.92	0.0168	1.37	0.5046	0	0	101.0714
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-003A	2019-MT-003A-círculo C-sl-002	0	0	33.03	0.0563	0	0.0184	0	65.89	0.0354	1.38	0.4908	0	0	100.9009
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-003A	2019-MT-003A-círculo A-sl-001	0.0129	0.0168	32.76	0	0	0	0	65.6	0.1865	1.91	0.4543	0.0297	0	100.9702
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-003A	2019-MT-003A-círculo A-sl-002	0	0.0095	33.43	0.2237	0	0.0121	0	66.33	0.0041	1.41	0.4863	0.0015	0	101.9072
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-003A	2019-MT-003A-círculo A-sl-003	0.032	0.0894	32.84	0	0	0	0	65.78	0	1.4	0.5041	0.0247	0	100.6702
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-003A	2019-MT-003A-círculo B-sl-001	0.0414	0.0265	33.12	0.2627	0	0.0033	0	66.07	0.0048	1.36	0.5236	0	0	101.4123
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-003A	2019-MT-003A-círculo B-sl-002	0.0262	0.0586	33.34	0	0	0	0	65.98	0	1.33	0.5062	0	0	101.241
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-003A	2019-MT-003A-círculo D-sl-001	0.0086	0	33.26	0.0672	0	0.0157	0	66.24	0	1.37	0.4416	0.0118	0	101.4149
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-003A	2019-MT-003A-círculo D-sl-002	0	0	33.18	0.0221	0	0	0	66.08	0	1.38	0.5194	0.0091	0	101.1906
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-005	2019-MT-005-círculo C-sl-001	0.0013	0	33.1	0.1194	0	0.0128	0	62.83	0.0445	3.14	0.4348	0.0343	0	99.7171
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-005	2019-MT-005-círculo C-sl-002	0.06	0.0572	33.14	0.2662	0	0	0	62.73	0.0314	3.12	0.3933	0.0212	0	99.8193
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-005	2019-MT-005-círculo A-sl-001	0	0	33.4	0.201	0	0	0	62.59	0.0243	3.66	0.408	0	0	100.2833

Yacimiento	Sector	Cuerpo	Sección	Muestra	Análisis	Sb	In	S	Pb	As	Ga	Ge	Zn	Cu	Fe	Cd	Ag	Sn	Total
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-005	2019-MT-005-circulo A-sl-002	0	0.0449	34.17	0.2664	0	0	0	62.69	0.0011	3.54	0.3615	0	0	101.0739
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-005	2019-MT-005-circulo B-sl-001	0	0.0174	33.57	0.2064	0	0.0527	0	62.49	0	3.23	0.4404	0	0	100.0069
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-005	2019-MT-005-circulo B-sl-002	0	0.0227	33.61	0.0411	0	0	0	62.49	0.0228	2.72	0.3918	0.0148	0	99.3132
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-006A	2019-MT-006A-circulo C-sl-001	0	0	32.87	0.0322	0	0	0	63.9	0.0056	2.93	0.3807	0.0008	0.011	100.1303
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-006A	2019-MT-006A-circulo C-sl-002	0.0988	0.0139	33.28	0.0339	0	0	0	64.07	0.0086	3.01	0.3841	0.0223	0.005	100.9266
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-006A	2019-MT-006A-circulo A-sl-001	0.0251	0	32.85	0	0	0	0	63.62	0.0071	2.95	0.3011	0.0104	0	99.7637
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-006A	2019-MT-006A-circulo A-sl-002	0	0	32.73	0.1938	0	0	0	63.34	0	3.09	0.3455	0	0	99.6993
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-006A	2019-MT-006A-circulo D-sl-001	0.0478	0	32.64	0.0159	0	0	0	64.35	0	2.86	0.3646	0	0	100.2783
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-006A	2019-MT-006A-circulo D-sl-002	0.0054	0	32.8	0.151	0	0	0	63.96	0.0344	2.92	0.3355	0	0	100.2063
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-006A	2019-MT-006A-circulo B-sl-001	0	0.0067	32.94	0.1024	0	0.0035	0	63.97	0.0247	3.15	0.3715	0	0.002	100.5708
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-006A	2019-MT-006A-circulo B-sl-002	0	0.0712	33.02	0	0	0.0149	0.0152	63.95	0.0236	3.14	0.3839	0.0041	0	100.6229
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-006A	2019-MT-006A-circulo E-sl-001	0.0226	0.0886	32.63	0.1884	0	0.0136	0	63.98	0.0112	3.08	0.3406	0.031	0	100.386
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-006A	2019-MT-006A-circulo E-sl-002	0	0.0389	32.65	0.0907	0	0.0022	0	63.58	0	3.03	0.3676	0	0	99.7594
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-007	2019-MT-007-circulo B-sl-001	0.0375	0.0499	33.04	0	0	0	0	62.33	0	4.21	0.2805	0.0181	0	99.966
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-007	2019-MT-007-circulo B-sl-002	0	0.0893	33.29	0.1318	0.006	0	0	62.38	0.003	4.36	0.2818	0	0	100.5419
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-007	2019-MT-007-circulo B-sl-003	0	0.0281	33.29	0	0	0	0	62.65	0	4.12	0.2361	0.0153	0	100.3395
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-007	2019-MT-007-circulo B-sl-004	0.1211	0.0631	33.03	0.0245	0	0	0	62.4	0.0318	4.29	0.2909	0.0248	0.0067	100.2829
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-007	2019-MT-007-circulo D-sl-001	0.0127	0	32.98	0.2048	0	0	0	61.6	0.0172	4.24	0.2983	0	0	99.353
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-007	2019-MT-007-circulo D-sl-002	0	0.1475	33.08	0	0	0	0	62.07	0.0056	4.61	0.2577	0.0322	0	100.203
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-007	2019-MT-007-circulo E-sl-001	0	0	33.34	0.2446	0	0.0019	0	62.33	0	4.37	0.2986	0.0017	0	100.5868
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-007	2019-MT-007-circulo E-sl-002	0.0111	0	33.04	0	0	0	0	62.44	0.0112	4.34	0.2886	0.0143	0.0059	100.1511
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-008	2019-MT-008-circulo A-sl-001	0.0211	0	32.78	0.0109	0	0.0023	0	61.69	0.0127	4.65	0.2708	0	0	99.4378
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-008	2019-MT-008-circulo A-sl-002	0.0219	0.022	32.98	0.2013	0	0	0	61.61	0.0236	4.53	0.2875	0.0014	0.007	99.6847
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-008	2019-MT-008-circulo B-sl-001	0.0512	0.1332	32.48	0	0	0	0	61.21	0	4.65	0.2677	0.0433	0	98.8354
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-008	2019-MT-008-circulo B-sl-002	0.0059	0	32.7	0.0255	0	0	0	61.78	0.015	4.61	0.2317	0	0	99.3681
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-008	2019-MT-008-circulo C-sl-001	0	0.0665	32.66	0.1006	0	0	0	61.32	0.0284	4.75	0.1956	0	0.0255	99.1466
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-008	2019-MT-008-circulo C-sl-002	0	0	32.85	0	0	0	0	61.77	0.0413	4.69	0.2626	0	0	99.6139
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-008	2019-MT-008-circulo D-sl-001	0.0474	0.0317	32.5	0	0	0	0	61.95	0	4.57	0.3081	0	0	99.4072
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-008	2019-MT-008-circulo D-sl-002	0	0.0637	32.95	0.0353	0	0	0	61.68	0.0199	4.63	0.2485	0.0069	0.0028	99.6371
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-011A	2019-MT-011A-circulo C-sl-001	0.0115	0.0116	32.18	0.3595	0	0	0	58.43	0.0413	7.71	0.3593	0	0	99.1032
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-011A	2019-MT-011A-circulo C-sl-002	0.0287	0	32.63	0.0685	0	0	0	58.82	0.0828	7.47	0.386	0	0	99.486
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-011A	2019-MT-011A-circulo D-sl-001	0	0.0652	32.34	0	0	0.0051	0	58.77	0.1219	7.54	0.2987	0	0	99.1409
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-011A	2019-MT-011A-circulo D-sl-002	0	0.0619	32.78	0	0	0.0131	0	58.36	0.1364	7.7	0.2992	0	0	99.3506
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-011A	2019-MT-011A-circulo B-sl-001	0.0168	0.0517	32.72	0	0	0	0	58.11	0	8.35	0.2838	0.0014	0.0005	99.5342
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-011A	2019-MT-011A-circulo B-sl-002	0.0226	0.1242	32.65	0.1691	0	0	0	58.29	0.0633	8.37	0.3151	0.0007	0	100.005
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015A	2019-MT-015A-circulo C-sl-001	0.0724	0	33.91	0.2443	0	0.0134	0	60.16	0.0332	6.12	0.3104	0.0125	0.0139	100.8901
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015A	2019-MT-015A-circulo C-sl-002	0	0	33.92	0	0	0	0	60.15	0.0335	5.82	0.3313	0.0125	0	100.2673
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015A	2019-MT-015A-circulo E-sl-001	0	0.0033	33.74	0.1164	0	0	0	61.1	0.005	5.48	0.4429	0.0112	0	100.8988
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015A	2019-MT-015A-circulo E-sl-002	0.053	0.0078	33.78	0.1187	0	0	0	61.34	0.0284	5.29	0.308	0	0	100.9259
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015A	2019-MT-015A-circulo B-sl-001	0	0	33.77	0	0.0251	0.0223	0	61.38	0.0328	5.57	0.3554	0	0	101.1556

Yacimiento	Sector	Cuerpo	Sección	Muestra	Análisis	Sb	In	S	Pb	As	Ga	Ge	Zn	Cu	Fe	Cd	Ag	Sn	Total
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015A	2019-MT-015A-circulo B-sl-002	0	0	33.98	0.0641	0	0.0049	0	61.24	0.0303	5.66	0.3718	0.0307	0	101.3818
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015A	2019-MT-015A-circulo D-sl-001	0	0	33.84	0.1107	0	0	0	61.18	0.0392	5.31	0.3417	0.0257	0	100.8473
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015A	2019-MT-015A-circulo D-sl-002	0	0.1475	33.69	0.167	0.0394	0	0	61.39	0.0573	5.34	0.3646	0.0087	0	101.2045
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015A	2019-MT-015A-circulo A-sl-001	0.0149	0	33.78	0.1196	0	0	0	60.53	0.0166	6.01	0.3954	0	0	100.8665
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015A	2019-MT-015A-circulo A-sl-002	0	0	33.84	0.2288	0	0	0	60.25	0.0151	6.23	0.3601	0	0	100.924
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015B	2019-MT-015B-circulo D-sl-001	0.0133	0.0449	32.86	0.1572	0	0	0	58.72	1.96	5.28	0.4172	0.0242	0	99.4768
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015B	2019-MT-015B-circulo D-sl-002	0.0412	0.1613	33.05	0.0241	0	0	0	60.41	0.5762	5.55	0.3115	0	0	100.1243
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015B	2019-MT-015B-circulo A-sl-001	0.0177	0.0084	33.19	0.2151	0	0	0	59.74	0.017	6.47	0.3575	0.0028	0	100.0185
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015B	2019-MT-015B-circulo A-sl-002	0	0.0709	32.97	0.1046	0	0	0	59.74	0.0295	6.33	0.3576	0	0	99.6026
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015B	2019-MT-015B-circulo B-sl-001	0.0373	0.0632	32.94	0.1117	0	0.0125	0	57.94	1.96	6.36	0.3744	0.0372	0	99.8363
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015B	2019-MT-015B-circulo B-sl-002	0.0873	0.0126	32.92	0.0613	0	0.0157	0	58.87	0.2561	6.71	0.3723	0	0.0011	99.3064
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015B	2019-MT-015B-circulo C-sl-001	0.0777	0.085	32.86	0.3086	0	0	0	59.19	0.0418	6.6	0.3196	0.0151	0	99.4978
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015B	2019-MT-015B-circulo C-sl-002	0.0444	0.0896	33	0.0586	0	0	0	59.36	0.0487	6.63	0.2743	0	0	99.5056
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015B	2019-MT-015B-circulo E-sl-001	0.0309	0.0682	33.12	0.1158	0	0	0	58.21	1.85	6.14	0.3722	0	0.0098	99.9169
María Teresa	Calera	Sofía D	-540	2019-MT-022A	2019-MT-022A-circulo C-sl-001	0.0238	0	33.13	0.2456	0	0	0	61.59	0.0212	5.2	0.5277	0	0.0195	100.7578
María Teresa	Calera	Sofía D	-540	2019-MT-022A	2019-MT-022A-circulo C-sl-002	0	0.0392	33.3	0.0317	0	0	0	61.53	0	5.16	0.5048	0.0011	0	100.5668
María Teresa	Calera	Sofía D	-540	2019-MT-022A	2019-MT-022A-circulo A-sl-001	0.1092	0	33.35	0.1367	0	0	0	60.8	0	5.31	0.5508	0	0	100.2567
María Teresa	Calera	Sofía D	-540	2019-MT-022A	2019-MT-022A-circulo A-sl-002	0.0582	0.1056	33.3	0.0258	0	0	0	61.68	0.0216	5.24	0.516	0.0028	0	100.95
María Teresa	Calera	Sofía D	-540	2019-MT-022A	2019-MT-022A-circulo B-sl-001	0	0.0673	33.28	0.1547	0	0.0009	0	61.42	0.0072	5.17	0.5073	0	0	100.6074
María Teresa	Calera	Sofía D	-540	2019-MT-022A	2019-MT-022A-circulo B-sl-002	0.0707	0.0724	33.55	0.0299	0	0	0	61.19	0.0331	5.16	0.5101	0.0077	0	100.6239
María Teresa	Calera	Sofía D	-540	2019-MT-022A	2019-MT-022A-circulo D-sl-001	0	0	33.19	0	0	0	0	61.28	0.0054	5.26	0.4718	0.0057	0	100.2129
María Teresa	Calera	Sofía D	-540	2019-MT-022B	2019-MT-022B-circulo B-sl-001	0	0	33.16	0.0689	0	0	0	61.73	0.0212	5.16	0.4558	0.0143	0	100.6102
María Teresa	Calera	Sofía D	-540	2019-MT-022B	2019-MT-022B-circulo A-sl-001	0	0.0609	33.09	0.1713	0	0	0	61.49	0.018	5.08	0.4785	0	0.0049	100.3936
María Teresa	Calera	Sofía D	-540	2019-MT-022B	2019-MT-022B-circulo C-sl-001	0.0627	0.0059	32.96	0.175	0	0.0469	0	61.55	0	5.15	0.4779	0.0074	0	100.4358
María Teresa	Calera	Sofía D	-540	2019-MT-022B	2019-MT-022B-circulo D-sl-001	0.0348	0	33.44	0.0612	0	0	0	61.4	0.0126	5.12	0.5815	0	0	100.6501
María Teresa	Calera	Sofía D	-540	2019-MT-022B	2019-MT-022B-circulo D-sl-002	0	0.0302	33.21	0	0	0	0	61.97	0	4.66	0.5758	0	0	100.446
María Teresa	Bubulina	Bubulina	1180	2019-MT-026A	2019-MT-026A-circulo A-sl-001	0.1369	0.0233	33.03	0.0789	0	0	0	64.85	0.0362	1.96	0.291	0.0472	0.0007	100.4542
María Teresa	Bubulina	Bubulina	1180	2019-MT-026A	2019-MT-026A-circulo A-sl-002	0.0075	0.0029	33.06	0.2406	0	0	0	64.28	0.0093	2.54	0.2592	0	0	100.3995
María Teresa	Bubulina	Bubulina	1180	2019-MT-026A	2019-MT-026A-circulo C-sl-001	0	0.0723	33.03	0.175	0	0	0	64.43	0	2.41	0.2182	0.008	0	100.3435
María Teresa	Bubulina	Bubulina	1180	2019-MT-026A	2019-MT-026A-circulo C-sl-002	0	0	33.71	0	0	0.0388	0	64.39	0.0197	2.4	0.2435	0	0.0131	100.8151
María Teresa	Bubulina	Bubulina	1180	2019-MT-026A	2019-MT-026A-circulo E-sl	0.0728	0.0492	33.49	0	0	0	0	64.85	0.0315	2.06	0.28	0	0	100.8335
María Teresa	Bubulina	Bubulina	1180	2019-MT-026B	2019-MT-026B-circulo A-sl	0.0398	0	32.42	0	0	0	0	63.1	0	2.39	0.3169	0.0265	0	98.2932
María Teresa	Bubulina	Bubulina	1180	2019-MT-026B	2019-MT-026B-circulo D-sl	0	0.0477	32.19	0.1094	0	0	0	63.03	0.0158	2.35	0.3039	0	0	98.0468
María Teresa	Bubulina	Bubulina	1180	2019-MT-026B	2019-MT-026B-circulo B-sl	0.0022	0	31.9	0.1512	0	0	0	63.36	0.0151	2	0.2872	0.0052	0	97.7209
Palma	Palma	Palma		MPP900(3408)	MPP900(3408)-circulo A-sl-001	0.0106	0.036	33.41	0.1559	0	0.0169	0	55.74	0.0079	8.85	0.2075	0.001	0	98.4358
Palma	Palma	Palma		MPP900(3408)	MPP900(3408)-circulo B-sl-001	0	0	32.86	0.1849	0	0	0	55.13	0	8.54	0.2302	0	0	96.9451
Palma	Palma	Palma		MPP900(3408)	MPP900(3408)-circulo C-sl-002	0.0295	0	33.09	0.0911	0	0	0	55.74	0.0191	8.87	0.3071	0	0	98.1468
Palma	Palma	Palma		MPP901	MPP901-circulo A-sl-001	0	0.0149	32.87	0.0687	0	0	0	57.56	0.0116	8.05	0.2826	0	0	98.8578
Palma	Palma	Palma		MPP901	MPP901-circulo A-sl-002	0.0534	0.0013	33.29	0.0247	0	0	0	56.74	0.0284	8.61	0.2384	0	0	98.9862
Palma	Palma	Palma		MPP901	MPP901-circulo B-sl-001	0.0348	0.0621	33.17	0.0822	0	0	0	56.98	0	8.45	0.2484	0.0064	0.014	99.0479

Yacimiento	Sector	Cuerpo	Sección	Muestra	Análisis	Sb	In	S	Pb	As	Ga	Ge	Zn	Cu	Fe	Cd	Ag	Sn	Total
Palma	Palma	Palma		MPP901	MPP901-círculo B-sl-002	0	0.1159	32.72	0.1536	0	0.0159	0	57.45	0	7.89	0.2381	0.0066	0	98.5901
Palma	Palma	Palma		MPP901	MPP901-círculo C-sl-001	0.0069	0.0054	33.01	0.1974	0	0	0	57.71	0.0131	7.97	0.2104	0.008	0	99.1312
Palma	Palma	Palma		MPP901	MPP901-círculo C-sl-002	0.0111	0.0704	32.79	0.104	0	0	0	58.54	0.0179	7.46	0.2625	0	0	99.2559
Palma	Palma	Palma		MPP901	MPP901-círculo D-sl-001	0.0074	0	32.88	0	0	0	0	57.59	0.0396	8.26	0.2822	0.0285	0	99.0877
Palma	Palma	Palma		MPP901	MPP901-círculo D-sl-002	0.0508	0.048	33.45	0.111	0	0	0	57.47	0.0445	8.47	0.2799	0	0.0212	99.9454
Palma	Palma	Palma		MPP902A	MPP902A-círculo A-sl-001	0.039	0.0982	32	0.1053	0	0.0086	0	61.65	0.0115	4.25	0.2655	0	0	98.4281
Palma	Palma	Palma		MPP902A	MPP902A-círculo A-sl-002	0.0446	0.1903	31.56	0.2744	0	0.0083	0	61.21	0	4.16	0.2326	0	0.0099	97.6901
Palma	Palma	Palma		MPP902A	MPP902A-círculo B-sl-001	0.1322	0.0855	31.63	0.2645	0	0	0	61.73	0	4.28	0.2546	0.0074	0	98.3842
Palma	Palma	Palma		MPP902A	MPP902A-círculo B-sl-002	0	0.0879	31.78	0	0	0	0	61.43	0.0375	4.22	0.2721	0.0351	0	97.8626
Palma	Palma	Palma		MPP902A	MPP902A-círculo C-sl-001	0	0	31.81	0.1589	0.0071	0.0089	0	61.9	0.0074	4.25	0.2823	0	0	98.4246
Palma	Palma	Palma		MPP902A	MPP902A-círculo C-sl-002	0	0	32.06	0.2176	0	0	0	61.51	0	4.35	0.2316	0.0157	0	98.3849
Palma	Palma	Palma		MPP902A	MPP902A-círculo D-sl-001	0	0.0227	31.63	0.1406	0	0	0	61.34	0.0071	4.28	0.1883	0	0	97.6087
Palma	Palma	Palma		MPP902A	MPP902A-círculo D-sl-002	0	0	31.79	0.1362	0	0	0	61.72	0.0234	4.29	0.1795	0.0014	0	98.1405
Palma	Palma	Palma		MPP902A	MPP902A-círculo E-sl-001	0.02	0	31.97	0.0313	0	0.0489	0	61.77	0.0234	4.34	0.2127	0.0083	0	98.4246
Palma	Palma	Palma		MPP902A	MPP902A-círculo E-sl-002	0	0	32.21	0	0	0.0106	0	61.67	0.0271	4.3	0.2441	0	0.0303	98.4921
Palma	Palma	Palma		MPP902B	MPP902B-círculo A-sl-001	0.0559	0	32	0.2036	0	0	0	61.92	0.0093	4.35	0.2161	0.0529	0	98.8078
Palma	Palma	Palma		MPP902B	MPP902B-círculo A-sl-002	0.0471	0	32.46	0.208	0	0.0052	0	62.12	0	4.37	0.1686	0	0	99.3789
Palma	Palma	Palma		MPP902B	MPP902B-círculo B-sl-001	0.2025	0	32.41	0.2328	0	0	0	62.05	0	4.4	0.2304	0	0	99.5257
Palma	Palma	Palma		MPP902B	MPP902B-círculo B-sl-002	0.0833	0	32.48	0.1321	0	0.0205	0	62.09	0.0019	4.4	0.2044	0	0	99.4122
Palma	Palma	Palma		MPP902B	MPP902B-círculo C-sl-001	0	0.012	32.27	0.0865	0	0.0054	0	62.02	0	4.44	0.2205	0.0472	0	99.1016
Palma	Palma	Palma		MPP902B	MPP902B-círculo C-sl-002	0.0049	0	32.33	0.0706	0	0	0	62.12	0.0052	4.49	0.1955	0	0.0247	99.2409
Palma	Palma	Palma		MPP902B	MPP902B-círculo D-sl-001	0	0	31.83	0.0246	0	0.0092	0	62.44	0	4.34	0.2226	0	0	98.8664
Palma	Palma	Palma		MPP902B	MPP902B-círculo E-sl-001	0	0.0006	32.44	0	0	0	0	62.51	0	4.36	0.2161	0.0027	0.0061	99.5355
Palma	Palma	Palma		MPP902B	MPP902B-círculo E-sl-002	0	0	32.51	0.1736	0	0	0	62.02	0.0334	4.41	0.2767	0	0.0154	99.4391
Palma	Sta Lidia Project	Sta Lidia Project		MPP903	MPP903-círculo A-sl-001	0.0182	0.0504	33.35	0.0254	0	0	0	54.94	0.0244	9.99	0.348	0	0	98.7464
Palma	Sta Lidia Project	Sta Lidia Project		MPP903	MPP903-círculo A-sl-002	0	0	33.45	0.1283	0	0.0002	0	54.33	0.0195	10.37	0.3645	0	0	98.6625
Palma	Sta Lidia Project	Sta Lidia Project		MPP903	MPP903-círculo B-sl-001	0	0	32.93	0	0	0.0009	0	52.83	0	9.31	0.3053	0.0107	0	95.3869
Palma	Sta Lidia Project	Sta Lidia Project		MPP903	MPP903-círculo C-sl-001	0.0236	0.0831	33.29	0.0271	0	0	0	55.53	0	9.67	0.3405	0	0.0025	98.9668
Palma	Sta Lidia Project	Sta Lidia Project		MPP903	MPP903-círculo C-sl-002	0.0257	0.0151	33.44	0.1298	0	0	0	55.12	0.0131	9.68	0.3158	0	0	98.7395
Palma	Sta Lidia Project	Sta Lidia Project		MPP903	MPP903-círculo D-sl-001	0	0.046	33.62	0.0942	0	0	0	55.49	0	9.86	0.258	0	0	99.3682
Palma	Sta Lidia Project	Sta Lidia Project		MPP903	MPP903-círculo D-sl-002	0	0.0172	33.16	0.2222	0	0	0	55.14	0	9.87	0.2741	0.0415	0	98.725
Palma	Sta Lidia Project	Sta Lidia Project		MPP903	MPP903-círculo E-sl-001	0.0181	0.03	33.34	0.021	0	0	0	55.25	0.0007	9.89	0.3209	0.0014	0	98.8721
Palma	Sta Lidia Project	Sta Lidia Project		MPP903	MPP903-círculo E-sl-002	0.0485	0	33.46	0.1006	0	0	0	54.93	0	9.87	0.3212	0.0326	0	98.7629
Perubar	Graciela	Graciela		MPP017	MPP017-círculo A-sl-001	0	0	33.05	0.0988	0	0.0086	0	57.29	0.0127	8.78	0.17	0.0368	0	99.4469
Perubar	Graciela	Graciela		MPP017	MPP017-círculo B-sl-001	0.0486	0	33.41	0.0086	0	0	0	57.36	0.0023	8.6	0.1129	0	0	99.5424
Perubar	Graciela	Graciela		MPP017	MPP017-círculo B-sl-002	0	0.0603	33.13	0.162	0	0.066	0	57.65	0	8.61	0.1292	0	0	99.8075
Perubar	Graciela	Graciela		MPP017	MPP017-círculo C-sl-001	0	0	33.6	0.0458	0	0.0301	0	57.76	0	8.55	0.1079	0	0	100.0938
Perubar	Graciela	Graciela		MPP017	MPP017-círculo D-sl-001	0.0545	0.078	33.12	0.144	0.0202	0	0	57.07	0.0258	8.72	0.1383	0.0077	0	99.3785
Perubar	Juanita	Juanita		MPP317A	MPP317A-círculo A-sl-001	0	0	32.36	0.069	0	0.0305	0	56.7	0	9.54	0.1046	0.0172	0	98.8213
Perubar	Juanita	Juanita		MPP317A	MPP317A-círculo A-sl-002	0.0452	0.0065	32.49	0.1049	0	0	0	55.97	0	9.92	0.0574	0	0.0016	98.5956

Yacimiento	Sector	Cuerpo	Sección	Muestra	Análisis	Sb	In	S	Pb	As	Ga	Ge	Zn	Cu	Fe	Cd	Ag	Sn	Total
Perubar	Juanita	Juanita		MPP317A	MPP317A-circulo B-sl-001	0.0076	0	32.41	0.1056	0	0.023	0	55.77	0	10.05	0.1474	0	0	98.5136
Perubar	Juanita	Juanita		MPP317A	MPP317A-circulo C-sl-001	0	0.1317	32.47	0.1195	0	0	0	56.16	0.0138	9.58	0.127	0.0197	0	98.6217
Perubar	Juanita	Juanita		MPP317A	MPP317A-circulo C-sl-002	0.112	0	32.04	0.1395	0	0.0165	0	56.53	0	9.17	0.1365	0.019	0	98.1635
Perubar	Juanita	Juanita		MPP317A	MPP317A-circulo D-sl-001	0	0.0803	32.04	0.1803	0	0	0	55.66	0.0135	9.71	0.1204	0	0.0124	97.8169
Perubar	Juanita	Juanita		MPP317A	MPP317A-circulo D-sl-002	0.039	0	31.88	0.1387	0	0.0234	0	55.79	0.0272	9.86	0.0755	0.0103	0	97.8441
Perubar	Rímac-D	Rímac-D		MPP-318A	MPP-318A-circulo C-sl-001	0.0704	0.0098	33.35	0.0811	0	0	0	55.11	0	9.84	0.113	0.0119	0.0293	98.6155
Perubar	Rímac-D	Rímac-D		MPP-318A	MPP-318A-circulo C-sl-002	0.1297	0	33.84	0	0	0	0	55.05	0.0061	9.72	0.1074	0	0	98.8532
Perubar	Rímac-D	Rímac-D		MPP-318A	MPP-318A-circulo A-sl-001	0.0223	0	33.89	0.027	0	0	0	55.39	0.0244	9.7	0.121	0.0021	0	99.1768
Perubar	Rímac-D	Rímac-D		MPP-318A	MPP-318A-circulo D-sl-001	0	0	33.34	0.0667	0	0	0	55.03	0.0291	9.73	0.0635	0	0	98.2593
Perubar	Rímac-D	Rímac-D		MPP-318A	MPP-318A-circulo D-sl-002	0.0051	0	33.9	0.0013	0	0.0188	0	55.24	0.0267	9.67	0.0549	0	0	98.9168
Perubar	Rímac-D	Rímac-D		MPP-318A	MPP-318A-circulo E-sl-001	0.064	0	33.79	0.1614	0	0	0	55.15	0.0173	9.83	0.106	0	0	99.1187
Perubar	Rímac-D	Rímac-D		MPP-318A	MPP-318A-circulo E-sl-002	0.017	0	33.72	0.1379	0	0	0	54.73	0	10.07	0.0946	0	0.0205	98.79
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-517	MPP-517-circulo A-sl-001	0.0759	0	32.86	0.0056	0	0	0	61.77	0	4.56	0.2726	0.0004	0	99.5445
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-517	MPP-517-circulo A-sl-002	0.0398	0	33.02	0.2987	0	0	0	61.26	0.028	4.72	0.2736	0.0109	0	99.651
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-517	MPP-517-circulo D-sl-001	0.0094	0	32.74	0.2154	0	0.0031	0	63.24	0.0075	3.1	0.2816	0.0227	0	99.6197
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-517	MPP-517-circulo B-sl-001	0	0	33.14	0.2068	0	0	0	61.4	0.033	4.79	0.2654	0	0	99.8352
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-517	MPP-517-circulo B-sl-002	0	0.044	32.58	0.1279	0	0	0	61.59	0.0208	4.71	0.2693	0.0102	0.0021	99.3543
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-517	MPP-517-circulo C-sl-001	0.1129	0	33.11	0	0	0	0	61.63	0.0126	5.11	0.2827	0.0172	0	100.2754
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-517	MPP-517-circulo C-sl-002	0.0831	0.0563	32.78	0	0	0.0459	0	61.7	0.0319	5.02	0.291	0.013	0	100.0212
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-535	MPP-535-circulo C-sl-001	0	0	33.07	0.0524	0	0.0098	0	60	0	5.98	0.3717	0.0359	0	99.5198
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-535	MPP-535-circulo C-sl-002	0	0.0574	32.93	0	0	0	0	60.38	0.0284	5.95	0.349	0.0309	0	99.7257
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-535	MPP-535-circulo A-sl-001	0.0684	0	32.96	0.1508	0	0.03	0	59.98	0.0144	5.92	0.3215	0.0174	0	99.4625
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-535	MPP-535-circulo A-sl-002	0.085	0	32.95	0.1706	0	0.0116	0	60.38	0.0213	5.9	0.3357	0.0064	0	99.8606
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-535	MPP-535-circulo D-sl-001	0	0	32.99	0.1385	0	0	0	60.1	0.0119	5.92	0.3082	0.0111	0	99.4797
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-535	MPP-535-circulo D-sl-002	0	0.015	32.98	0.0994	0	0	0	59.87	0	5.97	0.3008	0	0	99.2352
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-535	MPP-535-circulo B-sl-001	0.0288	0	32.69	0.189	0	0.0085	0	59.91	0.0018	5.93	0.3162	0	0	99.0743
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-535	MPP-535-circulo B-sl-002	0	0	32.65	0.0392	0	0	0	60.09	0.041	5.75	0.3542	0	0	98.9244

ESFALERITA - APFU

Yacimiento	Sector	Cuerpo	Sección	Muestra	Análisis	Sb	In	S	Pb	As	Ga	Ge	Zn	Cu	Fe	Cd	Ag	Sn
María Teresa	Calera	Sofía D	-340	2019-MT-018	2019-MT-018-circulo A-ef-001	0.0010	0.0000	1.0000	0.0012	0.0000	0.0000	0.0000	0.9422	0.0000	0.0413	0.0037	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-340	2019-MT-018	2019-MT-018-circulo A-ef-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9223	0.0000	0.0607	0.0035	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-340	2019-MT-018	2019-MT-018-circulo C-ef-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9386	0.0000	0.0517	0.0032	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-340	2019-MT-018	2019-MT-018-circulo C-ef-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9283	0.0000	0.0638	0.0029	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-340	2019-MT-018	2019-MT-018-circulo B-ef-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9267	0.0000	0.0614	0.0036	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-340	2019-MT-019	2019-MT-019-circulo A-ef-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8668	0.0000	0.0983	0.0024	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-340	2019-MT-019	2019-MT-019-circulo A-ef-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8605	0.0000	0.0978	0.0019	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-340	2019-MT-019	2019-MT-019-circulo B-ef-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8602	0.0000	0.0960	0.0022	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-340	2019-MT-019	2019-MT-019-circulo B-ef-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8661	0.0000	0.0983	0.0020	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-340	2019-MT-019	2019-MT-019-circulo C-ef-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8608	0.0000	0.0991	0.0022	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-340	2019-MT-019	2019-MT-019-circulo C-ef-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000	0.8709	0.0000	0.0970	0.0026	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-500	2019-MT-020	2019-MT-020-circulo A-ef-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9401	0.0000	0.0380	0.0052	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-500	2019-MT-020	2019-MT-020-circulo A-ef-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9450	0.0000	0.0365	0.0052	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-500	2019-MT-020	2019-MT-020-circulo B-ef-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9588	0.0000	0.0398	0.0051	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-500	2019-MT-020	2019-MT-020-circulo C-ef-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0012	0.0000	0.0000	0.0000	0.9501	0.0000	0.0354	0.0056	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-500	2019-MT-020	2019-MT-020-circulo C-ef-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9245	0.0000	0.0376	0.0058	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-004	MT-004-circulo A-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0016	0.0000	0.0000	0.0000	0.9685	0.0000	0.0222	0.0042	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-004	MT-004-circulo A-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0011	0.0000	0.0000	0.0000	0.9602	0.0009	0.0233	0.0039	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-004	MT-004-circulo B-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9607	0.0000	0.0242	0.0043	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-004	MT-004-circulo B-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9589	0.0000	0.0233	0.0042	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-004	MT-004-circulo B-sl-003	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9590	0.0014	0.0246	0.0038	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-004	MT-004-circulo C-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9621	0.0000	0.0247	0.0042	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-004	MT-004-circulo C-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9577	0.0000	0.0242	0.0043	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-006B	MT-006B-circulo A-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0012	0.0000	0.0000	0.0000	0.9652	0.0000	0.0317	0.0037	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-006B	MT-006B-circulo A-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0012	0.0000	0.0000	0.0000	0.9535	0.0000	0.0392	0.0029	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-006B	MT-006B-circulo B-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9526	0.0000	0.0441	0.0036	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-006B	MT-006B-circulo B-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9485	0.0000	0.0421	0.0029	0.0005	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-006B	MT-006B-circulo B-sl-003	0.0000	0.0000	1.0000	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.9370	0.0000	0.0538	0.0031	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-006B	MT-006B-circulo C-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9524	0.0000	0.0526	0.0032	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-006B	MT-006B-circulo C-sl-003	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9429	0.0000	0.0487	0.0036	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-011B	MT-011B-circulo C-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8472	0.0052	0.1383	0.0025	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-011B	MT-011B-circulo C-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8408	0.0000	0.1343	0.0026	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-011B	MT-011B-circulo A-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8341	0.0045	0.1349	0.0028	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-011B	MT-011B-circulo A-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8570	0.0000	0.1266	0.0026	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-012A	MT-012A-circulo B-sl	0.0000	0.0000	1.0000	0.0012	0.0000	0.0000	0.0000	0.9533	0.0000	0.0243	0.0027	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-012B	MT-012B-circulo B-sl	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9479	0.0009	0.0432	0.0041	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-012C	MT-012C-circulo A-ef	0.0000	0.0000	1.0000	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000	0.9420	0.0010	0.0483	0.0035	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-012C	MT-012C-circulo B-ef	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9530	0.0000	0.0510	0.0040	0.0000	0.0000

Yacimiento	Sector	Cuerpo	Sección	Muestra	Análisis	Sb	In	S	Pb	As	Ga	Ge	Zn	Cu	Fe	Cd	Ag	Sn
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015A	2019-MT-015A-circulo B-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8838	0.0000	0.0956	0.0031	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015A	2019-MT-015A-circulo D-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8865	0.0000	0.0901	0.0029	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015A	2019-MT-015A-circulo D-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8935	0.0000	0.0910	0.0031	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015A	2019-MT-015A-circulo A-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8787	0.0000	0.1021	0.0033	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015A	2019-MT-015A-circulo A-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.8731	0.0000	0.1057	0.0030	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015B	2019-MT-015B-circulo D-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8763	0.0301	0.0922	0.0036	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015B	2019-MT-015B-circulo D-sl-002	0.0000	0.0014	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8963	0.0088	0.0964	0.0027	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015B	2019-MT-015B-circulo A-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.8826	0.0000	0.1119	0.0031	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015B	2019-MT-015B-circulo A-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8885	0.0000	0.1102	0.0031	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015B	2019-MT-015B-circulo B-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8625	0.0300	0.1108	0.0032	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015B	2019-MT-015B-circulo B-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8769	0.0039	0.1170	0.0032	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015B	2019-MT-015B-circulo C-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0015	0.0000	0.0000	0.0000	0.8833	0.0000	0.1153	0.0028	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015B	2019-MT-015B-circulo C-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8821	0.0000	0.1153	0.0024	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015B	2019-MT-015B-circulo E-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8618	0.0282	0.1064	0.0032	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-540	2019-MT-022A	2019-MT-022A-circulo C-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0011	0.0000	0.0000	0.0000	0.9116	0.0000	0.0901	0.0045	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-540	2019-MT-022A	2019-MT-022A-circulo C-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9061	0.0000	0.0889	0.0043	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-540	2019-MT-022A	2019-MT-022A-circulo A-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8940	0.0000	0.0914	0.0047	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-540	2019-MT-022A	2019-MT-022A-circulo A-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9083	0.0000	0.0903	0.0044	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-540	2019-MT-022A	2019-MT-022A-circulo B-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9050	0.0000	0.0892	0.0043	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-540	2019-MT-022A	2019-MT-022A-circulo B-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8943	0.0000	0.0883	0.0043	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-540	2019-MT-022A	2019-MT-022A-circulo D-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9054	0.0000	0.0910	0.0041	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-540	2019-MT-022B	2019-MT-022B-circulo B-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9129	0.0000	0.0893	0.0039	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-540	2019-MT-022B	2019-MT-022B-circulo A-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9112	0.0000	0.0881	0.0041	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-540	2019-MT-022B	2019-MT-022B-circulo C-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9157	0.0000	0.0897	0.0041	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-540	2019-MT-022B	2019-MT-022B-circulo D-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9004	0.0000	0.0879	0.0050	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-540	2019-MT-022B	2019-MT-022B-circulo D-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9150	0.0000	0.0805	0.0049	0.0000	0.0000
María Teresa	Bubulina	Bubulina	1180	2019-MT-026A	2019-MT-026A-circulo A-sl-001	0.0011	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9628	0.0000	0.0341	0.0025	0.0000	0.0000
María Teresa	Bubulina	Bubulina	1180	2019-MT-026A	2019-MT-026A-circulo A-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0011	0.0000	0.0000	0.0000	0.9534	0.0000	0.0441	0.0022	0.0000	0.0000
María Teresa	Bubulina	Bubulina	1180	2019-MT-026A	2019-MT-026A-circulo C-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9565	0.0000	0.0419	0.0019	0.0000	0.0000
María Teresa	Bubulina	Bubulina	1180	2019-MT-026A	2019-MT-026A-circulo C-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9367	0.0000	0.0409	0.0021	0.0000	0.0000
María Teresa	Bubulina	Bubulina	1180	2019-MT-026A	2019-MT-026A-circulo E-sl	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9495	0.0000	0.0353	0.0024	0.0000	0.0000
María Teresa	Bubulina	Bubulina	1180	2019-MT-026B	2019-MT-026B-circulo A-sl	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9544	0.0000	0.0423	0.0028	0.0000	0.0000
María Teresa	Bubulina	Bubulina	1180	2019-MT-026B	2019-MT-026B-circulo D-sl	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9602	0.0000	0.0419	0.0027	0.0000	0.0000
María Teresa	Bubulina	Bubulina	1180	2019-MT-026B	2019-MT-026B-circulo B-sl	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9740	0.0000	0.0360	0.0026	0.0000	0.0000
Palma	Palma	Palma		MPP900(3408)	MPP900(3408)-circulo A-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8181	0.0000	0.1521	0.0018	0.0000	0.0000
Palma	Palma	Palma		MPP900(3408)	MPP900(3408)-circulo B-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000	0.8227	0.0000	0.1492	0.0020	0.0000	0.0000
Palma	Palma	Palma		MPP900(3408)	MPP900(3408)-circulo C-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8260	0.0000	0.1539	0.0026	0.0000	0.0000
Palma	Palma	Palma		MPP901	MPP901-circulo A-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8587	0.0000	0.1406	0.0025	0.0000	0.0000
Palma	Palma	Palma		MPP901	MPP901-circulo A-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8358	0.0000	0.1485	0.0020	0.0000	0.0000
Palma	Palma	Palma		MPP901	MPP901-circulo B-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8424	0.0000	0.1462	0.0021	0.0000	0.0000

Yacimiento	Sector	Cuerpo	Sección	Muestra	Análisis	Sb	In	S	Pb	As	Ga	Ge	Zn	Cu	Fe	Cd	Ag	Sn
Palma	Palma	Palma		MPP901	MPP901-circulo B-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8610	0.0000	0.1384	0.0021	0.0000	0.0000
Palma	Palma	Palma		MPP901	MPP901-circulo C-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000	0.8573	0.0000	0.1386	0.0018	0.0000	0.0000
Palma	Palma	Palma		MPP901	MPP901-circulo C-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8754	0.0000	0.1306	0.0023	0.0000	0.0000
Palma	Palma	Palma		MPP901	MPP901-circulo D-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8589	0.0000	0.1442	0.0024	0.0000	0.0000
Palma	Palma	Palma		MPP901	MPP901-circulo D-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8425	0.0000	0.1454	0.0024	0.0000	0.0000
Palma	Palma	Palma		MPP902A	MPP902A-circulo A-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9447	0.0000	0.0762	0.0024	0.0000	0.0000
Palma	Palma	Palma		MPP902A	MPP902A-circulo A-sl-002	0.0000	0.0017	1.0000	0.0013	0.0000	0.0000	0.0000	0.9511	0.0000	0.0757	0.0021	0.0000	0.0000
Palma	Palma	Palma		MPP902A	MPP902A-circulo B-sl-001	0.0011	0.0000	1.0000	0.0013	0.0000	0.0000	0.0000	0.9570	0.0000	0.0777	0.0023	0.0000	0.0000
Palma	Palma	Palma		MPP902A	MPP902A-circulo B-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9479	0.0000	0.0762	0.0024	0.0000	0.0000
Palma	Palma	Palma		MPP902A	MPP902A-circulo C-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9542	0.0000	0.0767	0.0025	0.0000	0.0000
Palma	Palma	Palma		MPP902A	MPP902A-circulo C-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0011	0.0000	0.0000	0.0000	0.9408	0.0000	0.0779	0.0021	0.0000	0.0000
Palma	Palma	Palma		MPP902A	MPP902A-circulo D-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9510	0.0000	0.0777	0.0017	0.0000	0.0000
Palma	Palma	Palma		MPP902A	MPP902A-circulo D-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9520	0.0000	0.0775	0.0016	0.0000	0.0000
Palma	Palma	Palma		MPP902A	MPP902A-circulo E-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9474	0.0000	0.0779	0.0019	0.0000	0.0000
Palma	Palma	Palma		MPP902A	MPP902A-circulo E-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9389	0.0000	0.0766	0.0022	0.0000	0.0000
Palma	Palma	Palma		MPP902B	MPP902B-circulo A-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.9489	0.0000	0.0780	0.0019	0.0005	0.0000
Palma	Palma	Palma		MPP902B	MPP902B-circulo A-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.9384	0.0000	0.0773	0.0015	0.0000	0.0000
Palma	Palma	Palma		MPP902B	MPP902B-circulo B-sl-001	0.0016	0.0000	1.0000	0.0011	0.0000	0.0000	0.0000	0.9388	0.0000	0.0779	0.0020	0.0000	0.0000
Palma	Palma	Palma		MPP902B	MPP902B-circulo B-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9374	0.0000	0.0778	0.0018	0.0000	0.0000
Palma	Palma	Palma		MPP902B	MPP902B-circulo C-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9424	0.0000	0.0790	0.0019	0.0000	0.0000
Palma	Palma	Palma		MPP902B	MPP902B-circulo C-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9422	0.0000	0.0797	0.0017	0.0000	0.0000
Palma	Palma	Palma		MPP902B	MPP902B-circulo D-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9619	0.0000	0.0783	0.0020	0.0000	0.0000
Palma	Palma	Palma		MPP902B	MPP902B-circulo E-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9449	0.0000	0.0772	0.0019	0.0000	0.0000
Palma	Palma	Palma		MPP902B	MPP902B-circulo E-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9355	0.0000	0.0779	0.0024	0.0000	0.0000
Palma	Sta Lidia Project	Sta Lidia Project		MPP903	MPP903-circulo A-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8078	0.0000	0.1720	0.0030	0.0000	0.0000
Palma	Sta Lidia Project	Sta Lidia Project		MPP903	MPP903-circulo A-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.7965	0.0000	0.1780	0.0031	0.0000	0.0000
Palma	Sta Lidia Project	Sta Lidia Project		MPP903	MPP903-circulo B-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.7867	0.0000	0.1623	0.0026	0.0000	0.0000
Palma	Sta Lidia Project	Sta Lidia Project		MPP903	MPP903-circulo C-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8180	0.0000	0.1667	0.0029	0.0000	0.0000
Palma	Sta Lidia Project	Sta Lidia Project		MPP903	MPP903-circulo C-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8083	0.0000	0.1662	0.0027	0.0000	0.0000
Palma	Sta Lidia Project	Sta Lidia Project		MPP903	MPP903-circulo D-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8093	0.0000	0.1684	0.0022	0.0000	0.0000
Palma	Sta Lidia Project	Sta Lidia Project		MPP903	MPP903-circulo D-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.8154	0.0000	0.1709	0.0024	0.0000	0.0000
Palma	Sta Lidia Project	Sta Lidia Project		MPP903	MPP903-circulo E-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8126	0.0000	0.1703	0.0027	0.0000	0.0000
Palma	Sta Lidia Project	Sta Lidia Project		MPP903	MPP903-circulo E-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8050	0.0000	0.1693	0.0027	0.0000	0.0000
Perubar	Graciela	Graciela		MPP017	MPP017-circulo A-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8500	0.0000	0.1525	0.0015	0.0000	0.0000
Perubar	Graciela	Graciela		MPP017	MPP017-circulo B-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8419	0.0000	0.1478	0.0010	0.0000	0.0000
Perubar	Graciela	Graciela		MPP017	MPP017-circulo B-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8533	0.0000	0.1492	0.0011	0.0000	0.0000
Perubar	Graciela	Graciela		MPP017	MPP017-circulo C-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8430	0.0000	0.1461	0.0009	0.0000	0.0000
Perubar	Graciela	Graciela		MPP017	MPP017-circulo D-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8450	0.0000	0.1511	0.0012	0.0000	0.0000
Perubar	Juanita	Juanita		MPP317A	MPP317A-circulo A-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8592	0.0000	0.1692	0.0009	0.0000	0.0000
Perubar	Juanita	Juanita		MPP317A	MPP317A-circulo A-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8447	0.0000	0.1753	0.0000	0.0000	0.0000

Yacimiento	Sector	Cuerpo	Sección	Muestra	Análisis	Sb	In	S	Pb	As	Ga	Ge	Zn	Cu	Fe	Cd	Ag	Sn
Perubar	Juanita	Juanita		MPP317A	MPP317A-circulo B-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8438	0.0000	0.1780	0.0013	0.0000	0.0000
Perubar	Juanita	Juanita		MPP317A	MPP317A-circulo C-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8481	0.0000	0.1694	0.0011	0.0000	0.0000
Perubar	Juanita	Juanita		MPP317A	MPP317A-circulo C-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8652	0.0000	0.1643	0.0012	0.0000	0.0000
Perubar	Juanita	Juanita		MPP317A	MPP317A-circulo D-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000	0.8519	0.0000	0.1740	0.0011	0.0000	0.0000
Perubar	Juanita	Juanita		MPP317A	MPP317A-circulo D-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8581	0.0000	0.1775	0.0007	0.0000	0.0000
Perubar	Rímac-D	Rímac-D		MPP-318A	MPP-318A-circulo C-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8103	0.0000	0.1694	0.0010	0.0000	0.0000
Perubar	Rímac-D	Rímac-D		MPP-318A	MPP-318A-circulo C-sl-002	0.0010	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.7977	0.0000	0.1649	0.0009	0.0000	0.0000
Perubar	Rímac-D	Rímac-D		MPP-318A	MPP-318A-circulo A-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8015	0.0000	0.1643	0.0010	0.0000	0.0000
Perubar	Rímac-D	Rímac-D		MPP-318A	MPP-318A-circulo D-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8094	0.0000	0.1675	0.0005	0.0000	0.0000
Perubar	Rímac-D	Rímac-D		MPP-318A	MPP-318A-circulo D-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.7990	0.0000	0.1637	0.0000	0.0000	0.0000
Perubar	Rímac-D	Rímac-D		MPP-318A	MPP-318A-circulo E-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8003	0.0000	0.1670	0.0009	0.0000	0.0000
Perubar	Rímac-D	Rímac-D		MPP-318A	MPP-318A-circulo E-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.7959	0.0000	0.1714	0.0008	0.0000	0.0000
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-517	MPP-517-circulo A-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9218	0.0000	0.0797	0.0024	0.0000	0.0000
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-517	MPP-517-circulo A-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0014	0.0000	0.0000	0.0000	0.9097	0.0000	0.0821	0.0024	0.0000	0.0000
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-517	MPP-517-circulo D-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.9472	0.0000	0.0544	0.0025	0.0000	0.0000
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-517	MPP-517-circulo B-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.9085	0.0000	0.0830	0.0023	0.0000	0.0000
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-517	MPP-517-circulo B-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9270	0.0000	0.0830	0.0024	0.0000	0.0000
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-517	MPP-517-circulo C-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9127	0.0000	0.0886	0.0024	0.0000	0.0000
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-517	MPP-517-circulo C-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9230	0.0000	0.0879	0.0025	0.0000	0.0000
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-535	MPP-535-circulo C-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8897	0.0000	0.1038	0.0032	0.0000	0.0000
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-535	MPP-535-circulo C-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8991	0.0000	0.1037	0.0030	0.0000	0.0000
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-535	MPP-535-circulo A-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8924	0.0000	0.1031	0.0028	0.0000	0.0000
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-535	MPP-535-circulo A-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8986	0.0000	0.1028	0.0029	0.0000	0.0000
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-535	MPP-535-circulo D-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8933	0.0000	0.1030	0.0027	0.0000	0.0000
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-535	MPP-535-circulo D-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8902	0.0000	0.1039	0.0026	0.0000	0.0000
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-535	MPP-535-circulo B-sl-001	0.0000	0.0000	1.0000	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000	0.8987	0.0000	0.1041	0.0028	0.0000	0.0000
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-535	MPP-535-circulo B-sl-002	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9025	0.0000	0.1011	0.0031	0.0000	0.0000

CALCOPIRITA

					Límite de detección >	0.12	0.15	0.07	0.18	0.44	0.23	0.1	0.07	0.06	0.05	0.06	0.05	0.05	
Yacimiento	Sector	Cuerpo	Sección	Muestra	Análisis	Sb	In	S	Pb	As	Ga	Ge	Zn	Cu	Fe	Cd	Ag	Sn	Total
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-011B	MT-011B-circulo B-cpy-001	0	0.0613	34.63	0.1938	0	0.0406	0.002	0.0562	34.17	30.17	0	0.0113	0.0041	99.3393
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-011B	MT-011B-circulo B-cpy-002	0.0588	0	34.73	0	0	0.0557	0	0.0952	34.26	29.99	0	0.0025	0	99.1922
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-011B	MT-011B-circulo A-cpy-001	0.0517	0	34.51	0.0577	0	0.0196	0	0.1979	34.42	29.62	0	0	0	98.8769
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-012A	MT-012A-circulo B-cpy-001	0.0947	0.0065	34.9	0	0	0	0.0855	0.08	34.8	29.99	0	0	0	99.9567
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-012A	MT-012A-circulo B-cpy-002	0.069	0.0722	34.93	0	0	0.0132	0	0.073	34.58	30.22	0	0.0254	0	99.9828
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-012A	MT-012A-circulo C-cpy-002	0.0265	0.0274	35.27	0.1128	0.0009	0	0.0753	0.0538	34.51	30.49	0	0.0518	0	100.6185
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-012A	MT-012A-circulo C-cpy-001	0	0.0931	35.76	0.239	0	0	0	0.073	34.64	30.52	0	0.0629	0	101.388
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-012A	MT-012A-circulo A-cpy-001	0	0	34.91	0.0739	0	0	0	0.0348	34.73	29.9	0	0.0033	0	99.652
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-012A	MT-012A-circulo A-cpy-002	0.0529	0.0382	35.14	0.085	0	0.0353	0.0357	0.0653	35.19	29.9	0	0.0059	0	100.5483
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-012B	MT-012B-circulo A-cpy-001	0	0.002	35.06	0.0523	0	0.0156	0.0162	0.0523	34.68	30.26	0	0.0031	0	100.1415
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-012B	MT-012B-circulo A-cpy-002	0	0	34.78	0.0173	0	0.0146	0.0925	0.0888	34.63	30.03	0	0.0052	0	99.6584
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-012B	MT-012B-circulo B-cpy	0.0323	0	35.2	0.2369	0	0	0	0.0704	34.45	30.35	0	0.0119	0	100.3515
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-012B	MT-012B-circulo C-cpy-001	0.0462	0	35.03	0.2027	0	0.0447	0.0239	0.1096	34.72	30.08	0	0.0857	0	100.3428
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-012C	MT-012C-circulo A-cpy	0.0067	0	34.9	0.2355	0	0	0	0.0237	34.67	30.49	0	0.0213	0	100.3472
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-012C	MT-012C-circulo B-cpy	0	0.0439	34.81	0.1185	0	0	0	0.042	34.53	30.14	0	0.0126	0	99.697
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-012C	MT-012C-circulo C-cpy	0.0083	0.025	35.03	0.035	0	0	0.0051	0.0401	34.59	30.13	0	0	0	99.8635
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-005	2019-MT-005-circulo D-cpy-001	0.0036	0	35.29	0.1337	0	0.0141	0.0264	0.0503	34.65	29.49	0	0	0	99.6581
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-005	2019-MT-005-circulo D-cpy-002	0	0	34.99	0.3055	0	0	0.0269	0.0246	34.69	29.29	0	0	0.0005	99.3275
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-007	2019-MT-007-circulo A-cpy-001	0	0	34.97	0.0301	0	0	0.0243	0.1109	35.18	29.29	0	0.0063	0	99.6116
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-007	2019-MT-007-circulo A-cpy-002	0	0.1146	30.89	0.0123	0	0.0283	0	0.0959	24.39	17.48	0	0	0	73.0111
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-011A	2019-MT-011A-circulo C-cpy-001	0.0213	0.0057	33.64	0.1234	0	0.0121	0	0.0555	35.27	29.43	0	0.0222	0	98.5802
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-011A	2019-MT-011A-circulo C-cpy-002	0.0111	0	33.77	0.1463	0	0	0	0.094	35.16	29.37	0	0.0541	0	98.6055
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-011A	2019-MT-011A-circulo A-cpy-001	0.0408	0.0171	33.28	0.1469	0	0.0258	0.0111	0.0688	34.72	29.27	0	0.0227	0.0055	97.6087
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-011A	2019-MT-011A-circulo A-cpy-002	0.1331	0	33.92	0.3217	0	0.0353	0	0.061	34.73	29.25	0	0.0135	0	98.4646
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-011A	2019-MT-011A-circulo D-cpy-001	0.066	0.1212	33.94	0.0819	0	0.0186	0	0.0594	35.06	29.7	0	0.0261	0.0163	99.0895
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-011A	2019-MT-011A-circulo B-cpy	0.052	0	33.89	0.0919	0	0	0.0243	0.0641	34.83	29.65	0	0	0.0016	98.6039
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-015B	2019-MT-015B-circulo E-cpy	0	0	34.79	0.0251	0	0.008	0	0.0328	34.97	29.8	0	0	0.0258	99.6517

CALCOPIRITA – APFU

Yacimiento	Sector	Cuerpo	Sección	Muestra	Análisis	Sb	In	S	Pb	As	Ga	Ge	Zn	Cu	Fe	Cd	Ag	Sn
María Teresa	Calera	Sofia D	-300	2019-MT-011B	MT-011B-circulo B-cpy-001	0.0000	0.0000	2.0000	0.0017	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9956	1.0002	0.0000	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofia D	-300	2019-MT-011B	MT-011B-circulo B-cpy-002	0.0000	0.0000	2.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0027	0.9953	0.9914	0.0000	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofia D	-300	2019-MT-011B	MT-011B-circulo A-cpy-001	0.0000	0.0000	2.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0056	1.0063	0.9854	0.0000	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofia D	-300	2019-MT-012A	MT-012A-circulo B-cpy-001	0.0000	0.0000	2.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0022	1.0061	0.9866	0.0000	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofia D	-300	2019-MT-012A	MT-012A-circulo B-cpy-002	0.0000	0.0000	2.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0020	0.9989	0.9933	0.0000	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofia D	-300	2019-MT-012A	MT-012A-circulo C-cpy-002	0.0000	0.0000	2.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9872	0.9925	0.0000	0.0009	0.0000
María Teresa	Calera	Sofia D	-300	2019-MT-012A	MT-012A-circulo C-cpy-001	0.0000	0.0000	2.0000	0.0021	0.0000	0.0000	0.0000	0.0020	0.9774	0.9798	0.0000	0.0010	0.0000
María Teresa	Calera	Sofia D	-300	2019-MT-012A	MT-012A-circulo A-cpy-001	0.0000	0.0000	2.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0038	0.9833	0.0000	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofia D	-300	2019-MT-012A	MT-012A-circulo A-cpy-002	0.0000	0.0000	2.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0104	0.9769	0.0000	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofia D	-300	2019-MT-012B	MT-012B-circulo A-cpy-001	0.0000	0.0000	2.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9980	0.9909	0.0000	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofia D	-300	2019-MT-012B	MT-012B-circulo A-cpy-002	0.0000	0.0000	2.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0025	1.0046	0.9913	0.0000	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofia D	-300	2019-MT-012B	MT-012B-circulo B-cpy	0.0000	0.0000	2.0000	0.0021	0.0000	0.0000	0.0000	0.0020	0.9875	0.9899	0.0000	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofia D	-300	2019-MT-012B	MT-012B-circulo C-cpy-001	0.0000	0.0000	2.0000	0.0018	0.0000	0.0000	0.0000	0.0031	1.0000	0.9858	0.0000	0.0015	0.0000
María Teresa	Calera	Sofia D	-300	2019-MT-012C	MT-012C-circulo A-cpy	0.0000	0.0000	2.0000	0.0021	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0023	1.0030	0.0000	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofia D	-300	2019-MT-012C	MT-012C-circulo B-cpy	0.0000	0.0000	2.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0009	0.9941	0.0000	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofia D	-300	2019-MT-012C	MT-012C-circulo C-cpy	0.0000	0.0000	2.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9963	0.9875	0.0000	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofia D	-300	2019-MT-005	2019-MT-005-circulo D-cpy-001	0.0000	0.0000	2.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9907	0.9594	0.0000	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofia D	-300	2019-MT-005	2019-MT-005-circulo D-cpy-002	0.0000	0.0000	2.0000	0.0027	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0003	0.9610	0.0000	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofia D	-300	2019-MT-007	2019-MT-007-circulo A-cpy-001	0.0000	0.0000	2.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0031	1.0150	0.9616	0.0000	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofia D	-300	2019-MT-007	2019-MT-007-circulo A-cpy-002	0.0000	0.0000	2.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0030	0.7967	0.6497	0.0000	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofia D	-300	2019-MT-011A	2019-MT-011A-circulo C-cpy-001	0.0000	0.0000	2.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0579	1.0044	0.0000	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofia D	-300	2019-MT-011A	2019-MT-011A-circulo C-cpy-002	0.0000	0.0000	2.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0027	1.0505	0.9985	0.0000	0.0010	0.0000
María Teresa	Calera	Sofia D	-300	2019-MT-011A	2019-MT-011A-circulo A-cpy-001	0.0000	0.0000	2.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0526	1.0097	0.0000	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofia D	-300	2019-MT-011A	2019-MT-011A-circulo A-cpy-002	0.0021	0.0000	2.0000	0.0029	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0331	0.9900	0.0000	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofia D	-300	2019-MT-011A	2019-MT-011A-circulo D-cpy-001	0.0000	0.0000	2.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0423	1.0047	0.0000	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofia D	-300	2019-MT-011A	2019-MT-011A-circulo B-cpy	0.0000	0.0000	2.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0370	1.0044	0.0000	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofia D	-300	2019-MT-015B	2019-MT-015B-circulo E-cpy	0.0000	0.0000	2.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0142	0.9834	0.0000	0.0000	0.0000

GALENA

Yacimiento	Sector	Cuerpo	Sección	Muestra	Análisis	Límite de detección >															
						0.12	0.15	0.07	0.18	0.44	0.23	0.1	0.07	0.06	0.05	0.06	0.05	0.05	Total		
María Teresa	Calera	Sofía D	-340	2019-MT-018	2019-MT-018-circulo A-gn	0.1173	0	12.8	87.06	0	0	0	0	0.0184	0	0.0567	0.0823	0	100.1347		
María Teresa	Calera	Sofía D	-500	2019-MT-020	2019-MT-020-circulo B-gn	0.1538	0	13.11	85.57	0	0	0	0.0094	0	0	0	0.0494	0.0036	98.8962		
María Teresa	Calera	Sofía D	-500	2019-MT-020	2019-MT-020-circulo C-gn	0.199	0.0184	13.28	87.47	0	0.0387	0	0.0137	0	0	0.048	0.0215	0	101.0893		
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-001A	2019-MT-001A-circulo A-gn-001	0.0774	0	12.98	85.45	0	0.0117	0.0549	0.0232	0.0287	0	0.0141	0	0	98.64		
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-001A	2019-MT-001A-circulo C-gn	0.1402	0	12.94	86.5	0	0	0	0.0362	0.0294	0.0186	0.0453	0	0	99.7097		
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-002	2019-MT-002-circulo A-gn	0.1463	0	12.89	84.69	0	0.0346	0	0.003	0.0128	0	0.0462	0.0895	0	97.9124		
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-002	2019-MT-002-circulo C-gn	0.1377	0	12.82	85.34	0	0.0218	0.0768	0	0	0	0.0232	0	0	98.4195		
María Teresa	Bubulina	Bubulina	1180	2019-MT-026B	2019-MT-026B-circulo B-gn	0.3535	0	12.53	85	0	0.1578	0.0626	0.0099	0.017	0.0022	0.063	0	0	98.196		
Perubar	Juanita	Juanita		MPP317A	MPP317A-circulo B-gn	0.1742	0	12.5	87.62	0	0.0391	0	0	0	0	0.0035	0.0798	0	100.4166		
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-517	MPP-517-circulo D-gn	0.3727	0	13.08	86.19	0	0.1449	0.0086	0	0.0175	0	0.0178	0	0	99.8315		
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-535	MPP-535-circulo C-gn	0.1635	0.0216	12.79	86.38	0	0.1284	0.0321	0.0128	0.0136	0.0108	0.0505	0	0	99.6033		
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-535	MPP-535-circulo A-gn	0.1891	0	12.92	86.43	0	0.1802	0	0.0305	0.0283	0	0.0049	0.013	0	99.796		

GALENA – APFU

Yacimiento	Sector	Cuerpo	Sección	Muestra	Análisis	Sb	In	S	Pb	As	Ga	Ge	Zn	Cu	Fe	Cd	Ag	Sn
María Teresa	Calera	Sofía D	-340	2019-MT-018	2019-MT-018-circulo A-gn	0.0000	0.0000	1.0000	1.0524	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0019	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-500	2019-MT-020	2019-MT-020-circulo B-gn	0.0031	0.0000	1.0000	1.0099	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-500	2019-MT-020	2019-MT-020-circulo C-gn	0.0039	0.0000	1.0000	1.0191	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-001A	2019-MT-001A-circulo A-gn-001	0.0000	0.0000	1.0000	1.0186	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-001A	2019-MT-001A-circulo C-gn	0.0029	0.0000	1.0000	1.0343	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-002	2019-MT-002-circulo A-gn	0.0030	0.0000	1.0000	1.0166	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0021	0.0000
María Teresa	Calera	Sofía D	-300	2019-MT-002	2019-MT-002-circulo C-gn	0.0028	0.0000	1.0000	1.0300	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
María Teresa	Bubulina	Bubulina	1180	2019-MT-026B	2019-MT-026B-circulo B-gn	0.0074	0.0000	1.0000	1.0496	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0014	0.0000	0.0000
Perubar	Juanita	Juanita		MPP317A	MPP317A-circulo B-gn	0.0037	0.0000	1.0000	1.0846	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0019	0.0000
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-517	MPP-517-circulo D-gn	0.0075	0.0000	1.0000	1.0196	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-535	MPP-535-circulo C-gn	0.0034	0.0000	1.0000	1.0450	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Perubar	Cecilia Sur	Cecilia Sur		MPP-535	MPP-535-circulo A-gn	0.0039	0.0000	1.0000	1.0351	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

COBRES GRISES

Yacimiento	Sector	Cuerpo	Sección	Muestra	Análisis	Límite de detección >														Total
						Sb	In	S	Pb	As	Ga	Ge	Zn	Cu	Fe	Cd	Ag	Sn		
María Teresa	Bubulina	Bubulina	1180	2019-MT-026A	2019-MT-026A-circulo D-CGR	6.73	0	27.62	0.1242	17.03	0	0	3.06	42.39	4.73	0	0.8811	0	102.5653	
María Teresa	Bubulina	Bubulina	1180	2019-MT-026B	2019-MT-026B-circulo C-CGR	6.78	0	26.86	0.1826	16.56	0	0	3.7	41.42	4.08	0	0.6711	0.0195	100.2732	

COBRES GRISES – APFU

Yacimiento	Sector	Cuerpo	Sección	Muestra	Análisis	Sb	In	S	Pb	As	Ga	Ge	Zn	Cu	Fe	Cd	Ag	Sn
María Teresa	Bubulina	Bubulina	1180	2019-MT-026A	2019-MT-026A-circulo D-CGR	0.8341	0.0000	13.0000	0.0000	3.4300	0.0000	0.0000	0.7063	10.0654	1.2780	0.0000	0.1233	0.0000
María Teresa	Bubulina	Bubulina	1180	2019-MT-026B	2019-MT-026B-circulo C-CGR	0.8640	0.0000	13.0000	0.0137	3.4298	0.0000	0.0000	0.8781	10.1134	1.1335	0.0000	0.0965	0.0000



Anexo E

Metadata del análisis de LA-ICP-MS de elementos traza en sulfuros pobres en Pb/As.

Laboratorio y Preparación de Muestras	
Nombre del laboratorio	Departamento de Ciencias de la Tierra, Instituto de Geoquímica y Petrología- ETH Zurich
Tipo de muestra/mineral	Sulfuro natural
Preparación de muestra	Fragmentos de muestra en soportes epoxi de 1 pulgada
Imagen	Microscopía óptica convencional + SEM-EDS
Sistema de ablación láser	
Marca, modelo y tipo	ASI (Resonetics) RESOLUTION S-155
Celda de ablación y volumen	Laurin Technic, celda de ablación S-155 de doble volumen, volumen efectivo de aprox. 1 cm ³
Longitud de onda del láser (nm)	193 nm
Ancho del pulso (ns)	25 ns
Fluencia (J.m ⁻²)	aprox. 2.5 J.cm ⁻²
Tasa de repetición (Hz)	3 Hz
Duración de ablación	25 s
Diámetro de spot (µm)	19 µm
Modo de muestreo/patrón	Ablación puntual estática
Gas portador	100% de He en la celda, gas de reposición de Ar combinado en embudo de ablación
Flujo de gas portador de la celda (L.min ⁻¹)	0.5 L.min ⁻¹
Instrumento ICP-MS	
Marca, modelo y tipo	Thermo Element XR, ICP-MS de sector magnético de colector individual
Introducción de muestra	Directo
Potencia de RF (W)	1275 a 1455 W (sintonizado diariamente)
Flujo de gas de reposición (L.min ⁻¹)	aprox. 0.89 a 0.92 L.min ⁻¹ de Ar (sintonizado diariamente) + 0.002 L.min ⁻¹ de N ₂
Sistema de detección	Triple (conteo de pulsos, analógico, Faraday), cruzado calibrado diariamente
Masas medidas (amu)	33, 34, 53, 55, 57, 59, 62, 65, 66, 71, 74, 75, 77, 95, 107, 111, 115, 118, 121, 125, 182, 197, 202, 205, 208, 209
Tiempo de integración por pico/tiempos de permanencia (ms)	25 ms excepto en amu 33, 34, 53, 55, 59, 62, 65 y 66 (11 ms)
Tiempo total de integración por punto(s) de datos de salida	0.719 s
Tiempo muerto (ns)	22
Tasa típica de oxidación (²⁴⁸ ThO ⁺ / ²³² Th ⁺)	0.15%
Tasa típica de doble carga (Ba ⁺⁺ /Ba ⁺)	3.50%
Procesamiento de data	
Blanco de gas	25 s
Estrategia de calibración	Mass-1 utilizado como material de referencia principal para la cuantificación de elementos traza; polvo prensado de sulfuro UQAC-FeS-1 (Savard 2018) y vidrios de silicato GSD-1G y NIST SRM610 como secundarios/validación.
Información del material de referencia	Mass-1 (Wilson et al. 2002) UQAC-FeS-1 (data no publicada de Savard 2018; ver también Baumgartner et al. 2020) GSD-1G (Guillong et al. 2005) NIST SRM610 (Jochum et al. 2011)
Paquete de procesamiento de datos utilizado/Corrección para LIEF	SILLS independiente v. 1.3.2 (Guillong et al. 2008)
Estándar interno para la cuantificación de elementos traza	Concentraciones medidas de Zn (esfalerita) y Cu (calcopirita) con EPMA

Anexo F

Metadatos del análisis de LA-ICP-MS de elementos traza en sulfuros ricos en Pb/As.

Laboratorio y Preparación de Muestras	
Nombre del laboratorio	Departamento de Ciencias de la Tierra, Instituto de Geoquímica y Petrología- ETH Zurich
Tipo de muestra/mineral	Sulfuro natural
Preparación de muestra	Fragmentos de muestra en soportes epoxi de 1 pulgada
Imagen	Microscopía óptica convencional + SEM-EDS
Sistema de ablación láser	
Marca, modelo y tipo	Coherent (Lambda Physic) Compex Pro 102-F
Celda de ablación y volumen	Celda de ablación personalizada interna, hecha de plexiglas para soportes de epoxi de 1 pulgada
Longitud de onda del láser (nm)	193 nm
Ancho del pulso (ns)	25 ns
Fluencia (J.m ⁻²)	aprox. 2 J.cm ⁻²
Tasa de repetición (Hz)	3 Hz
Duración de ablación	aprox. 25 s
Diámetro de spot (µm)	30 µm
Modo de muestreo/patrón	Ablación puntual estática
Gas portador	100% de He in la celda, gas de reposición de Ar mezclado aguas abajo de la celda
Flujo de gas portador de la celda (L.min ⁻¹)	aprox. 1.0 L.min ⁻¹
Instrumento ICP-MS	
Marca, modelo y tipo	PerkinElmer NexION 2000, ICP-MS de cuadrupolo de colector individual
Introducción de muestra	Directo
Potencia de RF (W)	1550 W
Flujo de gas de reposición (L.min ⁻¹)	aprox. 1 L.min ⁻¹ de Ar (sintonizado diariamente)
Sistema de detección	Doble (conteo de pulsos, analógico), cruzado calibrado mensualmente en modo solución
Masas medidas (amu)	33, 34, 53, 55, 57, 59, 60, 65, 66, 71, 74, 75, 77, 95, 107, 111, 115, 118, 121, 125, 182, 197, 202, 205, 208, 209
Tiempo de integración por pico/tiempos de permanencia (ms)	30 ms excepto en amu 33, 34, 53, 55, 57, 59, 60, 65, 66 y 208 (10 ms)
Tiempo total de integración por punto(s) de datos de salida	0.585 s
Tiempo muerto (ns)	30
Tasa típica de oxidación (²⁴⁸ ThO ⁺ / ²³² Th ⁺)	0.50%
Tasa típica de doble carga (Ba ⁺⁺ /Ba ⁺)	5.00%
Procesamiento de data	
Blanco de gas	aprox. 45 s
Estrategia de calibración	Mass-1 utilizado como material de referencia principal para la cuantificación de elementos traza; polvo prensado de sulfuro UQAC-FeS-1 (Savard 2018) y vidrios de silicato GSD-1G y NIST SRM610 como secundarios/validación.
Información del material de referencia	Mass-1 (Wilson et al. 2002) UQAC-FeS-1 (data no publicada de Savard 2018; ver también Baumgartner et al. 2020) GSD-1G (Guillong et al. 2005) NIST SRM610 (Jochum et al. 2011)
Paquete de procesamiento de datos utilizado/Corrección para LIEF	SILLS independiente v. 1.3.2 (Guillong et al. 2008)
Estándar interno para la cuantificación de elementos traza	Concentraciones medidas de Pb (galena) y Cu (tetrahedrita-tennantita, enargita) con EPMA

Análisis	Yacimiento	Sector/Cuerpo/Sección	Muestra	S (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Co (ppm)	Ni (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Ga (ppm)	Ge (ppm)	As (ppm)	Se (ppm)	Mo (ppm)	Ag (ppm)	Cd (ppm)	In (ppm)	Sn (ppm)	Sb (ppm)	Au (ppm)	Hg (ppm)	Tl (ppm)	Pb (ppm)	Bi (ppm)
MPP318A-Círculo E-ef - 4	Perubar	Rímac-D	MPP318A	482476.3877	5551.0915	70623.7836	6.8695	1.2659	31.8411	549400	4.2983	0.1539	4.5035	8.2179	0.3794	4.0606	4199.1517	2.3113	0.2359	1.2515	<0.0099588	16.8988	0.0298	1.0836	<0.0029894
MPP318A-Círculo D-ef - 1	Perubar	Rímac-D	MPP318A	480428.0393	6090.4082	70299.2013	5.9645	<1.1355	22.2653	550300	4.7868	<0.11652	4.3859	8.4725	0.4340	4.1099	4146.1516	2.3261	0.2187	0.3702	<0.011431	17.5465	0.0045	0.3795	<0.0032021
MPP318A-Círculo D-ef - 2	Perubar	Rímac-D	MPP318A	489434.7437	6073.9529	72919.1350	4.2484	<1.0815	30.7962	552400	4.7684	<0.11708	4.6031	10.1689	0.4063	4.0063	4217.8321	2.3236	0.2732	0.6921	<0.01028	17.4097	0.0043	1.0108	<0.0031668
MPP318A-Círculo A-ef - 1	Perubar	Rímac-D	MPP318A	491595.0000	5160.0300	70801.9000	5.2515	1.1955	21.6893	551600	3.7828	0.2166	4.8968	8.4479	0.3712	2.4906	4435.5500	2.4052	0.2248	0.3427	0.0108	18.2348	0.0072	0.2247	<0.0030409
MPP318A-Círculo C-ef - 1	Perubar	Rímac-D	MPP318A	491784.0000	5748.3400	71336.6000	9.0090	1.0915	25.4833	551600	4.5204	0.2060	4.7991	9.4212	0.4175	4.0050	4266.3700	2.2683	0.2584	0.1875	<0.010066	18.7452	0.0044	0.2542	<0.0025918
MPP318A-Círculo C-ef - 2	Perubar	Rímac-D	MPP318A	501394.0000	5291.7600	71298.8000	2.9184	<1.1402	21.8513	551600	4.3502	0.1580	4.8289	8.6329	0.3823	3.4786	4334.5600	2.2695	0.2705	0.2001	0.0095	18.3829	0.0043	0.2341	<0.002943
MPP318A-Círculo C-ef - 3	Perubar	Rímac-D	MPP318A	487907.0000	5372.4000	70460.4000	3.2943	<0.93314	44.9490	551600	3.9239	0.1272	4.8538	6.9216	0.3427	6.6553	4299.7100	2.2797	0.2188	0.7642	<0.010585	17.9505	0.0269	1.0190	0.0037
MPP318A-Círculo C-ef - 4	Perubar	Rímac-D	MPP318A	489799.0000	5553.7600	71419.0000	4.5885	1.0784	27.1383	551600	4.3493	<0.12144	4.5822	10.2397	0.3312	3.8263	4263.8200	2.2046	0.3564	0.1438	0.0114	18.5164	<0.0031702	0.2687	<0.0025074
MPP318A-Círculo C-ef - 5	Perubar	Rímac-D	MPP318A	493620.0000	5782.9400	73488.7000	4.7417	<1.0754	23.0674	551600	4.6995	<0.11449	4.5479	9.3838	0.3370	3.9783	4295.6100	2.2433	0.3078	0.1790	<0.010114	18.6784	0.0092	0.2731	<0.0031272
MPP318A-Círculo C-ef - 6	Perubar	Rímac-D	MPP318A	486187.0000	5120.5700	66771.3000	2.8417	<1.4867	21.8150	551600	3.3600	<0.12973	4.4228	6.4561	0.3403	8.3421	4247.9600	2.1452	0.1892	2.2715	<0.010842	19.6043	0.0557	1.9041	0.0030
MPP318A-Círculo C-ef - 7	Perubar	Rímac-D	MPP318A	481361.0000	5513.6800	67836.4000	10.4256	<1.232	66.2801	551600	3.3911	<0.12128	4.6000	8.2743	0.3669	10.2081	3995.7800	2.2694	0.2091	5.3539	<0.010557	17.0938	0.1187	2.6525	<0.0032876
MPP318A-Círculo E-ef - 1	Perubar	Rímac-D	MPP318A	499004.0000	5958.4800	72735.8000	7.6919	<1.1875	26.6724	551600	4.5780	0.1839	4.6476	9.0849	0.4295	3.9618	4144.1600	2.1771	0.2439	0.2009	<0.011856	17.6113	0.0041	0.2192	<0.0031908



CALCOPIRITA

Análisis	Yacimiento	Sector/Cuerpo/Sección	Muestra	S (ppm)	Cr (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Co (ppm)	Ni (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Ga (ppm)	Ge (ppm)	As (ppm)	Se (ppm)	Mo (ppm)	Ag (ppm)	Cd (ppm)	In (ppm)	Sn (ppm)	Sb (ppm)	Au (ppm)	Hg (ppm)	Tl (ppm)	Pb (ppm)	Bi (ppm)
2019-MT-0011B-Circulo A-cpy - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-0011B	611238.4684	<0.43005	1.5187	332685.1781	0.0703	1.4599	344000	269.3083	1.2805	0.4277	0.2293	12.8549	0.0185	71.0553	6.0332	23.1359	77.3374	5.4330	0.1330	<0.12891	2.0594	4.2473	0.3122
2019-MT-0011B-Circulo B-cpy - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-0011B	745973.7138	<0.53854	<1.0817	348537.5117	<0.076493	1.2925	342000	347.0184	8.0982	2.3694	0.2531	15.8215	<0.024863	116.6141	11.3471	30.2473	86.8783	9.9174	0.4026	0.8989	1.5206	12.3191	0.8972
2019-MT-0011B-Circulo B-cpy - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-0011B	601643.5817	<0.46121	<0.92119	290984.0356	<0.064621	0.8851	343000	427.8421	8.2989	2.2779	0.3786	15.0295	0.0221	85.8453	12.2449	30.2720	78.3189	3.1895	0.1071	0.6737	0.4366	3.3583	0.1870
2019-MT-0011B-Circulo C-cpy - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-0011B	642503.9119	0.4765	<0.89308	322240.0172	<0.064549	1.2278	343000	377.4591	7.5456	1.5830	0.2824	13.1949	0.0372	90.6059	8.4708	19.6370	86.6414	9.2785	0.2027	0.3565	1.8660	8.6483	1.5869
2019-MT-0012A-Circulo A-cpy - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-0012A	671297.0689	<0.47604	<0.94361	337641.4136	<0.071136	1.5685	347000	155.3671	1.2840	1.0011	1.8676	27.6251	0.0343	74.3483	6.2113	12.2677	20.5358	7.4828	0.0169	1.1723	1.5280	10.9723	3.4939
2019-MT-0012A-Circulo A-cpy - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-0012A	709125.9504	<0.45392	<0.88973	330669.8356	0.0688	1.1396	352000	156.3499	0.4234	0.3124	1.2172	27.2876	0.0206	75.4313	4.2891	14.8203	9.2800	9.2433	0.0392	0.9603	2.4265	13.8805	5.4055
2019-MT-0012A-Circulo A-cpy - 3	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-0012A	727762.5062	<0.49725	<1.0005	368983.0286	0.0868	1.7969	352000	151.9788	1.5827	0.3081	0.9007	30.2918	0.0237	75.7404	4.7154	14.7763	19.9934	2.9278	0.0523	0.7914	0.2762	6.0359	2.4863
2019-MT-0012A-Circulo B-cpy - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-0012A	692540.9974	<0.42923	<0.8961	346501.5652	<0.066598	1.6660	348000	194.1478	3.1106	0.5716	1.2652	27.5757	0.0439	97.9289	8.1981	36.4410	44.2045	31.1215	0.1068	2.8886	3.6801	33.1935	5.5046
2019-MT-0012A-Circulo C-cpy - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-0012A	699370.9254	0.6399	<0.99963	348873.2636	<0.072886	<1.1827	346000	193.9284	3.2808	0.7339	0.8158	30.6804	<0.020143	197.1546	10.3949	12.4269	45.7392	3.1362	0.0421	0.6467	0.2015	8.0534	2.0694
2019-MT-0012A-Circulo C-cpy - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-0012A	691081.3378	<0.45254	1.3611	365654.2478	<0.067577	<0.94919	345000	171.6173	3.2438	0.7387	1.0397	29.9199	<0.022896	144.6876	9.7716	13.2497	40.6482	4.0274	0.0134	0.9817	0.2761	10.7803	2.8220
2019-MT-0012B-Circulo A-cpy - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-0012B	696806.3004	<0.46854	<0.95208	351520.9271	<0.068581	1.8607	347000	182.3742	2.7885	0.7663	0.7893	32.0395	0.0226	106.1116	13.5455	11.6759	35.0550	11.4841	0.0484	0.7882	0.1778	8.1863	2.5756
2019-MT-0012B-Circulo A-cpy - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-0012B	708840.2812	<0.46641	<0.97988	363924.5777	<0.068415	<1.1098	346000	196.4317	2.8564	0.6384	0.5260	32.0713	0.0203	100.7927	12.4328	10.7351	32.7383	3.2299	0.0682	1.8848	0.0189	1.7016	0.2793
2019-MT-0012B-Circulo B-cpy - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-0012B	641278.9424	<0.42754	<0.8786	313860.8077	<0.059461	1.9294	345000	186.0330	2.0324	0.6657	0.7170	27.5498	0.0198	95.3030	9.4863	11.4691	27.9390	9.0107	0.2079	1.2629	0.4856	6.3400	0.9557
2019-MT-0012B-Circulo C-cpy - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-0012B	699516.0116	<0.4074	<0.864	345792.4300	<0.060638	1.8790	347000	424.0115	2.6272	0.7583	0.2968	29.9076	0.0184	83.7861	15.0307	12.0776	29.6756	2.0874	0.1316	1.0676	0.0292	2.8517	0.5076
2019-MT-0012C-Circulo A - cpy - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-0012C	676047.2590	<0.5233	<1.0386	333046.6274	<0.073512	1.0387	347000	204.1736	3.0497	0.9887	0.2982	27.4249	0.0341	181.5065	11.0204	12.4113	45.1551	2.9899	0.0463	1.3750	0.1249	6.0001	0.9758
2019-MT-0012C-Circulo B - cpy - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-0012C	740795.0923	<0.51191	3.4796	345494.5384	<0.080348	1.1850	345000	208.1137	2.5882	0.6572	0.3090	26.5121	0.0349	192.4500	11.6274	13.0604	43.3082	8.3196	0.0905	2.0174	0.7011	13.7295	2.3544
2019-MT-0012C-Circulo C - cpy - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-0012C	842270.6140	<0.54305	<1.1646	373971.7684	<0.085819	1.2354	346000	205.5885	3.4862	0.9142	0.3085	25.9354	0.0371	295.4775	11.6818	13.0637	47.9390	5.9326	0.0197	0.4277	0.7410	10.5319	1.3352
2019-MT-0021-Circulo A-cpy - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-500	2019-MT-0021	717443.4440	<0.54945	<1.1453	350244.4569	<0.087764	<1.2332	340000	351.3053	8.8845	7.2725	0.2907	59.1179	0.0233	49.7016	9.5671	44.0716	52.9482	3.5890	0.0159	1.7732	0.6202	2.0095	0.5398
2019-MT-0021-Circulo B-cpy - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-500	2019-MT-0021	685325.3236	<0.6178	<1.3285	332339.2460	<0.097672	<1.3558	340000	275.8927	10.9737	12.4078	0.3164	50.6980	0.0329	43.8059	4.0851	34.5652	47.5215	3.8906	0.0219	3.4714	1.7990	1.5305	0.4478
2019-MT-0021-Circulo C-cpy - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-500	2019-MT-0021	609594.1837	<0.53882	1.4627	312108.5032	<0.097552	1.8941	340000	646.9978	9.7425	7.9944	0.3637	49.1826	0.0203	51.0372	8.0431	36.5528	51.9912	15.0735	0.0615	0.5675	2.1565	6.6407	1.6123
2019-MT-0021-Circulo C-cpy - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-500	2019-MT-0021	698129.6197	<0.5339	4.0604	329625.8444	<0.089671	1.8098	340000	311.5259	9.1485	10.7927	0.2455	51.8364	<0.024498	67.9660	5.8568	34.2569	43.2977	17.1937	0.0755	3.6589	3.3646	7.9180	2.5405
2019-MT-007-Circulo A-cpy - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-007	734877.5617	<0.55417	<1.0248	303512.5925	<0.097198	<1.1519	351800	429.0117	22.1037	79.6010	0.3163	10.1139	0.0228	3.2386	12.0664	22.6391	92.5192	1.8983	0.0376	2.3648	0.3183	1.8054	0.0155
2019-MT-007-Circulo A-cpy - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-007	697572.5553	<0.5473	<1.0575	306091.1414	<0.10243	2.1169	343900	459.5226	20.9239	73.7892	0.2532	10.6484	0.0354	5.1800	12.0189	22.4763	89.5288	1.4121	0.1000	3.7530	0.1542	1.3600	0.0092
2019-MT-011A-Circulo A-cpy - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-011A	693160.5410	<0.59768	1.6384	310753.4748	<0.10703	1.3683	347300	529.1556	10.6013	5.1015	0.3346	21.4411	<0.029896	188.6343	14.7013	18.3982	65.1258	18.4061	0.2167	0.8835	9.4915	31.9335	2.4454
2019-MT-011A-Circulo B-cpy - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-011A	633371.8863	<0.49087	<0.82131	319791.6883	<0.083459	1.0321	348300		13.3866	4.3099	0.2688	16.3776	0.0258	143.0774	13.1713	31.7743	119.5035	7.8446	0.1197	0.7003	0.7547	8.4357	1.3892
2019-MT-011A-Circulo C-cpy - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-011A	764900.9387	<0.58522	<1.0693	329125.3808	<0.11337	1.2314	352700	470.2717	4.7899	0.6857	0.4067	18.4956	<0.030436	150.2169	9.9422	46.5074	9.3356	14.5751	0.0306	0.2354	9.4577	35.4545	2.9124
2019-MT-011A-Circulo C-cpy - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-011A	686574.5851	<0.53895	1.4851	320083.1164	<0.10232	2.2364	351600	222.5075	0.0698	0.4200	0.3221	21.9274	0.0336	166.0219	3.4921	11.1089	4.2826	17.9166	<0.011057	0.3192	11.1726	81.9614	5.3586
2019-MT-011A-Circulo D-cpy - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-011A	643720.0358	<0.50278	<0.90705	331819.4399	<0.094037	1.2260	350600	288.9817	2.8971	0.1820	<0.13474	20.3942	0.0287	209.8856	6.2178	18.3285	44.8521	10.4053	0.1171	0.8373	3.8067	28.0425	1.5465
2019-MT-015B-Circulo E-cpy - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-015B	703487.0843	<0.41983	<0.89615	264303.5478	<0.081532	<1.0186	349700	438.9974	23.6317	2.1748	0.1809	45.1922	<0.019917	30.8277	8.3616	49.4911	201.2450	24.5630	0.2862	3.1464	3.5622	9.0685	0.8577
RD-CM-prov3-cpy - 2	Cerro de Maimón	Cerro de Maimón	CM	648512.0000	<0.60734	1.3817	304328.0000	1.2569	1.5111	346300	71.3491	3.8661	6.2462	1.4369	88.3035	27.4224	22.8229	0.5904	8.6761	1.6058	0.2015	0.0718	<0.14861	0.1235	22.9210	8.8709
RD-CM-prov3-cpy - 3	Cerro de Maimón	Cerro de Maimón	CM	689324.0000	0.5208	<1.0976	296495.0000	3.1464	<1.1414	346300	<4.911	3.3046	5.6709	1.0957	65.6862	91.9355	21.2520	<0.31769	8.0230	1.3906	0.3141	0.1310	0.2276	0.4217	39.2943	10.2806
RD-CM-prov3-cpy - 4	Cerro de Maimón	Cerro de Maimón	CM	699272.0000	<0.46981	<1.0481	281126.0000	1.8368	2.4502	346300	<4.7024	3.1711	5.3402	0.5277	59.7141	52.9516	8.2536	<0.29796	7.3562	1.4904	0.0863	0.0155	<0.11632	0.0416	8.0774	2.3975
RD-CM-prov3-cpy - 5	Cerro de Maimón	Cerro de Maimón	CM	721241.0000	<0.54683	<1.2373	310139.0000	1.2268	<1.3122	346300	<5.3771	3.5853	6.2809	0.9040	94.3172	12.8352	14.2904	<0.33905	8.1459	1.6784	0.1783	0.0377	0.2021	0.0446	7.4285	2.6415
RD-CM-prov3-cpy - 6	Cerro de Maimón	Cerro de Maimón	CM	736093.0000	<0.55922	<1.197	313576.0000	1.4103	1.7589	346300	<5.2939	3.3225	5.1839	0.9498	78.7078	79.1152	18.2183	0.3504	7.8525	1.1929	0.1987	0.0576	<0.13191	0.0804	13.8618	4.6384
RD-CM-prov3-cpy - 7	Cerro de Maimón	Cerro de Maimón	CM	689927.0000	<0.48374	<1.0613	270450.0000	1.4958	<1.1882	346300	<4.6607	3.3439	5.9838	0.5198	83.2237	19.0610	22.6460	<0.29736	6.6567							

GALENA

Análisis	Yacimiento	Sector/Cuerpo/Sección	Muestra	S (ppm)	Cr (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Co (ppm)	Ni (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Ga (ppm)	Ge (ppm)	As (ppm)	Se (ppm)	Mo (ppm)	Ag (ppm)	Cd (ppm)	In (ppm)	Sn (ppm)	Sb (ppm)	Au (ppm)	Hg (ppm)	Tl (ppm)	Pb (ppm)	Bi (ppm)
2019-MT-001A-circulo a-gn - 1	María Teresa	Calera/Soffia D/-300	2019-MT-001A	95882.3000	<2.9889	2.6644		<0.27349	<0.51863	23.4261	3.0135	0.6954	2.4178	1.6066	77.2535	<0.28115	1499.1773	35.9206	0.0252	7.9048	1788.6280	<0.038087	0.1486	85.2978	855000	285.9438
2019-MT-001A-circulo a-gn - 2	María Teresa	Calera/Soffia D/-300	2019-MT-001A	94886.2264	<3.1433	5.3171	9.3256	<0.30298	<0.51918	53.1565	1.9393	<0.048977	1.1166	1.4876	73.3693	<0.32019	1395.1861	58.7615	0.0527	8.0587	2246.7267	<0.042101	6.8840	81.1237	855000	281.9757
2019-MT-001A-circulo c-gn - 1	María Teresa	Calera/Soffia D/-300	2019-MT-001A	100737.8804	<2.994	0.7925	8.1538	<0.30153	<0.58045	54.5177	2.7261	<0.049139	0.8802	<1.2543	78.0080	<0.28471	1517.1999	18.4901	0.0483	14.3630	2161.3789	<0.033093	0.3071	86.7776	865000	285.8130
2019-MT-001-circulo c-gn - 2	María Teresa	Calera/Soffia D/-300	2019-MT-001A	100679.3648	<3.1752	2.2984	11.6300	<0.294	<0.5562	40.5130	1.5897	<0.061157	1.0265	1.5350	80.2565	<0.28416	1575.8542	37.4053	0.0598	15.2213	2564.9027	<0.039643	0.2674	93.1164	865000	287.4435
2019-MT-002-circulo a-gn - 1	María Teresa	Calera/Soffia D/-300	2019-MT-002	94453.8737	<3.0734	<0.44042	<7.7644	<0.2602	<0.44794	45.0500	<1.1381	<0.037438	0.4593	<1.069	51.3462	<0.24137	886.2506	47.9334	0.0281	2.6525	1116.2467	0.0619	0.9407	138.1523	847000	128.5150
2019-MT-002-circulo a-gn - 2	María Teresa	Calera/Soffia D/-300	2019-MT-002	90969.7656	<3.0667	<0.4104	<7.2339	<0.24876	<0.47891	7.4169	<1.1776	<0.057834	0.4602	<1.0133	50.5698	<0.20027	935.0314	49.3530	0.0318	2.4841	824.9999	<0.029394	0.2246	142.5289	847000	128.9804
2019-MT-002-circulo c-gn - 1	María Teresa	Calera/Soffia D/-300	2019-MT-002	91574.1990	<2.9484	0.4547	<7.3938	<0.26008	<0.43823	26.7522	<1.1569	0.0656	0.5585	1.1374	52.0916	<0.2922	1117.9379	69.0064	0.0337	3.1511	1068.4719	0.0355	0.2120	145.5549	853000	131.3874
2019-MT-018-circulo a-gn - 1	María Teresa	Calera/Soffia D/-340	2019-MT-018	93353.3445	<3.5286	<0.47874	<8.6913	<0.30719	<0.38152	10.7519	<1.288	<0.042105	0.3925	<1.0365	30.9843	<0.25031	4116.4141	73.1750	<0.016287	1.5803	3782.6419	<0.033463	3.1853	116.5925	871000	90.0197
2019-MT-018-circulo a-gn - 2	María Teresa	Calera/Soffia D/-340	2019-MT-018	93468.6626	<2.8031	<0.42693	<7.0404	<0.22312	<0.452	10.3255	<1.1151	<0.040335	0.3277	<0.75805	29.5027	<0.20682	4038.3963	68.1161	<0.013928	1.0292	3663.6482	<0.021452	2.9321	115.1864	871000	85.7988
2019-MT-020-circulo b-gn - 1	María Teresa	Calera/Soffia D/-500	2019-MT-020	97156.4344	<2.571	<0.44995	<7.4382	<0.31036	<0.35606	<1.119	<1.2027	<0.038752	0.4712	<0.84475	45.8554	<0.24017	989.5777	43.3401	<0.012462	1.9910	925.7458	<0.025298	0.2847	171.5463	856000	52.9564
2019-MT-020-circulo b-gn - 2	María Teresa	Calera/Soffia D/-500	2019-MT-020	95654.9437	<3.1174	<0.44751	<7.4473	<0.31498	<0.57571	1.7068	<1.1254	<0.050773	0.4778	<0.9159	46.4674	<0.17059	938.9241	47.5678	<0.017629	1.8735	1037.6662	<0.041078	0.4684	167.8732	856000	53.7020
2019-MT-020-circulo c-gn - 1	María Teresa	Calera/Soffia D/-500	2019-MT-020	100357.0132	<2.9721	<0.42039	<7.1189	<0.27883	<0.35707	3.8091	<1.0911	<0.042742	0.7168	<0.80899	48.3335	<0.25552	1022.8333	65.4425	<0.014086	1.8941	977.3748	<0.02585	0.4999	186.1560	875000	54.9191
2019-MT-020-circulo c-gn - 2	María Teresa	Calera/Soffia D/-500	2019-MT-020	102727.8284	<3.1554	<0.44437	<8.3786	<0.33769	<0.3833	4.9136	<1.1934	<0.063734	0.6339	0.9892	48.3299	<0.29494	1017.6238	91.0489	<0.015627	3.1318	2487.6374	<0.028533	0.4708	184.6362	875000	57.2190
2019-MT-020-circulo c-gn - 3	María Teresa	Calera/Soffia D/-500	2019-MT-020	102878.7488	<3.1829	<0.47148	<8.7765	<0.33023	<0.50656	8.7262	2.3145	<0.054085	0.8026	<0.79887	50.1555	<0.31629	1363.4665	88.2143	<0.017539	3.3773	1597.6411	0.0247	1.0105	227.9661	875000	56.7767
2019-MT-020-circulo c-gn - 4	María Teresa	Calera/Soffia D/-500	2019-MT-020	103231.3899	<3.0839	<0.45153	<7.7323	<0.31952	<0.46904	11.4488	<1.2267	<0.053141	0.6970	0.9311	48.9103	<0.30414	1469.2985	114.0470	<0.013479	3.4235	1806.2199	<0.027422	0.8687	255.8666	875000	58.2209
2019-MT-020-circulo c-gn - 5	María Teresa	Calera/Soffia D/-500	2019-MT-020	102644.0820	<3.3082	0.7951	<9.5475	<0.32913	<0.51701	10.8693	<1.4668	<0.063483	0.6077	<0.82407	49.6313	<0.27718	1475.2437	120.0004	<0.019723	3.5223	1895.7177	<0.039246	0.9737	264.2271	875000	57.2020
2019-MT-026a-circulo a-gn - 1	María Teresa	Bubulina/Bubulina/1180	2019-MT-026a	91444.7577	<2.8779	3.7463	<7.0368	<0.2899	<0.30986	6.4253	<0.99972	<0.056171	2.5020	<0.73723	180.9598	<0.19957	606.8260	26.7738	0.0363	5.6414	880.9970	0.1161	0.9892	17.1222	860000	4.3787
2019-MT-026a-circulo b-gn - 1	María Teresa	Bubulina/Bubulina/1180	2019-MT-026a	89397.9808	<3.2621	4.1801	<8.7254	<0.34594	<0.58468	3.8499	<1.167	<0.044556	2.5325	<0.81844	170.5533	0.2869	746.3177	40.3721	0.0226	3.9935	786.3604	0.0526	0.7345	12.4230	860000	4.2386
2019-MT-026a-circulo d-gn - 1	María Teresa	Bubulina/Bubulina/1180	2019-MT-026a	92695.0915	<2.9336	3.8544	<7.6897	<0.2978	<0.57167	2.3090	1.1019	<0.049196	2.4260	<0.68429	178.3338	<0.24291	562.6683	33.0505	0.0256	3.1499	485.5557	<0.039958	0.3870	14.7728	860000	4.5226
2019-MT-026a-circulo d-gn - 2	María Teresa	Bubulina/Bubulina/1180	2019-MT-026a	92623.7122	<3.3107	4.1998	<8.6961	<0.3347	<0.51911	<1.1301	28.4337	<0.052022	2.6234	<0.76013	172.0407	<0.27391	540.5344	30.9403	0.0643	3.4726	479.4568	0.0417	0.5106	14.3629	860000	4.6105
2019-MT-026a-circulo e-gn - 1	María Teresa	Bubulina/Bubulina/1180	2019-MT-026a	94610.4415	<3.5426	4.5102	<7.1436	<0.28972	<0.37845	7.5717	<1.0333	0.0530	2.3084	104.2904	170.5215	<0.21627	631.5957	23.1061	0.0446	2.5262	898.9264	0.0740	1.1569	15.0999	860000	4.1319
2019-MT-026a-circulo e-gn - 2	María Teresa	Bubulina/Bubulina/1180	2019-MT-026a	92396.8169	<3.2469	4.0190	<7.1994	<0.30298	<0.66559	7.1450	3.3594	<0.050776	2.0280	97.2527	165.3340	<0.23581	617.0524	21.5783	0.0260	2.0312	863.4360	0.1466	1.2153	14.8296	860000	3.9905
2019-MT-026a-circulo e-gn - 3	María Teresa	Bubulina/Bubulina/1180	2019-MT-026a	92209.0949	<2.9218	2.4709	<6.4316	<0.24808	<0.37919	<0.91537	<0.90793	<0.039895	2.1228	64.1562	165.1944	<0.21556	578.9093	30.6584	0.0297	2.4099	478.6988	0.0443	0.2036	16.7938	860000	4.2166
2019-MT-026a-circulo e-gn - 5	María Teresa	Bubulina/Bubulina/1180	2019-MT-026a	93987.1632	<3.4413	4.2523	<6.8486	<0.27404	<0.442	3.2139	35.0397	<0.047193	2.0782	55.0515	164.6286	<0.19069	677.8033	32.0575	0.0291	4.6158	668.6983	0.0393	0.7364	15.4101	860000	3.8269
2019-MT-026b-circulo b-gn - 1	María Teresa	Bubulina/Bubulina/1180	2019-MT-026b	106361.8727	<3.2684	4.6601	<7.3077	<0.28961	<0.28543	<1.0596	2.3226	<0.052342	2.1362	15.4754	120.0339	<0.20667	473.0063	41.0458	0.0361	2.1566	432.5304	<0.031816	0.2522	10.8033	850000	4.5954
2019-MT-026b-circulo b-gn - 2	María Teresa	Bubulina/Bubulina/1180	2019-MT-026b	104627.9397	<3.1179	3.4602	<7.1356	<0.27959	<0.26991	<1.0099	<1.1003	<0.034433	1.9720	17.9904	124.0068	<0.2372	437.9679	31.3817	0.0230	1.5405	394.9797	0.0728	0.5115	12.0588	850000	4.5442
2019-MT-026b-circulo b-gn - 3	María Teresa	Bubulina/Bubulina/1180	2019-MT-026b	105301.5587	<3.0121	3.9272	<6.2993	<0.28531	<0.32161	<0.76136	<1.0503	<0.041048	2.1030	25.4882	125.9283	<0.21215	424.0967	37.4653	0.0145	1.3239	380.5080	0.0485	0.4105	16.6113	850000	4.6507
2019-MT-026b-circulo b-gn - 4	María Teresa	Bubulina/Bubulina/1180	2019-MT-026b	104705.1765	<2.938	4.4313	22.8278	<0.23782	<0.45158	<0.95254	1.2273	1.6873	2.3348	24.6769	131.7429	<0.21972	313.9892	29.7878	0.0155	1.1253	287.0920	0.1010	0.6138	26.8729	850000	4.7493
2019-MT-026b-circulo b-gn - 5	María Teresa	Bubulina/Bubulina/1180	2019-MT-026b	103215.8546	<2.7121	3.0525	<5.7489	<0.27654	<0.43333	<0.81865	<0.8983	0.0421	2.0849	32.7993	132.9953	<0.17107	390.9317	30.2642	<0.012996	0.7829	350.7211	0.0801	0.3764	16.7361	850000	4.6198

Análisis	Yacimiento	Sector/Cuerpo/Sección	Muestra	S (ppm)	Cr (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Co (ppm)	Ni (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Ga (ppm)	Ge (ppm)	As (ppm)	Se (ppm)	Mo (ppm)	Ag (ppm)	Cd (ppm)	In (ppm)	Sn (ppm)	Sb (ppm)	Au (ppm)	Hg (ppm)	Tl (ppm)	Pb (ppm)	Bi (ppm)
MPP317A-círculo b-gn - 1	Perubar	Juanita	MPP317A	88520.4000	<3.8008	1.0058	<7.9153	<0.35773	<0.50414	<1.3188	2.6452	<0.044899	1.0441	2.9402	81.8943	<0.25763	1293.0100	22.3327	0.0329	8.2895	1166.2200	<0.036319	<0.084425	224.7870	876200	5.0905
MPP317A-círculo b-gn - 2	Perubar	Juanita	MPP317A	87848.4000	<3.5259	<0.46472	<6.9781	<0.31991	<0.46499	<1.1273	<0.86899	<0.048461	1.0022	2.6971	80.4985	<0.19996	1094.8700	21.4350	0.0196	5.0275	1006.0200	<0.030233	<0.080967	209.7430	876200	4.8617
MPP317A-círculo b-gn - 4	Perubar	Juanita	MPP317A	88169.1000	<3.2815	0.5038	21.9254	<0.28551	<0.47844	<1.202	23.3454	<0.041649	1.1732	2.1837	81.7065	<0.23192	1100.4700	24.3193	0.0241	5.7215	1004.3100	<0.030936	<0.075283	208.2790	876200	4.8301
MPP517-círculo d-gn- 1	Perubar	Cecilia Sur	MPP517	84715.1000	<5.1888	<0.64189	<9.14	<0.42976	<0.59516	2.2857		<0.068909	1.7839	<1.3302	150.2140	<0.44765	705.0430	41.3769	<0.019861	0.3126	634.7710	<0.03505	0.0788	25.4071	861900	0.3160
MPP517-círculo d-gn- 2	Perubar	Cecilia Sur	MPP517	82230.0000	<5.1821	<0.76751	<11.0167	<0.41962	<0.7	2.0837		<0.10365	1.7982	<1.3626	159.9490	<0.43568	693.3060	42.4548	<0.024087	0.3123	622.8880	<0.054061	0.0758	23.5142	861900	0.3050
MPP517-círculo d-gn- 3	Perubar	Cecilia Sur	MPP517	82373.5000	<5.3404	<0.76123	<11.0349	<0.48958	<0.64244	2.2928		<0.11903	1.4522	<1.3852	145.4410	<0.51267	669.8760	44.4979	<0.022171	0.3279	602.4940	<0.051613	<0.081114	20.6012	861900	0.3515
MPP517-círculo d-gn- 4	Perubar	Cecilia Sur	MPP517	84938.9000	<5.365	<0.75238	<10.9981	<0.4808	<0.70121	2.2350		<0.089299	1.7626	<1.3236	146.4560	<0.55962	709.0460	41.2651	<0.026428	0.3153	624.8480	<0.070306	<0.077603	25.5620	861900	0.3277
MPP517-círculo d-gn- 5	Perubar	Cecilia Sur	MPP517	81846.5000	<5.4095	<0.7169	<10.9881	<0.47501	<0.77068	<1.434		<0.088645	2.0778	<1.2688	161.9410	<0.54343	716.4710	41.2833	<0.023589	0.2884	645.0670	<0.040852	0.1092	24.6599	861900	0.3136
MPP535-círculo a-gn- 1	Perubar	Cecilia Sur	MPP535	81504.9000	<4.0706	0.9188	<9.7686	<0.43203	<0.67976		2.0741	<0.061889	<0.4711	<1.1621	23.3115	<0.24042	959.4760	30.4533	<0.01933	0.6360	1201.3600	<0.037811	0.0994	461.8400	864300	0.2441
MPP535-círculo c-gn- 1	Perubar	Cecilia Sur	MPP535	81549.2000	<4.3061	<0.68952	23.9847	<0.41225	<0.62938	<1.6109		<0.064208	<0.49113	1.1806	21.0071	<0.43905	759.2770	32.8359	0.0167	0.6384	880.4720	0.0405	0.1227	349.4480	863800	0.2592
MPP535-círculo c-gn- 2	Perubar	Cecilia Sur	MPP535	81326.6000	<4.4808	<0.65604	<10.4597	<0.39842	<0.62804	<1.5075		<0.068756	<0.49796	1.2421	21.9381	<0.33415	709.7380	28.6260	<0.021662	0.5296	816.7040	<0.059912	<0.094101	322.2000	863800	0.2567
MPP535-círculo c-gn- 3	Perubar	Cecilia Sur	MPP535	81306.2000	<4.2475	1.0984	14.5302	<0.3898	<0.6478	<1.5093	9.2628	<0.065875	<0.48941	<1.0703	23.3825	<0.38311	663.1280	28.1737	<0.013853	0.4214	762.5650	<0.032228	<0.087333	295.3720	863800	0.2987
MPP535-círculo d-gn- 1	Perubar	Cecilia Sur	MPP535	80588.1000	<4.4097	0.9337	<10.9529	<0.47352	<0.78941	15.9960	43.1309	<0.099158	<0.55468	<1.2015	24.8172	<0.43875	923.4470	33.3678	<0.022953	0.9376	1051.5400	<0.035376	<0.094524	383.9440	863800	0.2756



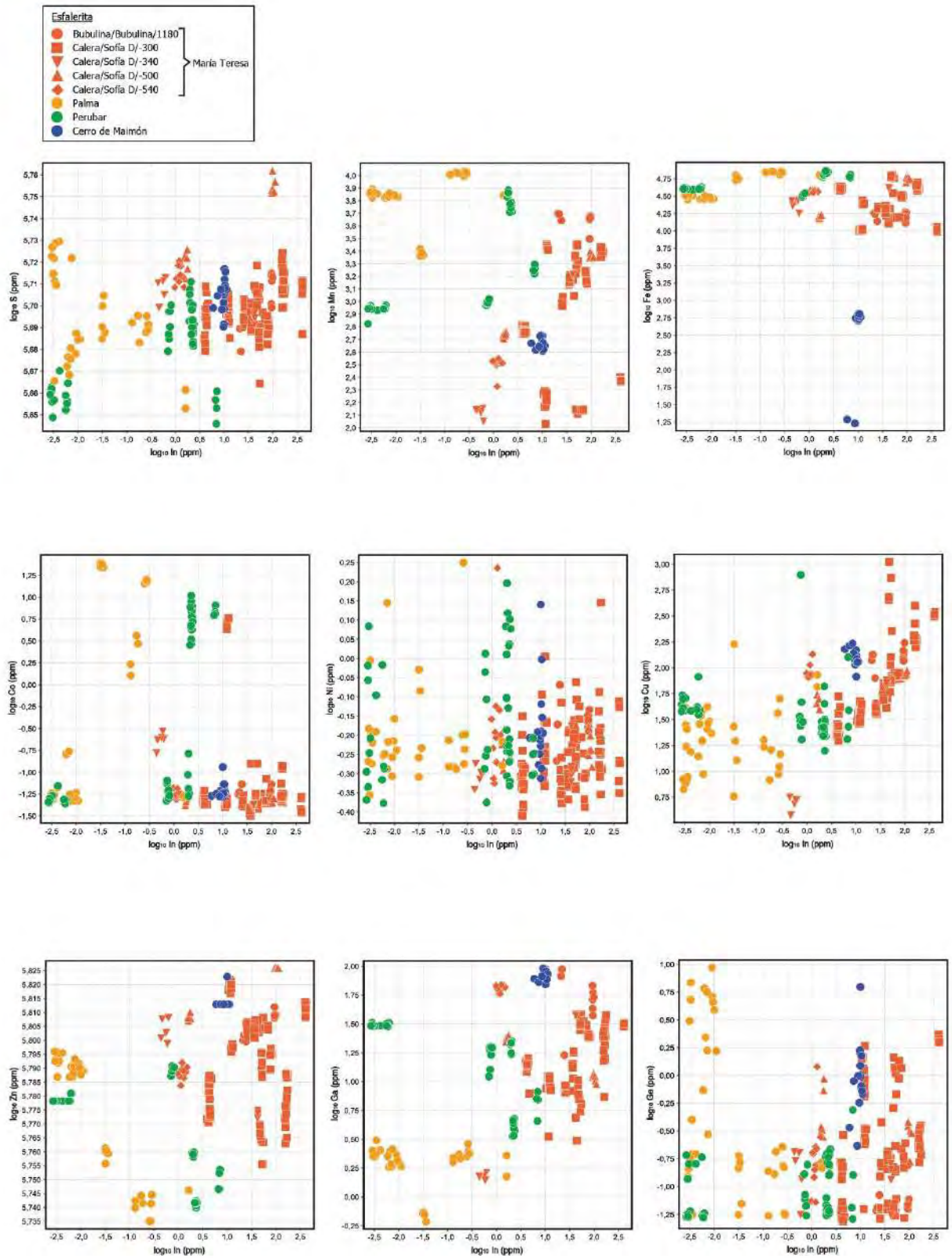
COBRES GRISES

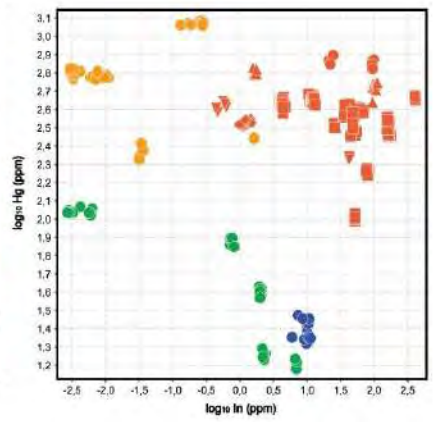
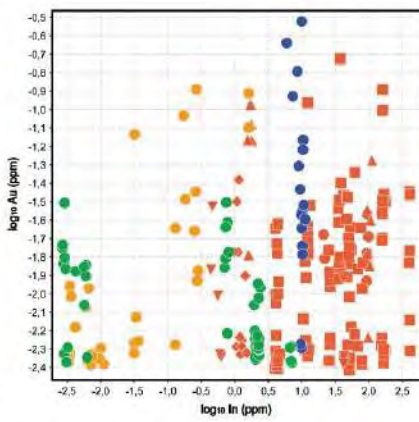
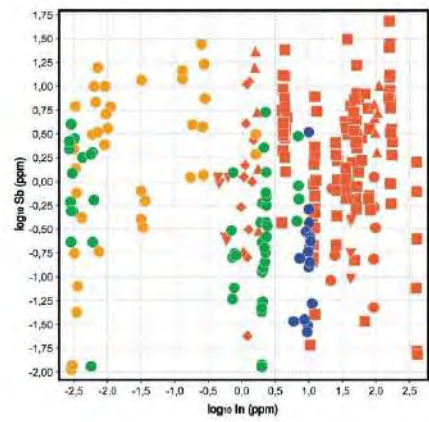
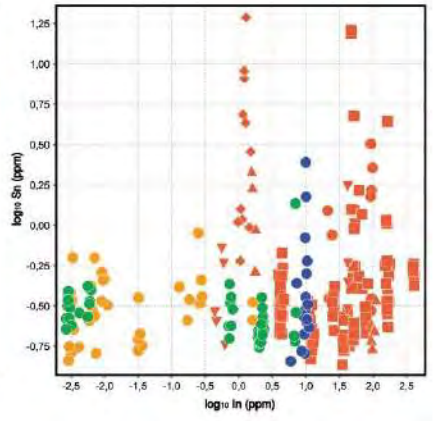
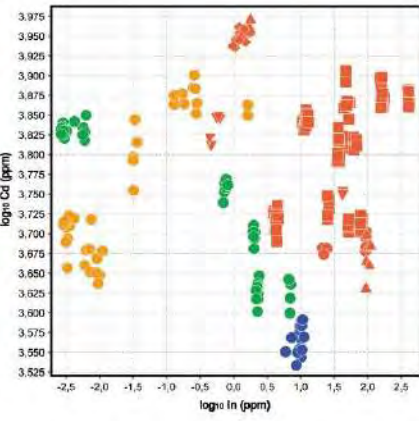
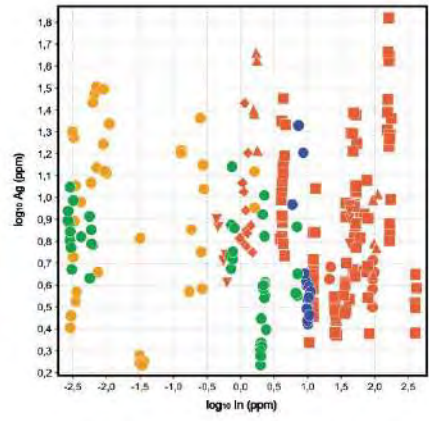
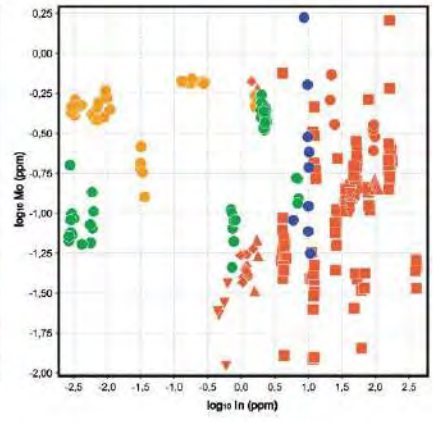
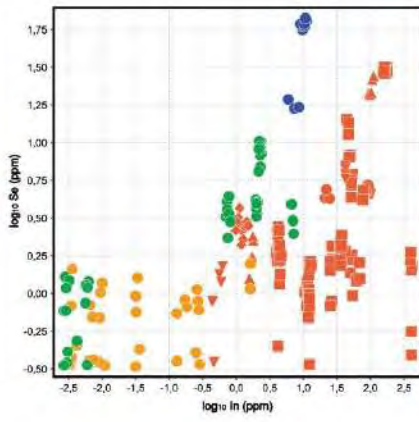
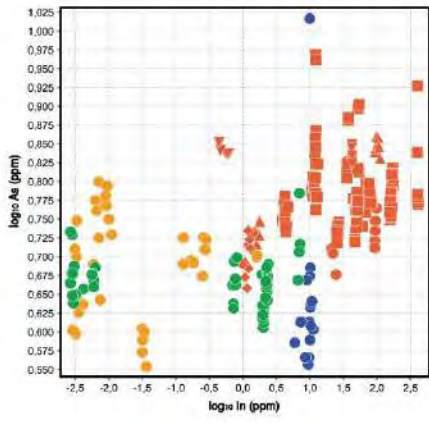
Análisis	Yacimiento	Sector/Cuerpo/Sección	Muestra	S (ppm)	Cr (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Co (ppm)	Ni (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Ga (ppm)	Ge (ppm)	As (ppm)	Se (ppm)	Mo (ppm)	Ag (ppm)	Cd (ppm)	In (ppm)	Sn (ppm)	Sb (ppm)	Au (ppm)	Hg (ppm)	Tl (ppm)	Pb (ppm)	Bi (ppm)
2019-MT-026a-circulo d-CGRs - 2	María Teresa	Bubulina/Bubulina/1180	2019-MT-026a	341591.5889	<8.8364	728.9932	53042	<0.8809	<1.3744	423900	48403.6518	0.5761	0.7978	251532	17.3303	<0.65806	10561.0824	797.7200	5.2262	0.1902	71163	<0.088034	468.3527	0.4057		0.2501
2019-MT-026a-circulo d-CGRs - 3	María Teresa	Bubulina/Bubulina/1180	2019-MT-026a	331773.8749	<8.6437	656.1368	52095	<0.79298	<1.1377	423900	48743.3191	0.4729	<0.78453	242873	15.0643	<0.57998	8971.4861	703.6515	4.6921	0.3169	69835	0.0289	405.1895	<0.066629		0.2268
2019-MT-026a-circulo d-CGRs - 4	María Teresa	Bubulina/Bubulina/1180	2019-MT-026a	322679.2464	<8.7282	695.6965	54142	<0.80211	<0.97348	423900	48311.2450	0.3119	<0.73432	227029	17.3025	<0.55358	10133.9596	774.1393	4.7323	0.1486	69383	<0.049214	431.8963	<0.052729	1.9961	0.2464
2019-MT-026a-circulo d-CGRs - 5	María Teresa	Bubulina/Bubulina/1180	2019-MT-026a	345103.0323	<9.2708	790.2474	52630	<0.89245	<1.3223	423900	50365.4671	0.5077	0.7845	250965	14.5195	<0.61205	11611.1016	831.2733	5.5010	0.1839	73137	<0.11096	508.8828	<0.06939	3.3557	0.2052
2019-MT-026b-circulo c-CGRs - 2	María Teresa	Bubulina/Bubulina/1180	2019-MT-026b	345075.0289	<7.7272	446.6082	45123	<0.6758	<0.88429	414200	59043.8280	<0.12306	<0.75067	<- 45.7218	13.8611	<0.55882	7617.0863	1127.2179	2.6501	0.2484	78145	<0.080736	605.9207	<0.046889	0.5348	0.1892
2019-MT-026b-circulo c-CGRs - 3	María Teresa	Bubulina/Bubulina/1180	2019-MT-026b	322793.9842	<7.604	572.1230	44148	<0.77713	<1.0224	414200	54719.9629	<0.10792	<0.71293	<- 45.4723	14.4084	<0.49881	7601.5964	1078.9078	2.4362	0.3566	74580	<0.071244	552.6577	<0.044352	0.5526	0.1922
2019-MT-026b-circulo c-CGRs - 4	María Teresa	Bubulina/Bubulina/1180	2019-MT-026b	323315.9536	<7.9184	747.0977	44532	<0.79178	<0.91673	414200	53987.2632	<0.13115	<0.74334	<- 23.8975	13.7292	<0.48565	7999.4120	1145.3079	2.7050	0.2650	75744	0.0525	591.4908	<0.048197	0.7423	0.2144

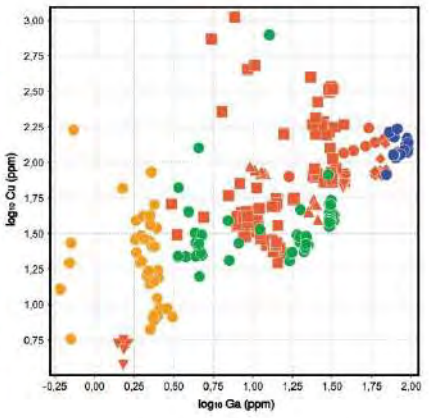
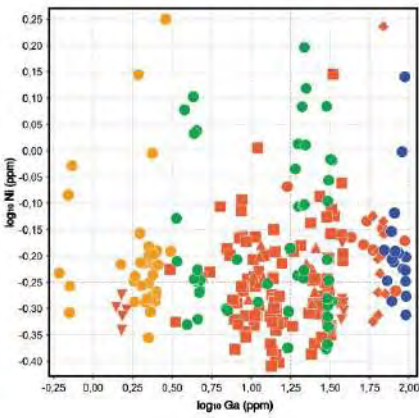
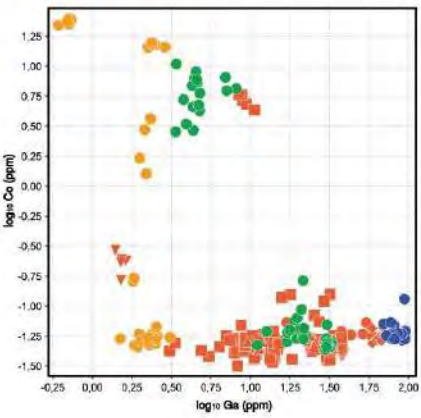
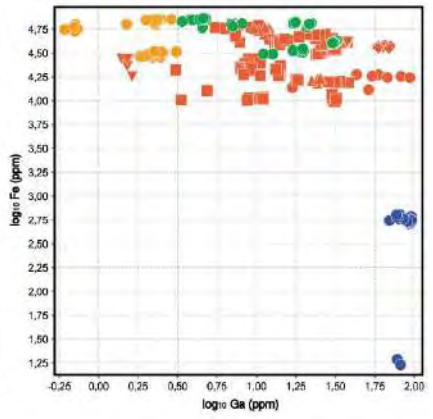
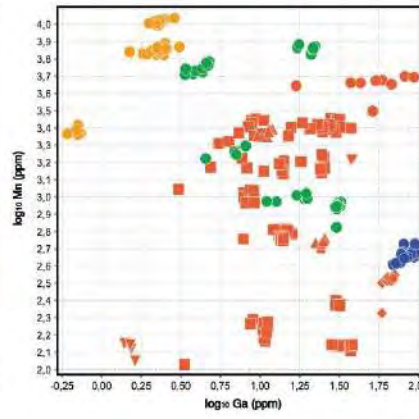
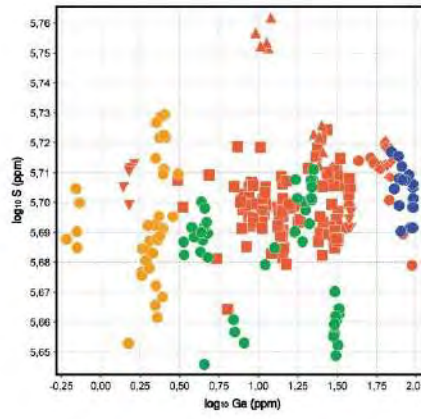
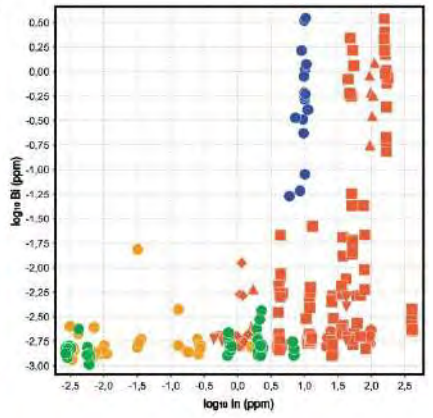
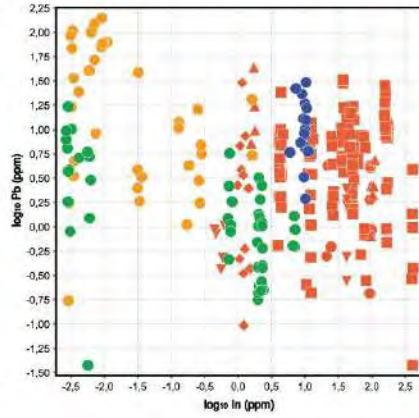
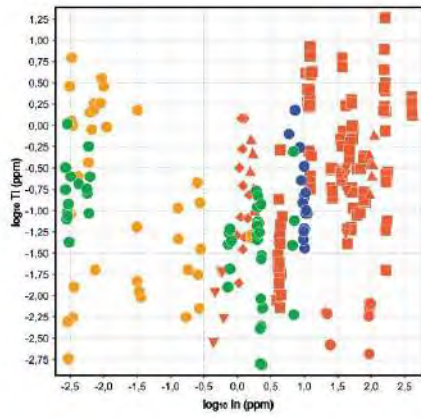


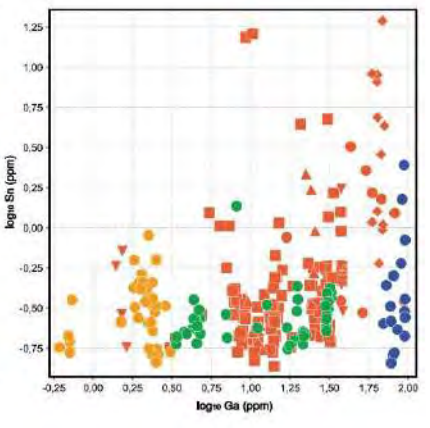
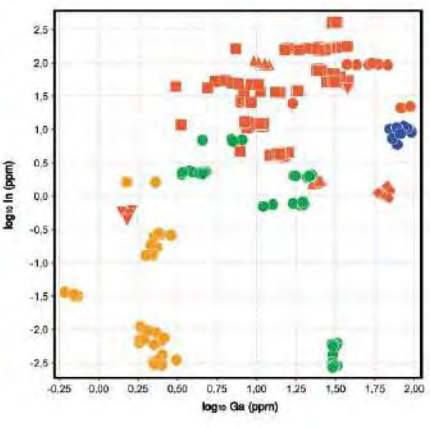
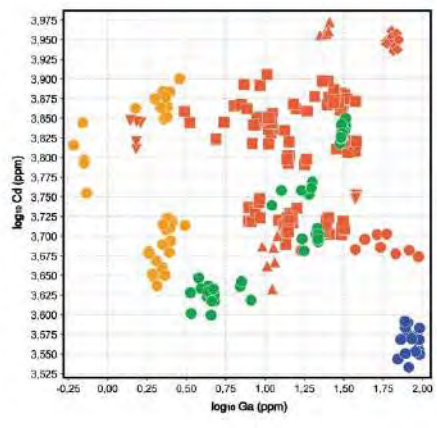
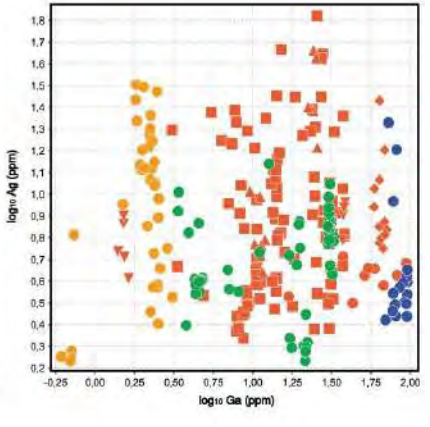
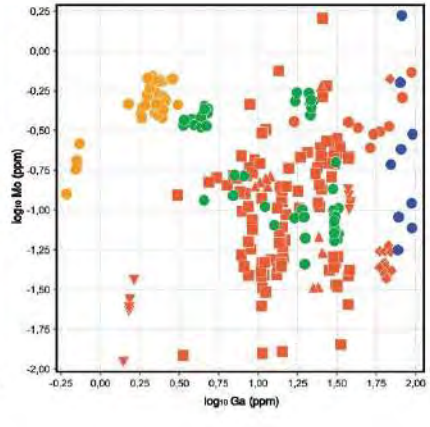
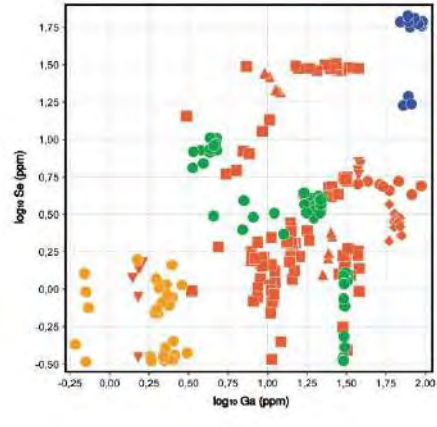
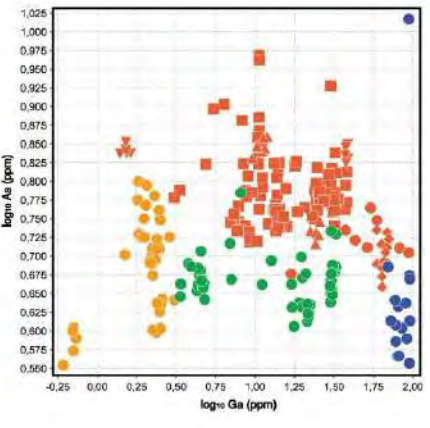
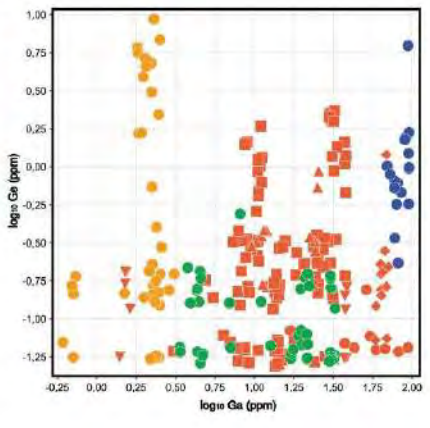
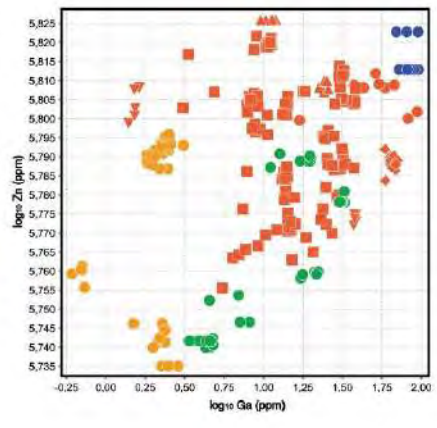
Anexo H

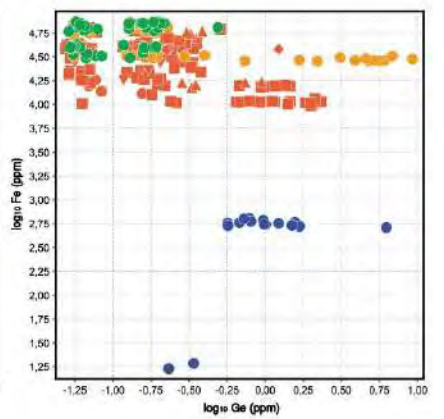
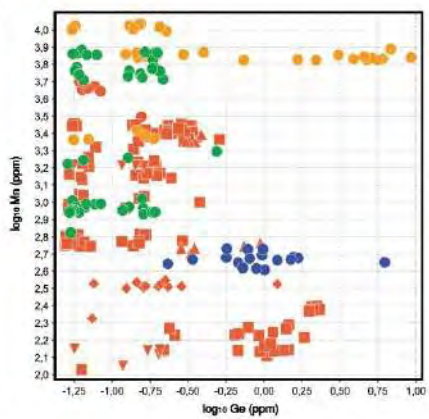
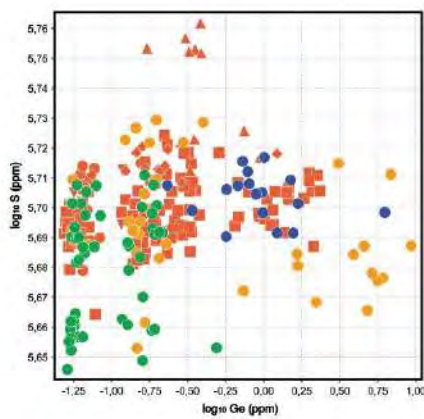
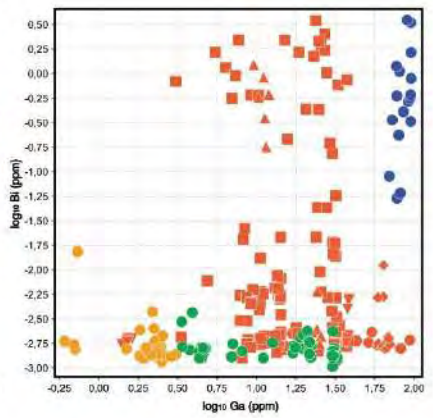
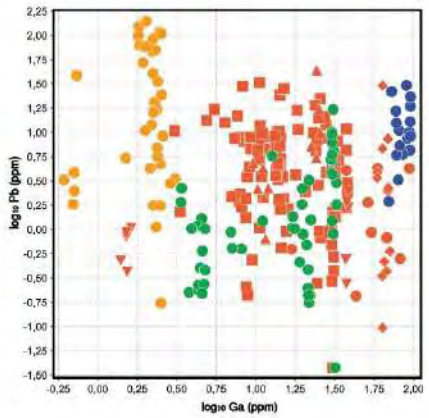
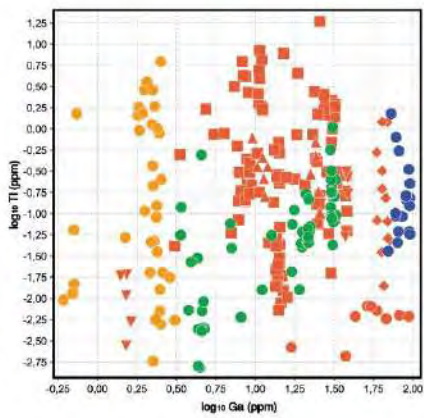
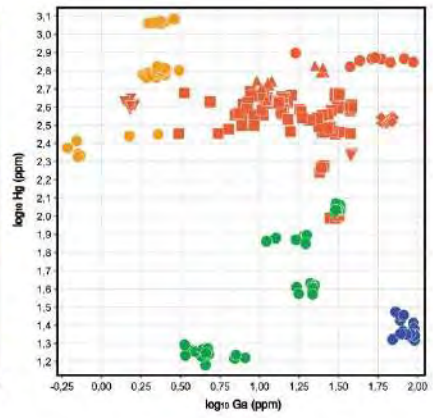
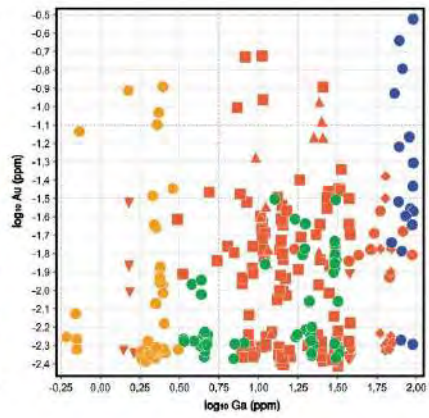
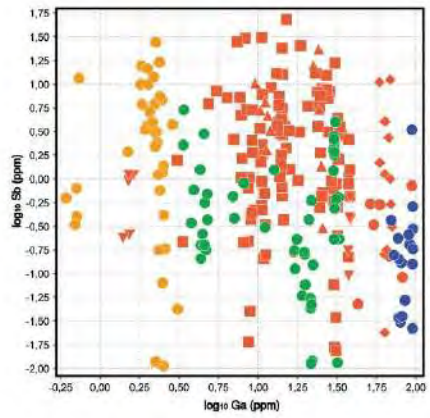
Diagramas binarios para esfalerita.

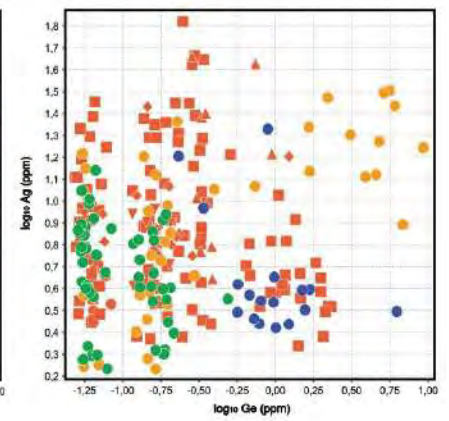
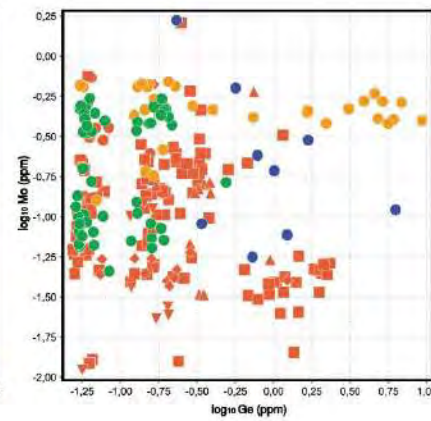
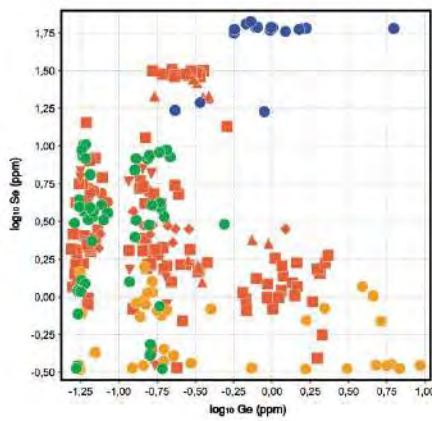
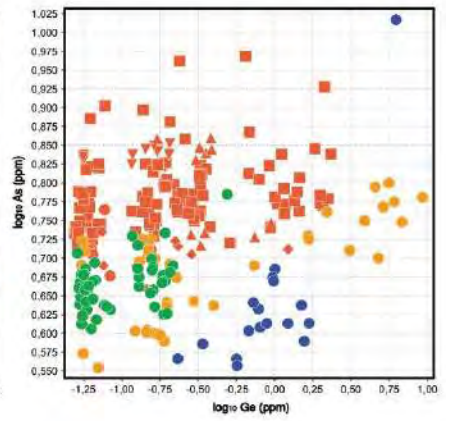
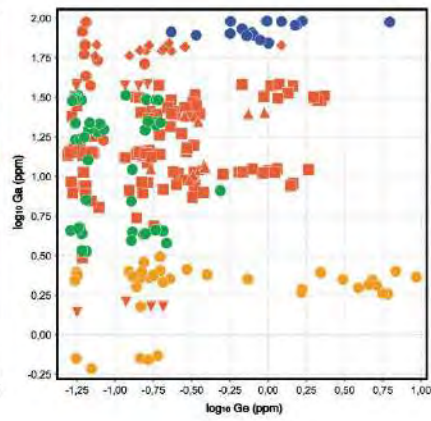
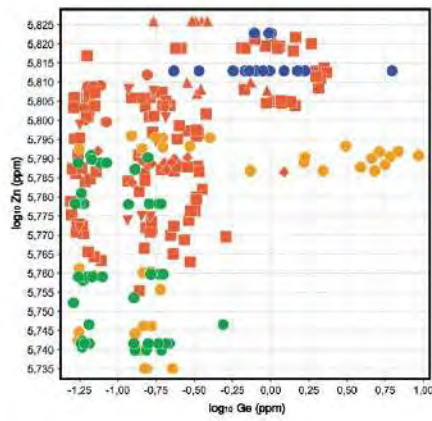
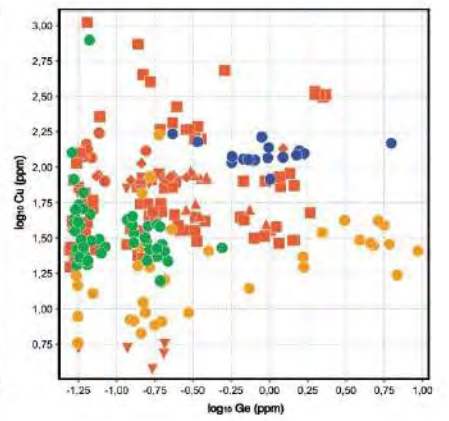
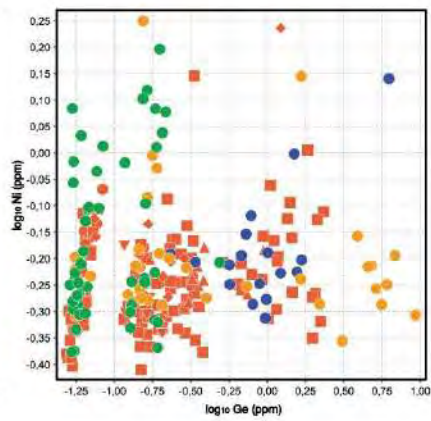
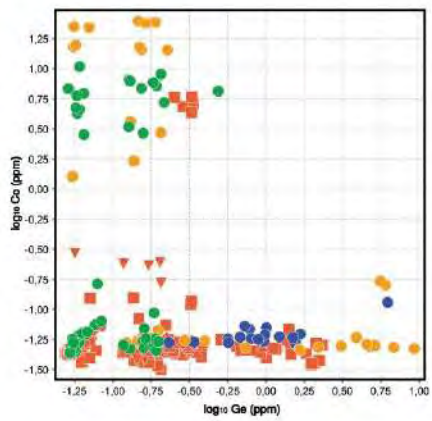


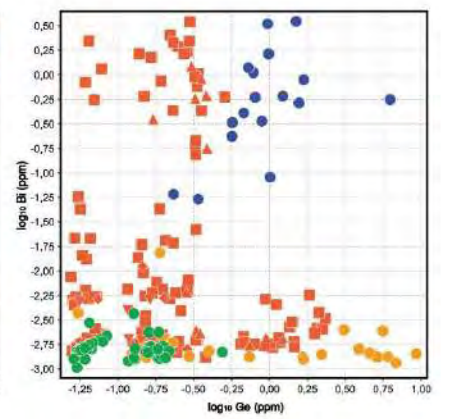
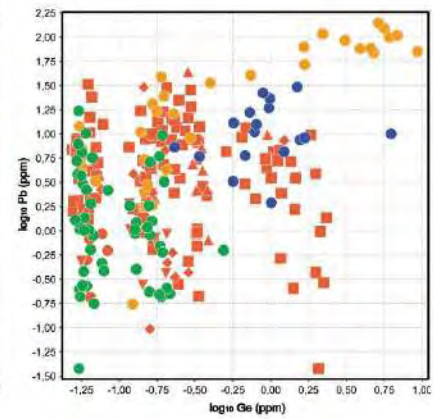
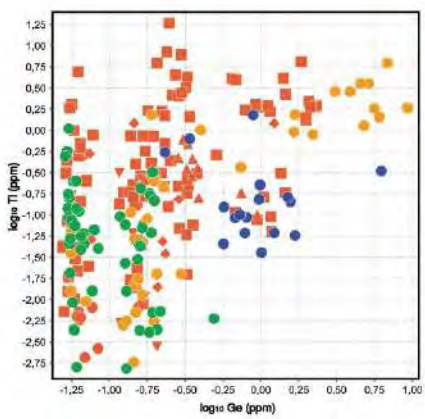
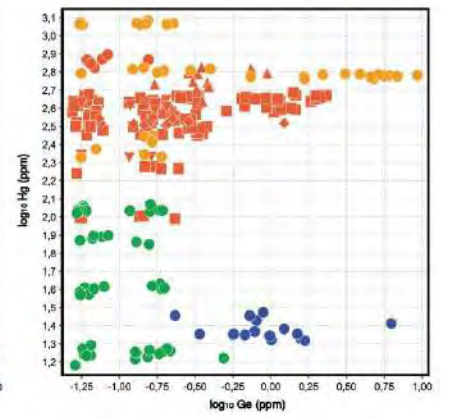
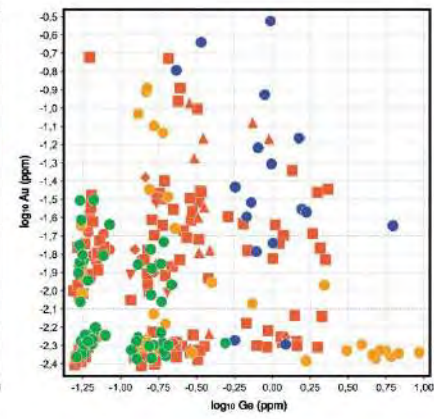
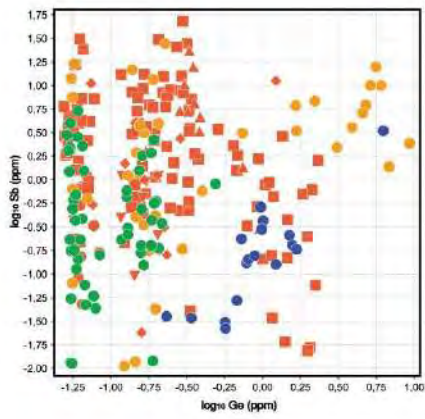
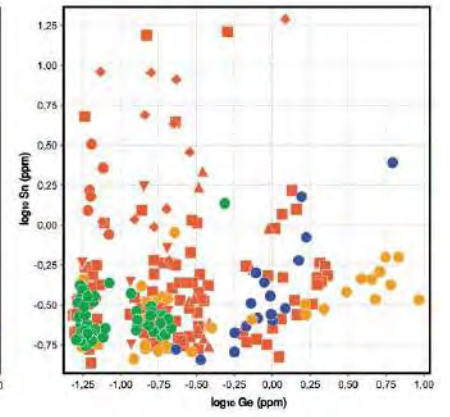
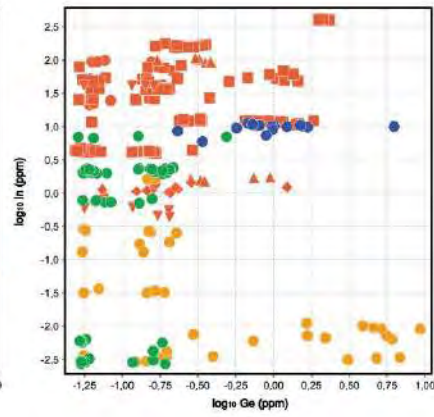
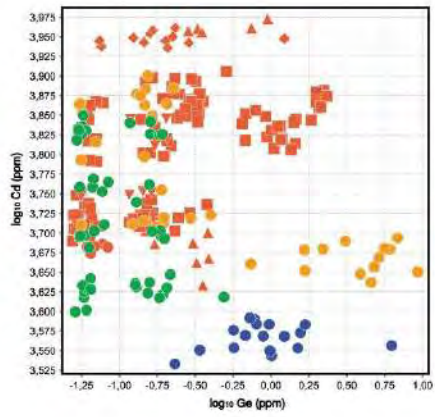


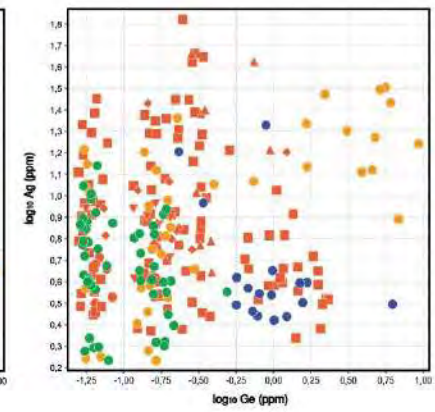
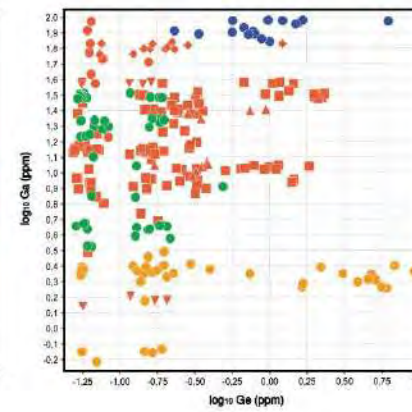
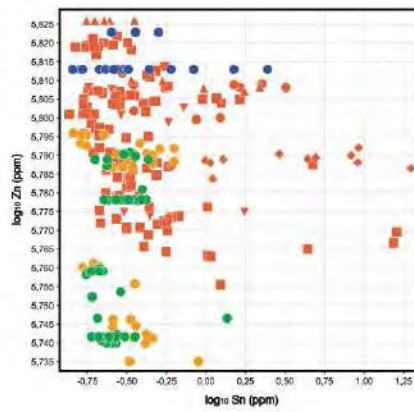
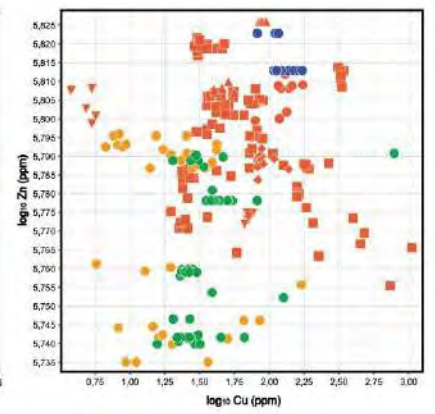
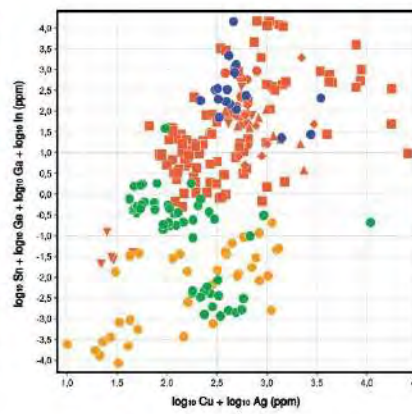
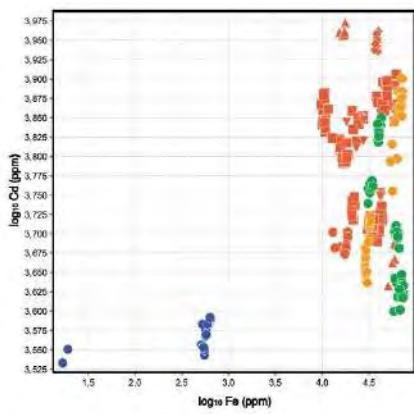
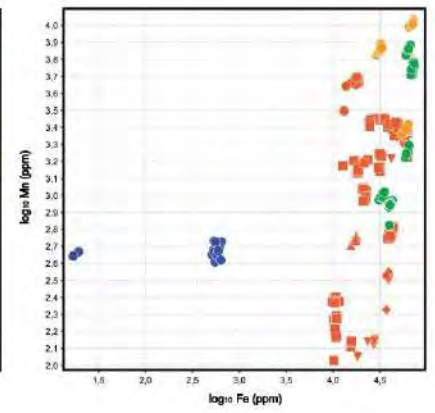
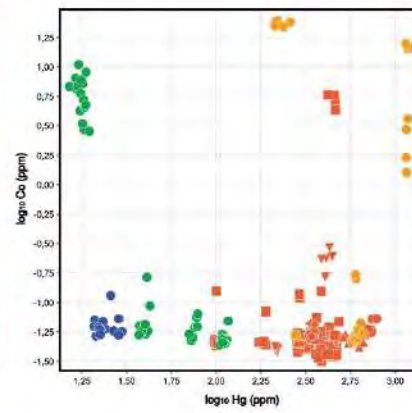
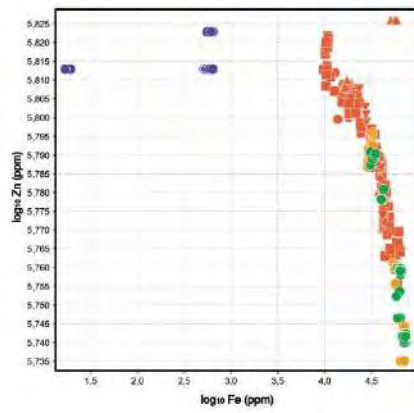


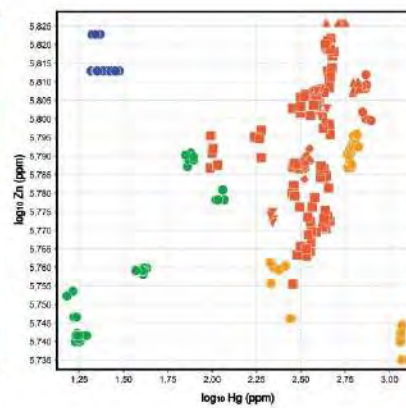
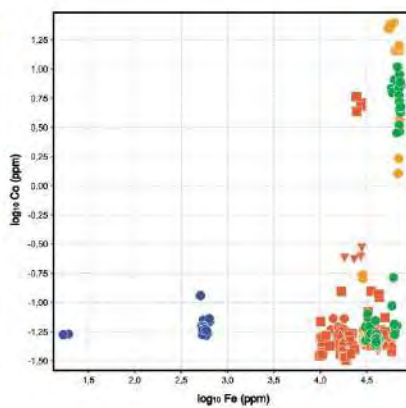
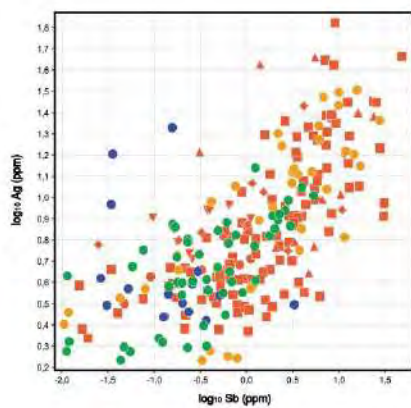






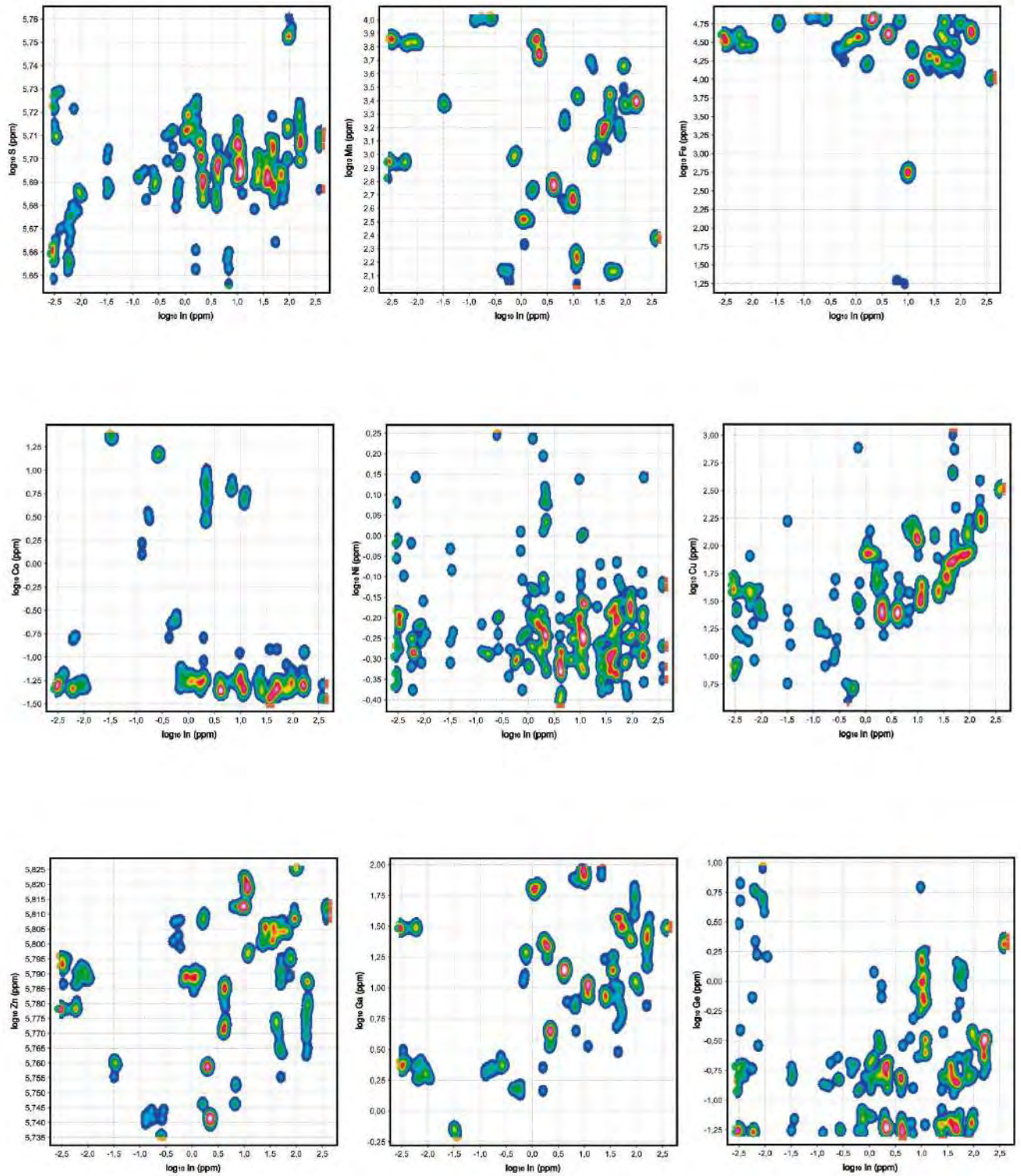


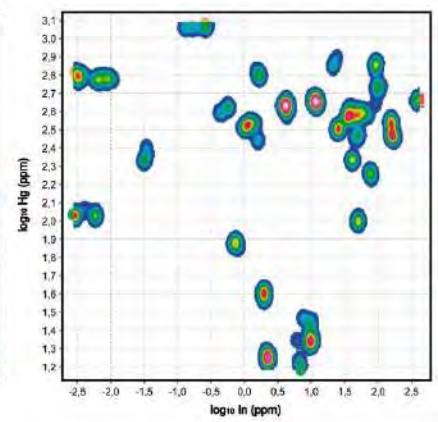
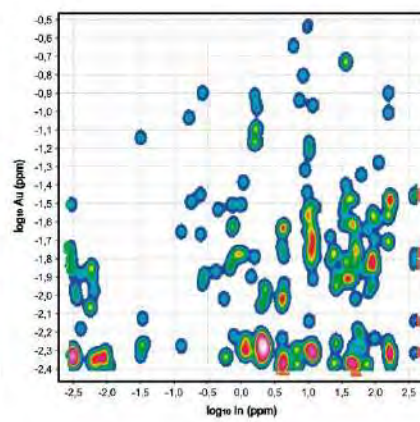
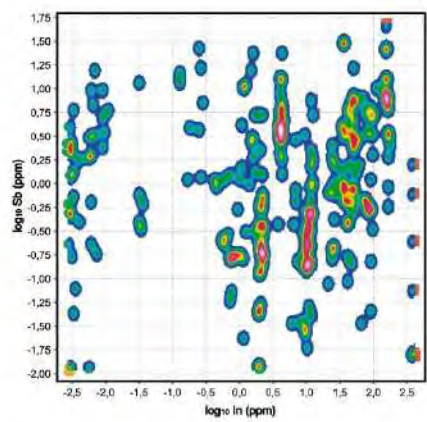
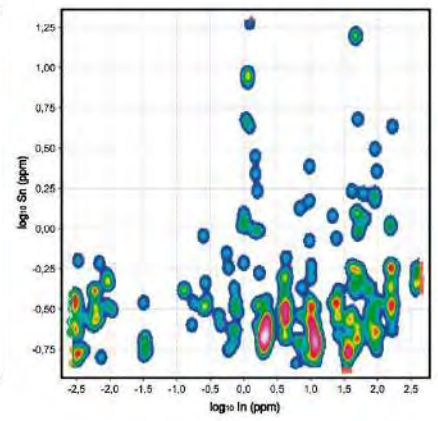
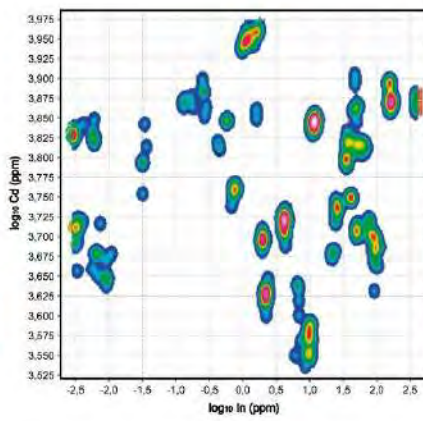
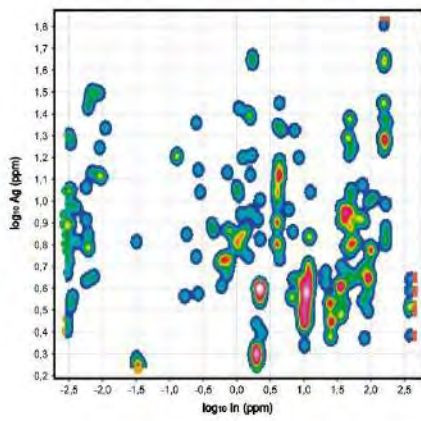
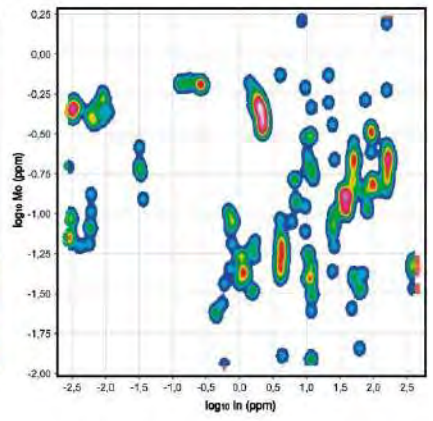
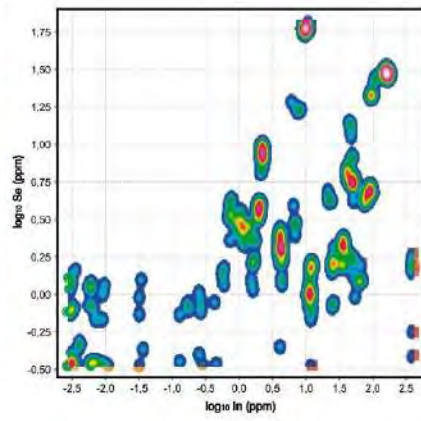
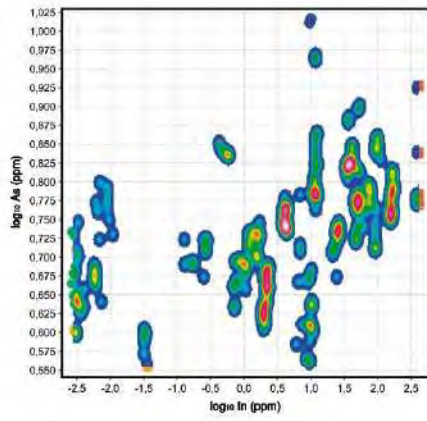


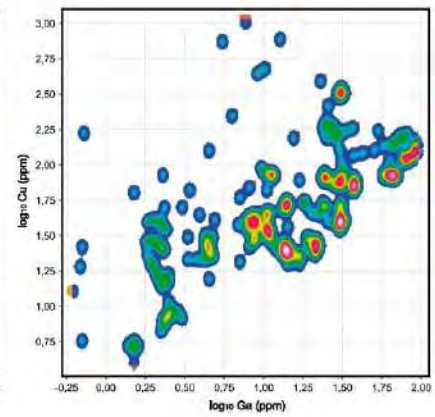
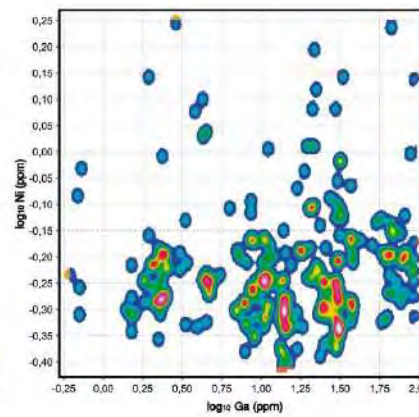
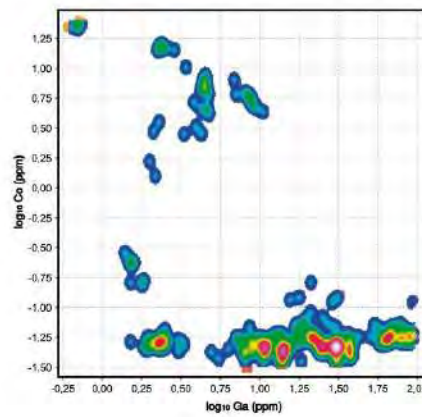
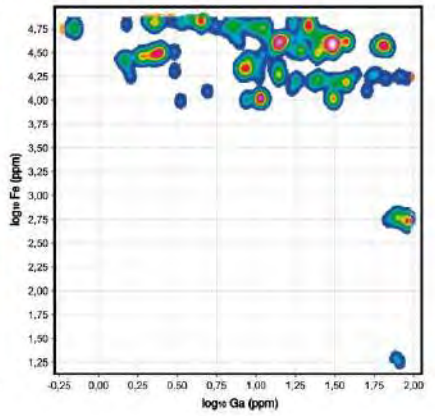
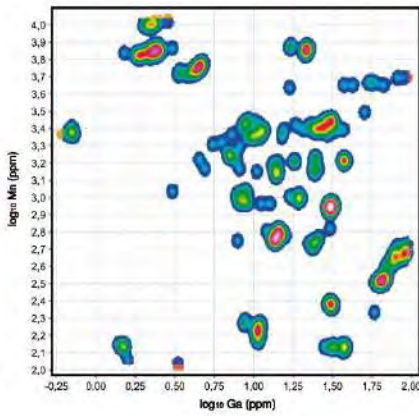
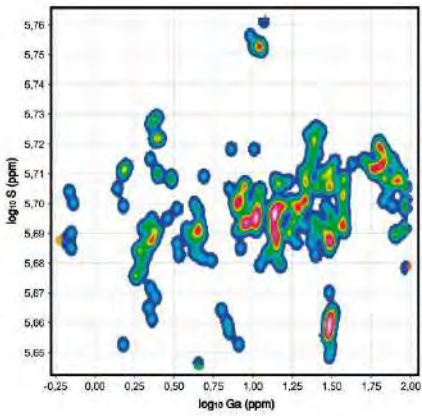
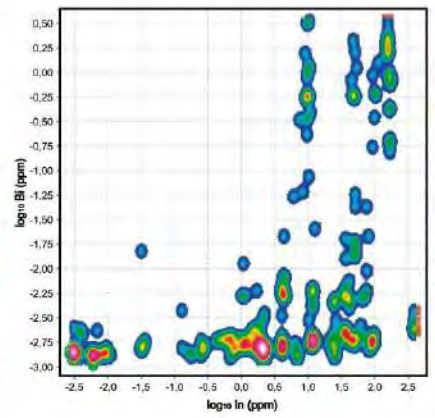
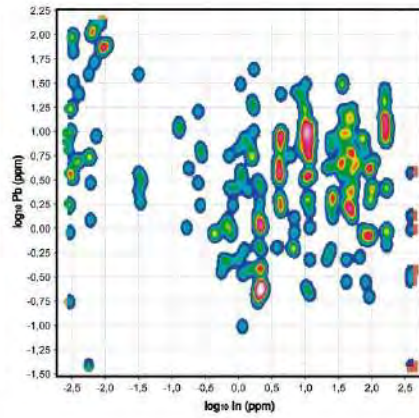
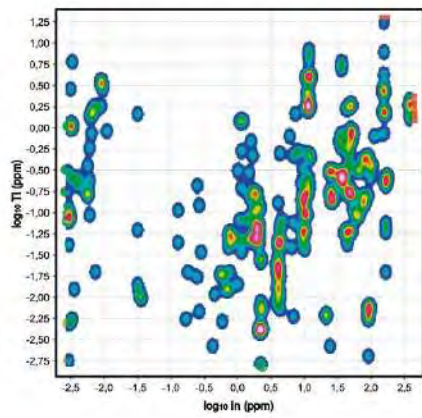


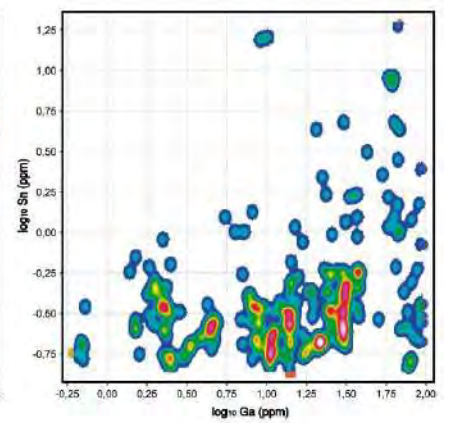
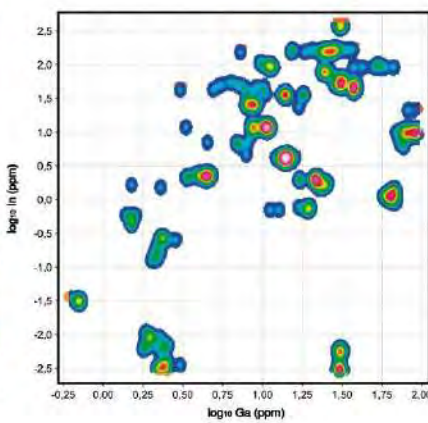
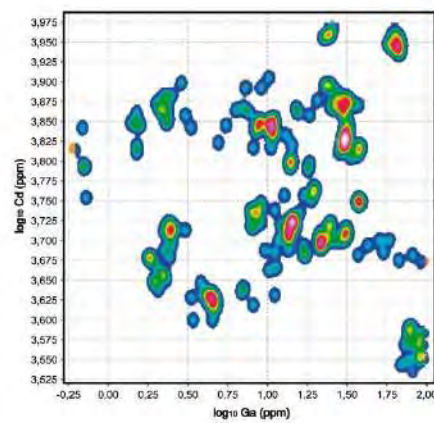
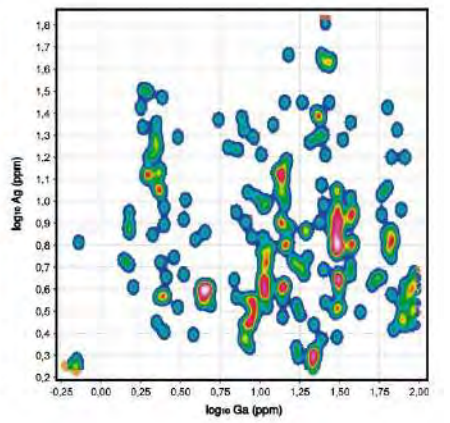
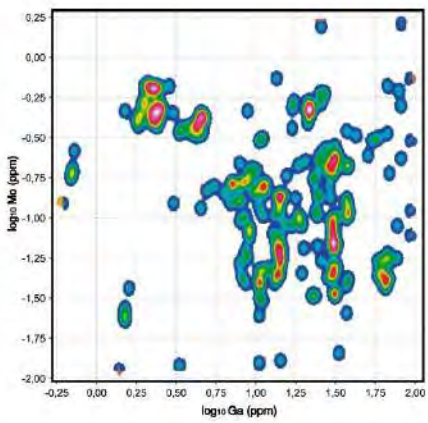
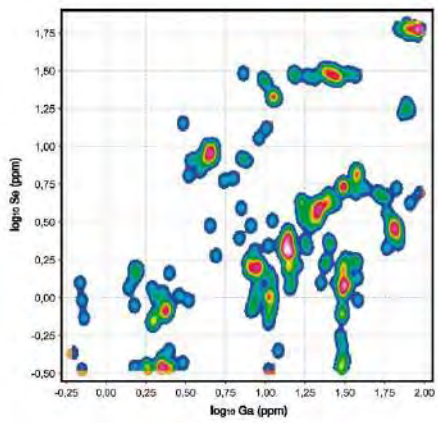
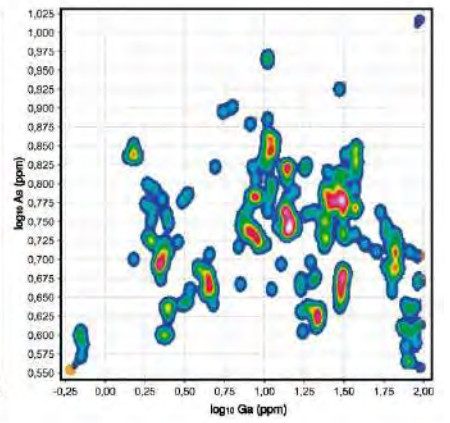
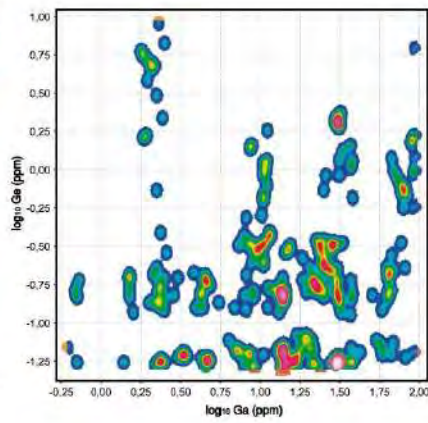
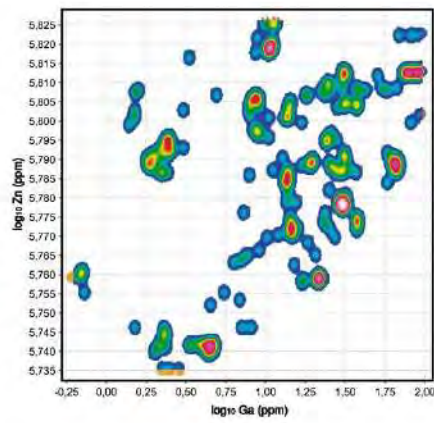
Anexo I

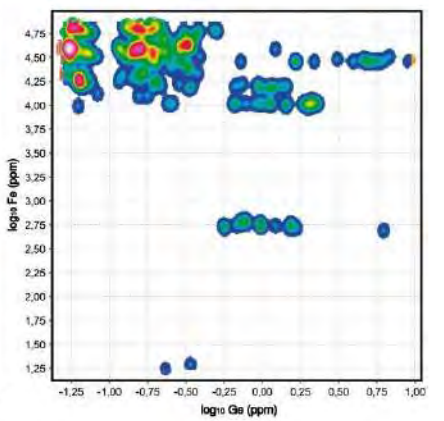
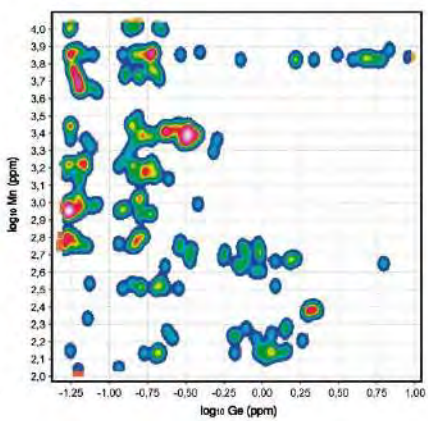
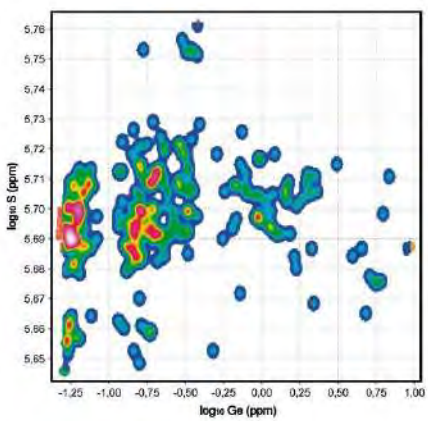
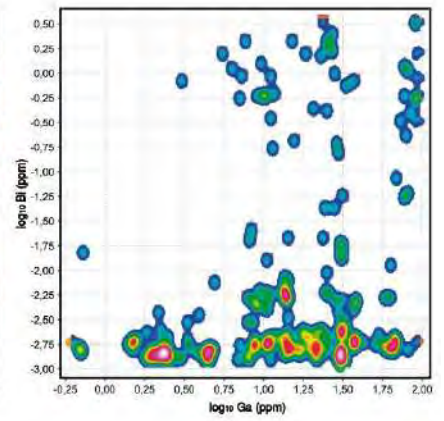
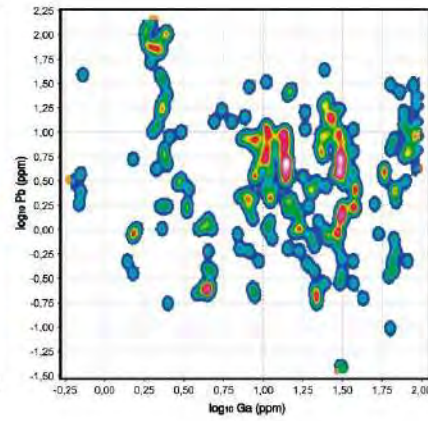
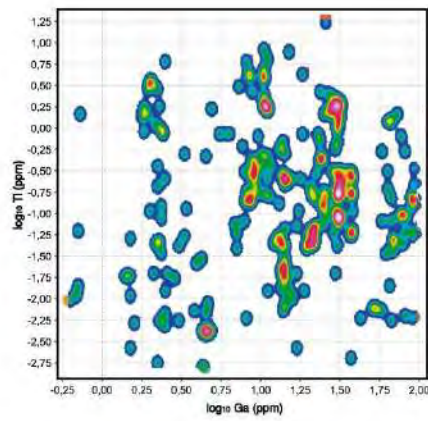
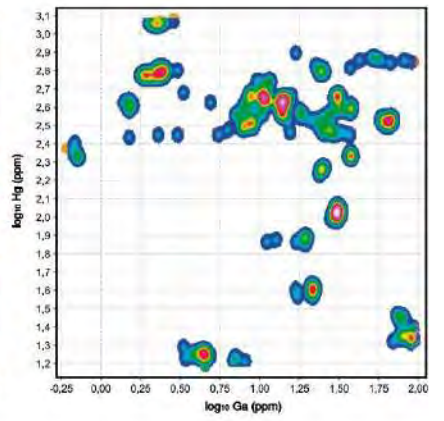
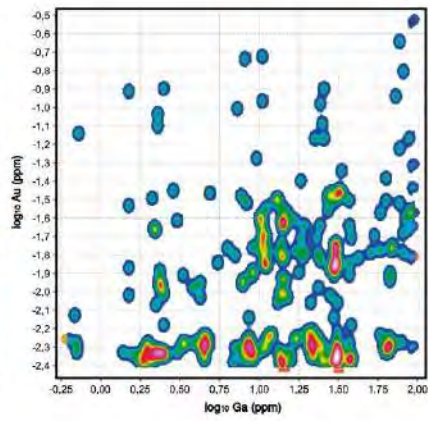
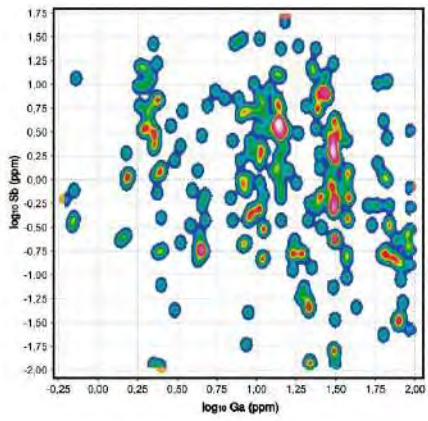
Mapas de calor para esfalerita.

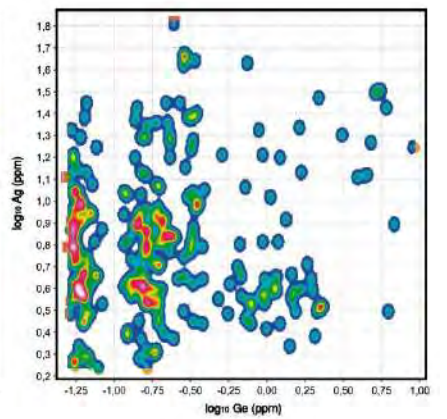
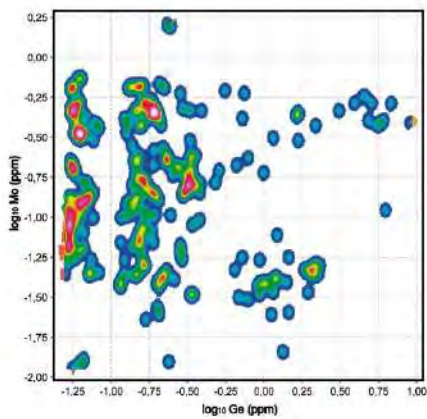
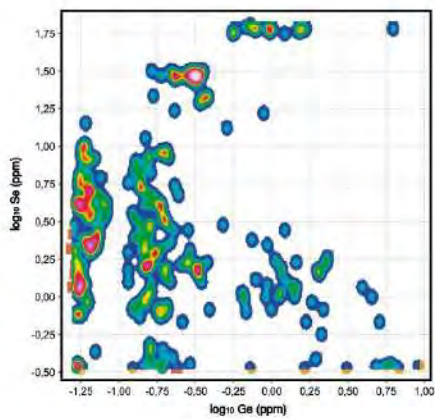
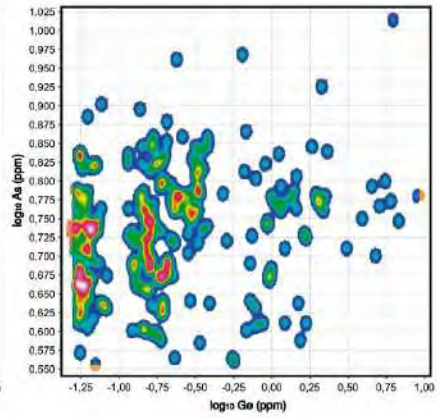
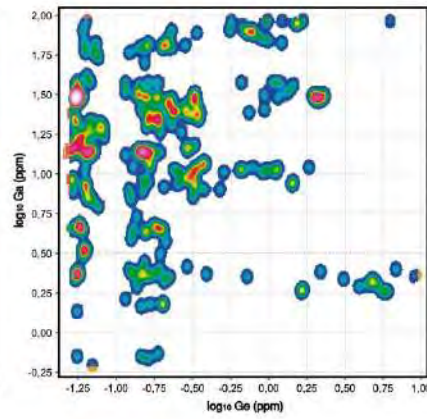
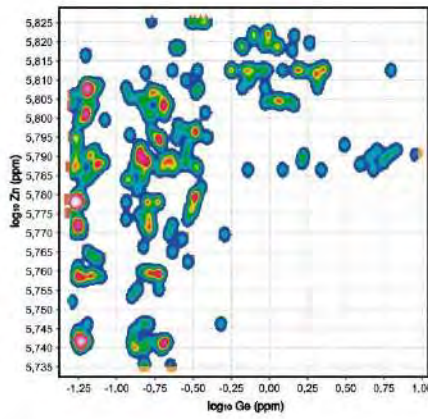
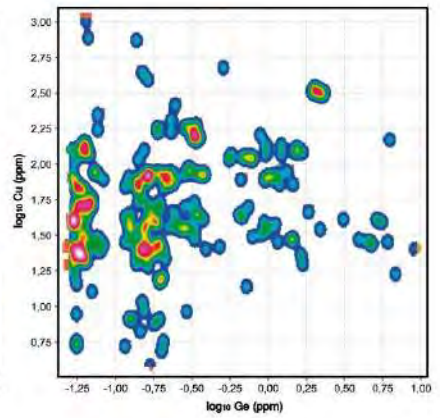
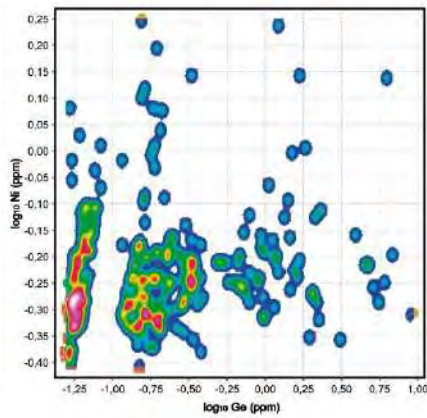
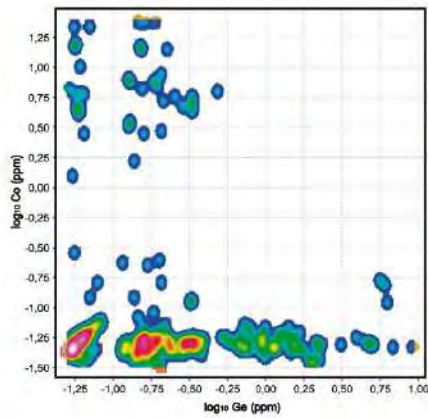


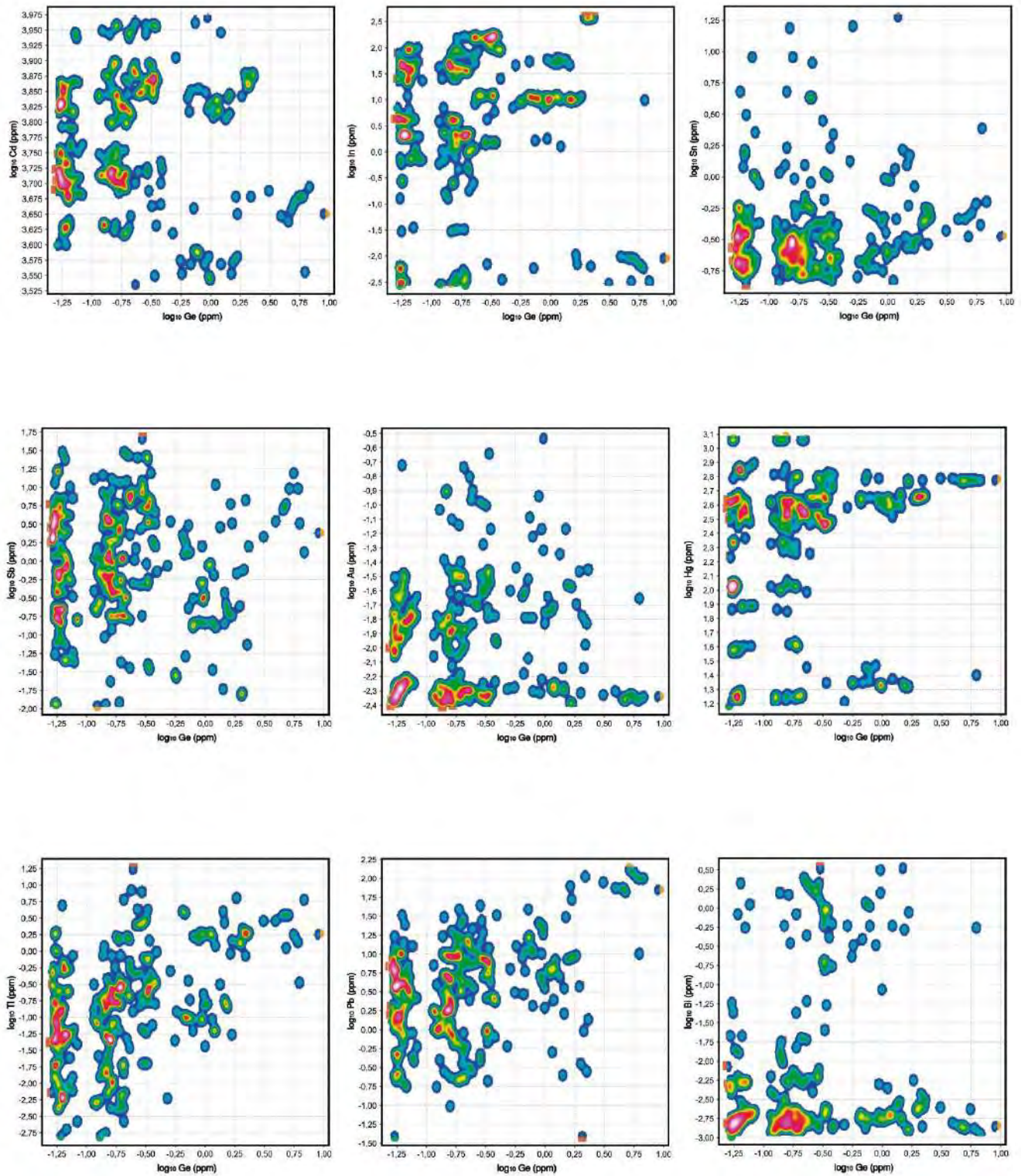


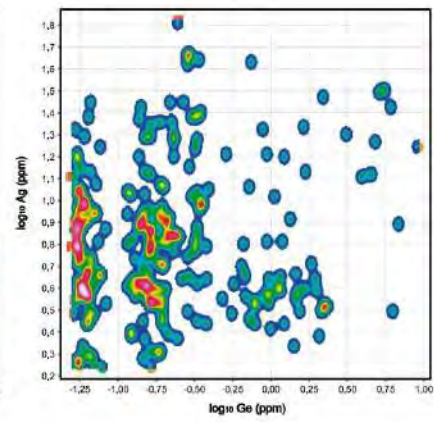
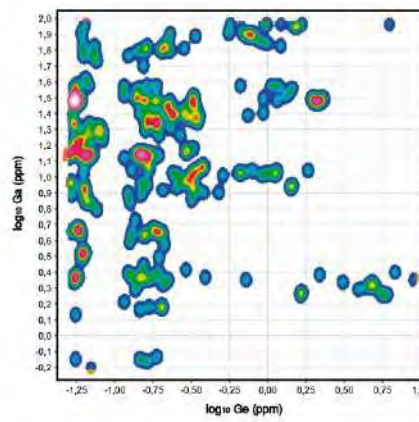
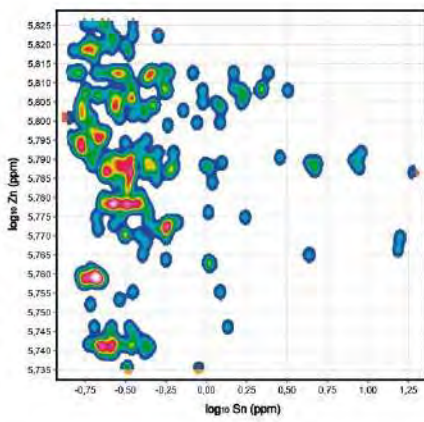
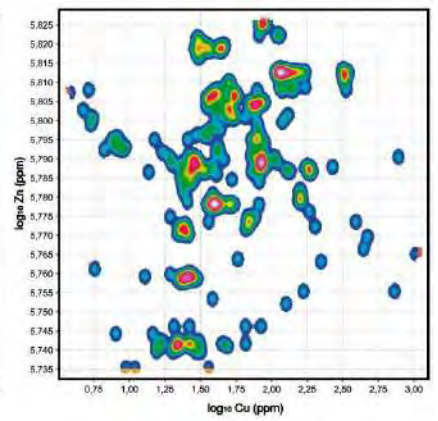
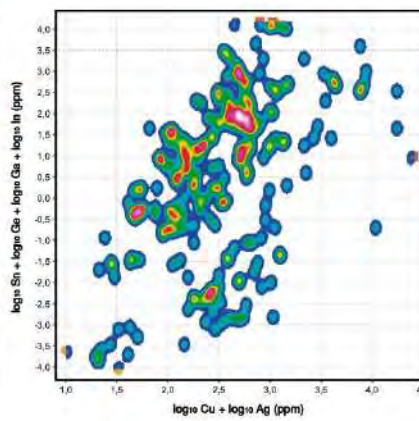
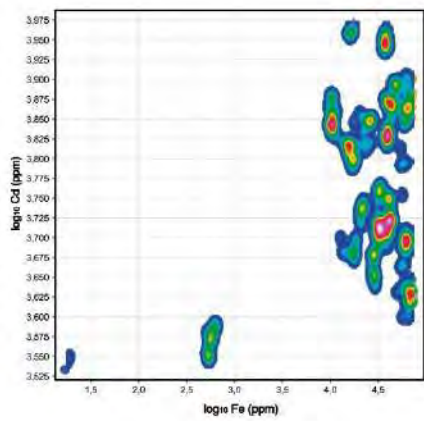
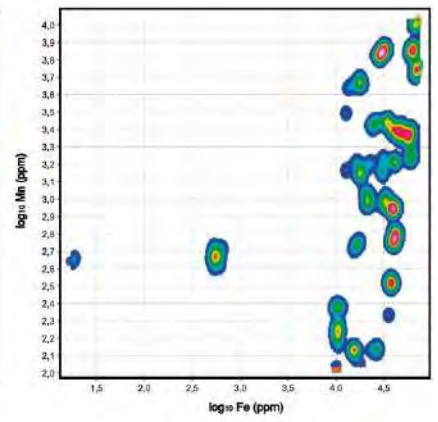
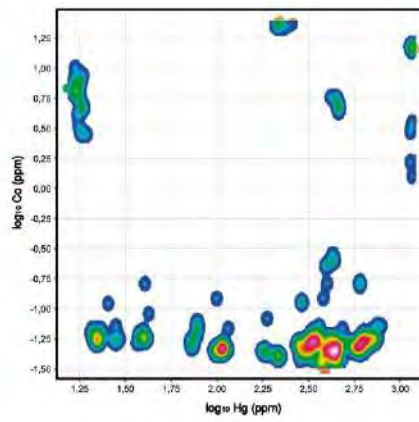
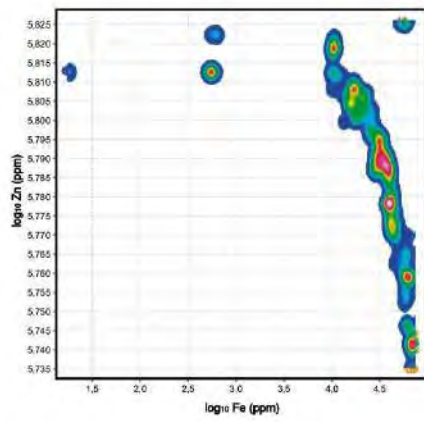


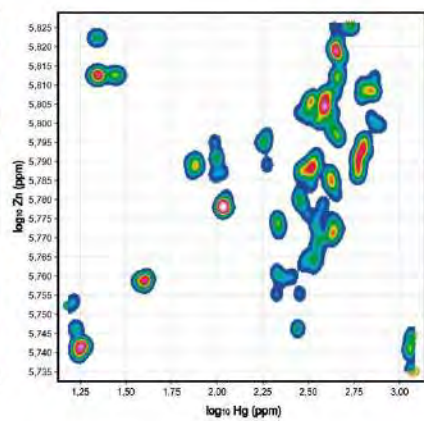
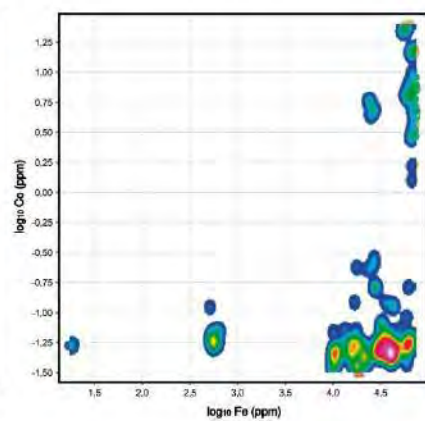
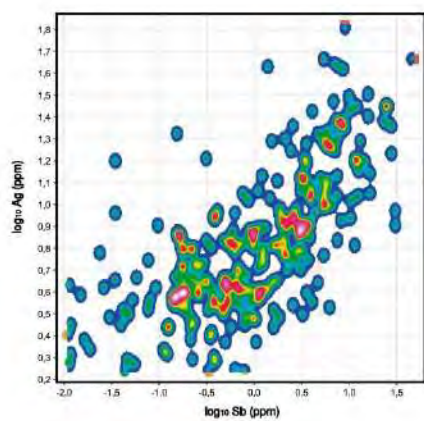






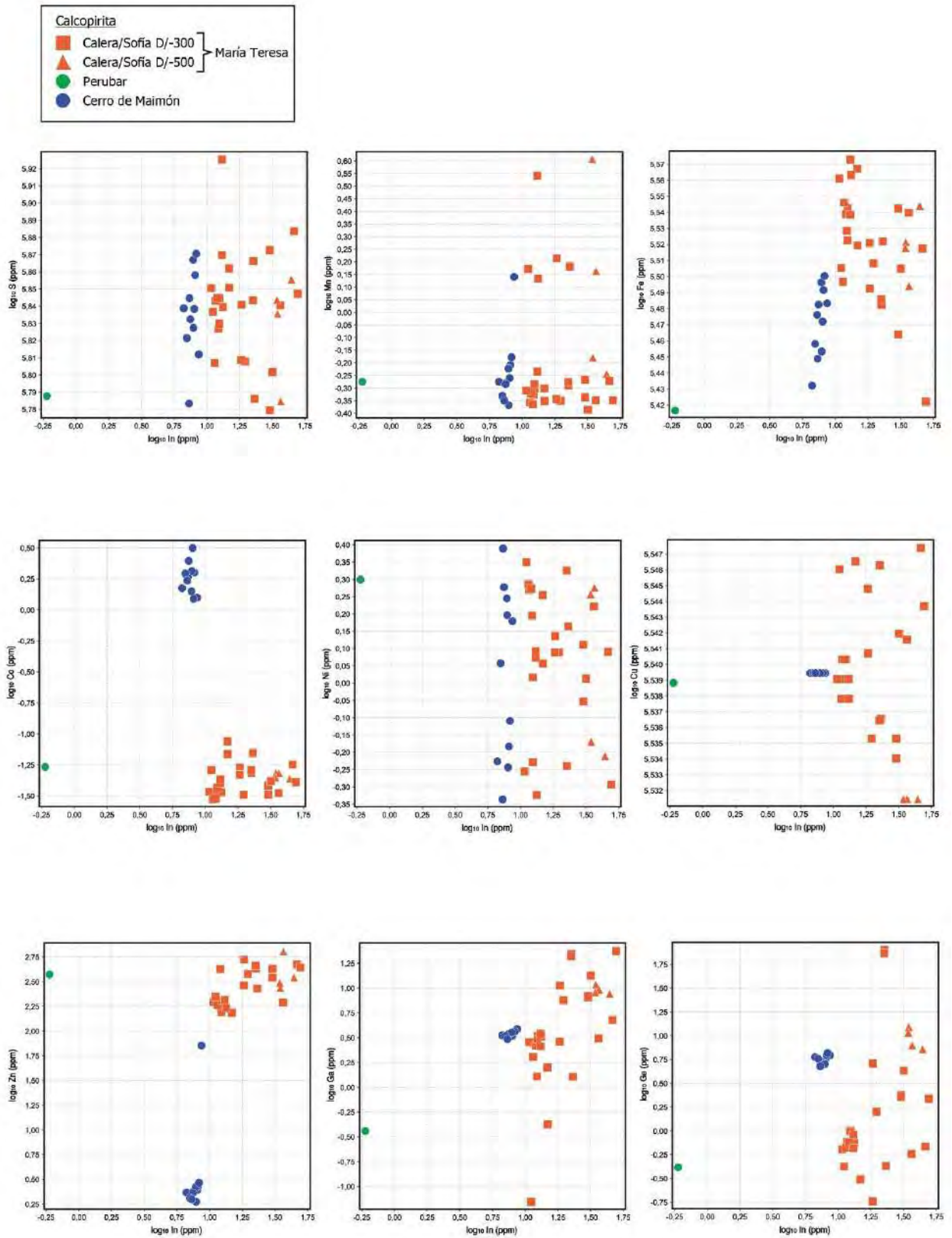


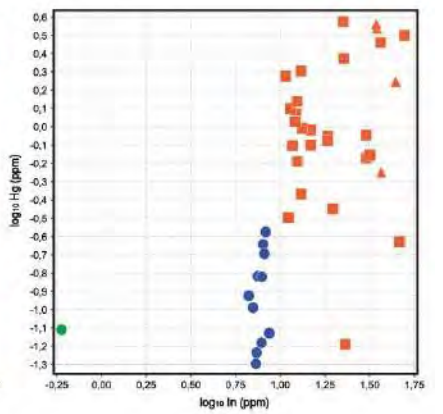
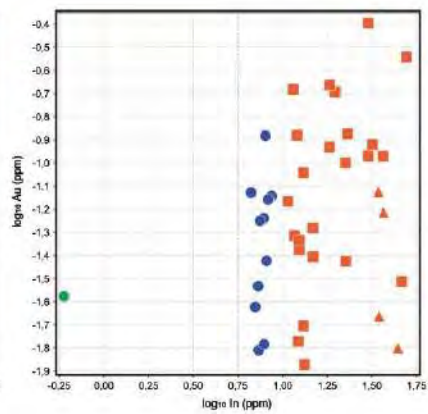
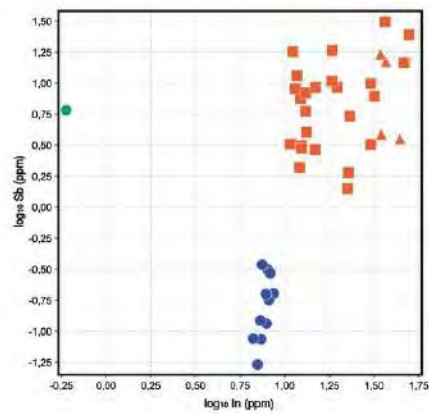
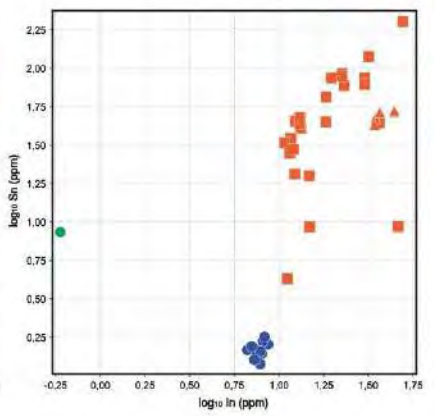
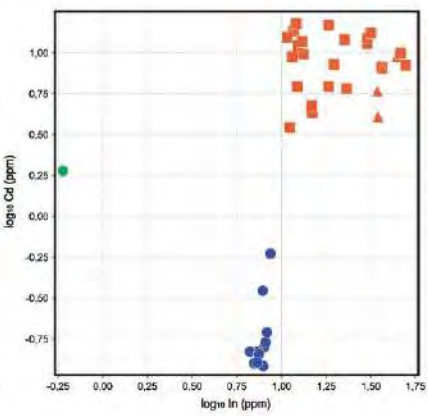
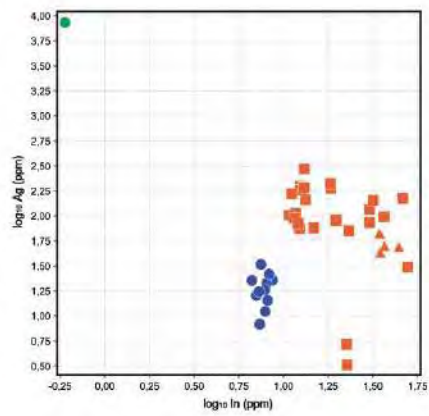
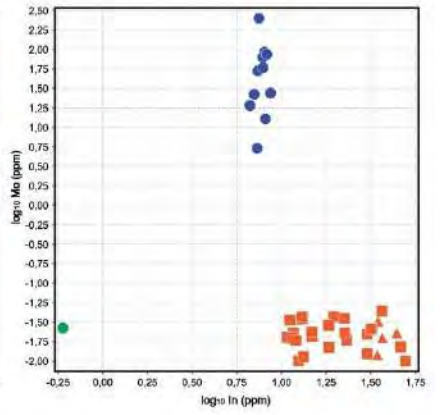
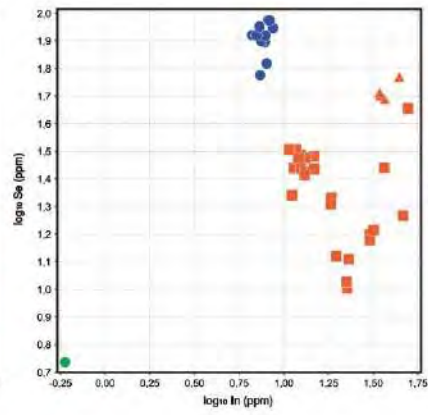
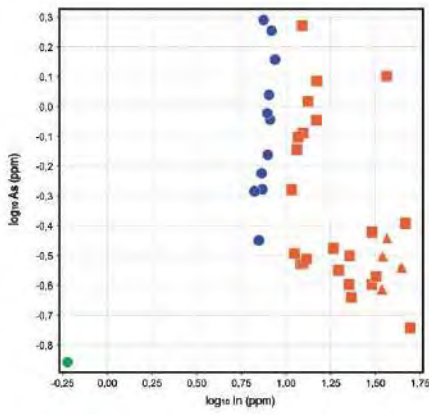


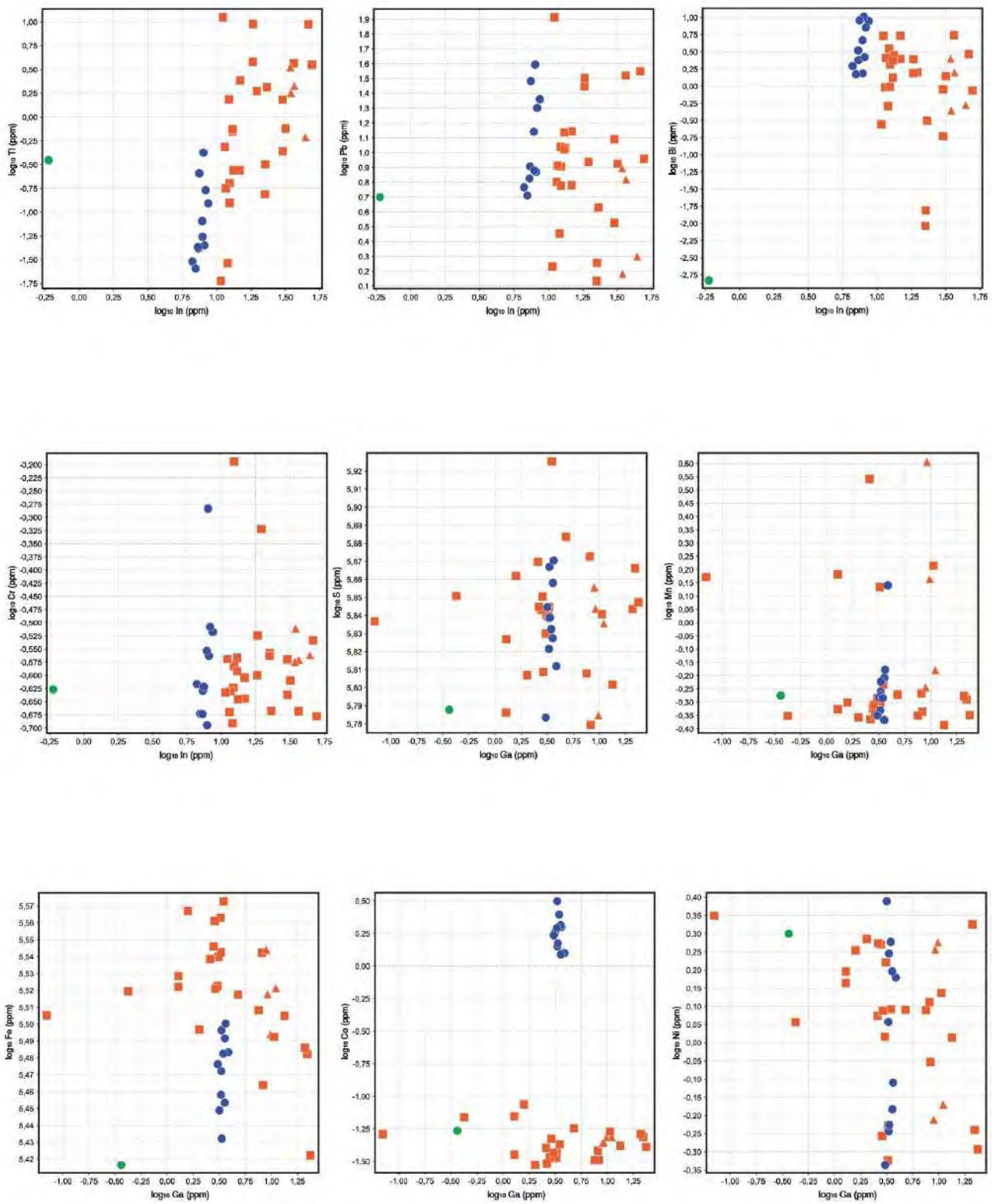


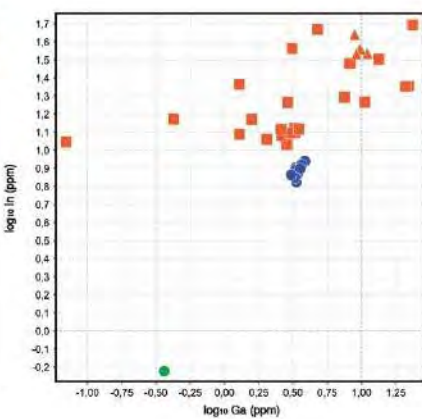
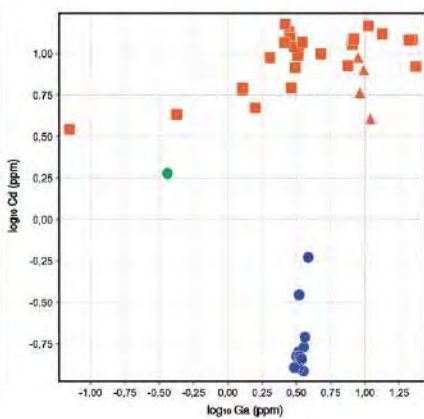
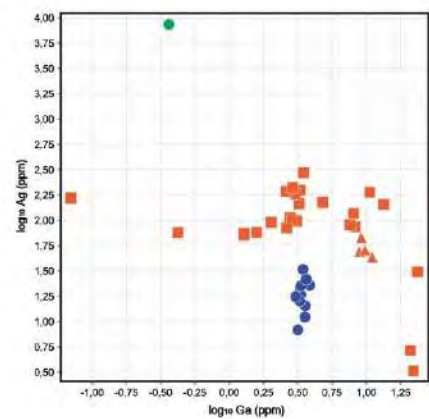
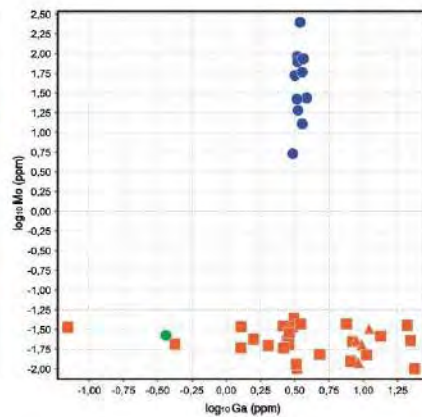
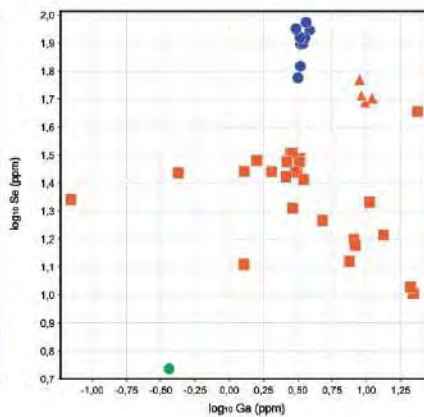
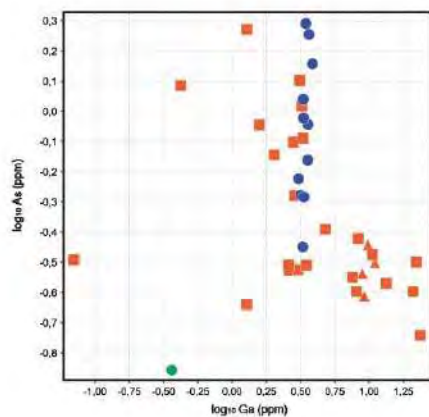
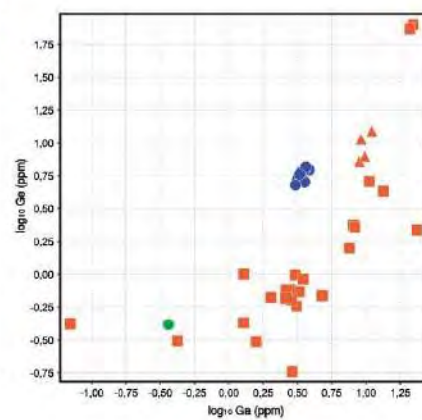
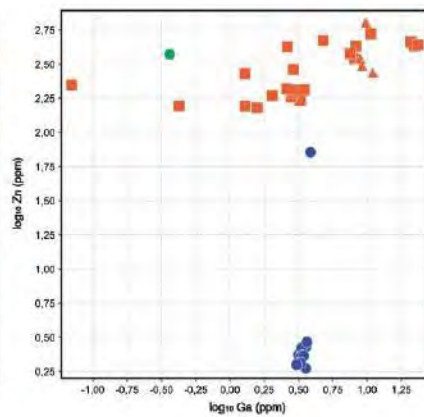
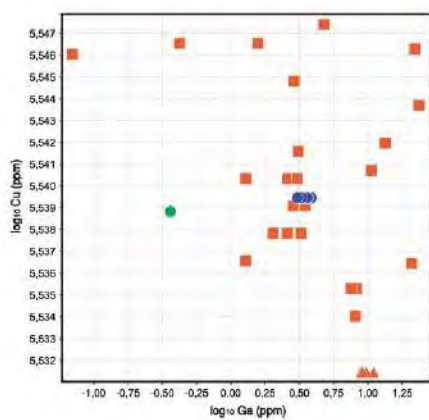
Anexo J

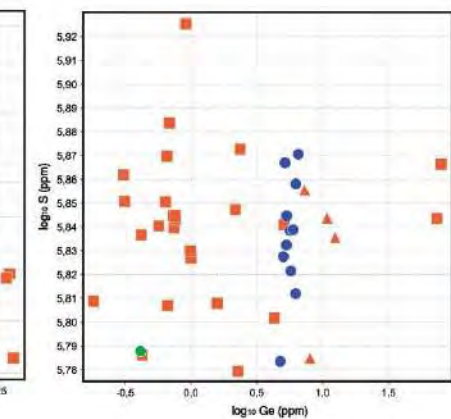
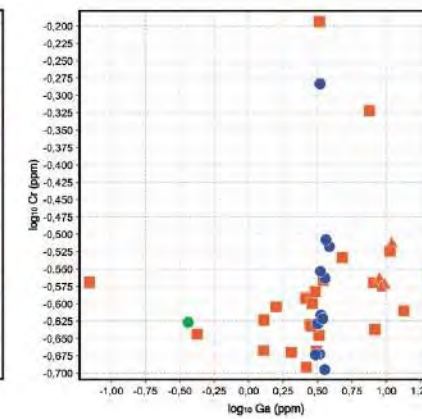
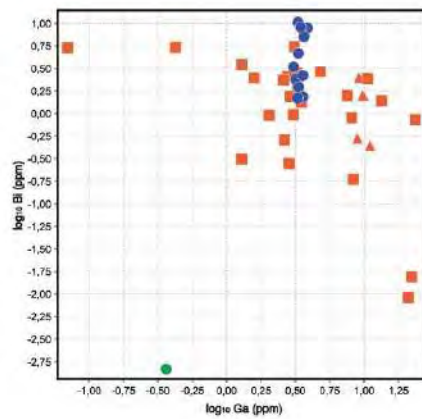
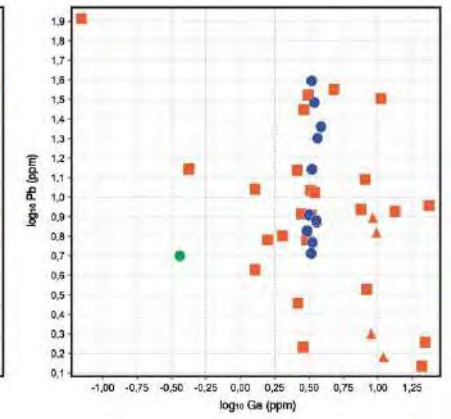
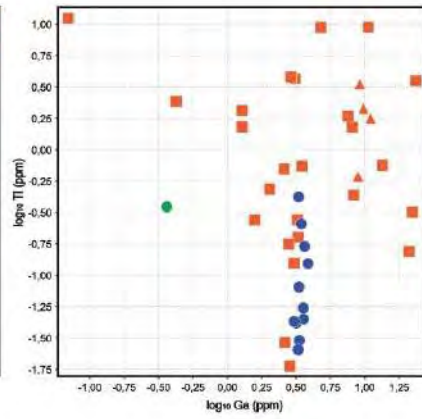
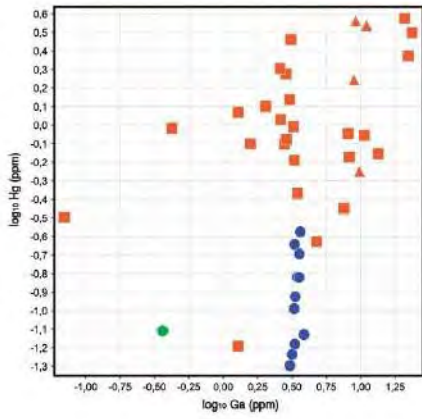
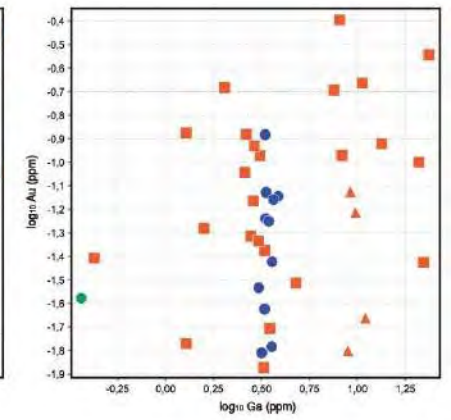
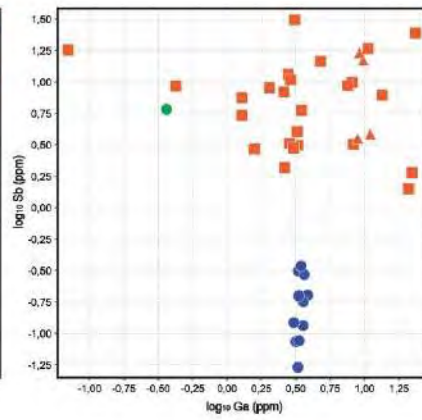
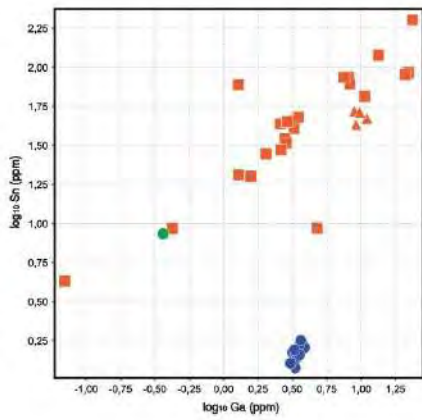
Diagramas binarios para calcopirita.

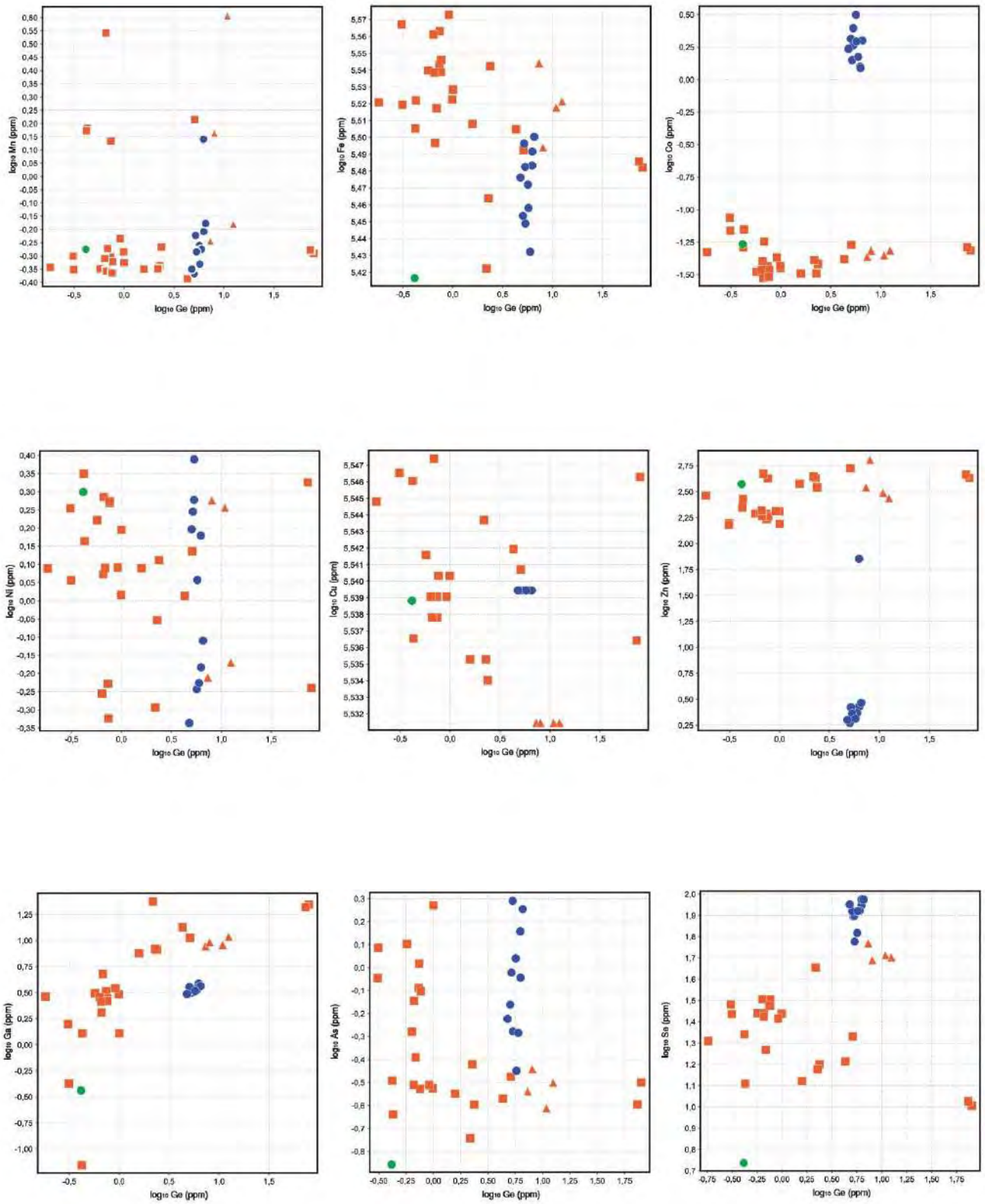


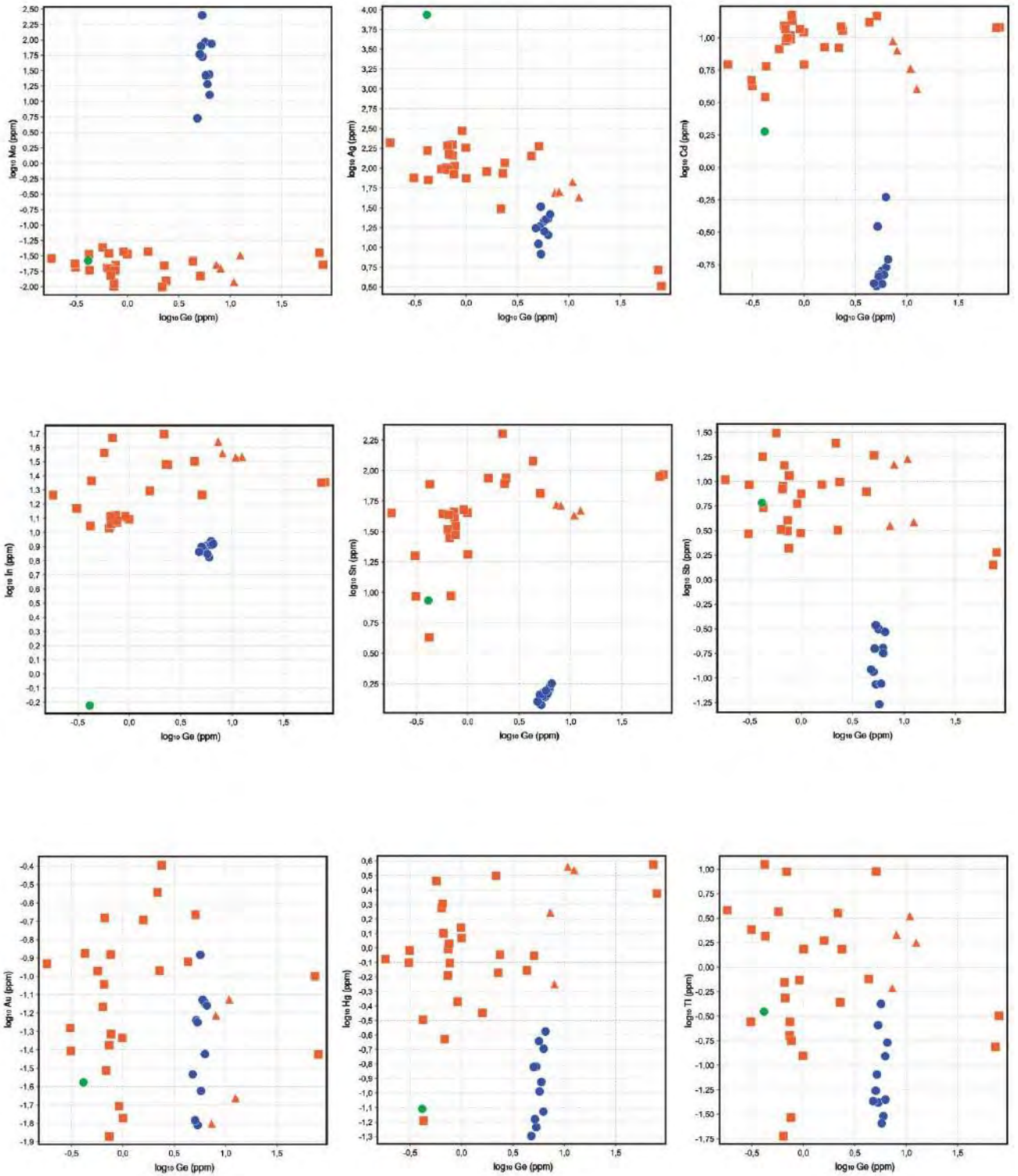


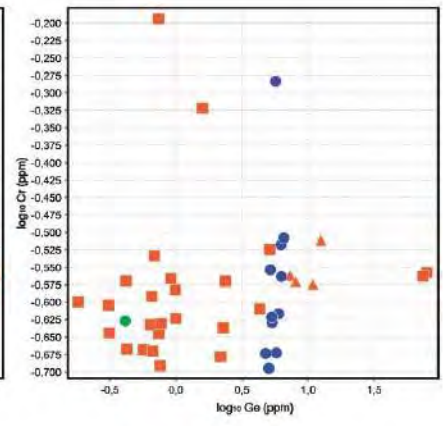
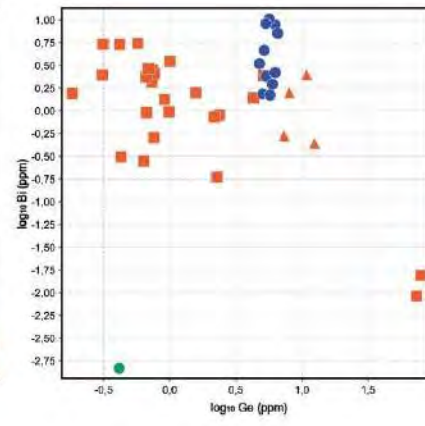
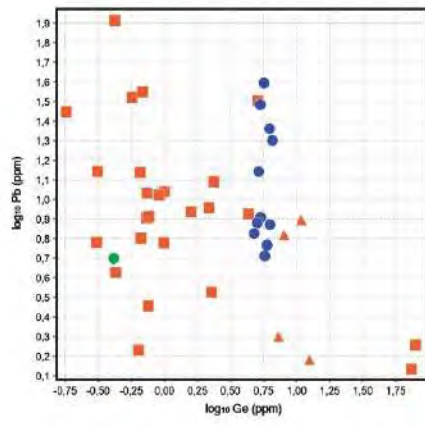






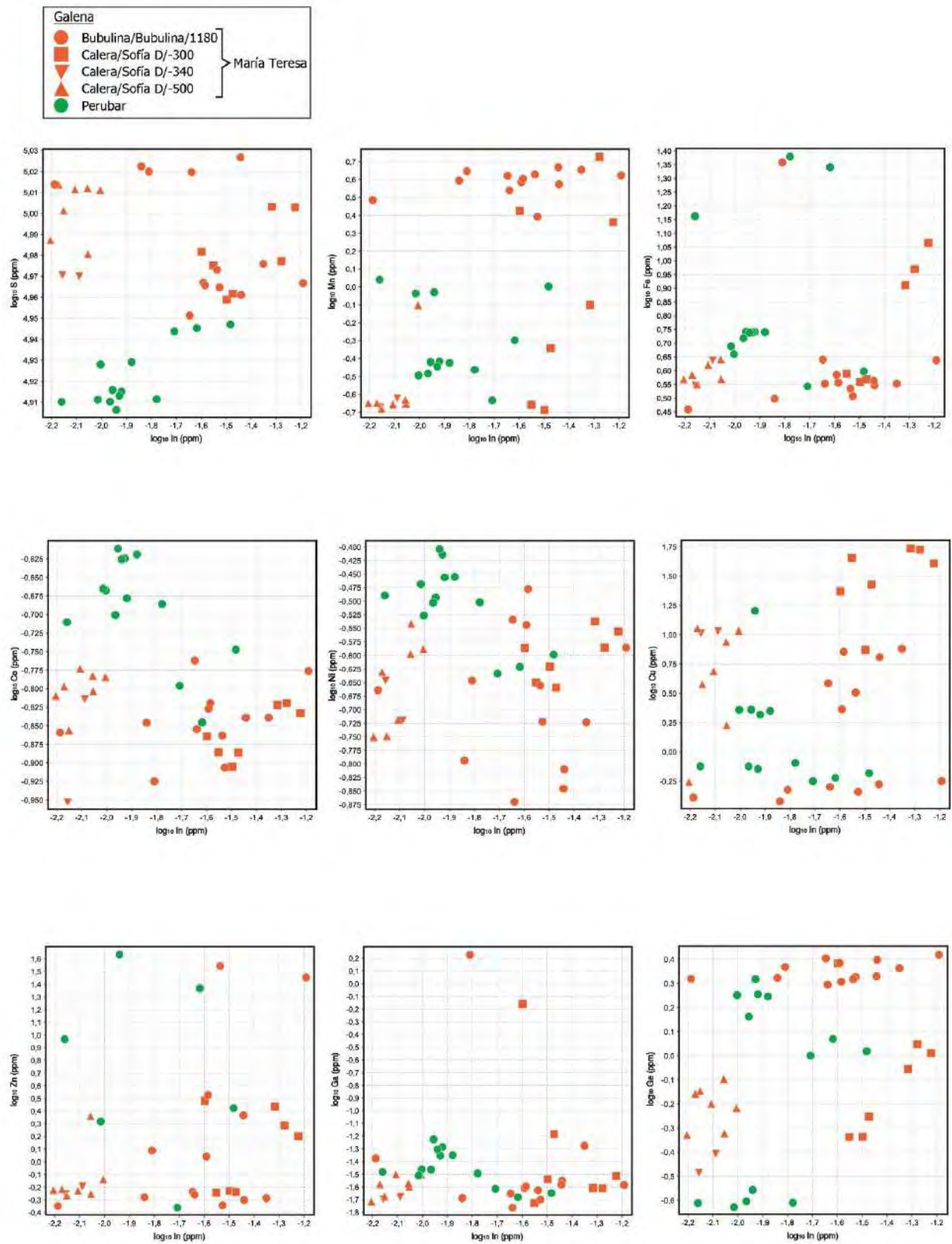


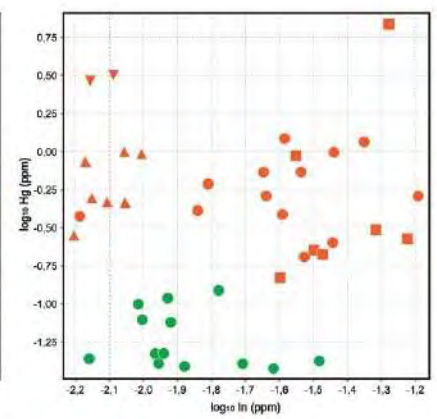
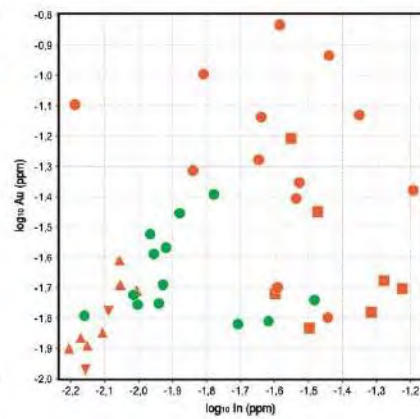
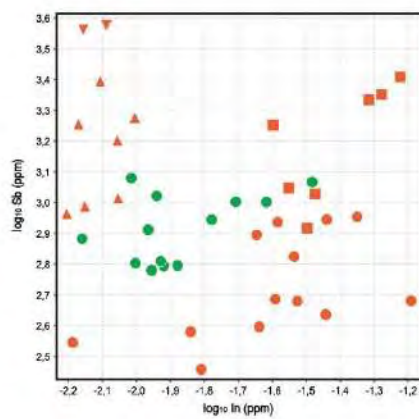
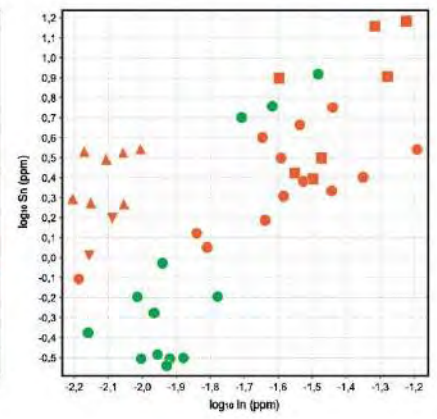
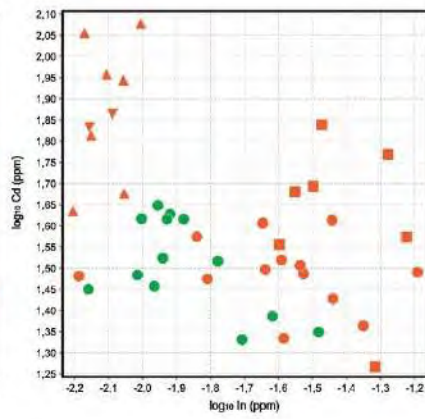
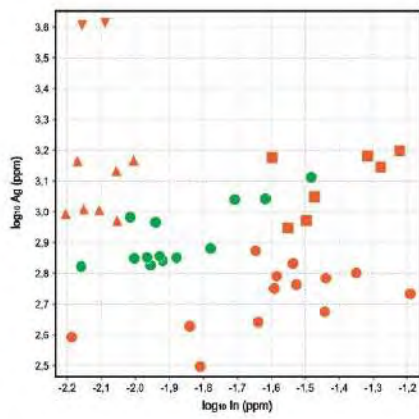
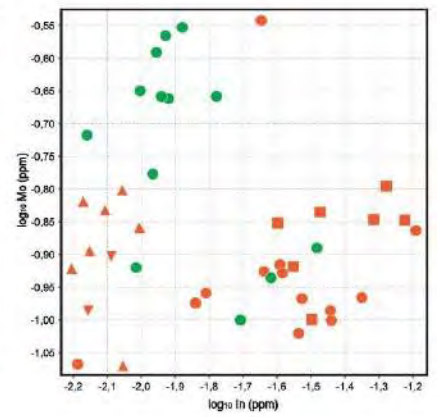
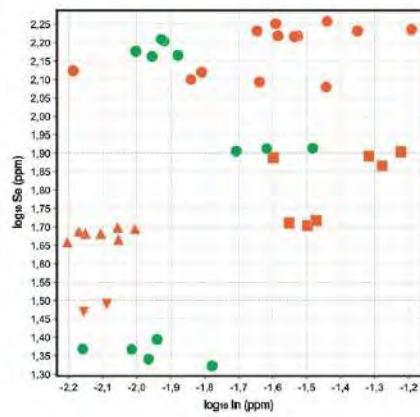
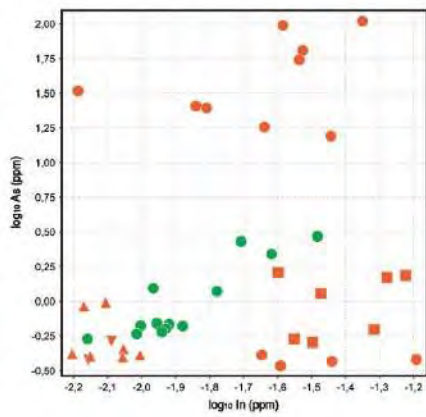


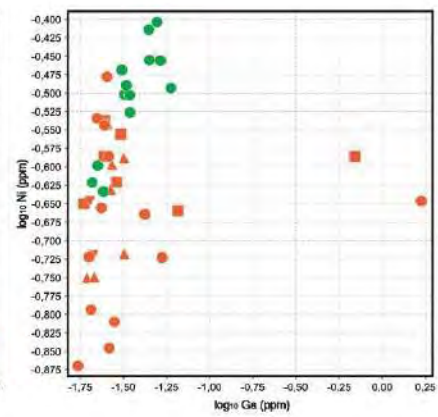
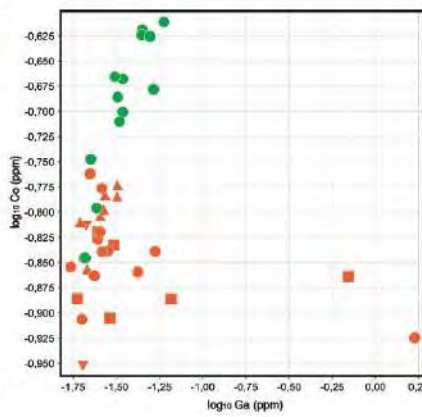
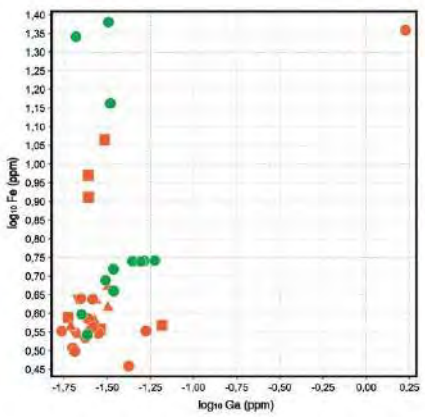
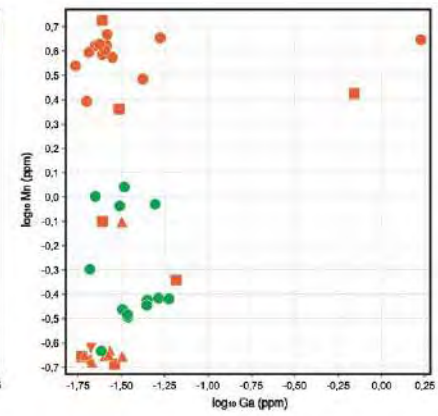
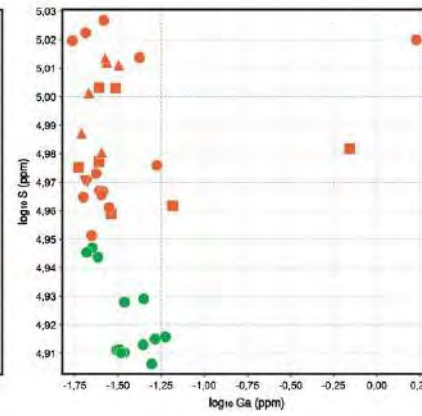
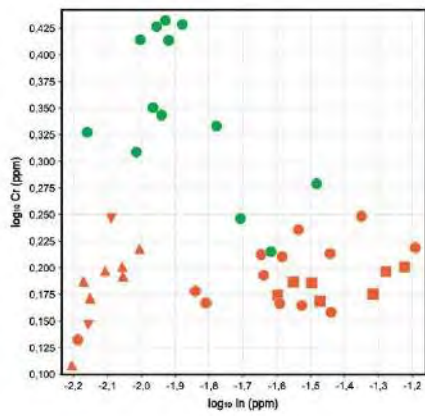
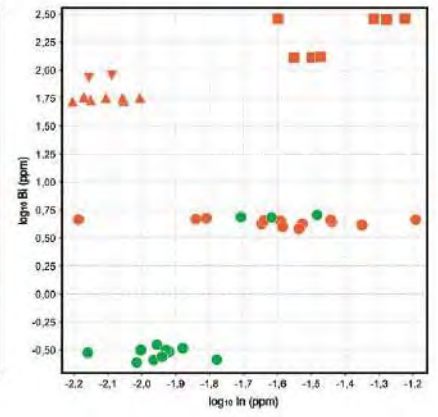
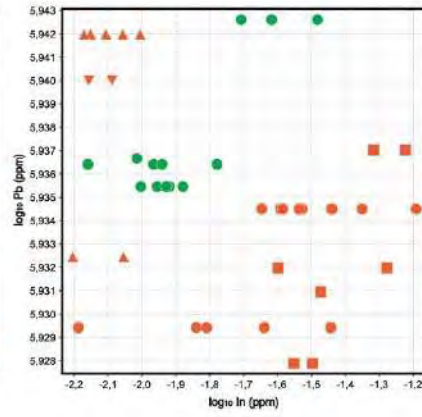
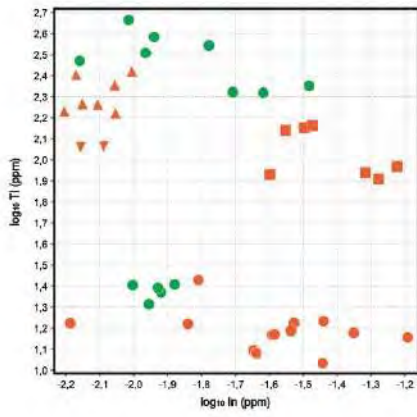


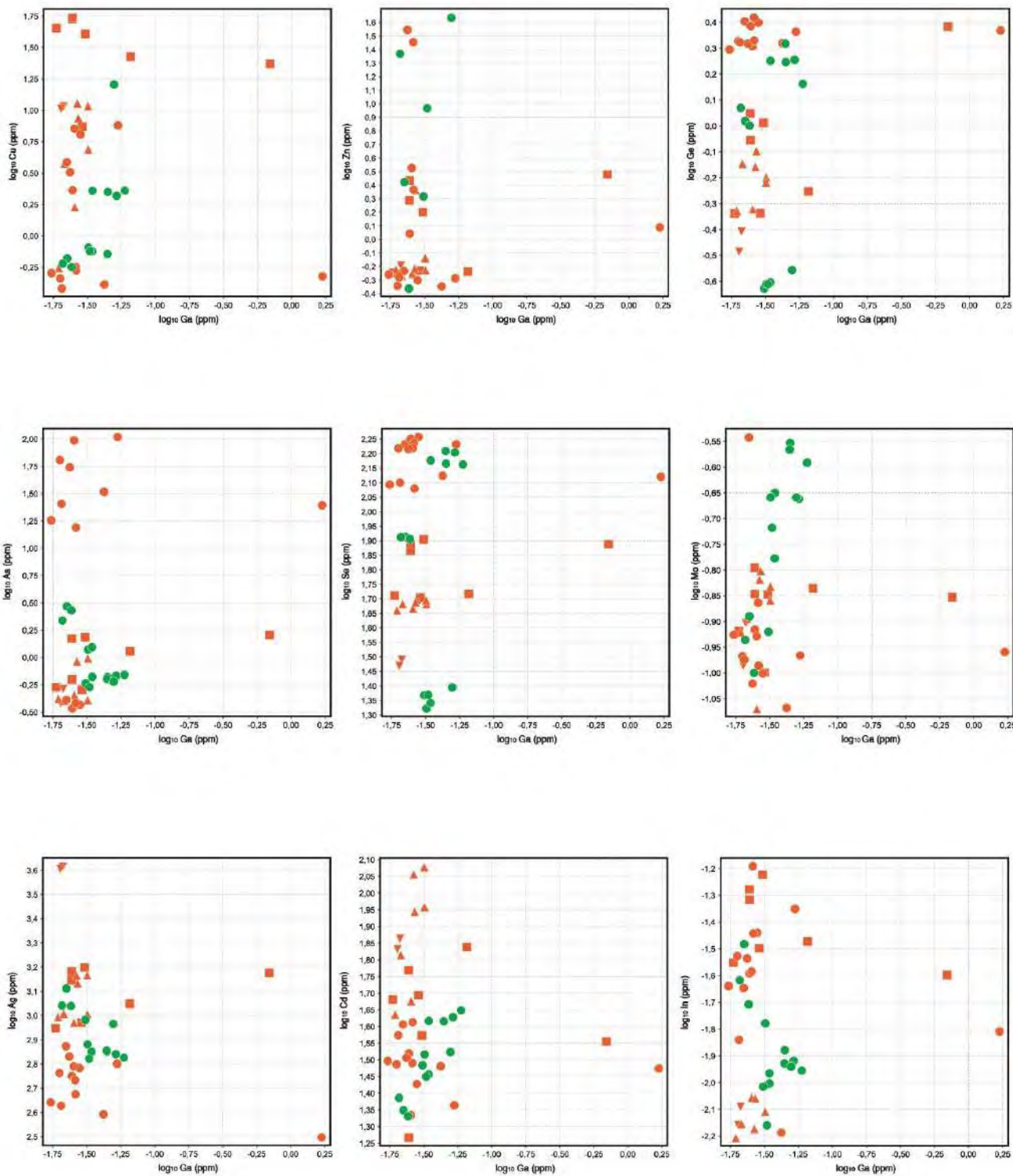
Anexo K

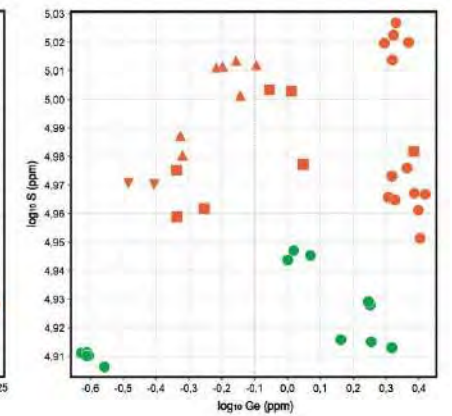
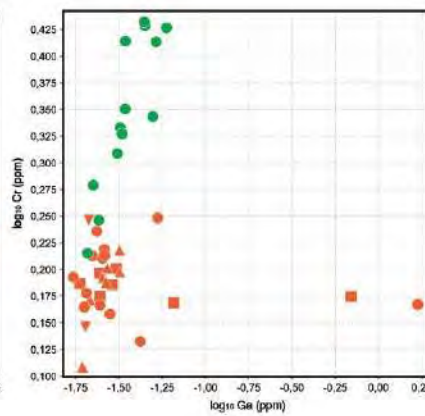
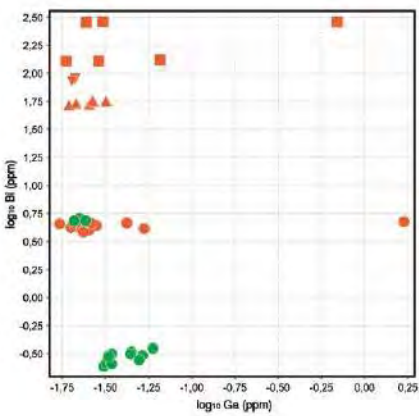
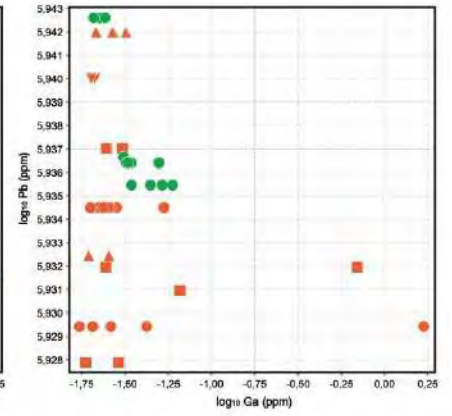
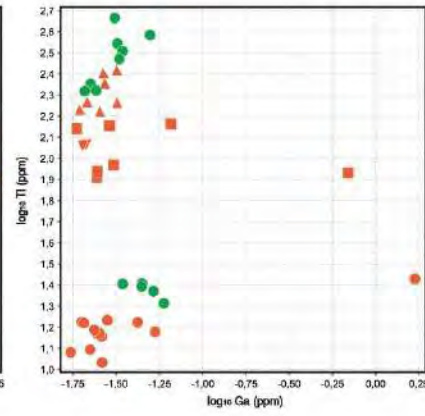
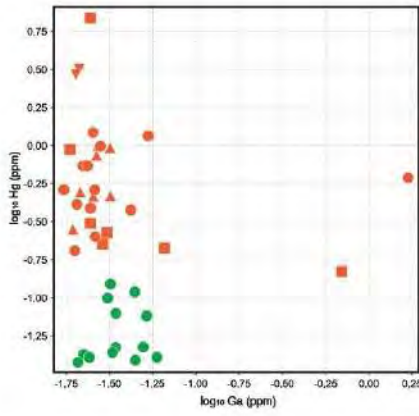
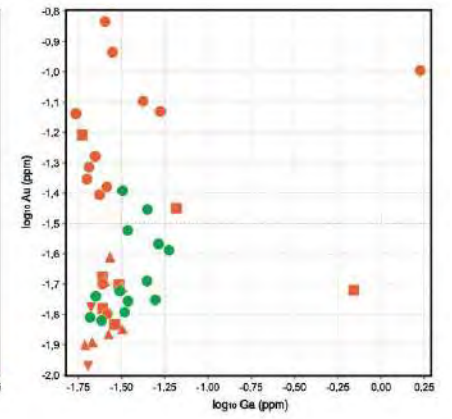
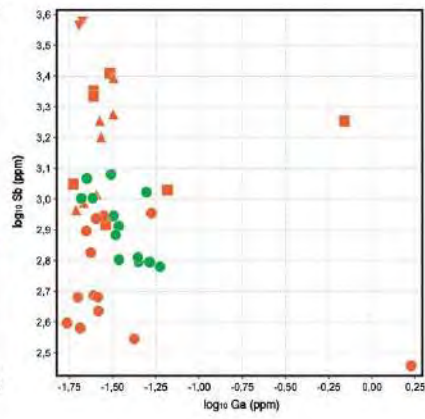
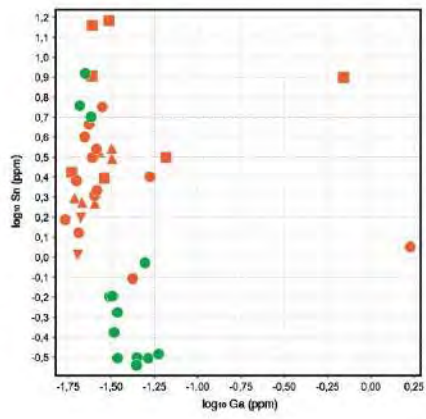
Diagramas binarios para galena.

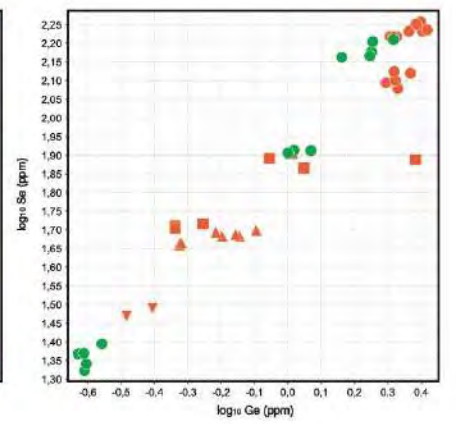
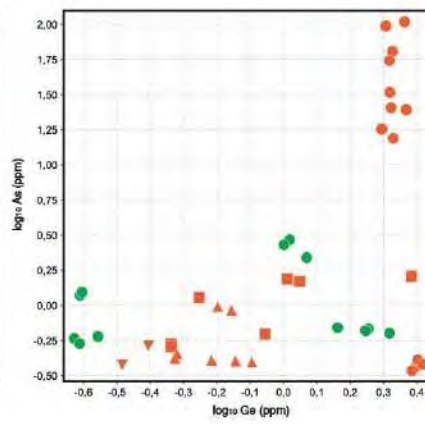
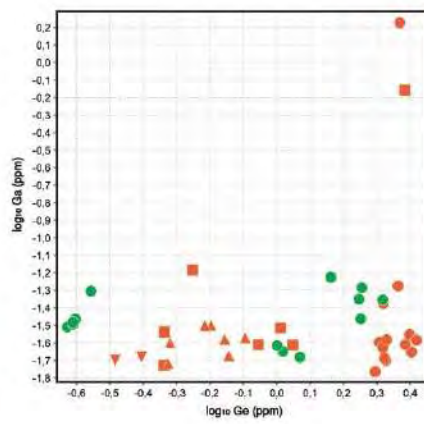
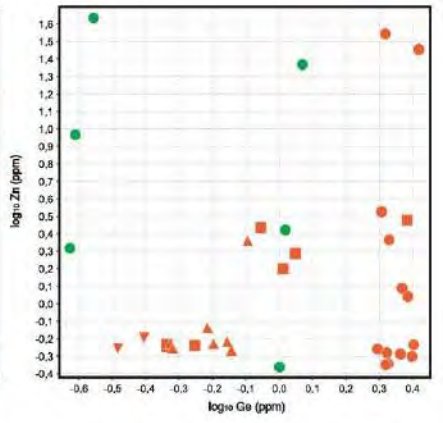
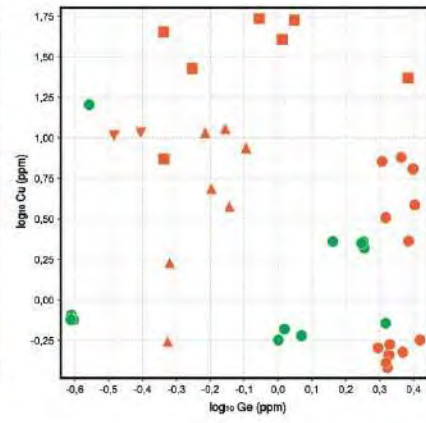
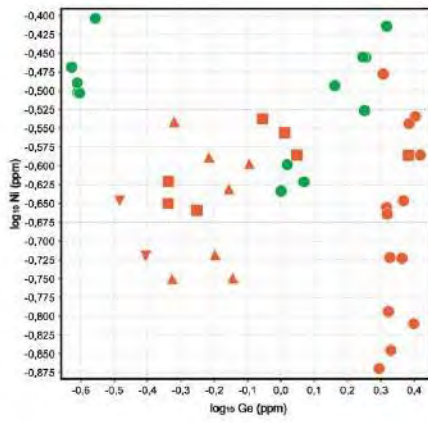
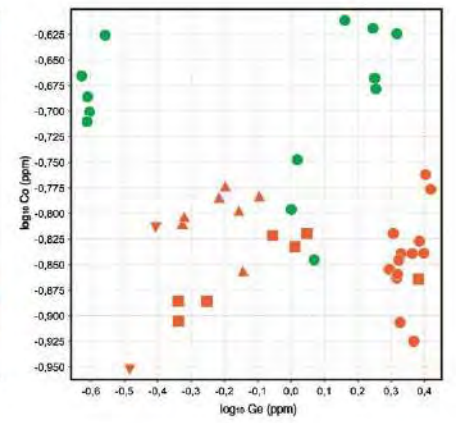
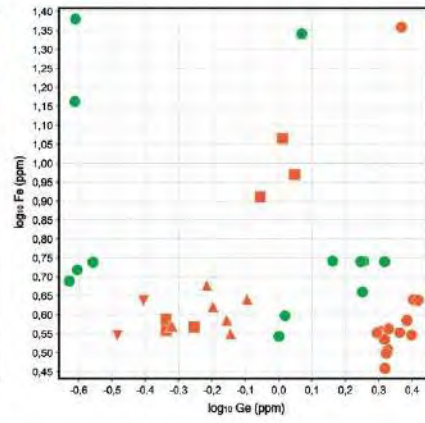
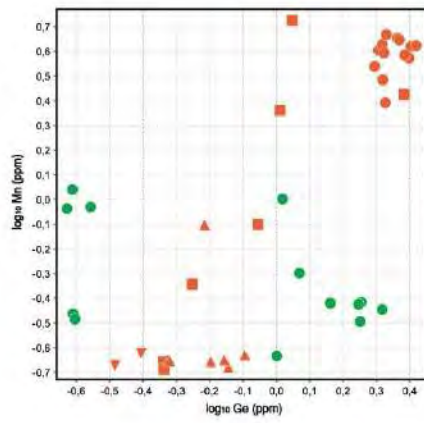


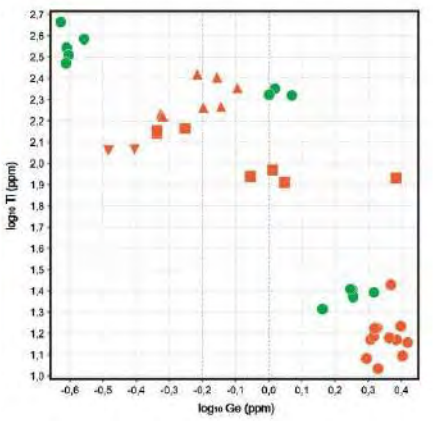
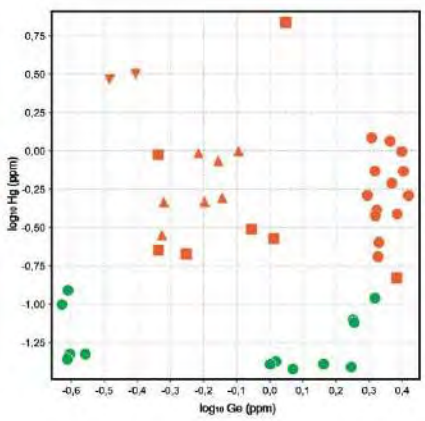
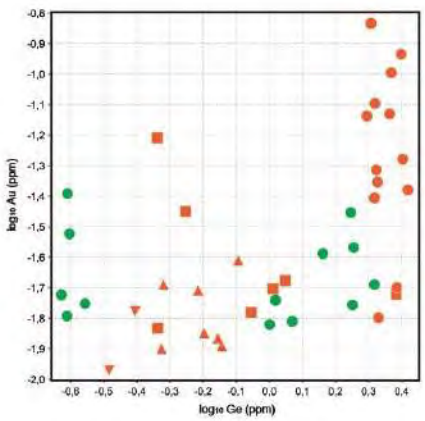
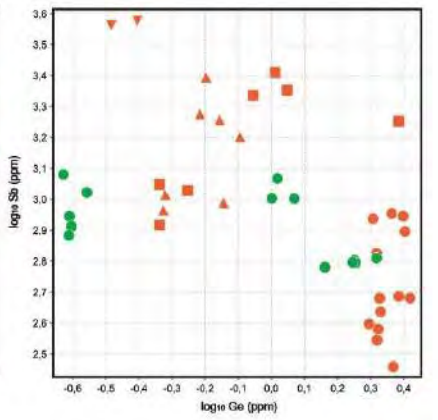
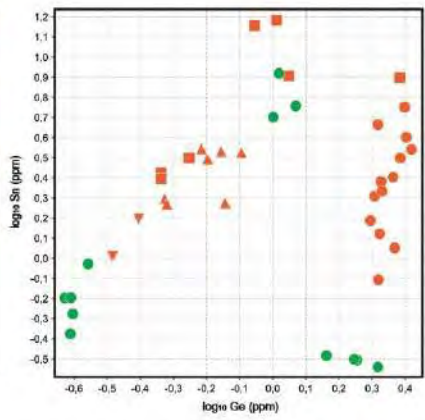
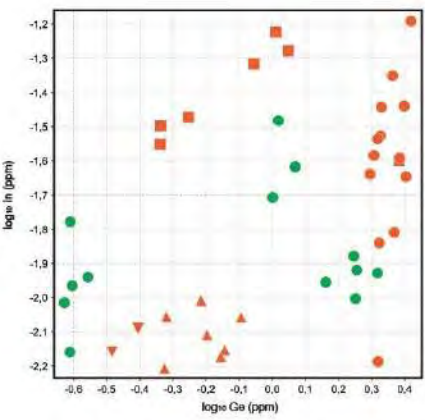
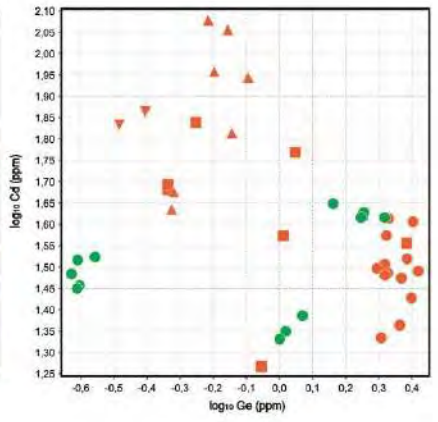
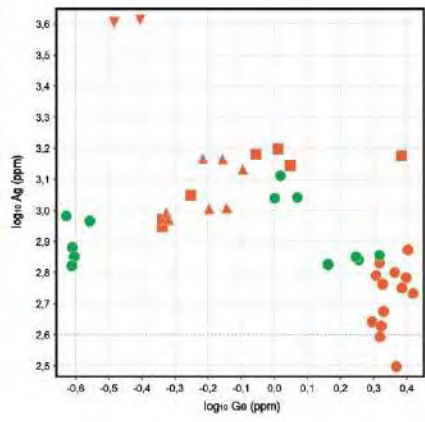
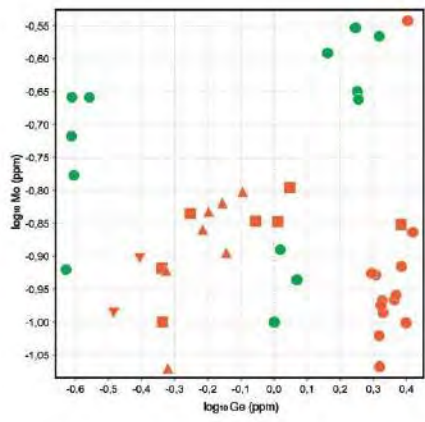


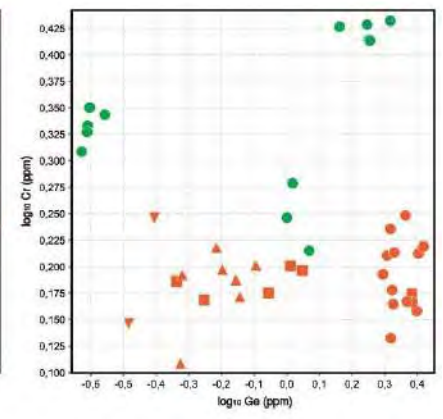
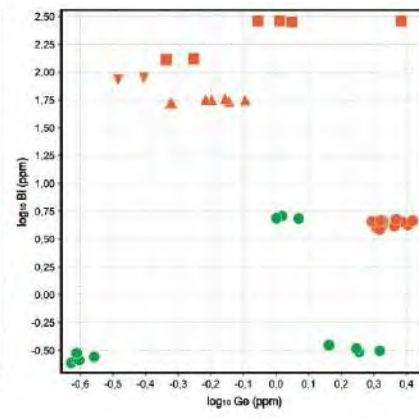
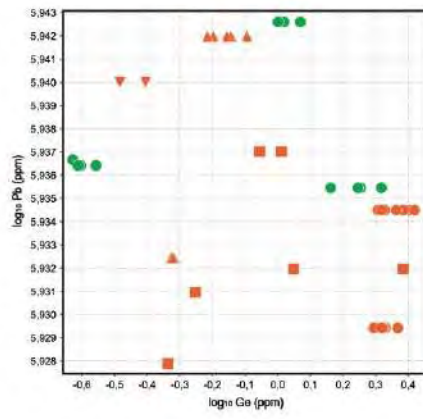






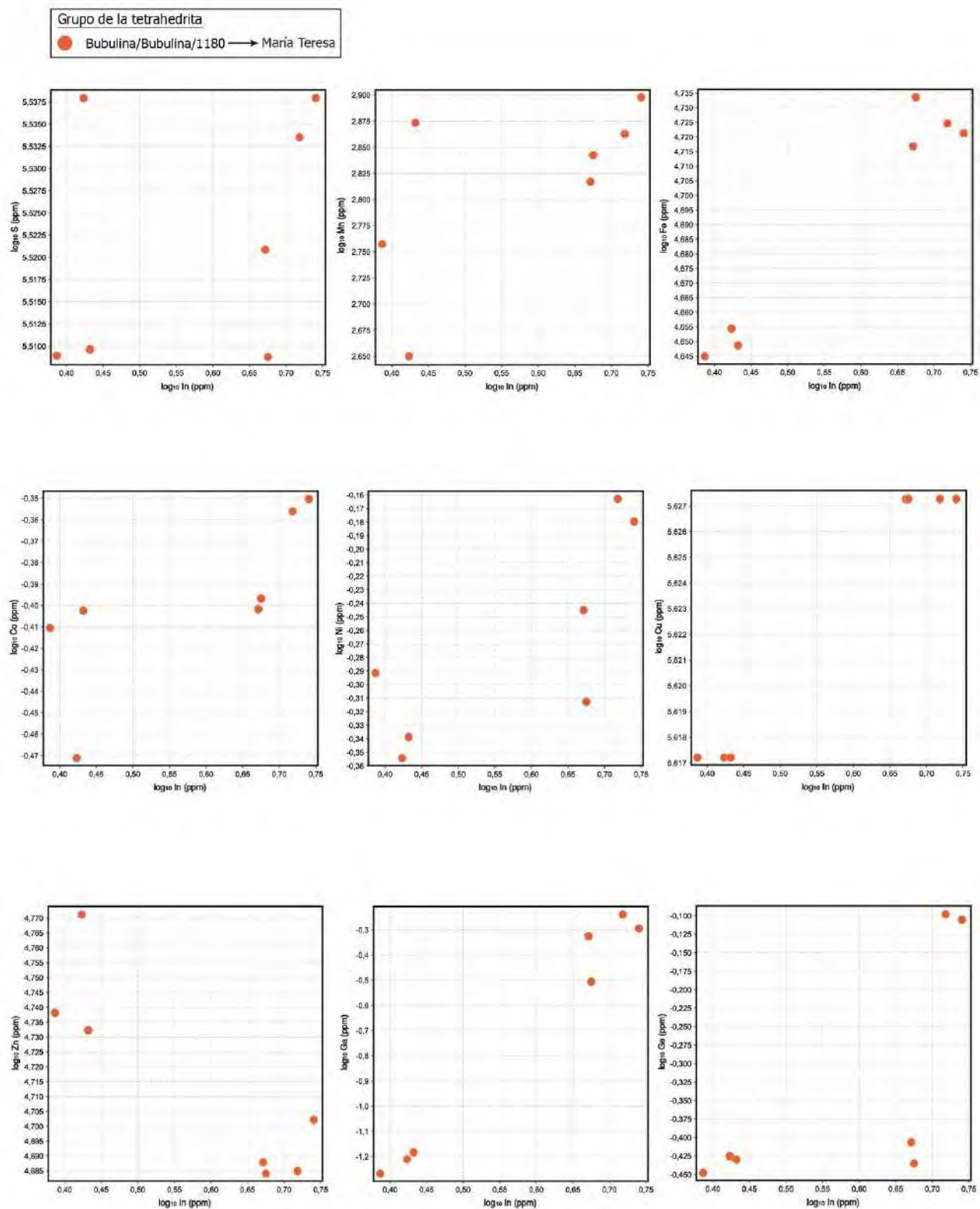


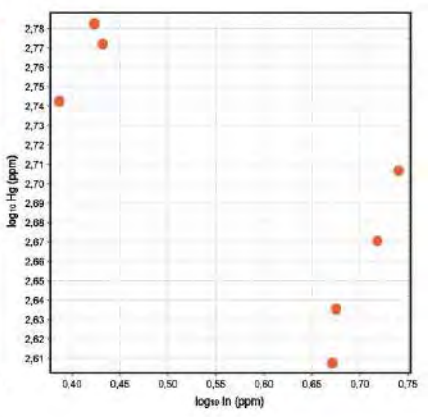
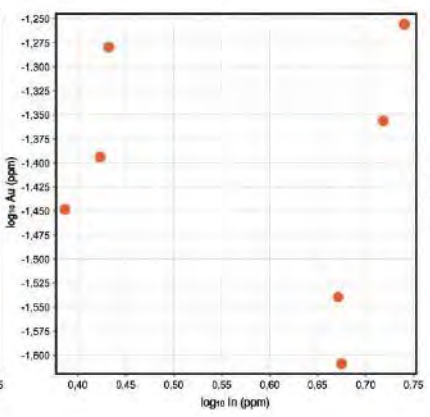
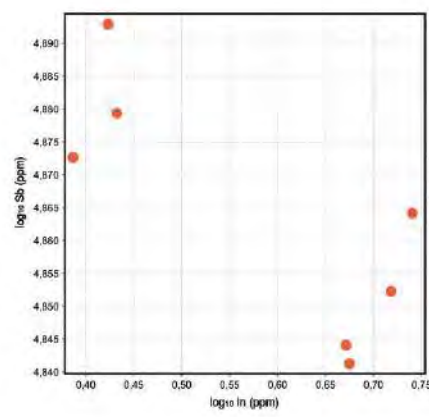
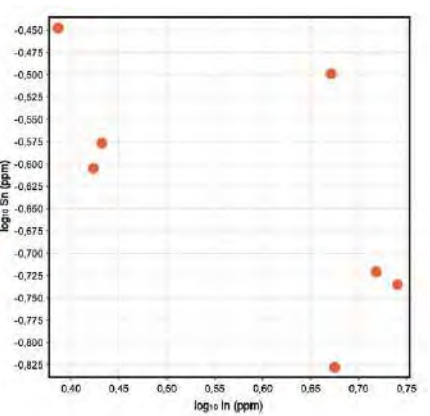
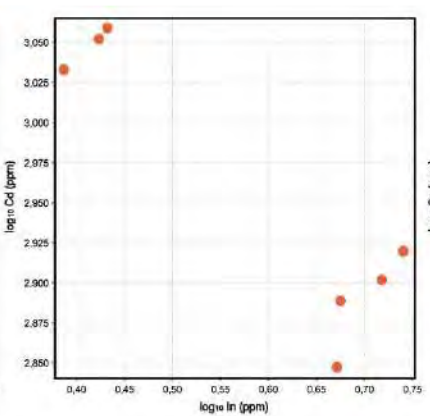
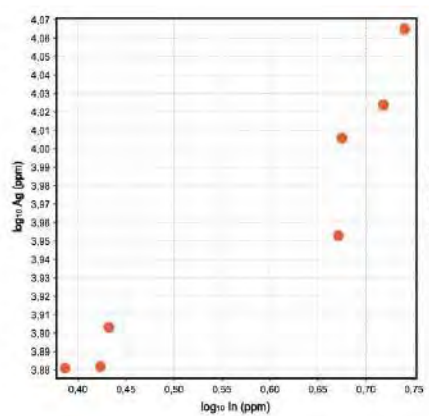
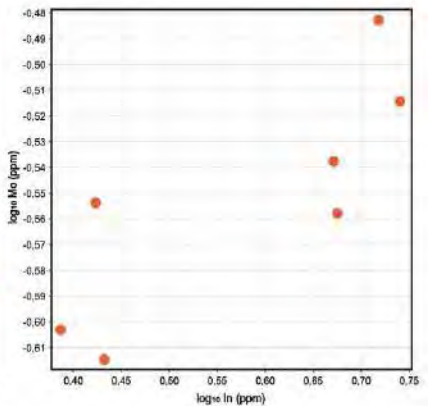
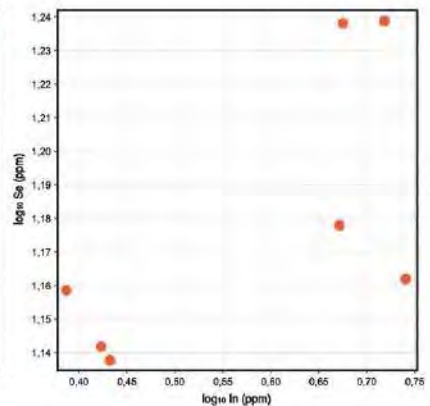
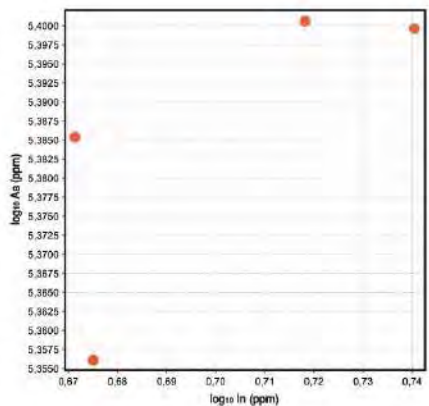


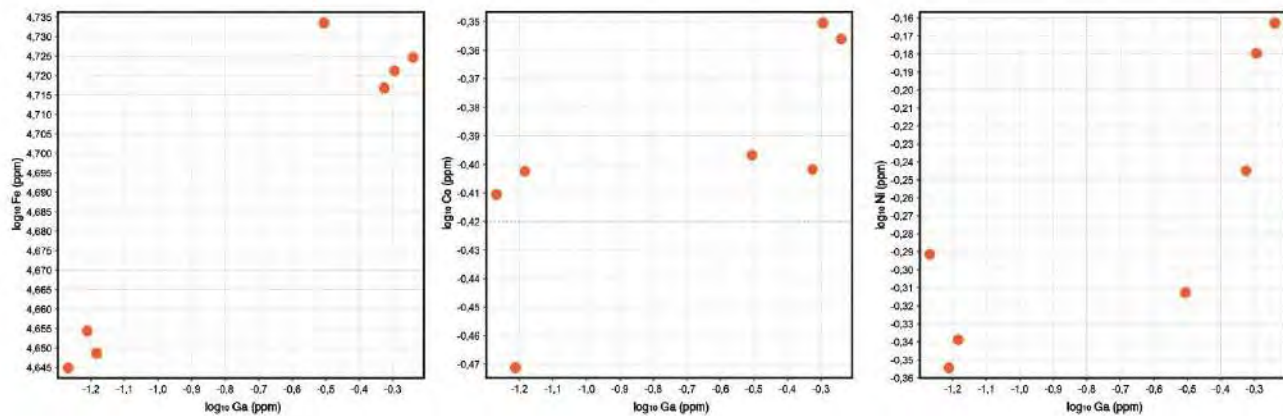
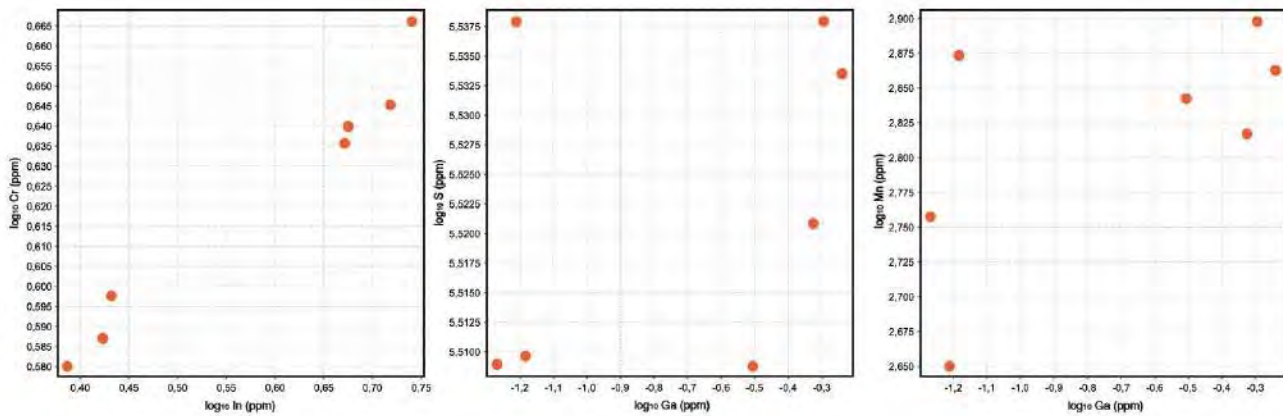
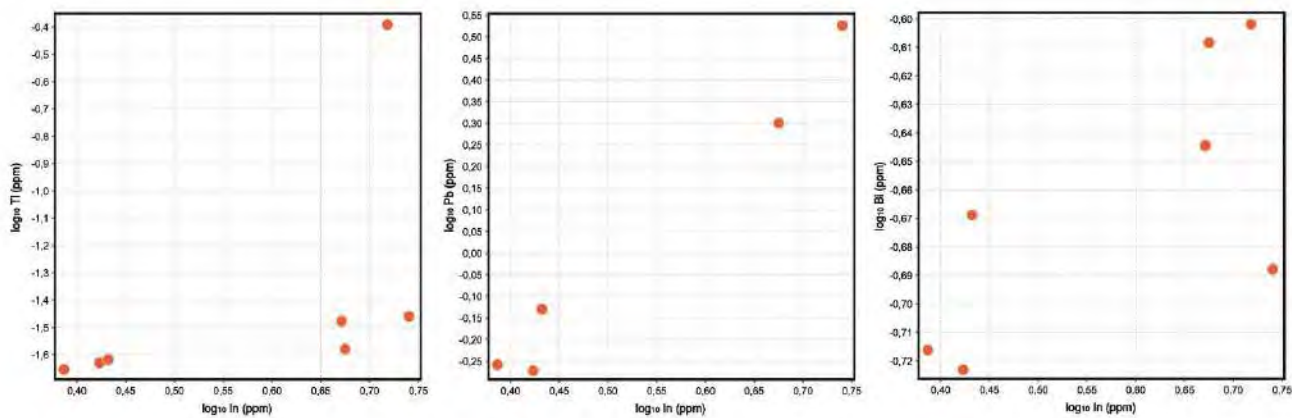


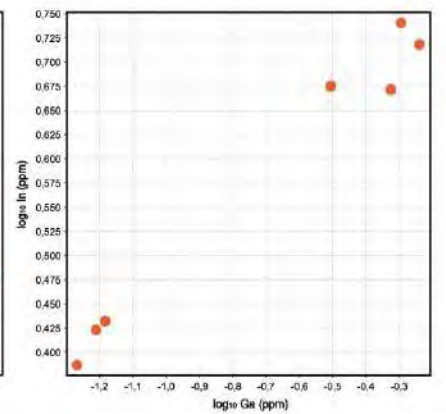
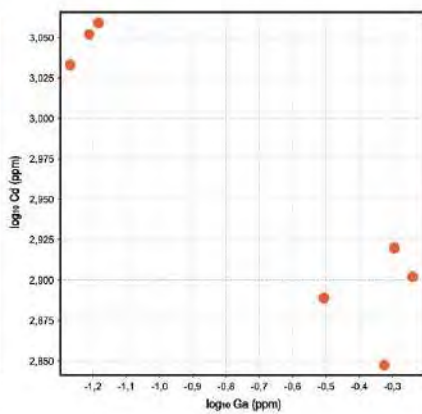
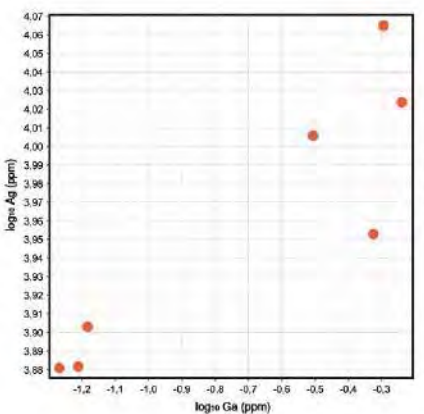
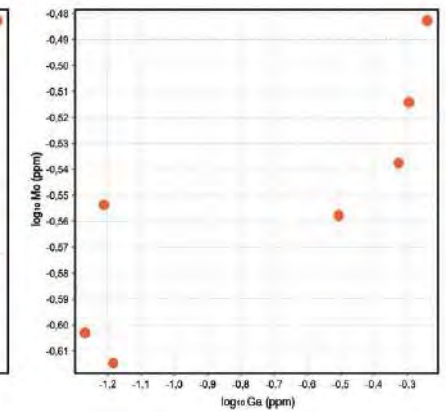
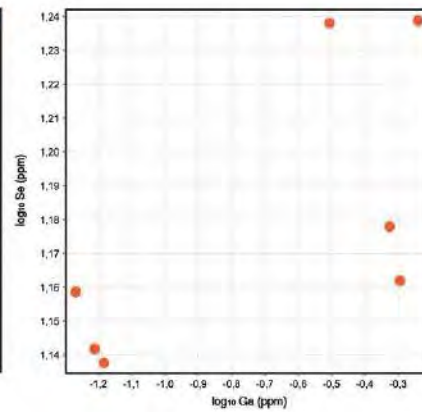
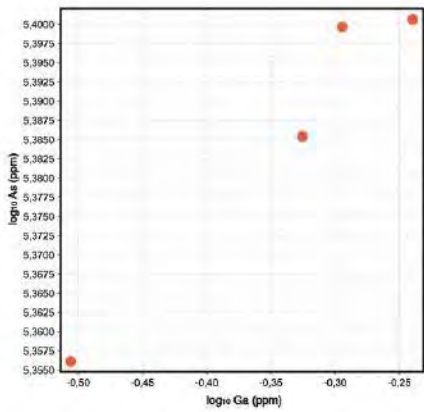
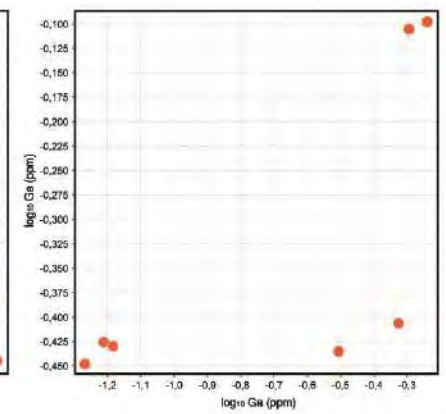
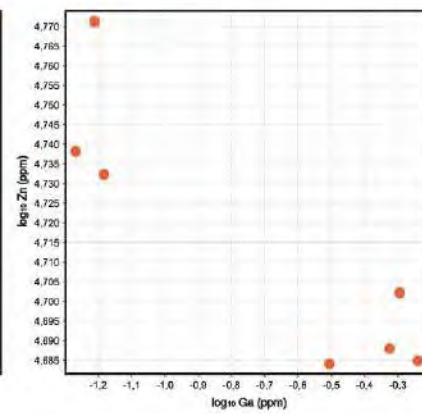
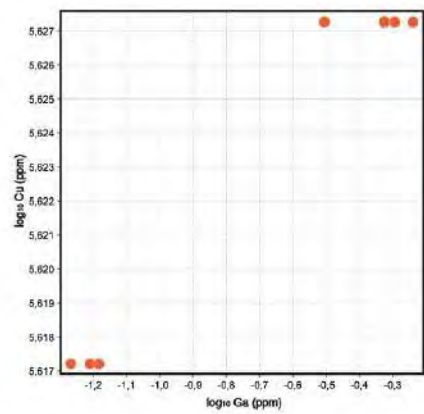
Anexo L

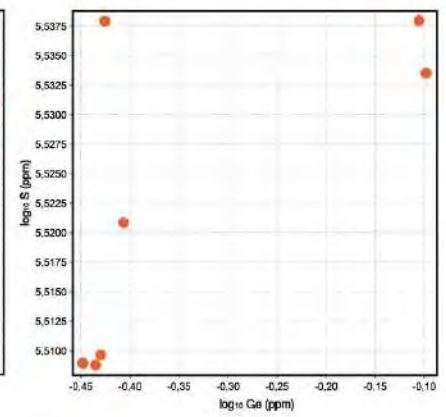
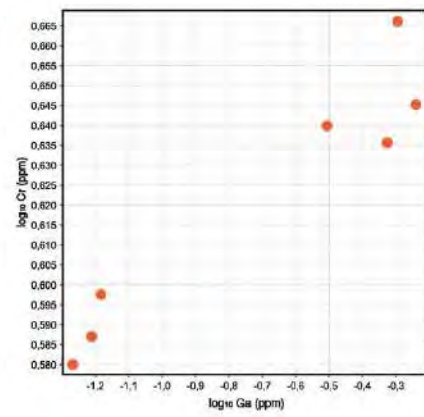
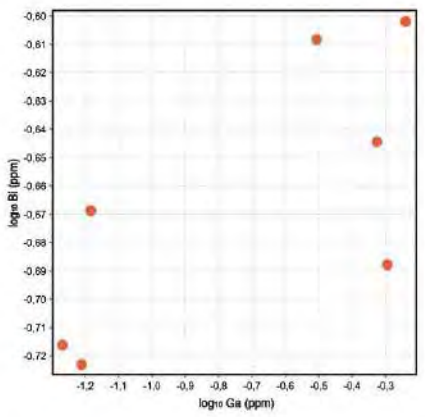
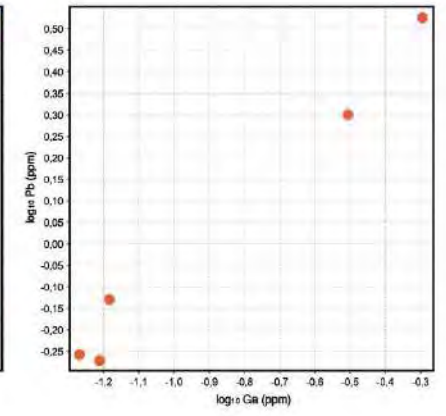
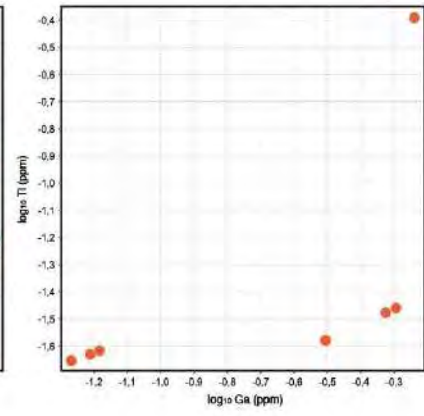
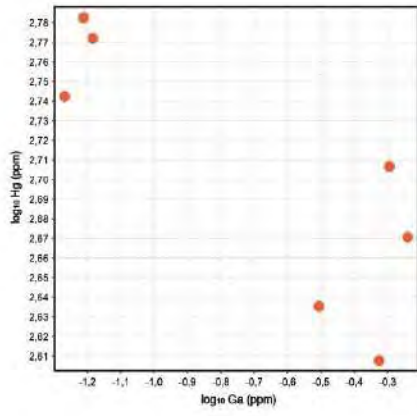
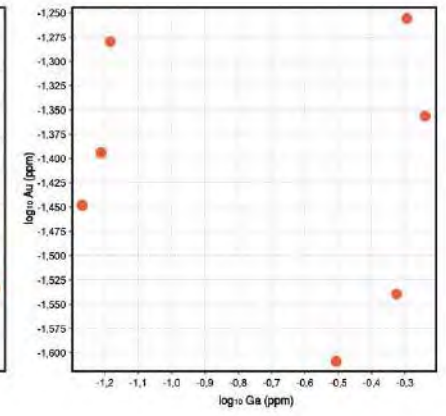
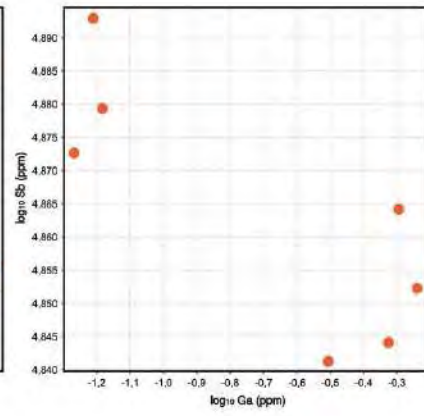
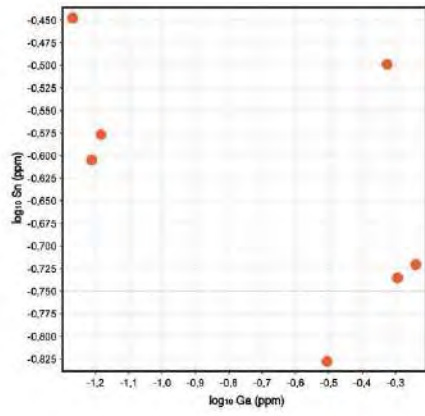
Diagramas binarios para minerales del grupo de la tetrahedrita.

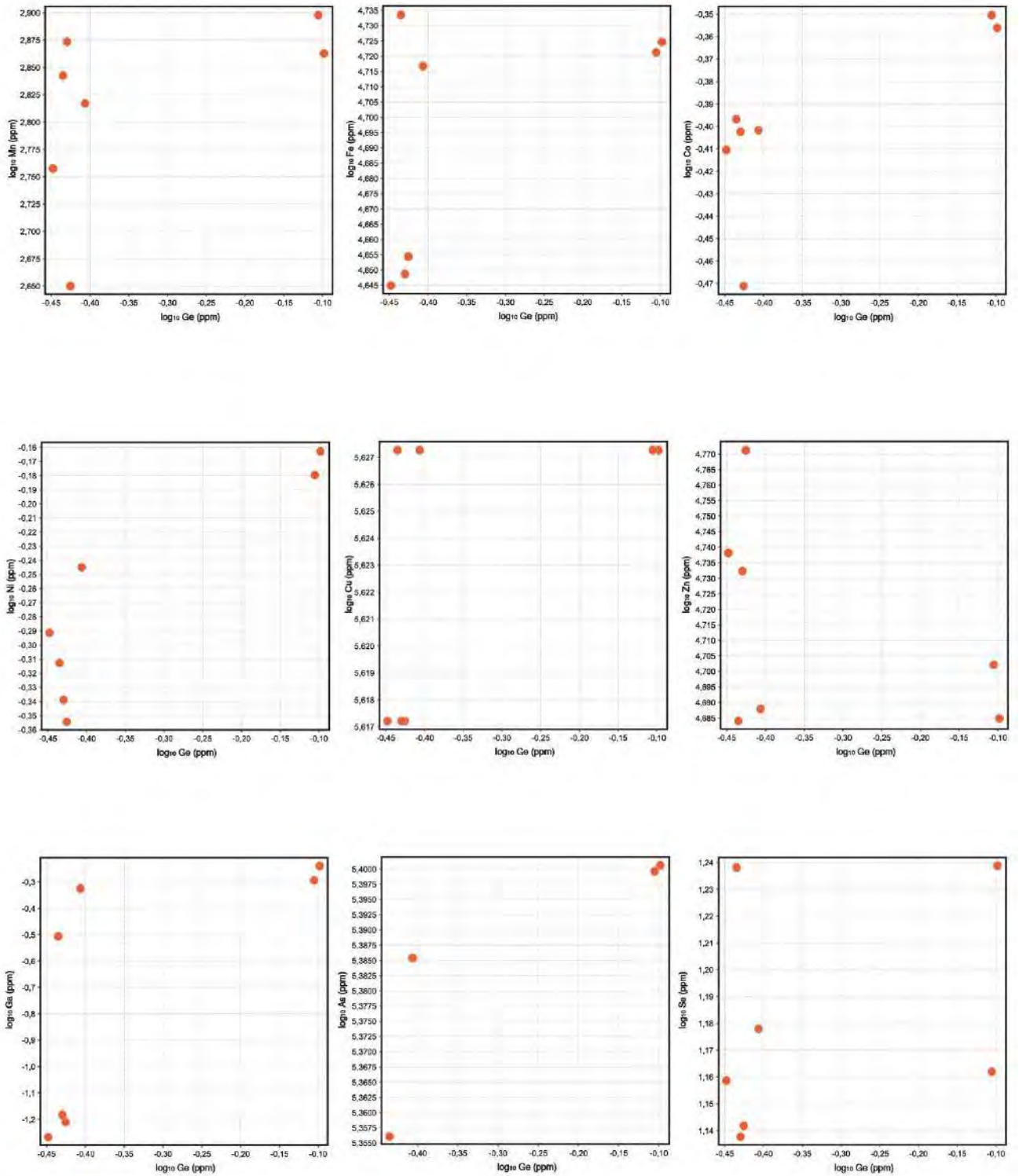


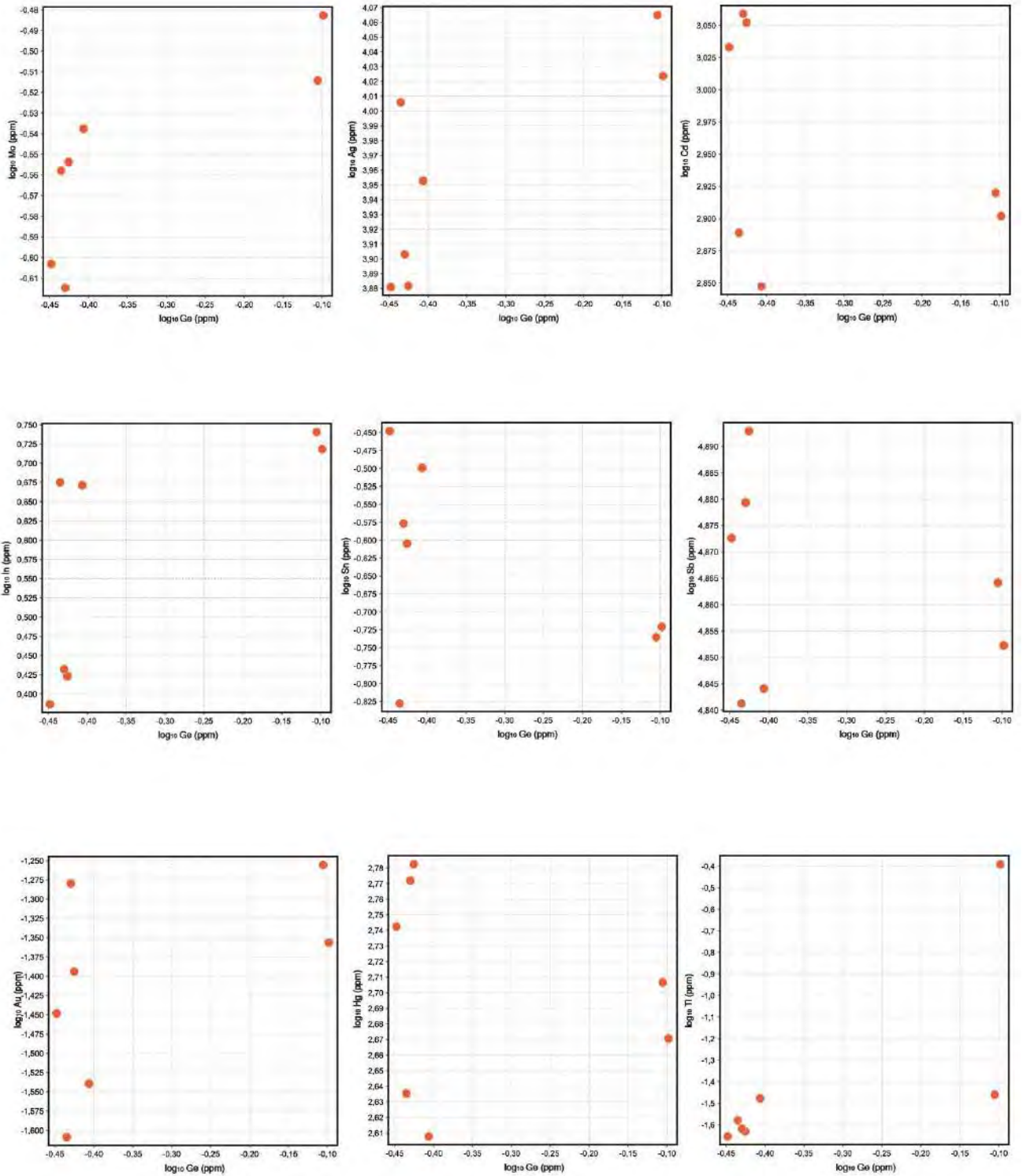


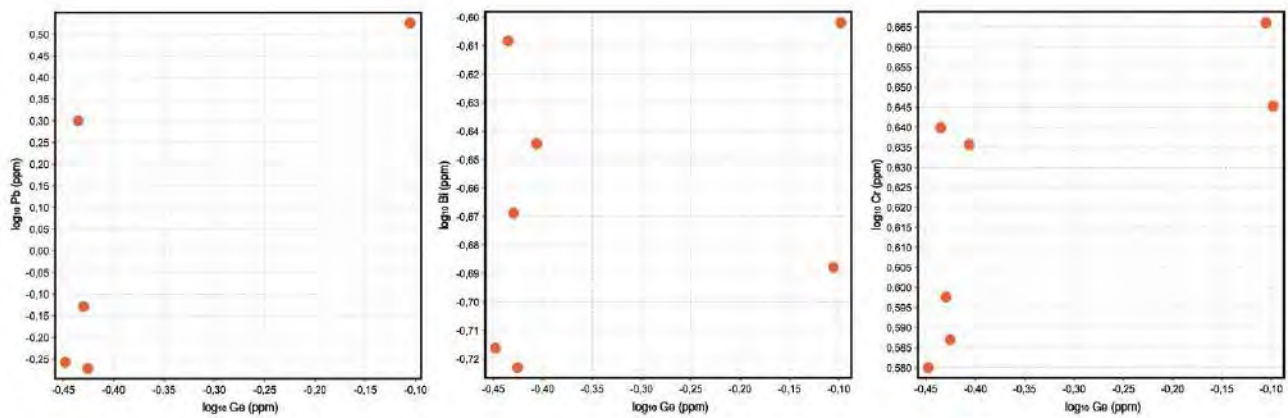






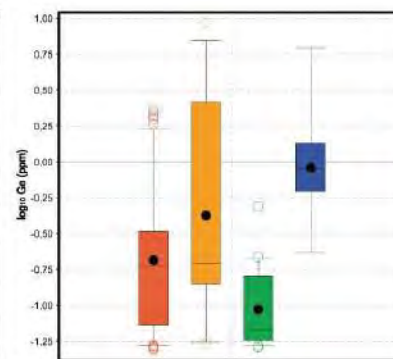
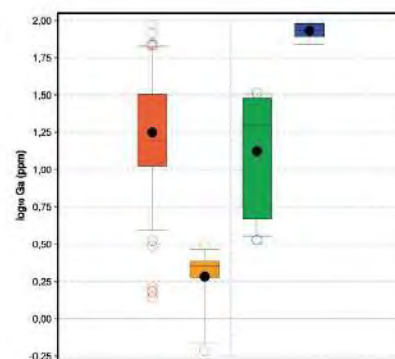
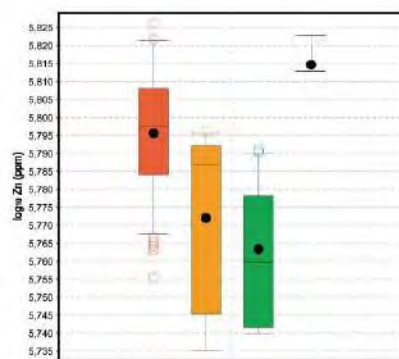
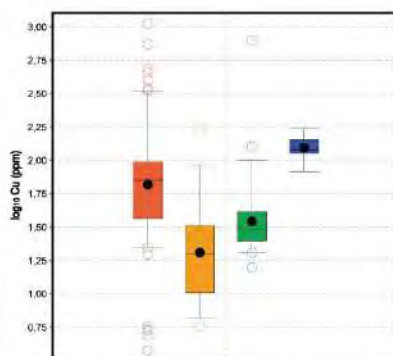
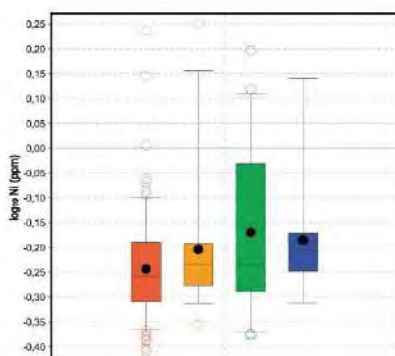
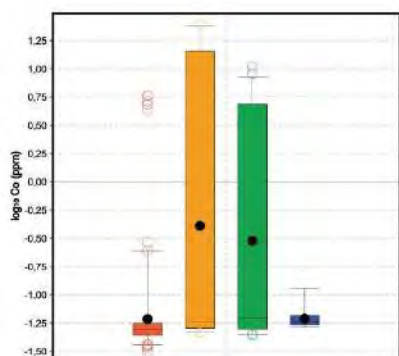
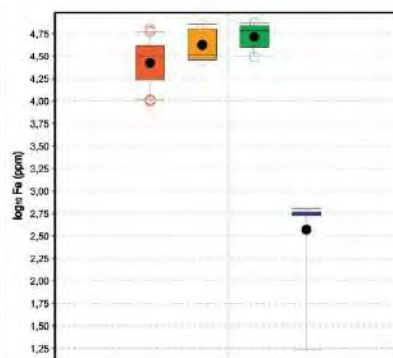
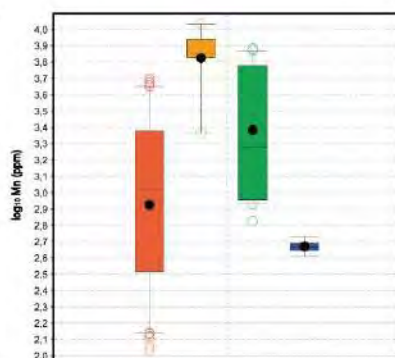
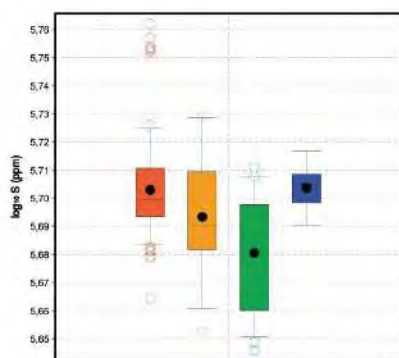


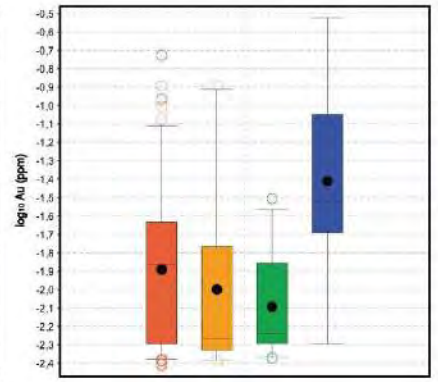
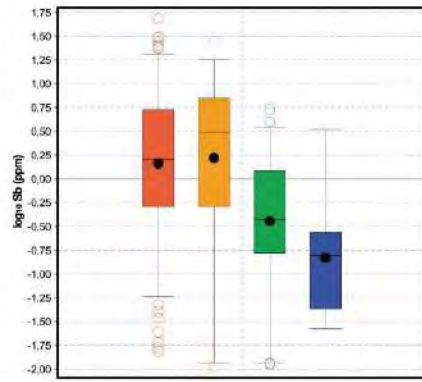
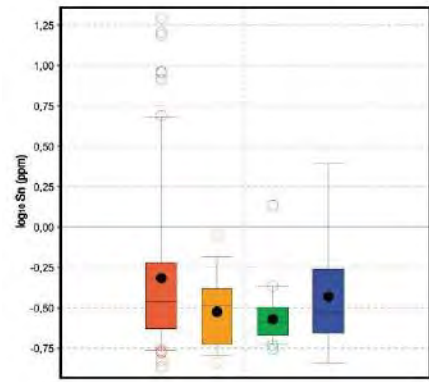
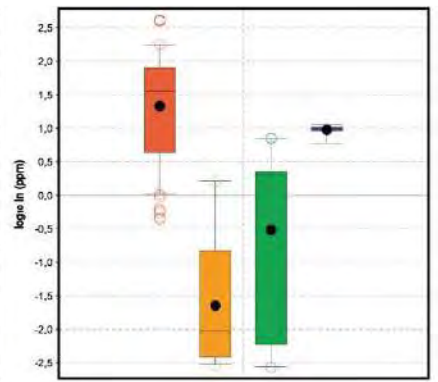
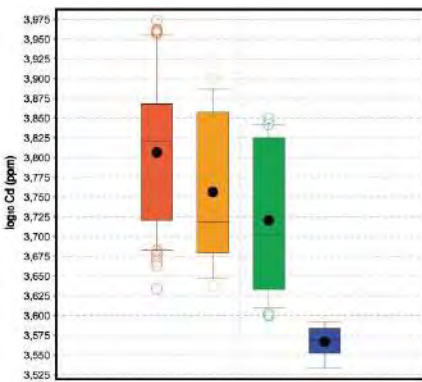
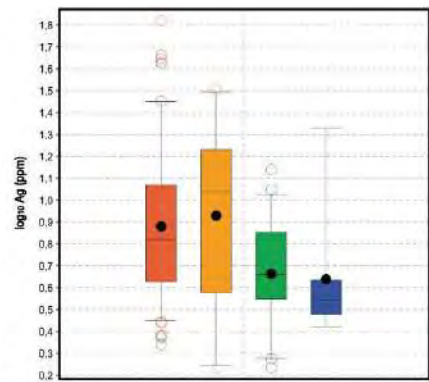
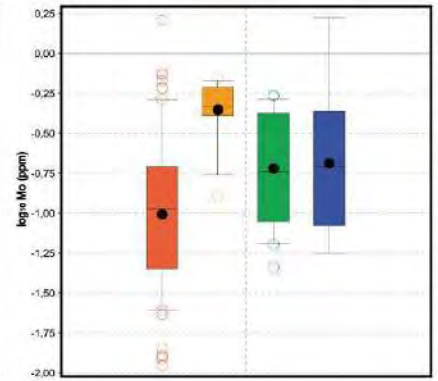
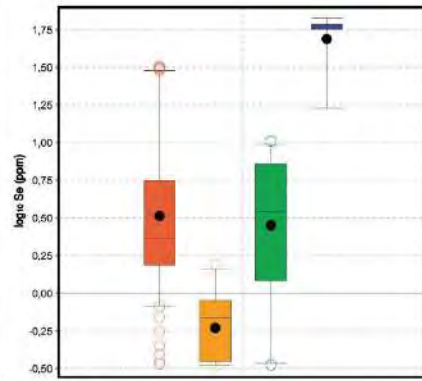
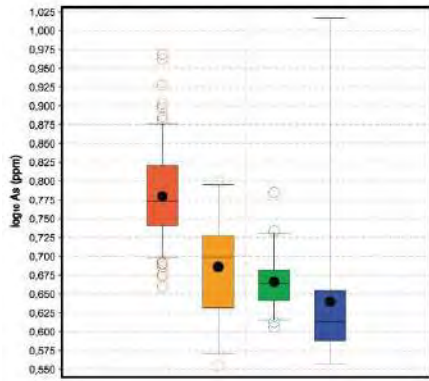


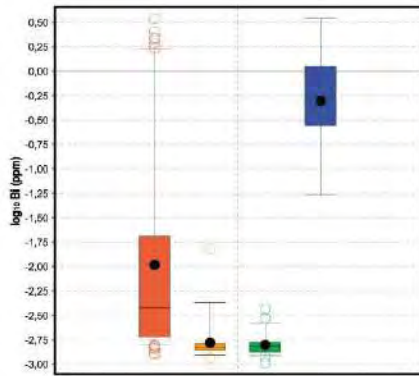
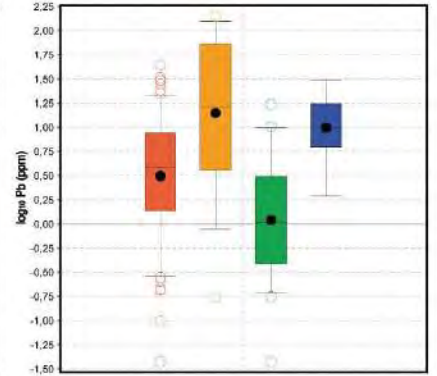
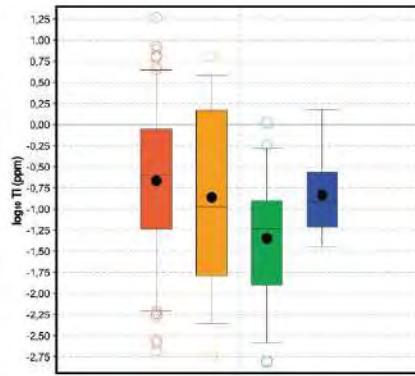
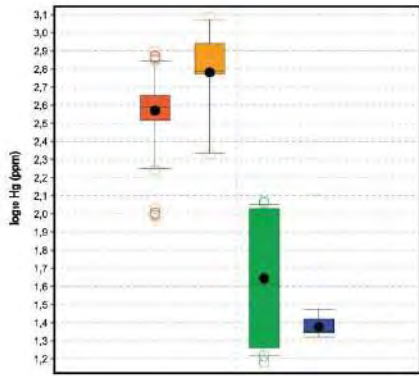


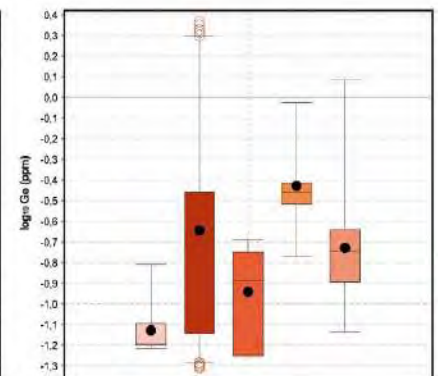
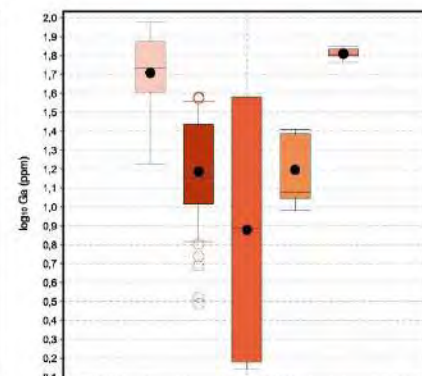
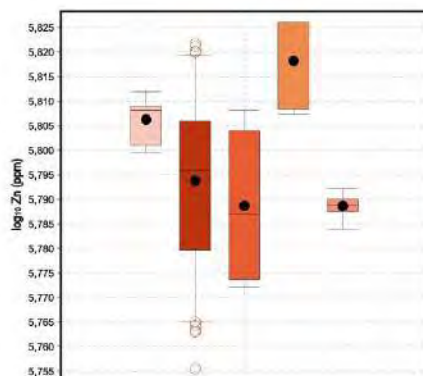
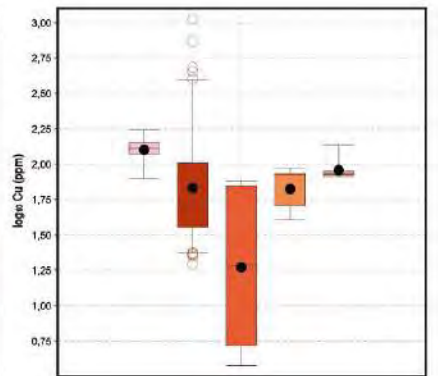
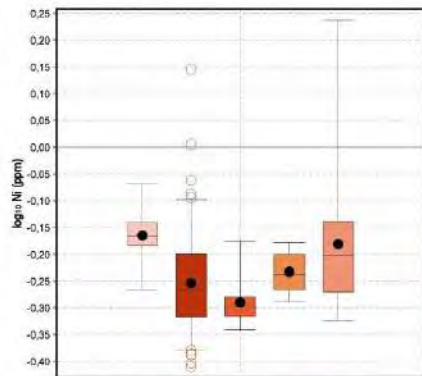
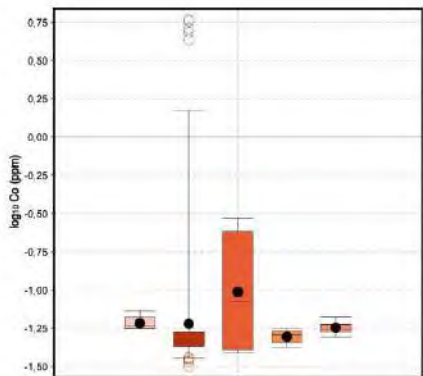
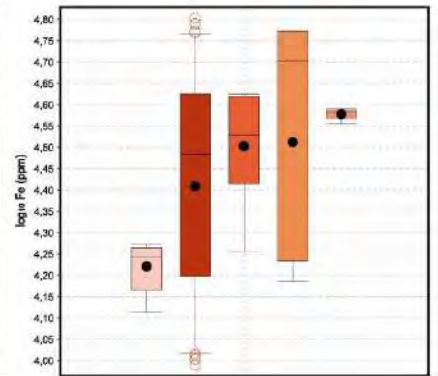
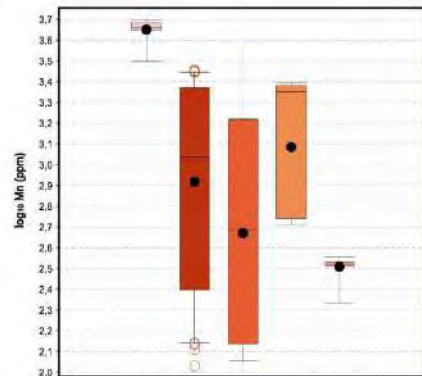
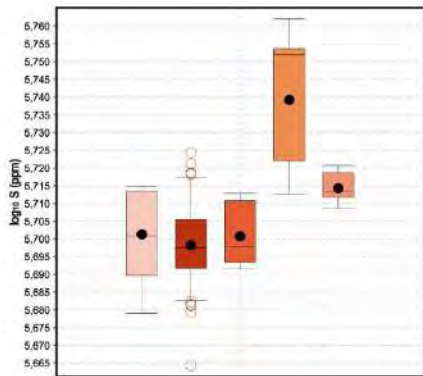
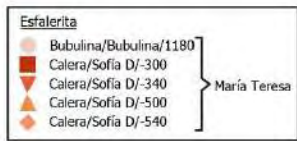
Anexo M

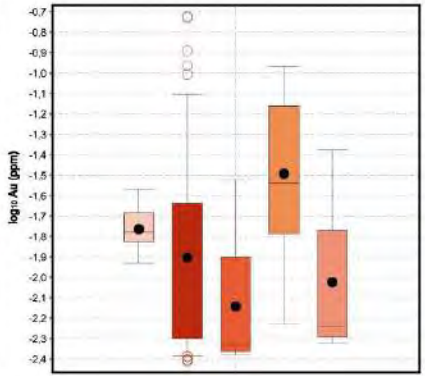
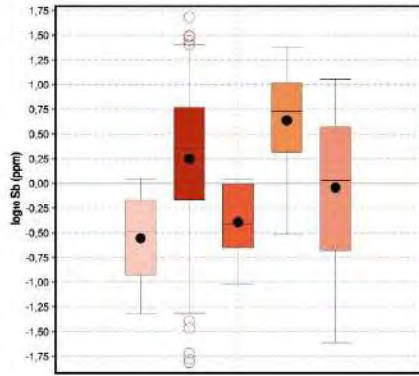
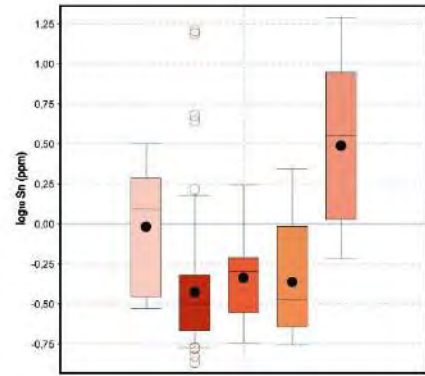
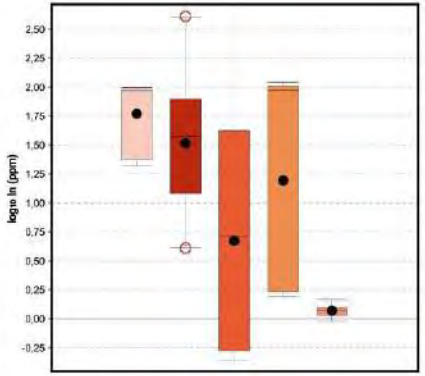
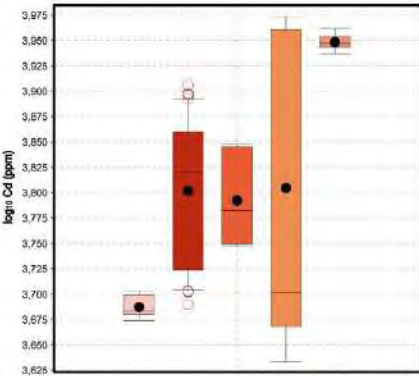
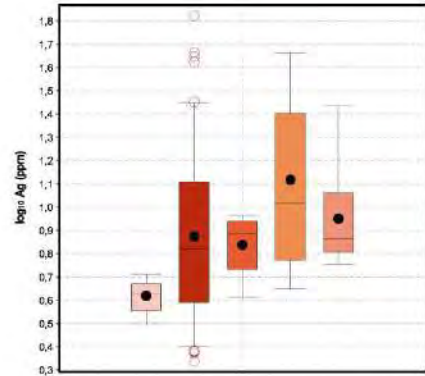
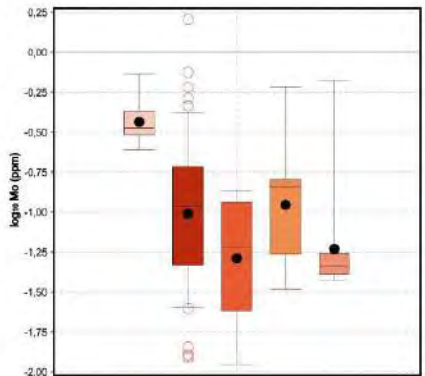
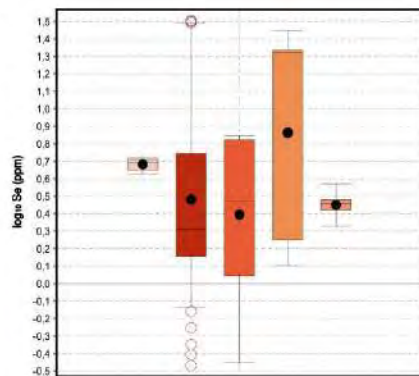
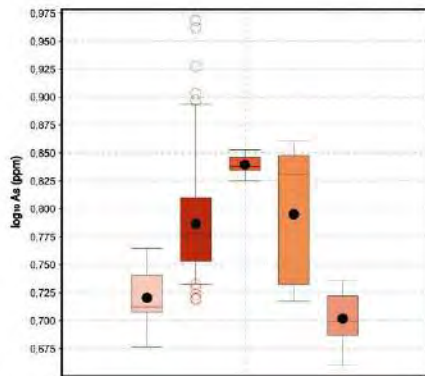
Diagramas de cajas y bigotes para esfalerita.

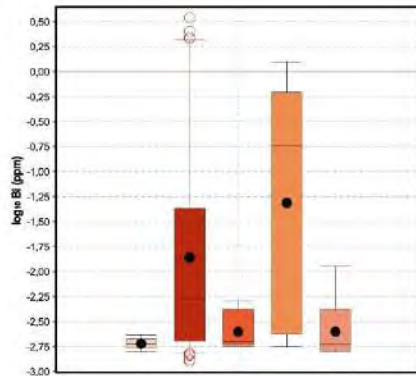
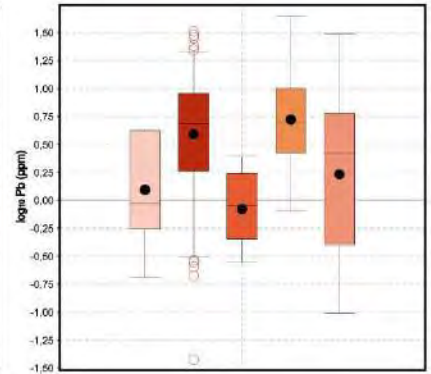
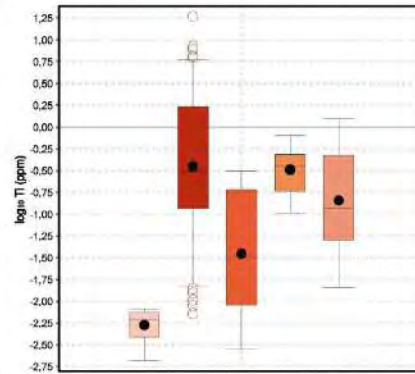
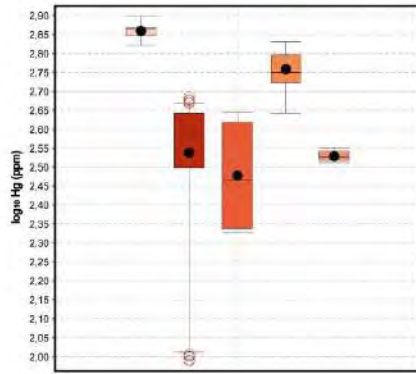






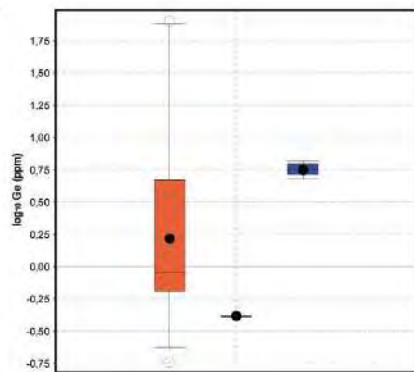
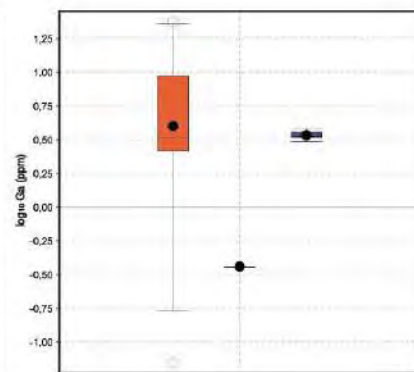
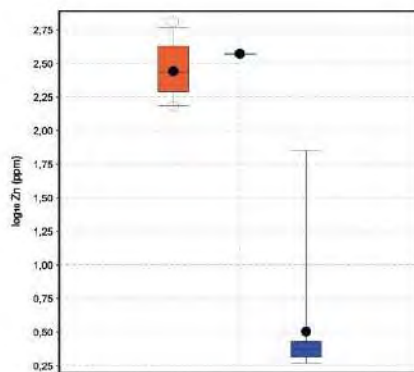
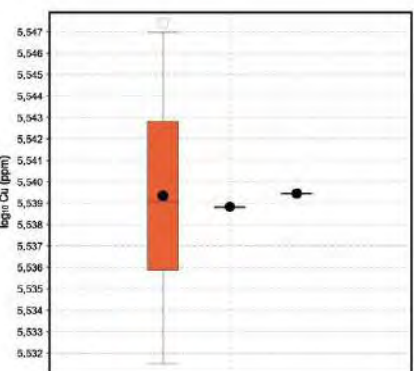
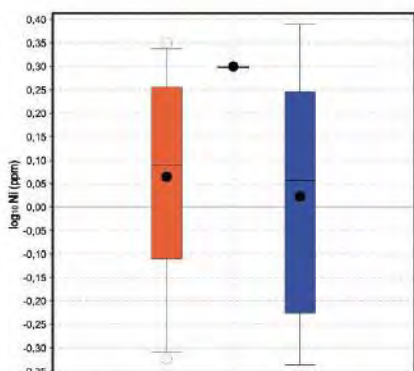
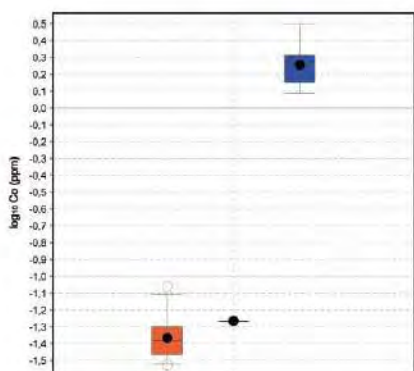
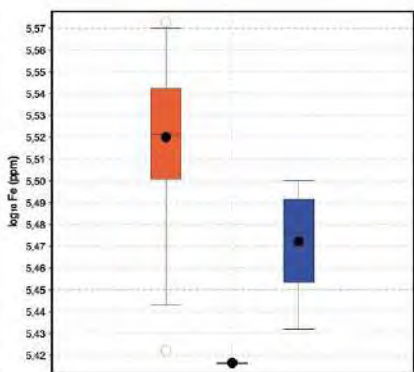
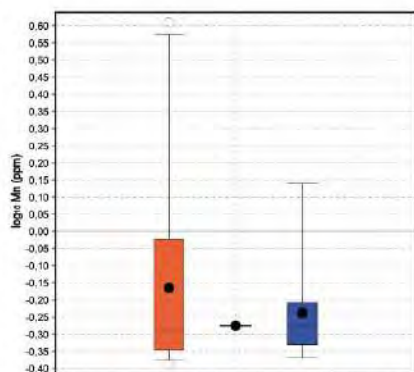
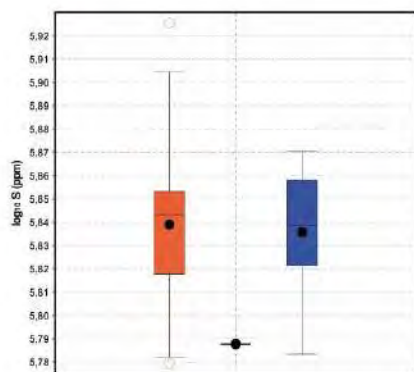
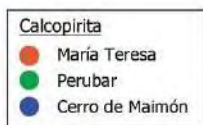


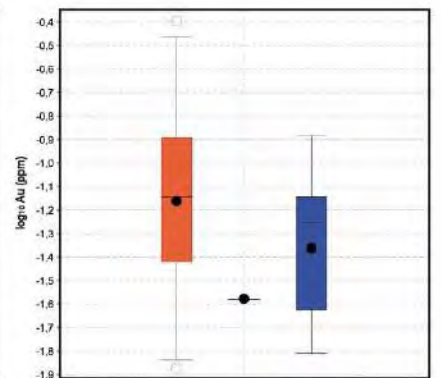
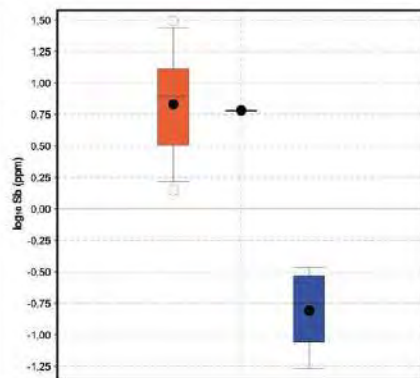
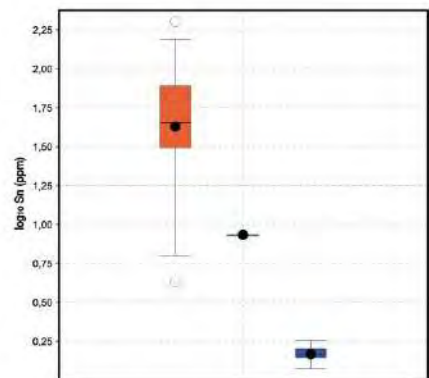
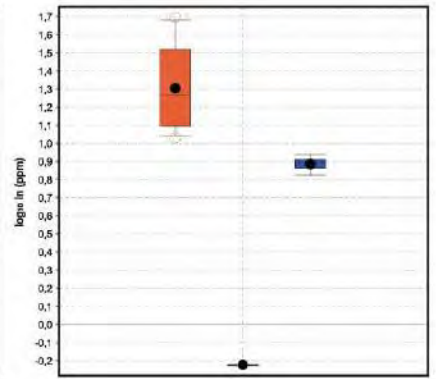
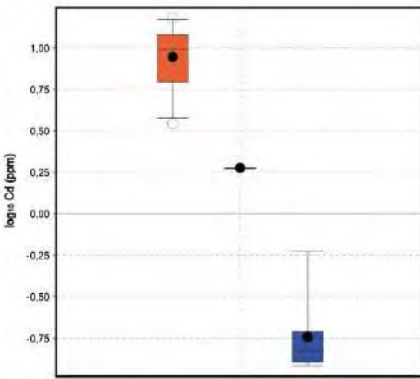
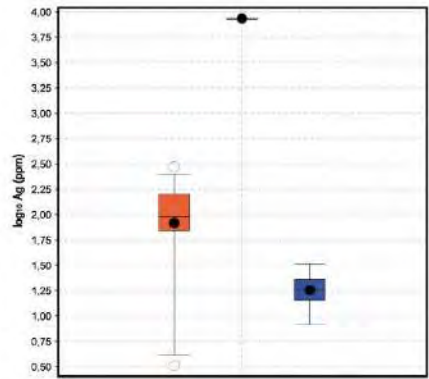
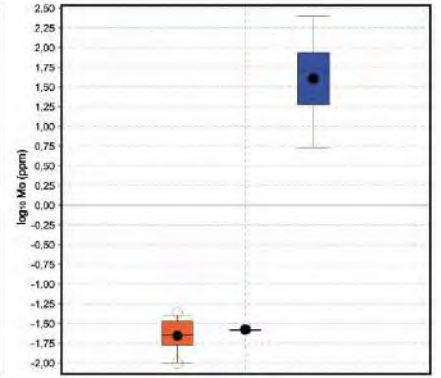
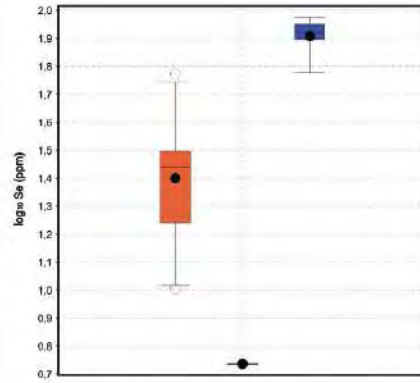
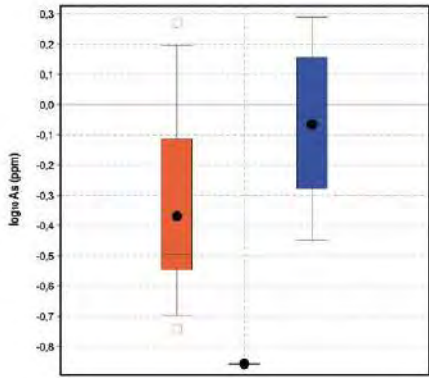


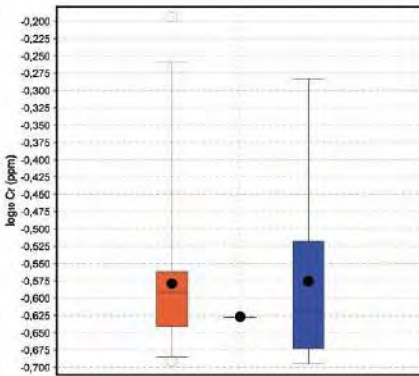
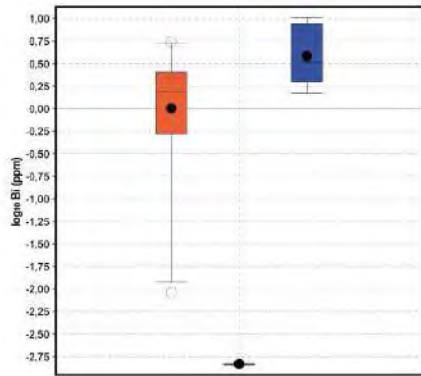
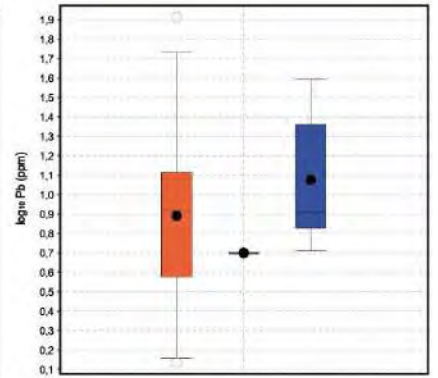
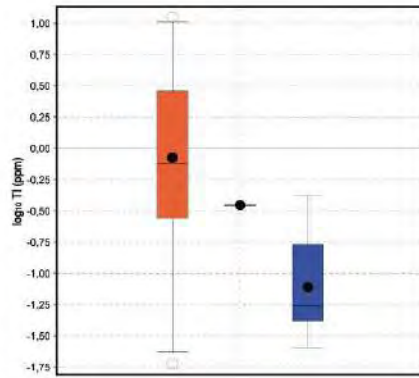
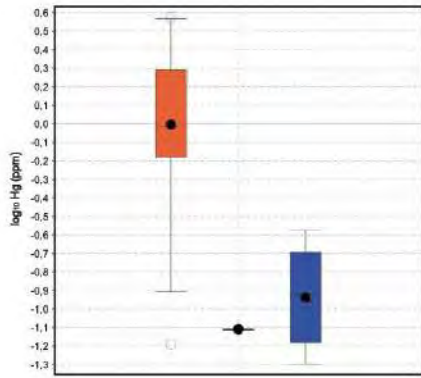


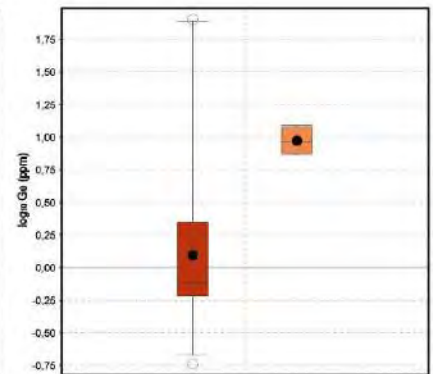
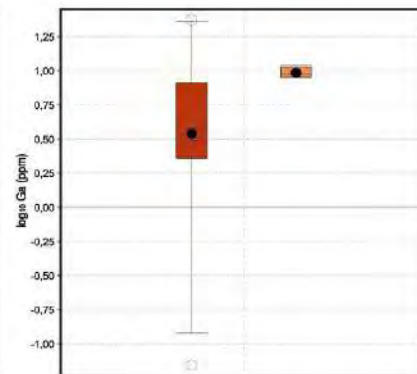
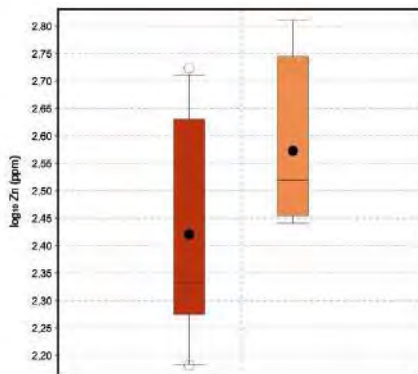
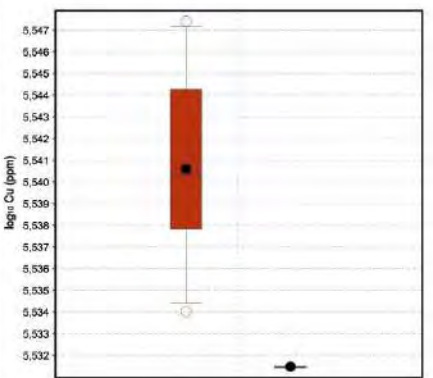
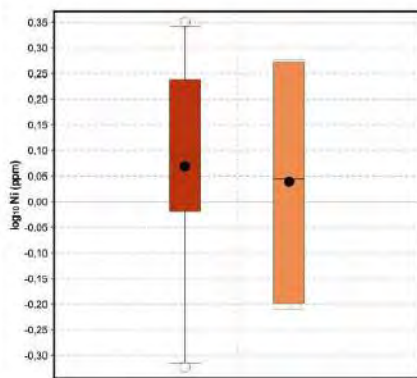
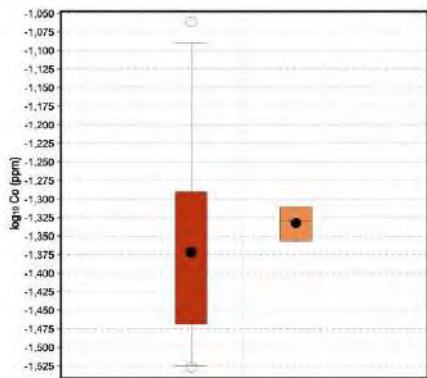
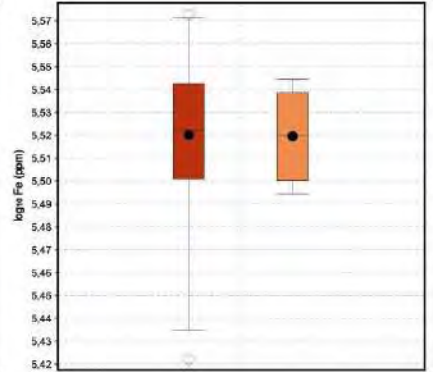
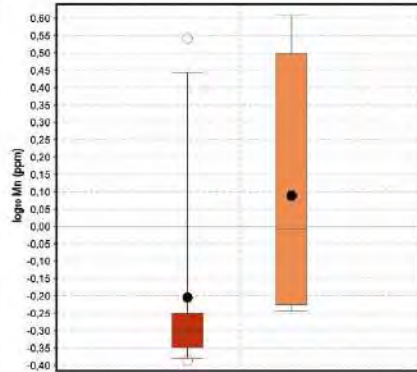
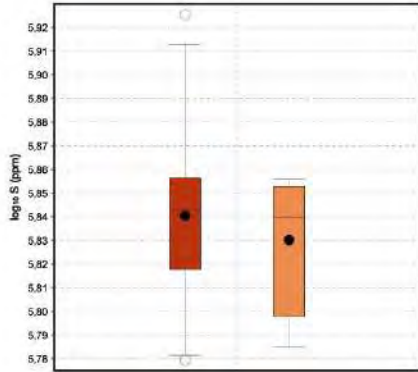
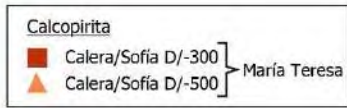
Anexo N

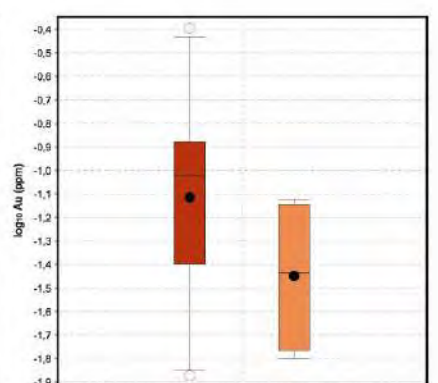
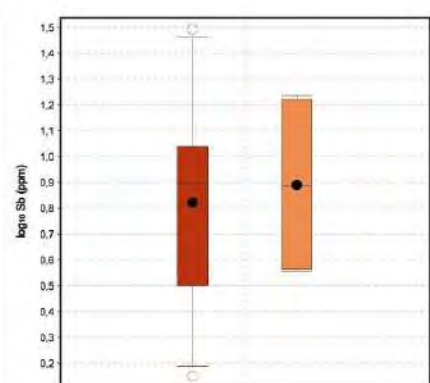
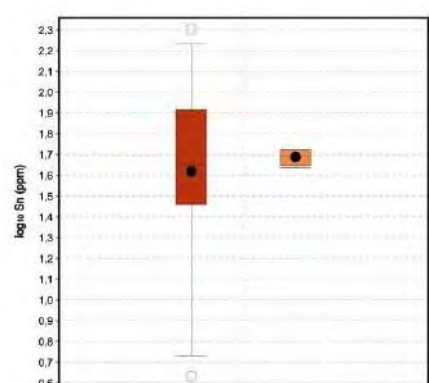
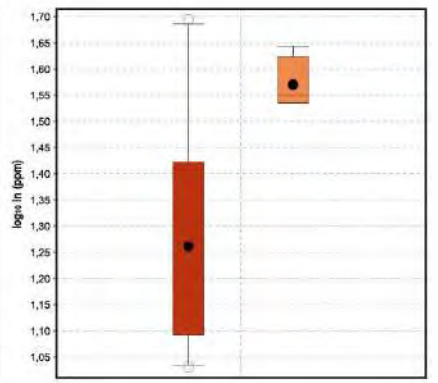
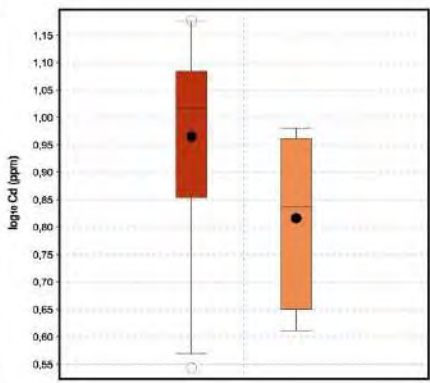
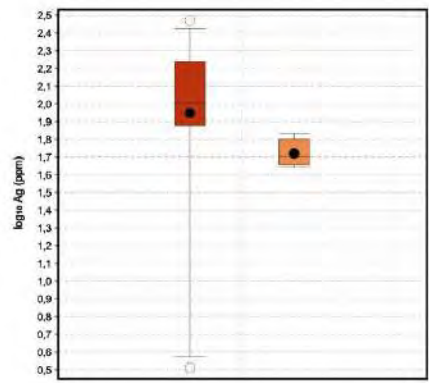
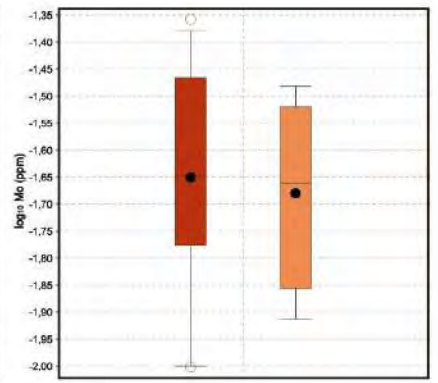
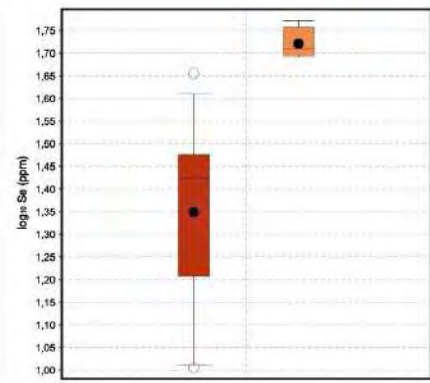
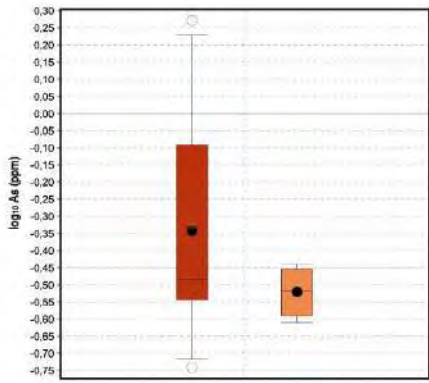
Diagramas de cajas y bigotes para calcopirita.

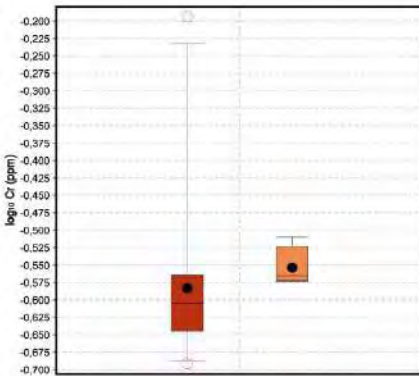
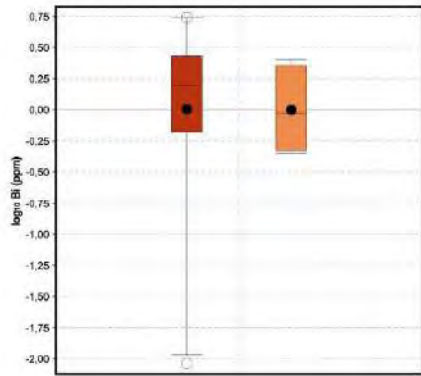
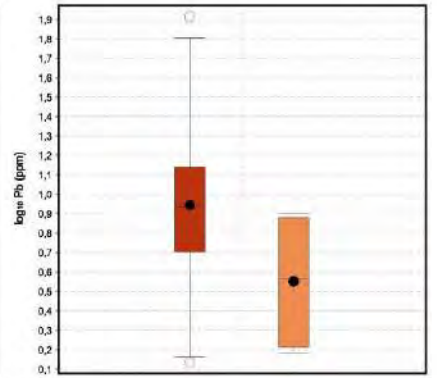
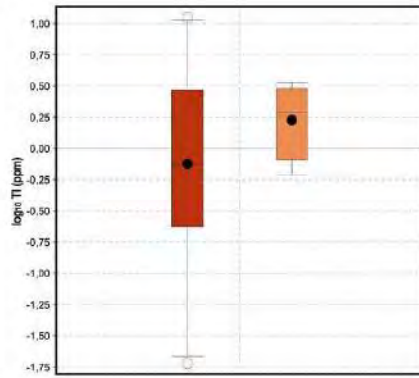
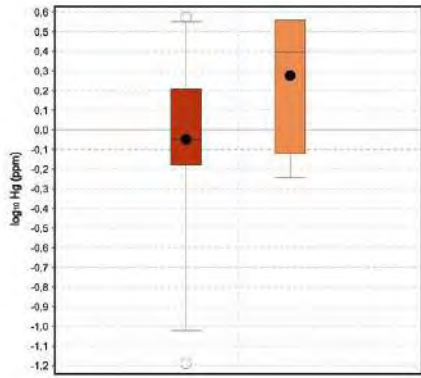






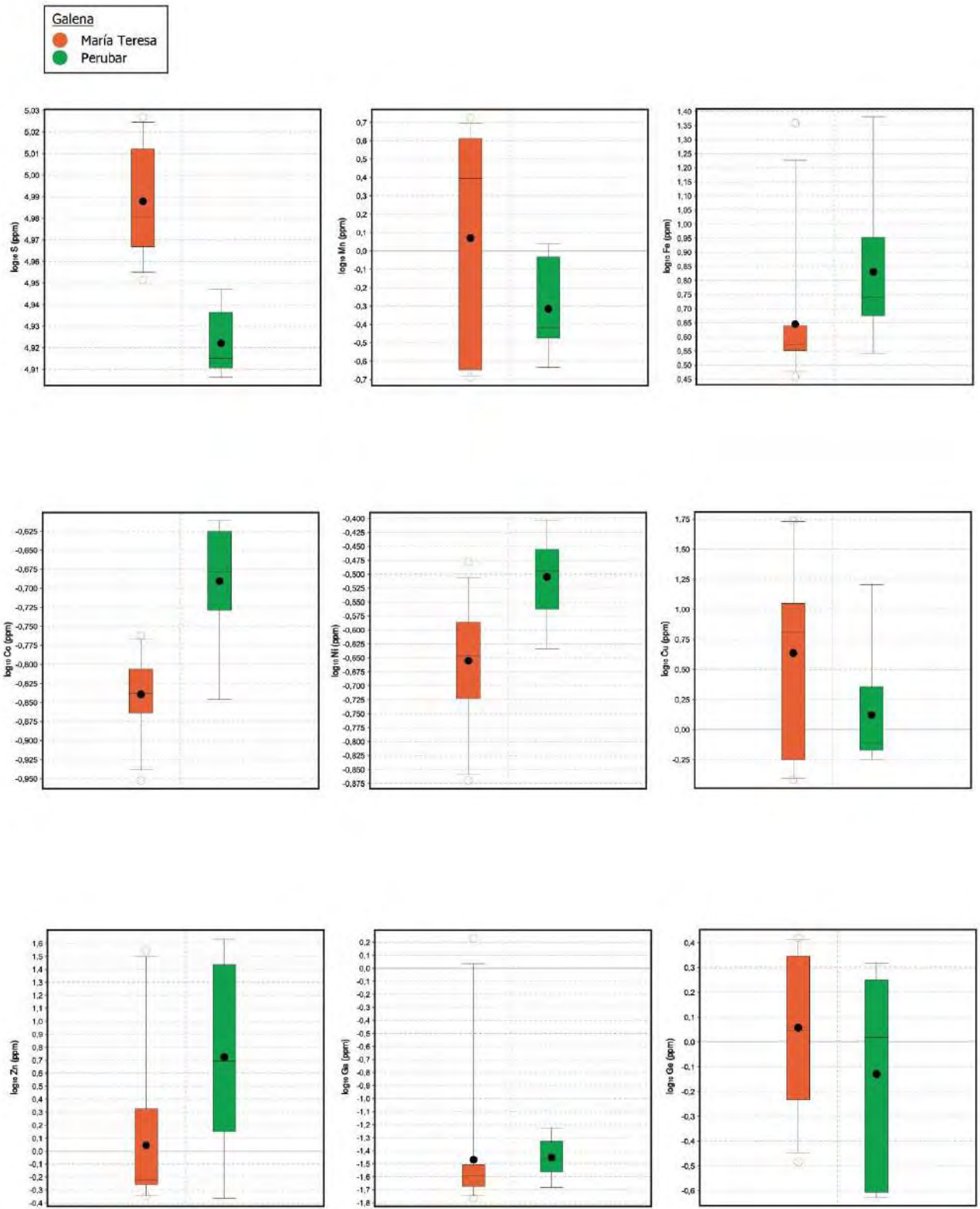


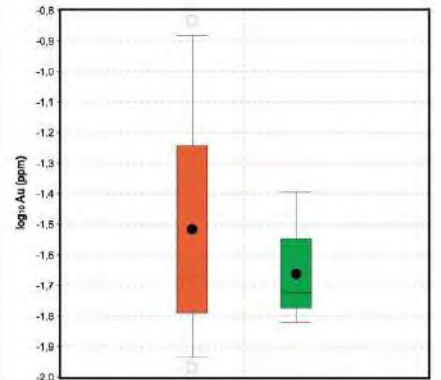
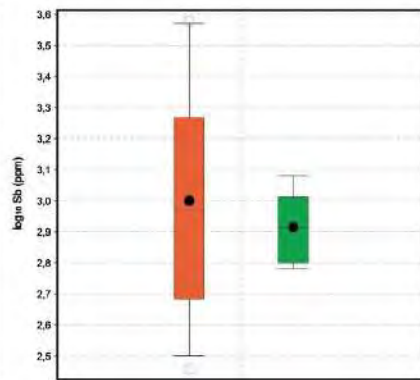
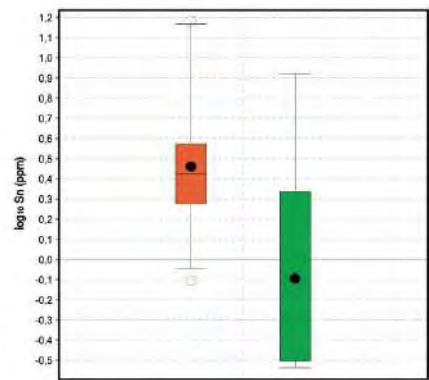
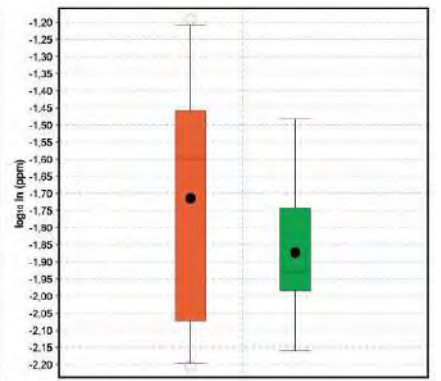
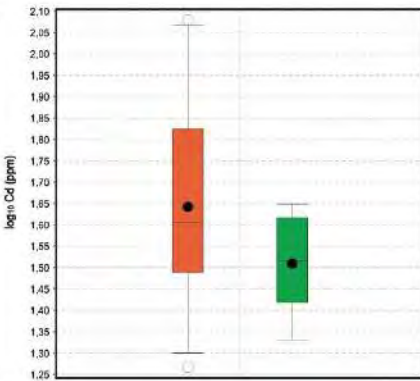
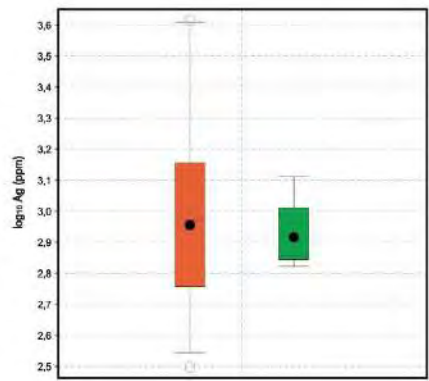
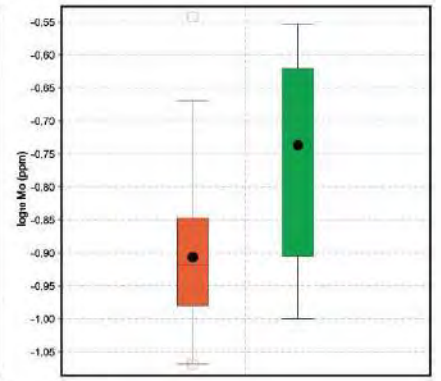
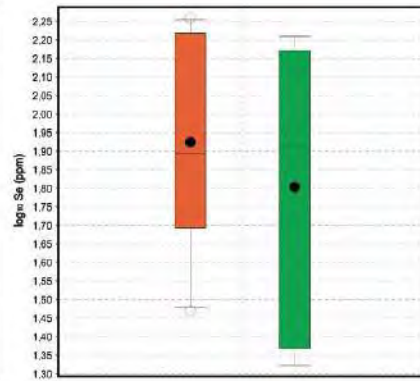
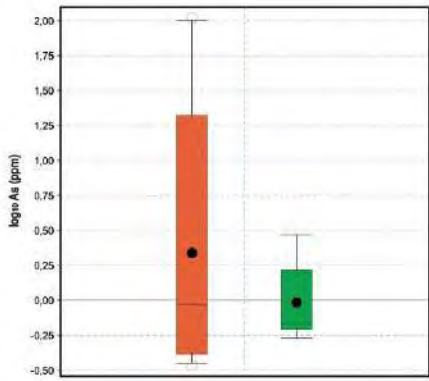


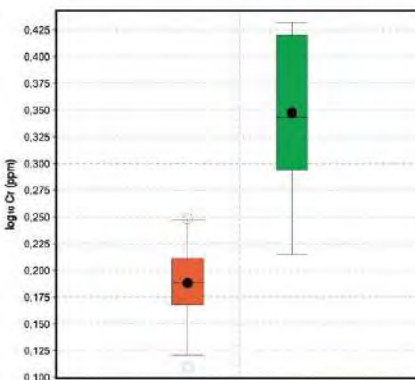
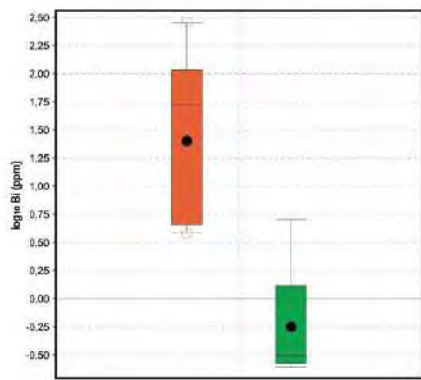
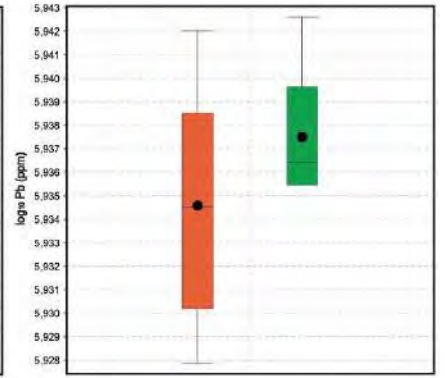
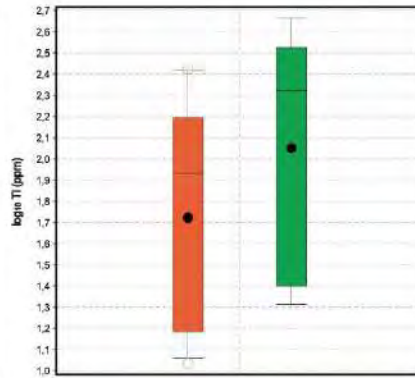
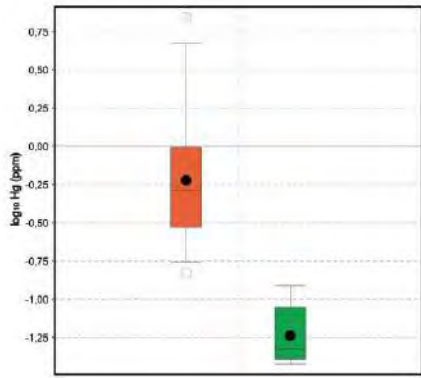


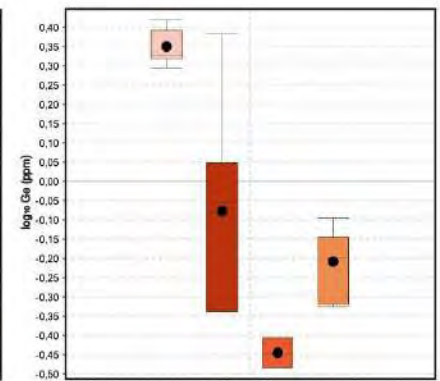
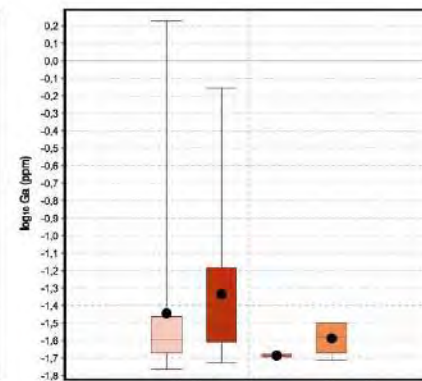
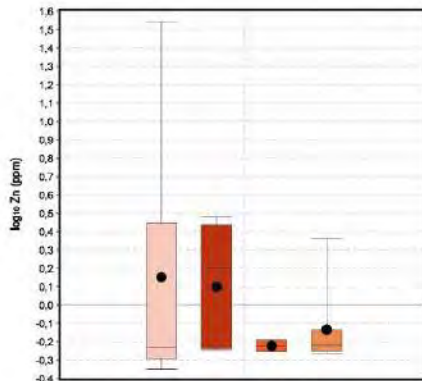
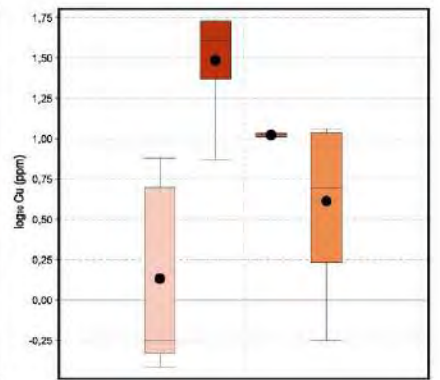
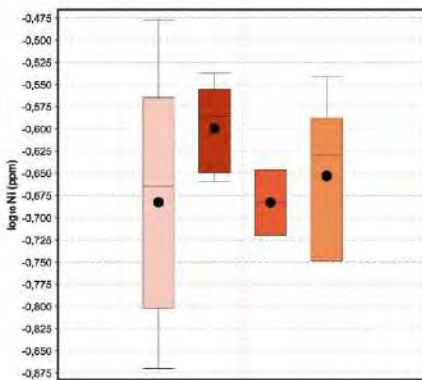
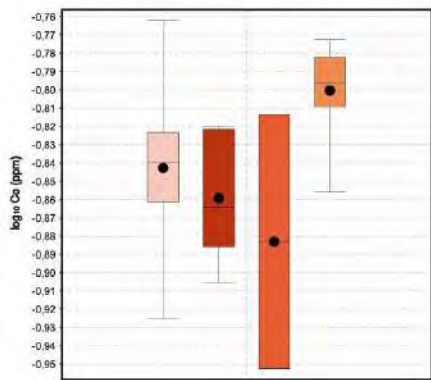
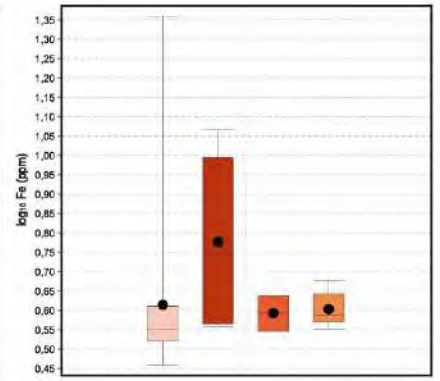
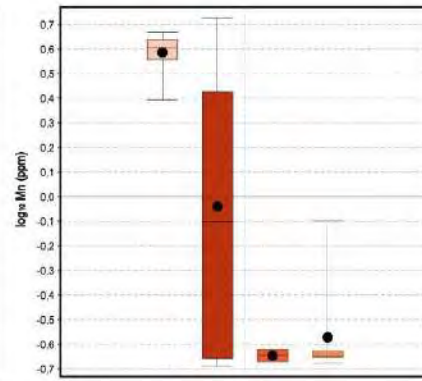
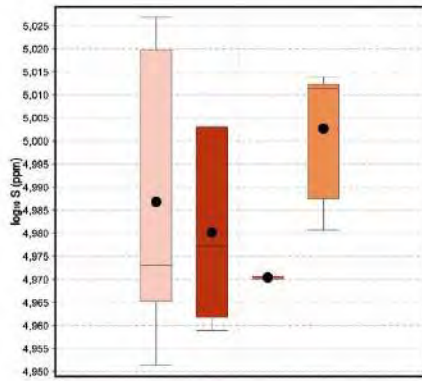
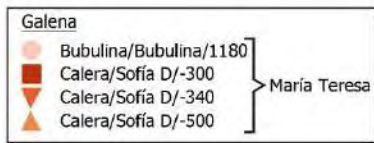
Anexo Ñ

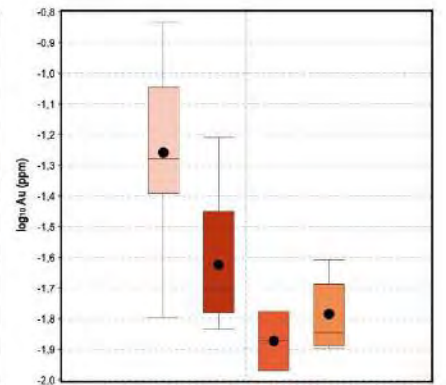
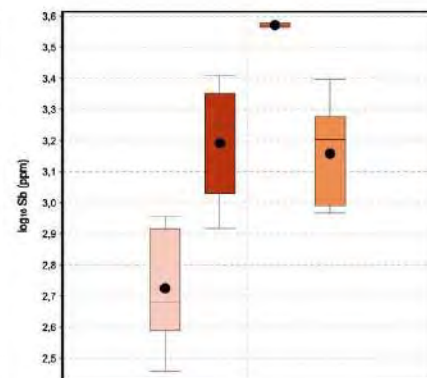
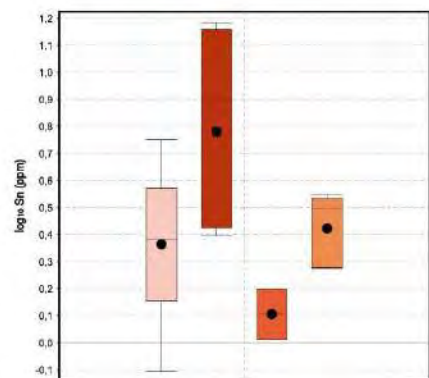
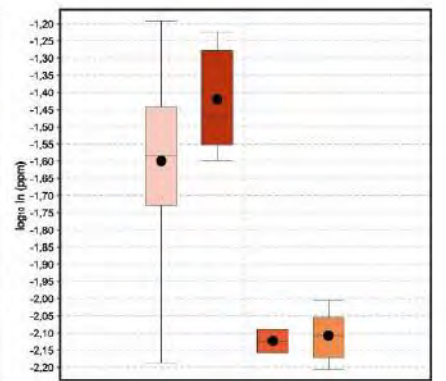
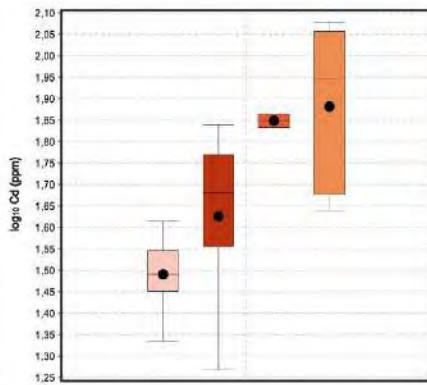
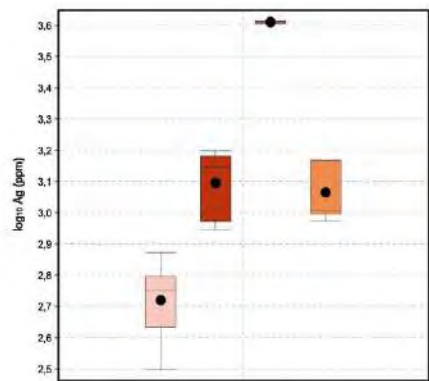
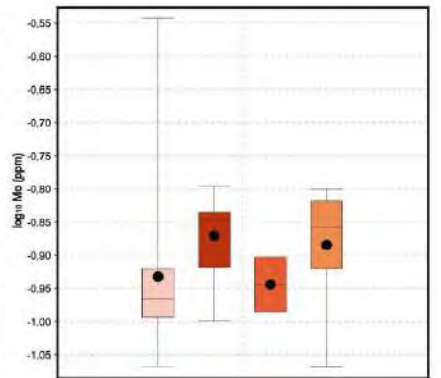
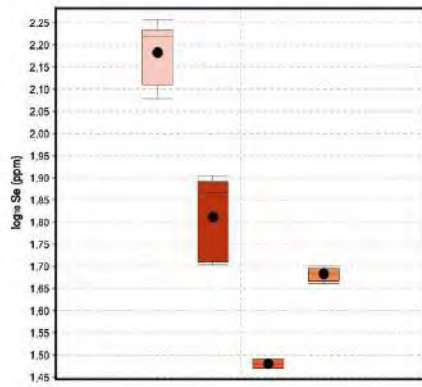
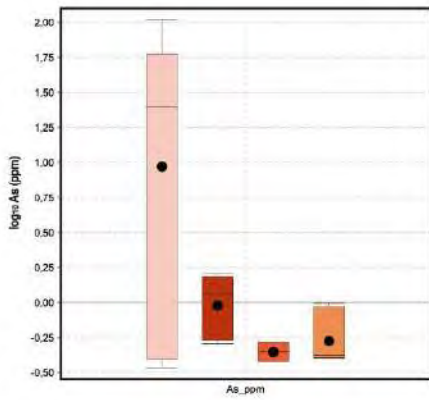
Diagramas de cajas y bigotes para galena.

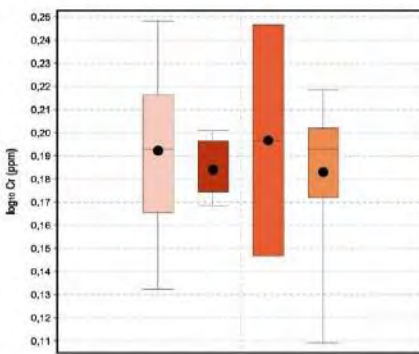
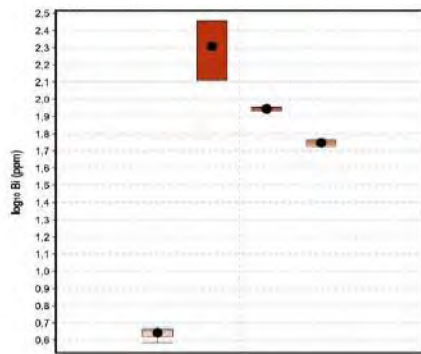
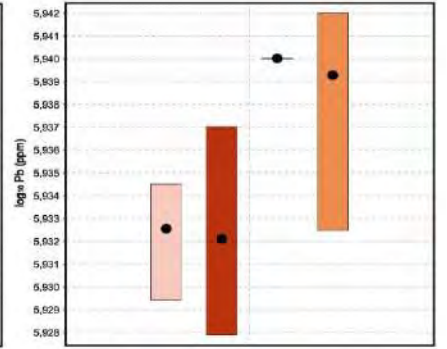
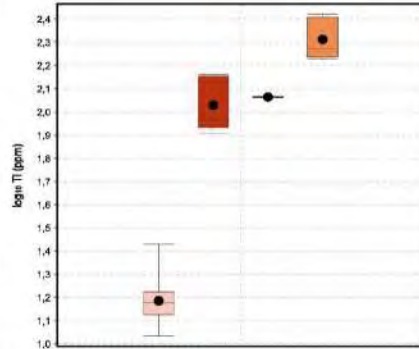
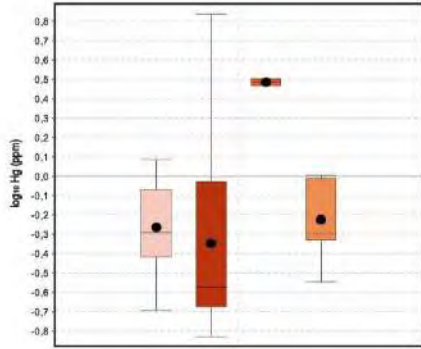












Anexo O

Resultados de la aplicación del geotermómetro GGIMFis de Frenzel et al. (2016).

Análisis	Yacimiento	Sector/Cuerpo/Sección	Muestra	Ga (ppm)	Ge (ppm)	Fe (ppm)	Fe (wt.%)	Mn (ppm)	In (ppm)	PC1	T máx	T mín	T prom	Error abs
2019-MT-026A-Circulo A-ef - 1	María Teresa	Bubulina/Bubulina/1180	2019-MT-026A	51.431	0.156	13000.091	1.300	3139.283	93.576	-1.749	325.908	280.374	303.141	22.767
2019-MT-0011B-Circulo A-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-0011B	5.468	0.138	58770.782	5.877	2034.970	52.381	-2.676	383.119	324.047	353.583	29.536
2019-MT-001A-Circulo A-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-001A	14.258	0.153	43074.061	4.307	654.382	4.069	-1.820	330.322	283.743	307.032	23.289
2019-MT-001A-Circulo C-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-001A	14.536	0.167	42551.159	4.255	647.223	3.947	-1.786	328.224	282.142	305.183	23.041
2019-MT-001A-Circulo C-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-001A	12.165	0.163	44107.833	4.411	646.781	4.155	-1.850	332.144	285.134	308.639	23.505
2019-MT-001A-Circulo D-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-001A	14.329	0.291	42100.397	4.210	598.244	4.406	-1.660	320.398	276.167	298.283	22.115
2019-MT-001B-Circulo A-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-001B	13.845	0.138	40733.325	4.073	561.654	4.236	-1.802	329.209	282.894	306.052	23.158
2019-MT-001B-Circulo B-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-001B	13.149	0.116	40319.788	4.032	591.397	4.135	-1.855	332.469	285.382	308.925	23.543
2019-MT-001B-Circulo B-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-001B	13.442	0.149	40397.784	4.040	592.024	4.181	-1.797	328.882	282.644	305.763	23.119
2019-MT-001B-Circulo C-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-001B	13.611	0.151	40634.791	4.063	578.712	4.319	-1.793	328.654	282.470	305.562	23.092
2019-MT-002-Circulo A-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-002	37.453	1.047	15390.304	1.539	128.701	52.970	-0.761	264.928	233.824	249.376	15.552
2019-MT-002-Circulo A-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-002	38.093	0.675	15747.534	1.575	138.221	54.252	-0.879	272.215	239.386	255.801	16.414
2019-MT-002-Circulo B-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-002	37.354	1.450	15588.193	1.559	139.653	48.300	-0.700	261.211	230.986	246.099	15.113
2019-MT-002-Circulo B-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-002	38.116	1.181	15417.279	1.542	139.227	50.160	-0.740	263.685	232.875	248.280	15.405
2019-MT-002-Circulo C-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-002	33.549	1.355	15917.610	1.592	138.561	61.753	-0.772	265.643	234.370	250.007	15.637
2019-MT-002-Circulo C-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-002	31.942	0.939	15246.961	1.525	136.351	61.441	-0.844	270.069	237.748	253.909	16.161
2019-MT-002-Circulo D-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-002	31.119	1.162	15627.046	1.563	136.766	68.386	-0.824	268.854	236.820	252.837	16.017
2019-MT-002-Circulo D-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-002	28.409	0.219	15720.466	1.572	139.282	69.160	-1.218	293.164	255.378	274.271	18.893
2019-MT-003-Circulo A-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-003	9.013	1.458	10737.140	1.074	194.931	11.209	-0.780	266.124	234.737	250.430	15.694
2019-MT-003-Circulo A-ef - 3	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-003	8.713	1.409	10061.879	1.006	184.469	10.565	-0.753	264.488	233.488	248.988	15.500
2019-MT-003-Circulo B-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-003	10.864	1.008	10586.164	1.059	146.428	11.147	-0.757	264.707	233.655	249.181	15.526
2019-MT-003-Circulo B-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-003	11.188	1.149	10632.512	1.063	175.915	11.582	-0.764	265.156	233.998	249.577	15.579
2019-MT-003-Circulo C-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-003	10.600	0.644	10635.887	1.064	169.936	12.143	-0.902	273.644	240.477	257.061	16.584
2019-MT-003-Circulo C-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-003	10.562	1.109	10777.039	1.078	150.692	11.796	-0.761	264.947	233.838	249.392	15.554

Análisis	Yacimiento	Sector/Cuerpo/Sección	Muestra	Ga (ppm)	Ge (ppm)	Fe (ppm)	Fe (wt.%)	Mn (ppm)	In (ppm)	PC1	T máx	T mín	T prom	Error abs
2019-MT-003-Circulo C-ef - 3	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-003	10.519	0.924	10560.860	1.056	168.903	12.214	-0.821	268.656	236.670	252.663	15.993
2019-MT-003-Circulo C-ef - 4	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-003	10.647	0.683	10578.422	1.058	172.408	12.375	-0.891	272.974	239.966	256.470	16.504
2019-MT-003-Circulo C-ef - 5	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-003	10.454	0.260	10433.653	1.043	169.494	11.942	-1.095	285.587	249.594	267.590	17.996
2019-MT-003-Circulo C-ef - 6	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-003	10.651	0.239	10774.546	1.077	185.951	12.258	-1.143	288.499	251.817	270.158	18.341
2019-MT-003-Circulo D-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-003	11.137	0.791	10835.523	1.084	188.715	12.075	-0.873	271.874	239.126	255.500	16.374
2019-MT-003-Circulo D-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-003	11.012	1.842	10447.548	1.045	164.293	12.254	-0.650	258.107	228.616	243.362	14.745
2019-MT-004-Circulo A-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-004	30.563	2.064	10283.392	1.028	247.430	404.586	-0.861	271.133	238.560	254.846	16.286
2019-MT-004-Circulo A-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-004	31.169	1.987	9771.628	0.977	236.532	415.014	-0.840	269.834	237.569	253.702	16.133
2019-MT-004-Circulo B-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-004	30.262	2.237	10654.378	1.065	250.797	395.534	-0.859	270.994	238.454	254.724	16.270
2019-MT-004-Circulo B-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-004	32.277	2.329	10673.952	1.067	238.667	400.631	-0.828	269.090	237.001	253.046	16.045
2019-MT-004-Circulo C-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-004	30.060	2.123	11509.782	1.151	237.380	405.103	-0.892	273.039	240.015	256.527	16.512
2019-MT-004-Circulo C-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-004	31.887	1.982	10378.278	1.038	233.961	406.918	-0.853	270.660	238.199	254.430	16.230
2019-MT-005-Circulo A-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-005	8.906	0.334	27539.053	2.754	2781.605	12.267	-1.997	341.200	292.047	316.624	24.576
2019-MT-005-Circulo A-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-005	9.476	0.286	27464.028	2.746	2836.708	12.207	-2.020	342.625	293.135	317.880	24.745
2019-MT-005-Circulo B-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-005	10.599	0.327	24725.730	2.473	2773.582	12.266	-1.923	336.631	288.560	312.595	24.036
2019-MT-005-Circulo C-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-005	8.822	0.252	24094.532	2.409	2668.962	12.729	-2.007	341.837	292.534	317.185	24.652
2019-MT-005-Circulo C-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-005	8.434	0.328	24615.776	2.462	2561.564	13.131	-1.962	339.073	290.424	314.749	24.325
2019-MT-006A-Circulo A-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-006A	7.869	0.151	22519.762	2.252	1053.599	27.004	-2.017	342.421	292.979	317.700	24.721
2019-MT-006A-Circulo A-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-006A	7.926	0.378	21849.898	2.185	1000.282	26.837	-1.791	328.524	282.371	305.447	23.077
2019-MT-006A-Circulo B-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-006A	8.137	0.123	21611.201	2.161	925.725	25.511	-2.007	341.827	292.526	317.176	24.650
2019-MT-006A-Circulo D-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-006A	9.118	0.163	21025.694	2.103	1086.992	26.295	-1.946	338.065	289.654	313.860	24.205
2019-MT-006B-Circulo A-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-006B	4.878	0.180	12731.162	1.273	1491.765	42.138	-1.991	340.858	291.786	316.322	24.536
2019-MT-006B-Circulo A-ef - 3	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-006B	18.323	0.194	16463.912	1.646	1602.062	38.027	-1.781	327.888	281.886	304.887	23.001
2019-MT-006B-Circulo B-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-006B	14.294	0.143	19038.895	1.904	1431.846	35.817	-1.927	336.920	288.780	312.850	24.070
2019-MT-006B-Circulo B-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-006B	8.274	0.206	18787.286	1.879	1471.877	37.002	-1.972	339.660	290.872	315.266	24.394

Análisis	Yacimiento	Sector/Cuerpo/Sección	Muestra	Ga (ppm)	Ge (ppm)	Fe (ppm)	Fe (wt.%)	Mn (ppm)	In (ppm)	PC1	T máx	T mín	T prom	Error abs
2019-MT-006B-Circulo B-ef - 4	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-006B	13.971	0.160	18134.212	1.813	1374.981	35.543	-1.881	334.050	286.589	310.319	23.730
2019-MT-006B-Circulo C-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-006B	13.776	0.196	18273.834	1.827	1423.419	35.774	-1.850	332.127	285.121	308.624	23.503
2019-MT-006B-Circulo C-ef - 3	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-006B	13.246	0.172	21390.053	2.139	1555.427	36.373	-1.965	339.261	290.567	314.914	24.347
2019-MT-007-Circulo B-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-007	24.532	0.245	31638.614	3.164	1383.372	82.671	-1.963	339.147	290.480	314.814	24.333
2019-MT-007-Circulo C-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-007	25.672	0.169	31519.582	3.152	1470.021	78.897	-2.041	343.947	294.144	319.046	24.901
2019-MT-007-Circulo D-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-007	25.350	0.147	32796.321	3.280	1707.732	77.993	-2.117	348.635	297.723	323.179	25.456
2019-MT-007-Circulo E-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-007	24.499	0.189	31006.814	3.101	1752.622	76.251	-2.052	344.628	294.664	319.646	24.982
2019-MT-008-Circulo B-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-008	30.456	0.232	33671.514	3.367	2777.828	52.372	-2.040	343.863	294.081	318.972	24.891
2019-MT-008-Circulo C-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-008	31.853	0.136	35160.861	3.516	2813.825	51.378	-2.164	351.530	299.933	325.732	25.799
2019-MT-008-Circulo D-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-008	31.417	0.144	35338.112	3.534	2820.782	51.932	-2.159	351.204	299.684	325.444	25.760
2019-MT-011A-Circulo C-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-011A	9.260	0.149	59055.688	5.906	2255.944	47.197	-2.554	375.607	318.313	346.960	28.647
2019-MT-011A-Circulo C-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-011A	10.298	0.508	61631.523	6.163	2318.078	47.290	-2.283	358.836	305.510	332.173	26.663
2019-MT-015A-Circulo A-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-015A	24.885	0.357	44245.764	4.425	2392.891	173.138	-2.193	353.301	301.285	327.293	26.008
2019-MT-015A-Circulo A-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-015A	30.244	0.327	45197.249	4.520	2364.554	167.696	-2.171	351.966	300.266	326.116	25.850
2019-MT-015A-Circulo B-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-015A	32.991	0.333	40063.765	4.006	2527.597	171.284	-2.119	348.747	297.809	323.278	25.469
2019-MT-015A-Circulo B-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-015A	37.612	0.193	40675.090	4.068	2500.534	176.355	-2.217	354.810	302.437	328.623	26.187
2019-MT-015A-Circulo C-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-015A	29.211	0.322	43322.405	4.332	2468.811	165.371	-2.174	352.110	300.376	326.243	25.867
2019-MT-015A-Circulo C-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-015A	15.714	0.327	42899.460	4.290	2524.782	166.184	-2.308	360.390	306.696	333.543	26.847
2019-MT-015A-Circulo D-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-015A	27.891	0.339	38995.867	3.900	2544.246	166.901	-2.140	350.050	298.803	324.427	25.623
2019-MT-015A-Circulo D-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-015A	25.606	0.247	37979.305	3.798	2522.334	161.291	-2.213	354.561	302.246	328.403	26.157
2019-MT-015A-Circulo E-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-015A	27.234	0.286	39384.128	3.938	2621.992	161.483	-2.189	353.077	301.114	327.096	25.982
2019-MT-015B-Circulo A-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-015B	7.359	0.320	47378.540	4.738	2342.880	161.887	-2.499	372.174	315.692	343.933	28.241
2019-MT-015B-Circulo A-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-015B	23.765	0.299	44636.470	4.464	2519.056	156.394	-2.244	356.472	303.706	330.089	26.383
2019-MT-015B-Circulo B-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-015B	15.124	0.297	44444.866	4.444	2252.274	157.861	-2.322	361.284	307.379	334.331	26.953
2019-MT-015B-Circulo B-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-015B	27.234	0.222	49633.669	4.963	2616.958	158.206	-2.328	361.640	307.650	334.645	26.995

Análisis	Yacimiento	Sector/Cuerpo/Sección	Muestra	Ga (ppm)	Ge (ppm)	Fe (ppm)	Fe (wt.%)	Mn (ppm)	In (ppm)	PC1	T máx	T mín	T prom	Error abs
2019-MT-015B-Circulo C-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-015B	24.988	0.232	48628.604	4.863	2564.856	153.870	-2.322	361.287	307.381	334.334	26.953
2019-MT-015B-Circulo C-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-015B	23.158	0.166	48969.317	4.897	2629.340	161.929	-2.426	367.697	312.274	339.985	27.711
2019-MT-015B-Circulo E-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-015B	20.663	0.230	49581.672	4.958	2484.822	165.745	-2.375	364.556	309.877	337.217	27.340
2019-MT-015B-Circulo D-sl - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-300	2019-MT-015B	18.567	0.272	46386.041	4.639	2689.142	157.187	-2.347	362.806	308.541	335.673	27.133
2019-MT-0018-Circulo A ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-340	2019-MT-0018	1.622	0.117	18062.466	1.806	112.953	0.620	-1.477	309.123	267.560	288.341	20.781
2019-MT-0018-Circulo A ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-340	2019-MT-0018	1.527	0.203	27026.703	2.703	131.826	0.552	-1.537	312.831	270.391	291.611	21.220
2019-MT-0018-Circulo C ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-340	2019-MT-0018	1.511	0.171	23115.916	2.312	138.414	0.460	-1.509	311.088	269.060	290.074	21.014
2019-MT-0018-Circulo C ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-340	2019-MT-0018	1.511	0.205	27373.919	2.737	139.980	0.437	-1.528	312.258	269.954	291.106	21.152
2019-MT-0019-Circulo A ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-340	2019-MT-0019	38.393	0.162	41162.425	4.116	1633.167	41.648	-2.011	342.093	292.729	317.411	24.682
2019-MT-0019-Circulo A ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-340	2019-MT-0019	37.407	0.142	41663.366	4.166	1641.538	41.788	-2.051	344.559	294.612	319.585	24.974
2019-MT-0019-Circulo C ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-340	2019-MT-0019	37.688	0.116	41300.598	4.130	1647.598	42.140	-2.094	347.195	296.624	321.909	25.286
2019-MT-0020-Circulo C-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-500	2019-MT-0020	24.103	0.327	15295.749	1.530	512.290	1.589	-1.002	279.808	245.182	262.495	17.313
2019-MT-0020-Circulo C-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-500	2019-MT-0020	25.572	0.945	17459.589	1.746	584.409	1.769	-0.842	269.970	237.672	253.821	16.149
2019-MT-0020-Circulo A-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-500	2019-MT-0020	22.360	0.348	16356.813	1.636	546.552	1.555	-1.040	282.172	246.987	264.579	17.592
2019-MT-0020-Circulo B-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-500	2019-MT-0020	24.259	0.283	17121.990	1.712	544.794	1.698	-1.093	285.457	249.495	267.476	17.981
2019-MT-0020-Circulo B-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-500	2019-MT-0020	25.117	0.739	17190.625	1.719	560.846	1.740	-0.885	272.591	239.673	256.132	16.459
2019-MT-0021-Circulo B-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-500	2019-MT-0021	11.076	0.353	50313.519	5.031	2246.659	93.389	-2.340	362.394	308.226	335.310	27.084
2019-MT-0021-Circulo B-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-500	2019-MT-0021	11.941	0.381	59010.159	5.901	2491.891	96.897	-2.391	365.504	310.600	338.052	27.452
2019-MT-0021-Circulo B-ef - 3	María Teresa	Calera/Sofía D/-500	2019-MT-0021	11.471	0.386	59348.378	5.935	2487.594	94.508	-2.396	365.822	310.843	338.333	27.490
2019-MT-0021-Circulo B-ef - 4	María Teresa	Calera/Sofía D/-500	2019-MT-0021	11.266	0.170	59398.184	5.940	2412.955	102.191	-2.583	377.367	319.656	348.512	28.855
2019-MT-0021-Circulo C-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-500	2019-MT-0021	10.268	0.322	55672.267	5.567	2245.551	105.004	-2.427	367.772	312.332	340.052	27.720
2019-MT-0021-Circulo C-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-500	2019-MT-0021	9.570	0.304	58278.624	5.828	2274.022	110.326	-2.480	371.027	314.816	342.921	28.105
2019-MT-022A-Circulo A-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-540	2019-MT-022A	58.520	0.123	38232.802	3.823	319.764	1.094	-1.226	293.649	255.749	274.699	18.950
2019-MT-022A-Circulo A-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-540	2019-MT-022A	62.683	0.231	38972.570	3.897	326.165	1.180	-1.091	285.305	249.379	267.342	17.963
2019-MT-022A-Circulo B-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-540	2019-MT-022A	62.998	0.158	38157.998	3.816	325.031	1.188	-1.166	289.959	252.931	271.445	18.514

Análisis	Yacimiento	Sector/Cuerpo/Sección	Muestra	Ga (ppm)	Ge (ppm)	Fe (ppm)	Fe (wt.%)	Mn (ppm)	In (ppm)	PC1	T máx	T mín	T prom	Error abs
2019-MT-022A-Circulo B-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-540	2019-MT-022A	68.015	1.212	38737.645	3.874	338.267	1.259	-0.721	262.455	231.936	247.196	15.260
2019-MT-022A-Circulo C-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-540	2019-MT-022A	63.168	0.144	38845.697	3.885	346.000	1.123	-1.199	291.973	254.469	273.221	18.752
2019-MT-022A-Circulo C-ef - 2	María Teresa	Calera/Sofía D/-540	2019-MT-022A	63.014	0.200	36905.374	3.691	328.133	1.047	-1.090	285.245	249.333	267.289	17.956
2019-MT-022A-Circulo D-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-540	2019-MT-022A	64.623	0.206	38661.643	3.866	338.685	1.025	-1.099	285.791	249.750	267.770	18.021
2019-MT-022B-Circulo A-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-540	2019-MT-022B	68.027	0.165	37795.495	3.780	329.394	1.399	-1.157	289.375	252.485	270.930	18.445
2019-MT-022B-Circulo B-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-540	2019-MT-022B	66.544	0.283	37445.489	3.745	328.241	1.473	-1.044	282.409	247.168	264.789	17.621
2019-MT-022B-Circulo C-ef - 1	María Teresa	Calera/Sofía D/-540	2019-MT-022B	70.018	0.222	38220.888	3.822	357.187	1.234	-1.091	285.324	249.393	267.359	17.965
RD-CM-prov1-ef - 1	Cerro de Maimón	Cerro de Maimón	CM	69.637	1.008	551.791	0.055	406.006	10.183	0.551	192.060	164.019	178.040	14.020
RD-CM-prov1-ef - 2	Cerro de Maimón	Cerro de Maimón	CM	80.867	0.784	643.452	0.064	533.368	10.242	0.416	198.402	172.327	185.365	13.037
RD-CM-prov1-ef - 3	Cerro de Maimón	Cerro de Maimón	CM	95.446	0.972	613.582	0.061	494.096	9.979	0.536	192.766	164.944	178.855	13.911
RD-CM-prov1-ef - 4	Cerro de Maimón	Cerro de Maimón	CM	91.659	1.566	581.289	0.058	481.520	10.078	0.656	187.110	157.534	172.322	14.788
RD-CM-prov1-ef - 5	Cerro de Maimón	Cerro de Maimón	CM	94.229	6.245	511.600	0.051	448.303	9.990	1.029	169.547	134.527	152.037	17.510
RD-CM-prov1-ef - 6	Cerro de Maimón	Cerro de Maimón	CM	94.967	1.225	568.400	0.057	461.565	9.952	0.628	188.436	159.272	173.854	14.582
RD-CM-prov1-ef - 7	Cerro de Maimón	Cerro de Maimón	CM	79.994	0.565	572.774	0.057	478.161	9.698	0.413	198.557	172.530	185.543	13.013
RD-CM-prov1-ef - 8	Cerro de Maimón	Cerro de Maimón	CM	95.700	1.681	527.774	0.053	474.900	9.808	0.722	183.978	153.432	168.705	15.273
RD-CM-prov1-ef - 9	Cerro de Maimón	Cerro de Maimón	CM	95.117	0.569	537.000	0.054	538.638	9.479	0.455	196.581	169.941	183.261	13.320
RD-CM-prov1-ef - 10	Cerro de Maimón	Cerro de Maimón	CM	95.652	0.986	554.831	0.055	533.925	9.022	0.572	191.054	162.701	176.877	14.176
RD-CM-prov1-ef - 11	Cerro de Maimón	Cerro de Maimón	CM	90.225	1.500	541.049	0.054	465.606	10.456	0.672	186.343	156.530	171.436	14.907
RD-CM-prov1-ef - 12	Cerro de Maimón	Cerro de Maimón	CM	85.411	0.677	577.205	0.058	446.434	11.206	0.462	196.250	169.508	182.879	13.371
RD-CM-prov1-ef - 13	Cerro de Maimón	Cerro de Maimón	CM	77.835	0.804	595.995	0.060	472.237	10.401	0.464	196.125	169.344	182.734	13.390
RD-CM-prov1-ef - 14	Cerro de Maimón	Cerro de Maimón	CM	77.270	0.726	636.077	0.064	416.674	10.693	0.438	197.355	170.955	184.155	13.200
RD-CM-prov2-ef - 1	Cerro de Maimón	Cerro de Maimón	CM	77.993	0.339	19.321	0.002	466.472	5.949	1.607	142.289	98.821	120.555	21.734
RD-CM-prov2-ef - 3	Cerro de Maimón	Cerro de Maimón	CM	81.691	0.233	16.978	0.002	439.863	8.593	1.554	144.810	102.123	123.467	21.344
MPP900-Circulo C-ef - 2	Palma	Palma	MPP900	2.284	0.165	61903.700	6.190	7028.130	1.619	-2.713	385.401	325.789	355.595	29.806
MPP900-Circulo C-ef - 4	Palma	Palma	MPP900	1.502	0.147	63422.900	6.342	6928.750	1.621	-2.838	393.092	331.660	362.376	30.716

Análisis	Yacimiento	Sector/Cuerpo/Sección	Muestra	Ga (ppm)	Ge (ppm)	Fe (ppm)	Fe (wt.%)	Mn (ppm)	In (ppm)	PC1	T máx	T mín	T prom	Error abs
MPP901-Circulo A-ef - 1	Palma	Palma	MPP901	0.710	0.146	63111.026	6.311	2606.334	0.032	-2.373	364.435	309.785	337.110	27.325
MPP901-Circulo B-ef - 1	Palma	Palma	MPP901	0.735	0.190	56478.586	5.648	2340.033	0.032	-2.247	356.640	303.834	330.237	26.403
MPP901-Circulo D-ef - 1	Palma	Palma	MPP901	0.696	0.165	59341.528	5.934	2443.913	0.034	-2.323	361.324	307.410	334.367	26.957
MPP902A-Circulo A-ef - 2	Palma	Palma	MPP902A	2.467	2.204	28383.600	2.838	6657.830	0.007	-1.222	293.426	255.578	274.502	18.924
MPP902A-Circulo A-ef - 3	Palma	Palma	MPP902A	2.239	0.737	28546.700	2.855	6663.130	0.006	-1.475	309.012	267.476	288.244	20.768
MPP902A-Circulo B-ef - 1	Palma	Palma	MPP902A	1.808	6.064	28786.100	2.879	6804.360	0.006	-1.072	284.151	248.498	266.324	17.827
MPP902A-Circulo B-ef - 2	Palma	Palma	MPP902A	1.827	5.603	28577.800	2.858	6702.120	0.007	-1.095	285.567	249.578	267.573	17.994
MPP902A-Circulo C-ef - 1	Palma	Palma	MPP902A	2.032	5.146	28997.600	2.900	6874.790	0.009	-1.128	287.597	251.128	269.362	18.234
MPP902A-Circulo C-ef - 2	Palma	Palma	MPP902A	1.840	1.656	29163.300	2.916	6740.840	0.011	-1.419	305.540	264.826	285.183	20.357
MPP902A-Circulo D-ef - 1	Palma	Palma	MPP902A	1.977	3.889	28942.300	2.894	6790.740	0.010	-1.203	292.223	254.659	273.441	18.782
MPP902A-Circulo D-ef - 2	Palma	Palma	MPP902A	1.932	1.675	29142.300	2.914	6733.650	0.007	-1.357	301.724	261.913	281.819	19.906
MPP902A-Circulo E-ef - 1	Palma	Palma	MPP902A	2.307	9.310	30014.600	3.001	6914.090	0.009	-0.982	278.600	244.260	261.430	17.170
MPP902A-Circulo E-ef - 2	Palma	Palma	MPP902A	2.061	4.569	30283.900	3.028	7008.430	0.009	-1.175	290.485	253.333	271.909	18.576
MPP902B-Circulo C-ef - 2	Palma	Palma	MPP902B	2.584	0.296	31915.700	3.192	7204.330	0.007	-1.727	324.537	279.327	301.932	22.605
MPP903-Circulo A-ef - 2	Palma	Santa Lidia	MPP903	2.873	0.154	71525.500	7.153	10847.700	0.259	-2.617	379.462	321.255	350.358	29.103
MPP903-Circulo A-ef - 3	Palma	Santa Lidia	MPP903	2.252	0.228	64435.700	6.444	9837.460	0.251	-2.523	373.658	316.825	345.241	28.417
MPP903-Circulo A-ef - 4	Palma	Santa Lidia	MPP903	2.486	0.149	71268.900	7.127	10702.000	0.268	-2.655	381.826	323.060	352.443	29.383
MPP903-Circulo D-ef - 1	Palma	Santa Lidia	MPP903	2.337	0.130	71438.000	7.144	10603.500	0.172	-2.650	381.495	322.807	352.151	29.344
MPP903-Circulo D-ef - 2	Palma	Santa Lidia	MPP903	2.146	0.206	70900.500	7.090	10410.600	0.184	-2.568	376.473	318.974	347.723	28.750
MPP903-Circulo E-ef - 2	Palma	Santa Lidia	MPP903	1.997	0.138	69951.100	6.995	10119.300	0.130	-2.623	379.865	321.563	350.714	29.151
MPP517-Circulo A-ef - 2	Perubar	Cecilia Sur	MPP517	11.054	0.130	30821.200	3.082	939.964	0.705	-1.668	320.929	276.573	298.751	22.178
MPP517-Circulo C-ef - 2	Perubar	Cecilia Sur	MPP517	19.644	0.157	34978.200	3.498	1047.300	0.816	-1.584	315.704	272.584	294.144	21.560
MPP535-Circulo D-ef - 3	Perubar	Cecilia Sur	MPP535	30.416	0.184	40023.400	4.002	875.669	0.006	-0.919	274.724	241.301	258.013	16.711
MPP017-Circulo B-ef - 1	Perubar	Graciela	MPP017	22.115	0.189	64977.509	6.498	7341.710	2.002	-2.235	355.877	303.252	329.564	26.313
MPP017-Circulo B-ef - 2	Perubar	Graciela	MPP017	21.032	0.186	59163.665	5.916	6703.845	1.936	-2.193	353.281	301.270	327.275	26.006

Análisis	Yacimiento	Sector/Cuerpo/Sección	Muestra	Ga (ppm)	Ge (ppm)	Fe (ppm)	Fe (wt.%)	Mn (ppm)	In (ppm)	PC1	T máx	T mín	T prom	Error abs
MPP017-Circulo B-ef - 3	Perubar	Graciela	MPP017	21.776	0.198	63737.900	6.374	7375.657	2.037	-2.223	355.168	302.710	328.939	26.229
MPP017-Circulo B-ef - 4	Perubar	Graciela	MPP017	22.335	0.164	64467.383	6.447	7425.275	2.093	-2.267	357.889	304.787	331.338	26.551
MPP317A-Circulo A-ef - 1	Perubar	Juanita	MPP317A	6.960	0.127	62933.400	6.293	1816.190	7.130	-2.424	367.564	312.172	339.868	27.696
MPP317A-Circulo D-ef - 1	Perubar	Juanita	MPP317A	8.131	0.489	64193.000	6.419	1973.250	6.998	-2.116	348.549	297.657	323.103	25.446
MPP318A-Circulo E-ef - 2	Perubar	Rímac-D	MPP318A	4.596	0.193	73876.473	7.388	5966.238	2.324	-2.598	378.286	320.358	349.322	28.964
MPP318A-Circulo E-ef - 3	Perubar	Rímac-D	MPP318A	4.449	0.130	72018.673	7.202	5771.138	2.336	-2.677	383.180	324.094	353.637	29.543
MPP318A-Circulo E-ef - 4	Perubar	Rímac-D	MPP318A	4.298	0.154	70623.784	7.062	5551.091	2.311	-2.631	380.318	321.909	351.113	29.205
MPP318A-Circulo A-ef - 1	Perubar	Rímac-D	MPP318A	3.783	0.217	70801.900	7.080	5160.030	2.405	-2.574	376.834	319.249	348.041	28.792
MPP318A-Circulo C-ef - 1	Perubar	Rímac-D	MPP318A	4.520	0.206	71336.600	7.134	5748.340	2.268	-2.564	376.206	318.770	347.488	28.718
MPP318A-Circulo C-ef - 2	Perubar	Rímac-D	MPP318A	4.350	0.158	71298.800	7.130	5291.760	2.269	-2.614	379.295	321.128	350.212	29.084
MPP318A-Circulo C-ef - 3	Perubar	Rímac-D	MPP318A	3.924	0.127	70460.400	7.046	5372.400	2.280	-2.684	383.584	324.402	353.993	29.591
MPP318A-Circulo E-ef - 1	Perubar	Rímac-D	MPP318A	4.578	0.184	72735.800	7.274	5958.480	2.177	-2.596	378.182	320.278	349.230	28.952

