

CARACTERIZACION GEOQUIMICA PRELIMINAR DE LOS METASEDIMENTOS ORDOVICICOS DEL SINFORME DE ALCAÑICES (ZAMORA)

A. Fernández Fernández *, M. C. Moro Benito * y M. L. Cembranos Pérez *

RESUMEN

La caracterización geoquímica de los metasedimentos ordovícicos y mineralizaciones sedimentarias de Fe asociadas del flanco S del Sinforme de Alcañices permite establecer que, las formaciones Cabeza de las Viñas (infra-Arenig) y Cuarcitas del Pielgo (Arenig) son de naturaleza silíceas frente a la esencialmente aluminica de la Fm. Latedo (Llanvirn-Llandeilo) y, un sedimento constituido esencialmente por oxi-hidróxidos de Fe, cuarzo y minerales arcillosos como precursor de las mineralizaciones de Fe.

Palabras clave: *Metasedimentos ordovícicos, mineralizaciones de Fe, geoquímica, Sinforme de Alcañices.*

ABSTRACT

The geochemistry of the Ordovician metasediments and associated Fe sedimentary mineralizations of the South limb of the Alcañices Synform suggest a siliceous nature for the Cabeza de las Viñas (pre-Arenigian) and Pielgo Quartzite (Arenigian) Formations as compared with the essentially aluminic character of the Latedo (Llanvirnian-Llandeilian) Formation and a sediment essentially formed of Fe oxyhydroxides, quartz and clay minerals as precursors of the Fe mineralizations.

Key words: *Ordovician metasediments, Fe mineralizations, geochemistry, Alcañices Synform.*

Introducción

Los materiales ordovícicos del Sinforme de Alcañices han sido objeto de estudio por diferentes autores (Martínez García, 1971; Quiroga, 1981 y Vacas y Martínez-Catalán, 1987). Actualmente, estos metasedimentos son estudiados desde un punto de vista mineralógico, geoquímico y también geológico por Fernández (1994) quien, en 1989, estudió las magnetitas sedimentarias ordovícicas de la zona de Latedo continuando posteriormente con el estudio de estas mineralizaciones y de sus rocas encajantes en todo el Ordovícico del Sinforme de Alcañices.

El objetivo del presente trabajo es determinar las características geoquímicas de estos materiales desconocidas hasta la actualidad, establecer las analogías o diferencias geoquímicas existentes entre las tres formaciones ordovícicas definidas, en base a su

edad y naturaleza litológica, en el Sinforme y determinar, igualmente, la naturaleza química y mineralógica del sedimento precursor de las mismas. Respecto a las mineralizaciones, el objetivo fundamental es igualmente caracterizarlas geoquímicamente para determinar la naturaleza de su sedimento precursor dada la importancia que tiene en su conocimiento genético.

Situación y contexto geológico de la zona de estudio

Los metasedimentos ordovícicos que se describen en este trabajo están situados en la región centro-occidental de la provincia de Zamora, en las denominadas tierras de Alba y Aliste, en las hojas del M.T.N. 1:50.000: n.º 337-338 (Latedo-Alcañices), 339 (Moreruela de Tábara), 367 (Castro de Alcañi-

* Departamento de Geología. F. Ciencias. Universidad de Salamanca. Plaza de la Merced, s/n. 37008 Salamanca.

ces) y 368 (Carbajales de Alba). Geológicamente la mencionada región, que se corresponde con la megaestructura hercínica denominada Sinforme de Alcañices (Martínez-García, 1971, 1973 y Vacas y Martínez Catalán, 1987), está situada en el sector N de la zona Centro-Ibérica de Julivert *et al.* (1972), limitada, al S, por la Antiforma de Villadepera (Quiroga, 1981), y al N, por la del Olo de Sapo, que separa la Zona Asturoccidental-Leonesa de la Centro-Ibérica.

Dicha región se caracteriza por la presencia de un zócalo néisico de edad Cámbrico superior-Ordovícico inferior (Gebauer *et al.*, 1993). Sobre este zócalo se encuentran los materiales ordovícicos bien desarrollados, aunque le faltan, a veces, los términos superiores. El Silúrico y Devónico inferior presentan litologías variadas, y por último, los materiales del Devónico superior y Carbonífero inferior, con carácter flyschoides, constituyen la denominada «Fm. San Vitero» (fig. 1). Todos estos materiales han sido afectados por cuatro fases hercínicas de deformación y una tardihercínica de fracturación (Vacas y Martínez-Catalán, 1987).

Los metasedimentos ordovícicos

Estos materiales, en el Sinforme de Alcañices, han sido geológicamente descritos por Martínez-García (1971, 1973) en la zona NW de la región de Aliste, Quiroga (1981) en las comarcas de Alba y Aliste; Vacas y Martínez-Catalán (1987) en la zona de Manzanal del Barco y por Fernández (1989), Fernández y Moro (1991 a y b, 1993 a y b) y Fernández *et al.* (1992 a y b) en el flanco S del Sinforme. La tabla 1 muestra un esquema de la correlación entre las diferentes formaciones ordovícicas definidas por los autores citados.

En el flanco S del Sinforme de Alcañices, el Ordovícico reposa sobre unas facies volcano-sedimentarias y con carácter porfiroide, que pueden correlacionarse con la facies de grano fino de la Fm. Olo de Sapo o sobre el Complejo Esquisto Grauváquico (Iglesias y Ribeiro, 1981). En ellos, Fernández (1989) y Fernández y Moro (1991 a) definieron tres formaciones que, de muro a techo, son: *Fm. Cabeza de las Viñas*, *Fm. Cuarcitas del Pielgo* (Cuarcita Armoricana) y *Fm. Latedo* (figs. 2 y 3). Estas tres formaciones han sido atribuidas por correlación con las adyacentes y datadas por otros autores al Ordovícico inferior (infra-Arenig), Arenig y al Llanvirn-Llandeilo, respectivamente.

La *Fm. Cabeza de las Viñas* tiene una potencia variable de 300 a 500 m. aproximadamente, y está constituida por una alternancia de micaesquistos, cuarcitas micáceas y pizarras. En la zona más occidental, junto a la localidad de Latedo, se diferenció un miembro medio de naturaleza volcano-sedimentaria, formado por metabasaltos y turmalinitas estratiformes asociadas (Fernández y Moro, 1992).

La *Fm. Cuarcitas del Pielgo* está constituida, de muro a techo, por dos miembros: el inferior, con una potencia aproximada de 150 a 300 m, está formado esencialmente por bancos de cuarcitas masivas y blaquesinas, en las que se intercalan niveles muy poco potentes de esquistos. Estas cuarcitas son las responsables de los relieves más importantes de la zona. El miembro superior, con una potencia aproximada de 200 a 250 m, está constituido fundamentalmente por cuarcitas micáceas con niveles más esquistosos intercalados. Estos materiales marcan el tránsito entre la Cuarcita Armoricana propiamente dicha y la formación pelítica superior, *Fm. Latedo*.

Las *mineralizaciones sedimentarias de Fe* se encuentran en niveles centimétricos a métricos a techo del miembro superior de la *Fm. Cuarcitas del Pielgo*.

Tabla 1.—Esquema de correlación entre las formaciones ordovícicas definidas en el Sinforme de Alcañices (* mineralizaciones de Fe)

| | Martínez García (1973) | Quiroga (1981) | Vacas y Martínez Catalán (1987) | Fernández (1989) |
|--|-------------------------------|--------------------------------------|---|---------------------------------------|
| O R D O V I C I C O | F. San Pedro de las Herrerías | Tramo 3 (Caradoc Llandoverly) | ? | F. Campillo (Caradoc-Ashgill) |
| | | Tramos 1 y 2 (Llanvirn-Llandeilo) | Esquistos y Pizarras de Riofrío (Llandeilo) | F. Villafior (Llanvirn-Llandeilo) |
| | | F. Culebra (Arenig) | Cuarcitas Superiores de Ricobayo (Arenig) | F. Peña Gorda (Arenig) |
| | | F. Puebla (Ordovícico inferior) | Capas de Cerezal (Ordovícico inferior) | F. Santa Eufemia (Tremadoc-Arenig) |
| | | | F. Cabeza de las Viñas (Ordovícico inferior) | F. Cuarcitas del Pielgo (Arenig) |
| | | | | M. Sup. * M. Inf. |

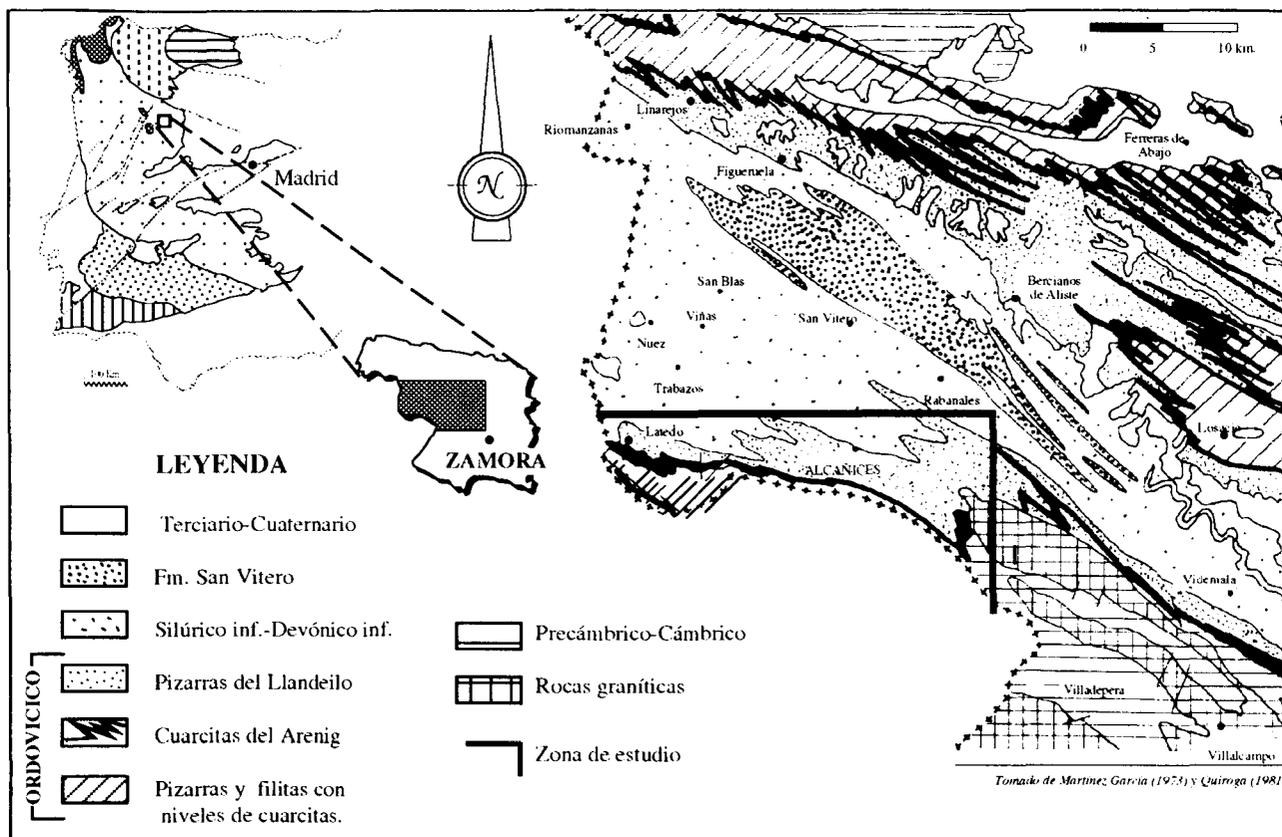


Fig. 1.—Esquema geológico regional y situación de la zona de estudio.

go. Presentan una textoestructura bandeada debido a la alternancia de lechos de óxidos de Fe (magnetita y hematites) con otros más micáceos (clorita, ilita y biotita).

La *Fm. Latedo* está constituida por una serie monótona de pizarras grises, azuladas y negras con intercalaciones de niveles de pizarras con cloritoide, esquistos, filitas, cuarcitas micáceas y, ocasionalmente, niveles de rocas ígneas con escasa potencia y continuidad lateral. Tiene una potencia variable de 400 a 1050 m según las zonas.

Estudio geoquímico

El estudio geoquímico de los metasedimentos ordovícicos del flanco S del Sinforme, zona de Latedo-Ceadea, se ha realizado en base al análisis químico de 181 muestras de roca total, distribuidas de la forma siguiente: 34 de la *Fm. Cabeza de las Viñas*, 46 de la *Fm. Cuarcitas del Pielgo*, 55 de la *Fm. Latedo* y 46 de la *Fm. mineralizada* (tablas 2A, 2B, 2C y 4).

Estas muestras han sido analizadas en el Servicio General de análisis químico de la Universidad de Salamanca. Los elementos mayores mediante espectroscopía ICP (Espectrómetro de emisión de plasma ICP, modelo plasma II, Perkin-Elmer) y el Corg. mediante un analizador elemental múltiple LECO.

Resultados e interpretación

Las tablas 2A, 2B, 2C y 4 recogen la composición química de las muestras analizadas y pertenecientes a las formaciones metasedimentarias y mineralizada ordovícicas del flanco S del Sinforme de Alcañices.

Para el estudio de estos resultados se ha efectuado la matriz de coeficientes de correlación, diferentes diagramas binarios y ternarios y el análisis de componentes principales (ACP) con el objeto de conocer el comportamiento geoquímico de los elementos analizados y la distribución de los mismos en las diferentes fases mineralógicas.

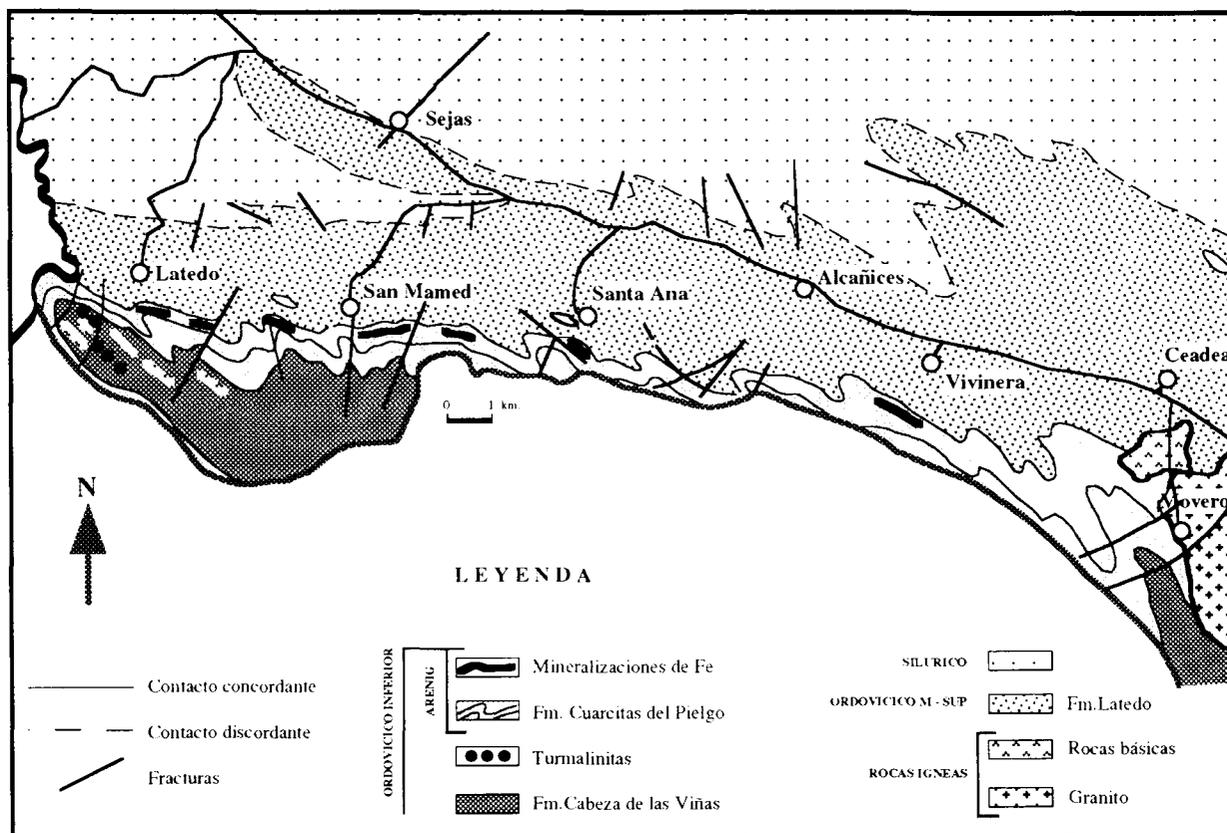


Fig. 2.—Mapa geológico de la zona de Latedo-Ceadea (Zamora).

Los metasedimentos ordovícicos

El tratamiento estadístico de los resultados analíticos que recogen las tablas 2A, 2B y 2C pertenecientes a las muestras analizadas de la Fm. Cabeza de las Viñas, Fm. Cuarcitas del Pielgo y Fm. Latedo se efectúa conjuntamente, con el objeto de mostrar gráficamente las diferencias o analogías geoquímicas existentes entre ellas.

En primer lugar, la matriz de coeficientes de correlación (tabla 3) pone de relieve la correlación altamente negativa existente entre el par $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ ($-0,952$), lo cual es indicativo del antagonismo existente entre la fracción silíceo y la aluminica. Los coeficientes de correlación fuertemente negativos entre el SiO_2 y el resto de los óxidos indican que es el cuarzo la fase silíceo fundamental de estos metasedimentos. Los coeficientes de correlación que se observan entre los pares $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-K}_2\text{O}$ ($0,653$), $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ($0,452$) y $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-MgO}$ ($0,601$) indican la existencia, en la fracción aluminica, de dos fases minerales prin-

cipales: una aluminico-potásica y otra aluminico-ferromagnesiana, probablemente, de tipo clorítico.

Para determinar la fase aluminico-potásica se ha calculado la relación $\text{K}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ en cada una de las muestras, y se ha comparado con la que presentan los diferentes minerales potásicos: moscovita: $0,28$; illita: $0,27$ y ortoclasa: $0,52$ (Deer *et al.*, 1966; Mosser *et al.*, 1972). Además, se ha realizado el diagrama binario $\text{K}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ (fig. 4A). En ambos casos, se observa la diferencia existente de las tres formaciones consideradas. Así, en las formaciones Cabeza de las Viñas y Cuarcitas del Pielgo, los minerales aluminico-potásicos son las micas blancas (illita moscovita) mientras que en la Fm. Latedo, donde todas las muestras presentan un enriquecimiento importante en Al_2O_3 , las cloritas y/o cloritoide son los minerales aluminicos no potásicos presentes. Dabard (1983), en los sedimentos ordovícicos (Llanvirn-Llandeilo) de la región centro-armoricana, destaca igualmente el contenido anormalmente alto en Al_2O_3 . Sagon (1976) también lo había observado en los sedimentos ordo-

Tabla 2.A.—Composición química de los metasedimentos ordovícicos

| FORMACION CABEZA DE LAS VIÑAS | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------|-------------------|------------------|-------------------------------|------|-------|
| Muestra | SiO ₂ | TiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | MgO | MnO | CaO | Na ₂ O | K ₂ O | P ₂ O ₅ | P.F. | C |
| LAT-9 | 86,44 | 0,43 | 7,36 | 1,97 | 0,56 | 0,01 | 0,54 | 0,91 | 1,31 | 0,23 | 0,59 | 0,072 |
| LAT-13 | 60,82 | 1,76 | 18,27 | 6,11 | 0,30 | 0,08 | 0,18 | 0,56 | 7,32 | 0,03 | 4,06 | 0,398 |
| LAT-16 | 60,49 | 1,23 | 20,97 | 5,39 | 1,66 | 0,00 | 0,16 | 0,65 | 5,22 | 0,04 | 4,15 | 0,242 |
| LAT-27 | 77,84 | 0,69 | 9,33 | 5,16 | 1,37 | 0,01 | 0,18 | 0,26 | 2,49 | 0,03 | 2,19 | n.d. |
| LAT-28 | 65,01 | 0,88 | 18,53 | 5,70 | 1,15 | 0,03 | 0,28 | n.d. | 3,54 | 0,08 | 2,90 | 0,208 |
| LAT-29' | 67,11 | 1,04 | 17,64 | 5,13 | 0,86 | 0,05 | 0,35 | n.d. | 3,43 | 0,14 | 3,30 | 0,238 |
| LAT-30 | 60,22 | 1,12 | 22,25 | 4,31 | 1,37 | 0,06 | 0,08 | 0,02 | 6,61 | 0,02 | 3,95 | 0,451 |
| LAT-30-; | 64,01 | 1,04 | 17,25 | 4,85 | 0,90 | 0,03 | 0,52 | 0,95 | 5,02 | 0,06 | 5,39 | 0,408 |
| LAT-31 | 60,89 | 1,17 | 21,53 | 4,43 | 1,21 | 0,02 | 0,11 | 0,28 | 5,89 | 0,04 | 4,15 | 0,283 |
| LAT-33 | 64,27 | 0,96 | 20,04 | 4,09 | 1,26 | 0,01 | 0,06 | 0,14 | 4,98 | 0,01 | 3,91 | 0,190 |
| 34-1 | 63,01 | 1,01 | 17,85 | 6,31 | 1,60 | 0,04 | 0,09 | 0,96 | 4,86 | 0,03 | 4,23 | 0,343 |
| 34-2 | 62,15 | 0,76 | 18,88 | 5,82 | 1,39 | 0,05 | 0,04 | 0,16 | 4,97 | 0,17 | 4,96 | 0,596 |
| 34-6 | 66,01 | 0,96 | 16,35 | 5,22 | 1,15 | 0,04 | 0,23 | 1,04 | 3,60 | 0,07 | 5,04 | 0,284 |
| 34-8 | 60,07 | 1,07 | 18,95 | 6,13 | 1,47 | 0,03 | 0,12 | 1,25 | 5,65 | 0,03 | 5,14 | 0,237 |
| 34-9 | 67,08 | 1,05 | 15,80 | 4,61 | 1,07 | 0,03 | 0,09 | 0,87 | 5,01 | 0,03 | 4,33 | 0,364 |
| 34-10 | 58,82 | 1,06 | 19,05 | 6,29 | 1,23 | 0,04 | 0,16 | 1,89 | 5,03 | 0,14 | 6,17 | 0,389 |
| 34-11 | 60,02 | 1,07 | 19,74 | 6,12 | 1,26 | 0,03 | 0,08 | 1,03 | 4,83 | 0,13 | 5,65 | 0,279 |
| 34-12 | 57,28 | 1,08 | 21,04 | 5,94 | 1,33 | 0,02 | 0,23 | 1,25 | 5,39 | 0,10 | 6,01 | 0,466 |
| 34-14 | 74,02 | 0,73 | 12,67 | 2,82 | 0,90 | 0,05 | 1,31 | 1,34 | 2,54 | 0,06 | 3,14 | 0,201 |
| V-1 | 92,75 | 0,27 | 3,45 | 1,31 | 0,13 | 0,04 | 0,09 | 0,12 | 0,63 | 0,04 | 1,17 | n.d. |
| V-2 | 69,45 | 0,98 | 16,24 | 4,57 | 1,03 | 0,04 | 0,15 | 0,72 | 3,73 | 0,09 | 2,42 | n.d. |
| V-3 | 77,28 | 0,87 | 12,79 | 3,51 | 0,69 | 0,04 | 0,17 | 0,57 | 2,11 | 0,07 | 1,87 | n.d. |
| V-4 | 87,98 | 0,48 | 6,19 | 1,83 | 0,50 | 0,01 | 0,08 | 0,41 | 1,67 | 0,06 | 0,59 | n.d. |
| V-5 | 70,86 | 1,26 | 16,35 | 4,69 | 0,84 | 0,02 | 0,09 | 0,04 | 3,72 | 0,10 | 2,13 | n.d. |
| V-6 | 63,43 | 1,20 | 19,25 | 7,03 | 1,28 | 0,04 | 0,08 | 0,07 | 4,03 | 0,08 | 3,39 | 0,399 |
| V-10 | 66,73 | 0,97 | 16,75 | 6,96 | 1,40 | 0,06 | 0,21 | 0,48 | 2,99 | 0,08 | 2,97 | 0,216 |
| V-11 | 76,53 | 0,65 | 9,77 | 6,59 | 1,31 | 0,04 | 0,84 | 1,17 | 1,68 | 0,08 | 0,91 | n.d. |
| V-12 | 80,12 | 0,49 | 7,79 | 3,25 | 1,07 | 0,08 | 1,83 | 0,93 | 1,52 | 0,07 | 2,20 | n.d. |
| V-14 | 59,13 | 1,38 | 21,58 | 5,57 | 0,94 | 0,04 | 0,08 | 0,10 | 5,52 | 0,08 | 5,13 | 0,543 |
| V-25 | 57,62 | 1,02 | 25,59 | 4,00 | 1,50 | 0,00 | 0,04 | 0,10 | 5,57 | 0,02 | 4,91 | 0,293 |
| V-26 | 59,42 | 1,08 | 22,96 | 4,60 | 1,27 | 0,02 | 0,24 | 0,31 | 4,96 | 0,19 | 4,42 | 0,495 |
| V-27 | 57,59 | 1,29 | 25,22 | 4,92 | 0,24 | 0,03 | 0,07 | 0,16 | 5,60 | 0,19 | 4,75 | 0,507 |
| V-28 | 63,79 | 1,42 | 18,69 | 4,49 | 0,08 | 0,03 | 0,01 | 0,41 | 5,54 | 0,08 | 4,96 | 0,349 |
| V-29 | 67,27 | 1,35 | 17,18 | 3,38 | 0,21 | 0,04 | 0,14 | 0,08 | 5,09 | 0,04 | 5,42 | 0,363 |

n.d.: no determinado.

vícicos de la cuenca de Chateaulin y Hamouni (1981) en los de la región de Presqu'île de Crozon. Por último, el diagrama $Al_2O_3-(Fe_2O_3 + MgO) - (Na_2O + K_2O + CaO)$ prueba todo lo anteriormente expuesto (fig. 4B).

El análisis multivariante de las variables analizadas en las 141 muestras ordovícicas se ha realizado mediante el método estadístico de componentes principales (ACP) (Hotelling, 1933; Davis, 1986; Le Maître, 1982) y se ha calculado la solución ortogonal varimax (Kaiser, 1958; Hofmann, 1978), seleccionándose tres factores que explican el 69 % de la varianza total del sistema. Así, el factor 1 (F1) que explica el 39,8 % de la misma está definido por la asociación $Al_2O_3-K_2O-P.F.-MgO$ y, en menor proporción, por el TiO_2 y Fe_2O_3 en el eje positivo y por el SiO_2 en

el negativo. El F2 que explica el 19 % de la varianza está definido por la asociación $CaO-P_2O_5$ en el eje positivo. Por último, el F3 que explica sólo el 10 % de la varianza está definido por el Na_2O en el eje positivo (fig. 5A).

En dicha figura, las muestras se distribuyen en el plano F1-F2, observándose un antagonismo entre el SiO_2 (F1, eje negativo) y el Al_2O_3 (F1, eje positivo), óxidos que representan al cuarzo y a los filosilicatos, micas blancas y cloritas, respectivamente. El TiO_2 está formando parte igualmente de las micas blancas y de la ilmenita dada su asociación con el Al_2O_3 y K_2O y con el Fe_2O_3 respectivamente. En la figura 5B se observa cómo las muestras de la Cuarcita Armoricana (Fm. Cuarcitas del Pielgo) están representadas en la región del cuarzo, las de la Fm. Latado

Tabla 2.B.—Composición química de los metasedimentos ordovícicos

| FORMACION CUARCITAS DEL PIELGO | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------|-------------------|------------------|-------------------------------|------|-------|
| Muestra | SiO ₂ | TiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | MgO | MnO | CaO | Na ₂ O | K ₂ O | P ₂ O ₅ | P.F. | C |
| LAT-B | 62,92 | 0,66 | 10,36 | 16,30 | 1,13 | 0,09 | 3,39 | 0,09 | 1,74 | 2,17 | 0,91 | n.d. |
| LAT-B' | 92,87 | 0,32 | 3,10 | 1,48 | 0,07 | 0,01 | 0,11 | 0,75 | 0,96 | 0,01 | 0,06 | n.d. |
| LAT-8A | 92,22 | 0,30 | 3,54 | 2,41 | 0,16 | 0,02 | 0,20 | n.d. | 0,57 | 0,19 | 0,47 | n.d. |
| LAT-8B | 88,14 | 0,33 | 4,56 | 3,83 | 0,06 | 0,01 | 0,16 | 0,22 | 0,09 | 0,01 | 1,18 | n.d. |
| LAT-8D | 85,86 | 0,31 | 8,19 | 2,24 | 0,11 | 0,00 | 0,19 | 0,82 | 1,00 | 0,04 | 1,20 | n.d. |
| LAT-14 | 51,60 | 1,36 | 27,92 | 5,95 | 1,57 | 0,00 | 0,05 | 0,30 | 6,03 | 0,16 | 4,95 | 0,531 |
| LAT-15 | 92,26 | 0,44 | 3,00 | 0,79 | 0,02 | 0,01 | 0,24 | 0,22 | 0,72 | 0,11 | 0,25 | n.d. |
| LAT-18 | 85,18 | 0,54 | 6,53 | 2,84 | 0,23 | 0,04 | 0,08 | 0,95 | 1,55 | 0,07 | 1,80 | n.d. |
| LAT-20 | 83,56 | 0,59 | 5,76 | 4,60 | 0,10 | 0,02 | 0,17 | 0,55 | 1,98 | 0,06 | 0,84 | n.d. |
| LAT-21 | 89,32 | 0,52 | 6,33 | 0,07 | 0,68 | 0,00 | 0,07 | 0,96 | 0,95 | 0,04 | 1,14 | n.d. |
| LAT-22 | 68,99 | 0,78 | 13,50 | 9,11 | 0,97 | 0,02 | 0,02 | 0,22 | 3,63 | 0,03 | 2,60 | n.d. |
| LAT-23 | 63,65 | 1,08 | 19,89 | 4,40 | 1,14 | 0,03 | 0,02 | 0,14 | 6,13 | 0,01 | 3,01 | n.d. |
| LAT-24 | 59,61 | 1,44 | 20,52 | 6,24 | 1,23 | 0,00 | 0,07 | 1,16 | 6,77 | 0,07 | 2,64 | 0,212 |
| LAT-25 | 84,79 | 0,48 | 6,57 | 2,37 | 0,32 | 0,05 | 0,09 | 0,97 | 2,82 | 0,07 | 1,12 | n.d. |
| V-15 | 92,37 | 0,29 | 3,09 | 1,70 | 0,15 | 0,01 | 0,07 | 0,12 | 0,79 | 0,03 | 1,14 | n.d. |
| V-16 | 69,82 | 1,01 | 15,94 | 3,96 | 0,72 | 0,02 | 0,05 | 0,76 | 3,92 | 0,06 | 3,19 | 0,198 |
| V-17 | 93,56 | 0,43 | 2,22 | 1,68 | 0,10 | 0,01 | 0,08 | 0,17 | 0,59 | 0,08 | 0,96 | n.d. |
| V-18 | 59,51 | 1,51 | 24,73 | 2,76 | 0,80 | 0,03 | 0,09 | 0,11 | 6,19 | 0,07 | 4,10 | 0,33 |
| SM-5 | 56,25 | 1,25 | 25,85 | 6,33 | 1,02 | 0,01 | 0,15 | 0,15 | 4,91 | 0,12 | 3,60 | 0,26 |
| SM-11 | 64,58 | 1,51 | 12,49 | 16,36 | 1,40 | 0,15 | 0,09 | 0,01 | 1,26 | 0,36 | 2,74 | n.d. |
| SM-14 | 66,60 | 0,93 | 9,86 | 15,11 | 1,15 | 0,10 | 0,00 | 0,01 | 0,79 | 0,35 | 4,26 | 0,081 |
| SM-15 | 82,02 | 0,78 | 5,56 | 6,97 | 0,70 | 0,12 | 0,00 | 0,01 | 0,94 | 0,15 | 2,17 | 0,092 |
| SM-19 | 81,04 | 0,61 | 9,66 | 4,01 | 0,36 | 0,01 | 0,06 | 0,18 | 1,72 | 0,11 | 1,91 | 0,076 |
| SM-28 | 90,00 | 0,85 | 3,98 | 1,80 | 0,09 | 0,01 | 0,04 | 0,00 | 1,31 | 0,01 | 1,20 | n.d. |
| SM-33 | 92,25 | 0,61 | 3,58 | 0,03 | 0,11 | 0,08 | 0,03 | 0,05 | 1,95 | 0,04 | 0,98 | n.d. |
| SA-4-2 | 84,25 | 0,17 | 2,76 | 10,26 | 0,46 | 0,01 | 0,09 | 0,02 | 0,60 | 0,14 | 1,08 | n.d. |
| SA-5-2 | 79,97 | 0,09 | 1,96 | 13,40 | 0,78 | 0,10 | 0,68 | 0,01 | 0,34 | 0,82 | 1,61 | n.d. |
| SA-10 | 94,86 | 0,31 | 2,05 | 1,24 | 0,07 | 0,02 | 0,11 | 0,09 | 0,39 | 0,03 | 0,65 | n.d. |
| SA-11 | 85,52 | 0,55 | 6,35 | 3,79 | 0,31 | 0,01 | 0,61 | 0,20 | 1,01 | 0,06 | 1,34 | n.d. |
| SA-27 | 87,56 | 0,32 | 5,02 | 4,21 | 0,33 | 0,01 | 0,14 | 0,09 | 0,77 | 0,12 | 1,44 | n.d. |
| SA-33 | 90,08 | 0,31 | 5,74 | 0,91 | 0,11 | 0,02 | 0,12 | 0,01 | 1,14 | 0,03 | 1,67 | n.d. |
| SA-34 | 53,69 | 1,25 | 25,31 | 5,72 | 1,03 | 0,10 | 0,02 | 1,41 | 6,20 | 0,12 | 6,05 | 0,436 |
| SA-35 | 49,91 | 1,71 | 28,36 | 7,35 | 0,87 | 0,02 | 0,35 | 0,83 | 5,39 | 0,11 | 6,19 | 0,403 |
| SA-36 | 71,65 | 0,72 | 14,06 | 5,24 | 0,56 | 0,01 | 0,14 | 0,08 | 2,98 | 0,15 | 4,19 | 0,121 |
| SA-37 | 76,03 | 0,58 | 11,29 | 5,16 | 0,53 | 0,01 | 0,75 | 0,02 | 1,97 | 0,15 | 3,61 | n.d. |
| SA-52 | 93,89 | 0,36 | 2,66 | 1,45 | 0,08 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,96 | 0,01 | 0,46 | n.d. |
| SA-53 | 88,96 | 0,46 | 4,88 | 2,02 | 0,19 | 0,01 | 0,05 | 0,04 | 1,71 | 0,02 | 1,47 | n.d. |
| AL-3 | 64,42 | 1,59 | 16,94 | 4,34 | 0,47 | 0,05 | 1,54 | 0,34 | 5,77 | 0,06 | 6,24 | 0,225 |
| AL-4 | 92,27 | 0,29 | 2,90 | 2,03 | 0,09 | 0,02 | 0,06 | 0,01 | 0,43 | 0,00 | 1,21 | n.d. |
| VV-1 | 69,11 | 0,66 | 11,46 | 10,97 | 0,92 | 0,07 | 1,03 | 0,25 | 2,31 | 0,04 | 3,95 | 0,086 |
| VV-3 | 54,69 | 1,32 | 18,98 | 13,78 | 0,85 | 0,05 | 0,33 | 0,05 | 5,85 | 0,09 | 4,34 | 0,389 |
| VV-5 | 82,45 | 0,58 | 5,08 | 8,00 | 0,29 | 0,07 | 0,11 | 0,29 | 1,68 | 0,06 | 1,62 | 0,084 |
| VV-6 | 55,89 | 1,05 | 23,63 | 7,30 | 1,55 | 0,04 | 0,13 | 1,11 | 3,64 | 0,11 | 6,26 | 0,320 |
| VV-7 | 89,82 | 0,58 | 3,82 | 2,34 | 0,08 | 0,01 | 0,01 | 0,07 | 0,71 | 0,04 | 2,31 | 0,027 |
| VV-10 | 57,89 | 1,04 | 16,68 | 14,17 | 1,09 | 0,14 | 0,73 | 0,65 | 3,13 | 0,63 | 3,40 | 0,302 |
| VV-11 | 82,51 | 0,52 | 4,82 | 7,28 | 0,55 | 0,01 | 0,36 | 0,84 | 0,98 | 0,03 | 1,56 | n.d. |
| VV-13 | 63,31 | 1,44 | 17,64 | 8,34 | 0,41 | 0,18 | 0,01 | 0,16 | 4,62 | 0,10 | 3,66 | 0,291 |

n.d.: no determinado.

Tabla 2.C.—Composición química de los metasedimentos ordovícicos

| FORMACION LATEDO | | | | | | | | | | | | |
|------------------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------|-------------------|------------------|-------------------------------|------|-------|
| Muestra | SiO ₂ | TiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | MgO | MnO | CaO | Na ₂ O | K ₂ O | P ₂ O ₅ | P.F. | C |
| LAT-10 | 55,54 | 0,98 | 26,72 | 7,57 | 1,57 | 0,03 | 0,22 | n.d. | 2,83 | 0,07 | 3,45 | 0,426 |
| LAT-11 | 57,32 | 1,01 | 23,66 | 7,82 | 1,75 | 0,00 | 0,11 | 0,55 | 2,87 | 0,10 | 4,87 | 0,456 |
| LAT-12 | 54,84 | 1,08 | 24,31 | 7,09 | 2,46 | 0,00 | 0,45 | 0,91 | 3,10 | 0,15 | 5,05 | 0,564 |
| LAT-17 | 53,71 | 1,01 | 25,01 | 8,21 | 2,29 | 0,00 | 0,07 | 0,71 | 2,74 | 0,12 | 5,40 | 0,644 |
| LAT-60 | 75,69 | 0,77 | 10,54 | 4,39 | 1,25 | 0,06 | 0,18 | 1,25 | 3,13 | 0,13 | 2,39 | 0,255 |
| LAT-61 | 49,26 | 0,96 | 29,28 | 8,62 | 2,43 | 0,01 | 0,11 | 1,22 | 3,39 | 0,04 | 5,05 | 0,460 |
| TRA-21 | 60,33 | 0,88 | 20,92 | 6,47 | 1,23 | 0,04 | 0,16 | 1,92 | 2,74 | 0,11 | 5,25 | 0,538 |
| TRA-22 | 53,64 | 1,17 | 22,08 | 9,29 | 2,19 | 0,06 | 0,12 | 1,30 | 4,04 | 0,10 | 5,46 | 0,648 |
| TRA-23 | 47,91 | 1,13 | 27,91 | 9,91 | 2,01 | 0,06 | 0,28 | 1,18 | 3,71 | 0,14 | 5,35 | 0,504 |
| TRA-24 | 55,43 | 1,16 | 22,41 | 8,97 | 1,94 | 0,06 | 0,65 | 1,26 | 3,39 | 0,14 | 5,27 | 0,554 |
| RS-9 | 63,48 | 0,93 | 19,64 | 5,57 | 0,82 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 3,28 | 0,15 | 6,14 | n.d. |
| SJ-1 | 55,18 | 1,03 | 23,64 | 7,17 | 2,37 | 0,09 | 1,01 | 0,92 | 3,45 | 0,16 | 5,10 | 0,443 |
| SJ-2 | 54,86 | 0,98 | 23,97 | 7,69 | 1,93 | 0,00 | 0,26 | 0,68 | 2,98 | 0,05 | 5,85 | 0,521 |
| V-20 | 61,53 | 0,93 | 21,82 | 4,04 | 0,84 | 0,02 | 0,03 | 0,34 | 4,53 | 0,08 | 5,65 | 0,515 |
| V-21 | 56,19 | 1,14 | 23,68 | 7,50 | 2,00 | 0,03 | 0,19 | 0,26 | 4,31 | 0,13 | 4,16 | 0,181 |
| SM-1 | 57,42 | 1,04 | 28,23 | 8,99 | 2,24 | 0,03 | 0,20 | 1,14 | 2,91 | 0,21 | 4,41 | 0,443 |
| SM-2 | 49,58 | 0,97 | 26,71 | 10,69 | 2,38 | 0,06 | 0,19 | 0,71 | 2,50 | 0,19 | 5,16 | 0,568 |
| SM-4 | 53,20 | 1,03 | 24,10 | 9,58 | 2,72 | 0,02 | 0,08 | 0,93 | 2,97 | 0,18 | 5,15 | 0,064 |
| SM-25 | 61,13 | 1,14 | 19,78 | 6,14 | 0,26 | 0,03 | 0,82 | 0,00 | 4,40 | 0,11 | 5,72 | 0,406 |
| SM-27 | 60,60 | 1,09 | 20,73 | 7,05 | 0,94 | 0,07 | 0,07 | 0,62 | 2,86 | 0,12 | 5,38 | 0,315 |
| SM-29 | 58,71 | 1,13 | 21,36 | 8,63 | 0,29 | 0,02 | 0,06 | 1,25 | 2,83 | 0,12 | 5,43 | 0,314 |
| SA-3 | 50,25 | 1,02 | 24,76 | 10,75 | 2,26 | 0,04 | 0,08 | 0,57 | 4,14 | 0,16 | 5,44 | 0,367 |
| SA-12 | 50,12 | 1,06 | 27,70 | 8,79 | 2,00 | 0,02 | 0,16 | 0,78 | 3,23 | 0,09 | 5,93 | 0,357 |
| SA-14 | 52,21 | 1,19 | 25,23 | 8,93 | 1,28 | 0,03 | 0,10 | 0,34 | 4,32 | 0,15 | 6,52 | 0,505 |
| SA-14' | 47,23 | 1,34 | 27,25 | 11,63 | 1,23 | 0,05 | 0,14 | 0,31 | 3,83 | 0,11 | 6,44 | 0,613 |
| SA-15 | 51,25 | 1,19 | 26,50 | 8,05 | 1,14 | 0,06 | 0,27 | 0,30 | 3,71 | 0,13 | 7,15 | n.d. |
| SA-16 | 57,07 | 1,02 | 24,51 | 6,98 | 1,78 | 0,06 | 0,54 | 0,74 | 2,44 | 0,15 | 4,51 | 0,434 |
| SA-19 | 53,12 | 0,99 | 24,34 | 8,72 | 0,89 | 0,02 | 0,10 | 0,38 | 4,47 | 0,19 | 6,68 | 0,493 |
| SA-20 | 52,98 | 0,96 | 23,03 | 10,70 | 2,68 | 0,02 | 0,08 | 0,71 | 3,01 | 0,16 | 5,69 | 0,087 |
| SA-21 | 54,27 | 0,89 | 24,54 | 8,26 | 2,03 | 0,03 | 0,18 | 0,94 | 3,44 | 0,11 | 4,89 | 0,390 |
| SA-40 | 51,28 | 0,93 | 26,88 | 8,32 | 1,67 | 0,03 | 0,30 | 0,99 | 2,78 | 0,12 | 6,22 | 0,397 |
| SA-41 | 50,17 | 0,99 | 26,89 | 9,11 | 2,07 | 0,03 | 0,39 | 10,1 | 3,20 | 0,16 | 5,93 | 0,427 |
| SA-42 | 45,12 | 1,24 | 29,56 | 12,02 | 2,87 | 0,05 | 0,30 | 0,65 | 2,77 | 0,18 | 5,31 | 0,414 |
| SA-44 | 52,85 | 0,93 | 25,58 | 8,55 | 1,98 | 0,02 | 0,12 | 0,77 | 2,95 | 0,10 | 6,11 | 0,430 |
| SA-45 | 59,04 | 0,95 | 20,41 | 8,69 | 2,14 | 0,02 | 0,47 | 0,93 | 1,89 | 0,12 | 5,34 | 0,417 |
| SA-46 | 58,57 | 0,98 | 20,92 | 9,92 | 1,63 | 0,03 | 0,09 | 0,77 | 1,98 | 0,14 | 5,29 | 0,428 |
| SA-47 | 58,79 | 1,01 | 20,32 | 9,30 | 1,43 | 0,03 | 0,10 | 10,1 | 2,10 | 0,14 | 5,04 | 0,331 |
| SA-48 | 58,92 | 0,67 | 14,56 | 15,08 | 2,82 | 0,04 | 0,04 | 0,49 | 1,37 | 0,12 | 5,40 | 0,301 |
| SA-49 | 62,28 | 1,24 | 15,11 | 11,46 | 2,55 | 0,01 | 0,10 | 0,15 | 1,56 | 0,16 | 5,38 | 0,473 |
| SA-50 | 62,98 | 1,48 | 19,45 | 4,43 | 0,46 | 0,02 | 0,01 | 0,30 | 5,12 | 0,04 | 5,58 | 0,331 |
| SA-51 | 60,03 | 1,06 | 21,31 | 7,34 | 0,62 | 0,03 | 0,04 | 1,11 | 3,19 | 0,12 | 5,02 | 0,287 |
| SA-54 | 66,18 | 1,10 | 16,41 | 5,62 | 0,58 | 0,05 | 0,09 | 0,31 | 4,45 | 0,09 | 4,43 | 0,404 |
| AL-1 | 52,44 | 1,35 | 24,07 | 8,72 | 0,51 | 0,09 | 0,37 | 0,42 | 5,72 | 0,18 | 8,05 | 0,463 |
| AL-2 | 54,53 | 1,14 | 20,43 | 10,04 | 1,49 | 0,07 | 0,49 | 1,17 | 3,94 | 0,15 | 6,86 | 0,481 |
| AL-5 | 58,97 | 1,19 | 19,83 | 7,31 | 1,55 | 0,05 | 0,33 | 0,55 | 4,59 | 0,05 | 6,49 | 0,416 |
| AL-6 | 53,26 | 1,06 | 23,69 | 10,16 | 1,59 | 0,04 | 0,27 | 1,00 | 2,70 | 0,11 | 7,65 | 0,539 |
| AL-7 | 62,16 | 1,04 | 18,31 | 6,86 | 0,44 | 0,02 | 0,25 | 1,19 | 2,21 | 0,09 | 7,22 | 0,376 |
| AL-8 | 83,90 | 0,68 | 5,76 | 2,21 | 0,61 | 0,02 | 0,04 | 2,23 | 1,54 | 0,04 | 1,98 | n.d. |
| AL-9 | 57,36 | 1,12 | 20,76 | 10,28 | 1,46 | 0,07 | 0,26 | 1,06 | 1,07 | 0,11 | 5,30 | 0,584 |
| AL-10 | 42,75 | 1,98 | 18,45 | 17,57 | 2,14 | 0,12 | 0,44 | 1,92 | 5,77 | 0,19 | 7,91 | 0,503 |
| AL-11 | 47,37 | 0,82 | 28,18 | 16,81 | 1,04 | 0,29 | 0,10 | 0,23 | 1,00 | 0,12 | 3,70 | 0,189 |
| MAT-1 | 61,64 | 10,20 | 17,51 | 7,65 | 1,16 | 0,06 | 0,94 | 1,28 | 2,59 | 0,13 | 5,61 | 0,446 |
| UF-1 | 57,63 | 0,94 | 20,20 | 8,97 | 1,73 | 0,05 | 0,33 | 1,45 | 2,69 | 0,09 | 5,28 | 0,416 |
| VV-14 | 60,01 | 1,19 | 18,67 | 9,87 | 1,76 | 0,05 | 0,10 | 0,95 | 3,12 | 0,12 | 4,72 | 0,250 |
| VV-15 | 60,64 | 1,18 | 15,68 | 11,44 | 1,63 | 0,04 | 0,27 | 0,90 | 2,66 | 0,14 | 4,91 | 0,505 |

n.d.: no determinado.

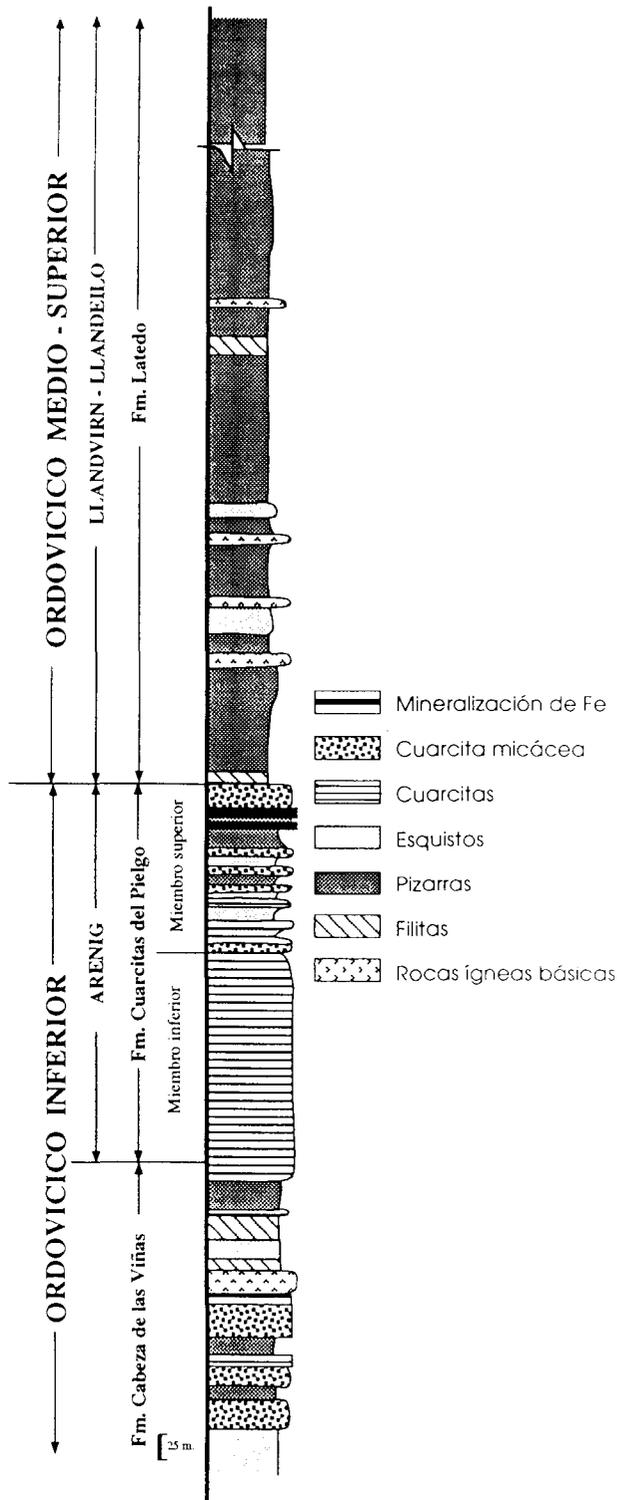


Fig. 3.—Columna estratigráfica general de los metasedimentos ordovicicos de la zona de Latedo-Ceadea (Zamora).

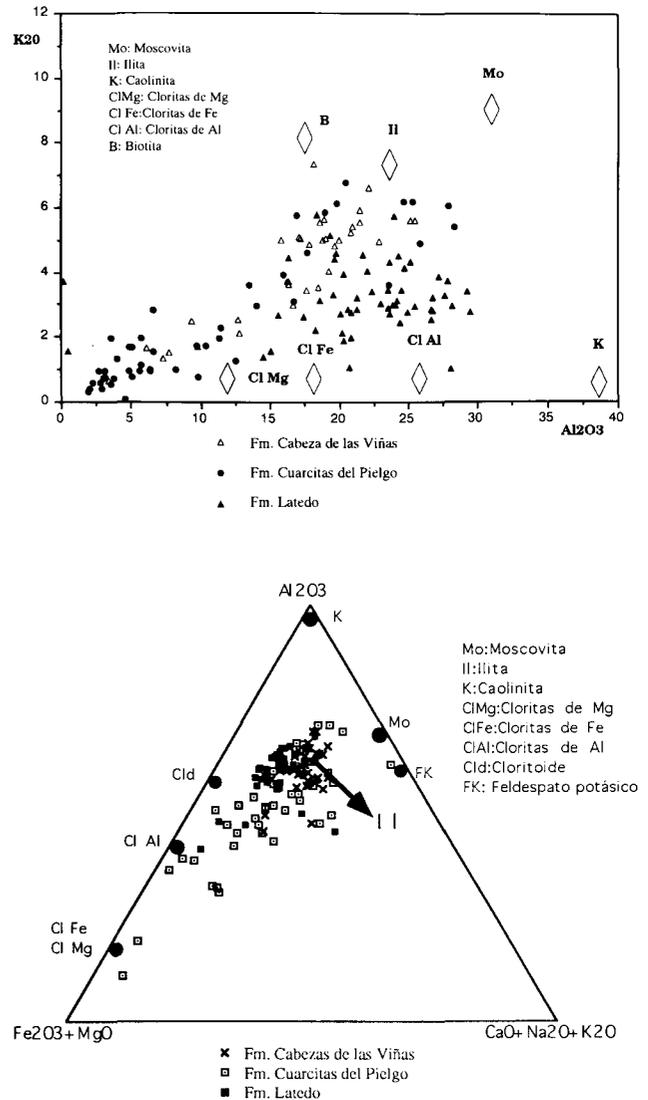


Fig. 4.—A: Diagrama K₂O en función del Al₂O₃ y B: diagrama Al₂O₃ en función de (Fe₂O₃ + MgO) y de (CaO + Na₂O + K₂O).

en la de la fracción aluminica y las de la Fm. Cabeza de las Viñas en una región intermedia entre las dos anteriores, solapándose en parte, con las muestras correspondientes a la Fm. Cuarcitas del Pielgo.

Las mineralizaciones sedimentarias de Fe

La caracterización geoquímica de estas mineralizaciones de Fe se ha realizado en base al análisis químico de 46 muestras representativas de los distintos afloramientos mineralizados existentes en la zona

Tabla 3.—Matriz de coeficientes de correlación

| | SiO ₂ | TiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | MgO | MnO | CaO | Na ₂ O | K ₂ O | P ₂ O ₅ | P.F. |
|--------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|--------|--------|-------------------|------------------|-------------------------------|-------|
| SiO ₂ | 1,000 | | | | | | | | | | |
| TiO ₂ | -0,345 | 1,000 | | | | | | | | | |
| Al ₂ O ₃ | -0,952 | 0,31 | 1,000 | | | | | | | | |
| Fe ₂ O ₃ | -0,664 | 0,182 | 0,452 | 1,000 | | | | | | | |
| MgO | -0,735 | 0,169 | 0,676 | 0,601 | 1,000 | | | | | | |
| MnO | -0,233 | 0,128 | 0,101 | 0,515 | 0,056 | 1,000 | | | | | |
| CaO | -0,041 | 0,113 | -0,065 | 0,208 | 0,051 | 0,201 | 1,000 | | | | |
| Na ₂ O | -0,213 | 0,073 | 0,192 | 0,136 | 0,248 | -0,036 | 0,029 | 1,000 | | | |
| K ₂ O | -0,631 | 0,293 | 0,653 | 0,07 | 0,228 | 0,011 | -0,083 | 0,004 | 1,000 | | |
| P ₂ O ₅ | -0,125 | -0,012 | -0,015 | 0,452 | 0,105 | 0,28 | 0,658 | -0,017 | -0,113 | 1,000 | |
| P.F. | -0,875 | 0,36 | 0,827 | 0,494 | 0,568 | 0,117 | -0,037 | 0,217 | 0,583 | -0,05 | 1,000 |

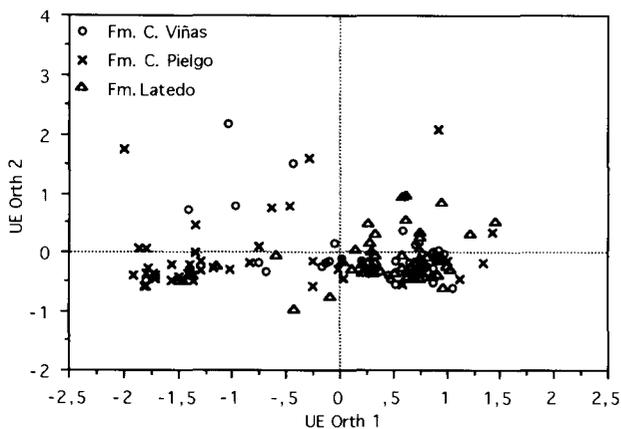
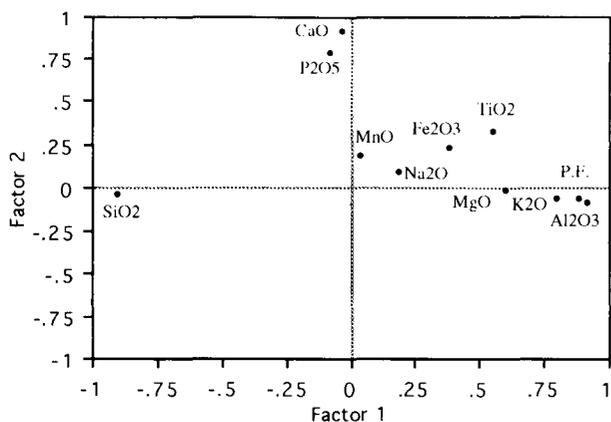


Fig. 5.—A: Representación gráfica del ACP, plano F1-F2, para los metasedimentos ordovícicos y B: distribución de las muestras analizadas.

comprendida entre Latado y Ceadea (fig. 2). La tabla 4 recoge la composición química de las muestras analizadas. Con estos datos se ha elaborado, al igual que para los metasedimentos ordovícicos encajantes,

la matriz de coeficientes de correlación, diferentes diagramas binarios y ternarios y el ACP.

En la matriz de coeficientes de correlación (tabla 5) se observa un coeficiente de correlación alto y negativo entre el par SiO₂-Fe₂O₃ (-0,873) que ha sido interpretado por la presencia de dos fases mineralógicas distintas, una sílice constituida fundamentalmente por cuarzo y otra ferrífera, no aluminica, formada esencialmente por magnetita y hematites. Además, el Al₂O₃ tiene un coeficiente de correlación positivo con el K₂O (0,782) lo que indica que parte de los minerales aluminicos son micas blancas y biotita. No obstante, en el diagrama binario K₂O-Al₂O₃ se observa un enriquecimiento en Al₂O₃ hacia el campo de las cloritas, lo que indica la presencia de estos filosilicatos en las mineralizaciones (fig. 6A).

Por otra parte, la composición química de estas muestras se ha representado en el diagrama Al₂O₃ - (Na₂O + K₂O) * 10 - (Fe₂O₃ + MgO), en el que se ha introducido además la composición química media de la biotita, chamosita y magnetita puras (Deer *et al.*, 1966; Mosser *et al.*, 1972; Bailey, 1988; Foster, 1962), de donde se deduce que las rocas mineralizadas están constituidas por una mezcla de magnetita, biotita, ilita y clorita (fig. 6B). En ningún caso la asociación del Fe₂O₃ con el Al₂O₃ está presente, lo que confirma que el Fe, mayoritariamente se encuentra como óxido. Igualmente el coeficiente de correlación del par CaO-P₂O₅ (0,899) es indicativo de la presencia de apatito en las muestras mineralizadas.

Por último, para globalizar el comportamiento de los distintos elementos analizados de las muestras mineralizadas se ha realizado el ACP. Se ha calculado la solución ortogonal varimax y se han seleccionado 4 factores que explican el 70 % de la varianza total del sistema. El F1 está definido por la asociación CaO-P₂O₅ (eje positivo). El F2 lo está por la asociación Al₂O₃-MnO-K₂O, el F3 por el Fe₂O₃ (eje positivo) y el F4 por la P.F.

Tabla 4.—Composición química de las mineralizaciones de Fe

| Muestra | SiO ₂ | TiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | MgO | MnO | CaO | Na ₂ O | K ₂ O | P ₂ O ₅ | P.F. | C |
|---------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|-------|------|-------------------|------------------|-------------------------------|------|-------|
| LAT-8 | 11,09 | 0,25 | 4,45 | 75,63 | 1,14 | 0,05 | 2,82 | 0,10 | 0,64 | 2,47 | 1,16 | 0,233 |
| Pto A | 42,50 | 0,89 | 7,53 | 36,52 | 2,17 | 0,09 | 2,92 | 0,09 | 2,31 | 2,35 | 2,74 | 0,287 |
| Pto O | 37,75 | 0,53 | 3,90 | 51,54 | 0,39 | 0,04 | 1,18 | 0,18 | 1,01 | 1,05 | 1,80 | 0,119 |
| LAT 8C | 70,16 | 0,18 | 4,26 | 18,63 | 0,67 | 0,04 | 1,39 | 0,09 | 1,12 | 1,21 | 1,83 | 0,173 |
| LAT-19 | 67,84 | 0,37 | 4,99 | 20,88 | 0,89 | 0,05 | 0,75 | 0,05 | 0,93 | 0,75 | 2,19 | 0,176 |
| V-19 | 52,75 | 0,46 | 8,34 | 30,63 | 1,48 | 0,15 | 0,25 | 0,14 | 2,18 | 0,55 | 2,67 | 0,214 |
| V-23 | 53,06 | 0,44 | 5,25 | 23,93 | 1,25 | 0,22 | 4,19 | 0,01 | 1,46 | 4,34 | 4,92 | 0,243 |
| SM-6 | 37,06 | 0,42 | 4,42 | 50,41 | 1,30 | 0,12 | 1,78 | 0,01 | 0,77 | 1,82 | 2,24 | 0,504 |
| SM-7 | 51,31 | 0,87 | 5,68 | 30,63 | 2,23 | 0,02 | 2,80 | 0,45 | 0,89 | 1,65 | 3,29 | 0,342 |
| SM-8 | 26,39 | 2,23 | 7,62 | 50,97 | 2,33 | 0,10 | 1,92 | 0,33 | 2,46 | 1,83 | 3,97 | 0,330 |
| SM-9' | 32,83 | 0,85 | 13,12 | 40,51 | 2,03 | 0,215 | 1,15 | 0,01 | 2,613 | 1,767 | 4,19 | 0,529 |
| SM-9'' | 35,43 | 0,61 | 10,16 | 42,26 | 2,00 | 0,18 | 1,56 | 0,01 | 1,485 | 2,053 | 3,40 | 0,518 |
| SM-10 | 20,02 | 0,53 | 8,21 | 58,57 | 2,41 | 0,125 | 0,67 | 0,01 | 0,657 | 1,565 | 6,96 | 0,557 |
| SM-12 | 12,64 | 0,18 | 5,43 | 73,52 | 0,74 | 0,02 | 0,06 | 0,02 | 0,73 | 0,68 | 5,80 | 0,222 |
| SM-16 | 35,62 | 0,79 | 15,22 | 34,81 | 2,18 | 0,125 | 0,06 | 0,01 | 1,913 | 0,518 | 7,84 | 0,194 |
| SM-17 | 63,55 | 0,69 | 8,53 | 19,38 | 1,19 | 0,159 | 0,69 | 0,01 | 1,813 | 0,911 | 2,53 | 0,194 |
| SM-17' | 41,54 | 0,32 | 3,45 | 45,54 | 1,09 | 0,118 | 2,13 | 0,01 | 0,685 | 2,291 | 2,25 | 0,522 |
| SM-18 | 15,42 | 1,52 | 11,78 | 59,63 | 2,14 | 0,242 | 2,58 | 0,01 | 1,556 | 2,898 | 3,21 | 0,263 |
| SM-31 | 19,18 | 0,61 | 7,74 | 56,05 | 1,04 | 0,02 | 1,22 | 0,17 | 0,97 | 3,42 | 9,38 | 0,524 |
| SM-32 | 49,72 | 0,67 | 11,67 | 26,83 | 1,42 | 0,08 | 0,76 | 0,61 | 2,68 | 1,13 | 4,36 | 0,349 |
| SA-1 | 33,49 | 1,34 | 7,52 | 46,69 | 1,37 | 0,125 | 0,09 | 0,01 | 1,77 | 0,768 | 6,53 | 0,232 |
| SA-4-1 | 44,24 | 1,41 | 5,95 | 37,95 | 1,81 | 0,09 | 2,15 | 0,10 | 1,04 | 2,21 | 3,42 | 0,403 |
| SA-4-3 | 46,01 | 1,15 | 9,90 | 32,53 | 1,55 | 0,09 | 1,38 | 0,05 | 1,57 | 1,45 | 4,11 | 0,419 |
| SA-5-3 | 59,35 | 1,24 | 11,71 | 19,42 | 1,05 | 0,07 | 1,07 | 0,15 | 1,40 | 1,18 | 2,96 | 0,299 |
| SA-5-4 | 55,19 | 0,96 | 10,59 | 23,95 | 1,55 | 0,145 | 0,20 | 0,01 | 2,356 | 0,458 | 3,96 | 0,333 |
| SA-6 | 55,21 | 0,89 | 10,03 | 24,96 | 1,26 | 0,14 | 0,11 | 0,02 | 3,12 | 0,28 | 3,80 | 0,356 |
| SA-7 | 51,65 | 0,70 | 11,82 | 22,06 | 1,65 | 0,06 | 1,98 | 0,02 | 1,56 | 1,49 | 6,73 | 0,527 |
| SA-8 | 67,55 | 0,63 | 6,32 | 17,21 | 1,35 | 0,125 | 0,03 | 0,01 | 0,557 | 0,53 | 5,02 | 0,202 |
| SA-8' | 44,20 | 0,01 | 11,98 | 37,23 | 1,95 | 0,152 | 0,02 | 0,01 | 1,428 | 0,815 | 1,39 | 0,475 |
| SA-9 | 59,74 | 0,84 | 8,21 | 21,34 | 1,36 | 0,18 | 0,05 | 0,09 | 1,056 | 0,351 | 6,68 | 0,178 |
| SA-18 | 45,65 | 0,79 | 11,94 | 27,89 | 1,71 | 0,18 | 1,51 | 0,01 | 3,141 | 1,66 | 4,77 | 0,392 |
| SA-23 | 55,53 | 0,63 | 11,63 | 22,50 | 1,58 | 0,17 | 0,47 | 0,01 | 2,57 | 0,649 | 3,96 | 0,252 |
| SA-24 | 46,51 | 0,78 | 11,89 | 27,61 | 1,80 | 0,19 | 2,15 | 0,04 | 2,342 | 1,196 | 5,32 | 0,480 |
| SA-26 | 38,76 | 1,50 | 17,09 | 29,59 | 1,08 | 0,17 | 0,17 | 0,08 | 4,67 | 0,67 | 5,96 | 0,467 |
| SA-28 | 16,14 | 0,43 | 15,06 | 46,54 | 3,14 | 0,16 | 5,42 | 0,05 | 2,55 | 4,55 | 5,54 | 0,461 |
| SA-29 | 41,74 | 0,32 | 10,26 | 32,62 | 2,15 | 0,09 | 3,76 | 0,05 | 1,79 | 2,98 | 4,09 | 0,511 |
| SA-29' | 50,56 | 0,69 | 11,08 | 27,66 | 1,57 | 0,14 | 1,29 | 0,05 | 2,08 | 0,11 | 3,92 | 0,313 |
| SA-30 | 33,34 | 0,52 | 10,42 | 45,27 | 1,93 | 0,14 | 0,61 | 0,14 | 1,78 | 0,94 | 4,84 | 0,322 |
| SA-31 | 34,48 | 0,59 | 10,34 | 43,73 | 1,78 | 0,20 | 0,40 | 0,15 | 1,73 | 0,64 | 5,28 | 0,387 |
| SA-32 | 44,87 | 0,77 | 9,49 | 32,92 | 0,44 | 0,15 | 0,10 | 0,19 | 1,69 | 1,45 | 7,57 | 0,183 |
| SA-38 | 35,58 | 0,60 | 13,96 | 34,78 | 2,10 | 0,20 | 3,10 | 0,10 | 2,35 | 2,90 | 4,46 | 0,346 |
| VV-2 | 38,38 | 0,44 | 20,21 | 22,58 | 1,26 | 0,12 | 4,34 | 0,20 | 1,76 | 4,94 | 5,35 | 0,167 |
| VV-2' | 54,73 | 0,97 | 15,48 | 20,71 | 0,36 | 0,08 | 0,06 | 0,05 | 3,14 | 0,13 | 4,02 | 0,286 |
| VV-4 | 17,62 | 1,16 | 30,02 | 35,68 | 2,11 | 0,38 | 0,78 | 0,36 | 5,72 | 0,63 | 5,53 | 0,514 |
| VV-4' | 29,12 | 0,56 | 12,72 | 43,21 | 1,98 | 0,51 | 2,72 | 0,12 | 2,03 | 2,46 | 4,89 | 0,718 |
| VV-12 | 40,46 | 0,59 | 14,02 | 25,49 | 1,94 | 0,20 | 4,49 | 1,16 | 1,58 | 4,09 | 5,46 | 0,735 |

La representación gráfica recoge los planos factoriales F1-F2 y F1-F3 (figs. 7A y B). El F1 representa la presencia de abundante apatito en estas mineralizaciones y el F2 la de los filosilicatos potásicos (micas blancas) y biotita. El Corg. y el MgO están asociados tanto al apatito como a los filosilicatos lo cual significa que la materia orgánica tiene cierta relación con ellos y que la clorita está presente en estas mineralizaciones dada la asociación del MgO y el Al₂O₃. El F3 muestra la clara oposición existente en-

tre la fracción de óxidos de Fe (eje positivo) y la fracción silíceas (eje negativo) descrita anteriormente.

Conclusiones

El estudio geoquímico preliminar efectuado en los metasedimentos ordovícicos y mineralizaciones de Fe asociadas en el flanco S del Sinforme de Alcañices permite realizar las siguientes afirmaciones:

Tabla 5.—Matriz de coeficientes de correlación

| | SiO ₂ | TiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | MgO | MnO | CaO | Na ₂ O | K ₂ O | P ₂ O ₅ | P.F. | C |
|--------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|-------|--------|-------------------|------------------|-------------------------------|-------|-------|
| SiO ₂ | 1,000 | | | | | | | | | | | |
| TiO ₂ | -0,078 | 1,000 | | | | | | | | | | |
| Al ₂ O ₃ | -0,224 | 0,226 | 1,000 | | | | | | | | | |
| Fe ₂ O ₃ | -0,873 | -0,046 | -0,236 | 1,000 | | | | | | | | |
| MgO | -0,384 | 0,17 | 0,321 | 0,156 | 1,000 | | | | | | | |
| MnO | -0,204 | 0,106 | 0,529 | -0,056 | 0,369 | 1,000 | | | | | | |
| CaO | -0,261 | -0,131 | 0,061 | 0,087 | 0,423 | 0,117 | 1,000 | | | | | |
| Na ₂ O | -0,057 | 0,093 | 0,209 | -0,098 | 0,103 | 0,041 | 0,287 | 1,000 | | | | |
| K ₂ O | -0,082 | 0,409 | 0,782 | -0,265 | 0,19 | 0,467 | -0,107 | 0,101 | 1,000 | | | |
| P ₂ O ₅ | -0,377 | -0,15 | 0,053 | 0,2 | 0,315 | 0,101 | 0,899 | 0,255 | -0,182 | 1,000 | | |
| P.F. | -0,272 | 0,163 | 0,341 | 0,023 | 0,123 | 0,143 | -0,098 | 0,088 | 0,159 | 0,094 | 1,000 | |
| C | -0,339 | -0,012 | 0,284 | 0,149 | 0,475 | 0,42 | 0,306 | 0,274 | 0,182 | 0,298 | 0,18 | 1,000 |

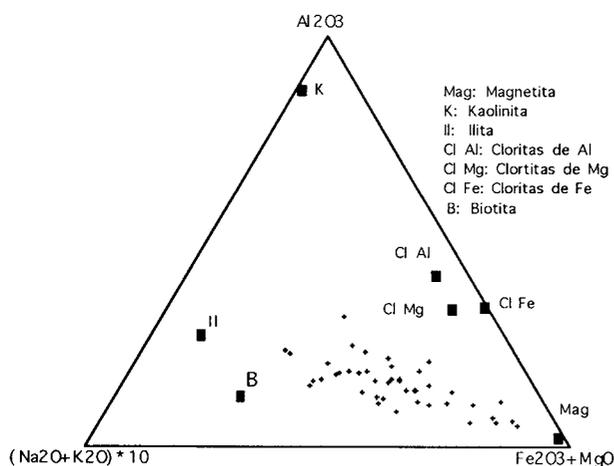
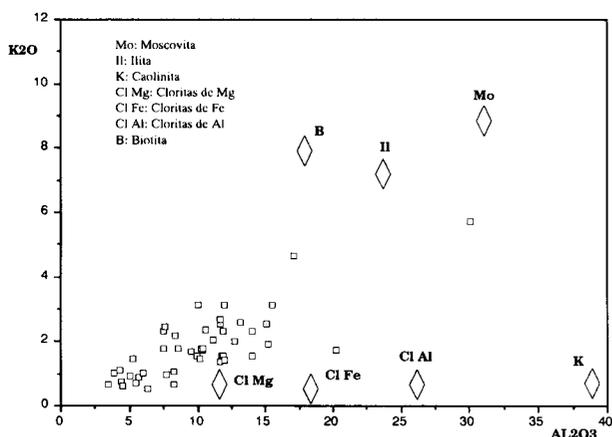


Fig. 6.—A: Diagrama K₂O en función del Al₂O₃ y B: diagrama de Al₂O₃ en función de (Na₂O + K₂O) × 10 y de Fe₂O₃ + MgO, para las muestras mineralizadas.

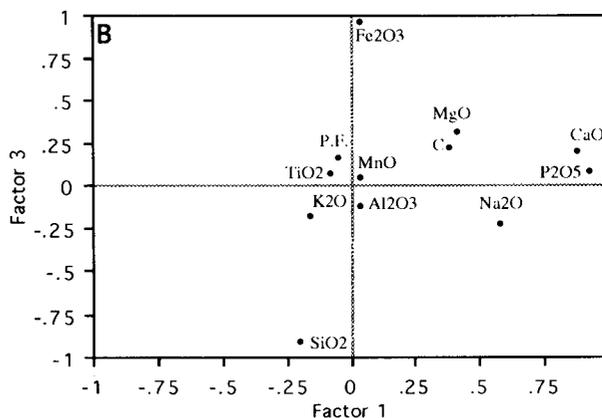
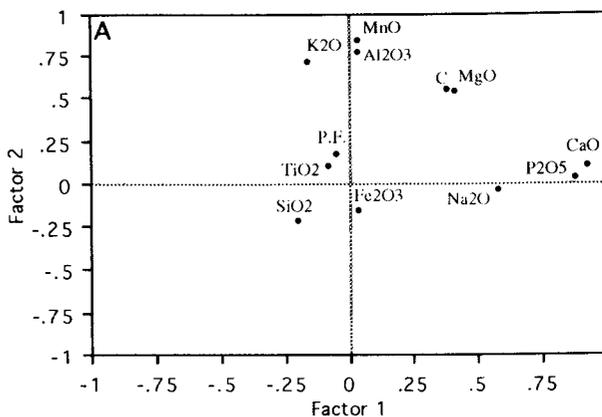


Fig. 7.—Representación gráfica del A.C.P. A: plano F1-F2 y B: plano F1-F3, para las muestras mineralizadas.

— Las formaciones Cabeza de las Viñas (infra-Arenig) y Cuarcitas del Pielgo (Arenig) tienen una gran semejanza geoquímica y están constituidas por cuarzo, moscovita, biotita y clorita fundamentalmente.

— La formación Latedo es geoquímicamente diferente a las formaciones anteriores. Tiene una naturaleza más aluminica y está constituida esencialmente por moscovita, sericita, clorita \pm cloritoide.

— Las mineralizaciones sedimentarias de Fe, interestratificadas en los metasedimentos ordovícicos del Arenig, están constituidas por magnetita, hematites, chamosita, biotita, cuarzo y apatito; y el sedimento precursor de las mismas por oxi-hidróxidos de Fe, cuarzo y minerales arcillosos. Esta conclusión geoquímica resulta sumamente importante para la interpretación genética de estas mineralizaciones.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto ha sido financiado por la D.G.I.C.Y.T. (M.E.C.) y la Comunidad Autónoma de Castilla y León, Proyectos n.º PB 91-0563 y SA-15/09/92. Los autores del mismo quieren igualmente agradecer al Dr. Salvador Ordóñez la crítica constructiva efectuada al manuscrito.

Referencias

- Bailey, S. W. (1980). Summary of recommendations of AIP-PEA Nomenclature committee. *Clays Clay Miner.*, 28, 73-78.
- Dabard, M. P. (1983). *Etude pétrographique et géochimique des roches sédimentaires paléozoïques du Massif Armoricaïn: Presqu'île de Crozon, flanc nord du Bassin de Laval*. Thèse. Univ. Rennes, 207 págs.
- Davis, C. (1986). *Statistics and Data Analysis in Geology*. Ed.: John Wiley & Sons, New York, 2.ª ed., 645 págs.
- Deer, W. A., Howie, R. A. y Zussman, J. (1966). *Rock forming minerals*, Longmans, London, 5 vols.
- Fernández, A. (1989). *Geología y metalogenia de las mineralizaciones sedimentarias de Fe asociadas a los materiales ordovícicos de Latedo (Zamora)*. Tesis de Licenciatura (inérita). Univ. Salamanca, 170 págs.
- (1994). *Geología y Metalogenia de las mineralizaciones sedimentarias de Fe ordovícicas del Sinforme de Alcañices (Flanco S, Zamora)*. Tesis Doctoral.
- Fernández, A., Montero, J. M. y Moro, M. C. (1992). Los hierros sedimentarios ordovícicos del Sinforme de Alcañices (provincia de Zamora, España). *Bol. Geol. Min.*, 19 págs. (en prensa).
- Fernández, A. y Moro, M. C. (1991 a). Estudio de las magnetitas de Latedo: I contribución al conocimiento geológico y metalogénico de las mineralizaciones de Fe asociadas a los materiales ordovícicos de la provincia de Zamora. *Studia Geol. Salmant.*, 27, 113-130.
- (1991 b). Las mineralizaciones sedimentarias de Fe ordovícicas de Latedo (Zamora, España). *Mem. e Not., Publ. Mus. Lab. Mineral. Geol.*, Univ. Coimbra, 112, 427-446.
- (1992). Las turmalinitas estratiformes ordovícicas de Latedo en el flanco S del Sinforme de Alcañices (Zamora). *Estudios Geol.*, 48, 31-41.
- (1993 a). Geochemical characterization of the Ordovician metasediments of Zamora (Alcañices Synform) Spain. *Europ. Union Geosc. E.U.G. VII*, Strasbourg (France), 557.
- (1993 b). Presencia de cloritoide en las pizarras ordovícicas del Sinforme de Alcañices (Zamora). *Geogaceta*, 14, 140-142.
- Fernández, A., Moro, M. C. y Cembranos, M. L. (1993). Características geoquímicas de los metasedimentos ordovícicos de Latedo y mineralizaciones de Fe asociadas (Zamora). *III Congreso Geológico de España y VIII Congreso Latinoamericano de Geología*. Actas, 3, 100-105.
- Foster, M. D. (1962). Interpretation of the composition and a classification of the chlorites. *U.S. Geol. Surv. Prof. Pap.*, 41-A, 1-33.
- Gebauer, D., Martínez-García, E. y Hepburn, C. (1993). Geodynamic significance, age and origin of the Ollo de Sapo augengneiss (NW Iberian Massif, Spain). Abstract for: *Annual meeting of the Geological Society of America*, Boston, October 1993 (N.º 3958 Abstracts and Programs).
- Hamouni, N. (1981). *Analyse sédimentologique des formations de L'Ordovicien supérieur en presqu'île de Crozon (Massif Armoricaïn)*. Thèse 3ème Cycle, Brest, 224 págs.
- Hofmann, R. J. (1978). *The orthotran solution*. *Multivariate Behavioral Research*, 13, 99-108.
- Hotelling, H. (1933). Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *J. of Educational Psychology*, 24, 417-441 y 498-520.
- Iglesias, M. y Ribeiro, A. (1981). Position stratigraphique de la Formation «Ollo de Sapo» dans la région de Zamora (Espagne)-Miranda do Douro (Portugal). *Comun. Serv. Geol. Portugal*, 67, 2, 141-146.
- Julivert, M., Fontboté, J. M., Ribeiro, A. y Nabais Conde, L. E. (1972). Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares, a escala 1:1.000.000. *IGME*, Madrid.
- Kaiser, H. F. (1958). The varimax criterion for Varimax rotation in factor analysis. *Psychometrika*, 23, 187-200.
- Le Maitre, R. W. (1982). *Numerical Petrology*, Elsevier, Amsterdam.
- Martínez García, E. (1971). Esquema geológico de NW de la provincia de Zamora (NW de España). *Publ. I Congr. Hisp. Luso Amer. Geol. Econ.*, 1, 272-286.
- (1973). Deformación y metamorfismo en la zona de Sannabria. *Studia Geol. Salmant.*, 5, 7-106.
- Mosser, C.; Gall, J. C. y Tardy, Y. (1972). Géochimie des illites du grés à volfzia (Buntsandstein supérieur) des Vosges du Nord, France. *Chem. Geol.*, 9, 157-177.
- Quiroga, J. L. (1981). *Estudio geológico del Paleozoico del W de Zamora (Alba y Aliste)*. Tesis Doctoral (inérita), Univ. Oviedo, 210 págs.
- Sagon, J. P. (1876). *Contribution à l'étude géologique de la partie orientale du bassin de Châteaulin (Massif Armoricaïn): Stratigraphie, volcanisme, métamorphisme, tectonique*. Thèse. Univ. Pierre et Marie Curie, París, 671 págs.
- Vacas, J. M. y Martínez Catalán, J. R. (1987). El Sinforme de Alcañices en la transversal de Manzanal del Barco. *Studia Geol. Salmant.*, 24, 151-175.