

MATERIALES SILICO-CARBONOSOS EN EL PRECAMBRICO DE SIERRA MORENA.
L. Eguiluz(x), A. Arriola(xx), A. Garrote(xx), C. Labarta(xxx) y
R. Sánchez-Carretero(xx).

(x) Departamento de Geotectónica. Universidad del País Vasco. Ap.
644. Bilbao.

(xx) Departamento de Geología. Universidad del País Vasco. Aparta-
do 644. Bilbao.

(xxx) DIMSA. Bilbao.

Resumen

Se aborda, por primera vez, un estudio comparativo de las cuarcitas negras del Precámbrico de Sierra Morena, evidenciando su carácter de rocas sílico-carbonosas, asociadas a sucesiones con importantes aportes volcánicos y producidas por precipitación química-bioquímica de sílice en medios marinos someros y restringidos. Se discute su distribución, valor en la correlación estratigráfica, evolución textural con el aumento del metamorfismo y la deformación y algunos de los caracteres generales de su quimismo y mineralogía.

Abstract

A comparative study of the black quartzites of the Precambrian of Sierra Morena is attempted here for the first time, which reveals their character of silica-carbonaceous rocks related to succession with important volcanic contributions and produced by chemical-biochemical precipitation of silica in restricted and shallow marine environments. It is discussed their distribution value in stratigraphical correlation, textural evolution with increasing metamorphism and deformation, and some of the general character of its chemistry and mineralogy.

CONSIDERACIONES GENERALES

Bajo la denominación de materiales sílico-carbonosos se incluyen todas aquellas rocas que tienen al cuarzo como principal constituyente, muestran una diseminación de sustancias opacas entre las que predominan componentes carbonosos (grafito generalmente) de grano fino que se concentran en ciertos niveles, dando origen a una laminación mesoscópica característica y que ofrecen evidencias de haber sido originadas en gran medida por procesos de precipitación química o bioquímica.

Por tanto esta denominación incluye las phtanitas de los autores franceses y todo un conjunto de rocas de mayor cristalinidad, que, verosímelmente, proceden de transformaciones de las primeras.

La terminología al respecto es muy confusa, encontrándose diversas acepciones para los términos de phtanita, lidita, lidienne, kiesel-schiefer, etc. ROBLLOT (1971) hace una revisión exhaustiva de la terminología referente a este tipo de rocas. A la vista de las distintas denominaciones que se han usado en la literatura española, en este trabajo se utiliza el término cuarcita negra para cualquiera de las rocas silicocarbonosas, reservando la denominación de phtanita ó lydita, indistintamente, en un sentido más restringido.

De acuerdo con ROBLLOT (1971), una verdadera phtanita debe estar caracterizada:

1º) Por su microlitología, la phtanita es una roca finamente estratificada, con alternancia de lechos claros (cuarcíticos) y de lechos oscuros (cuarzo-carbonosos); estos están recortados por microfracturas inyectadas de cuarzo cristalino, y surcados por venas microplegadas con cristales de cuarzo de mayor tamaño.

2º) Desde el punto de vista de su composición mineralógica, la phtanita contiene esencialmente cuarzo, carbono y pirita (con exclusión de ópalo y carbonato cálcico).

El cuarzo microcristalino, está distribuido en bandas: unas carbonosas donde los granos de cuarzo son de dimensiones más pequeñas (10 a 160 micras), y otras cuarcíticas puras donde el grano

es más grueso (20 a 600 micras). Estos granos son contiguos, sin intersticios, con líneas de sutura rectas y no dentadas.

El carbono aparece en forma de elementos recortados, negros y opacos, de anchura variable, pero siempre muy delgados (1 micra).

La pirita se manifiesta en forma de alineaciones ramificadas, a menudo ricas en formas botroidales, de tonos rojos, naranjas o amarillo claro, y en forma de cristales cúbicos, a veces corroídos y orlados de lamelas de cuarzo.

Dentro de la zona de Ossa Morena se han estudiado áreas con cuarcitas negras en las tres alineaciones principales donde aparecen materiales precámbricos: Elvas-Badajoz-Córdoba, Olivenza-Monesterio y Aracena (Fig. 1).

En el denominado anticlinorio Olivenza-Monesterio afloran cuarcitas negras en los dominios de Arroyomolinos y Zafra-Monesterio (ARRIOLA et al., 1981), en materiales del Rifeense. En este trabajo se describe un área situada en las proximidades de Tentudia y Montemolín (Fig. 2).

En la alineación de Elvas-Badajoz-Córdoba, se han estudiado tres áreas con cuarcitas negras, en materiales de edad Rifeense, en Fuente del Maestre (Fig. 3), Mina Afortunada (Fig. 4) y Fuente Obejuna (Fig. 5), y otros afloramientos en sucesiones consideradas del Proterozoico medio y/o inferior en Fuenteobejuna (Fig. 5) y Villaviciosa de Córdoba (Fig. 6).

En Aracena la presencia de cuarcitas negras se limita a la "Serie de la Umbría" (BARD, 1969).

ANTICLINORIO OLIVENZA-MONESTERIO

En esta alineación las cuarcitas negras alcanzan un gran desarrollo y se observa una notable continuidad de los afloramientos. De forma general podemos señalar que los niveles, de potencia métrica, pueden seguirse de forma continua durante centenares de metros y de forma discontinua a lo largo de varios kilómetros. A pesar de ello no se puede afirmar que los distintos lechos que se

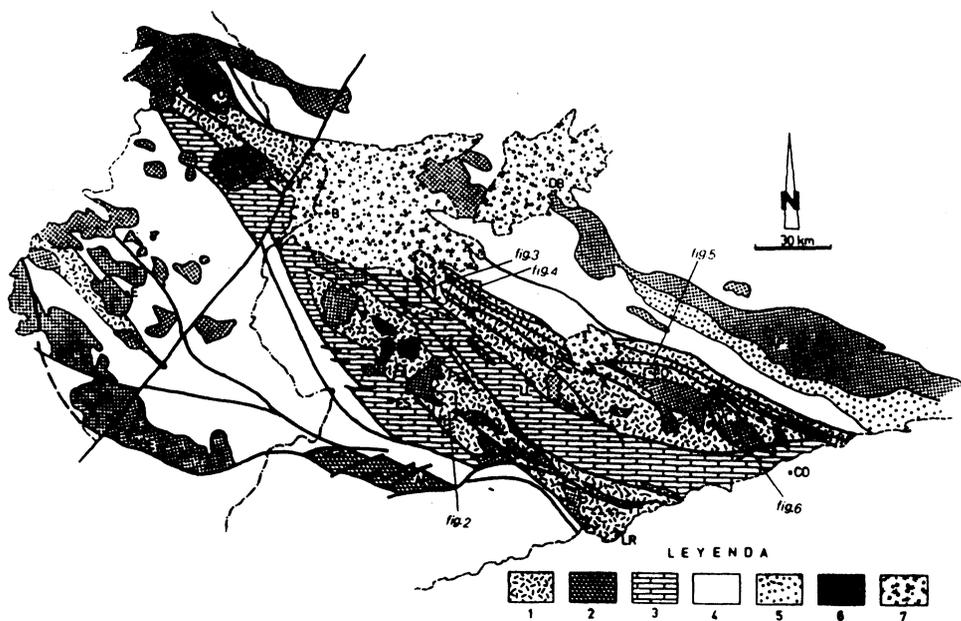


Figura 1.- Esquema geológico de Ossa Morena. Situación de los sectores estudiados.

- 1) Precámbrico. 2) Macizo metamórfico de Aracena. 3) Cámbrico. 4) Paleozoico indiferenciado. 5) Carbonífero. 6) Rocas ígneas. 7) Terciario-Cuaternario.
- A) Azuaga. AR) Aracena. B) Badajoz. BE) Beja. CO) Córdoba. DB) Don Benito. E) Evora. FC) Fuente de Cantos. FO) Fuenteobejuna. FS) Frenegal de la Sierra. LL) Llerena. LR) Lora del Río. P) Pozoblanco. PO) Portalegre. VC) Villaviciosa de Córdoba.

van relevando a todo lo largo de la estructura correspondan a un mismo nivel.

A fin de analizar con más detalle las características de los distintos tipos litológicos, vamos a ceñirnos a dos sectores que muestran sensibles diferencias en el grado metamórfico y que pertenecen a dos dominios individualizados recientemente.

Sector de Tentudia

Se encuadra dentro del Dominio de Arroyomolinos, en el que se reconoce un Precámbrico superior formado por una sucesión monótona de metagrauvas y pizarras de colores oscuros, con tonos marrones y verdosos, con intercalaciones delgadas de otros materiales entre los que cabe reseñar: metacineritas, metatobas, anfibolitas, metabasitas, calizas marmóreas y cuarcitas negras (Sucesión de Tentudia) (Fig. 2).

Todos los materiales evidencian cambios mineralógico-texturales producidos por un metamorfismo de grado bajo o muy bajo.

En este sector existe una notable abundancia de cuarcitas, aunque no se distribuyen de forma uniforme, con concentraciones localizadas, que muestran una pauta compleja, sin duda reflejo de la superposición de estructuras existente. Son rocas de color negro, relativamente homogéneas, aunque se encuentran en afloramiento con un bandeado neto, frágiles y con fractura subconcoidea. En la mayoría de los casos se encuentran flanqueadas por lechos métricos de colores claros y composición cinerítica, que pueden quedar restringidos al muro. No es infrecuente observar en la zona de contacto superficies de rubefacción de tonos rojizos. Asimismo, llevan asociados niveles de calizas, que excepcionalmente (alrededores de Calera de León) pueden alcanzar potencias métricas. Sin embargo estos lechos aparecen siempre como intercalaciones entre las cuarcitas negras, no habiéndose observado en general presencia de carbonatos en la roca silíceas. Aunque están genéticamente ligados, la precipitación de sílice parece realizarse sin precipitación de carbonato y viceversa. No obstante la pre

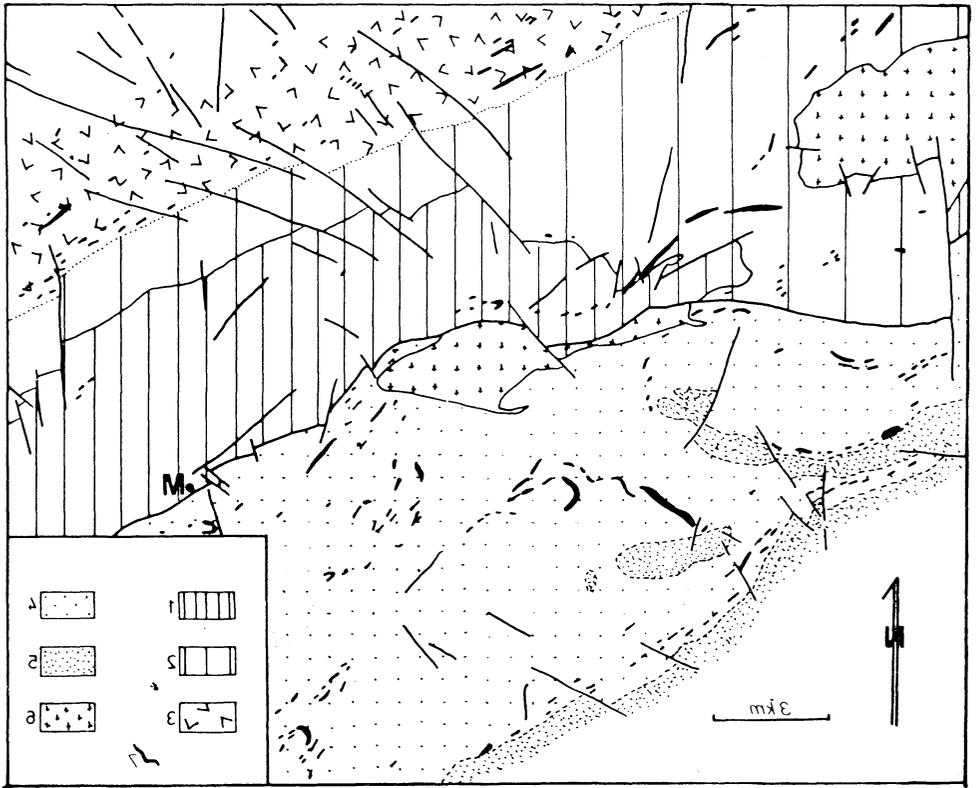


Figura 2.- Cartografía del área de Tentudia-Montemolín. Dominio de Zafra-Monesterio: 1) Núcleo migmatítico de Monesterio. 2) Sucesión de Montemolín. Tramo de esquistos biotíticos. 3) Id. Tramo de anfibolitas. Dominio de Arroyomolinos: 4) Sucesión de Tentudia. 5) Sucesión de metatobas y metacineritas. 6) Granitoides. 7) Cuarcitas negras y liditas.

sencia de rocas silíceas con anfíbol y biotita parecen indicar que ocasionalmente puede producirse la coexistencia de ambos precipitados.

Al microscopio podemos diferenciar dos tipos entre los que se encuentran todas las gradaciones posibles.

El primero viene definido por una masa oscura de pequeño tamaño de grano, formada por cristalititos de cuarzo y una impregnación homogénea de diminutas partículas de opacos (1-10 micras), que corresponden a materia carbonosa. Cortando a esta masa existen numerosas venas de cuarzo de anchuras distintas y que pueden ser rectilíneas o encontrarse microplegadas (Foto 1). En estas venas el tamaño de grano es sensiblemente superior, con texturas granoblásticas y bordes rectos. Es muy corriente que, al menos, parte de las venas estén formadas por una única capa de individuos de cuarzo. Además, distribuidos irregularmente y adoptando formas arrosariadas aparecen cristales de pirita, cuyo tamaño de grano suele ser algo mayor que en el resto de la roca. Ocasionalmente, y con preferencia sobre planos de estratificación, pueden reconocerse pequeñas cantidades de minerales arcillosos. Como se ve, esta descripción se adapta muy estrechamente a la definición que es adoptada para las phtanitas, por lo que se denominarán a estas rocas phtanitas o liditas s.s.

Al aumentar el número de venas se origina una reorganización (Foto 2, 3) que puede ser considerable y afectar a toda la roca, con lo que aparece el segundo tipo.

En este caso no existe una masa oscura, predominando de forma ostensible el componente silíceo. Se observa, un bandeo más o menos marcado de lechos granoblásticos de cuarzo con un tamaño de grano que oscila entre los 0,3 y los 0,5 mm y otros que tienen además una disseminación de materia carbonosa y cuyo tamaño de grano es sensiblemente inferior (0,05-0,1 mm). Parece claro que el grafito actúa como inhibidor de la cristalinidad. De cualquier modo el tamaño de grano, tanto de la fracción carbonosa como de la cuarítica es superior al de las liditas s.s. Los bordes entre granos tienden a ser rectos, pero al aumentar el grado metamórfico y la

intensidad de la deformación pueden aparecer bordes indentados, que en ocasiones llegan a ser los únicos observables, así como síntomas de deformación con extinción ondulante y maclas de deformación. En casos extremos puede desarrollarse una elongación muy marcada de los granos llegando a aparecer texturas acintadas (Ribbon quartz). En este tipo de rocas es usual la presencia de diminutos cristales de filosilicatos incoloros.

Las calizas intercaladas son de colores cremas o grises con texturas granoblásticas y algunos aportes detríticos. En la localidad de Calera de León están afectadas por la aureola térmica del granito de Calera, que origina la aparición de un bandeo de lechos carbonatados y otros ricos en anfíboles y piroxenos cálcicos (tremolita y diópsido). En las zonas más próximas al intrusivo se observan procesos de skarn, aunque muy poco desarrollados.

Sector de Montemolín

Pertenece al Dominio Zafra-Monesterio. En los materiales del Rifeense se han diferenciado dos conjuntos litológicos principales (Fig. 2), la sucesión Montemolín y una Sucesión semejante a la descrita en el sector de Tentudia, aunque no estén representadas algunas de las litologías, y las cuarcitas negras son muy escasas. La sucesión de Montemolín la componen esquistos y cuarzo esquistos biotíticos con niveles de anfibolitas, en la que se intercalan lechos métricos de cuarcitas negras, cuya continuidad lateral puede ser de algunos centenares de metros. En proporciones muy minoritarias se encuentran lechos de metabasitas y metacineritas. Se observa un metamorfismo progresivo con migmatitas y granitoides anatéticos (EGUILUZ y QUESADA, 1980) en los tramos más profundos.

Las rocas sílico-carbonosas de este sector muestran siempre (foto 4) un bandeo muy marcado, con alternancia de lechos claros y oscuros, de grosor milimétrico a centimétrico, que se encuentran en proporciones similares o con tendencia al predominio de los primeros. En detalle este bandeo no es simple pudiendo observarse intercalaciones decimilimétricas de lechos carbonosos en los cuarcíticos y más esporádicamente a la inversa. Al igual que en el sector

de Tentudia aparecen, de forma ocasional, intercalaciones carbonatadas de algunos centímetros, entre los bancos cuarcíticos. Es interesante destacar que las intercalaciones de cuarcitas negras se sitúan preferentemente en las proximidades de los contactos entre esquistos y anfibolitas.

Por último hay que hacer notar la intensa deformación que muestran estas rocas, con desarrollo de lineaciones muy marcadas y un intenso microplegado que llega a individualizar masas arriñonadas y permite reconocer, en ocasiones, tres fases sucesivas de plegamiento, como se observa en el P.K. 368 de la C^a N. 630.

Al microscopio, en las áreas con metamorfismo de grado bajo, la textura es granoblástica bandeada, a menudo elongada. Está definida por la alternancia de lechos cuarcíticos con un tamaño de grano que oscila entre 0,4-0,8 mm y otros con opacos cuyo tamaño de grano visiblemente inferior está comprendido entre 0,05-0,2 mm (Foto 5).

En todos los casos los bordes entre granos son de carácter suturado ó interdentado. El grafito y en cantidades subordinadas la piritita son los principales opacos, que se disponen en pequeños granos de 50-200 micras diseminados entre los granos de cuarzo, siendo evidente que proceden de la reorganización debida al metamorfismo. Esto hace pensar que las rocas originales debieron ser similares a las liditas que se encuentran en el sector de Tentudia. Las calizas intercaladas han sufrido igualmente el metamorfismo, con blastos esqueléticos de anfíbol tremolítico, talco y clinocloro esencialmente.

Al aumentar el grado de metamorfismo, aumenta paralelamente el tamaño de grano produciéndose una recristalización total. Los granos tienden a hacerse más elongados y sus bordes fuertemente indentados. En casos extremos, cuando niveles decimétricos de cuarcitas negras quedan englobados en las migmatitas puede producirse una importante contaminación. En este caso se observa una roca con todas las características antedichas en la que se hallan diseminados cristales de plagioclasa de hasta 1 mm así como masas irre-

gulares de cordierita alterada y cristales tabulares de biotita de color púrpura. En casos excepcionales (foto 6) los cristales pueden alcanzar hasta 1 cm de tamaño con formas ausadas, lo que confiere a la roca una textura gneílica muy marcada. Al microscopio esta roca se clasificaría como un gneis cuarcítico y sólo la observación del afloramiento y la constatación de la evolución textural de las cuarcitas negras permite dilucidar su verdadero origen.

En el complejo migmatítico de Las Camachas (FABRIES, 1963) se encuentran masas muy grafitosas, ricas en cuarzo, cordierita y fibrolita que deben ser interpretadas como restos de materiales silicocarbonosos comparables con los aquí descritos.

BANDA ELVAS-BADAJOZ-CORDOBA

Presenta una complicación tanto estratigráfica como tectonometamórfica mayor que el anticlinorio Olivenza-Monesterio. Se reconocen varios dominios. La falla de Azuaga separa los dominios de Valencia de las Torres y Sierra Albarrana (CHACON et al., 1974) que muestran gradientes metamórficos diferentes.

En el dominio de Valencia de Las Torres existe un corredor de rocas polimetamórficas cataclastizadas, con un metamorfismo elevado (DELGADO-QUESADA, 1971; CHACON, 1974, 1979; GARROTE, 1976, etc.) que tiene intercalaciones esporádicas de cuarcitas negras (PEREZ LORENTE, 1977). Al noroeste de este corredor, en las inmediaciones de Hornachos, vuelve a encontrarse una sucesión de esquistos y anfibolitas con cuarcitas negras (sector de Mina Afortunada).

En el Dominio de Sierra Albarrana no se conocen cuarcitas negras.

La falla de Malcocinado limita el Dominio de Sierra Albarrana al SW en contacto con las unidades más septentrionales del Dominio de Zafra-Monesterio.

De la banda Elvas-Badajoz-Córdoba se presentan datos de cuatro sectores; el primero perteneciente al dominio de Zafra-Monesterio

y los otros tres del dominio de Valencia de Las Torres.

Sector de Fuente del Maestro

Aflora una sucesión de metagrauvas y pizarras con abundantes intercalaciones de cuarcitas negras y materiales carbonatados (Fig. 3). Se observa una estrecha relación entre las cuarcitas negras y las calizas.

Al microscopio se reconocen los dos tipos ya mencionados de rocas silicocarbonosas, cuarcitas negras y phtanitas. Las características petrográficas son iguales a la ya descritas. Sólo cabe señalar, la inusual abundancia de calizas asociadas y la menor longitud de los lechos cuarcíticos.

Sector de Mina Afortunada

Presenta una sucesión de esquistos biotíticos y anfibolitas, con un grado metamórfico que va de bajo a alto en las migmatitas y ortogneises de Mina Afortunada, entre los que se intercalan lechos métricos de cuarcitas negras bandeadas (Fig.4). Es en todo comparable con la sucesión de Montemolín, aunque aquí aparecen materiales con menor grado metamórfico.

Al microscopio, las cuarcitas negras presentan algunas diferencias, esencialmente de carácter textural, que se concretan en una elongación más marcada y un mayor número de los granos de cuarzo, cuyos bordes tienen formas suturadas y profundamente interdentadas.

En la foto 7 puede contemplarse la orientación y los bordes entre granos. Se trata de una charnela de un pliegue en la que los granos de cuarzo se disponen con sus longitudes mayores según un abanico muy débilmente convergente respecto al plano axial, aunque en las zonas más externas del arco los cristales tienden a disponerse paralelos al bandeado. A pesar de todo sigue conservándose la enorme diferencia de granulometría entre los lechos con y sin materia carbonosa.

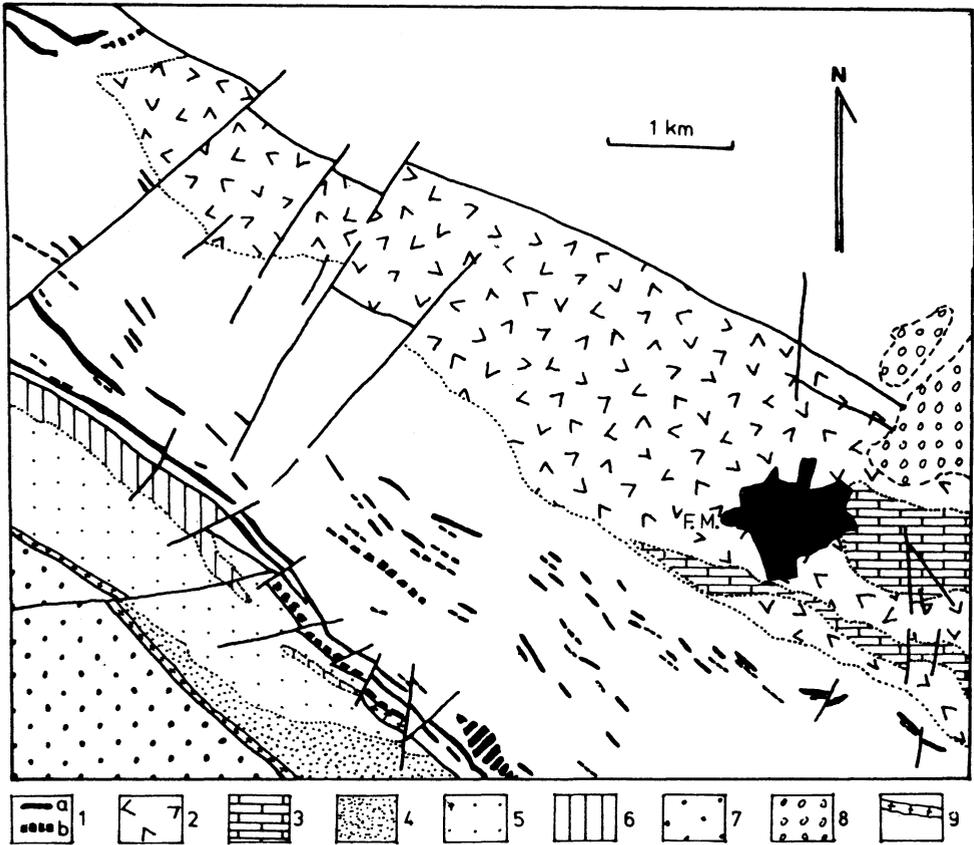


Figura 3.- Cartografía del sector de Fuente del Maestro. 1) Sucesión de Tentudia, a) Cuarzitas negras, b) calizas. 2) Formación Malcocinado. 3) Calizas marmóreas. 4) Formación Torreárboles, tramo inferior. 5) Id. tramo superior. 6) Sucesión detrítico-carbonatada, Cámbrico inferior. 7) Carbonífero. 8) Terciario-Cuaternario. 9) Rocas filonianas.

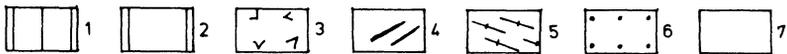
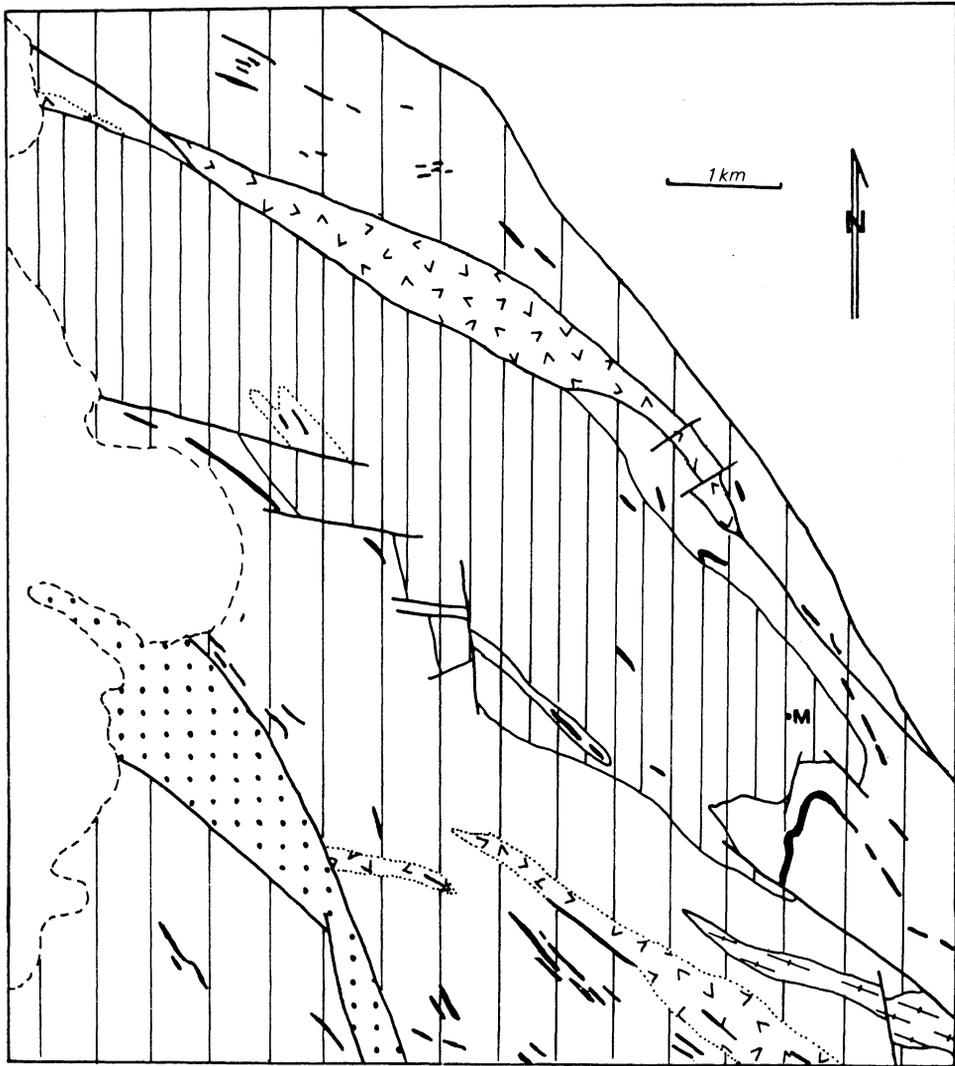


Figura 4.- Cartografía del sector de Mina Afortunada. 1) Complejo migmatítico de Mina Afortunada. 2) Sucesión Montemolín. 3) Anfibolitas. 4) Cuarcitas negras. 5) Meta-vulcanitas (ortogneises). 6) Carbonífero. 7) Terciario-Cuaternario. M) Mina Afortunada.

Sector de Fuente Obejuna

Según GARCIA-PORTERO (1980), al sur de esta localidad pueden diferenciarse dos unidades con cuarcitas negras: las migmatitas de Fuente Obejuna y la sucesión de los Alejandres (Fig. 5) que se enclavan en el Dominio de Valencia de las Torres.

La primera es una sucesión de gneises migmatíticos que, además de las cuarcitas negras, tienen abundantes intercalaciones de anfíbolitas y diferenciados aplíticos o pegmatíticos. Todos los materiales están cataclastizados, pudiendo observarse bandas de gneises miloníticos, y un gran accidente longitudinal que individualiza dos zonas: una septentrional con numerosos niveles de cuarcitas negras y otra meridional con abundancia de cordierita y en la que las cuarcitas negras sólo se encuentran de forma esporádica.

La sucesión de Los Alejandres, que separa las zonas antedichas en el área más occidental, mostrando contactos mecánicos con ambas, está constituida por cuarzoesquistos con granate parcialmente cloritizados entre los que se intercalan cuarcitas negras y materiales vulcanosedimentarios.

En ambos casos los materiales originales deben corresponder a sedimentos con aportes volcánicos muy importantes.

Las rocas silicocarbonosas muestran características algo diferentes en ambas sucesiones. En la Sucesión de los Alejandres se encuentran rocas bandeadas con alternancia de niveles de grano fino ricos en grafito con otros de grano comparativamente más grueso constituidos únicamente por cuarzo. Son semejantes a las descritas anteriormente en los otros sectores aunque se puede señalar que los granos de cuarzo ofrecen una elongación algo más marcada, bordes de grano más irregulares y suturados y abundantes síntomas de deformación.

En las migmatitas de Fuente Obejuna las cuarcitas negras están texturalmente muy evolucionadas. El tamaño de grano (1 mm de media) se uniformiza, llegando a desaparecer a la escala de la lámina el característico bandeado, transformándose la roca en un agregado

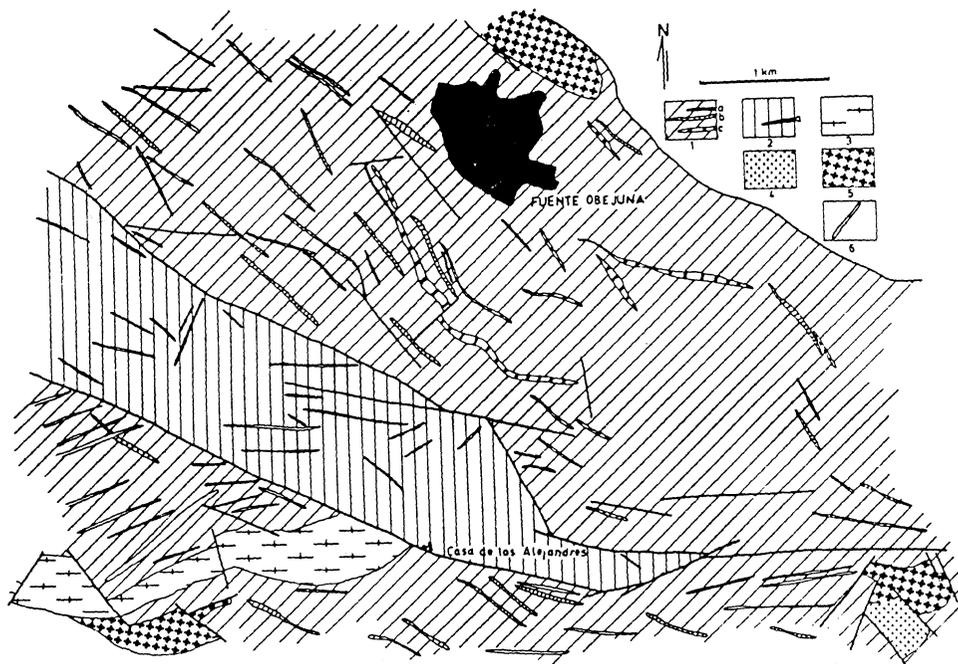


Figura 5.- Cartografía del sector de Fuente Obejuna. 1) Gneises migmatíticos, a) cuarcitas negras, b) ortoanfibolitas, c) diferenciados aplíticos y/o pegmatíticos. 2) Cuarzo-esquistos moscovíticos, a) cuarcitas negras. 3) Granitos gneisificados. 4) Gabros. 5) Granito. 6) Diques ácidos y básicos.

gado de cristales sensiblemente elongados con bordes suturados y marcada extinción ondulante, entre los que se dispone el grafito, muy elongados (0,03 x 0,5 mm) (foto 8). No obstante, tanto estas rocas como las que están bandeadas tienen cristales de feldspato, granate, etc. que parecen provenir de contaminación por el encajante, lo que lleva a asimilarlas con las que se encuentran en las zonas más metamórficas del sector de Montemolín. En algunas muestras se reconoce una segunda etapa de cataclasis que, aunque no produce recristalización origina una esquistosidad espaciada muy clara, marcada principalmente por orientación de opacos y fracturas irregulares.

Hacia el W, en Azuaga, hay también afloramientos de cuarcitas negras pero muy escasos, limitados a la denominada Formación blastomilonítica (DELGADO QUESADA, 1971) que pertenece, como en el caso anterior, al dominio de Valencia de las Torres. Es una sucesión de gneises migmatíticos con diferenciados graníticos gneisificados en la que se intercalan numerosos tramos de anfibolitas de alto grado de metamorfismo, más abundantes hacia la parte alta de la serie. Muestra una cataclasis muy importante pudiendo reconocerse dos etapas principales de milonitización.

Las cuarcitas negras afloran en lechos de potencia inferior al metro y con muy poca continuidad lateral. Presentan características semejantes a las de las migmatitas de Fuente Obejuna previamente descritas, por lo que no se insistirá en su descripción. Sin embargo hay que destacar la presencia de distena en una de las muestras.

La presencia en la serie, aunque sea en cantidades muy minoritarias, de niveles carbonatados y paraanfibolitas junto con las características litológicas previamente mencionadas parece indicar que estos materiales proceden de una sucesión vulcanosedimentaria depositada en un medio somero con presencia de cuencas marinas de carácter restringido.

Sector de Villaviciosa de Córdoba

Al NW de esta localidad y dentro del dominio de Valencia de Las Torres-Azuaga-Cerro Muriano (DELGADO QUESADA et al., 1977) aflora una banda de dirección NW-SE compuesta de esquistos, cuarzo-esquistos, esquistos anfibólicos y niveles gneísicos en la que se intercalan localmente niveles de cuarcitas negras, cuya potencia oscila entre algunos centímetros y el metro. Son rocas de color oscuro y grano fino compuestas por cuarzo como componente mayoritario, grafito disperso y biotita-clorita. La textura es granoblástica con los cuarzos elongados y heterometría de los mismos.

La presencia de porfiroclastos de cuarzo y plagioclasa en algunos esquistos, así como la existencia de niveles anfibólicos y gneísicos apoyan la hipótesis de aportes volcánicos para esta sucesión.

MACIZO DE ARACENA

Es un núcleo metamórfico en el que se pueden diferenciar diversas unidades estructurales, con forma de cuña, que quedan limitadas por contactos mecánicos de importancia regional (APALATEGUI et al., en prensa).

Se conocen cuarcitas negras dentro de la serie de la Umbria (BARD, 1969), que se sitúa en la parte más baja del anticlinal Fuenteheridos-La Umbria. Se trata de una alternancia monótona de esquistos grafitosos, pizarras y metagrauvas vulcanoclásticas con intercalaciones de cuarcitas negras y metavulcanitas ácidas y básicas.

Las cuarcitas negras, generalmente bandeadas, se presentan como intercalaciones decimétricas de poca continuidad lateral. Llevan asociados lechos carbonatados de escasa importancia que en ocasiones se encuentran intercalados entre los bancos cuarcíticos. Al microscopio tienen texturas análogas a las descritas en Monesterio para la sucesión de Tentudia.

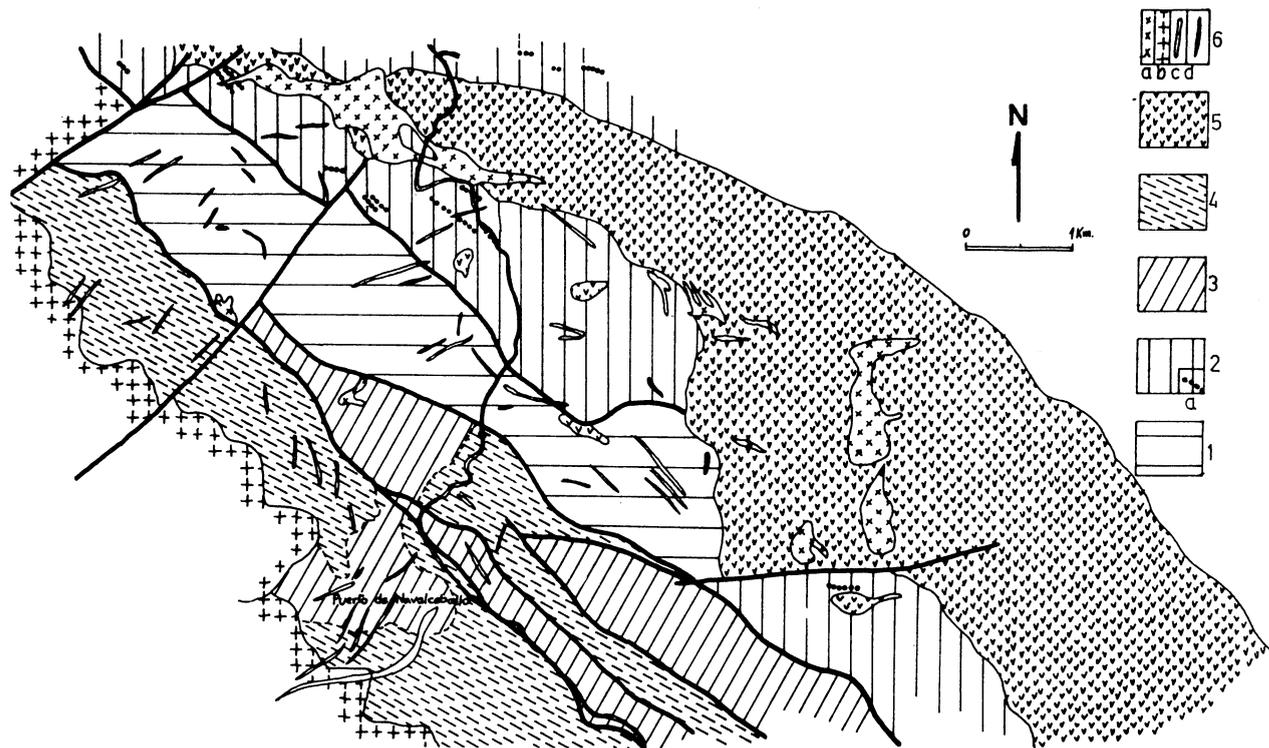


Figura 6.- Cartografía del sector NW de Villaviciosa. 1) Gneises y anfibolitas. 2) Micasquistos, gneises y anfibolitas, a) niveles de cuarcitas negras. 3) Formación Malcocinado. 4) Carbonífero. 5) Gabro. 6) a) microgranitos, b) pórfidos, c) diques ácidos y d) diabases.

COMPOSICION QUIMICA

Como complemento a las observaciones petrográficas se han realizado 9 análisis químicos de elementos mayoritarios en roca total de muestras de cuarcitas negras de diferentes zonas y uno de mayoritarios y trazas sobre una muestra de esquisto grafitoso asociado a cuarcitas negras (Tabla 1). Estos datos muestran un aceptable grado de coincidencia con los datos de rocas similares de que se dispone. Así tanto la composición media de cherts (CRESMANN, 1962) como la composición de las phtanitas estudiadas por ROBLOT (op.cit.) se aproximan a los resultados aquí obtenidos. A pesar de ello hay que destacar que en nuestro caso se han encontrado proporciones excesivas de Ca y Mg y que el contenido en sílice es algo menor del que tienen las phtanitas de la Bretaña francesa.

Como aspectos más significativos hay que destacar:

1) Exceptuando el esquisto grafitoso todas las muestras tienen contenidos muy altos en sílice superando en general el 90%. La única muestra que se desvía sensiblemente, ², corresponde a una cuarcita negra del sector de Fuente Obejuna muy impura con numerosos blastos de granate, anfíbol y feldespatos; 2) Bajo contenido en hierro y 3) Proporción relativamente elevada de calcio y magnesio, esto es achacable en principio a los blastos metamórficos que podrían estar condicionados por la presencia de restos de carbonatos (dolomita probablemente). De cualquier modo hay que señalar la posibilidad de algún error sistemático en el proceso analítico que da lugar a un aumento irreal en las proporciones de estos elementos.

En lo que respecta a los trazas y a pesar de disponer solamente de un único análisis se pueden hacer las siguientes consideraciones que refuerzan los argumentos favorables a un origen en medios restringidos.

El contenido en bario aunque elevado, es congruente con el observado en otras rocas síliceas (cherts, etc.).

El bajo contenido en Rb parece ser correlacionable con la anti-

ANALISIS QUIMICOS DE ROCA TOTAL

REF.	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	H ₂ O	1000°C	Otros
1	93,42	0,07	1,41	0,65	1,40	1,60	0,05	0,30	0,006	0,06	0,73	0,69
2	78,88	0,91	0,98	6,12	2,30	5,20	1,05	1,90	0,028	0,45	1,66	0,70
5	84,39	0,15	1,04	5,00	1,60	3,60	1,80	1,04	0,015	0,19	0,98	-
6	94,98	0,07	0,66	0,50	1,52	1,20	0,35	0,42	0,005	0,06	0,13	+0,13
7	85,79	0,26	0,62	2,10	1,57	1,30	0,85	0,55	0,008	0,08	6,54	6,30
8	94,07	0,02	0,43	0,50	1,55	0,80	0,20	0,45	0,005	0,001	1,75	1,02
9	93,23	0,67	0,75	1,05	1,70	1,60	0,40	0,25	0,008	0,07	0,16	+0,16
10	91,28	0,98	0,74	1,45	1,45	1,20	0,45	0,95	0,012	0,05	1,09	-
12	92,47	0,37	0,61	1,15	1,35	1,20	0,20	0,30	0,009	0,10	1,44	0,695
107	70,14	0,60	-	14,55	0,39	0,78	3,30	2,21	0,001	-	6,75	-

ANALISIS DE TRAZAS

(107) P₂O₅ = 0,06%; TiO₂ = 0,67%; C = 4,75%; Rb = 103ppm; Zr = 275ppm; Ba = 2173ppm; Sr = 136 ppm;

Cu = 49 ppm; La = 7ppm; Ni = 16 ppm.

* 1-2= Fuente Obejuna; 5-107= Núcleo migmatítico de Monesterio; 6= Valencia de las Torres; 7= Lora del Río; 8= Sucesión Tentudia; 9= Canto conglomerado Sotillo; 10= Mina Afortunada; 12= Sucesión Montemolín.

guedad de la roca. LEASK (1967) afirma que la proporción K/Rb es más alta en las argilitas precámbricas y estima en 142 p.p.m. el contenido medio en Rb de las rocas precámbricas.

Por otra parte apoyaría el origen restringido del medio de depósito el que contenidos bajos de Rb han sido atribuidos a sedimentos no marinos (DEGENS et al., 1957).

Así mismo la relación K/Rb es alta (320) lo que estaría a favor de depósitos en un medio poco profundo. Según CAMPBELL and WILLIAMS (1965) los sedimentos marinos se caracterizan por una relación 150-200, mientras que los no marinos o de poca profundidad oscilan entre valores de 250-300.

El contenido en C sólo se ha realizado en una muestra, especialmente carbonosa, habiéndose obtenido una proporción del 4,55%.

Estos argumentos coinciden con los datos aportados por ROBLLOT (1971) para otros elementos minoritarios.

Por último hay que destacar la uniformidad química de estas rocas, con independencia de su grado metamórfico.

CONSIDERACIONES SEDIMENTOLOGICAS

Tanto los procesos de deposición como los ambientes sedimentarios de este tipo de rocas y en general de rocas silíceas (chert, flint, etc.) y ferruginosas han sido y son temas muy controvertidos. Nos limitaremos a exponer brevemente los hechos que, en nuestra opinión, son de alguna significación en la clarificación de estos problemas y los puntos de vista de algunos autores que han abordado más de cerca este tema.

En primer lugar cabe señalar el carácter volcanosedimentario de las secuencias en que aparecen, en algunas, en estrecha relación con niveles volcánicos. Esto es más patente en la zona de Tentudia, pero se ha observado en mayor o menor grado en el resto de las zonas. Además se puede indicar las netas superficies de contacto de los lechos cuarcíticos y la presencia ocasional de ban-

das de rubefacción.

En segundo lugar hay que hacer hincapié en la presencia de delgados lechos carbonatados intercalados entre los niveles cuarcíticos y en cualquier caso la asociación espacial con depósitos carbonatados.

En tercer lugar los datos paleontológicos existentes indican la presencia de Acritarcos en estas rocas y de algas cianofíceas en las calizas asociadas que corresponden a medios restringidos intermareales o lagoon.

En consecuencia se puede pensar en medios restringidos saturados en sílice donde la presencia de materia orgánica originaría una disminución de la solubilidad y en consecuencia una rápida precipitación.

Por último tenemos que recordar que las cuarcitas negras se encuentran intercaladas en series esquistas y grauváquicas de las que existen datos estratigráficos contradictorios que no han permitido hasta el momento concretar sus medios deposicionales.

Aunque son muy escasos los autores que han abordado este tema, ROBLLOT (1971) en base a una amplia gama de argumentos, concluye que las phtanitas se habrían depositado en bordes de cuencas marinas, aunque en aguas dulces, por procesos de precipitación química y que su formación estaría ligada a una alteración continental de tipo laterítico.

Además este autor postula que las phtanitas Brioverienses constituyen un nivel único correlacionable en toda la zona. A este respecto en la zona de Ossa Morena y dada las diferencias notables entre unos dominios y otros, es problemático hacer estas afirmaciones. A pesar de ello es clara la correlación entre muchas de las zonas, p. ej., Tentudia-Aracena-Puebla del Maestre-Montemolín-Mina Afortunada, etc., pero para decantarse por una correlación global es necesario profundizar en el conocimiento de algunas de las zonas, aunque es una posibilidad que hay que barajar.

BOUYX (1970) al estudiar los terrenos anteordevícos de Ciudad Real dice que aunque la presencia de facies tipo flysch implican la existencia de una fuerte subsidencia, es probable que el depósito se haya efectuado bajo una débil profundidad, al menos para la parte de la serie que conlleva intercalaciones de phtanitas.

Con todo lo anteriormente expuesto y a falta de comprobaciones definitivas, nos inclinamos a pensar que las cuarcitas negras proceden de antiguas phtanitas y han sido depositadas en medios restringidos, con débiles profundidades y aguas estáticas.

CONCLUSIONES

- 1.- Las cuarcitas negras son rocas silicocarbonosas producidas por precipitación químico-bioquímica de sílice, características de muchas de las formaciones precámbricas de Sierra Morena.
- 2.- Están asociadas con materiales volcanosedimentarios esencialmente ácidos, de los que verosíblemente procede la sílice, habiéndose depositado en medios marinos restringidos, posiblemente de tipo lagoon o similar.
- 3.- Su presencia en gran número de zonas apoya la gran importancia de los procesos volcánicos en el Precámbrico como lo pone de manifiesto la gran cantidad de sucesiones vulcanodetríticas en este lapso de tiempo.
- 4.- Esencialmente se encuentran en dos grupos de sucesiones: a) Montemolín-Tentudia-Serie de la Umbriá, ejemplarizado en los sectores de Tentudia, Montemolín, Fuente del Maestre, Mina Afortunada y Sucesión de los Alejandres en Fuente Obejuna, y b) Sucesiones gneísico-anfibólicas de Azuaga-Fuente Obejuna, en sectores como Fuenteobejuna, Azuaga o Villaviciosa de Córdoba.
- 5.- A escala local muestran gran utilidad como niveles guía marcadores de las estructuras, aunque a escala regional es discutible su utilización.

6.- Muestran una evolución textural clara con el aumento del metamorfismo y la deformación (Foto 1 a 8).

FOTOS

Foto 1.- Aspecto general de una lidita. Se observa el microplegamiento de los finos lechos de cuarzo.

Foto 2.- Al aumentar la deformación y el metamorfismo los lechos de cuarzo aumentan de espesor y tamaño de grano, y se hacen más abundantes.

Foto 3.- Foto 2 con luz polarizada. Puede comprobarse la notable diferencia en el tamaño de los granos de cuarzo y los bordes entre granos netos y rectos.

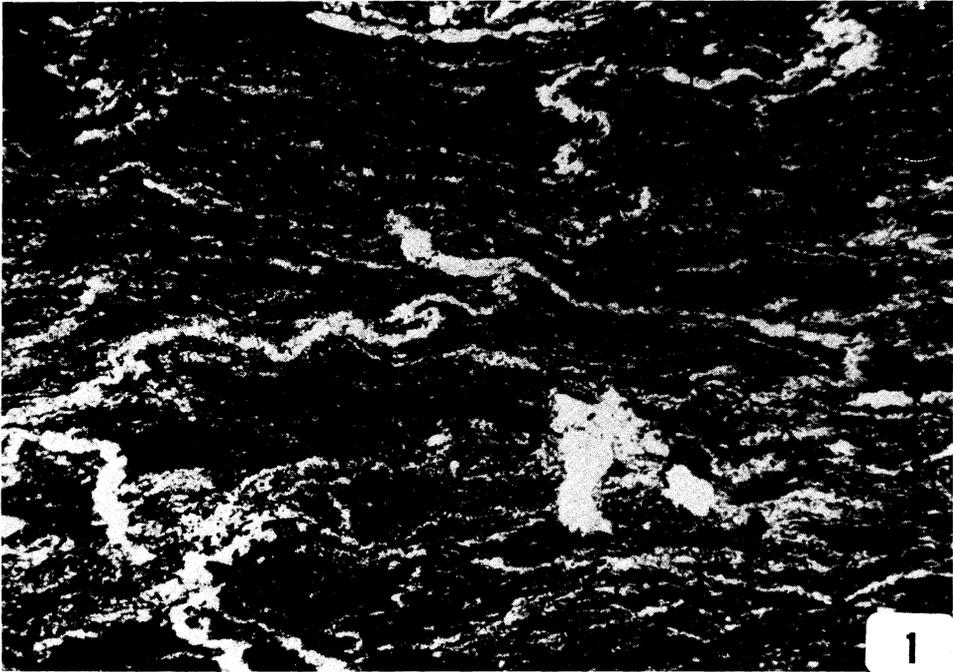
Foto 4.- Sucesión Montemolín. La reorganización es fuerte. Debe destacarse la disposición bandeada y la concentración de opacos en determinados niveles marcando una superficie de referencia microplegada.

Foto 5.- Con luz polarizada puede observarse en la muestra de la foto 4 la diferencia de tamaños de grano y la evolución de los bordes de los granos. Asimismo se observan síntomas de deformación en la mayor parte de los granos.

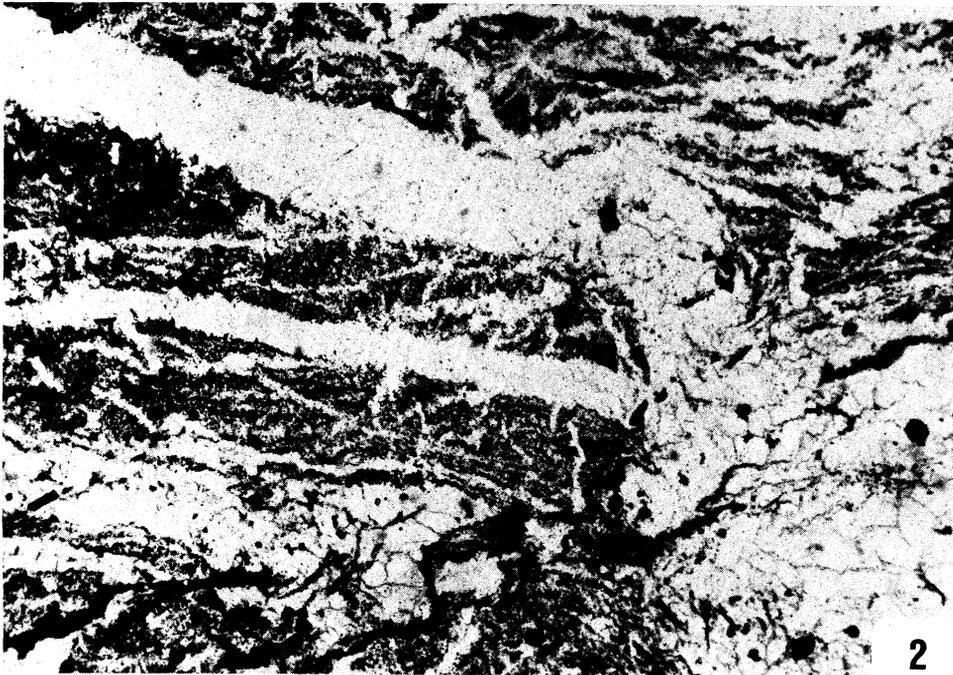
Foto 6.- En las zonas migmatíticas pueden producirse aportes externos que originan la cristalización de feldespatos y micas que alcanzan tamaños considerables. Los opacos se concentran en bandas, donde la granulometría es inferior al resto de la roca.

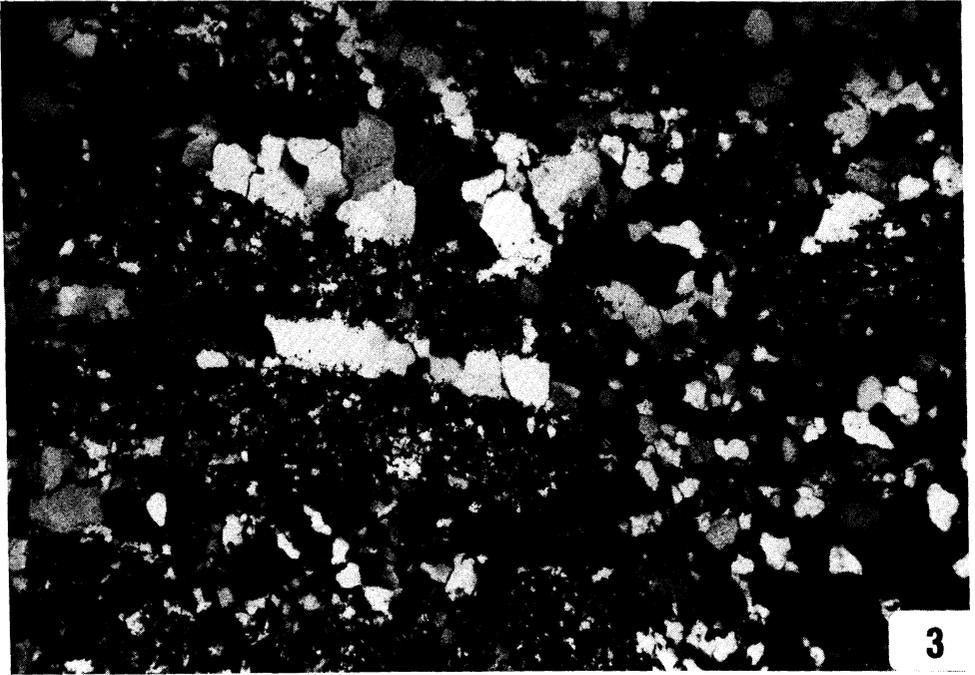
Foto 7.- Charnela de un pliegue, sector de Mina Afortunada. La deformación es más intensa encontrándose una marcada elongación de los granos que definen un abanico divergente. Obsérvese la complejidad de los bordes de granos. A pesar de todo se mantienen las diferencias granulométricas entre zonas ricas y pobres en opacos.

Foto 8.- En las zonas más metamórficas del Dominio de Valencia de las Torres, la reorganización es total pudiendo desaparecer el bandeo característico.



1 mm



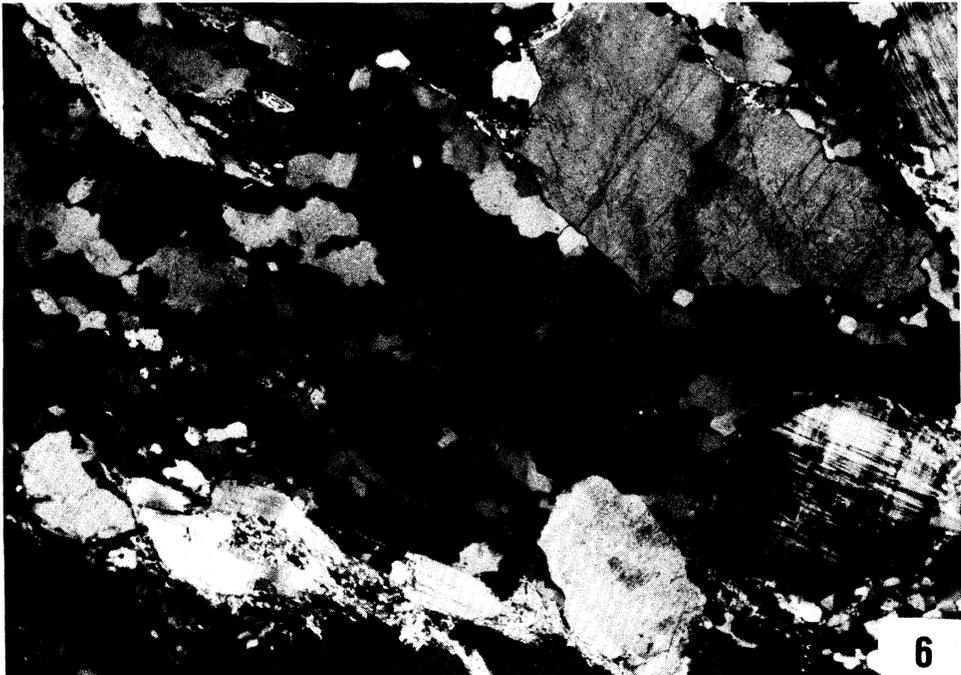


1 mm



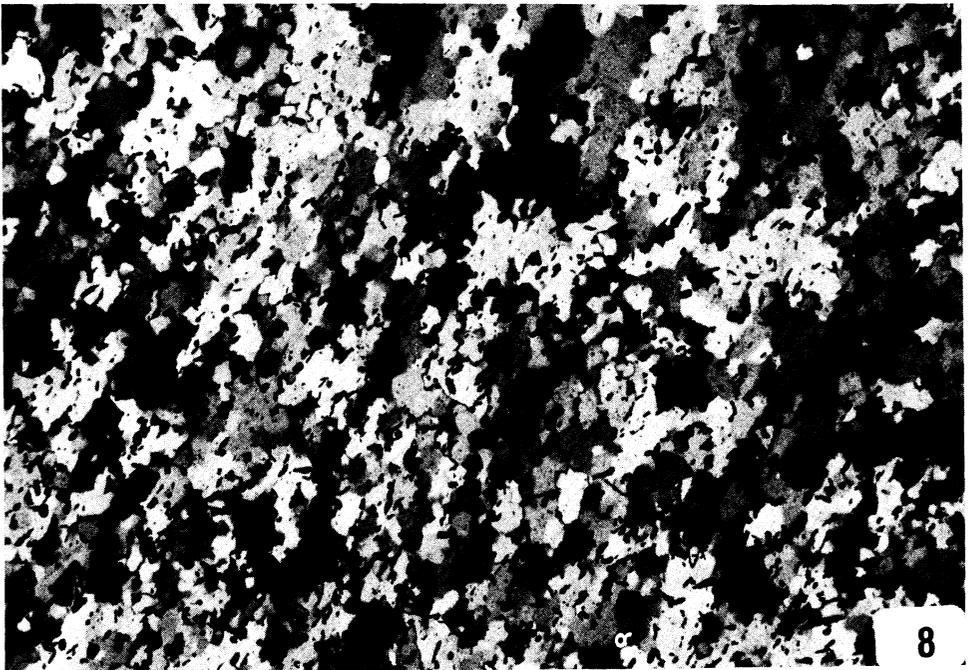


1 mm





1 mm



BIBLIOGRAFIA

- APALATEGUI, O.; BARRANCO, E.; CONTRERAS, F.; DELGADO, M. y ROLDAN, F.J. (en prensa).- Mapa Geológico Nacional a 1:50.000, MAGNA. Hoja n° 917, Aracena. Inst. Geol. y Min.
- ARRIOLA, A.; EGUILUZ, L.; FERNANDEZ CARRASCO, J.; GARROTE, A. y SANCHEZ CARRETERO, R. (en prensa).- Zonación metamórfica en el área de Monesterio-Fuente de Cantos: Criterios texturales y mineralógicos. III Reunión del G.O.M. Villa Vicoso (Portugal), 1981.
- BARD, J.P. (1969).- Le metamorphisme regional progressif de Sierra d'Aracena en Andalousie Occidental (Espagne).- Thèse Fac. Sc. Montpellier, 398 p.
- BOUYX, E. (1970).- Contribution a l'étude des formations ante-ordoviciennes de la meseta meridionale (Ciudad Real et Badajoz). Mem. I.G.M.E., 73, 263 p. Madrid.
- CAMPBELL, F.A. and WILLIAMS, G.D. (1965).- Chemical composition of Shales of the Mauville group (Lower Cretaceous) of Central Alberta, Canada. Bull. A.A.P.G., 49, p. 49-81.
- CHACON, J.; DELGADO QUESADA, M. y GARROTE, A. (1974).- Sobre la existencia de diferentes dominios de metamorfismo regional en la banda Elvas-Badajoz-Córdoba (Macizo Ibérico Meridional). Bol. Geol. Min., 85-86, p. 713-717.
- CHACON, J. (1979).- Estudio geológico del Sector central del anticlinorio Portalegre-Badajoz-Córdoba (Macizo Ibérico meridional). Tesis. Univ. Granada, 728 p.
- DEGENS, E.T.; WILLIAMS, G.D. and KEITH, M.L. (1957).- Environmental studies of Carboniferous sediments. I: Geochemical criteria for differentiating marine from fresh shales. Bull. A.A.P.G., 41, p. 2427-2455.

- DELGADO QUESADA, M. (1971).- Esquema geológico de la hoja n° 878, Azuaga, Bol. Geol. y Min., 82—84, 277-286.
- DELGADO QUESADA, M.; LIÑAN, E.; PASCUAL, E. y PEREZ LORENTE, F. (1977).- Criterios para la diferenciación en dominios de Sierra Morena Central. *Studia Geologica*, 12, p. 75-90.
- EGUILUZ, L. y QUESADA, C. (1980).- La sucesión Precámbrica de la transversal de Monesterio (Badajoz): Nota preliminar. *Tem. Geol. Min.*, 4, p. 121-141.
- FABRIES, J. (1963).- Les formations cristallines et métamorphiques du NE de la province de Sevilla (Espagne). Essai sur le métamorphisme des roches éruptives basiques. Thèse Univ. Nancy, 267 p.
- GARCIA PORTERO, J. (1980).- El Precámbrico y las rocas ígneas de los alrededores de Fuente Obejuna (Provincia de Córdoba). Tesis de Lic. Univ. Bilbao, 68 p.
- GARROTE, A. (1976).- Asociaciones minerales del núcleo metamórfico de la Sierra Albarrana (Prov. de Córdoba). *Men. e Not. Pub. Mus. Lab. Min. Geol.*, 82, p. 17-40.
- LEASK, D.M. (1967).- The geochemistry of Precambrian argillites: Purcell system of southern Alberta and British Columbia. These Univ. of Calgary. Unpubl.
- PEREZ LORENTE, F. (1977).- Geología de la zona Ossa-Morena al Norte de Córdoba (Pozoblanco, Bélmez, Villaviciosa de Córdoba). Tesis. Univ. de Granada, 340 p.
- ROBLOT, M.M. (1971).- Etude des roches silico-carbonées du Précambrien Armoricaín. *Sciences de la Terre*, M. n° 20, 322 p. Nancy.