

Propuesta de caracterización tipológica de yacimientos españoles de metales preciosos

Typological classification of spanish precious metal deposits: a proposal

R. Castroviejo

Departamento de Ingeniería Geológica, E.T.S. Ing. de Minas, Universidad Politécnica de Madrid c/Ríos Rosas 21. 28003-Madrid

ABSTRACT

Last decade's intensive exploration for precious metals in Spain led to a new understanding of various types of deposits and prospects and to the modification of previous schemes, allowing the systematic (typological) classification of the Spanish precious metals deposits shown in Table 1: 9 large groups and 19 types are defined in the framework of the Iberian Geology. Hypogene deposits in the Hercynian Hesperian Massif, and epithermal gold deposits in the Neogene calc-alkaline Volcanic Province of SE Spain have been very much explored and are therefore emphasized, although their mining production is by far not to compare with the precious metals output from the SW Iberian Pyrite Belt. The exploration significance of the main types and some problems for future research are discussed.

Key words: gold, silver, platinum group metals, typology, metallogeny, Hercynian, Alpine, Spain, exploration geology.

Geogaceta, 18 (1995), 157-160
ISSN: 0213683X

Introducción

La investigación de yacimientos de metales preciosos se cuenta entre las actividades geológico-mineras más intensamente desarrolladas en España en la pasada década. Se presenta un intento de síntesis de los conocimientos adquiridos, mediante la clasificación tipológica (Cuadro 1) de los yacimientos de metales nobles españoles, en el marco de la Geología Peninsular. El oro recibe atención prioritaria por su interés minero.

Producción minera.— El oro, lo mismo que la plata y a pesar del atractivo, extensión y variedad de otros tipos (en especial los hipogénicos en terrenos metamórficos del Macizo Hespérico y los epitermales en terrenos volcánicos neógenos) es extraído mayoritariamente en España de depósitos de gossan (tipo 19), derivados de pre-concentraciones en sulfuros masivos (tipo 9) de la FPI (Faja Pirítica Ibérica, Provs. Huelva y Sevilla), los cuales vienen aportando unas 7 t Au y 270 t Ag al año, más del 60 % de la producción minera de metales preciosos de la UE (Unión Europea). La producción minera española de platino y MGP (metales del grupo del platino) es nula.

Esquemas previos.— Las dificultades encontradas todavía en años recientes para establecer una tipología válida de los yacimientos auríferos españoles, debidas al escaso número de investigaciones hasta entonces realizadas,

quedan bien reflejadas por la siguiente constatación de J. Burkhalter, al presentar su valiosísima síntesis (IGME, 1984): «*El encaje de los yacimientos auríferos españoles en el marco de cualquier clasificación tipológica de las existentes a nivel mundial ofrece dificultades prácticamente insoslayables en el momento actual, si se pretende efectuar con un mínimo de rigor metalogenético. Esta imposibilidad se basa en el escaso conocimiento que se posee sobre la mayor parte de las mineralizaciones dado que, en general, las explotaciones mineras y los estudios correspondientes se remontan a épocas bastante lejanas*». Consecuentemente, dicho autor optó por la tipología mundial de J. J. Bache (1980), buscando correspondencias no siempre posibles con los yacimientos españoles (Cuadro 2). Más recientemente V. Crespo (1988) agrupa en siete tipos principales los yacimientos de oro en España (Cuadro 3). Pero los conocimientos adquiridos desde entonces desbordan ambos esquemas y obligan a una actualización.

Propuesta presentada.— Se establecen 9 grandes grupos en función del principal metal precioso contenido —platino / MGP, plata y oro— y del entorno geológico, en el contexto de las grandes unidades geo-estructurales de la Península Ibérica (Fig. 1, con ubicación indicios). Dichos grupos se subdividen en 19 tipos, los cuales son caracterizados individualmente, mediante un proto-tipo descrito en la literatura. *Vbg:* C. Ortegá, t.1: Monterrubio (1991); S.Ronda, t.2 y 3: Orueta (1919); Fer-

venza, t.10: Castroviejo (1990 a); Salave, t.11: Harris (1980); Carlés, t.13: Martín Izard *et al.* (1993); Villamanín, León, t.14: Paniagua (1994); Rodalquilar, t.15: Cunningham *et al.*, (1989), Arribas (1992); Cabo de Gata, t. 16: Castroviejo (1990 b); Lomo de Bas, t. 17: Castroviejo *et al.*, (1990); NO Peninsular, t.18: Hérial (1984); Río Tinto, t. 19: García Palómero *et al.*, (1986); otras descripciones y referencias de interés, pero de comentario imposible en el espacio disponible, se citan en otros trabajos del autor (1994 a y b y en preparación), en los que también se abordan discusiones de detalle.

Sin pretender un inventario exhaustivo de los indicios españoles, se define un marco geológico-libre, en lo posible, de prejuicios genéticos—al que referir las concentraciones significativas desde el punto de vista minero: en lugar de considerar todos los tipos posibles, aun inexistentes o insignificantes, se ha optado por clasificar los realmente conocidos y más significativos, con criterios flexibles, esencialmente descriptivos, que eventualmente permitan integrar nuevos datos. Es de esperar que en el futuro se llegue a definir nuevos modelos, subtipos o incluso tipos, que podrían ser integrados en el marco propuesto, sin alterar los fundamentos de la tipología. Así el tipo 14 (*Filones Sb/As-Au y otros*, en Terrenos Metamórficos Hercínicos), que agrupa indicios diversos y muy diversamente conocidos, hoy improductivos, podría ser redefinido con mayor precisión o subdividido a medida que

futuras investigaciones demostrasen la relevancia de nuevos modelos.

La caracterización de concentraciones epitermales relacionadas con el Ciclo Hercínico puede resultar polémica. Ello puede deberse a evidentes dificultades intrínsecas (metamorfismo, deformación...), pero también a imprecisiones terminológicas: basta ver (Fig. 2) el lugar que ocupan los yacimientos epitermales (¡en la serie plutónica!) en esquemas clásicos, como el de Schneiderhöhn (1962), todavía en uso. Para evitar confusiones, la clasificación propuesta utiliza el término epitermal —así los tipos 8, 15, 16— únicamente en el sentido precisado por Heald *et al.*, (1987), Hedenquist (1987) y White y Hedenquist (1990), entre los yacimientos volcanogénicos.

Los tipos más representativos por su interés minero merecen un breve comentario, en relación con los trabajos de exploración realizados en la década (ubicación: fig. 1; referencias citadas).

En el *Macizo Hespérico* se han definido varios metalotectos relacionados con concentraciones de oro filonianas o ligadas a zonas de cizalla hercínicas en Galicia, Extremadura, etc (t.10); otras concentraciones de oro (t.11 a 13) se relacionan con intrusiones de granitoides o pórfidos y con formaciones de skarn (p.ej. NO peninsular, Pirineos); en la Faja Pirítica se han investigado los tipos 9 y 19, con resultados muy positivos desde el punto de vista minero. Se ha encontrado platino y MGP (metales del grupo del platino) ± cromita (t.1) en complejos ofiolíticos obducidos en el N de Galicia (p.ej. Complejo de Cabo Ortegal), similares a los del N de Portugal (Complejos de Bragança y Morais). Se ha descubierto —Charter— un modesto yacimiento de plata (t.5) en Fuenteheridos (Aracena, Huelva), pero no se ha logrado la

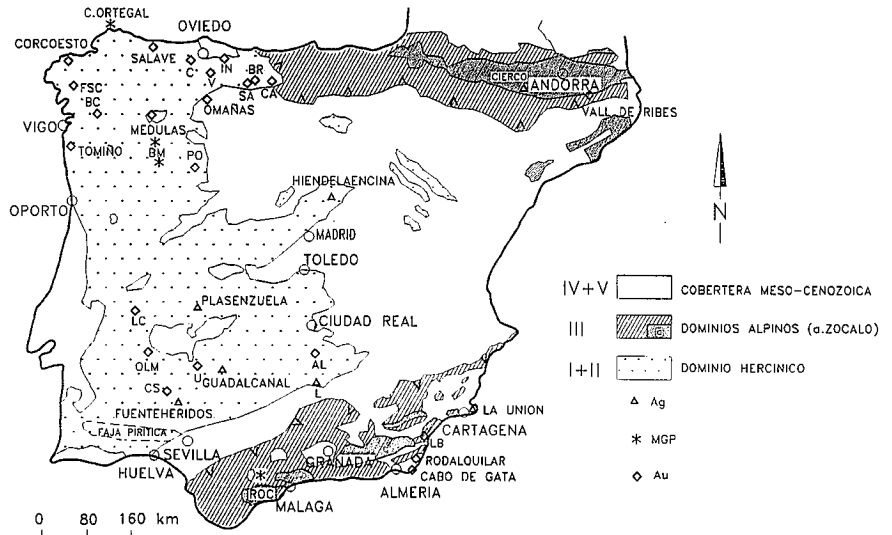


Fig. 1.— Esquema geológico de la Península Ibérica (modificado de Castroviejo 1994) y ubicación de indicios. El Dominio Hercínico se compone de terrenos precámbricos y paleozoicos (Macizo Hespérico). Los dominios alpinos se componen de terrenos mesocenoicos y zócalo hercínico. La Cobertera comprende terrenos mesocenoicos pre- y sin-alpinos y cuencas terciarias post-alpinas.

Abreviaturas de localidades e indicios/minas considerados: AL: Almuradiel (tipo 14); BC: Brués—Carballiño (t. 11); BM: Complejo de Bragança y Morais (t.1); BR: Burón—Riaño (t.14); C: Carlés (t.11); CA: Carracedo (t.13); CS: Cala (t.13) y Sultana (t.11) Mines; FSC: Ferverza—Santa Comba (t. 10,12); IN: Infiesto (t.13); L: Linares—La Carolina, Sierra Morena (t.6); LB: Lomo de Bas, Murcia (t. 17); LC: La Codosera (t.10); OLM: Anticlinorio Olivenza—Monesterio (t.10); PO: Pino del Oro (t.10); ROC: Ronda, Ojén, Carratraca (t.2); SA: Salamón (t.14); U: Usagre (t.14); V: Villamanín (t.14).

Fig. 1.— Geological sketch map of the Iberian Peninsula (Castroviejo, 1994), with location of prospects discussed. The Hercynian Domain comprises Precambrian and Paleozoic terrains (Hesperian Massif). The Alpine Domains are composed of Meso—Cenozoic terrains, and a Hercynian Basement. The Cover comprises pre- & syn—Alpine Meso—Cenozoic Terrains and post—Alpine Tertiary basins.

Abbreviations for localities and prospects / deposits classified: AL: Almuradiel (type 14); BC: Brués—Carballiño districts (t. 11); BM: Bragança and Morais complexes (t.1); BR: Burón—Riaño (t.14); C: Carlés (t.11); CA: Carracedo (t.13); CS: Cala (t.13) and Sultana (t.11) Mines; FSC: Ferverza—Santa Comba (t. 10,12); IN: Infiesto (t.13); L: Linares—La Carolina, Sierra Morena (t.6); LB: Lomo de Bas, Murcia (t. 17); LC: La Codosera (t.10); OLM: Olivenza Monesterio Anticlinorium (t.10); PO: Pino del Oro (t.10); ROC: Ronda, Ojén, Carratraca (t.2); SA: Salamón (t.14); U: Usagre (t.14); V: Villamanín (t.14).

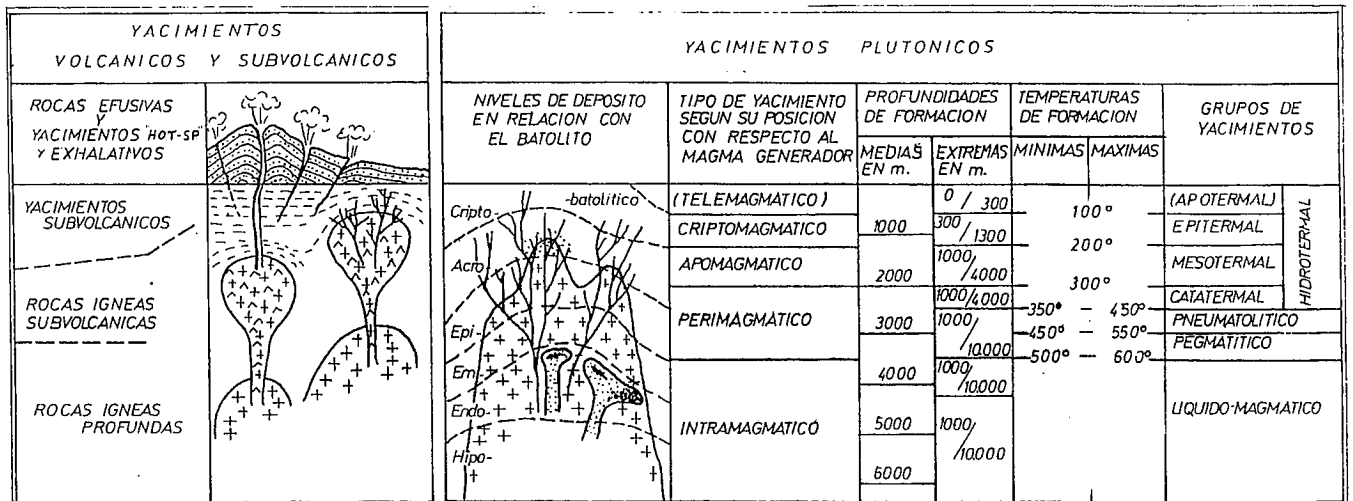


Fig. 2.— Esquema de clasificación de yacimientos relacionados con rocas magmáticas (modificado de Schneiderhöhn, 1962), inspirado en ideas clásicas de Niggli y Scheneiderhöhn. Obsérvese que los yacimientos epitermales están aquí entre los plutónicos. Se ha añadido, a la izquierda («hot-spring»), la indicación de los epitermales volcánicos —uso actual—, junto a los exhalativos.

Fig. 2.— Classification scheme of magmatic ore deposits after Schneiderhöhn (1962, modified) and Niggli: note the position of epithermal deposits within the plutonic cycle. The position of volcanic-hosted epithermal deposits, according to present use, has been indicated («hot-spring», left) for comparison.

CUADRO1

CLASIFICACIÓN TIPOLOGICA
YACIMIENTOS ESPAÑOLES DE METALES NOBLES (*)

Tipo	Metal	Caracterización	Ejemplo
CONCENTRACIONES MGP EN COMPLEJOS MÁFICOS / ULTRAMÁFICOS			
1	MGP	En el Macizo Hespérico: t. Ofiolítico.	C. Ortegal
2	MGP	En dominios Alpinos: t. Intrusivo (?).	S. Ronda
CONCENTRACIONES MGP EN SEDIMENTOS Y SUELOS			
3	MGP	Detríticas / residuales, de tipos 1/2	Idem 1y2
CONCENTRACIONES DE Ag o Pb-Zn-Ag(**) EN TERRENOS HERCÍNICOS			
4	Ag	Filones argentíferos en rocas metamórficas Hercínicas	Guadalcanal
5	Ag	Menas Ag en formaciones volcano-sedimentarias y carbonatadas	Aracena, Huelva
6	Ag	Filones hidrotermales Pb-Zn-(Ag)	Linares
CONCENTRS. VOLCANO-SEDIMENTARIAS EN EL MACIZO HESPÉRICO (***)			
7	Ag	En relación con intrusiones someras Neógenas en rocas pre-Terc.	La Unión
8	Ag	Concentr. epitermales relac. volcanitas Neógenas calco-alcalinas	Cabo de gata
CONCENTRS. HIPOGÉNICAS Au EN TERRENOS METAMÓRFICOS HERCÍNICOS			
9	Au	Diseminaciones Au, Ag en sulfuros masivos	Huelva (FPI)
CONCENTRS. HIPOGÉNICAS Au EN TERRENOS METAMÓRFICOS HERCÍNICOS			
10	Au	Filonianas / en zonas de cizalla	Fervenza (Coruña)
11	Au	Hidrotermales, relac. con graitoides	Salave (Asturias)
12	Au	Mixtas (z. cizalla en granitoides)	Corcoesto (Coruña)
13	Au	En formaciones de skarn con sulfuros	Carlés (Asturias)
14	Au	Filones Sb/As-Au y otros	Extremadura, León
CONCENTRS. Au EN PROVINCIA VOLCÁNICA NEÓGENA DEL SE ESPAÑOL			
15	Au	Encajante volcánico, tipo ácido-sulfatado (high- sulfidation)	Rodalquilar
16	Au	Encajante volcánico, tipo adularia-sericita (low-sulfidation)	Cabo de Gata
17	Au	Encajante no volcánico	Lomo de bas
CONCENTRS. Au EN SEDIMENTOS DETRÍTICOS NEÓGENOS RECIENTES			
18	Au	Paleoplaceres, en especial Neógenos y placeres auríferos	NO Peninsular
DEPOSITOS DE METALES PRECIOSOS EN FORMACIÓN DE GOSSAN			
19	Au	Concentr.superg. Au-Ag en gossan de sulfuros masivos (tipo9)	Huelva (FPI)
(*) Au, Ag y MGP o platínidos (metales del grupo del platino)			
(**) En los tipos 6 y 7 la plata sólo se ha beneficiado como sub-producto.			
(***) En el tipo 9, oro y plata se benefician como sub-productos; FPI= Faja Pirítica Ibérica.			

reactivación de ninguno de los famosos distritos argentíferos clásicos (t.4: yacimientos filonianos como Guadalcanal, Sevilla, o Hiendelaencina, Guadalajara).

En dominios alpinos se han reconocido yacimientos epitermales de oro y plata de distintos tipos (p.ej. t.15 y 16: Minas Transacción y Santa Barbara, Almería, respectivamente) en

la provincia volcánica neógena del SE español, pero no se ha llegado a valorar la totalidad del potencial minero de la región. Se ha demostrado la existencia de cuerpos epitermales portadores de metales nobles en un área potencial que se extiende a lo largo de más de un centenar de kilómetros hacia el N de las minas citadas y se ha demostrado la factibilidad de su

teledetección por «thematic mapper» aerotransportado (Castroviejo *et al.*, 1990, t.17: L. Bas, Murcia). No se han descrito típicas concentraciones epitermales *sediment-hosted*, pero existen condiciones para que puedan darse. Con respecto a la plata (t.7), se investiga -Navan- un indicio prometedor de Zn-Pb-Ag en Mazarrón (Murcia). Por otra parte se

CUADRO 2

INVENTARIO DE YACIMIENTOS DE ORO EN ESPAÑA (IGME, 1984)

- * Yacimientos primarios de la Rodilla Astúrica (ASTURIAS-LEON)
- * CABO DE GATA-RODALQUILAR (ALMERIA)
- * Domino Alcudense del Precámbrico (VALLE DE ALCUDIA)
- * Faja Pirítica (HUELVA-SEVILLA)
- * LA NAVA DE RICOMALILLO (TOLEDO) Y SAN PABLO MOLINILLO (CIUDAD REAL)
- * LA NAVA DE JADRAQUE (GUADALAJARA)
- * Yacimientos GALLEGOS(LA CORUÑA - ORENSE)
- * Formaciones detríticas del NOROESTE y de SIERRA NEVADA
- * Comarca de las HURDES (CÁCERES-SALAMANCA)
- * Banda auro-antimonífera (CÁCERES - BADAJOZ)
- * Pirineos orientales (GERONA)

CUADRO 3

**TIPOLOGÍA DE YACIMIENTOS DE ORO DE ESPAÑA.
según V. Crespo (1988)**

- 1.- DISEMINACIÓN EN ROCAS DE ALTO METAMORFISMO: Nava de Jadraque.
- 2.- DISEMINACIÓN O FILONCILLOS DE CUARZO EN ROCAS DE METAMORFISMO BAJO A MEDIO: Valle de Alcudia (conglomerados); Pola de Allande (cuarcita); Montehermoso (pizarras negras); Navelgas (calizas); La Nava de Jadraque (conglomerados, cuarcitas).
- 3.- ASOCIADO A SULFIUROS COMPLEJOS: Faja Pirítica.
- 4.- DEPÓSITOS DE EDAD HERCÍNICA: Diseminado en granito (Villadran de Monte); Filones de cuarzo con oro libre (Nava de Ricomadillo); Filones de cuarzo con Cu; Au y Ag (Cala); Filón de cuarzo con Pb; Ag; Au (Hornachuelos); Filones de cuarzo con arsenopirita y Au /brués; Orense); Filones de cuarzo con estibina y Au (San Vicente de Alcántara); Depósitos con pirita aurífera (Benasuque); Arsenopirita aurífera en zonas de alteración (Salave; Irijo; Pino de Oro; Asociados a mineralizaciones de Sn (Laza); Asociado a W (Valencia de Alcántara).
- 5.- ASOCIADO A ROCAS DETRÍTICAS TRIÁSICAS TIPO Cu RED BED; Santomera.
- 6.- VOLCANISMO CON ORO LIBRE Y TELURUROS: Rodalquilar.
- 7.- PLACERES: Las Médulas (Mioceno-Pleistoceno), Campillo de la Jara (Pies de Monte); En cauces actuales (Sil, Carcaboso, Cáceres).

conocen macizos ultramáficos en la Serranía de Ronda (Málaga) con indicios de MGP y Au (t.2), pero no concentraciones económicas. En el zócalo hercínico de dominios alpinos se conocen indicios Au como los de Vall de Ribes o Maladeta (Pirineos, t.10-13). Por fin, las concentraciones auríferas detríticas (t.18: paleoplaceres y placeres) terciarias y cuaternarias, muy explotadas por los romanos, han sido investigadas por diversas compañías sin resultados mineros positivos por el momento.

El balance de esta década de investigación es un conocimiento profundizado de la geología de los metales preciosos españoles, el reconocimiento pleno y el notable incremento de producción de los cuerpos de gossan auro-argentífero de la FPI y el ini-

cio de actividades de desarrollo en diversos indicios (Carlés, Salas, Salave, Mazarrón, etc.) y de extracción en una mina de oro (Transacción, Almería), si bien ésta ha sido efímera.

Por otra parte han de destacarse algunas cuestiones que podrían constituir atractivas metas para futuras investigaciones, entre ellas: la definición de los controles de concentraciones MGP, especialmente en el área de Cabo Ortegal; la recuperación del oro en menas refractarias del Macizo Hespérico; el establecimiento de modelos metalogénicos, geométricos y geoquímicos precisos de los diferentes tipos de mineralizaciones en zonas de cizalla; la definición de la evolución en profundidad de los cuerpos mineraliza-

dos Au-Ag en los distritos epitermales conocidos (p.ej. Cabo de Gata, Almería) y de la extensión regional de estos tipos, en parte bajo formaciones pre-terciarias metamórficas y sedimentarias, en la provincia volcánica neógena del SE de España, así como la hipotética existencia de mineralizaciones diseminadas del tipo Carlin.

Referencias

Arribas Jr. A. (1992). *PhD thesis, Univ. Michigan, USA.*

Bache J. J. (1982). *Mém. BRGM*, N° 118, Orleans, 101 p.

Castroviejo R. (1990 a). *Min. Deposita* 25 [Suppl], S42-52.

– (1990 b). *Unpub. Rep., E. N. Adaro*, Madrid.

– (1994 a). *Chron. Rech. Minière* 516, p. 3-24.

– (1994 b, en prensa). *Conferencia Central, VIII Congr. Peruano de Geología, Lima*, Julio 1994.

– (en preparación). *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*.

Nodal T., Podwysocki M. H., Insua M. (1990). X Reunión Soc. Esp. Mineralogía, Oviedo, 4-6 Jul.1990. *Publ. Bol. Soc. Esp. Mineralogía*, 14 (1991), p. 183-200.

Crespo V. (1988). *Bol. Soc. Esp. Min.*, 11-1, 3-16.

Cunningham C. G., Arribas A. J. R., Rytuba J. J., Rye R. O., Kelly W. C., Podwysocki M. H., Mckee W. C., Arribas A. SR., Castroviejo R. (1989). *28th. Int. Geol. Congr., Washington*, abs.vol., 4 p.

García Palomero F., Bedia J. L., García Magariño M., Sides E. J. (1986). *Bol. Geol. Minero*, t. XCVII-V, p.622-642.

Harris M. (1980). *Trans. Inst. Mining Metall. Feb. 1980*, Sect. B, p. 1-15.

Heald P., Foley N., Hayba D. (1987). *Econ. Geol.*, 82, p. 1-26.

Hedenquist J. W. (1987). In M.K. Hom (ed.) *Trans. 4th. Circum-Pacific Conference on Energy and Resources*.

Hérail G. (1984). *Editions du CNRS, Toulouse*.

I. G. M. E. (1984). *Servicio Documentación, ITGE*, Madrid, n°. 10946.

Martín Izard., Boixet L., Maldonado C. (1993). 2nd SGA Bienn.

Meet. Fenoll, Torres & Revilla, eds., Granada, p.499-522.

Monterrubio S. (1991). Ph. D. *Univ. Complutense Madrid*, 332 p.

Orueta D. (1919). *Bol. IGME*, t.XL (XX, 2ª ser.), p. 1-133.

Paniagua A. (1994). *Tesis Doct., Deptº. Geología Univ. Oviedo*. Schneiderhöhn H. (1962). G. Fischer Verlag, Stuttgart, 371 p.

White N. C., Hedenquist J. W. (1990). *Jour. Geochem. Exploration*, 36, p. 445-474.