

Ambiente geodinámico y procedencia de las rocas sedimentarias precámbricas de las zonas de Ossa Morena y Centroibérica a través del análisis geoquímico

R. López Guijarro

Área de Estudios Geológicos, Dirección de Geología y Geofísica
E-mail: r.lopez@igme.es

RESUMEN

Pizarras, cuarzoesquistos y metagrauvas de las unidades de edad precámbrica de las zonas Ossa Morena y Centroibérica han sido analizadas para conocer su geoquímica de elementos mayoritarios, elementos traza y tierras raras. El objetivo es el de poder especificar el contexto geodinámico durante su formación, así como las características de sus respectivas áreas fuente. En concreto se han analizado metasedimentos pertenecientes a las formaciones neoproterozoicas Montemolín, Tentudía y Malcocinado, en Ossa Morena, y al Complejo Esquisto-Grauváquico, en la Zona Centroibérica. Significativamente, todas las muestras presentan rasgos típicos de ambientes de tipo arco magmático, hecho que indica que provienen de ambientes de arco volcánico que son típicos del cinturón cadomiense.

Palabras clave: áreas fuente, contexto geodinámico, Ossa Morena, Precámbrico, Zona centroibérica

Provenance and geodynamic setting of Precambrian sedimentary rocks from the Ossa Morena and Central Iberian zones as revealed by their geochemistry

ABSTRACT

Precambrian age shales/slates, quartzschists and metagreywackes belonging to various formations within the Ossa Morena and Central Iberian zones were analysed in order to know their major, trace and rare earth elements geochemical composition. The aim being the determination of the geodynamic context during their formation as well as their provenance. Samples of metasediments coming from the Neoproterozoic Montemolín, Tentudía and Malcocinado formations of the Ossa Morena Zone, and from the Central Iberian Schist and Greywacke Complex were analysed. Significantly, all the samples show characteristics which are typical of magmatic arc environments, suggesting the existence of a connection between both zones already in the Neoproterozoic.

Key words: Central Iberian Zone, geodynamic setting, Ossa Morena, Precambrian, provenance

Introducción

La caracterización del origen de las unidades continentales y oceánicas acrecionadas en el SO Ibérico y la datación de los procesos de amalgamación de las mismas, así como la correlación con los continentes contemporáneos, son elementos clave para la reconstrucción paleogeográfica y el conocimiento de la historia geológica global. Una forma de abordar esta tarea es a través de la caracterización geoquímica de los diversos materiales que afloran en la zona de estudio.

En rocas sedimentarias, los diversos métodos geoquímicos proporcionan información decisiva acerca de la procedencia y formación de las mismas. La

composición química de las rocas (meta)sedimentarias está controlada por la interacción de la procedencia, meteorización, transporte, deposición y subsiguientes procesos diagenéticos y/o metamórficos (Rollinson 1993, Johnsson 1993). Las REE se consideran inmóviles durante los procesos de meteorización, hidrotermalismo y metamorfismo de grado bajo. Éstas, junto con otros elementos traza relativamente inmóviles (Th, Sc, Cr, Zr y Co), generan información acerca del tipo de área fuente de sedimentos clásticos (Bhatia 1985, Bhatia y Crook 1986, Cullers *et al.* 1988, McLennan *et al.* 1990). Por su parte, los elementos mayores contenidos en rocas sedimentarias de diverso tamaño de grano han sido usadas para discriminar los ambientes geotectónicos en que tuvo lugar su for-

mación (Bhatia 1983, Roser y Korsch 1986, 1988). El grado de modificación por la meteorización de la señal original en la roca, condicionada por su área fuente, puede ser estimado mediante diversos elementos así como sus relaciones; por ejemplo, el contenido en Al_2O_3 , Th/U, patrones de REE (Nesbitt y Young 1989, Nesbitt *et al.* 1990, McLennan *et al.* 1993).

En nuestra zona el muestreo fue llevado a cabo en afloramientos con un buen control estratigráfico, bajo grado metamórfico y grado de alteración bajo. El número de muestras no es muy grande, en concreto, doce y sólo se pretende dar una caracterización geoquímica general. Se ha realizado un estudio petrográfico y composicional de las facies sedimentarias de mayor tamaño de grano (metaarenitas) para cada una de las unidades muestreadas (Cuarzoesquistos de Montemolín, Grauvacas de la Fm. Tentudía, Grauvacas de la Fm. Malcocinado y Grauvacas del Complejo Esquisto-Grauváquico), así como un análisis geoquímico a cada una de las muestras de grano más fino de las mismas unidades metasedimentarias. Este estudio queda pendiente del apoyo de datos isotópicos, tanto en la caracterización de las áreas fuente de estos sedimentos como de la historia térmica de toda la serie Neoproterozoica y Paleozoica.

Marco geológico

El segmento de cadena Varisca expuesto en el SO Ibérico contiene como elementos paleotectónicos más significativos, las suturas entre tres bloques continentales diferentes, correspondientes al cierre de antiguos océanos. Al norte, la zona de cizalla Badajoz-Córdoba constituye la sutura entre la zona Centroibérica, perteneciente al margen neoproterozoico de Gondwana, y la zona Ossa Morena, que corresponde a un arco magmático exótico (Quesada 1991). Al sur, la Zona Pulo do Lobo representa la sutura Varisca (Quesada *et al.* 1994) entre la Zona Ossa Morena, cuya pertenencia al margen continental de Gondwana durante el Paleozoico esta bien establecida de acuerdo con su estratigrafía (Quesada 1991), y la zona Surportuguesa, cuya correlación es problemática a causa de su escaso registro estratigráfico expuesto (Devónico superior y Carbonífero). El precámbrico de Ossa Morena ha sido muestreado en afloramientos de las formaciones Montemolín (Eguiluz 1987), en las cercanías del pueblo de Monesterio, Tentudía (Eguiluz 1987), en la localidad tipo, y Malcocinado (Fricke 1939), en las inmediaciones del pueblo de Calzadilla de los Barros, todas ellas en la parte central de la antiforma de Monesterio. La

parte sur de la zona Centroibérica corresponde al denominado dominio Alcúdico (zona Luso-Alcúdica de Lotze 1945). El Proterozoico de este dominio viene representado por una potente sucesión de sedimentos turbidíticos de edad Vendense superior, que constituye la unidad más baja del Complejo Esquisto-Grauváquico (Vidal *et al.*, 1994a,b, 1999; Santamaría 1995; Pieren Pidal 2000). En este caso, el muestreo se realizó en el corte del río Tirteafuera en el domo de Abenójar.

Métodos analíticos

El contenido en elementos mayores y traza ha sido obtenido mediante análisis por fluorescencia de rayos X y posterior procesado con el programa Protrace. El Na ha sido analizado por absorción atómica. Por otra parte, el contenido de tierras raras (REE e Y) ha sido obtenido por plasma inductivo acoplado a detector de masas (ICP-MS-TOF). En las rocas de grano más fino se ha obtenido la mineralogía y el tipo de arcillas por difracción de rayos X. Además se ha realizado un estudio petrográfico exhaustivo de todas las muestras para determinar grado de alteración, deformación y mineralogía. Todos los análisis se han realizado en los laboratorios del IGME en Tres Cantos (Madrid).

Resultados y discusión

Metaarenitas

Las rocas de grano grueso precámbricas en la zona de Ossa-Morena son las que componen la Serie Negra: Formación Montemolín; se trata de unas arcosas feldespáticas cuyos minerales principales son biotita, plagioclasa, cuarzo y opacos (zircón). Tiene un alto componente volcánico y está recristalizada, las biotitas no están flexionadas sino que están resueltas en arcos poligonales. El siguiente nivel estratigráfico es la *Formación Tentudía*; grauvacas volcanogénicas con micas detríticas, cuarzo anguloso a subredondeado y clastos de rocas volcánicas, en general, se trata de una roca inmadura con influencia volcánica. Por último tenemos las grauvacas de la Formación Malcocinado; se trata de unas grauvacas con alto contenido en cuarzo y plagioclasa (riolitas+sedimentos). Tiene una composición muy parecida a las anteriores, con una matriz de grano fino y algunos fragmentos de roca volcánica. Por otra parte, las únicas rocas precámbricas aflorantes de grano grueso de la zona Centroibérica son las grauvacas del Complejo

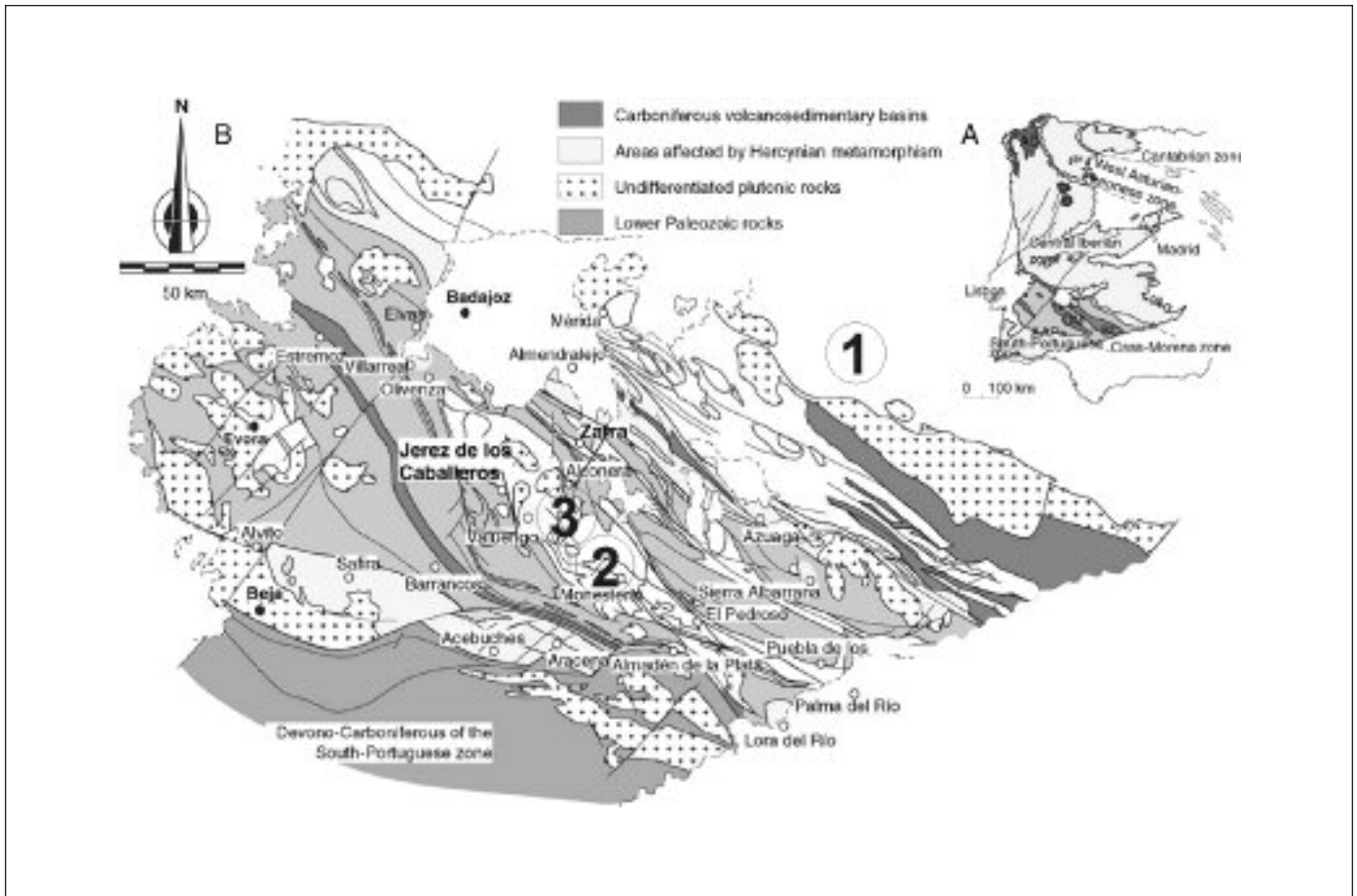


Fig. 1. (A) Esquema del Macizo Ibérico mostrando los principales dominios geológicos; AC, Complejos Alóctonos; BC, Zona de Cizalla Badajoz-Córdoba; OM, Antiforme Olivenza-Monesterio; AAP, Banda metamórfica de alto grado Aracena-Almadén de la Plata. (B) Mapa geológico simplificado de la zona de Ossa Morena. (1) Complejo esquistos Grauváquico, (2) Serie Negra (Formación Montemolín y Formación Tentudía) y (3) Complejo Vulcanosedimentario precámbrico (Formación Malcocinado) (modificado de Etxebarria et al., 2006)
 Fig. 1. (A) Major geologic divisions in the Iberian Massif; AC, Allochthonous complexes; BC, Badajoz-Córdoba shearzone; OM, Olivenza-Monesterio Antiform; AAP, Aracena-Almadén de la Plata high grade metamorphic belt. (B) Simplified geological map of the Ossa-Morena Zone. (1) Schist and Greywacke complex, (2) Serie Negra (Montemolín and Tentudía formations and (3) Precambrian volcanosedimentary complex (Malcocinado Formation) (modified after Etxebarria et al., 2006)

Esquisto-Grauváquico. Los componentes principales son cuarzo, feldespato potásico, micas (clastos de moscovita), clastos de plagioclasa, clorita y opacos. Se trata de una roca poco madura, tiene alto contenido de feldespatos. Tiene cuarzo anguloso, debido al aporte volcánico y/o escaso transporte. En este caso los fragmentos de roca no son tan evidentes. El alto contenido en plagioclasa respecto al cuarzo puede ser debido a que las rocas fuente eran andesíticas. Además no hay corindón normativo lo que sugiere una fuente poco pelítica y de madurez baja.

La geoquímica de las rocas sedimentarias siliciclásticas refleja el tipo y relación de sus componentes detríticos y da por lo tanto información sobre la naturaleza y el ambiente geotectónico de sus áreas fuente. Procesos posteriores como la meteorización,

transporte y diagénesis/metamorfismo pueden modificar la señal resultante (Bhatia 1983, Johnsson 1993). En cuanto a los elementos mayores las relaciones más importantes son: Al_2O_3/SiO_2 , como una expresión de enriquecimiento en cuarzo; K_2O/Na_2O , que refleja el contenido en feldespato potásico frente a plagioclasa; TiO_2 y Fe_2O_3+MgO , como óxidos relativamente inmóviles durante la meteorización y el transporte; y $Al_2O_3/(CaO+Na_2O)$ donde se comparan elementos inmóviles frente a móviles (Bhatia, 1983). Además, se utilizan diversos elementos traza y las REE, considerados inmóviles frente a la meteorización (Bhatia 1985, Bhatia y Crook 1986), para discriminar tipos de procedencias.

Las muestras de las rocas sedimentarias de grano grueso estudiadas (ver Tabla 2 para localización de

Muestra	%SiO2	%Al2O3	%Fe2O3	%CaO	%MgO	%Na2O	%K2O	%MnO	%TiO2	%P2O5	%PPC	Uj/gpt
RL-11	57,220	19,170	6,983	0,431	0,980	0,034	3,171	3,144	2,656	0,164	6,020	16
RL-12	65,130	15,800	4,286	0,775	0,873	0,023	3,402	2,026	1,855	0,034	5,760	12
RL-13	51,350	21,370	9,800	1,407	1,053	0,113	5,365	4,007	2,460	0,176	2,780	20
RL-14	44,550	16,510	7,039	0,694	3,048	0,033	0,080	17,310	1,105	0,361	6,900	30
RL-15	60,600	18,940	7,109	0,425	1,265	0,021	4,512	1,941	2,167	0,342	2,870	8
RL-22	72,150	13,970	3,883	1,477	0,575	0,051	2,372	1,262	3,156	0,161	0,600	
RL-23	69,110	14,470	4,662	0,282	0,710	0,037	2,630	2,026	2,426	0,162	3,180	
RL-24	75,460	12,300	2,362	0,260	0,462	<0,02	2,102	1,869	2,723	0,086	1,730	
RL-37	54,630	11,250	4,334	11,009	1,021	0,332	1,267	1,444	3,774	0,216	10,280	
RL-38	58,460	16,940	8,566	0,591	0,626	0,026	3,621	3,086	1,264	0,210	5,770	
RL-70	59,51	19,32	6,726	0,373	0,668	0,041	3,834	2,467	0,174	2,683	3,88	35
RL-71	68	14,46	5,409	0,834	1,202	0,042	2,026	1,551	0,163	3,478	2,82	33

Muestra	Y	Lu	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Hf	Er	Tm	Yb	Li
RL-11	24,1	43,6	89,2	11	41,4	7,7	1,8	6,3	0,8	4,6	0,9	2,6	0,4	2,6	0,4
RL-12	27,5	62,1	82,4	10,9	40,5	8,2	1,7	7,6	1	5,6	1,1	3,2	0,4	3,1	0,5
RL-13	27,2	46,2	80,9	10	36,8	7,3	1,7	6,7	0,9	5,3	1	3,2	0,4	2,9	0,4
RL-14	42,1	18	42,2	6,2	26,4	6,9	1,2	8,3	1,3	8,8	1,8	6,7	0,8	5,1	0,7
RL-15	22,4	32,3	62,1	8,2	33,4	6,4	1,3	5,7	0,7	4,3	0,9	2,6	0,4	3	0,5
RL-22	29,6	59,6	80,6	11,6	37,6	7,3	1,8	5,6	0,81	4,1	0,81	2,3	0,36	2,3	0,36
RL-23	27,2	46,5	87,1	10,6	36,5	7,3	1,8	5,8	0,80	4,6	0,80	2,5	0,38	2,4	0,38
RL-24	29,7	36,7	52,5	7,3	26,8	5,9	1,3	5,3	0,86	4,6	0,81	2,7	0,4	2,6	0,41
RL-37	40,9	36,3	73,6	9,5	37,7	8,1	1,7	6,6	1,2	6,6	1,2	3,6	0,6	3,9	0,85
RL-38	51,2	41,2	81,9	10,8	41	10	2,1	8,8	1,6	9,3	1,7	5,1	0,76	5,1	0,8
RL-70	35,5	38,6	76,5	10	37,4	7,83	1,46	7,02	1,06	6,46	1,28	3,79	0,57	3,61	0,52
RL-71	27,7	40	81,6	10,2	36,5	7,12	1,34	5,92	0,84	4,72	0,82	2,71	0,4	2,7	0,4

Muestra	Sc	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Rb	Sr	Y	Zr
LD	2,47	2,73	1,90	2,41	1,01	1,36	0,26	0,54	1,00	2,26	1,00	0,60	0,39	0,40	0,46	0,46
RL-12	23,00	390,00	116,00	15,00	37,00	63,00	46,00	24,00	1,00	3,00	0,50	0,50	77,00	117,00	32,00	176,00
RL-13	25,00	158,00	132,00	49,00	61,00	89,00	37,00	31,00	200	3,00	0,50	0,50	146,00	227,00	31,00	177,00
RL-14	32,00	280,00	239,00	32,00	61,00	1,50	25,00	22,00	0,90	3,00	0,50	0,70	2,00	36,00	49,00	279,00
RL-15	21,00	172,00	114,00	19,00	11,00	4,00	6,00	26,00	1,00	3,00	0,50	0,80	136,00	58,00	27,00	417,00
RL-22	9,00	63,00	88,00	32,00	23,00	7,70	42,80	10,20	2,30	3,20	<LD	<LD	70,60	286,20	19,00	239,90
RL-23	13,00	94,00	91,00	24,10	26,80	10,20	30,30	17,00	1,60	7,30	<LD	<LD	60,60	58,70	19,50	219,40
RL-24	6,00	56,00	53,00	25,00	8,40	4,00	7,90	14,60	2,90	3,50	<LD	<LD	56,70	58,90	24,40	212,40
RL-37	25,00	100,00	100,00	16,00	32,20	13,70	31,80	13,20	<LD	<LD	<LD	<LD	36,50	300,10	36,50	470,50
RL-38	32,00	148,00	139,00	19,20	42,80	49,00	108,50	27,20	<LD	2,70	<LD	<LD	148,50	71,30	44,30	211,40
RL-70	16,00	131,00	105,00	16,80	40,80	37,10	87,80	29,40	0,70	26,90	0,10	0,00	128,40	92,75	36,80	229,90
RL-71	13,00	118,00	106,00	25,50	31,80	13,00	75,80	19,50	0,70	11,60	0,10	0,20	66,90	176,40	27,50	513,10

Muestra	Nb	Mo	Ag	Cd	Sr	Sb	Te	I	Cs	Ba	La	Ce	Nd	Sm	Yb	Hf	Ta	W	Ti	Pb	Bi	Th	U
LD	1,00	1,00	3,96	4,00	2,10	2,37		3,96	6,00	6,41	5,08	10,00	6,10	7,29	2,62	2,67	2,47	2,21	1,80	1,12	1,00	1,00	1,20
RL-12	19,00	2,00	4,00	4,00	6,00	2,50	4,00	4,00	6,00	369,00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	86,00	1,50	16,00	1,00	13,00	6,00
RL-13	16,00	2,00	4,00	4,00	3,00	2,50	4,00	4,00	6,00	1400,00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	59,00	1,50	14,00	1,50	12,00	3,00
RL-14	7,00	1,00	4,00	4,00	5,00	2,50	4,00	4,00	6,00	32,00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	14,00	1,50	3,00	1,00	1,00	3,00
RL-15	19,00	1,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	6,00	287,00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	85,00	1,50	3,00	1,80	11,00	3,00
RL-22	8,20	<LD	<LD	<LD	2,30	<LD	<LD	<LD	<LD	723,30	27,70	62,10	23,30	9,90	<LD	4,80	<LD	176,70	<LD	15,30	<LD	8,40	2,40
RL-23	10,30	<LD	<LD	<LD	2,90	<LD	<LD	<LD	<LD	322,90	31,70	72,70	30,30	<LD	<LD	3,20	<LD	125,80	<LD	2,20	<LD	8,20	1,40
RL-24	7,40	<LD	<LD	<LD	2,90	<LD	<LD	<LD	<LD	285,20	21,00	42,00	20,00	<LD	3,60	6,40	<LD	168,20	<LD	2,10	<LD	7,90	1,80
RL-37	12,70	<LD	<LD	<LD	4,70	<LD	<LD	<LD	<LD	391,30	40,90	67,00	36,30	<LD	3,80	9,20	<LD	65,50	<LD	26,00	<LD	16,10	6,50
RL-38	14,40	<LD	<LD	<LD	6,20	2,90	<LD	<LD	<LD	593,50	35,80	63,30	32,60	<LD	6,40	3,10	<LD	10,00	2,00	114,10	<LD	14,10	4,00
RL-70	13,10	0,40	0,00	0,00	6,50	6,60	<LD	0,00	0,00	726,20	44,20	82,10	36,80	6,10	4,80	7,00	0,00	14,30	1,10	36,10	0,70	15,60	5,10
RL-71	15,40	0,10	0,00	0,00	5,00	3,60	<LD	0,00	0,00	450,20	36,90	60,20	36,30	12,20	2,60	10,26	1,20	76,10	0,20	16,40	1,00	15,70	3,10

Tabla 1. Elementos mayores, traza y tierras raras de las pizarras precámbricas
 Table 1. Major, trace and REE elements in the Precambrian metapelites

las muestras), muestran una relación Al_2O_3/SiO_2 que varía entre 0.162 y 0.209, valores relativamente altos que sugieren gran inmadurez de los depósitos, en línea con el carácter grauváquico/turbidítico de todas ellas. En el caso de la relación $Al_2O_3/(CaO+Na_2O)$, la influencia volcánica en todas las muestras así como los efectos de la deformación y el metamorfismo, determinado mediante el estudio petrográfico, sobre todo en la zona de Ossa Morena, hacen que la relación del Al_2O_3 con estas fases no siga ningún patrón, ya que el CaO y el Na_2O son fases muy móviles y muy sensibles a los efectos de aumento de presión y de temperatura.

Fe_2O_3+MgO y TiO_2 varían entre 4.82-7.01 y 0.49-1.02 respectivamente, valores de nuevo altos, probablemente también debidos al aporte volcánico.

En resumen, nuestros datos permiten caracterizar todas las muestras, independientemente de su origen, edad y ubicación, como sedimentos muy inmaduros, típicos de ambientes sinorogénicos, además con una clara componente volcánica en su área fuente.

Metapelitas

Las metapelitas estudiadas son los niveles de grano más fino encontrados en las distintas formaciones (ver Tabla 2 para localización de las muestras). En primer lugar las pizarras de la *Formación Montemolín*. Se trata de micaesquistos con alto contenido en materia orgánica, cuarzo y biotita. Tiene una esquis-

- RL-11. Pizarras negras de la Formación Tentudía. X=206925, Y=4215900
- RL-12. Pizarras negras de la Formación Montemolín (facies anfíbolitas). X=212662, Y=4228200
- RL-13. Pizarras negras de la Formación Montemolín (facies biotita). X=212675, Y=4232400
- RL-14. Pizarras de la Formación Malcocinado. X=210387, Y=4245525
- RL-15. Pizarras de la Formación Malcocinado. X=211575, Y=4242037
- RL-22. Cuarzosquistos de la Formación Montemolín. X=212800, Y=4222750
- RL-23. Grauwacas de la Formación Tentudía. X=206712, Y=4215862
- RL-24. Grauwacas de la Formación Malcocinado. X=210762, Y=4244212
- RL-37. Grauwacas del Complejo esquistu grauwáquico (Domo de Abenojar). X=379850, Y=4302675
- RL-38. Pizarras del Complejo esquistu grauwáquico (Domo de Abenojar). X=379875, Y=4302725
- RL-70. Pizarras del Complejo esquistu grauwáquico (Anticlinal de Alcedía). X=336527, Y=4292448
- RL-71. Grauwacas del Complejo esquistu grauwáquico (Anticlinal de Alcedía). X=336527, Y=4292448

tosidad fuerte: filita o esquistu milonítico, así como pliegues intrafoliares y planos s-c recristalizados. La roca tiene una alteración sericítica con un contenido en carbono total que va desde 0.35-2.22%. Las pizarras de la *Formación Tentudía* son muy similares petrográficamente con cuarzo, clinocloro, moscovita, albita e ilmenita y tienen una esquistosidad crenulada. Un contenido alto corindón normativo que sugiere un componente pelítico alto y un 0.69% de carbono total. Las pizarras de la *Formación Malcocinado* son de grano muy fino, homogéneas y con un contenido en materia orgánica de 0.07-0.08%. El alto contenido en cuarzo se agrupa en bandas discontinuas y tabulares y es básicamente de tipo anguloso con golfos de corrosión. Se trata de una toba volcánica con importantes variaciones entre las muestras de Mg y Si probablemente debido al vulcanismo bimodal. En cuanto a la zona Centroibérica, se han muestreado niveles de grano fino intercalados entre los

Tabla 2. Relación de las muestras estudiadas en este trabajo así como su ubicación geográfica en coordenadas UTM
 Table 2. List of studied samples and their UTM coordinates

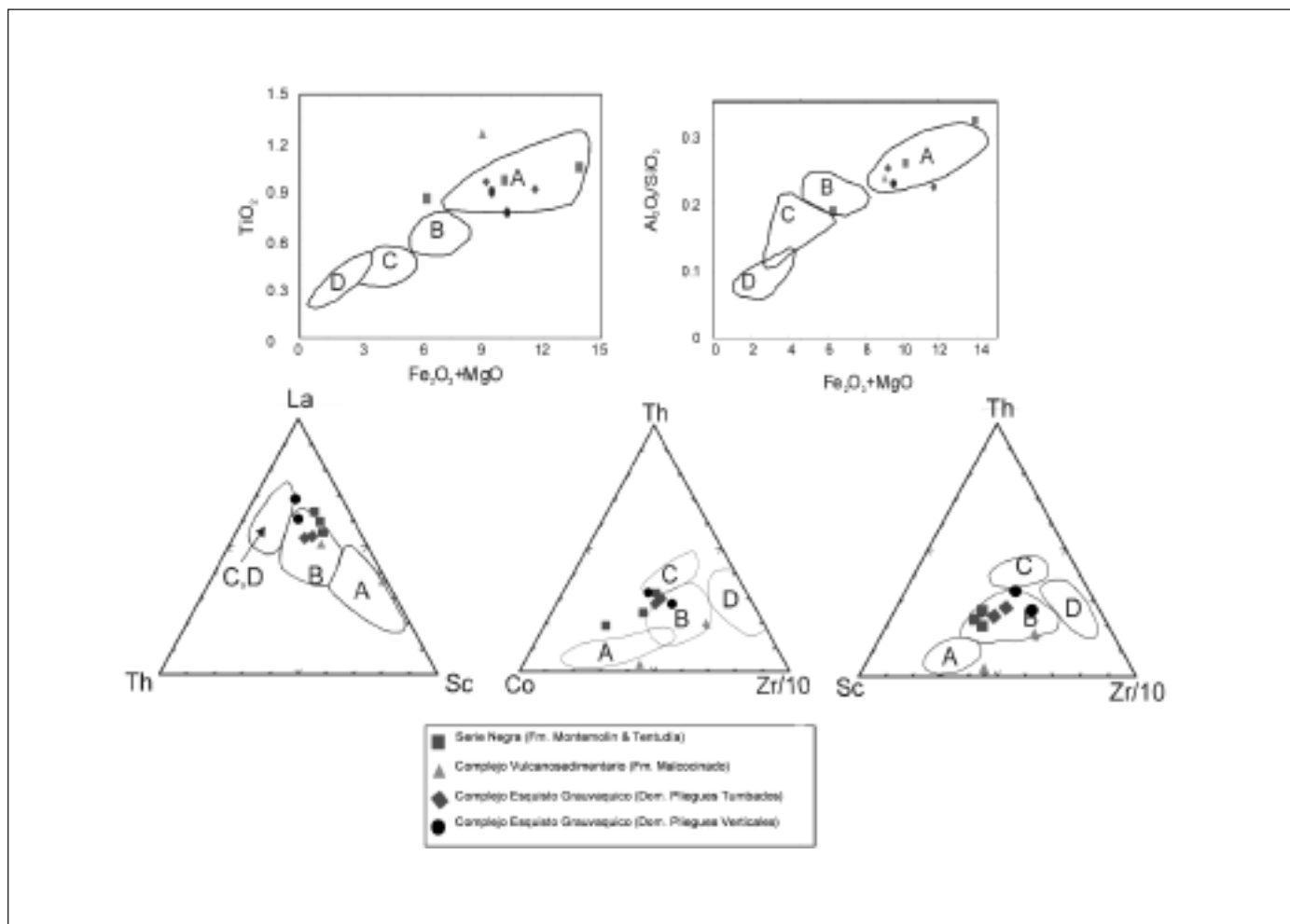


Fig. 2. Diagramas de caracterización tectonosedimentaria (Bhatia 1983, Bhatia y Crook 1986). *Datos de Ugidos et al., 1997
 Fig. 2. Tectonosedimentary discrimination diagrams (Bhatia 1983, Bhatia y Crook 1986). *Data from Ugidos et al., 1997

paquetes de grauvacas dentro del *Complejo Esquisto Grauváquico*. Son niveles ricos en micas y cuarzo, debilmente deformados, con alteración sericitica-clorítica y con un contenido en carbono total entre 0.20 y el 0.23%.

La geoquímica de sedimentos siliciclásticos de grano fino tiene un interés especial por varias razones. En primer lugar, dentro de una cuenca las pelitas representan el resultado extremo de los procesos de meteorización, dispersión y mezcla de detritus, siendo por tanto más representativas de la composición global del área fuente que los de grano más grueso. Por otra parte, su riqueza relativa en filosilicatos les confiere un valor añadido, al entrar en la composición de esos minerales buena parte de los elementos considerados inmóviles. En resumen, la geoquímica de este tipo de sedimentos es fundamental para la caracterización de sus áreas fuente y de las condiciones geodinámicas reinantes en las mismas. A este fin, son muchos los tipos de diagramas que han sido propuestos. En nuestro trabajo los datos se han proyectado en los de Bhatia 1983, Bhatia y Crook 1986, por ser los que mejor describen los tipos de ambientes geodinámicos que aquí se tratan (Fig. 2).

Se han utilizado los datos de análisis químicos de pizarras precámbricas de la zona Centro Ibérica obtenidos por Ugidos *et al.* (1997) más al norte, dentro del Complejo Esquisto Grauváquico, para compararlos con los datos del dominio meridional. Se han utilizado los valores medios referentes al Precámbrico inferior (LSS) y superior (USS), excepto el Cr que no fue determinado.

Todas las muestras estudiadas presentan signaturas características de ambientes de arco magmático ligado a procesos de subducción. Si bien la historia precámbrica de Ossa Morena como distintas partes de un arco magmático está claramente establecida a partir de la geoquímica de las rocas ígneas asociadas (Sánchez Carretero *et al.*, 1990), no es éste el caso de la Zona Centroibérica. Este hecho sugiere una posible derivación de los sedimentos del Complejo Esquisto-Grauváquico centroibérico a partir de los protolitos aflorantes en Ossa Morena, y apoyan aquellos modelos que sugieren que la acreción de Ossa Morena al Autóctono Ibérico tuvo lugar durante el Neoproterozoico (Orogenia Cadomiense; Quesada, 1990, 1997; Abalos *et al.* 1991). En el detalle, las diferencias aparentes (Fig. 2) entre arco oceánico o continental habría que comprobarlas con mayor número de datos, y en cualquier caso no cambian significativamente la conclusión principal: todos los sedimentos precámbricos de las zonas Ossa Morena y Centroibérica se depositaron en cuencas sinorogénicas, adyacentes a un arco magmático ligado a sub-

ducción o, alternativamente, adyacentes a un orógeno en el que dicho arco estuvo sometido a deformación y denudación.

Referencias

- Abalos, B., Gil Iburguchi, J.I. y Eguiluz, L. 1991. Cadomian/subduction collision and Variscan transpression in the Badajoz-Córdoba shear belt, southwest Spain. *Tectonophysics* 199: 51-72.
- Bhatia, M.R. 1983. Plate tectonics and geochemical composition of sandstones. *J. Geol.* 91, 611-627.
- Bhatia, M.R. 1985. Rare earth element geochemistry of Australian Palaeozoic graywackes and mudrocks: provenance and tectonic control. *Sedim. Geology.* 45, 97-113.
- Bhatia, M.R. y Crook K.A.W. 1986. Trace element characteristics of graywackes and tectonic setting of sedimentary basins. *Contrib. Min. Petrol.* 92, 181-193.
- Cullers, R.L., Basu, A. y Suttner, L.J. 1988. Geochemical signature of provenance in sand-mixed material in soils and stream sediments near the Tobacco Root batholith, Montana, USA. *Chem. Geology* 70, 335-348.
- Eguiluz, L. 1987. Petrogénesis de rocas ígneas y metamórficas en el antiforme de Burguillos-Monesterio. Macizo Ibérico Meridional. Tesis Doct. Univ. País Vasco, 649 p.
- Etchebarria, M., Chalot-Prat, F., Apraiz, A. y Eguiluz, L. (2006). Birth of a volcanic passive margin in Cambrian time: rift paleogeography of the Ossa Morena Zone, Sw Spain. Precambrian research. Article in press.
- Johnsson, M.J. 1993. The system controlling the composition of clastic sediments. *Spec. Publ. (Geol. Soc. of America)* 284, 1-20.
- Lotze, F. 1945. Zur Gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta. *Geotekt. Forsch.* 6:78-92.
- McLennan, S.M., Hemming, S., McDaniel, D.K. y Hanson, G.N. 1993. Geochemical approaches to sedimentation provenance and tectonics. *Spec. Publ. (Geol. Soc. of America)* 284, 21-40.
- McLennan, S.M., Taylor, S.R., McCulloch, M.T. y Maynard, J.B. 1990. Geochemical and Nd-Sr isotopic composition of deep sea turbidites: crustal evolution and plate tectonics associations. *Geoch. Cosmoch. Acta* 54, 2015-2050.
- Nesbitt, H.W., MacRae, N.D. y Kronberg, B.I. 1990. Amazon deep-sea fan muds: light REE enriched products of extreme chemical weathering. *Earth Planet Sci. Lett.* 100, 118-123.
- Nesbitt, H.W. y Young, G.M. 1989. Formation and diagenesis of weathering profiles. *J. Geology* 97, 129-147.
- Pieren Pidal, A.P. 2000. Las sucesiones anteordovícicas de la región oriental de la provincia de Badajoz y área contigua de la de Ciudad Real. Tesis Doct. Univ. Complutense. 2 vol. (379 y 189 pp).
- Quesada, C. 1990. Precambrian successions in SW Iberia: their relationship to Cadomian orogenic events. *Geol. Soc. Spe. Publ.* 51: 353-362.
- Quesada, C. 1991 Geological constraints on the Paleozoic tectonic evolution of tectonostratigraphic terranes in the Iberian Massif. *Tectonophysics* 185: 225-245.

- Quesada, C. 1997. Evolución geodinámica de la zona Ossa Morena durante el ciclo Cadomiense. In: Araújo, A. & Pereira, M.F., Estudio sobre a geología da zona da Ossa Morena (Maciço Ibérico). Univ. de Évora, 205-230.
- Quesada, C., Fonseca, P.E., Munhá, J., Oliveira, J.T. y Ribeiro, A. 1994. The Beja-Acebuches Ophiolite (Southern Iberia Variscan Fold Belt). Geological characterization and geodynamic significance. *Bol. Geol. Min.* 105: 3-49.
- Rollinson, H. 1993. Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation. Longman group Ltd. UK.
- Roser, B.P. y Korsch, R.J. 1986. Determination of tectonic setting of sandstone-mudstone suites using SiO₂ content and K₂O/Na₂O ratio. *J. Geology* 94, 5, 635-650.
- Roser, B.P. y Korsch, R.J. 1988. Provenance signatures of sandstone-mudstone suites determined using discriminant function analysis of major element data. *Chem. Geol.* 67, 119-139.
- Sánchez Carretero, R. Eguiluz, L., Carracedo, M. y Pascual, E. 1990. Ossa Morena Zone: Igneous Rocks. In : Dallmeyer, R.D. & Martínez García, E., Pre-Mesozoic Geology of Iberia. Springer-Verlag, Berlin, 292-313.
- Santamaría, J. 1995. Los yacimientos de fosfato sedimentario en el límite Precámbrico-Cámbrico del anticlinal de Valdelacasa (Zona Centroibérica Tesis Doct. Univ. Autónoma Barcelona.
- Ugidos, J.M., Valladares, M.I., Recio, C., Rogers, C., Fallick, A.E. y Stephens, W.E. 1997. Provenance of Upper Precambrian-Lower Precambrian shales in the Central Iberian Zone, Spain: evidence from a chemical and isotopic study. *Chem. Geol.* 136, 55-70.
- Vidal, G., Jensen, S. y Palacios, T. 1994. Neoproterozoic (Vendian) ichnofossils from Lower Alcludian strata in central Spain. *Geol. Mag.* 131 (2), 169-171.
- Vidal, G., Palacios, T., Moczydlowska, M. y Gubanov, A.P. 1999. Age constraints from small shelly fossils on the early Cambrian terminal Cadomian Phase in Iberia. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 121, 137-143.

Recibido: diciembre 2005

Aceptado: julio 2006