

Las areniscas de la Formación de Gordexola (Albiense, flanco sur del Anticlinorio de Bilbao, Vizcaya)

I: Composición y procedencia

The Gordexola Formation sandstones (Albian, south limb of the Bilbao anticlinorium, Vizcaya)
I: Composition and provenance

M.C. Zuluaga, F. García Garmilla y J. Arostegui

Dept. Mineralogía y Petrología. Facultad de Ciencias. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea. Ap. 644. 48080 Bilbao.

ABSTRACT

The sandstones of the Gordexola Formation have been petrologically and geochemically studied. The average of Q (= 57%), FdK+Plag (= 6%) and rock fragments (= 4%) in sandstones was plotted against the Dickinson et al. (1983) and Suttner and Basu (1981) diagrams. Compositional trends of mica and accessory minerals reinforce the idea of the Hesperian Massif as the most probable provenance area for the Gordexola sandstones. The measured paleocurrents (mean N200) support this affirmation.

Key words: Lower-to-middle Albian, petrography of sandstones, provenance, Hesperian Massif.

Geogaceta, 22 (1997), 215-218
 ISSN: 0213683X

Introducción

La Formación de Gordexola (Albiense inferior-medio) aflora en una franja de dirección NW-SE a lo largo del flanco sur del Anticlinorio de Bilbao (Fig. 1) y ha sido estudiada en tres secciones transversales de referencia: Artzentaletas, Gordexola y Orozko. Se compone fundamentalmente de lutitas grises y negras ricas en materia orgánica. Litologías minoritarias son areniscas, brechas carbonatadas y episodios con "slumps" y ruditas intraformacionales; estos últimos sugieren fenómenos de inestabilidad tectónica durante la sedimentación, así como deslizamientos gravitatorios de depósitos no consolidados (Zuluaga *et al.*, 1996a). En la zona de Artzentaletas el contenido en carbonato es mayor que en las otras dos secciones. Globalmente la unidad se depositó en un ambiente marino restringido, en condiciones fuertemente reductoras. La zona de Artzentaletas presenta rasgos indicativos de condiciones marinas más abiertas (Zuluaga, 1995).

Las facies areniscosas de la Formación de Gordexola se concentran en los afloramientos de la sección tipo. Aparecen, en general, como secuencias de carácter granocreciente, aunque no faltan los intervalos canalizados, que con-

centran los granos más gruesos en la base de los niveles. Se presentan como intercalaciones de hasta 3 m de espesor y, en los términos más bajos de las secuencias, exhiben rasgos erosivos (Zuluaga *et al.*, 1996a). Hacia la parte media y alta de la unidad son relativamente frecuentes las turbiditas de progradación de lóbulos, con secuencias de Bouma incompletas. También aparecen niveles de arena más finos, que corresponden a facies de "levee", y bancos de arenisca de potencias superiores al metro con base canalizada, que pudieron ser depositados por corrientes de alta densidad.

Metodología

Se han analizado por métodos ópticos 67 muestras de areniscas, correspondientes a las tres transversales mencionadas. Algunas muestras, además, fueron analizadas con el equipo JEOL JSM-6400 de microscopía electrónica de barrido (S.E.M.) de la Facultad de Ciencias de la UPV/EHU. Así mismo, se ha realizado el análisis químico de micas detríticas y turmalinas con la microsonda electrónica Camebax del Département de Sciences de la Terre de la Université Blaise Pascal en Clermont Ferrand.

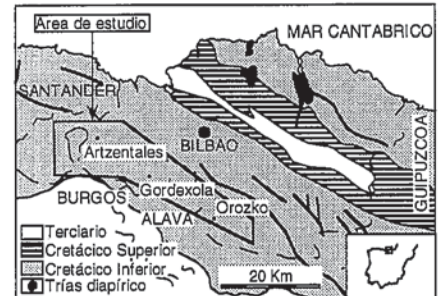


Fig. 1.- Localización geográfica y geológica de la Formación de Gordexola y las tres transversales estudiadas.

Fig. 1.- Geographic and geologic location of the Gordexola Formation and the three studied sections.

Resultados. Petrografía óptica y S.E.M.

El mayor número de areniscas estudiadas corresponde a la serie de Gordexola, ya que es aquí donde son más abundantes. El componente de la trama más abundante es el cuarzo monocristalino (= 57%) (Tabla 1). Valores mucho menores corresponden al feldespato potásico (= 3%) y las plagioclasas (= 3%). Los fragmentos de roca (= 4%) consisten en lutitas y rocas metamórficas de

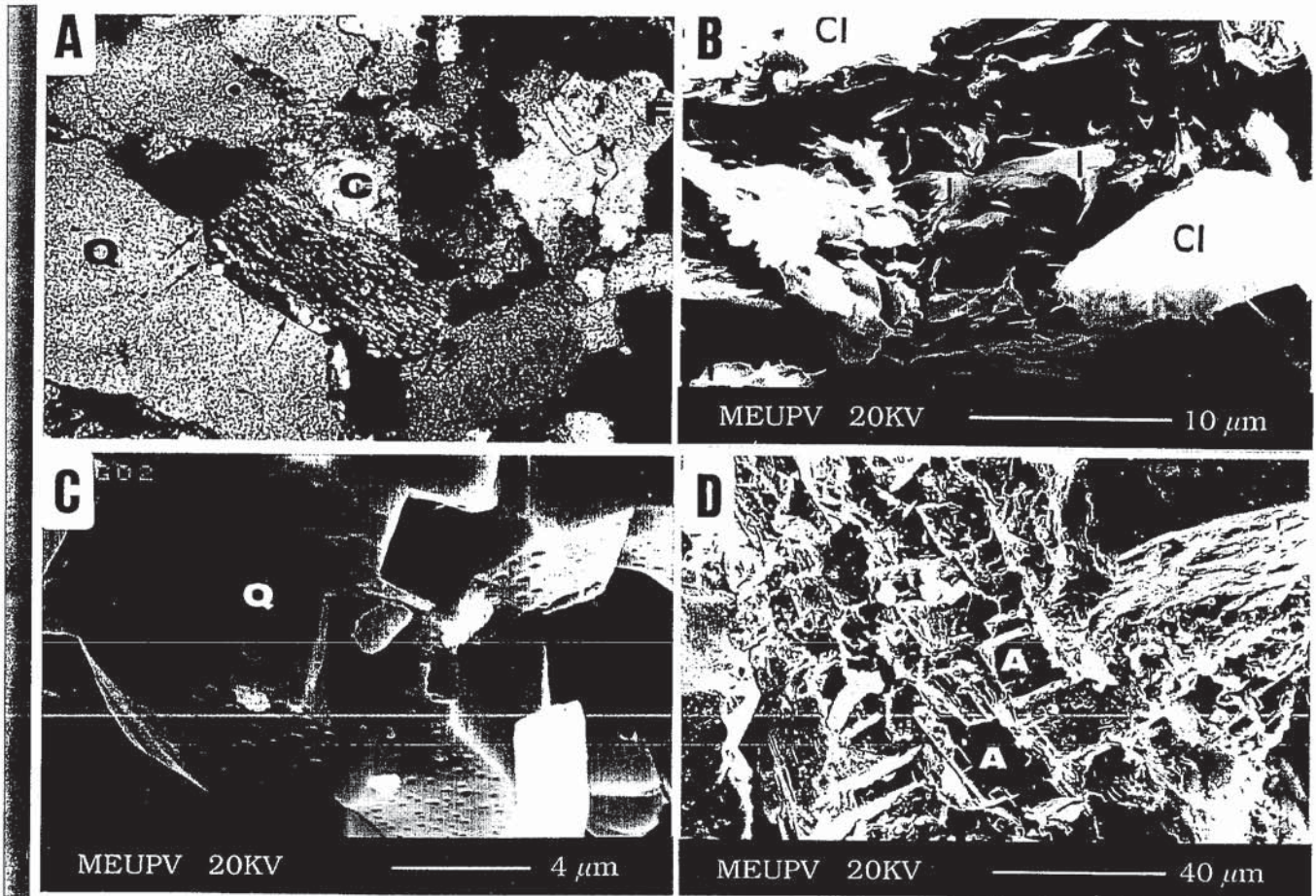


Fig. 2.- Microfacies y ultrafacies de las areniscas de la Formación de Gordexola: a) Aspecto de una arenisca. Q: cuarzo, F: feldespato potásico, C: cemento de calcita. En el centro hay un fragmento metamórfico señalado con una flecha gruesa. Las flechas finas marcan el cemento de cuarzo syntaxial. Nícoles cruzados. Anchura de la foto: 1.3 mm. b) Imagen de S.E.M. mostrando la matriz arcillosa. I: illita, Cl: clorita. Barra de escala: 10 μ m. c) Imagen de S.E.M. del cemento de cuarzo en cristales euhedrales (Q). Las pequeñas huellas indican contactos con cristales adyacentes. Barra de escala: 1 μ m. d) Imagen de S.E.M. del crecimiento de pequeños cristales euhedrales de ankerita (A) en un espacio intergranular. Barra de escala: 10 μ m.

Fig. 2.- Micro- and ultrafacies of the Gordexola Formation sandstones: a) A sandstone with quartz (Q), potassic feldspar (F) and calcite cement (C). A metamorphic fragment is at the center and marked by a coarse arrow. Thin arrows mark syntaxial quartz cement. XPL. Photo width: 1.3 mm. b) S.E.M. image showing the clay matrix. I: illite, Cl: chlorite. Scale bar: 10 μ m. c) S.E.M. image of euhedral crystals of quartz cement (Q). The small prints formed by contact with adjacent crystals. d) S.E.M. image showing ankerite euhedral crystals (A) occupying intergranular pore spaces. Scale bar: 10 μ m.

bajo grado (filitas) (Fig. 2a). Los minerales accesorios más habituales son la turmalina y el zircón. Más ocasionalmente, se presentan piroxeno, clorita, apatito y glauconita. Hay que mencionar que no todos los granos de turmalina tienen el mismo grado de redondez; mientras algunos son subredondeados, otros parecen tener mejor conservadas sus caras cristalinicas. Este rasgo podría hacer pensar “a priori” en turmalinas de diferentes áreas-fuente. La matriz tiene una composición illítica dominante, aunque no faltan muestras ricas en clorita (Fig. 2b). Según la clasificación de Pettijohn, Potter y Siever (1973), dominan las subarcosas y sublitarenitas, con algunas grauwacas más abundantes en la serie de Orozko y

cuarzoarenitas escasas.

Los cementos reconocidos son: i) cemento de cuarzo syntaxial; al SEM en cristales bien formados (Fig. 2c); ii) cemento de feldespato potásico syntaxial; iii) cemento de calcita en mosaico (“blocky”) y iv) cemento de ankerita (Fig. 2d) en forma de cristales euhedrales-subhedrales (Zuluaga *et al.*, este volumen).

Los datos composicionales de las areniscas muestreadas en las tres secciones de la Formación de Gordexola (Tabla 1) han sido llevados a los diagramas QtFL (Cuarzo total/Feldespato/Fragmentos líticos inestables totales) y QmFLt (Cuarzo monocristalino/ Feldespato/Fragmentos líticos inestables totales + Cuarzo

policristalino) de Dickinson *et al.* (1983). La mayor parte de las muestras de la sección de Gordexola se sitúan en los dominios de cratón interior y de orógenos reciclados (Fig. 3a). Si bien el número de muestras tomadas en las otras dos secciones (Artzetales y Orozko) es menor, su adscripción a los mismos dominios es patente, aunque para la sección de Orozko, se observa un cierto desplazamiento hacia dominios continentales transicionales. La proyección de los mismos valores composicionales en el segundo diagrama arroja resultados muy similares (Fig. 3b).

La composición de las micas es muy homogénea en las tres series (Zuluaga *et al.*, 1996b). La mayor parte de ellas se si-

túan en la posición de la moscovita usada como referencia (moscovita de pegmatita; Newman y Brown, 1987). Así mismo, se ha tomado también como referencia la composición media de un número representativo de micas procedentes del macizo Paleozoico de la Sierra de la Demanda, en el macizo Hespérico (Ibáñez, com. pers.). Se observa, que esta media composicional se ajusta a la de las micas de la Formación de Gordexola (Fig. 4). En cuanto a la composición química de las turmalinas, las muestras se sitúan siempre en posición intermedia entre los polos correspondientes a la dravita y chorlo (Henry y Guidotti, 1985).

Discusión. Procedencia de las areniscas

Los resultados composicionales de las areniscas de la Formación de Gordexola permiten deducir un origen a partir de dos dominios tectosedimentarios: cratón interior y orógeno reciclado. El primer dominio se compone de rocas del basamento, fundamentalmente ígneas plutónicas y metamórficas. Las areniscas procedentes de estas rocas madre son extremadamente ricas en cuarzo, con cantidades muy subordinadas de feldespatos, lo que refleja procesos de reciclaje múltiple, meteorización intensa y largas distancias de transporte sobre regiones cratónicas de bajo relieve (Boggs, 1992). Normalmente la relación FdK/Plag es superior a la unidad; de aquí que las rocas resultantes sean cuarzoarenitas, o bien, como es el caso de la Formación de Gordexola, una mezcla de subarcosas y sublitanitas.

El otro dominio en el que se sitúan las areniscas de la Formación de Gordexola es el de orógeno reciclado. Se trata de rocas madre creadas por plegamiento y fallamiento de terrenos sedimentarios o metasedimentarios, que facilita que los detritos procedentes de ellos puedan reciclarse en cuencas próximas. Los contenidos en cuarzo son ahora menores y los fragmentos líticos de naturaleza sedimentaria/metasedimentaria están mejor representados. En general el contenido en chert no suele ser alto, rasgo que está en consonancia con los resultados petrográficos obtenidos en nuestra Formación. La geometría de la cuenca en ese momento y los rasgos paleogeográficos hacen pensar a priori en un área fuente común para los tres sectores (Zuluaga *et al.*, 1996a), con lo que la velocidad de subsidencia, al menos durante ciertos períodos de tiempo, debió ser comparativa-

	Artzetales			Gordexola			Orozko		
	M	m	\bar{X}	M	m	\bar{X}	M	m	\bar{X}
Q. monocrist.	66.8	29.5	54.7	76.5	38.9	58.8	78.4	27.8	54.3
Q. policrist.	6.2	0.1	3.3	7.6	0.1	3.8	5.9	0.3	1.7
Feld. potásico	9.5	1.2	4.4	7.0	-	2.3	12.1	0.4	4.5
Plagioclasa	3.4	-	1.3	8.4	-	1.0	6.7	-	2.6
Fr. de roca	9.3	1.7	4.4	10.5	0.1	3.3	20.8	0.7	5.3
Fr. de chert	0.9	-	0.4	3.7	-	0.8	1.5	0.1	0.5
Micas	4.8	1.1	2.7	4.7	0.3	2.2	6.3	1.3	2.6
Min. acc.	0.2	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1
Min. opac.	5.5	1.7	3.7	4.9	0.2	1.4	10.1	1.4	4.8
Matriz	14.3	1.8	6.6	23.6	0.8	7.5	49.1	2.2	16.3
Cemento	53.2	1.7	18.4	43.9	2.8	18.2	30.7	-	7.3
Q. total	92.6	73.9	85.1	99.7	75.5	89.4	94.6	51.3	80.0
Fd. total	14.4	2.1	8.0	20.3	-	4.6	28.3	0.6	10.9
Fr. total	11.7	4.5	6.9	16.6	0.3	6.1	42.0	2.3	9.1

Tabla 1.- Valores composicionales medios (\bar{X}), máximos (M) y mínimos (m) para las areniscas de la Formación de Gordexola.

Table 1.- Compositional mean (\bar{X}), maximum (M) and minimum (m) values for the Gordexola Formation sandstones.

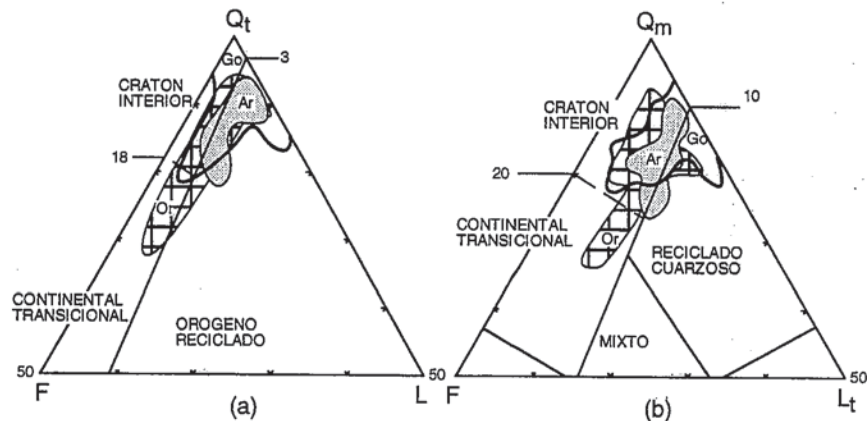


Fig. 3.- Diagramas QtFL y QmFLt de procedencia, de Dickinson *et al.*, (1983) para las areniscas de la Formación de Gordexola. (Go: Gordexola, Ar: Artzetales, Or: Orozko).

Fig. 3.- QtFL y QmFLt diagrams of provenance by Dickinson *et al.*, (1983) for the Gordexola Formation sandstones. (Go: Gordexola, Ar: Artzetales, Or: Orozko).

mente mayor en Orozko, favoreciendo una mayor presencia del feldespato en el registro sedimentario. Esto presupone un basculamiento diferencial por sectores dentro de la cuenca de Gordexola, con la posible actuación de fallas sinsedimentarias (Aranburu *et al.*, 1994).

La elevada abundancia de cuarzo frente al resto de componentes indicaría un transporte y depósito en condiciones climáticas húmedas (Suttner y Basu, 1981). Este aspecto es compatible con el paleoclima definido para la región durante el Cretácico medio por Francis y Frakes, (1993), a partir de datos paleobotánicos.

En resumen, la homogeneidad de los datos comentados apuntan hacia un área

fuelle común para las tres series, que debió persistir durante el depósito de la Formación de Gordexola. No obstante, la composición litológica de la roca madre debió ser muy variada, comprendiendo probablemente desde rocas plutónicas de tipo félsico hasta metamórficas de bajo grado y antiguas rocas sedimentarias recicladas. La extensión del área fuente pudo ser importante, capaz de abarcar una amplia variedad litológica y proporcionar los potentes acúmulos de sedimentos registrados en el corto espacio de tiempo que duró el depósito de la Formación de Gordexola: más de 2000 m. de sedimento en menos de 7 m.a. (Zuluaga, 1995).

Las direcciones de paleocorrientes

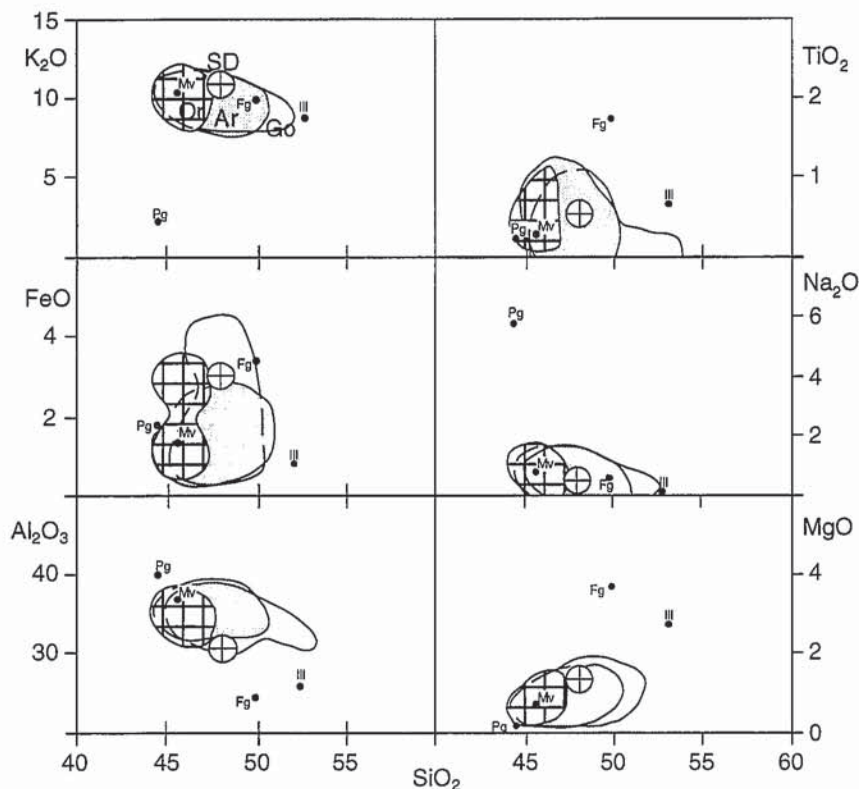


Fig. 4.- Diagrama de Harker de elementos mayores para las micas detríticas de la Formación de Gordexola. Ill: Illita; Pg: Paragonita; Mv: Moscovita; Fg: Fengita. SD: Composición media de micas de la Sierra de la Demanda. (Go: Gordexola, Ar: Artzentaales, Or: Orozko).

Fig. 4.- Harker diagram for major elements of detrital mica of the Gordexola Formation. Ill: Illite; Pg: Paragonite; Mv: Muscovite; Fg: Phengite. SD: average composition of mica of the Sierra de la Demanda. (Go: Gordexola, Ar: Artzentaales, Or: Orozko).

obtenidas por otros autores (Gómez Pérez, 1994), así como las medidas realizadas por nosotros (N200°), reflejan una procedencia general del SW para los aportes detríticos. Con toda probabilidad, el área madre de las areniscas de la Formación de Gordexola debió ser el Macizo Hespérico, lo que se traduce en el actualmente aflorado Macizo de la Demanda (Burgos) y sus zonas colaterales (Fig.5). Las rocas que lo constituyen son metamórficas y sedimentarias: pizarras, areniscas, esquistos, cuarcitas, calizas y dolomías de edad paleozoica (Colchen, 1974; Aparicio, *et al.*, 1991), con un grado de metamorfismo variable, oscilando entre la anquizona y la epizona.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Plan de Perfeccionamiento del Profesorado de la Universidad del País Vasco/

Euskal Herriko Unibertsitatea.

Referencias

Aparicio, A., Brell, J.M. y Guaras, B. (1991): *Bol. Geol. Min.*, 102-2: 240-246.
 Aranburu, A., Gómez Pérez, I., Fernández Mendiola, P.A. y García Mondéjar, J. (1994): *Geogaceta*, 16: 87-91.
 Boggs, S. Jr. (1992): *Petrology of Sedimentary Rocks*. Macmillan Publishing Co., 707 p.
 Colchen, M. (1974): *Mem. I.G.M.E.* 85, 436 p.
 Dickinson, W.R., Beard, L.S., Brakenridge, G.R., Erjavec, J.L., Ferguson, R.C., Inman, K.F., Knepp, R.A., Lindberg, F.A. y Ryberg, P.T. (1983): *Geol. Soc. of Amer. Bull.*, 94: 222-235.
 Francis, J.E. y Frakes, L.A. (1993): *Sedimentary Reviews*, 1: 17-30.
 Gómez Pérez, I. (1994): *Tesis Doctoral*,



Fig. 5.- Situación del área fuente (Macizo Hespérico) de los sedimentos de la Formación de Gordexola. La flecha indica la procedencia de los aportes. SD: Sierra de la Demanda, Or: Orense, SS: San Sebastián, Lo: Logroño, L: León, Pa: Palencia, Za: Zamora, So: Soria.

Fig. 5.- Location of the source area (Hesperian Massif) for the Gordexola Formation sediments. The arrow marks the provenance of detritus. SD: Sierra de la Demanda, Or: Orense, SS: San Sebastián, Lo: Logroño, L: León, Pa: Palencia, Za: Zamora, So: Soria.

Inéd., Univ. País Vasco. 443 p.
 Henry, D.J. y Guidotti, C.V. (1985): *Amer. Mineral.*, 70: 1-15.
 Newman, A.C.D. y Brown, G. (1987): In: A.C.D. Newman (ed.), *Chemistry of Clays and Clay Minerals*, Mineralogical Society, London.
 Pettijohn, F.J., Potter, P.E. y Siever, R. (1973): *Sand and Sandstone*. Springer Verlag, 553 p.
 Suttner, L.J. y Basu, A. (1981): *Jour. Sed. Petrol.*, 51: 1235-1246.
 Zuluaga, M.C. (1995): *Tesis Doctoral*, Inéd., Univ. País Vasco. 332 p.
 Zuluaga, M.C., García Garmilla, F. y Arostegui, J. (1996a): *Geogaceta*, 20 (2): 319-322.
 Zuluaga, M.C., García Garmilla, F. y Arostegui, J. (1996b): *Advances in Clay Minerals*, 181-183.
 Zuluaga, M.C., García Garmilla, F. y Arostegui, J. (1997): *Geogaceta*, 22: 212-215