

## EL COMPLEJO ESQUISTO - GRAUVAQUICO Y LOS MATERIALES ORDOVICICOS AL SE. DE CIUDAD RODRIGO (SALAMANCA - ESPAÑA)

M.<sup>a</sup> D. RODRÍGUEZ ALONSO\*

RESUMEN.—Se ha estudiado una zona situada al SW de la provincia de Salamanca de la que se presenta: una cartografía geológica y estructural, una descripción estratigráfica y petrográfica del Complejo esquistograuvaquico y de los materiales ordovícicos y un estudio tectónico del área.

Desde el punto de vista estratigráfico, se señala la existencia de una serie monótona de esquistos y grauvacas entre los que se intercalan niveles de conglomerados y mixtitas; sobre ellas se superpone una sucesión de esquistos carbonosos y grauvacas muy oscuras y localmente un tramo carbonatado de calizas impuras, grauvacas y conglomerados.

Sobre estos materiales y sin discordancia importante, se encuentra una serie intermedia en la base de la Cuarcita Ordovícica formada por limolitas, arenas arcillosas, areniscas y conglomerados.

El estudio tectónico revela la existencia de dos fases principales de deformación hercínica. La primera es la responsable de las estructuras cartografiadas y lleva asociada una esquistosidad de flujo que afecta a los materiales del Complejo esquistograuvaquico y a los Ordovícicos.

SUMMARY.—Some pre-Ordovician and Lower Ordovician metasediments in southwestern part of Salamanca province (Spain) have been studied.

From the stratigraphic point of view it is pointed the existence of a monotonous series of schists and graywackes with some conglomerate and mixtite levels interbedded.

A very dark schists and graywackes sequence is overlaying them. Locally a carbonated level with siliceous limestones, carbonated graywackes and conglomerates appears.

Over those materials and under the Ordovician Quartzite, without important disconformity between them, a intermediate series with siltstones, shaly sands, sandstones and conglomerates is found.

The structural study reveals the existence of two main phases of Hercynian deformation. The older one is responsible of the main mappable folded structures. This folding yield an axial-plane cleavage that affects the Complex of schists and graywackes and also the Ordovician materials.

\* Departamento de Petrología y Geoquímica de la Facultad de Ciencias. Universidad de Salamanca.

## INTRODUCCION

El objeto de este trabajo ha sido el estudio de una zona situada en el SE de Ciudad Rodrigo (provincia de Salamanca), en la que pueden observarse las relaciones entre los materiales del Complejo esquisto-grauváquico y las series superiores.

Desde el punto de vista geológico y estructural, abarca una amplia estructura sinclinal de dirección NW-SE, constituida por materiales ordovícicos que se sitúan, sin discordancia apreciable en este caso, sobre los materiales del Complejo esquisto-grauváquico que afloran al sur de ella.

## ANTECEDENTES

La zona es poco conocida en su aspecto geológico. SCHMIDT THOME (1950), considera Cámbricas y/o Algónquicas las formaciones del Complejo esquisto-grauváquico del sur de la provincia de Salamanca, sobre los que se sitúa el Arenig con un conglomerado basal de aparición local y la Cuarcita Armoricana.

L. C. GARCÍA DE FIGUEROLA (1970), y L. C. GARCÍA DE FIGUEROLA y J. M. UGIDOS MEANA (1971), señalan en el Complejo esquisto-grauváquico la presencia de pliegues de dirección extraña con respecto a las estructuras generales que se observan en la provincia (ya citada por SCHMIDT THOME (op. cit.), dirección que él consideró como *Erzgebirguica*), y la existencia de materiales diversos, como pizarras bandeadas y grauvacas, pizarras negras, calizas y conglomerados calcáreos, cuarcitas y pizarras grises.

F. MINGARRO MARTÍN, E. MINGARRO MARTÍN y M.<sup>a</sup> C. LÓPEZ DE AZCONA (1971), presentan la cartografía geológica a escala 1/50000 de la hoja n.º 526, Serradilla del Arroyo.

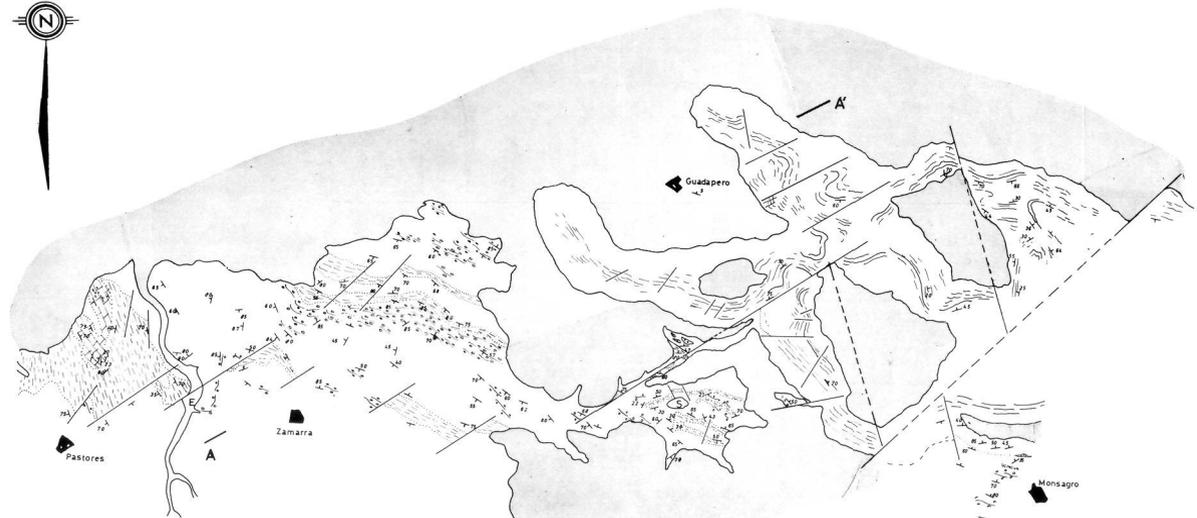
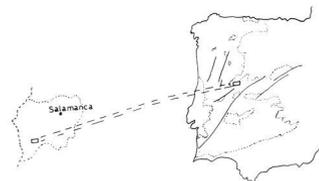
P. RÖLZ (1972), presenta una cartografía general de una extensa zona al E. de la estudiada, aportando una serie estratigráfica semejante a las descritas por los autores anteriormente citados.

## ESTRATIGRAFIA

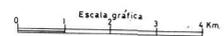
Se han establecido dos series estratigráficas locales: Serie de Pastores y Serie de Monsagro-Serradilla del Arroyo (detalladamente descritas por M.

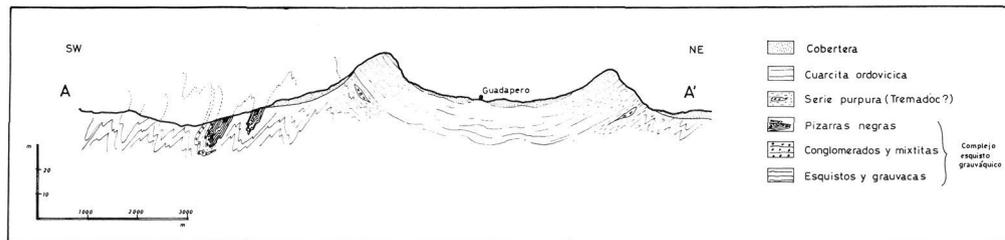
# MAPA GEOLOGICO DEL S.E. DE CIUDAD RODRIGO (SALAMANCA, ESPAÑA)

María Dolores Rodríguez Alonso - 1976

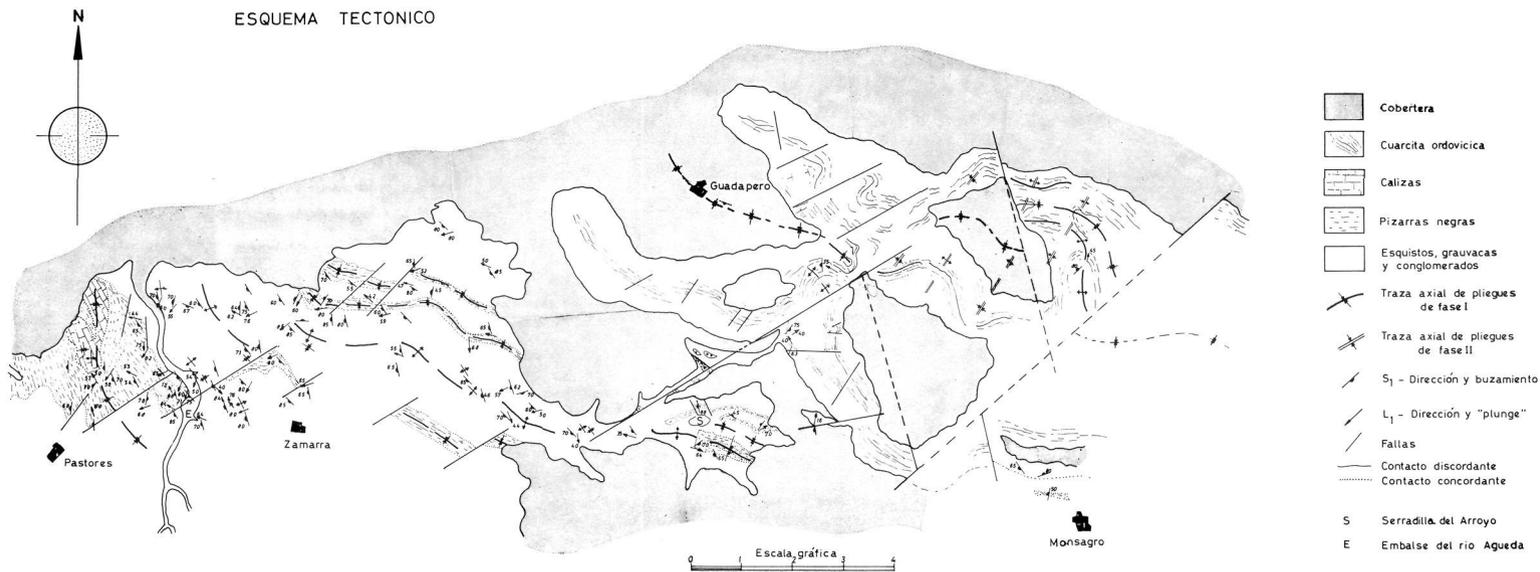


-  Cobertera
-  Cuarcita - Ordovícica
-  Serie purpura (Tremadoc?)
-  Pizarras y grauwacas
-  Calizas - colapsobrechas  
Grauwacas y conglomerados
-  Pizarras negras
-  Conglomerados y mixtita  
intercalados entre esquistos y grauwacas
-  Contacto concordante
-  Contacto discordante
-  Fallas
-  Dirección y buzamiento de las capas
-  Idem invertido
- E Embalse del río Agueda
- S Serradilla del Arroyo





### ESQUEMA TECTÓNICO



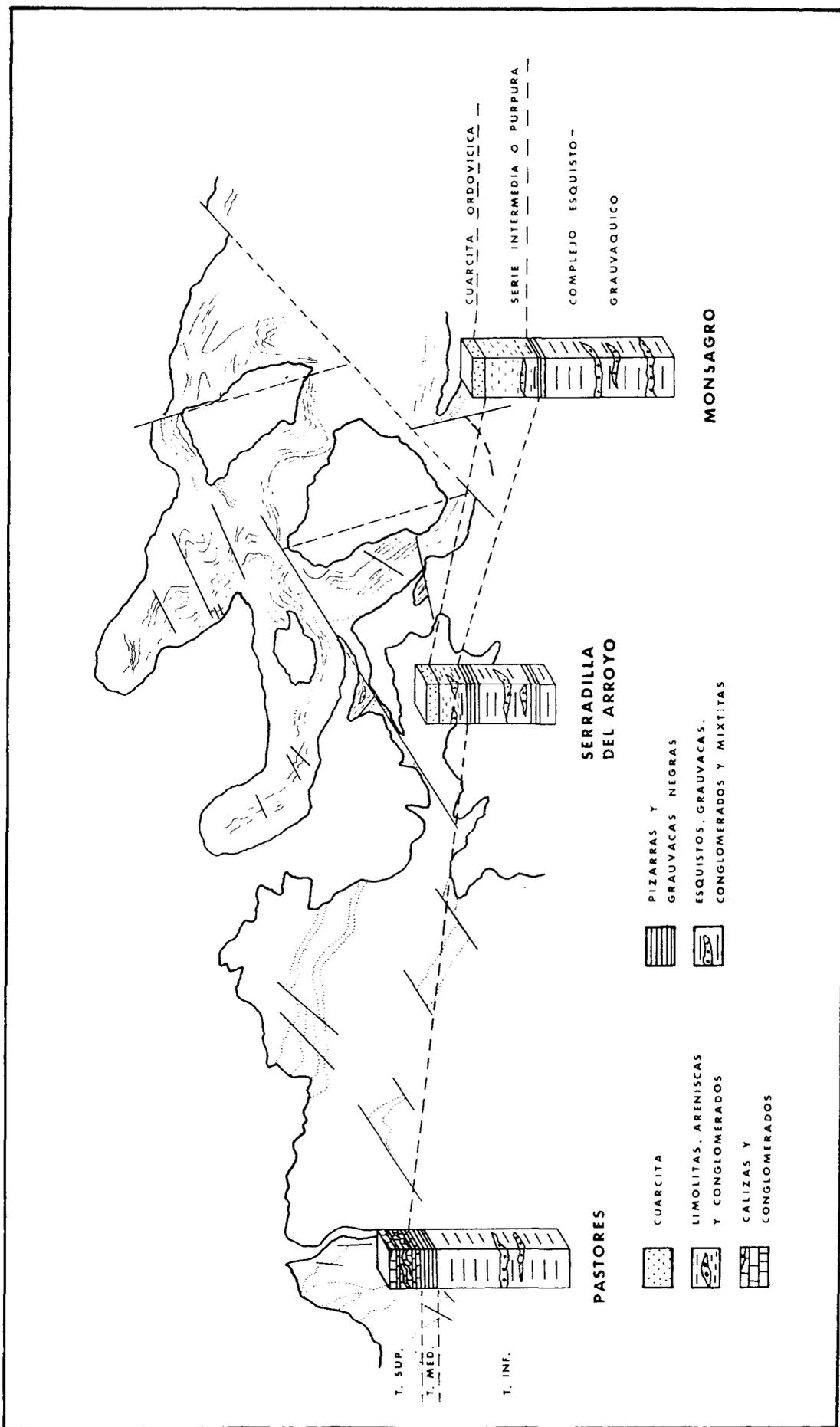


FIG. 1. Situación geográfica de las columnas estratigráficas del Complejo esquistograuváquico y Ordovícico inferior

D. RODRÍGUEZ-ALONSO, 1976), en las que se han definido globalmente diferentes tramos (Fig. 1):

- Cuarcita ordovícica.
- Serie Intermedia de base de la cuarcita, que se ha llamado Serie Púrpura por posible correlación con las definidas en los Montes de Toledo, Alta Extremadura, Alcuía y Despeñaperros.
- Complejo esquisto-grauváquico.

En el complejo esquisto-grauváquico se han distinguido tres tramos característicos, cuyos espesores son difíciles de calcular debido al replegamiento sufrido.

El tramo inferior, se caracteriza por presentar una alternancia de esquistos grises bandeados y grauvacas en sentido amplio (Fig. 2), entre los que se intercalan en algunas zonas, niveles de conglomerados y mixtitas de espesor variable.



FIG. 2

*Alternancia de esquistos y grauvacas. Carretera de Serradilla del Arroyo a Serradilla del Llano*

Los esquistos son grises, de grano fino a medio, sericíticos y cuarzo-sericíticos, presentando frecuentemente laminaciones paralelas claras y oscuras, según el predominio de material cuarcítico o pelítico y de opacos. Presentan además, otras estructuras sedimentarias como estratificaciones cruzadas, ripple marks y wavy laminated bedding (Figs. 3 y 4).

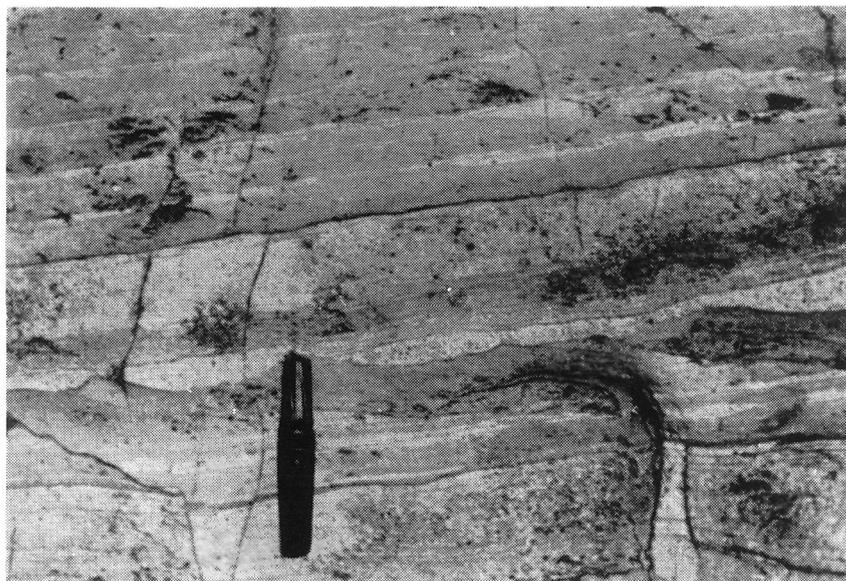


FIG. 3

*Ripple marks. Ribera de Serradilla*

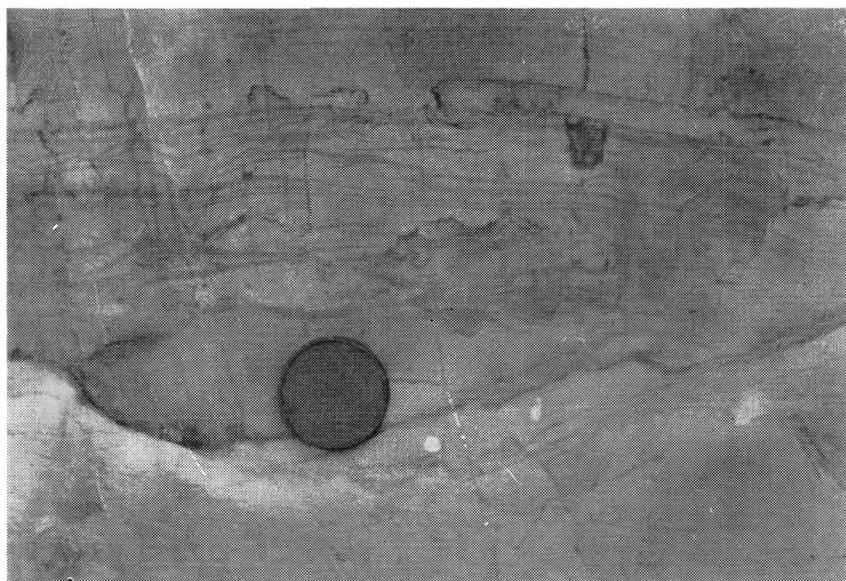


FIG. 4

*Laminación paralela y lechos con laminación ondulada en esquistos*

Estos esquistos, se alternan con grauvacas y areniscas líticas, que aparecen en bancos desde varios centímetros a más de un metro de potencia, en zonas donde existe mayor predominio de estas sobre los esquistos. Generalmente suelen ser de tonos grises claros y verdosos, aunque ocasionalmente

son negras y de granulometría variable. Se observan estructuras sedimentarias como granoclasificación, laminaciones paralelas, flute cast y cantos aislados (Fig. 5). Entre ambos, esquistos y grauvacas, se intercalan en la zona centro y este del área, niveles de conglomerados polimícticos y de mixtitas, en el sentido empleado por SHERMERHORN (1966-75) (Sedimento que incluye clastos heterométricos desparramados en una matriz abundante de naturaleza pelítico-arenosa).



FIG. 5

*Flute cast. Ribera de Serradilla*

En general, se trata de varios niveles de potencia variable, con aspecto caótico muchas veces, asociados a slumpings y otras estructuras sedimentarias como estratificaciones cruzadas y granoclasificaciones (Figs. 6, 7 y 8). Presentan cantos de cuarzo, feldespato y fragmentos de roca de naturaleza y granulometría muy diversa, unos de procedencia exterior a la cuenca (de formas irregulares), que derivarían de estratos anteriormente depositados en ella y que han sido removilizados.

Sobre este tramo inferior, se encuentra una formación caracterizada por un predominio de esquistos carbonosos entre los que se intercalan niveles microconglomeráticos y de grauvacas muy oscuras.

Los esquistos son bandeados, de color azul oscuro y negro, presentando a veces cristales de pirita y las grauvacas son también muy oscuras y presentan gran cantidad de fragmentos de roca volcánica de naturaleza básica y estructuras sedimentarias como laminaciones paralelas y estratificaciones cruzadas.

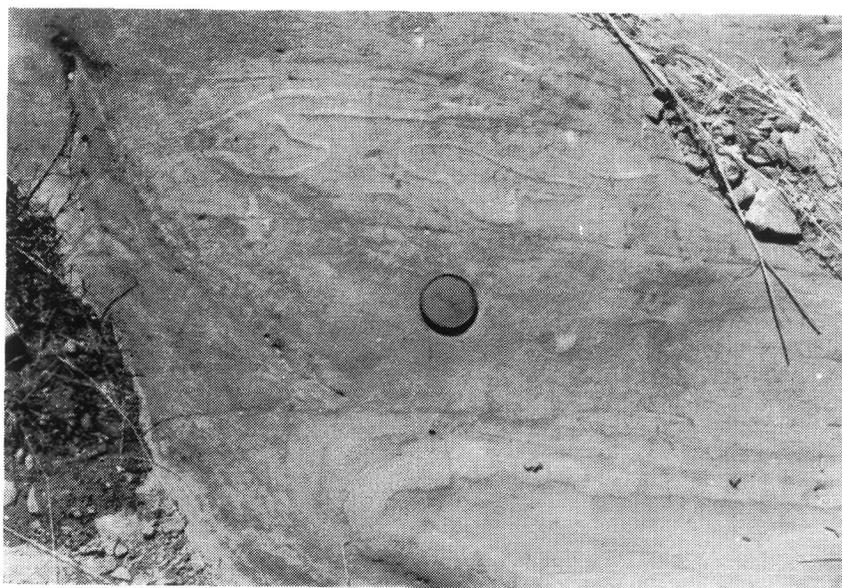


FIG. 6

*Slumpings asociados a los niveles de mixtitas y conglomerados.  
Ribera de Serradilla*

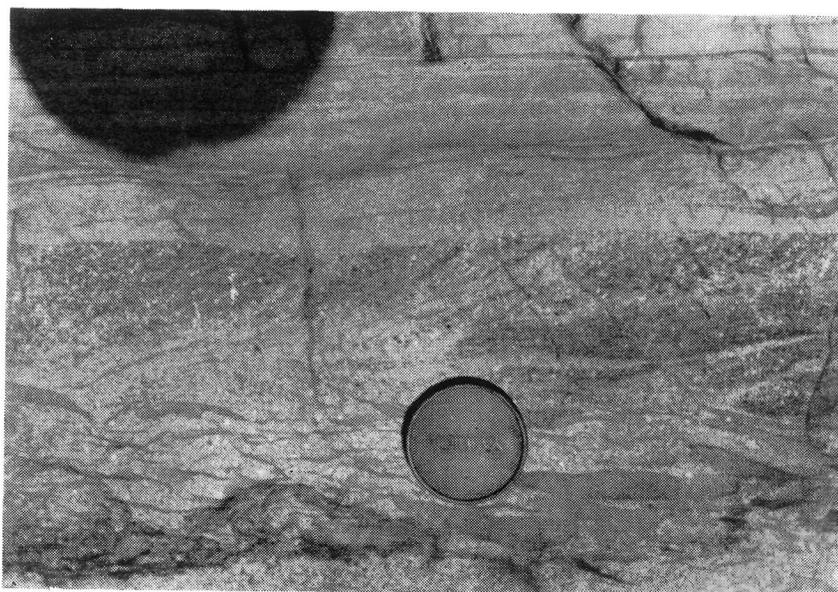


FIG. 7

*Mixtitas en la Ribera de Serradilla. Cantos procedentes del  
interior y del exterior de la cuenca. Estratificación cruzada.  
Notar el contacto neto de su límite superior*



FIG. 8

*Laminación paralela y granoselección en los conglomerados.  
Ribera de Serradilla*

Sobre estos materiales van apareciendo únicamente en la zona más occidental (cerca de Pastores), niveles microconglomeráticos y de grauvacas carbonatadas que pasan gradualmente a un nivel de calizas impuras con dolomita, ankerita y bastante aporte detrítico y volcánico.

Estas calizas, aparecen en niveles perfectamente estratificados entre otros colapsados y brechificados, que pasan a conglomerados con cantos de cuarzo y caliza y conglomerados silíceos lateral y verticalmente.

Presentan estructuras sedimentarias como slumping y estratificación cruzada.

Este nivel calcáreo, no aparece hacia el este (Serradilla del Arroyo y Monsagro), donde se encuentra un tramo de esquistos arcillosos grises claros en alternancia con areniscas, directamente sobre el tramo con predominio de pizarras negras.

Encima, en esta zona, se sitúa una serie de potencia variable que constituye la base de la Cuarcita Ordovícica. Está integrada principalmente por limolitas, arenas arcillosas, areniscas y conglomerados. Presenta una coloración característica rojiza y diversas estructuras sedimentarias: laminaciones paralelas, estratificaciones cruzadas, ripple marks y pistas de *Scolithus* (Fig. 9).

Sobre ellos, se sitúa la Cuarcita Ordovícica en bancos masivos de varios metros de potencia que hacia arriba se hacen más tableadas y alternan con esquistos. Se trata de una cuarcita de grano fino a medio, muy compacta, de



FIG. 9

*Ripple marks - Serie Intermedia (Serie Púrpura). Carretera de Ciudad Rodrigo a Monsagro*

color blanco y a veces rojizo por su contenido en óxidos de hierro. Presenta diversas estructuras sedimentarias: laminaciones paralelas, estratificaciones cruzadas, ripple marks y pistas de *Cruziana* y *Vexillum*.

## PETROGRAFIA

### COMPLEJO ESQUISTO-GRAUVÁQUICO

*Rocas pelíticas.* Las rocas pelíticas que se encuentran en la serie son de tres tipos: esquistos sericíticos, cuarzo-sericíticos y carbonosos.

Los primeros (Fig. 10) son de grano fino, presentan un bandeo claro y oscuro marcado por la existencia de niveles más ricos en cuarzo o en sericita y opacos. Son característicos los cristales idiomórficos de rutilo un poco alterado a leucoxeno. Estos esquistos, se encuentran en el tramo más inferior de la serie, al igual que los cuarzo-sericíticos (Fig. 11), que suelen ser de grano más grueso y con cantos subangulosos de cuarzo fundamentalmente, presentando laminaciones marcadas por la abundancia de micas.

Los esquistos carbonosos caracterizan el tramo intermedio de la serie; son de grano fino, de color negro y con gran abundancia de materia orgánica y óxidos de hierro. A veces, presentan un bandeo marcado por la alterancia de láminas pelíticas y cuarcíticas, coincidiendo las primeras con el predominio de opacos, minerales arcillosos y sericita.

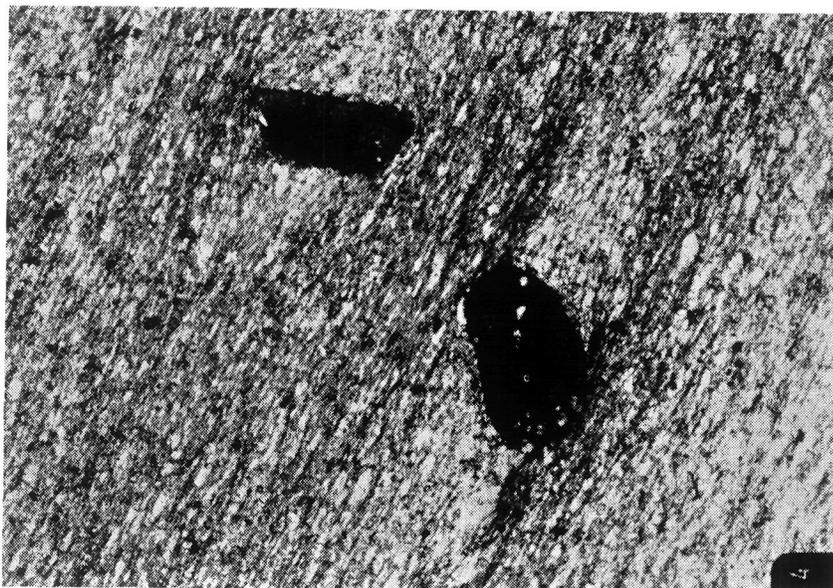


FIG. 10

*Esquisto sericítico. Rutilos sin  $S_1$ . LN -  $\times 2,5$ . Carretera de Ciudad Rodrigo a Zamorra*

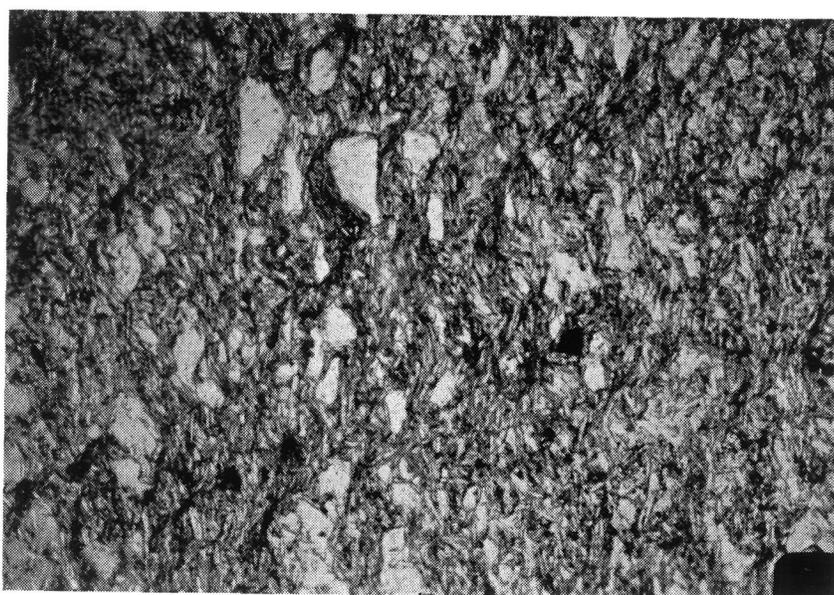


FIG. 11

*Esquisto cuarzo-sericítico. Crenulación débil, tardía y local. LN -  $\times 10$ . Ribera de Serradilla*

*Grauvacas y areniscas.* Se trata de rocas de grano fino a medio generalmente, que presentan una textura clástica de cantos heterométricos, angulosos y subangulosos, siendo el cuarzo y los fragmentos de roca los minerales esenciales. La clasificación utilizada para este tipo de rocas, es la propuesta por PETTIJOHN-POTTER-SIEVER (1972). Según ella, pueden clasificarse como grauvacas y areniscas líticas, quartzwackes y areniscas con bastante proporción de micas.

En el tramo más inferior, este tipo de rocas suele ser de color gris o verdoso y raramente negro; su composición mineralógica basada en análisis modal es la siguiente (Fig. 12):

	A	B	C	D	E	F	G
Q .....	50,8	52,6	52	68	78,5	55	54,4
Fd .....	2	—	2,5	0,2	—	2	3
F. R. ....	14	15	2,4	—	—	6,4	4
Matriz .....	17	11	9,3	30	—	7,6	23
Micas .....	13	15,6	32,4	—	18	25,7	9
Otros .....	3	5	1	1,4	3	3,3	6,7

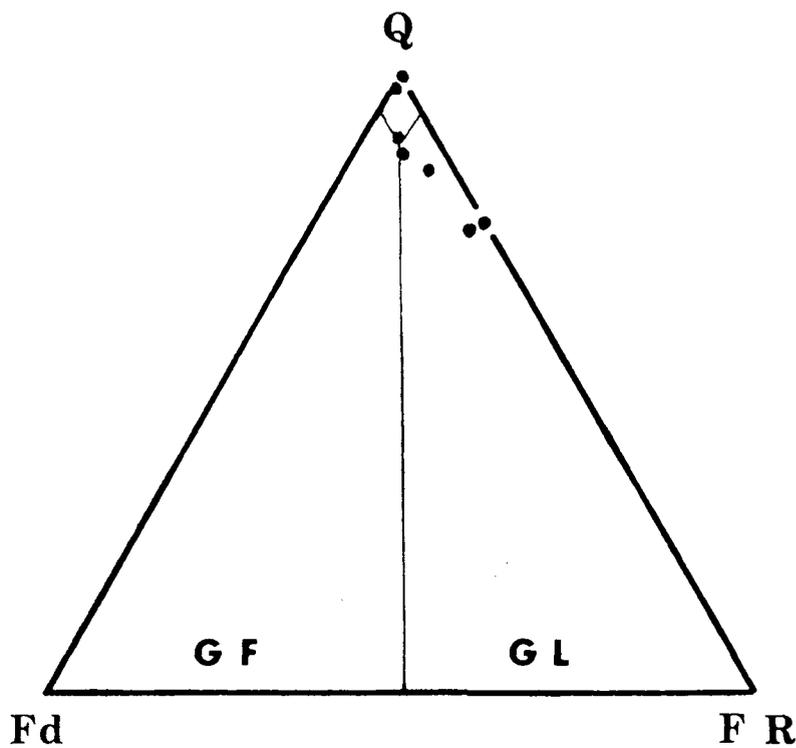


FIG. 12

*Clasificación de grauvacas según PETTIJOHN - POTTER & SIEVER (1972). Proyección en un plano medio con 15 % de matriz*

En el tramo medio de la serie, las grauvacas son de color negro, con cantos de cuarzo, fragmentos de roca y plagioclasas, envueltos en una matriz que se distingue mal de los propios cantos cuando la tectonización es más fuerte. Los fragmentos de roca más abundantes suelen ser volcánicos de tipo básico, en forma de vidrio unos y otros con textura fluidal semejantes a la matriz (Figs. 13 y 14). Un opaco muy abundante en algún tipo de

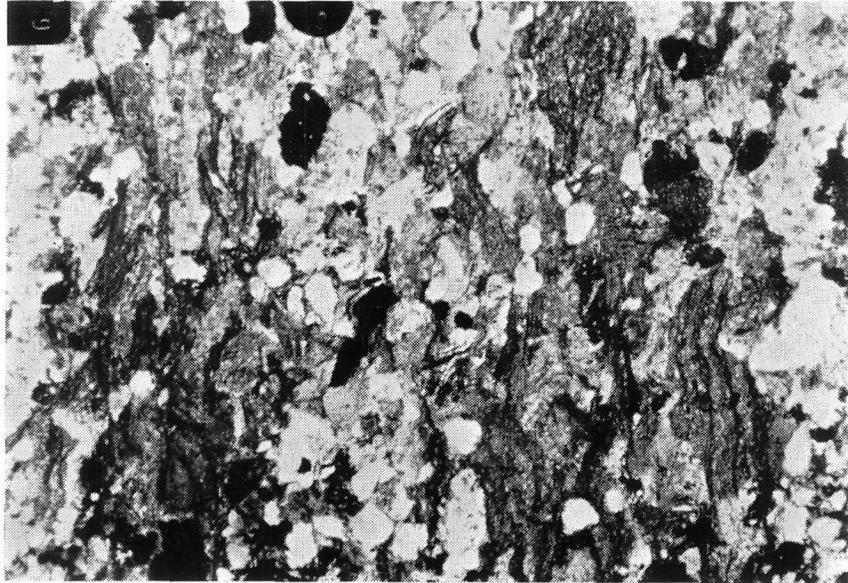


FIG. 13

*Grauvaca lítica. Bandeado definido por los fragmentos de roca efusiva básica con textura fluidal. W del Embalse del Río Agueda. LN -  $\times 2,5$*

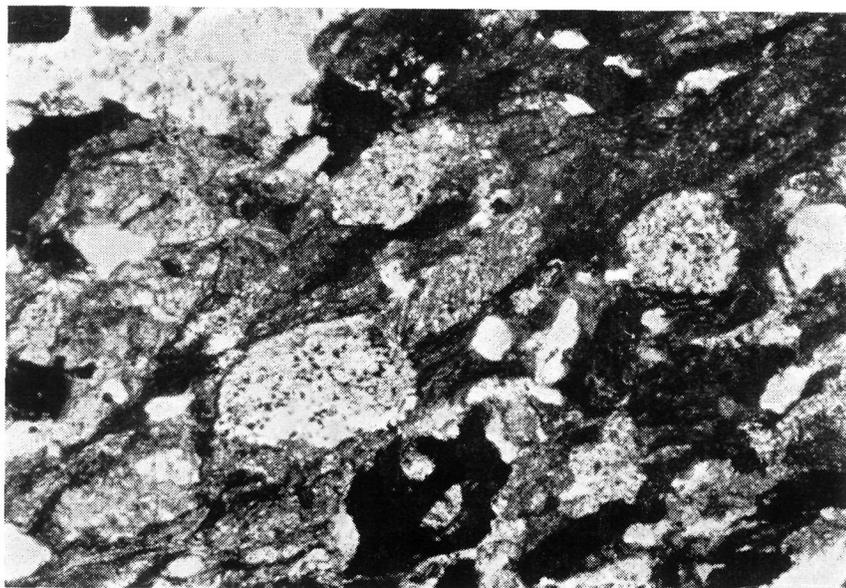


FIG. 14

*Detalle de la foto anterior. LP -  $\times 2,5$*

grauvacas es la pirita, con la que se asocian minerales como clinozoisita, esfena y calcita. Estas rocas suelen ser bastante ricas en cuarzo y en ellas se encuentran agrupaciones fibroso-radiadas de tremolita/actinolita (Fig. 15) asociados a epidota, clinozoisita, esfena, calcita y pirita. Son similares a las metagrauvascas con minerales calco-magnesianos descritos por C. TORRE DE ASSUNÇÃO (1969) para el complejo esquistograuvaquico de Tras-os-Montes.



FIG. 15

*Fascículo anfibólico. Grauvaca lítica. Cabezal Viejo. LN -  $\times 2,5$*

Las grauvascas carbonatadas que aparecen en el nivel calcáreo de la serie, son muy semejantes a veces a las típicas de «Facies Pepper» (CAROZZI, 1960). Presentan gran cantidad de fragmentos de roca de naturaleza efusiva básica, en forma de vidrio volcánico y de otros fragmentos con textura fluidal, en los que existe algo de vidrio más un agregado muy fino de cuarzo, biotita y sericita.

La calcita, dolomita o ankerita que rodea los cantos, es esparítica muy recristalizada, presentándose como cemento, como un fragmento más y a veces rellenando huecos.

*Conglomerados.* Son rocas que presentan una textura detrítica constituida por cantos subredondeados de cuarzo y fragmentos de roca englobados en una matriz de naturaleza diversa.

Los existentes en el tramo inferior de la serie, son conglomerados poli-mícticos (Fig. 16) y mixtitas; se trata de tipos muy variados, desde los constituidos exclusivamente por rocas pelíticas, en una matriz también pelítica,

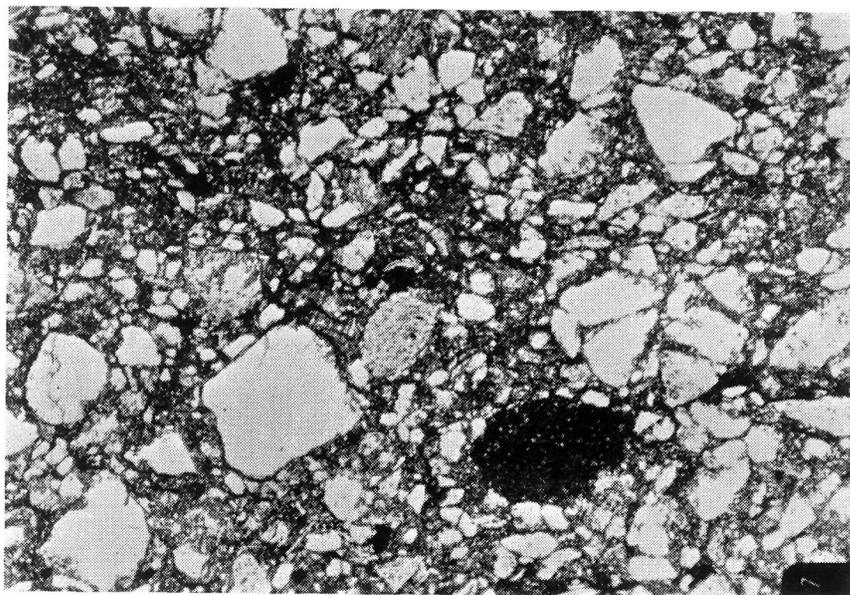


FIG. 16

*Conglomerado polimíctico. Ribera de Serradilla. LN -  $\times 2,5$*

hasta aquellos que presentan numerosos cantos de cuarzo y fragmentos de roca bastante isométricos, en una matriz pelítica o grauváquica que lateralmente va perdiendo los cantos hasta desaparecer éstos.

Existen también otros, que engloban cantos de grauvacas de gran tamaño (mayores de 15 cm. de diámetro, que serían verdaderos olistostromos) y en los que a su vez existen cantos pequeños (menores de 1 cm.), en una abundante matriz pelítica.

La presencia de feldespato potásico en algunos conglomerados es notable, presentándose en cantos y a veces en cristales idiomorfos de hasta 5 mm. de longitud, pudiéndose tratar de porfiroides.

Los conglomerados asociados al nivel calcáreo son polimícticos, formados por cantos heterométricos de cuarzo y fragmentos de roca cuarcítica, pelítica, efusiva básica y carbonatada, en una matriz cuarzo-pelítica y cemento carbonatado (Fig. 17). La forma de algunos fragmentos de roca es irregular y no parece detrítica, dando la sensación de haber fluido o de ser cantos blandos en el momento de su incorporación al sedimento.

En este tipo de conglomerados, la proporción de fragmentos de roca efusiva y de carbonatos varía mucho lateral y verticalmente pasando por todos los términos desde un conglomerado polimíctico con cantos de cuarzo, fragmentos de roca y cemento carbonatado, a un conglomerado silíceo constituido por cantos de cuarzo fragmentos de roca cuarcítica, con un cemento silíceo.

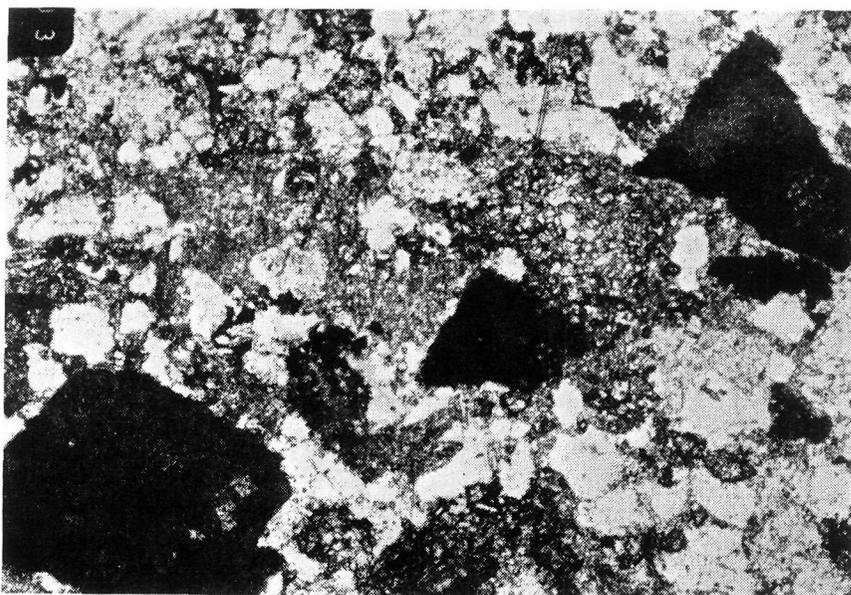


FIG. 17

*Conglomerado polimíctico carbonatado. Facies Pepper. Notar los fragmentos de vidrio volcánico de carácter básico. Cabezal Viejo. LN -  $\times 2,5$*

*Rocas carbonatadas.* Aparecen únicamente en la parte W del área estudiada y se trata de calizas arenosas bastante recrystalizadas y dolomitizadas en parte, que presentan una textura cristalina esparítica generalmente y están constituidas por calcita, ankerita y dolomita que engloban cantos aislados de cuarzo, plagioclasas y fragmentos de roca. La proporción de fragmentos de vidrio volcánico con textura fluidal es importante en algunas muestras, encontrándose íntimamente mezclados con calcita, pudiendo tratarse de una caliza de tipo peperítico (Fig. 18).

Hay que destacar también, la presencia de unas formas ovaladas y en anillos concéntricos a veces, constituidas por un opaco muy fino y sin estructura interna visible debido a la intensa recrystalización, que recuerdan posibles restos orgánicos, como: placas de equínidos, valgas de ostrácodos y secciones de serpúlidos (I. VALLADARES com. pers.) (Fig. 19).

#### MATERIALES ORDOVÍCICOS

*Rocas arcillosas.* En este grupo se encuadran diversos tipos de rocas de grano fino, de tonos rosados y blancos grisáceos, que apenas presentan esquistosidad y aparecen en la Serie Intermedia de base de la cuarcita. Su clasificación según PETTIJOHN (1963), varía entre arcillas limosas y arenas arcillosas.

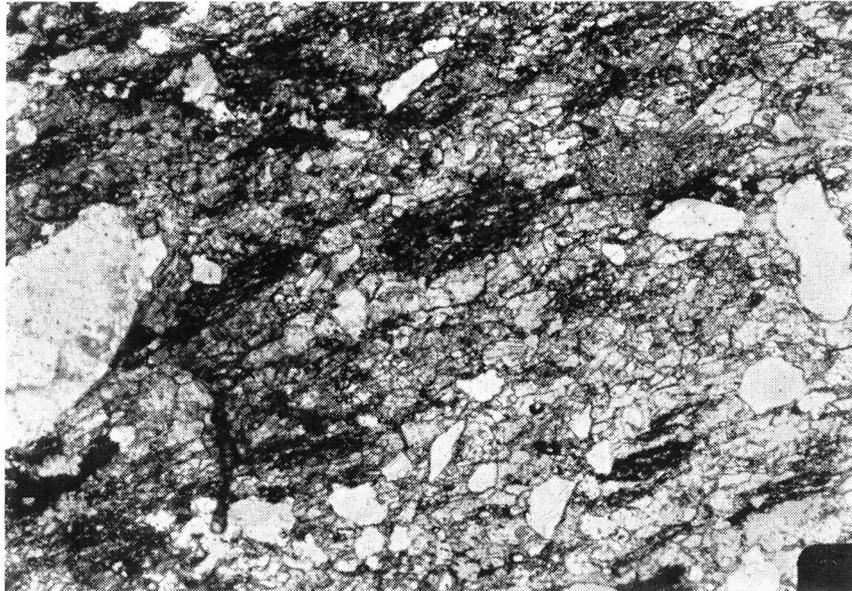


FIG. 18

*Caliza de tipo peperítico. Cabezal Viejo. LN - × 2,5*

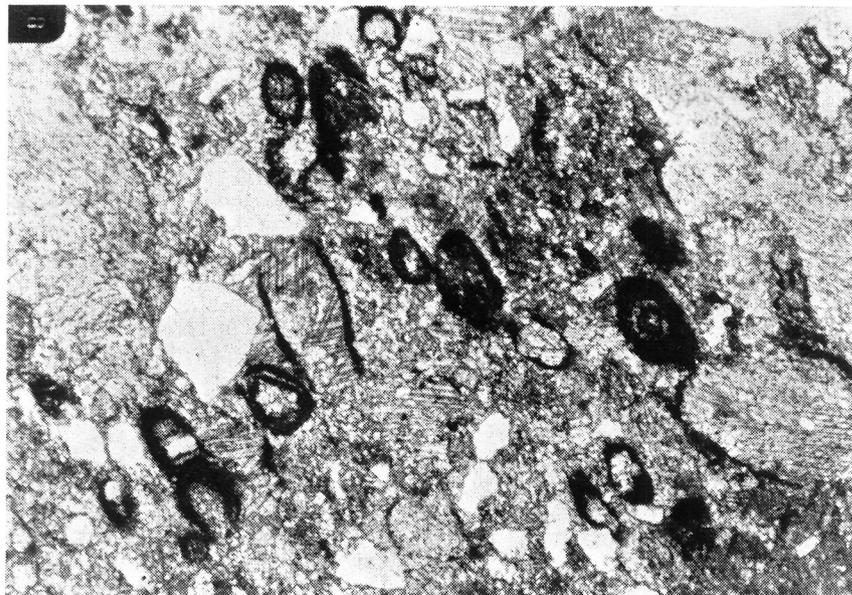


FIG. 19

*¿Caliza con estructuras orgánicas? Cabezal Viejo. LN - × 2,5*

*Areniscas.* Se trata de areniscas cloríticas y sercíticas que se presentan intercaladas con las rocas arcillosas en la Serie Intermedia. Están constituidas por cantos angulosos a subangulosos y heterométricos de cuarzo y fragmentos de roca cuarcítica en una matriz, poco abundante, cuarzo-sercítica.

*Conglomerados.* Aparecen en la Serie Intermedia en forma de lentejones de dimensiones muy variables y están constituidas por cantos de cuarzo y fragmentos de roca cuarcítica, subredondeados y heterométricos, en una matriz sericítico-cuarcítica (Fig. 20).

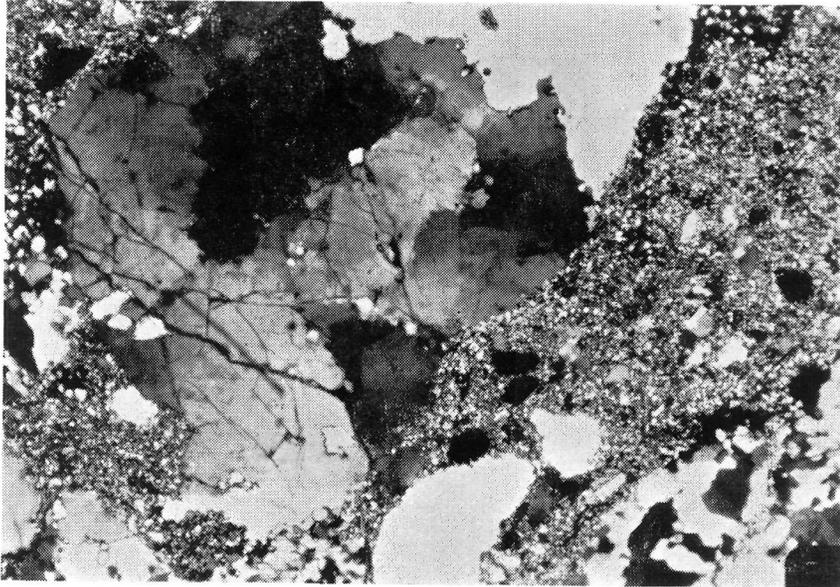


FIG. 20

*Conglomerado en la Serie Intermedia NW de Serradilla del Arroyo. LP -  $\times 2,5$*

*Cuarcita Armoricana.* Se trata de una roca bastante homogénea compuesta por granos de cuarzo fundamentalmente y con muy pocos minerales accesorios. Presenta a veces un cemento ferruginoso.

ESTRUC. SEDIMENTARIAS

TRAMOS - LITOLOGIA

		Inorgánicas	Orgánicas
<p><u>Cuarcita.</u> Bancos masivos de varios mts. de potencia que hacia arriba se hacen mas tableadas y alternan con esquistos.</p>		lam. paralela estr. cruzada ripple marks	cruzianas scolithus vexillum
<p><u>Serie intermedia.</u> Pot. variable; coloración rojiza. Equivalente a la Serie Púrpura de otros autores. Limolitas, arenas arcillosas, areniscas y conglomerados.</p>	R. arcillosas	lam. paralela estr. cruzada	-----
	Áreniscas	lam. paralela estr. cruzada	scolithus
	Conglomerados	-----	-----
<p><u>Tramo superior calcáreo.</u> Niveles microconglomeráticos y de grauvacas carbonatadas. Transición a calizas impuras: niveles estratificados entre otros colapsados y brechificados, que pasan a conglomerados lateral y verticalmente.</p>	R. carbonatadas	lam. paralela estr. cruzada colapsobrechas	formas ovaladas que recuerdan restos orgánicos
	Grauvacas	lam. paralela granoselección	-----
	Conglomerados	-----	-----
<p><u>Tramo medio.</u> Predominio de esquistos carbonosos con intercalaciones de niveles microconglomeráticos y de grauvacas muy oscuras.</p>	R. pelíticas	lam. paralela	-----
	Grauvacas	lam. paralela estr. cruzada	-----
<p><u>Tramo inferior.</u> Alternancia de esquistos grises bandeados y grauvacas en sentido amplio entre las que se intercalan en algunas zonas, niveles de conglomerados y mixtitas.</p>	R. pelíticas - esquistos sericíticos	lam. paralela estr. cruzada ripple marks wavy laminated bedding	-----
	R. pelíticas - esquistos cuarzo-sericíticos		-----
	Grauvacas y areniscas	granoselección lam. paralela cantos aislados flute cast	-----
	Conglomerados y mixtitas	granoselección estr. cruzada slumpings	-----

COMPLEJO ESQUISTO - GRAUVAQUICO

M I N E R A L O G I A

TEXTURA	Q	Fd	Plag.	F. R.	Carbonatos	Micas	Matriz	Cemento	Otros
granoblástica equigranular grano fino a medio	MA	---	----	ME	----	ME moscov.	ME serct-clorit.	ME ferrug.	apatito circón turmalina opacos
granular muy fina	A	---	----	----	----	MA serct mosc. E clorit biotit	MA m. arcill	---	A ox. Fe circón turmalina rutilo
granoblástica inequigran. o detrítica	A	---	----	E cuarcítica	----	ME moscov.	E cuarzo-serct.	ME ferrug.	circón turmalina rutilo opacos
clástica inequigran.	MA	---	----	A cuarcítica	----	ME moscov.	E cuarzo-serct. m. arcill.	---	circón turmalina apatito opacos
crystalina esparítica	A-E	ME	E	A volcánica cuarzo-sericítica	MA calcita dolomita ankerita	ME moscov. clorita	----	---	circón turmalina opacos
detrítica inequigran.	A	ME	ME (Ab)	MA volcánica cuarcítica pelítica carbonatos	calcita ankerita dolomita	ME moscov. clorita piotita	cuarzo-sericít.	carbo-natado a veces	circón opacos
clástica inequigran.	A MA	ME	ME	MA - E pelítica-efusiva	MA - E calcita dolomita ankerita	ME biotita moscov. clorita	cuarzo-pelítica	carbona-tado o silíceo	circón turmalina opacos
finamente bandeada	E	---	ME	----	----	A serct. moscov. E clorita biotita	----	---	MA m. arcillos. opacos rutilo ox. Fe
clástica inequigran. granoblást.	A	ME	E	A efusiva	ME calcita	E biotita clorita ME moscov.	E cuarzo-sericít.	---	A opacos zois./clin. actin./trem esfena turmalina circón
finamente bandeada	A-E	ME	E (Ab)	----	----	MA sericita clorita E moscov.	----	---	m. arcillos. opacos rutilo
clástica inequigran.	MA	E	E (Ab)	----	----	A serici. clorita E moscov.	----	---	turmalina circón esfena apatito
clástica inequigran.	MA	E	E (Ab)	A cuarcítica pelítica efusiva b.	----	A serici. cloria E biotita	sericít. clorítica	---	turmalina circón opacos
clástica inequigran.	MA A	A-E	E	A volcánica pelítica cuarcítica	ME calcita	A clorita E moscov.	MA-A cuarzo-sericít.-clorítica	---	turmalina epidota esfena circón, opac.

MA.—muy abundante. A.—abundante. ME.—muy escaso.

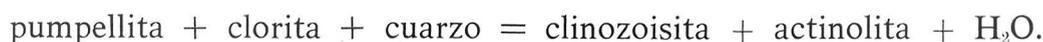
## METAMORFISMO

El área estudiada ha sido afectada por un metamorfismo regional de Bajo grado (WINKLER, 1974), con las siguientes paragénesis:

- en rocas pelíticas: cuarzo-sericita-clorita-albita.
- en grauvacas: actinolita / tremolita-zoisita / clinozoisita-esfena-albita-cuarzo-calcita.
- en rocas carbonatadas: cuarzo-dolomita-calcita.

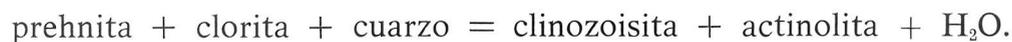
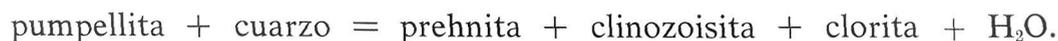
La actinolita/tremolita se presenta en agregados fibroso-radiados (Fig. 15), en grauvacas que probablemente tuviesen cantos derivados de rocas máficas y se encuentra asociada a clinozoisita/zoisita (WINKLER *op. cit.*). Según dicho autor, la aparición de clinozoisita/zoisita estable en rocas de composición apropiada, indica el comienzo de la Facies de los esquistos verdes o del metamorfismo de Bajo grado en el que es característica la asociación mineralógica: clorita + zoisita/clinozoisita + actinolita + cuarzo.

La formación de clinozoisita o zoisita, se efectuaría según NITSCH (1971), (in WINKLER *op. cit.*), por la reacción siguiente:



Teniendo lugar a  $345^\circ \pm 20^\circ\text{C}$  y a una presión de vapor de  $\text{H}_2\text{O}$  de  $2,5 \pm 1,0$  Kb.

Para presiones más bajas (1 Kb. y  $340^\circ \pm 20^\circ\text{C}$ ), deben producirse las siguientes reacciones que marcan el límite entre el metamorfismo de Muy bajo grado y el de Bajo grado (Facies de los esquistos verdes) (WINKLER, *op. cit.*).



En la presente zona, se constata la existencia de tremolita/actinolita asociada a clinozoisita/zoisita, ambas estables en grauvacas con fragmentos de roca derivados de rocas máficas, con lo cual podría deducirse de los datos expuestos, que el área habría estado sometida a unas temperaturas y presiones por encima de los  $345^\circ \pm 20^\circ\text{C}$  y  $2,5 \pm 1,0$  Kb de presión de vapor de agua, datos apuntados por NITSCH, para la aparición de estos minerales, ya que únicamente se conoce la presencia de los productos finales de la reacción, pero no hay evidencia clara de la existencia de pumpellita o prehnita, a partir de las cuales se formasen.

Por otro lado, la ausencia de minerales de neoformación característicos en las calizas que están situadas estratigráficamente encima de dichas grauv-

vacas, impiden precisar más sobre las condiciones existentes. Según WINKLER, las rocas calcáreas impuras (dolomítico-silíceas), no sufren modificaciones durante las condiciones de metamorfismo de Muy bajo grado; únicamente, en condiciones de Bajo grado, no bien definidas y generalmente no coincidentes con su inicio, comienzan a producirse algunas modificaciones. Según la curva de equilibrio de METZ (1970) y METZ & PUHAN (1970-71), (in WINKLER, 1974), puede deducirse que las condiciones a que estuvieron sometidas las rocas calcáreas fueron tales, que no se hizo posible la reacción de paso:



Ya que se observa la asociación: cuarzo-calcita-dolomita, no habiendo signos evidentes de la presencia de talco ni de otros minerales de neoformación.

La biotita, aparece únicamente en la zona W, en el embalse del río Agueda y en forma de cristales bastante pequeños sin orientar.

Otro mineral de neoformación presente en muchos esquistos es el rutilo, que aparece en cristales idiomorfos, un poco alterados a leucoxeno. De su posición con respecto a los cristales orientados de sericita, se deduce que es un mineral sinorogénico con la fase de deformación asociada a la esquistosidad de flujo existente. (A. SPRY, 1969) (Fig. 10).

#### CONCLUSIONES SOBRE LA SERIE

Desde el punto de vista de la sedimentación, puede decirse en general, que en el área estudiada se inició con una serie rítmica bastante potente de grauvacas y pizarras, entre las que se intercalan niveles conglomeráticos con abundante matriz. Por las características que presentan, alternancia de esquistos y grauvacas entre los que se pueden reconocer algunos intervalos típicos de la secuencia de BOUMA y las estructuras sedimentarias existentes: estratificaciones cruzadas, laminaciones paralelas, granoselección, flute-cast, ripple-marks y slumping podría tratarse de una serie turbidítica que presentaría sus facies más distales hacia el W (mayor predominio de esquistos y grauvacas) y hacia el centro y E, sus facies más proximales (mayor predominio de niveles conglomeráticos y mixtitas).

Esta serie turbidítica, comprendería los tramos inferior y medio de las series descritas, culminando con un episodio fundamentalmente pelítico (pizarras negras).

Posteriormente y sin interrupción visible, se produjo una sedimentación carbonatada somera (de plataforma o umbral), a juzgar por el aporte detrí-

tico que tiene, su asociación con conglomerados y las estructuras sedimentarias que presenta.

Esta zona, debió tener momentos de inestabilidad, y así lo indican los niveles de slumpings y colapsobrechas que se intercalan entre otros perfectamente estratificados; la presencia de un vulcanismo (existencia de vidrio volcánico y de fragmentos de roca volcánica en las calizas, conglomerados y grauvacas de la misma formación), explicarían la presencia de deslizamientos y colapsamientos en las capas, al provocar pequeñas oscilaciones en la pendiente del área.

Además, la existencia de caliza de tipo peperítico, sería el resultado de la intrusión subacuática de un magma básico a alta temperatura y muy fluido, en aguas someras y sedimentos sin consolidar o ligeramente consolidados (CAROZZY *op. cit.*). Esto, unido al aporte detrítico de cantos de cuarzo y materiales arcillosos fundamentalmente y a la existencia de conglomerados de cantos de cuarzo bastante redondeados y cemento silíceo ya en el techo de la formación, proporciona datos en favor de la deposición de las calizas en un medio somero.

Por otra parte, la posible presencia de organismos en las calizas que ha sido ya apuntada, abogaría igualmente en este sentido.

Sobre estos materiales (en la Serie de Monsagro-Serradilla del Arroyo, no se encuentran calizas), reposan sin discordancia visible en esta zona, los sedimentos pelítico-detríticos de tonos rosados y grises que caracterizan el comienzo de la transgresión Ordovícica. Encima de ellos, se sitúa la Cuarcita Armoricana.

#### CORRELACIÓN CON OTRAS ÁREAS

La serie de Pastores parece equivalente a la descrita para el Bodón y Fuenteguinaldo (L. C. GARCÍA DE FIGUEROLA, 1970), en las que existen igualmente calizas reposando sobre una serie de pizarras negras, que a su vez descansan sobre otra serie de pizarras listadas y grauvacas. En algunos puntos, existen dos niveles discontinuos de calizas y en otros, estos están sustituidos por conglomerados.

Asimismo, existe gran semejanza entre esta serie y las descritas para el Azud de Villagonzalo-Alba de Tormes y Aldeatejada (A. DÍEZ BALDA y cols., *in litt.*). En esta última, se encuentran dos niveles conglomeráticos dolomíticos y dolomías y en la primera, uno solamente. Ambos, se hallan sobre un tramo de pizarras negras y por debajo se encuentran esquistos y grauvacas, que en su parte inferior tienen un conglomerado con feldespatos, que ha sido correlacionado con el llamado «Porfiroide de Monterrubio». (Serie de Morille; E. MARTÍNEZ GARCÍA y J. NICOLAU, 1973).

El origen de los niveles conglomeráticos dolomíticos ha sido interpretado en dicha zona, como el resultado de el «deslizamiento subacuático de capas dolomíticas colapsadas, en un flujo denso pelítico-arenoso que englobaría materiales de niveles inferiores». En el área estudiada no existen datos que permitan llegar a tales conclusiones.

Por otra parte, hay que destacar la semejanza de la Serie de Pastores con las Series de Tránsito Precámbrico-Cámbrico en el anticlinal de Valdelacasa (F. MORENO, 1974-75-76). En esta zona, aparece un nivel carbonatado discontinuo dentro de la serie, que es interpretado como formado en un medio de aguas someras, en una zona de umbral, a partir del que pudieron derivarse algunos episodios de colapsamiento hacia zonas más profundas; ya que al parecer, se encuentran verdaderos olistostromos calcáreos (Olistostromo del Membrillar), entre capas de naturaleza diferente.

Finalmente, es de destacar el gran parecido entre estas series y las descritas por SCHERMERHORN (1974-75), para el Precámbrico superior y que tienen gran desarrollo mundial. Se trata, en general de sucesiones pelítico-arenosas, entre las que se intercalan niveles de mixtitas, que a su vez están frecuentemente asociadas a sucesiones carbonatadas. Dicho autor, se inclina con respecto al origen de estas formaciones, por un control tectónico de la sedimentación en zonas de cadenas móviles o en plataformas inestables.

En cuanto a los materiales situados inmediatamente debajo de la Cuarcita Ordovícica, pueden correlacionarse perfectamente con las llamadas «Capas intermedias» o «Serie Púrpura», de los Montes de Toledo, Alta Extremadura, Alcuía y Despeñaperros, recientemente datados como Ordovícico inferior, por medio de Icnofósiles (F. MORENO y cols., 1976).

## TECTONICA

Las estructuras observadas en la zona se relacionan con dos fases principales de deformación hercínica, existiendo además otras deformaciones tardías y locales del tipo de Kink-bands y crenulación.

La primera fase de deformación se manifiesta dando pliegues de gran radio con dirección NW-SE, perfectamente visibles en la Cuarcita Ordovícica, siendo los responsables de las estructuras cartografiadas. Se trata de pliegues de plano axial subvertical o ligeramente vergentes al NE, con ejes subhorizontales o buzando 30-40° (Sinclinal de Guadapero). Están asociados a una esquistosidad de plano axial, que es la regional y única existente, tanto en el Ordovícico como en el Complejo esquisto-grauváquico.

En el Complejo esquistograuváquico existen numerosos pliegues de primera fase decimétricos, métricos y decamétricos, con esquistosidad de plano axial asociada, que tiene una dirección predominante NW-SE, buzando hacia el SW unos 60-90°, aunque en algunas zonas la dirección es claramente N-S y NNE y en otras, el buzamiento de la esquistosidad es hacia el E.



FIG. 21

*Pliegues de Fase I. Presa del Embalse del río Agueda*



FIG. 22

*Pliegue de Fase I. Ribera de Serradilla*

Los ejes de los pliegues, llevan una dirección general NW-SE y a veces N-S; su inclinación, varía desde subhorizontales (pliegues en las calizas de Pastores), hasta subverticales, buzando 60-80° (pliegues en la presa del Embalse del río Agueda) (Figs. 21 y 22).

La lineación de intersección entre la estratificación y la esquistosidad  $L_1$ , buza en la cuarcita unos 35-45°, mientras que en el Complejo esquistograuváquico varía desde subhorizontal hasta 80°, lo cual representa un dato a favor de la existencia de alguna fase de plegamiento anteordovícico, sin esquistosidad. (Varias veces citada en Portugal: C. TEIXEIRA, 1955; J. AVILA MARTINS, 1962; OEN-ING-SOEN, 1970).

Además, desdoblado en proyección estereográfica el efecto muy suave producido por la segunda fase de deformación en esta zona, puede apreciarse que las lineaciones  $L_1$ , tienen direcciones diferentes, lo cual sugiere que cuando actuó esta primera fase, las capas se encontraban de alguna forma ya inclinadas. Por otra parte, la evidencia de un plegamiento anteordovícico se ha confirmado al encontrar un pliegue de fase I con esquistosidad de plano axial asociada, que repliega a otro anterior en la presa del Embalse del río Agueda y en otro lugar, cerca de Zamorra, un pliegue anterior atravesado oblicuamente por la esquistosidad regional  $S_1$ .

Se desconoce por el momento la traza axial de estos pliegues; únicamente puede afirmarse que no existe esquistosidad asociada a estos pliegues y que deben tener tal geometría, que permitió en algunos lugares la deposición de los materiales superiores, sin apreciarse discordancia importante, como es el caso de Monsagro, mientras que en otros, la discordancia angular entre el Complejo esquistograuváquico y el Ordovícico es muy notable.

La segunda fase de deformación, da lugar a suaves flexiones de los pliegues y de la esquistosidad de fase I, según un plano axial cuya dirección es aproximadamente N 40°E. En el Ordovícico, se presenta con pliegues muy suaves, cuyos ejes bastante verticales, buzan en sentidos opuestos en los flancos de la gran sinforma y llegan a invertir los estratos en algún punto. Se trata de una interferencia de plegamientos del tipo 2 de RAMSAY (1967).

En el Complejo esquistograuváquico se aprecia esta segunda fase por el plegamiento de la  $S_1$  (Fig. 23) y la existencia de algunos pliegues mesoscópicos, que doblan la esquistosidad regional. Además, esta fase debe de ser la responsable del cambio de dirección de los pliegues de fase I, así como de la verticalización de sus ejes.

Asociados quizás, a estos pliegues se encuentran una serie de fallas con componente vertical y de desgarre, de dirección NE-SW y otras, tal vez conjugadas con dirección NW-SE.

Finalmente, hay que citar otras estructuras más tardías y locales, como son la existencia de una crenulación muy débil, de dirección E-W (Fig. 12)

y de unos Kink-bands subhorizontales o buzando ligeramente al S, producidos probablemente en fases distensivas.

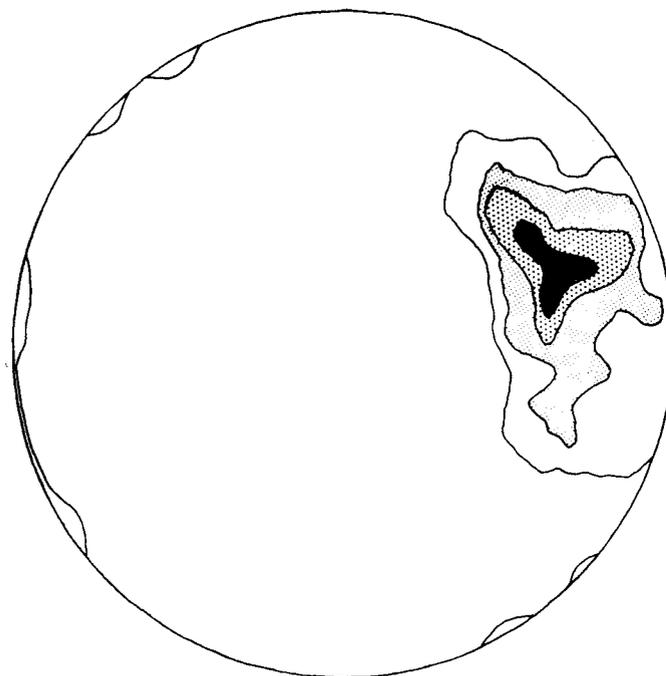


FIG. 23

*Polos de Esquistosidad  $S_1$  en todo el área. Contornos: 3-7-10-13 % para el 1 % del área total*

#### RELACIÓN DEFORMACIÓN-METAMORFISMO

El metamorfismo regional de Bajo grado existente en el área, se manifiesta principalmente por la orientación de la sericita y clorita según los planos de esquistosidad  $S_1$ , existiendo además, neoformación de minerales como: rutilo, biotita, clorita, actinolita/tremolita, clinozoisita, y esfena.

Esta blastesis mineral, comienza con la fase I y está marcada por los rutilos, alcanzando su mayor desarrollo después de la fase I, ya que el resto de los minerales metamórficos no presentan orientación alguna.

La crenulación tardía y local de dirección E-W, desarrolla sobre los rutilos sombras de presión.

#### CONCLUSIONES

Los materiales del Complejo esquisto-grauváquico están representados por una sucesión de tipo turbidítico, entre los que se intercalan niveles de conglomerados y mixtitas. Sobre ella, se sitúa localmente un tramo calcáreo

poco potente y encima se encuentran, sin discordancia apreciable, los materiales correspondientes a la Serie Púrpura (arenas arcillosas, limolitas, areniscas y conglomerados) y la cuarcita Ordovícica.

El estudio tectónico, manifiesta la existencia de una fase de deformación hercínica, que afecta a los materiales del Complejo esquisto-grauváquico y a los Ordovícicos. Esta fase, se presenta con pliegues de plano axial subvertical de dirección NW-SE; está asociada a una esquistosidad de flujo y es la responsable de las estructuras cartografiadas.

Una segunda fase de deformación de dirección NE-SW, provoca suaves flexiones en los pliegues y esquistosidad anteriores.

La zona, está afectada por un metamorfismo regional de Bajo grado.

#### BIBLIOGRAFIA

- AVILA MARTINS, J. (1962): *Contribuição para o conhecimento geológico da região do Caramulo*. Rev. Fac. Cien. Lisboa, 2.<sup>a</sup> serie C, 9 (2); 123-228.
- CAROZZI, A. V. (1960): *Microscopic Sedimentary Petrography*. John Wiley & sons, Inc. Publishers.
- DÍEZ BALDA, M. A.; MARTÍNEZ CATALÁN, J. R.; GONZÁLEZ LODEIRO, F. e IGLESIAS PONCE DE LEÓN, M. (in litt): *La deformación en los materiales Paleozoicos y Precámbricos al S. de Salamanca*.
- GARCÍA DE FIGUEROLA, L. C. (1970): *La existencia de pliegues en el Complejo esquisto-grauváquico de la provincia de Salamanca*. Act. Geol. Hisp., 5 (4); 105-108.
- GARCÍA DE FIGUEROLA, L. C. y UGIDOS MEANA, J. M. (1971): *Rasgos geológicos de la región entre el sinclinal Sequeros-Ahigal de los Aceiteros y Cañaveral (provincias de Salamanca y Cáceres)*. I Congr. Hisp. Luso-Amer. Geol. Econ.; 197-212.
- MARTÍNEZ GARCÍA, E. y NICOLAU, J. (1973): *Los terrenos infraordovícicos de la anti-forma de Martinamor (Salamanca)*. B.G.M., 84 (6); 407-418.
- MINGARRO MARTÍN, F.; MINGARRO MARTÍN, E. y LÓPEZ DE AZCONA, M. C. (1971): *Mapa geológico de España 1:50.000. Serradilla del Arroyo. Hoja núm. 526*. I.G.M.E.
- MORENO, F. (1974): *Las formaciones infraordovícicas del anticlinal de Valdelacasa*. B.G.M., 85 (4); 396-400.
- (1975): *Olistostromos, Fangoconglomerados y Slump folds. Distribución de facies en las series de tránsito Precámbrico-Cámbrico en el anticlinal de Valdelacasa (provincias de Toledo, Cáceres y Ciudad Real)*. Est. Geol., 31; 249-260.
- (in litt.): *Tectónica y sedimentación de las Series de Tránsito (Precámbrico terminal) entre el anticlinal de Valdelacasa y el Valle de Alcudia. Ausencia de Cámbrico*.
- MORENO, F.; VEGAS, R. y MARCOS, A. (1976): *Sobre la edad de las series Ordovícicas y Cámbricas relacionadas con la discordancia Sárdica en el anticlinal de Valdelacasa (Montes de Toledo, España)*. Brev. Geol. Ast., 20 (1); 8-16; Oviedo.
- OEN-ING-SOEN (1970): *Granite intrusion folding and metamorphism in central northern Portugal*. B.G.M., 81 (2-3); 198-271.

- PETTIJOHN, F. J. (1963): *Rocas Sedimentarias*. E.U.D.E.B.A.
- PETTIJOHN, F. J.; POTTER, P. E. & SIEVER, R. (1972): *Sand and Sandstones*. Springer Verlag.
- RAMSAY, J. G. (1967): *Folding and fracturing of rocks*. McGraw-Hill Book Co.
- RÖLZ, P. (1972): *Beiträge zum Aufbau des junpräkambrischen und altpaläozoischen Grundebirges in den Provinzen Salamanca und Cáceres (Sierra de Tamames, Sierra de Francia und östliche Sierra de Gata)*. Spanien. (Auszug), Tech. Univ. München.
- RODRÍGUEZ ALONSO, M. D. (1976): *Estudio geológico de los materiales Ordovícicos de la zona SE. de Ciudad Rodrigo (Salamanca, España)*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Salamanca.
- SCHMIDT THOME, P. (1950): *Basamento Paleozoico y cobertura moderna en la parte W de España Central (Provincias de Salamanca y Cáceres)*. Publ. Extr. Geol. España, 5; 93-146.
- SCHERMERHORN, L. J. G. (1966): *Terminology of mixed coarse-fine sediments*. Jour. Sed. Pet. Sept. 1966; 832-835.
- (1974): *Late Precambrian mixtites; Glacial and or non glacial?* Am. Jour. Sc., 274; 673-835.
- (1975): *Tectonic framework of Late Precambrian supposed glacials. Ice ages: Ancient and Modern*. Ed. by Wright, A. E. and Moseley, F.; 241-274.
- SPRY, A. (1969): *Metamorphic Textures*. Pergamon Press.
- TEIXEIRA, C. (1955): *O Complexo xisto-grauvaquico ante-ordoviciano. Notas sobre geologia de Portugal*. Lisboa.
- TORRE DE ASSUNÇÃO, C. (1969): *Sur la petrographie du complexe des schistes et grau-vackes ante-ordovicien. (Tras-os-Montes)*. Com. Serv. Geol. Portugal. LII, Lisboa.
- WINKLER, M. G. F. (1974): *Petrogenesis of metamorphic rocks*. Springer-Verlag.

(Recibido el 4 - III - 77)