



# IGME

782

16-31

## MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

### VALDEMANCO DE ESTERAS

731 ZORITA 13-29	732 MUSAMBIO 14-29	733 CASI BLANCO 15-29	734 VILABRADA LOS MONTES 16-29	735 PANTAMAREJO 17-29	736 MALDON 18-29	737 LA PERRERA EL OSO GUÍOS 19-29
754 MACRIGALÉS 13-30	755 MAHOUJAR DE PELA 14-30	756 HERNIERA DEL HOYO 15-30	757 PUEBLA DE CONTRAHIERRO 16-30	758 CÁSAS DEL RÍO 17-30	759 PEÑARIBERA 18-30	760 DAMÉS 19-30
779 VILLANUEVA DE LA SERENA 13-31	780 PUEBLA DE ALCOEDER 14-31	781 GRUVELA 15-31		782 REBOLCUP 17-31	784 OKONDO REY 18-31	785 ALMAGRO 19-31
805 CASTELLERA 13-32	806 CABEZA DE BUEY 14-32	807 CHILÓN 15-32	808 NUMOCÉN 16-32	809 TREPADERA 17-32	810 COTILLANO 18-32	811 MOHÍN 19-32
831 PALMARIA DE LA SERENA 13-33	832 MONTERREJO DE LA SERENA 14-33	833 MINCOLA DEL DUQUE 15-33	834 SAN BENITO 16-33	835 BRAZOTORAS 17-33	836 MESTANZA 18-33	837 VISO DEL MARQUES 19-33

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

**MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA  
E. 1:50.000**

**VALDEMANCO  
DE ESTERAS**

SERVICIO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

La Hoja de Valdemanco del Esteras ha sido realizada como consecuencia del convenio existente a tal efecto, entre el Instituto Geológico y Minero de España y Minas de Almadén y Arrayanes, S. A.

En la ejecución de la Hoja ha intervenido el siguiente equipo de trabajo:

#### *Cartografía Geológica*

José Miguel Molina Cámara.  
Jaume Verges Masip.  
Albert Martínez Rius.  
Asunción Vidal Funes.  
Jesús Fernández Carrasco.

#### *Memoria*

José M.<sup>a</sup> Molina Cámara.  
Jesús Fernández Carrasco.

#### *Petrología*

Jesús Fernández Carrasco.

#### *Paleontología*

Miguel A. Arbizu Senosiaín y Jenaro L.  
García-Alcalde Fernández (Dpto. de Paleontología, Universidad de Oviedo).  
Eladio Liñán Guijarro (Dpto. de Paleontología, Universidad de Zaragoza).

También se ha contado con la colaboración del ingeniero de Minas don José M.<sup>a</sup> Zapardiel para la confección de esta Hoja.

## **INDICE**

	<u>Páginas</u>
<b>0. INTRODUCCION .....</b>	<b>5</b>
<b>1. ESTRATIGRAFIA .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1. PRECAMBRICO .....</b>	<b>7</b>
<b>1.1.1. Facies canalizadas .....</b>	7
<b>1.1.2. Facies turbidíticas .....</b>	8
<b>1.1.3. Facies «desorganizadas» .....</b>	10
<b>1.2. ORDOVICICO .....</b>	<b>11</b>
<b>1.2.1. Sucesión de los Pilones-Tremadoc-Arenigense .....</b>	11
<b>1.2.2. «Cuarcita Armoricana». Arenigense .....</b>	12
<b>1.2.3. «Alternancia Pochico». Arenigense .....</b>	13
<b>1.2.4. «Pizarras de Calymene». Llanvirniense-Llandeiloiense .....</b>	14
<b>1.2.4.1. Pizarras de Calymene inferiores .....</b>	15
<b>1.2.4.2. Alternancia inferior .....</b>	15
<b>1.2.4.3. Pizarras de Calymene superiores .....</b>	15
<b>1.2.5. «Cuarcita de Canteras». Llandeiloiense .....</b>	16
<b>1.2.6. «Alternancia Superior». Caradociense .....</b>	17
<b>1.2.7. «Caliza Urbana». Ashgillienense inferior .....</b>	18
<b>1.2.8. «Pizarras Muro». Ashgillienense .....</b>	18
<b>1.3. SILURICO .....</b>	<b>18</b>
<b>1.3.1. «Cuarcita del Criadero». Llandoveryense inferior .....</b>	18
<b>1.3.2. Llandoveryense Medio-Gediniense .....</b>	19

Páginas

1.4. DEVONICO .....	21
1.4.1. Siegeniense .....	21
1.5. DEPOSITOS GLACIARES .....	22
1.6. CONGLOMERADOS DE CANTOS CUARCITICOS Y MATRIZ ARCILLOSA (RAÑAS) .....	22
1.7. CUATERNARIO .....	23
1.7.1. Derrubios de rañas. Rañas semidesmanteladas .....	23
1.7.2. Coluviones. (Derrubios de cuarcitas.) .....	23
1.7.3. Aluviones .....	23
2. TECTONICA .....	24
3. GEOMORFOLOGIA .....	34
4. PETROLOGIA .....	35
4.1. GRANODIORITAS .....	35
4.2. COMPLEJO SUBVOLCANICO ACIDO DE LAS INMEDIACIONES DE «EL CORRAL DE SANCHO» .....	36
4.2.1. Facies porfídicas desorientadas .....	36
4.2.2. Facies fluidales .....	36
4.3. VOLCANISMO BASICO SINSEDIMENTARIO .....	40
4.4. PORFIDOS SUBVOLCANICOS .....	41
4.5. FILONES DE CUARZO .....	42
5. HISTORIA GEOLOGICA .....	42
6. GEOLOGIA ECONOMICA .....	44
6.1. MINERIA Y CANTERAS .....	44
6.2. HIDROGEOLOGIA .....	45
7. BIBLIOGRAFIA .....	45

## **0. INTRODUCCION**

La Hoja de Valdemanco del Esteras se encuentra en el extremo oeste de la provincia de Ciudad Real, en su límite con la de Badajoz, en los últimos relieves cuarcíticos, que dan paso al NE a las llanuras de La Mancha y a los Montes de Toledo al N.

Pertenece a la cuenta del Guadiana, que separa los Montes de Toledo de Sierra Morena. El Esteras, afluente del Zújar, es el principal río que atraviesa la zona.

Los dos únicos pueblos existentes en la Hoja son: Valdemanco del Esteras y Saceruela.

Geológicamente, la Hoja de Valdemanco está situada en la zona Centro-Ibérica del Macizo Ibérico.

Afloran materiales pelítico-grauváquicos de edad precámbrica, cubiertos discordantemente por una serie, fundamentalmente, detrítica, de edad ordovícico-devónica, en la que resaltan, por lo general, cuatro niveles cuarcíticos, de edades Tremadoc-Arenig, Caradoc, Llandovery y Siegiense; entre los cuales aparecen intercalados niveles pelíticos y pelítico-arenosos, con frecuentes intercalaciones de rocas volcánicas básicas y algún nivel calizo-dolomítico.

Todos estos materiales se encuentran plegados y fracturados, sin metamorfismo, o en un estadio muy bajo de metamorfismo regional.

Con mucha frecuencia, las formaciones precámbricas y paleozoicas aparecen recubiertas por sedimentos pliocenos y cuaternarios, de bastante potencia en ocasiones, que dificultan la observación de los materiales paleozoicos, así como la interpretación de las estructuras hercínicas.

El relieve actual es de tipo apalachiense, resultado de la actuación de varios ciclos de erosión sucesivos. Se distinguen, pues, varias superficies de erosión en los que se ha encajado la red hidrográfica actual, y sobre ellos destacan los relieves de la cuarcita, especialmente los de la «cuarcita Armicana», que da las mayores cotas (885 m., Sierra de los Duranes).

A pesar de limitar con la Hoja de Almadén, de enorme interés minero, la información geológica sobre la hoja de Valdemanco es bastante escasa.

Entre los primeros trabajos de geología regional y paleontología que cubren aspectos de esta zona o de zonas muy próximas, cabe destacar los de DE PRADO (1855), que fue el primero que estableció, a grandes rasgos, la estratigrafía del Paleozoico de la región, dando, además, una cartografía rudimentaria; CORTAZAR (1879) hace una descripción muy somera de la geología de la provincia de Ciudad Real; HERNANDEZ SANPELAYO (1926) estudió las faunas ordovícicas y silúricas en la zona de Almadén y CIRY (1936), interpretó correctamente, en líneas generales, la estructura de la región de Almadén.

Posteriormente, cabe citar los trabajos de ALMELA, ALVARADO, FELGUEROSO y QUINTERO (1962), que realizan el estudio geológico de la región de Almadén, acompañado de una cartografía a escala 1:50.000 de la concesión minera, que cubre una buena parte de la hoja de Valdemanco.

SAUPE (1973) estudia la geología del yacimiento de mercurio de Almadén, ahondando en algunos aspectos interesantes de la petrología y geología minera de la concesión.

Otros trabajos más recientes, de carácter regional en áreas próximas, son los de BOUYX (1970), que estudia las formaciones anteordovícicas de la Meseta meridional, comprendido el anticlinal del Esteras, y TAIN (1972), sobre el Ordovícico y Silúrico de Sierra Morena oriental; también se pueden citar los trabajos de MORENO (1977) en los Montes de Toledo, los de CAPOTE, Y OTROS (1977); HERRANZ, y otros (1977), y la tesis doctoral de ROIZ (1980) sobre el Precámbrico de buena parte de la provincia de Ciudad Real.

Para la relación de la Hoja de Valdemanco se ha contado con la cartografía inédita, realizada por C. G. S. para Minas de Almadén, de las siguientes zonas: Gargantiel Norte (COULLAUT, VILLOTA, AGUILAR, 1975, escala 1:10.000), Arroyo del Mimbre (COULLAUT, VILLOTA, AGUILAR RABIANO, 1977, escala 1:10.000); Precámbrico del Esteras (MARTINEZ, VERGES y VIDAL, 1981).

## 1. ESTRATIGRAFIA

En la Hoja de Valdemanco afloran materiales pertenecientes al Precámbrico, Paleozoico, Plioceno y Cuaternario. Existen, además, interes-tratificadas en algunas ocasiones rocas piroclásticas y diabásicas..

Los materiales atribuidos al Precámbrico afloran en el núcleo de una estructura anticlinal en el centro de la Hoja y en el extremo SE, en forma de domos. Están constituidos por un potente conjunto pelítico-grauváquico, sobre el que descansa discordantemente un Paleozoico, que comprende desde el Arenig Inferior-Tremadoc Superior al Devónico Inferior.

Los materiales paleozoicos presentan facies de plataforma poco profunda, y una potencia que alcanza los 4.000 m. La serie comienza con una potente sucesión detritica de tipo rítmico, a la que le sigue una potente formación cuarcítica, y continua, con una sucesión detritica de pizarras, alternancias de areniscas y pizarras, cuarcitas y algunos delgados lentejones de calizas y dolomías. Además de la «Cuarcita Armoricana» existen tres corridas cuarcíticas características, de gran continuidad lateral: «Cuarcita de Cantera» (Llandeiloense), «Cuarcita del Criadero» (Llandoveriense) y «Cuarcita Siegeniense».

Un importante volcanismo básico interestratificado se manifestó en la zona desde el Llandeiloense hasta el Deónico Inferior, presentando su mayor intensidad durante el Silúrico.

Las rañas pliocenas se disponen subhorizontalmente discordantes sobre las formaciones prehercínicas en amplios sectores de la Hoja. Existen, además, sedimentos cuaternarios (aluviones y coluviones) de potencia muy variable, que ocultan los materiales más antiguos.

## 1.1. PRECAMBRICO

Afloran materiales atribuibles al Vendiente en gran parte de la Hoja, principalmente en el anticlinal del Esteras, al norte del sincinal de Valdemanco y en el núcleo de estructuras domicas, al sureste de la Hoja, en la zona de Navalmedio-Los Valles.

Se han diferenciado tres facies: canalizadas, turbidíticas y «desorganizadas», las dos primeras afloran en el anticlinal del Esteras y la tercera en la zona de Navalmedio-Los Valles.

### 1.1.1. Facies canalizadas (7, 8, 9, 10 y 11)

Se trata de una sucesión detritica de ciclos negativos. El modelo teórico de estos ciclos estaría representado por una secuencia de limolitas con bandeados de niveles arenosos finos, que pueden llegar a formar laminación *linsen*.

Sobre estas limolitas (pizarras bandeadas) aparecen capas decimétricas a métricas de areniscas con estratificación cruzada planar; sobre éstas, si el ciclo no se interrumpe, pueden aparecer niveles de alta energía con canales de conglomerados y canales de areniscas groseras con ripples lingüoides en el techo. A la base de estos niveles de alta energía aparecen paraconglomerados (Fig. 1).

Al microscopio, las pizarras bandeadas se presentan como rítmicas con granuloselección, con grano de un tamaño de 300  $\mu$  a la base para

pasar a fracción limo al techo. Contienen cuarzo en un 35-40 por 100, feldespatos en un 20 por 100 y micas hasta en un 25 por 100. Los opacos pueden alcanzar el 5 por 100. La matriz es limolítico-arcillosa recristalizada.

Los niveles groseros intercalados son litarenitas inmaduras (FOLK) o grauvacas (PETTIJOHN) con cuarzo en un 50 por 100, fragmentos de rocas en un 20 por 100, fragmentos de pizarras en un 10 por 100 y matriz de sericitas + clorita en un 20 por 100.

Las areniscas que forman la parte superior de los ciclos tienen un tamaño de grano mayor que el de los materiales bandeados (0,2 mm.). La composición es de cuarzo en un 55-65 por 100, feldespatos (fundamentalmente potásico) muy alterados, entre un 15 y un 30 por 100. La matriz suele ser diagenética por alteración de feldespatos. Las micas pueden llegar al 5 por 100 del total. El tamaño medio de grano es del orden de 200  $\mu$ .

Los paraconglomerados contienen cantos de cuarcita y cuarzos de origen ígneo, redondeados, flotando en una matriz limolítico-arenítica. Los conglomerados (8, 9, 10) están formados por cantos cuarcíticos, y cuarzos de origen ígneo, de unos 2 cm: de diámetro máximo. Puede haber también cantos de pelitas. Los cantos cuarcíticos suelen estar bien redondeados. Los cantos mayores ( $\approx$  1 cm.) flotan, frecuentemente, en una matriz de tamaño de grano de arena gruesa, de composición cuarcítica. El porcentaje de cuarzo total está comprendido entre un 75 y un 98 por 100. Como mineral de neoformación, debido a metamorfismo regional de grado muy bajo, aparece la clorita.

Al norte de la parte central del afloramiento precámbrico del Esteras aparecen unos niveles carbonatados (11), que se sitúan por encima de los materiales de la facies canalizada. Se trata de afloramientos aislados difíciles de situar estratigráficamente. El mayor de los afloramientos se encuentra en el paraje llamado de «Las Escaleras». El total de potencia que aparece es de unos 15 m., en bancos decimétricos a métricos, con contactos ondulados e inyección de material pelítico en las fisuras.

Se trata de dolomías recristalizadas, con un 70 por 100 de  $(CO_3)_2Ca$ , Mg, con óxidos de hierro como accesorio. La textura es gruesa. Provienen de dolomicritas y dolosparitas, a veces laminadas por la acción de comunidades algales.

En estas facies canalizadas y en afloramientos situados próximos a los conglomerados (10) se han encontrado restos vegetales de medio marino, clasificables dentro del grupo *Vendotaenida*, con ciertas reservas, debido a su mal estado de conservación.

Según estos hallazgos (que en la Hoja de Abenojar han sido más abundantes y concluyentes) estos niveles deben pertenecer al Vendiente Superior.

### 1.1.2. Facies turbidíticas (6)

Las facies canalizadas pasan lateralmente a facies más distales con materiales más finos.

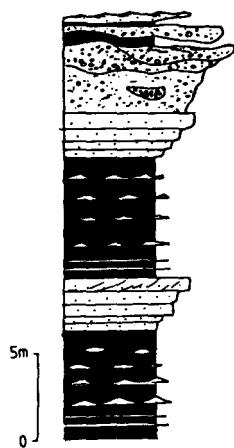


Fig. 1.—Megasecuencia teórica de la facies canalizada.

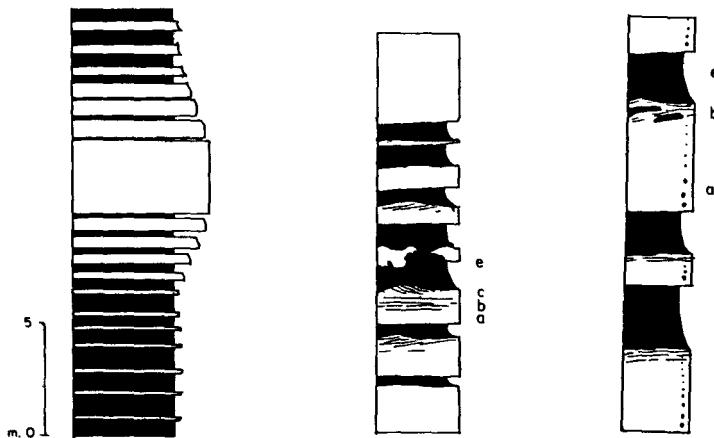


Fig. 2.—Megasecuencias teóricas de la facies turbidítica.

Se van observando en las inmediaciones de la Hoja (Hoja de Siruela), en estos mismos materiales, megasecuencias negativo-positivas (thickening/thinning up), de 7-9 m. de potencia. La estructura interna de estas megasecuencias está formada por secuencias incompletas de Bouma, con un intervalo granoclasificado (a) muy desarrollado, un intervalo de laminación paralela (b) reducido y un intervalo lutítico (c) bien desarrollado. El intervalo (c, con ripples, está ausente y se ha encontrado en zonas más distales a la facies canalizada, donde el intervalo (b) es muy delgado, el (c) con climbing ripples está muy desarrollado, así como los intervalos (d) y (e) (Fig. 2).

La interpretación sedimentológica de las facies canalizada y turbidítica, en conjunto (C. PUIGDEFABREGAS, 1981) es la de un talud progradante al frente de una plataforma detrítica. La sedimentación «normal» en el talud serían los materiales pelíticos. Este talud recibiría, de forma intermitente, aportes más groseros de la plataforma, originados por tormentas o fuerte oleaje, que darían lugar a las intercalaciones grano-clasificadas más groseras.

### 1.1.3. Facies «desorganizadas» (5)

Al sureste de la hoja, en la zona de Navalmedio-Los Valles, afloran materiales atribuibles al Precámbrico Superior en facies «desorganizadas», asimilables a la formación de brechas intraformacionales de Abenojar (GARCIA PORTERO, et al., 1981). Estos materiales aparecen bajo cuarcitas y conglomerados atribuibles, probablemente al Tremadoc.

La zona es escasa en afloramientos, por lo que se hace imposible el levantamiento de una columna de detalle en estos materiales, aparte de que, debido a la facies que presentan, no es visible la superficie de estratificación.

Al microscopio presentan una litología de arcosas y arcosas líticas muy inmaduras (FOLK) o de grauvacas (PETTIJOHN, 1972), con cuarzo en proporción variable entre el 50 y el 60 por 100; feldespatos, entre el 5 y el 20 por 100, y matriz serícito-clorítica, en proporción superior al 20 por 100, generalmente recristalizada, debido a metamorfismo regional en un estadio muy bajo. Ocasionalmente, aparecen fragmentos de rocas metamórficas (esquistos biotíticos).

El tamaño medio de grano es del orden de las  $150\mu$ . Sedimentológicamente, parece ser que constituyen materiales provenientes de turbiditas deslizadas en la cuenca. Faltan datos sobre si estos deslizamientos se produjeron aprovechando zona de talud, o bien por pendientes debidas a movimientos de bloques fracturados durante la sedimentación.

La correlación de estas facies desorganizadas con las turbidíticas y canalizadas, no se puede realizar dentro de la Hoja. En la Hoja de Abenojar se sitúan en paso lateral y vertical, por debajo de las turbidíticas; aunque por debajo de las brechas intraformacionales no se observa

otro tipo de litología, debe haber turbiditas infrayacentes a las brechas, ya que éstas provienen del deslizamiento de aquéllas.

Si se correlacionan las turbiditas del río Tirteafuera (Hoja de Abe-nojar), con las del Esteras-Agudo, resulta que las facies desorganizadas de Navalmedio-Los Valles, pasarían lateralmente a la parte inferior de las turbiditas.

## 1.2. ORDOVICICO

Durante este período se depositan materiales de carácter fundamentalmente detritico: cuarcitas, areniscas y pizarras, entre los cuales se intercalan en ocasiones rocas volcánicas y subvolcánicas.

### 1.2.1. Sucesión de los Pilones. Tremadoc-Arenigiense (12)

BOUYX (1970) distingue en su «sucesión tipo», para el Ordovícico inferior (Sierra de Mestanza), dos formaciones pertenecientes al Tremadoc.

1. «Serie detritica de base», con unos 40 m. de potencia, formada por un nivel discontinuo de conglomerados de cantos gruesos (hasta 30 cm.), bien redondeados, de cuarzo, cuarcitas y areniscas, sobre el cual aparecen areniscas groseras y microconglomerados en bancos de 0,2 a 1 m., con frecuentes estratificaciones oblicuas.
2. «Nivel rojo», con una potencia de 35 a 80 m. de pizarras pelíticoareniscosas, con micas de colores rojos o violáceos, alternando hacia el techo con areniscas. Con pistas (*Haulania*) y *Fingulella* sp.

En la Hoja de Valdemanco, a pesar de que las laderas de las elevaciones que forma la «Cuarrita Armoricana» suelen estar muy recubiertas por coluviones de cuarcitas, resultando difícil ver el contacto con la formación inferior, en distintas zonas se han podido observar materiales equivalentes a los descritos por BOUYX, a los que se les ha atribuido edad Tremadociense sup-Arenigiense, según las dataciones de icnofósiles y de braquíópodos inarticulados que han sido recogidos durante la realización de la campaña de campo.

Esta sucesión alcanza gran extensión y potencia en el SE de la Hoja de Valdemanco. En este sector presenta condiciones de especial visibilidad la zona al N de los Pilones, en que se ha levantado una columna estratigráfica de detalle, con una potencia de unos 500 m., inmediatamente debajo de la «Cuarrita Armoricana».

Consta de una alternancia de areniscas y pizarras micáceas, limolitas y cuarcitas.

Las cuarcitas se presentan en bancos de unos 5-20 cm., por término medio, y pistas *Cruziana furcifera* y *Cruziana goldfussi*.

Predomina la laminación paralela, a veces con ripples de corrientes.

Petrográficamente, los niveles cuarcíticos son cuarcarenitas y subarcosas (FOLK, 1968), con un porcentaje de matriz sericítica clorítica variable, entre prácticamente nula hasta un 15 por 100.

Las pizarras y areniscas micáceas, frecuentemente con tonos rojizos y violáceos o verdosos por alteración, se encuentran en bancos de 5 a 30 cm.

Al microscopio se clasifican como limolitas arenosas, litarenitas limolíticas y arcosas, con incipiente metamorfismo regional. El porcentaje de cuarzo de los términos más limolíticos es del 20 por 100, con un tamaño del grano del orden de  $50\mu$ . Presentan cemento silíceo y matriz sericítica.

Las litarenitas limolíticas contienen hasta un 60 por 100 de cuarzo; un 20 por 100 de fr. de rocas metamórficas (micas y esquistos biotíticos), y un 20 por 100 de matriz sericítica.

Las arcosas contienen cuarzo entre un 70 y un 40 por 100; los feldespatos ( $Fdk > plag$ ), suman entre un 20 y un 30 por 100, pudiendo aparecer matriz sericítica hasta en un 10 por 100.

Los niveles más blandos de limolitas presentan colores grises a verdosos. En estos materiales se ha encontrado fauna, de braquiópodos inarticulados *Ectenoglossa cf. lesuerii*.

Hacia abajo, en la serie, van apareciendo niveles lenticulares de conglomerados monogénicos de cuarzo, predominando en la base cuarcitas de aspecto sacaroideo y conglomerados con forma de paleocanales de hasta unos 25 m. de potencia con cantos bastante bien redondeados, de una envergadura máxima y composición variada (cuarcitas, pizarras, areniscas, etc.). Este conglomerado de base de la sucesión está situado inmediatamente encima del Precámbrico, con potencia de 8-10 m. El contacto Precámbrico-Tremadoc, se considera discordante erosivo. No se observa discordancia angular apreciable.

También se han asignado a esta edad materiales situados en el flanco S del sinclinal de Valdemanco y al N del Puerto del Rayo, constituidos por areniscas amarillentas de grano fino en bancos de hasta 1 m., con intercalaciones de niveles de cuarcitas y conglomerados.

Al norte del arroyo de los Lobos se puede observar en el campo y por medio de la fotografía aérea, la existencia de estratificación cruzada de gran escala y pequeño ángulo (unos  $10^\circ$ ) de dirección SW, ya citada también para la hoja de Almadén y que podría deberse a barras o cordones litorales, progradando en esa dirección (PUIGFABREGAS, 1974).

### 1.2.2. «Cuarcita Armoricana». Arenigiense (13)

Continuando con la sucesión tipo de BOUYX, este autor distingue para el Ordovícico inferior por encima del Tremadoc, de abajo a arriba:

1. «Areniscas inferiores», de unos 300-400 m. de potencia, constituidos por cuarcitas y areniscas en bancos de más de 1 m. de

- potencia, con *Scolithus*, con algunas intercalaciones de pizarras y niveles de conglomerados en la base.
2. «Nivel con grandes pistas bilobadas», de 40-50 m. Areniscas en bancos finos con laminación paralela u oblicua, alternando con pizarras arenosas y pizarras blandas micáceas, en bancos decimétricos, con pistas de *Cruciana furcifera* y *Cruziana goldfussi* y *Tigillites*.
  3. «Areniscas superiores», 200-300 m. de potentes bancos cuarcíticos, de 4 a 5 m., de color claro, homogénea, de grano fino, sin intercalaciones pizarrosas.
  4. «Zona de transición a las Pizarras de Calymene».

Se distinguen dos barras cuarcíticas, la inferior menos potente, separadas por un nivel más blando, con más niveles areniscosos.

En el flanco norte del sinclinal de Chillón, la «cuarcita Armoricana», de abajo arriba, está formada por cuarcitas blancas, en bancos métricos con intercalaciones bastante finas de pizarras y una potencia aproximada de unos 50 m. Por encima aparecen unos 120 m. de areniscas, cuarcitas y pizarras en bancos decimétricos, entre los que aparece el «nivel de grandes pistas bilobadas» y con ripples y megaripples, indicando en ocasiones bimodalidad direccional que nos indicaría la existencia de corrientes de marea. De este tramo se pasa gradualmente a las «cuarcitas superiores», de unos 300 m. de potencia, en su primera mitad constituidas por potentes bancos cuarcíticos, para después ir disminuyendo de potencia, a la vez que van apareciendo algunas intercalaciones de areniscas y pizarras.

Petrográficamente, componen la mayor parte de esta formación cuarcianitas (FOLK) u ortocuarcitas (PETTIJOHN), con un porcentaje de cuarzo superior al 95 por 100, en la mayoría de los casos. Los granos suelen estar en contacto entre sí sin matriz ni cemento, o cuando éstos existen (matriz serícita y cemento silíceo), están en proporción escasa. El tamaño de grano medio más frecuente está comprendido entre 125 y 250 $\mu$  (arena fina, según WENTWORTH) y la redondez y esfericidad son medianas en general. Los accesorios más frecuentes son: mica blanca, circón, opacos y turmalina.

#### 1.2.3. «Alternancia Pochico». Arenigiense (14)

Se ha utilizado esta denominación por corresponder esta formación a la descrita por TAMAIN (1972), en Sierra Morena oriental.

Cuando lo permiten los derrubios de la «cuarcita Armoricana», se observa que por encima de ella se disponen cuarcitas y areniscas micáceas, de color marrón claro a beige, con intercalaciones poco potentes de pizarras. Dentro de la hoja, existen muy escasos afloramientos y en ningún caso se puede hacer un corte completo en estos materiales, por lo que forzosamente se ha de hacer referencia a las descripciones hechas en zonas próximas, principalmente en la Hoja de Almadén.

La base de la «alternancia Pochico», transición a la «cuarcita Armónica», está constituida por cuarcitas gris claro en bancos métricos a decimétricos, con intercalaciones centimétricas de pizarras gris oscuras que toman tonos rojizos característicos por alteración. Sigue una alternancia centimétrica de cuarcitas y pizarras, que presentan *Cruziana goldfussi*, *Roualtia* y *Rysophycus*. Por encima aparecen bancos decimétricos de cuarcitas y areniscas micáceas, con intercalaciones centimétricas de pizarras y, a techo, areniscas cuarcíticas y alguna cuarcita en bancos decimétricos.

La estructura dominante es la estratificación paralela, aunque a una escala mayor parece constituir canales muy amplios y poco profundos, que dan al conjunto un aspecto lenticular.

La potencia del conjunto es variable y parece oscilar entre los 100 y 250 m.

Se les atribuye una edad Arenigense por la presencia de *Cruziana* y existir en la base de la formación suprayacente fauna del Llanvirniense.

Dentro de la Hoja de Valdemanco, las muestras recogidas para su estudio al microscopio muestran que los niveles más cuarcíticos contienen cuarzo en un porcentaje comprendido entre el 60 y el 75 por 100, y el resto está compuesto por feldespato potásico (casi siempre superior al 5 por 100), mica blanca, plagioclase y matriz clorítica predominante sobre sericítica. En algunos casos, los minerales pesados (opacos + círcón, apatito, constituyen hasta el 15 por 100 de la roca).

El tamaño de grano de estos niveles más cuarcíticos presenta un valor medio comprendido entre las 125 y 250  $\mu$ , siendo la redondez y esfericidad baja-media.

Los niveles tránsito a pizarras se pueden clasificar como arcosas/litarcosas inmaduras, con una proporción de matriz sericítico-clorítica superior al 20 por 100.

Las matrices se encuentran siempre recristalizadas por efecto del incipiente metamorfismo regional.

#### 1.2.4. «Pizarras de Calymene». Llanvirniense-Llandeiloiense (15)

Dentro de la Hoja están representadas al suroeste de la misma, en la zona del Arroyo de las Alisedas. El resto de los afloramientos sólo muestran tramos parciales de esta formación, situados a la base de la misma fundamentalmente, a excepción del afloramiento del Arroyo de los Alamos.

Cerca de la Fuente del Chorrillo al S de Almadén BOUYX y SAUPE (1966) y SAUPE (1971) datan la base de la formación como Llanvirniense.

En el resto de la misma son frecuentes los yacimientos fosilíferos, fundamentalmente de trilobites, que definen una edad Llandeiloiense. Pueden citarse: *Illaenus hispanicum*, *Neuseretus tristani*, *Calymene*, *Homalonotus*, *Placoparia Redonias*, *Sauginalites*, *Orthis*.

La potencia total de la formación es de unos 450 m.

Se distinguen tres tramos litoestratigráficos no separados en cartografía:

- Tramo 1: Pizarras de Calymene inferiores.
- Tramo 2: Alternancia inferior.
- Tramo 3: Pizarras de Calymene superiores.

#### 1.2.4.1. *Pizarras de Calymene inferiores*

El paso de la Alternancia Pochico a este tramo se realiza de forma transicional, aunque rápida, aumentando las intercalaciones pizarrosas entre areniscas. En los primeros metros de pizarras éstas son más arenosas.

Este tramo, en la zona de la Rivera de Gargantiel tiene una potencia estimada de 125 m.

Está constituido, fundamentalmente, por pizarras de colores verdosos con fractura astilosa a la base y más grisáceos y de grano más fino a techo. Aquí son frecuentes las intercalaciones de coladas o sills diabálicos, de colores verdoso-amarillentos muy alterados en afloramiento. A techo son frecuentes los nódulos, de forma elipsoidal y dimensiones menores de 7 cm.

#### 1.2.4.2. «*Alternancia Inferior*»

De un modo gradual se intercalan entre las pizarras delgados lechos de areniscas que aumentan en potencia y número hasta constituir una alternancia de areniscas y pizarras («*Alternancia Inferior*»).

Son areniscas de colores beiges o verdosos, micáceas o cuarcíticas y presentan estratificación paralela en bancos centimétricos o decimétricos. Petrográficamente son areniscas formadas por granos subangulares de cuarzo (55-65 por 100), plagioclasas (10-15 por 100), matriz clorítica (15 por 100) y cemento ferruginoso (10-15 por 100). Se observan contactos de presión-solución entre los granos y, como accesorios, cirón, turmalina y rutilo.

Las «alternancias inferiores» constituyen una megasecuencia «thickening upward».

#### 1.2.4.3. *Pizarras de Calymene superiores*

Las areniscas cuarcíticas en bancos gruesos que forman el techo de la secuencia anterior, pasan bruscamente a un paquete de pizarras de 15 a 60 m. de potencia que se han denominado «*Pizarras de Calymene superiores*».

Forman este paquete pizarras arcillosas de color grisáceo en fractura fresca, y verdoso en el terreno, idénticos a las «*Pizarras de Calymene inferiores*». Como en éstas aparecen entre las pizarras nódulos de material más arenoso, de formas elipsoidales o tubulares.

Unos metros por encima de la base de este paquete existe un nivel fosilífero, a veces una auténtica lumaquela, con la siguiente fauna: *Redonnia deshayesiana*, ROW; *Sericoides restricta*, NADDING; *Calymene tristani*, BRONG; *Neuseretus tristani*, BRONG, que dan una edad Llandeiloense para este paquete.

Los tres tramos descritos son equivalentes a los «Esquistos del Río», «Cuarcitas Inferiores» y «Esquistos Botella», definidos por TAMAIN (1972) en Sierra Morena Oriental.

A veces se intercalan entre los materiales de esta formación niveles de algunos metros de potencia y poca continuidad lateral de basaltos olivínicos con textura porfídica holocrystalina, interpretables como sills, generalmente bastante alterados, de color verdoso o amarillento, a veces con algunos fragmentos de cuarzo. No se ha observado en ningún caso aureola de metamorfismo de contacto.

Aparecen también las primeras manifestaciones efusivas del volcánismo básico. Son todas con afloramientos de poca extensión correspondientes a pequeños cráteres de explosión. Tobas de textura fragmentaria, formadas por fragmentos milimétricos a centimétricos de lavas básicas muy alteradas y pizarras, en matriz microcristalina de sericitas-carbonatos. En alguna muestra las tobas contienen restos fósiles no identificados y algunos granos detriticos de cuarzo y feldespato.

#### 1.2.5. «Cuarcita de Canteras». Llandeiloense (17)

Las pizarras de Calymene van pasando gradualmente hacia el techo a unas areniscas micáceas de color beige, hasta formar un conjunto de areniscas, cuarcitas y pizarras, predominando las dos primeras («Alternancia de Canteras»).

Las areniscas se presentan en bancos decimétricos formados por lechos de 2-5 cm. de espesor. A veces con estratificación cruzada y de color gris o rojizo, por su elevado contenido en óxidos de hierro. Los niveles cuarcíticos son más blancos y algo más potentes.

En la base del conjunto predominan las pizarras sobre las areniscas, que aparecen en bancos delgados. A medida que se sube en la serie disminuyen las pizarras y las areniscas se hacen más cuarcíticas, apareciendo en la mitad superior del tramo un potente paquete de areniscas cuarcíticas y cuarcitas. Pasado este paquete aparecen de nuevo areniscas con estratificación cruzada, en bancos que van aumentando de potencia y haciéndose más cuarcíticos.

Al techo de la secuencia se sitúa una corrida de cuarcitas («Cuarcita de Canteras», ALMELA et al., 1962). De color blanco o beige claro, tableadas, de grano medio, estratificadas en bancos de 2-3 m. de potencia que a veces presentan estratificación cruzada. La potencia de este nivel cuarcítico es de unos 47 m. Generalmente está compuesto por dos paquetes de cuarcitas de 10-15 m. de potencia, separados por un paquete de areniscas cuarcíticas micáceas.

Los niveles situados inmediatamente a techo de la Cuarcita de Cante-

ra son muy difíciles de observar en casi toda el área investigada, por estar cubiertos de derrubios. Los forman areniscas tableadas ferruginosas, de color beige, en bancos de algunos centímetros de potencia, cuya superficie presenta, a veces, laminación ondulada.

Estas areniscas son los niveles más altos de una formación detrítica gruesa constituida, además, por la «Alternancia de Canteras» y la «Cuarcita de Canteras». La potencia de esta formación oscila entre 300 y 350 m.

Al microscopio los niveles cuarcíticos contienen cuarzo en un 80-85 por 100, feldespatos en un 15 por 100, parcial o totalmente sustituidos por óxidos de Fe, en algunos casos. Como accesorios aparecen turmalina, circón y opacos. El tamaño medio de grano está comprendido entre 62 y 125 micras, siendo el redondeamiento muy bajo.

LAURET (1974) señala la existencia de fósiles de edad Llandeiloense en la base de la «Alternancia de Canteras», para ALMELA et al. (1962) la «cuarcita de Canteras» constituye la base del Caradociense, aunque sin aportar argumentos paleontológicos. Como las «Cuarcitas de Canteras» constituyen los últimos episodios de una secuencia sedimentaria que se inicia en las «Pizarras de Calymene superiores», se ha situado el límite Llandeiloense-Caradociense a techo de la formación detrítica que se acaba de describir, aunque por el momento no haya pruebas paleontológicas que confirmen esta datación.

#### 1.2.6. «Alternancia Superior». Caradociense (18)

Comienza esta formación con un nivel de pizarras micáceas y arcillosas, de color gris oscuro, afectadas por una esquistosidad espaciada de fractura, que les da aspecto astilloso («Pizarras de Cantera»).

Gradualmente, se intercalan en las pizarras delgados lechos de areniscas, que van aumentando en número y espesor a medida que ascendemos en la serie, hasta constituir bancos de más de 50 cm. de potencia, con intercalaciones finas de pizarras, entre ellos («Alternancia Superior», SAUPE, 1972). Esta secuencia se repite varias veces a lo largo de este nivel.

Las areniscas son de color gris o beige oscuro, de grano medio y bien cementadas. Es frecuente ver en ellas estratificación cruzada. Al microscopio están formadas por granos angulosos de cuarzo (45-65 por 100), plagioclasas (10-20 por 100), matriz clorítica (10-20 por 100), cemento ferruginoso y abundante moscovita. Como accesorios se distinguen circón, turmalina y rutilo. Las pizarras son micáceas, de color verdoso oscuro o negro.

En la base de la alternancia y en el techo se ha reconocido en la hoja de Almadén abundante fauna correspondiente al Caradociense.

También se ha reconocido, especialmente hacia el techo de la serie, la presencia de bolos y lentejones de dolomías arenosas de tamaño hasta 1 m., formados por dolomías (60 por 100) y cuarzo detrítico diseminado.

La potencia del Caradociense se aproxima a unos 250 m.

### **1.2.7. Caliza Urbana. Asghilliense inferior (19)**

A techo de las «alternancias superiores» se encuentra un nivel discontinuo de rocas carbonatadas, que en el área de la hoja no sobrepasa los 10 m. de potencia.

Son calizas y dolomías de carácter lenticular, de color gris en fractura fresca y parda por alteración, denominadas por TAMAIN (1972), en Sierra Morena oriental «Caliza Urbana».

Se han observado en este horizonte algunos indicios de galena y blenda que no parecen de interés económico. Estos lentejones calcáreos se han explotado en ocasiones para la obtención de cal, habiendo desaparecido en ocasiones el afloramiento.

A pesar de su discontinuidad, aflora en numerosos puntos del área investigada y, tanto por su litología como por ser muy fosilífero, constituye un excelente nivel guía.

A partir de muestras tomadas en distintos puntos de la Hoja de Almadén y de estudios micropaleontológicos y de conodontos, realizados por LAURET (1974) se le atribuye una edad Ashgillense.

### **1.2.8. «Pizarras Muro». Asghilliense (20)**

A techo del horizonte carbonatado, cuando existe, o directamente sobre las alternancias superiores, afloran pizarras arcillosas de 100 a 150 m. de potencia. De color negro en fractura fresca, o pardos oscuros por alteración y con una disyunción laminar muy fina.

Entre las pizarras se encuentran areniscas en capas decimétricas, de color verdoso, muy micáceas. Existen también pseudonódulos de algunos decímetros de diámetro.

No se ha encontrado ningún resto fósil, pero por encontrarse a techo de un nivel datado como Asghilliense, se les atribuye esta edad.

Estas pizarras que marcan el techo del Ordovícico, han sido denominadas «Pizarras de Muro», por estar inmediatamente debajo del nivel de cuarcitas del Criadero, en el que arman las mineralizaciones de Almadén, Almadenejos y El Entredicho. Son el equivalente de los «Esquistos Chavera», de TAMAIN (1972).

## **1.3. SILURICO**

El Silúrico se inicia con una nueva corrida de cuarcitas, la «Cuarcita del Criadero», a la que sigue una serie de pizarras, areniscas y algunos niveles de cuarcitas entre los que se intercalan sills basálticos y tobas volcánicas básicas. La parte superior de esta formación es ya de edad devónica.

### **1.3.1. «Cuarcita del Criadero». Llandoveriense inferior (21)**

Por encima de las «Pizarras Muro» se encuentra un nivel de cuarcitas que fue denominado «Cuarcita del Criadero», por ALMELA et al. (1962).

La ausencia de fósiles impide su datación, por lo que pueden corresponder al Ordovícico final o constituir la base del Silúrico, criterio generalmente aceptado.

La «Cuarcita del Criadero» se compone de dos paquetes de cuarcitas y areniscas cuarcíticas, separados por un nivel de areniscas y pizarras.

Las cuarcitas inferiores son de colores claros, blancos o beiges. Se presentan en bancos gruesos, masivos, con estratificación paralela o cruzada a gran escala. Al microscopio son ortocuarcitas con granos subredondeados de cuarzo (80 por 100) y cemento silíceo en crecimientos secundarios.

Siguen unos metros de pizarras micáceas que marcan el comienzo de una megasecuencia «thickening upward». Por encima de las pizarras aparecen areniscas y pizarras en bancos centimétricos o decimétricos. Las areniscas son de tonos pardo amarillentos en superficie, y presentan numerosas estructuras sedimentarias de carga. Petrográficamente, están formadas por granos angulosos de cuarzo (60-90 por 100) con plagioclásas (10 por 100) a veces, matriz clorítica (10 por 100 o menos) y cemento ferruginoso (5-30), en algún caso de alteración de siderita. Algunas muestras tienen matriz caolinítica (10 por 100) y cemento de cuarzo en crecimientos secundarios.

El techo de la megasecuencia lo constituyen cuarcitas de colores oscuros, a menudo negros, en bancos de algunos decímetros de potencia con frecuentes «ripple marks». Por encima, aparecen cuarcitas de colores claros en canales decimétricos con estratificación cruzada muy tendida.

En la Hoja de Valdemanco, la Cuarcita del Criadero presenta escasa potencia del orden de 1-2 metros, e incluso llega a desaparecer.

Como sucedía en los distintos tramos del Ordovícico, en la «Cuarcita del Criadero» son frecuentes los sills de composición basáltica en otros puntos de la región.

### 1.3.2. Llandoveriense medio-Gediniense (22 y 23)

Por encima de la «Cuarcita del Criadero», se desarrolla una potente formación constituida por pizarras, areniscas, cuarcitas, basaltos y tobas volcánicas básicas.

En la hoja de Valdemanco, hay zonas en las que predominan los materiales sedimentarios sobre los volcánicos, mientras que en otras zonas las rocas volcánicas forman potentes afloramientos.

Inmediatamente a techo de la «Cuarcita del Criadero» se sitúa un nivel de pizarras negras ampelíticas, que por alteración toman colores blanquecinos. Son fácilmente exfoliables y presentan una abundante fauna de Graptolites.

Estas pizarras han dado en la mina de Almadén y en otros puntos de la Hoja de Almadén una fauna correspondiente a las zonas 19-22 de ELLES y WOOD (ALMELA et al., 1962), lo que permite atribuir la «Cuarcita del Criadero» al Llandoveriense.

Por encima de este horizonte existen otros niveles de pizarras grafitosas con Graptolites, intercalados en la formación. La fauna más joven encontrada corresponde a la zona 33 de ELLES-WOOD (Ludlow), existiendo también especies pertenecientes al Tarannon y Wenlockiense (ALMEELA et al., 1962).

Además de las pizarras grafitosas, componen esta formación areniscas y pizarras que en la base del tramo se presentan en alternancias centimétricas de aspecto flyschoide y que a techo constituyen megasecuencias «thickening upward».

Las areniscas se presentan en bancos cuyo espesor oscila entre algunos centímetros y 0,5 m. Son areniscas micáceas, de color gris oscuro, a veces negro. Las superficies de los bancos están formadas por «ripples» y a veces se encuentran bioturbados. En estas areniscas se han encontrado delgados niveles de pirita masiva.

Las pizarras son micáceas, de color gris, en fractura fresca, y pardoliváceo por alteración. Al microscopio son pizarras sericítico-cloríticas algo esquistosas, con clorita y biotita en la matriz. Están afectadas por una esquistosidad poco penetrativa y tanto ellas como los niveles delgados de areniscas se encuentran intensamente replegados.

Las megasecuencias crecientes que forman el techo de esta formación, empiezan con delgados lechos de areniscas intercaladas entre pizarras, que aumentan en frecuencia y potencia, a medida que se sube en la serie, hasta llegar a bancos de areniscas cuarcíticas de varios decímetros de potencia. Los distintos bancos de techo de cada secuencia pueden pasar lateralmente a lentejones de cuarcitas, a veces de considerable extensión lateral.

Los materiales volcánicos están constituidos, fundamentalmente, por basaltos y localmente por tobas.

Los basaltos, con textura porfídica, se presentan concordantes a grandes rasgos con la estratificación, en niveles de 1 ó 2 m. de potencia, que alternan con los materiales sedimentarios; o en paquetes masivos, de varias decenas de metros, que tienen textura diabásica. Con frecuencia se observa que los paquetes masivos pasan lateralmente a niveles de poca potencia.

No se han encontrado criterios que permitan afirmar que los niveles de basaltos sean de carácter efusivo (pillow-lavas, por ejemplo); sin embargo, sí se ha observado que a veces cortan a los niveles sedimentarios entre los que encajan. Por este motivo, creemos más correcto considerar a estos niveles como sills que aumentan en potencia y número en las proximidades de las chimeneas volcánicas.

Los niveles basálticos se intercalan, fundamentalmente, en la mitad inferior de la formación.

Las tobas volcánicas son rocas formadas por una matriz de aspecto arcilloso, generalmente silicificada o carbonatada, que engloba clastos de materiales volcánicos y sedimentarios. El tamaño de los clastos oscila entre algunos milímetros y algunos metros. Estas tobas líticas constituyen la «roca Frailesca» de la mina de Almadén.

Las tobas se presentan en afloramientos de dimensiones inferiores a

1 km<sup>2</sup>, que corresponden a cráteres de explosión. La existencia de estratificación en las rocas piroclásticas, intercalaciones de material detrítico y fósiles marinos en algunas muestras de «roca Frailesca» permite afirmar que se trata de un volcanismo explosivo de carácter submarino.

En la Hoja de Almadén dentro de esta formación (22) se produjo un primer episodio volcánico de tipo explosivo, inmediatamente después de la sedimentación de la «Cuarcita del Criadero». A él pertenecen los cráteres de Almadén, El Entredicho, La Panera y Los Toriles; de dimensiones inferiores a los 300 m. de diámetro, que erosionan las formaciones infrayacentes.

En la mitad superior de la formación (22), la abundancia y extensión de los afloramientos de tobas volcánicas, especialmente en la zona de Gargantiel, en los límites de esta Hoja con la de Almadén, permite afirmar la existencia de un nuevo episodio explosivo posiblemente de mayor intensidad y duración que el primero.

La potencia del Llandoveriense Medio-Gediniente oscila entre 750 y 1.100 m. La existencia de Graptolites permite asignar la parte inferior de la formación al Silúrico. En la mitad superior se han encontrado restos de *Scyphocrinus* sp., en el valle del río Gargantiel, y *Camarotoechia* sp., ya en la Hoja de Valdemanco del Esteras. Estos hechos permiten situar el límite Silúrico-Devónico en un punto indeterminado de esta formación, de acuerdo con la hipótesis de ALMELA et al. (1962) y SAUPE (1973).

## 1.4. DEVONICO

Además de los tramos superiores de la formación ya descrita compone el Devónico una nueva corrida de cuarcitas a la que siguen areniscas y pizarras, con lentejones de calizas y frecuentes intercalaciones de rocas volcánicas.

### 1.4.1. Siegeniense (24)

La denominada «Cuarcita Base» del Devónico tiene una potencia de 60 m. Son cuarcitas de tonos claros, que forman un resalte neto en el terreno. Tienen grano grueso y aspecto sacaroideo. A veces presentan un color pardo en superficie.

En la base del paquete de cuarcitas se encuentra frecuentemente un nivel de areniscas ferruginosas, cuya potencia máxima observada es, aproximadamente, de 1 m. En relación con este nivel existen labores mineras de poca importancia.

Las cuarcitas se presentan en bancos decimétricos a métricos con estratificación cruzada. A veces se observan, intercaladas en las cuarcitas, limolitas y costras rojizas que podrían corresponder a sedimentos de ambientes palustres.

Se les atribuye edad Siegeniense por tener inmediatamente a techo

fósiles de edad Emsiense y existir en la formación infrayacente fósiles que marcan el paso Silúrico-Devónico.

## 1.5. DEPOSITOS GLACIARES (25)

Se han encontrado bloques subredondeados de cuarcitas englobados en rañas o en un suelo reciente. Los bloques de cuarcita son de color gris claro o beige, a veces recubiertos con una pátina limonítica y con diámetros que oscilan entre algunos centímetros y varios metros. Presentan superficies perfectamente pulidas y en ocasiones estrías en media luna. A veces, sobre todo los bloques de grandes dimensiones, tienen numerosas diaclasas. Los afloramientos no son muy extensos, y, por sus características, estos materiales, que han sido reconocidos también, y con mayor extensión en la Hoja de Almadén, podrían ser restos de sedimentos glaciares de tipo morrena.

El transporte y pulido de los bloques cuarcíticos debe haberse producido con posterioridad al plegamiento hercínico y antes del Plioceno Superior, por lo que se les podría atribuir, quizá, una edad Carbonífero Superior.

## 1.6. CONGLOMERADOS DE CANTOS CUARCITICOS Y MATRIZ ARCILLOSA (RAÑAS) (26)

Las «rañas», que ocupan bastante extensión superficial en la Hoja de Valdemanco, son una formación fanglomerática a la que se le ha atribuido una edad Villafranquiense. Alcanzan en la Hoja estudiada potencia de varias decenas de metros, constituidos por gravas heterométricas de hasta tamaño bloque en la base de las sierras cuarcíticas, con cantos de cuarcitas bien redondeados por lo general, con pátina roja o parda y matriz arcilloso-arenosa rojiza o marrón. La granulometría, con dimensión máxima de unos 10 a 20 cm., desciende con la lejanía al área fuente, quedando la matriz arcillosa. En algunas zonas aún se pueden distinguir los conos de deyección anchos y planos que los formaron y a veces se conservan relieves cuarcíticos residuales que emergen a manera de «monadks» del pedimento fanglomerático.

Se encuentran discordantes sobre el Paleozóico e Infraordovícico, generalmente dando formas planas o de pendiente muy suave a cotas de 560 m. (La Rivera) o de unos 600 m. (Saceruela).

Sobre su origen se han dado varias hipótesis, parecen haberse producido durante un período climático árido con precipitaciones esporádicas, pero intensas, con crecidas violentas, alternando probablemente con estaciones secas, al final de un proceso de peneplanización, por lo cual, la escorrentía en lugar de verificarse a lo largo de cauces determinados y bien jerarquizados, típicos de un régimen más continuo de precipitaciones, lo hace bajo la forma de «sheet flood» o avalancha general de agua que dispersa en forma de manto a partir de la zona de

descarga. Este régimen de precipitaciones lo más que permite es la existencia de «rills» o canalillos anastomosados de drenaje anárquico, divergentes a partir del vértice del cono de deyección.

El proceso de destrucción actual de estas rañas por encajamiento de la red fluvial y retroceso de las cabeceras, motiva su típico aspecto de escolleradas con digitaciones en abanico, de laderas muy verticales que retroceden por solifluxión, por lo cual se rodean de una aureola de coluviones que enmascaran su verdadera potencia.

Se les ha atribuido una edad Villafranquense en el límite Plioceno-Cuaternario, en función de que se encuentran solapando el Mioceno de algunos sectores próximos (por ejemplo, en la depresión de Mérida (HERNANDEZ PACHECO, 1956) y de que son solapadas por el volcanismo cuaternario de Ciudad Real (por ejemplo en el Cortijo de Alhorín, Solana del Pino, BOUYX, 1969).

Bajo las rañas se encuentran, a veces, varios niveles de «glacis de erosión» o «rañizos» con estratificación más clara, matriz más arenosa y cantos más rodados y sin fracturas. Conservándose de ellos únicamente los glacis o rampas, aunque también se pueden ver restos de pedimentos bastante planos.

## 1.7. CUATERNARIO

### 1.7.1. Derrubios de rañas. Rañas semidesmanteladas (27)

Los derrubios de rañas constituyen importantes coluviones que ocupan gran extensión, principalmente al este de la Hoja. Están formados por cantos de cuarcitas redondeados y rubefactados, los mismos que se encuentran en las rañas, de donde proceden, y una matriz arcilloso-arenosa.

Las rañas semidesmanteladas representan restos de sedimentos de raña que quedan en las superficies que ocupaban aquéllas, pero que han sufrido un transporte, en general pequeño durante el cuaternario. El afloramiento más importante se sitúa al sur del Puerto del Rayo.

### 1.7.2. Coluviones (Derrubios de cuarcitas) (28)

Potentes en ocasiones y bastante frecuentes, procedentes de la erosión de los relieves cuarcíticos, dando canchales de ladera, con típico descenso por solifluxión. Formados por cantos heterométricos y angulosos de cuarcitas, cuyo tamaño disminuye de arriba a abajo. Los más importantes son los correspondientes a la «Cuarcita Armoricana».

### 1.7.3. Aluviones (29)

Están constituidos por bolos y gravas bien redondeados y heterométricos, generalmente si rubefacción ni pátina, de materiales cuarcíticos

principalmente, formados a expensas de rañas y rañizos, con matriz arenolímosa clara y repartidas en varios niveles de aterrazamientos. De extensión y espesor reducido.

## 2. TECTONICA

Los materiales precámbrios y paleozoicos que aparecen en la Hoja de Valdemanco han sido deformados fundamentalmente por la orogenia hercínica, en el límite de los niveles estructurales medio e inferior (MATTAUER, 1976).

El metamorfismo regional de los materiales producido por esta orogenia no sobrepasa la anquizona.

Los mecanismos de deformación dominantes han sido la flexión, en el dominio del plegamiento isopaco, generalmente para los materiales más competentes (cuarcitas y areniscas cuarcíticas) y el aplanamiento en el dominio de los pliegues anisopacos para los materiales más incompetentes (pizarras).

La esquistosidad principal, de carácter regional, es una esquistosidad algo espaciada, del tipo «strain-slip» de plano axial, puesta de manifiesto en los niveles de pizarras y areniscas, que afecta a todos los materiales desde el Precámbrico al Devónico sin variar esencialmente de dirección al pasar de unas formaciones a otras. Se ha considerado hercínica. Nos encontramos por debajo del frente superior de esquistosidad, pero próximos a él.

En cuanto a la existencia de ciclos orogénicos anteriores, éstos han sido indicados por algunos autores. BOUYX (1970) encuentra en la Rivera de Riofrío (carretera de Almadén a Valdemanco del Esteras) una discordancia que parece indicar la existencia de una fase de plegamiento de edad precámbrica. Durante la realización de esta Hoja se ha podido comprobar que no existen argumentos en el afloramiento citado, para establecer una discordancia angular entre materiales del Precámbriico.

Posteriormente parece existir una discordancia erosiva y, probablemente, localmente angular entre el conglomerado basal cuarcítico del Tremadoc y el Precámbrico subyacente, que puede corresponderse con movimientos sárdicos citados también por otros autores (BOUYX, 1970; MORENO, 1977). Así pues, estos conglomerados basales del Tremadoc fosilizan una posible discordancia que correspondería en concepto a la Fase Ibérica de LOTZE, pero que aquí no se encuentra tal y como dicho autor la definió, inmediatamente debajo de la «cuarcita Armoricana». Entre esta última y las series pelítico-areniscosas infrayacentes, de posible edad Tremadoc-Arenig, a veces han podido observarse disarmonias ligeras, motivadas, fundamentalmente, por el distinto comportamiento ante la deformación hercínica, dado por la diferente litología, competencia y relación de espesores entre la cuarcita Armoricana y las alternancias infrayacentes.

En la zona estudiada no se ha encontrado pliegues de dirección

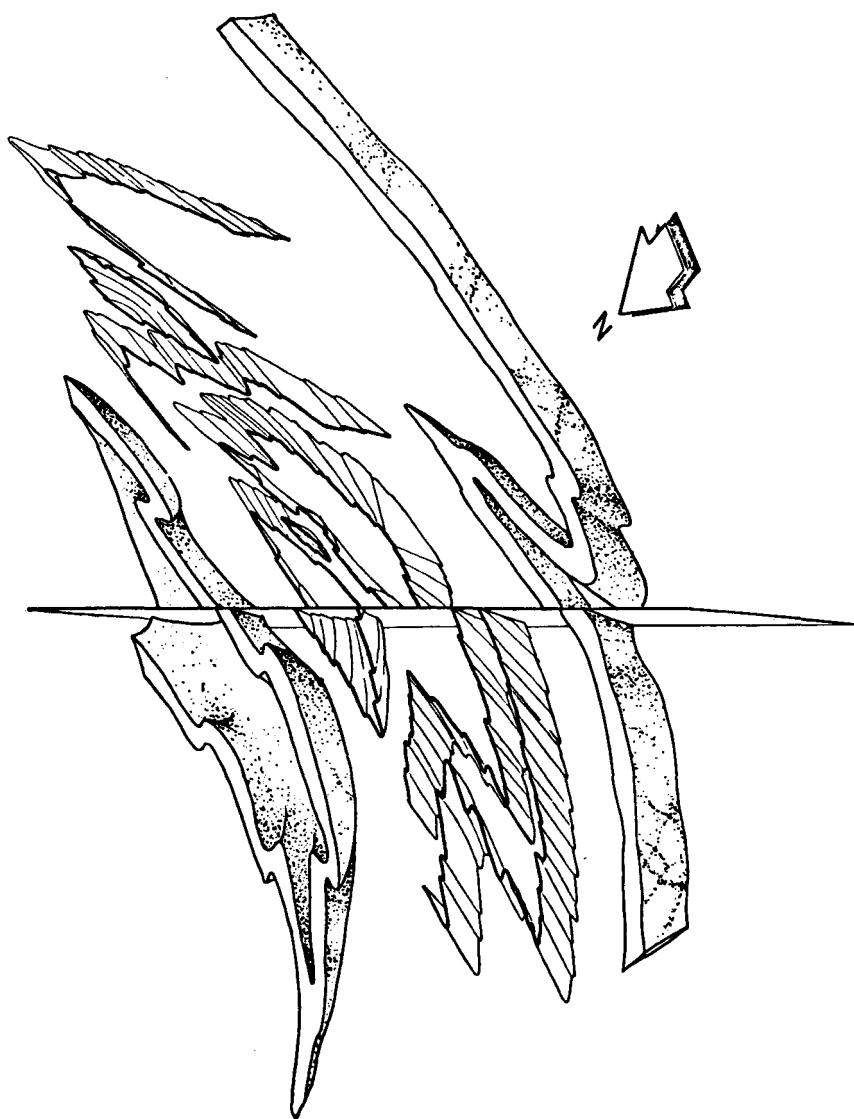


Fig. 3.—Vista idealizada de la estructura general del anticlinorio del Esteras, mostrando la disposición de los pliegues en cubetas y domos alargados. En grueso, la cuarcita Armoricana, y en delgado, las diferentes capas del Precámbrico.

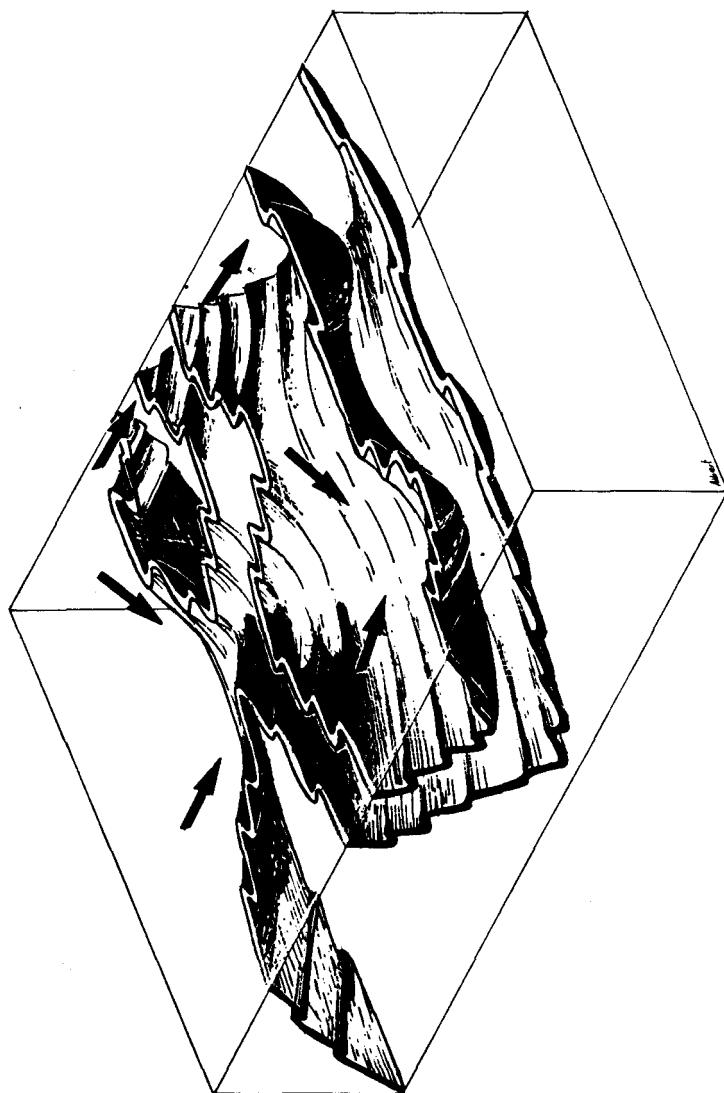


Fig. 4.—Esquema idealizado de las formas originadas en zonas de inflexión de los ejes.  
Anticlinorio del Esteras.

anómala respecto a los hercínicos que pudieran atestiguar la existencia de un plegamiento anterior al hercínico y si éste existe debió tener dirección bastante próxima a la hercínica.

En el sinclinorio de Guadalmez, ALMELA et al (1962) señalan la existencia de materiales Dinantienses-Namurienses concordantes con las series devónicas, mientras que en la Hoja de Almadén existe Estefaniente subhorizontal discordante sobre el resto del Paleozoico. Las fases principales del plegamiento hercínico han de estar comprendidas entre estas dos edades.

La Hoja de Valdemanco cubre de NW a SE partes del flanco sur del anticlinal de Agudo, el sinclinal de Agudo-Valdemando, el anticlinal del Esteras, el flanco norte del sinclinal de Chillón y los domos-anticlinorios del río Quejigares (zona de Navalmedio y Los Valles).

Los pliegues observados parecen contemporáneos de la esquistosidad  $S_1$ . En el Precámbrico aparecen como pliegues apretados de escala decimétrica a kilométrica que presentan asociada una esquistosidad de plano axial bien desarrollada. A veces son pliegues isoclinales anisopacos de charnela muy gruesa y flancos muy delgados.

Las estructuras dominantes en la Hoja corresponden a las hercínicas, cuya directriz presenta una curvatura característica con pliegues de dirección N 100 E en la zona más occidental a N 50 E en el sector más oriental.

La zona central de la Hoja se encuentra ocupada por un antiforme alargado y curvado, bien dibujado por el relieve de la Cuarcita Armoricana. Dicho antiforme cierra por el extremo NE y se abre hacia el W.

En esta estructura ocupada por materiales precámbricos, debido a la ausencia de niveles guía, ha sido preciso el estudio detallado de los elementos estructurales, lo cual ha permitido deducir la estructura.

A grandes rasgos forma una serie de pliegues (en algunas zonas bastante apretados) con los ejes buzando hacia el E o el W, dando, por tanto, formas cartográficas semejantes a cubetas y domos alargados.

En algunas zonas se ha podido deducir el cierre del pliegue a partir de los datos cartográficos y estructurales. En las zonas de transición, en donde el eje mayor cambia de inclinación, se encuentra una gran dispersión de ejes y lineaciones, dando formas cartográficas más complejas (Fig. 3), difíciles de ver en el campo, y sólo se puede obtener en la mayoría de las veces un trazado cartográfico teórico a partir de los datos estructurales.

La mayoría de los pliegues son de escala decamétrica lo suficiente apretados para no ver las charnelas ni en el campo ni en foto aérea.

En el estereograma número 1 se muestra la distribución de elementos lineales en el anticlinorio del Esteras. Aparecen dos máximos opuestos debido a las inflexiones de los ejes.

En el Paleozoico, las capas de cuarcitas y de areniscas más competentes, se presentan en pliegues generalmente isopacos, conservando la potencia de los estratos y generalmente acompañados de un deslizamiento de banco sobre banco. En sus núcleos aparecen repliegues y/o

fracturas aprovechando normalmente intercalaciones menos competentes areniscosas o pizarrosas que producen desarmonías entre la parte interna y externa del pliegue, e incluso fallas y superficies de despegue, de importancia considerable cuando el plegamiento es intenso.

En estos materiales más groseros se observará generalmente un diaclasado coincidente con la esquistosidad, y en ocasiones, especialmente para los materiales cuarcíticos más potentes no se observará ninguna superficie que pueda ser correlacionable con la esquistosidad.

El resto de los materiales del Paleozoico, fundamentalmente pelíticos, presentan pliegues anisopacos, en ocasiones bastante apretados, que llevan asociados una esquistosidad espaciada de fractura bien desarrollada, que frecuentemente da una linearidad por intersección con la estratificación, cortándose ambos con un ángulo grande, quedando la lineación materializada por una disposición en varillas rectilíneas o lápices.

En el estereograma número 2 se han representado un conjunto de medidas de la estratificación en el sector SE de la hoja, resultando una dirección principal de plegamiento N 65 E, que se confirma que es hercínica, comparando con el estereograma número 3; en el que se ha representado únicamente la  $S_0$  de los materiales paleozoicos.

De igual modo, el estereograma número 4, para las pizarras de Calymene, nos indica una dirección de plegamiento aproximada N 65 E, con ejes en esta dirección y esquistosidad de plano axial  $S_1$  asociada.

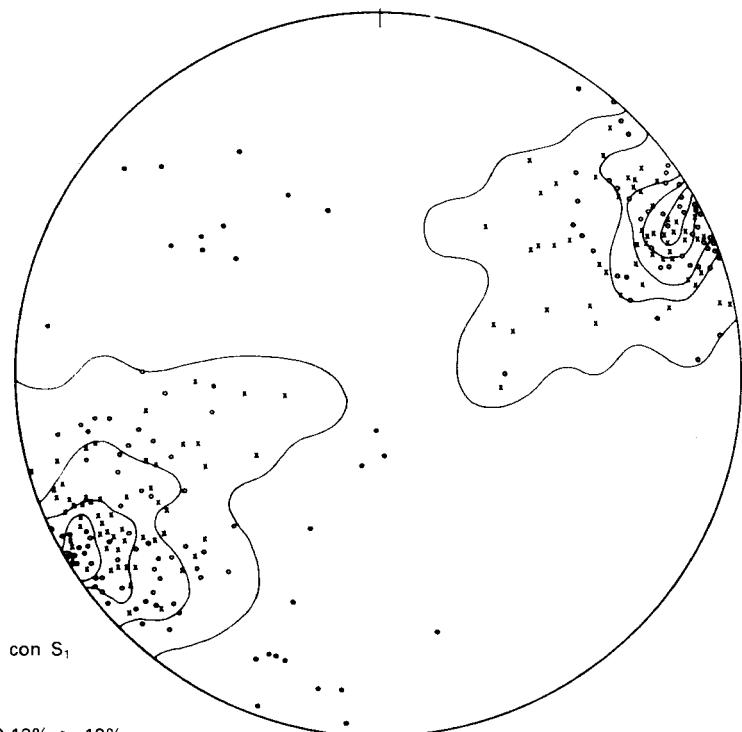
El estereograma número 5 se ha realizado con medidas de  $S_0$  tomadas principalmente en el flanco N de pliegues N 90 E, de la zona de Los Pilones.

En el estereograma número 6 podemos ver la estructura claramente en domo, de los materiales de edad Tremadoc que rodean al Precámbriico.

Se han representado también por separado las superficies de estratificación (estereograma número 7) y los ejes de pliegues y esquistosidad (estereograma número 8) en el Precámbriico de Los Valles, de lo que parece deducirse que el plegamiento presente en este Precámbriico es de la misma directriz que el hercínico que afecta al Paleozoico, y no se observan trazas de un plegamiento anterior, salvo que éste fuera de la misma dirección.

Del estilo del plegamiento de los materiales precámbrijicos, que en algunos sectores parece más apretado que el de los materiales paleozoicos, tampoco puede deducirse con seguridad la existencia de deformación anterior a la hercínica, ya que esta diferencia puede venir dada únicamente por el distinto comportamiento de los materiales ante una misma deformación.

En cuanto a la orogenia hercínica, hay que hacer notar el hecho de que la esquistosidad regional  $S_1$ , y los pliegues  $F_1$ , se presentan deformados posteriormente. La esquistosidad sufre un giro como hemos dicho de N 100 E a N 50 E, y los ejes de los pliegues  $F_1$  cabcean en algunos sectores como en la rivera de Gargantiel hasta 35° W. Por otro lado, la zona se halla afectada, y esto es bien visible, sobre todo, en el



LEYENDA

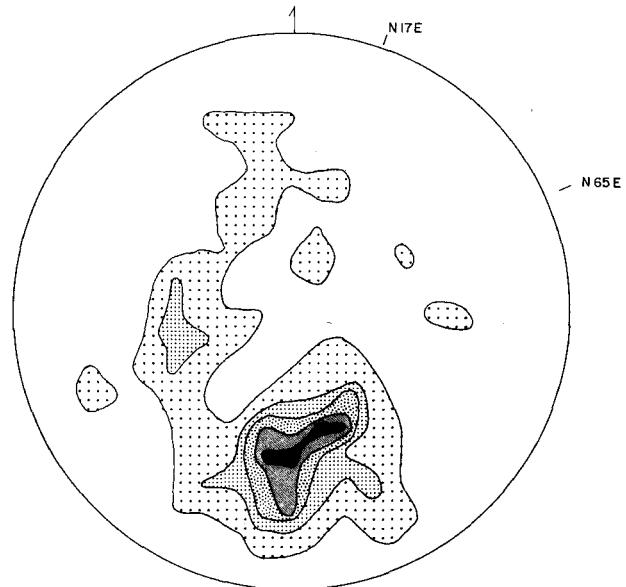
◦ Ejes de  $F_1$

X Lineaciones de intersección de  $S_0$  con  $S_1$

● Ejes de  $F_2$

Contornos: 0-4%, 4-7%, 7-10%, 10-13% > 13%

ESTEREOGRAMA N.º 1

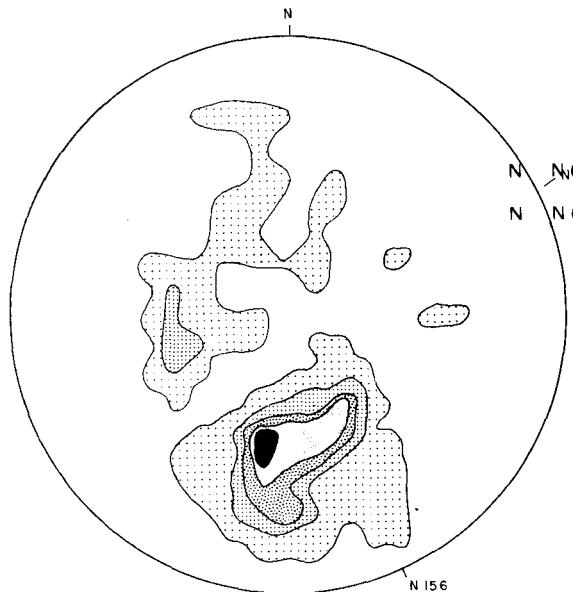


400 Polos a  $S_0$

Contornos = 3-5-7-9%

PALEOZOICO Y PRECAMBRICO VALDEMANCO

ESTEREOGRAMA N.º 2



75 Polos a  $S_0$

Contornos = 1-4-7-10-13%

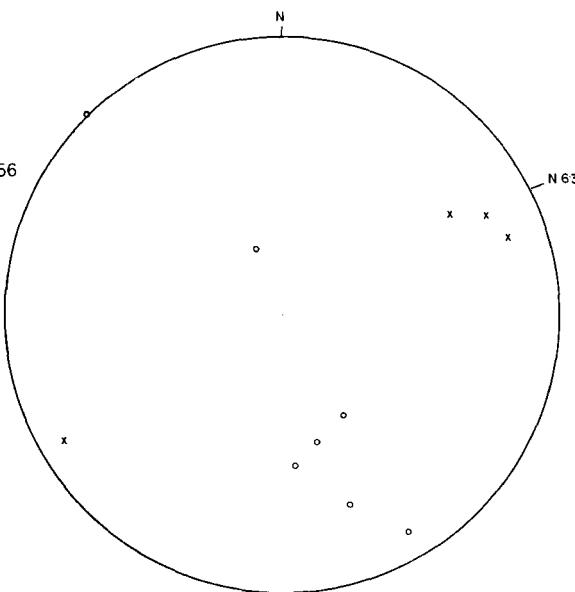
PALEOZOICO SE VALDEMANCO

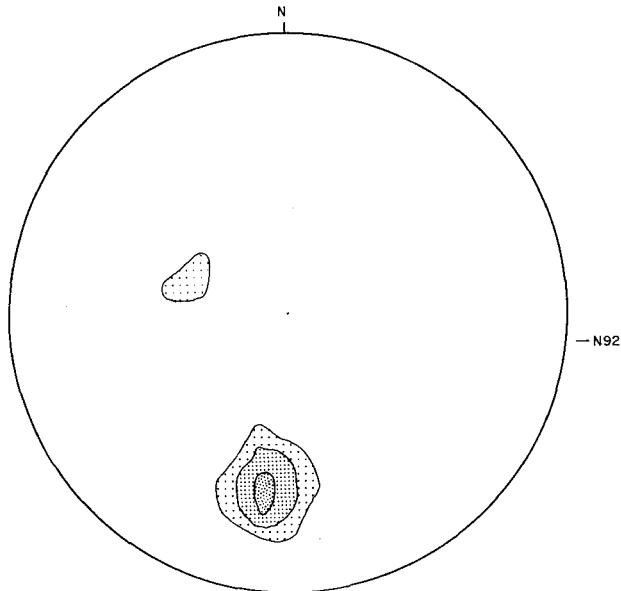
ESTEREOGRAMA N.º 3

0  $S_1$  Pizarras de Calymene

X L Ejes de pliegues de  $F_1$

ESTEREOGRAMA N.º 4





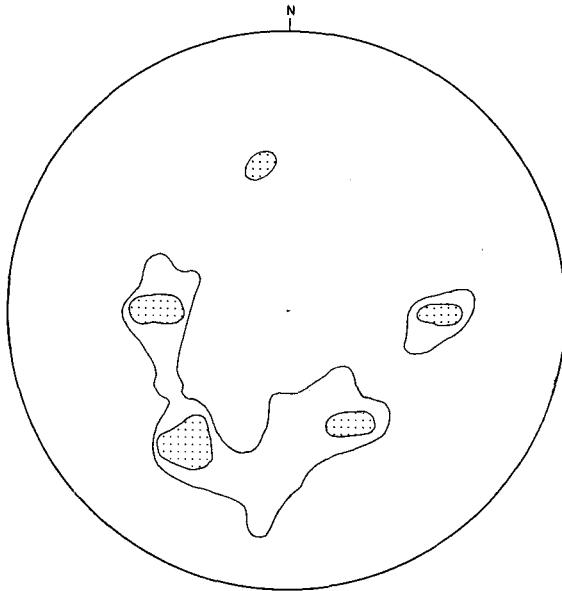
34 Polos a  $S_0$

Contornos = 5-10%

TREMADOC-ARENIG (infraarmoricana)

ZONA DE LOS VALLES

ESTEREOGRAMA N.º 6



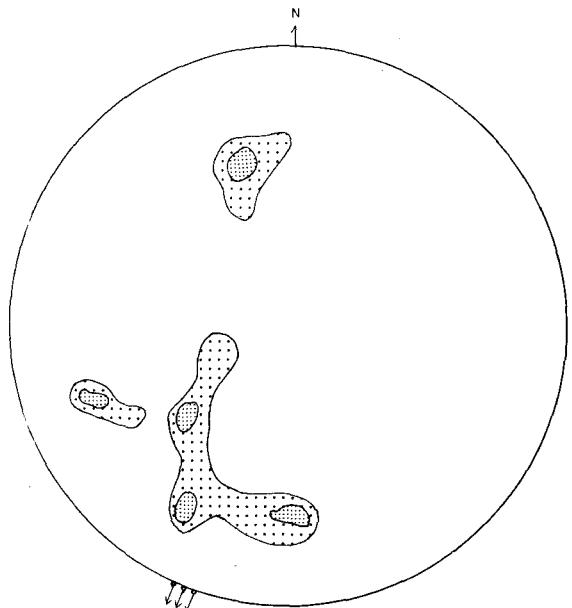
40 Polos a  $S_0$

Contornos = 3-6-12%

TREMADOC-ARENIG (infraarmoricana)

ZONA DE LOS PILONES

ESTEREOGRAMA N.º 5



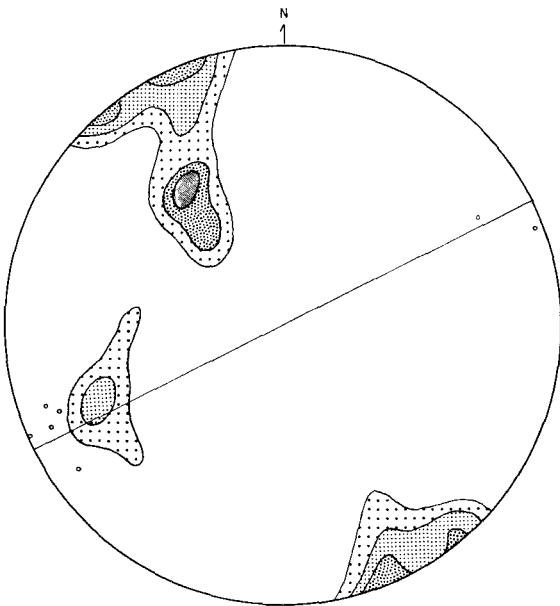
18 Polos a  $S_0$  N 200-206 E

Contornos = 4-8%

Paleocorrientes con  $S_0$  horizontal

PRECAMBRICO DE LOS VALLES

ESTEREOGRAMA N.º 7



22 Polos a  $S_1$

Contornos = 4-8-12%

L Ejes de Pliegues

PRECAMBRICO DE LOS VALLES

flanco sur del sinclinal de Almadén, por fallas de desgarre importantes, de dirección N 45 E, con componentes dextro, posteriores a los pliegues.

De acuerdo con las observaciones realizadas para la hoja de Almadén, se puede interpretar la deformación a escala decakilométrica, que afecta a los pliegues  $F_1$ , como relacionada con las fallas de desgarre N 140 E, que pueden, a su vez, tratarse de la manifestación de un desgarre profundo de dirección N 120 E dextrógiro.

Otra hipótesis para explicar la curvatura de las directrices hercínicas, sin necesidad de invocar una segunda fase de plegamiento posterior a la principal, podría venir dada de acuerdo con MAAS, P. (1963), por la existencia de un macizo resistente situado en La Serena, que traería consigo un giro sinestoso del bloque de La Serena, situado al W de la zona estudiada, contra otro situado al E, quizás como respuesta a un macizo antiguo, rígido a los esfuerzos de plegamiento. Además, del mismo modo se habrían producido también las fallas de desgarre de dirección N 160 E, frecuentes en la zona.

En la parte suroriental de la hoja existen estructuras dómicas (Los pilones y Navalmedio), de algunos kilómetros de diámetro, que parecen indicar una superposición de dos direcciones de plegamiento, se supone que las dos hercínicas, aunque no se puede establecer su relación con las  $F_2$  antes descritas.

Además, hay que indicar que existen varios sistemas de fracturas tardías de dirección N 15 E y N-S, con componente de desgarre levógiro y E-W, aunque sin gran salto.

### 3. GEOMORFOLOGÍA

El relieve actual de la zona es de tipo apalachiense, resultado de los efectos conjugados de varios períodos de erosión sucesivos, sobre materiales plegados en la orogenia hercínica.

El primer período de erosión parece corresponder a una superficie de arrasamiento tardihercínica. A partir del estudio de rocas intrusivas ácidas SAUPE (1973) mantiene que la erosión de los relieves habría terminado prácticamente antes de la puesta «in situ» de estas intrusiones, que se puede pensar sean concomitantes con los stocks graníticos próximos (Garlitos, Fontanosas).

Posteriormente habría varios ciclos más de erosión de los relieves hercínicos, correspondientes a movimientos epirogénicos y a la actuación de fallas de gran envergadura, hasta el último rejuvenecimiento posterior al pliocuaternario que ha causado un encajamiento de los valles en las rañas y el desmantelamiento de éstas.

En la red fluvial actual sobreimpuesta son frecuentes los meandros, bien condicionados por los obstáculos que las barras de cuarcita han constituido para los ríos o bien originados al correr los ríos en grandes extensiones precámbricas que dan depresiones muy suaves.

Las barras de cuarcitas constituyen los relieves más característicos, dando resalte topográficos en ocasiones importantes. A sus alrededor-

res, en las laderas con pendientes suaves, los materiales más blandos se encuentran protegidos de la erosión por los depósitos de «pie de monte», característicos y en ocasiones importantes. Parece tratarse, pues, de un fenómeno de madurez ligado al débil caudal actual de los ríos.

Se puede observar también una ligera disimetría en las vertientes de los valles en la dirección regional E-W, siendo la vertiente meridional de mayor pendiente que la septentrional.

#### 4. PETROLOGIA

En la Hoja de Valdemanco aparece una gran variedad de rocas ígneas: rocas intrusivas ácidas (granodioritas), grandes diques de rocas granudas básicas, a veces interestratificadas y con una composición más ácida (diabasas y pórfidos cuarcíferos), los productos de la actividad efusiva sinsedimentaria durante el Ordovícico-Devónico (piroclastos, sills y diques, fundamentalmente, basálticos), diques ácidos posttectónicos (de cuarzo y riolitas) y manifestaciones efusivas (riolitas) posthercénicas de dudosa datación cronológica.

##### 4.1. GRANODIORITAS

Afloran en el SW de la Hoja como apófisis del stock granítico de Fontanosas, que aflora varios kilómetros al sur entre las hojas de Almadén y Tirteafuera, entre materiales precámbricos.

No se aprecia en campo aureola de metamorfismo, probablemente por la pequeña dimensión de la intrusión, aunque SAUPE (1973) señala la existencia de corneanas y metacuarцитas en los stocks de Fontanosas y Garlitos.

Al microscopio se ha detectado crecimiento estático de biotita en una muestra de la roca de caja.

Al microscopio, las granodioritas presentan textura porfídica con una composición mineral de plagioclasa (An 35) y biotita como fenocristales y plagioclasa, feldespato potásico, cuarzo en la matriz (todos ellos principales), opacos, circón y apatito como accesorios.

Los fenocristales de plagioclasa se encuentran ligeramente zonados, con zonación oscilatoria, maclados en Ab-Carlsbad, en cristales idiomorfos o subidiomorfos, escasamente corroidos, de un tamaño máximo de 4-5 mm.

La matriz cristalina de grano fino (tamaño medio de los cristales: 0,2 mm.).

El orden de cristalización observado es: opacos → plagioclasa → biotita (fenocristales) → cuarzo/feldespato potásico.

Las granodioritas de Fontanosas son similares a las de otros stocks próximos (Garlitos, Hoja de Siruela) y su emplazamiento es tarditectónico, de edad Westfaliense ( $302 \pm 7$  millones de años según los análisis isotópicos realizados en dos muestras, en LEUTWEIN et al., 1970).

El estudio geoquímico y mineralógico realizado por SAUPE (1973) demuestra una tendencia charnokítica y permite suponer que en su formación la presión parcial del agua era relativamente baja y que el comienzo de la cristalización se ha hecho en profundidad y a alta temperatura. Estos granitoides han debido ponerse «in situ» suficientemente apisa para no haber sufrido contaminación.

#### 4.2. COMPLEJO SUBVOLCANICO ACIDO DE LAS INMEDIACIONES DE «EL CORRAL DE SANCHO»

Aparece un extenso afloramiento de rocas subvolcánicas en esta zona.

Se han diferenciado, fundamentalmente, dos facies atendiendo a textura y estructura: porfídicas desorientadas y fluidales.

Su relación espacial y genética no se observa en el campo, ya que aparecen separadas por una fractura.

##### 4.2.1. Facies porfídicas desorientadas

Aparecen en un afloramiento de geometría tabular, de unos 2.000 m. de longitud y 300 m. de anchura, con una dirección N 25 E. Generalmente, los afloramientos se encuentran con una elevada alteración supergénica. De visu, se trata de rocas de colores claros, generalmente grisáceas (sobre todo, la mesostasis) o beiges, destacando los fenocristales de biotita y plagioclasa, de tamaño milimétrico, sobre una matriz microcristalina. Los fenocristales no suelen estar orientados en estas facies.

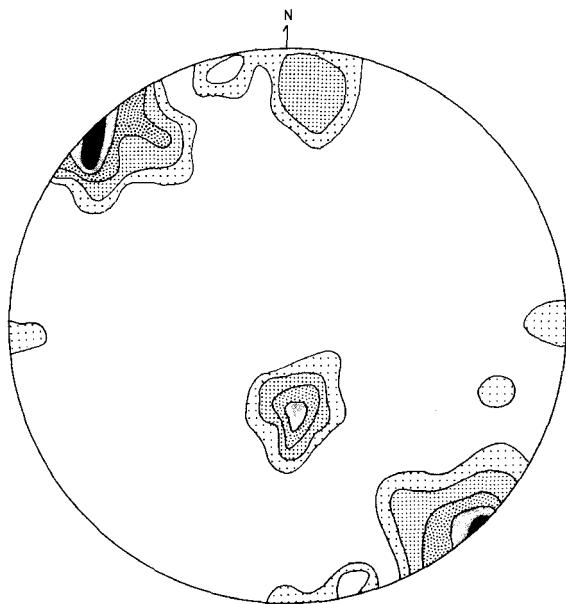
Al microscopio presentan textura porfídica, de matriz microcristalina, con plagioclasa andesina, cuarzo y biotita como fenocristales y matriz compuesta de cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y biotita. Los fenocristales de cuarzo exhiben frecuentemente gollos de corrosión. A veces se agrupan para dar texturas glomeroporfídicas. La plagioclasa se encuentra escasamente zonada, es idiomorfa, con algunas corrosiones. A veces también aparecen fenocristales de sanidina de caracteres volcánicos.

La clasificación más frecuente es de riódacita porfídica. También aparecen términos más riolíticos.

##### 4.2.2. Facies fluidales

Son rocas de colores claros, grisáceos y beige claro formados por fragmentos de rocas volcánicas muy silicificadas y carbonatadas, fragmentos de rocas riolíticas, pizarras y cuarcitas, en una pasta vítreo esferulítica y fluidal de composición riolítica.

A veces las rocas volcánicas presentan unos tonos algo más oscuros, con estructura volcanoclástica fluidal.

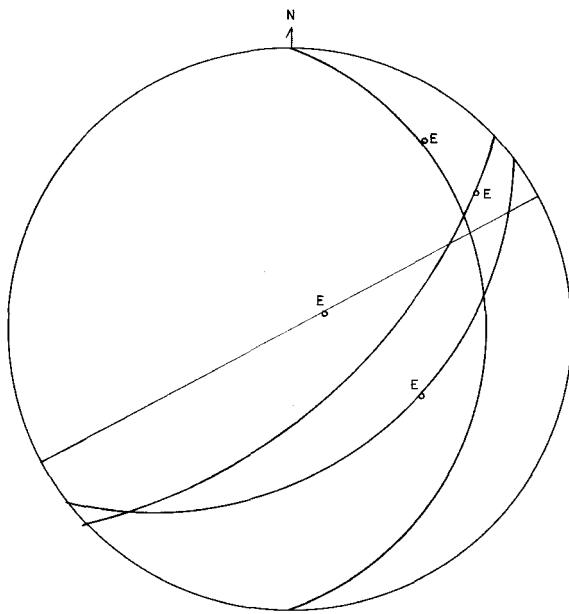


ESTEREOGRAMA N.º 9

50 Polos a S primaria en lavas ácidas

Contornos: 2-4-8-12-16 %

SUR DE LA CASA DE LA CALDERERA



ESTEREOGRAMA N.º 10

PLANOS AXIALES Y EJES DE PLIEGUES (E) DE TIPO FLUIDAL  
EN LAVAS ACIDAS. SUR DE LA CASA DE LA CALDERERA

La naturaleza porosa de lavas y tobas ha facilitado su alteración y la serie de procesos y transformaciones metasomáticas que han sufrido con carbonatación, especialmente intensa en tobas y sedimentos tobáceos.

Las tobas y aglomerados volcánicos contienen fragmentos de rocas muy silíceas vítreas y/o fragmentos de rocas riolíticas y pizarras englobadas en una pasta vítreas, esferulítica y fluidal, de composición riolítica. A veces aparecen también englobados fragmentos pulidos bien redondeados de cuarcitas y de pizarras con la esquistosidad orientada al azar, de 10-20 mm. de diámetro y a veces mayores, en bloques de hasta 0,5 m<sup>3</sup>.

Son muy frecuentes las riolitas finamente bandeadas, con bellos ejemplos de superficies de flujo, que vienen dados, fundamentalmente, por la orientación paralela de bandas alternativamente cristalinas y vítreas, o en ocasiones por la orientación preferencial de cristalillos, principalmente de feldespatos, en cada una de las bandas. Estas superficies, aunque por regla general son bastante irregulares, lo que nos indicaría una gran turbulencia, han puesto de manifiesto la existencia de varias direcciones preferentes de flujo (ver estereogramas núms. 9 y 10). En las lavas situadas inmediatamente al S de la casa de la Calderera, la N 140 E es la dirección más importante y otras menos marcadas son las N-S y E-W, aproximadamente. A partir de la forma de los pliegues fluidales se ha podido ver que predomina la vergencia SE, es decir, parece deducirse que el principal sentido de escorrimiento de las lavas para este sector es, aproximadamente, N 140 E.

Por otra parte, SAUPE (1973) realizó un estudio estructural estudiando la distribución de diaclasas en el microgranito y en la «cuarcita Armoricana» próxima, resultando que el microgranito se había emplazado posteriormente al diaclasado, concomitante con el plegamiento de las cuarcitas.

A partir de las grietas de retracción por enfriamiento, SAUPE afirma que la superficie de las isoterma era, aproximadamente, paralela a la estratificación de los sedimentos.

Así pues, podemos considerar a este conjunto ígneo de Casa Blanca como un lacolito, cuya superficie topográfica actual, muy recubierta, casi plana, constituye un corte oblicuo, en el que se pueden observar claramente una zonación predominando hacia el norte y centro los microgranitos y hacia el S las facies fluidales y clasto-fluidales.

Este conjunto no se presenta plegado por la orogenia hercínica, parece pues ser postectónico, aunque podría estar ligado quizás a grandes fallas de desgarre posteriores. En cuanto a su emplazamiento, éste se debe haber realizado a muy débil profundidad, como lo demuestra la existencia de aparatos volcánicos más o menos desmantelados, lo que implicaría que el nivel de erosión actual sobre el que descansa el conjunto volcánico-subvolcánico ha de ser anterior a su efusión, lo que nos habla de una etapa de erosión inmediatamente posterior al plegamiento hercínico y anterior a la aparición de estas manifestaciones ígneas.

Se ha observado a veces que los fragmentos de cuarcita presentes en las facies volcanoclásicas tienen, en ocasiones, un gran redondeamiento, y se encuentran incluso pulidos, estos pueden estar ligados a un movimiento de vaivén y choque dentro de la masa de lavas, de cantos de cuarcitas arrancados de las paredes de la chimenea, o bien ser de origen superficial como cantos caídos en las aberturas o ambos casos a la vez.

Al microscopio estas facies presentan texturas volcanoclásticas-brechoides y fluidales, con fragmentos de diverso origen, predominando las de rocas metasedimentarias, sedimentarias y volcánicas. Se han observado clastos de esquistos biotíticos, esquistos con granate, cuarcitas. También aparecen fenoclastos de cuarzo con corrosiones, feldespato potásico, frecuentemente sanidina. La mesostasis fluidal está formada por feldespato potásico, cuarzo y biotita (por tanto, de composición riolítica).

#### 4.3. VOLCANISMO BASICO SINSEDIMENTARIO

Se encuentran intercalaciones de rocas piroclásticas básicas en el Ordovícico medio («Pizarras de Calcymene» y «cuarcitas de Canteras»), en el Silúrico Inferior, inmediatamente por encima de la cuarcita del Criadero y, también, en el Silúrico Superior-Devónico Inferior.

La aparición de «capas» intercaladas basálticas y «sills» básicos en la serie sedimentaria es frecuente desde el Ordovícico medio hasta el Devónico inferior.

Generalmente son cuerpos interestratificados, en los que resulta difícil distinguir si se trata de rocas volcánicas o subvolcánicas, con potencias del orden del metro o varios metros en ocasiones y de longitud que rara vez sobrepasa varias decenas de metros. Por regla general no se observa metamorfismo de contacto en las rocas sedimentarias encajantes y los contactos con éstos son, generalmente, nítidos y planos, sin que se hayan visto brechas.

A veces, raramente, se observan claramente «sills» atravesando a la estratificación.

Presentan un color gris azulado, o verdoso cuando están más alterados.

Las rocas piroclásticas también son grises o de color verdoso.

- Las rocas interestratificadas en coladas o sills aparecen con una continuidad entre texturas propias de basaltos y doleríticas, marcada por la desaparición progresiva de fenocristales y de restos de vidrio, y un aumento del tamaño medio de los cristales.

Se pueden distinguir:

- Basaltos con olivino, generalmente bastante alterados, son los más abundantes.
- Basaltos más oscuros, con más melanocratos y menos feldespatos.
- Basaltos vacuolares de textura vítreo, con vesículas elipsoidales,

rellenas de clorita, al parecer. Indicarían una puesta «in situ» a débil profundidad, permitiendo la liberación de los gases.

Las doloritas implican, por su textura, un enfriamiento lento, y serían características de sills o de coladas potentes. Presentan una textura ofítica o subofítica y composición mineralógica fundamentalmente de augitas y plagioclasas.

Los basaltos y las doloritas se encuentran bastante alterados.

Las plagioclasas han sufrido albítización y sausuritización. A partir de los piroxenos también se han desarrollado clorita, carbonatos y sideromelano, e iddingsita a partir del olivino.

Estas transformaciones mineralógicas, de acuerdo con SAUPE (1973), parecen de origen profundo y no meteóricas, realizadas posiblemente en dos etapas: una primera tardimagnética, que conduce a la albítización y sericitación de las plagioclasas, serpentinitización de olivino y uralitización de los piroxenos. Otra etapa siguiente, hidrotermal (?) produce una intensa carbonatación (y a veces silificación) y cloritización sobre los productos de alteración anteriores, hasta llegar a formar verdaderas rocas carbonatadas, en que solamente la presencia de los rasgos texturales (contornos de fenocristales, etc.) permite afirmar que se trata de rocas basálticas.

Del estudio geoquímico de los distintos materiales basálticos realizado por SAUPE (1973), puede deducirse que la actividad volcánica basáltica durante el Ordovícico-Devónico fue producida por una fuente magmática única, en que los fenómenos de cristalización precoz y anhidra fueron reemplazados rápidamente, en el magma todavía activo por fenómenos deutéricos generalizados, que produjeron una diferenciación mineralógica (carbonatación, cloritización, etc.) en el curso de la ascensión del magma, caracterizados por el paso de una paragénesis de alta temperatura a otra de baja temperatura, bajo la influencia de fluidos importantes.

SAUPE (1973) encuentra afinidades toléticas para las rocas diabásicas de estos episodios volcánicos, mientras que la caracterización de los basaltos es más ambigua, con una débil diferenciación magmática, consecuencia de una ascensión rápida.

#### 4.4. PORFIDOS SUBVOLCANICOS

En el Precámbrico aflorante en los domos del SE de la Hoja (zona de Navalmedio y Los Valles), se han encontrado rocas de aspecto porfídico perfectamente interestratificadas entre las grauvacas y pizarras precámblicas. De color grisáceo, con fenocristales, en ocasiones de gran tamaño ( $>0,5$  mm.) de plagioclasas, normalmente muy alteradas y de cuarzo.

Son pórvidos granodioríticos que se presentan al microscopio con textura porfídica con tendencia somero-porfídica. La matriz es de grano fino ( $<200$   $\mu$ ). Los fenocristales son de plagioclase, zonadas con zonación oscilatoria normal, y composición global aproximada de An 35. Son

frecuentes las corrosiones por la matriz. El cuarzo de los fenocristales se presenta con abundantes golfos de corrosión. La biotita aparece en placas de contorno hexagonal ligeramente cloritizada. Es de color marrón-rojizo y contiene numerosas inclusiones de circón y de agujas de rutilo visibles éstas sobre las caras 001 (crecimientos sageníticos de origen epítáxico).

La matriz está compuesta de feldespato potásico plagioclasa, cuarzo y biotita.

No se observan fenómenos de deformación y/o cataclasis.

Es de destacar en esta facies la precoz cristalización del cuarzo en fenocristales, cosa que no ocurre en las muestras estudiadas de los asomos granodioríticos.

El orden de cristalización observado es el siguiente:

circón/opacos → fenocristales → {plagioclasa/cuarzo/biotita} → matriz {plagioclasa → biotita → cuarzo/fto. k.}

La composición mineral, textura y orden de cristalización de estos pórpidos es semejante a la que presentan los diques y asomos granodioríticos que aparecen en la hoja de Abenojar, y que son, al menos, tardihercínicos.

No se ha visto en ningún caso aureola de metamorfismo de contacto, aunque, en ocasiones se han observado en las proximidades de estos pórpidos cristales de biotita y no se puede descartar la presencia de éste, teniendo en cuenta que por la proximidad de las apófisis granodioríticas del granito de Fontanosas y la mala calidad de los afloramientos puede haber dudas respecto a la asignación de este metamorfismo de contacto.

#### 4.5. FILONES DE CUARZO

Se han localizado varios entre los materiales del Precámbrico en el sector SE de la Hoja, en la zona de Navalmedio. Son diques que atraviesan a la estratificación, encajados en fracturas tardías de dirección N-S, con corridas de casi un centenar de metros y anchura de hasta una decena de metros.

La roca tiene textura granular, heterogranular, de grano fino y está compuesta por cuarzo, con óxidos de hierro.

#### 5. HISTORIA GEOLOGICA

Los materiales más antiguos que afloran en la Hoja de Valdemanco pertenecen al Precámbrico Superior. Comienzan con una potente serie que presenta notables características turbidíticas y parece corresponder a un verdadero flysch.

En el Precámbrico terminal se produce la sedimentación de impor-

tantes paquetes grauváquicos probablemente en régimen de sedimentación costera (deltaica?).

El Cámbrico no se ha reconocido en la Hoja, probablemente por la erosión debida a la fase Sárdica.

Los materiales paleozoicos posteriores a esta fase parecen ser discordantes sobre el Precámbrico y constituyen una potente serie continua, desde el Ordovícico al Devónico Inferior, formada por alternancias de pizarras, areniscas y cuarcitas, con algunos lentejones de calizas, que corresponden a facies de plataforma poco profunda.

Sobre los materiales precámbricos, probablemente discordantes sobre una superficie de erosión, se depositan transgresivamente el Tremadoc-Arenig comenzando por un conjunto conglomerático y una serie tipo «flysch» de potencia muy variable; a continuación un tramo basal de características proximales, hasta llegar a las «pizarras de Calymene». La «cuarcita Armoricana» puede representar dentro de este conjunto, un complejo de barras litorales progradantes (PUIGDEFABREGAS, 1974).

Después de la transgresión tremadociense-arenigense, el resto de la serie paleozoica consta de una sucesión de secuencias regresivas más o menos importantes, cada una de las cuales culmina con su correspondiente nivel de cuarcitas o areniscas cuarcíticas.

Existe, pues, un proceso regresivo desde un ambiente de cierta profundidad (arcillas y limos) sobre el que más tarde se deja sentir la acción del oleaje de modo cada vez más enérgico, pasándose finalmente a un ambiente dominado por corrientes, probablemente de marea, hasta que se llega a las facies arenosas superiores, con estratificación paralela o semiparalela dominante, exceptuando algunos casos de «mega-ripples». Se trata, probablemente, de facies arenosas litorales progradando en una determinada dirección. Lo que ya no es tan evidente, a la luz de los datos disponibles, es de qué tipo de facies arenosa se trata. En principio puede pensarse en secuencias deltáticas o en complejos de barras y cordones litorales. Ahora bien, para tratarse de facies deltaicas parece que las secuencias son demasiado potentes y su extensión demasiado regular y continua. Por esta razón, parece más lógico pensar en un ambiente litoral dominado por corrientes de mareas, con importantes procesos de «reworking» y de redistribución de materiales (PUIGDEFABREGAS, 1974).

Simultáneamente a la sedimentación de estos materiales se produjo, desde el Llandeiloense al Devónico Inferior, un volcanismo de tipo explosivo que da lugar a rocas piroclásticas y a frecuentes manifestaciones subvolcánicas. Este volcanismo, de composición basáltica, alcanza su máxima intensidad en el Silúrico-Devónico Inferior.

En el sinclinorio de Guadalmez, ALMELA et al. (1962) señalan la existencia de materiales Dinantienses-Namurienses concordantes con las series Devónicas. La fase principal de la orogenia hercínica es posterior a esta edad y anterior, al menos, al Estefaniense Medio que aparece discordante sobre materiales silúricos en la Hoja de Almadén.

La fase 1 de la orogenia hercínica es la más intensa y la que origina las grandes estructuras regionales.

La fase 2 deforma a escala decakilométrica los pliegues de la fase 1. A título de hipótesis, esta fase podría estar relacionada con un desgarre profundo de dirección N120E.

Con posterioridad a las fases principales de plegamiento se produjo la intrusión de las apófisis de las granodioritas de Fontanosas, de edad Westfaliense ( $302 \pm 7$  millones de años, SAUPE, 1973).

Como consecuencia de la orogenia hercínica toda la región quedó emergida y sometida a la erosión, dejando cuencas lacustres de variada extensión, cuya colmatación se produjo durante el Estefaniense y restos de los cuales han quedado en la Hoja de Almadén.

Con posterioridad, probablemente durante el Carbonífero Superior se produjeron manifestaciones volcánicas ácidas y subvolcánicas asociadas.

La ausencia de sedimentos impide establecer la historia de la región hasta el Plioceno Superior, en el que se produce un ciclo erosivo importante, probablemente en un período climático árido, acompañado del depósito de rañas.

En el Pleistoceno se establece una nueva superficie de erosión en relación con la cual existen depósitos de glacis.

Durante el Holoceno, por último, se produce el encajamiento de la red fluvial actual, obteniéndose la forma de relieve actual.

## 6. GEOLOGIA ECONOMICA

### 6.1. MINERIA Y CANTERAS

En el mapa metalogenético 1:200.000 (Villanueva de la Serena), se han distinguido los siguientes indicios en la hoja de Valdemanco.

N. <sup>o</sup>	Coorde-nadas X	LambertSustan-cia	Término municip.	Tipo de mineralización
27	515,3	484,5	Pb	Saceruela
Pb-Zn-Ag				Descon.
28	517	486,4	Cu	Saceruela
Cu Sulfuros				Descon.
29	517	486,4	Cu	Saceruela
Cu y combi.				Descon.
30	506,4	471,7	Pb	Almadén
Pb-Zn-Agnaciones				Descon.
31	509,7	471,8	Pb	Almadén
Pb-Zn-Ag afines				Descon.
32	525,8	472,8	Pb	Abenojar
Pb-Zn-Ag				Descon.

Cuatro de ellos, los tres primeros y el último, encajan en el Precámbrico y los dos restantes en el Paleozoico del SW de la Hoja.

Parecen corresponderse con dos tipos de mineralizaciones:

El primer tipo, observado principalmente en las mineralizaciones encajadas en el Paleozoico, parece corresponder fundamentalmente a filones plomo-cinc-plata, de tipo hidrotermal, ligados al parecer a las fases tardías del emplazamiento de los granitos hercínicos. De todas las minas de este tipo, la mejor conocida es la del Quinto del Hierro, en la hoja de Almadén, estudiada por LAURET (1974), que presenta una mineralización primaria de galena, bourbonita, calcopirita y cobres grises, acompañada de una ganga de ankerita, cuarzo y baritina. En la montera pueden verse óxidos amarillos de antimonio, malaquita, azurita y piromorfita. Todo ello armando en filones de dirección N 55 E. Parecen filones de tipo mesotermal (BPGC), dominando uno u otro de los componentes principales.

Uno de los mejores exponentes del segundo tipo de mineralizaciones quizás sea la zona de Navalmedio, donde Minas de Almadén ha reconocido a partir de anomalías geoquímicas y sondeos mecánicos la existencia de mineralizaciones fundamentalmente de blenda y galena, en el Precámbrico, asociadas fundamentalmente a brechas sedimentarias, con poca removilización, es decir, de muy baja temperatura. La mineralización a bastante profundidad e importante se encuentra al parecer algo zonada (BARRANCO, E. com. personal). La mineralización se encuentra afectada por la orogenia hercínica y fallas N 20 E.

La mineralización de mercurio en la región de Almadén se encuentra ligada al volcanismo sinsedimentario de tipo explosivo y carácter básico (23). La mineralización encaja preferentemente en la cuarcita del Criadero, pero también se encuentra en sills y vulcanitas que no alcanzaron el nivel de la cuarcita, en masas originadas por avalanchas de lodos de cinabrio, producidas en la superficie submarina, y también en niveles volcánicos situados por encima de la cuarcita.

En cuanto a canteras, únicamente cabe decir que se han explotado niveles carbonatados del Ashgill para obtener cal y que en Valdemanco la «cuarcita Armoricana» ha sido empleada como material de construcción.

## 6.2. HIDROGEOLOGIA

El interés hidrogeológico de la zona es escaso. Los únicos acuíferos existentes, de reducida importancia, son los niveles cuarcíticos, cuando están fracturados, y los coluviones de mayor potencia.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- ALMELA, A. (1959). «Esquema geológico de la zona de Almadén». *Bol. IGME*, t. 70, pp. 315-330.

- ALMELA, A., y FEBREL, T. (1960). «La roca frailesca de Almadén. Un episodio tobáceo en una formación basáltica del Siluriano Superior». *Not. y Com. del IGME*, t. 59, pp. 41-72.
- ALMELA, A.; ALVARADO, M.; COMA, J.; FELGUEROZO, C., y QUINTERO, I. (1962). «Estudio geológico de la región de Almadén». *Bol. IGME*, t. 73, pp. 193-327.
- BARD, J. P., y FABRIES, J. (1970). «Aperçu petrographique et structural sur les granitoïdes de la Sierra Morena Occidentale». *Bol. IGME*, t. 81, vol. 2-3, pp. 226-241.
- BORN, A. (1916). «Die Calymene tristani stufe (mittleres untersilur) bei Almadén, ihre fauna, gliederung und verbreitung». *Abh. senckenberg, naturforsch. Gesellsch Dtsch*, t. 36, vol. 3, pp. 311-358.
- BOUYX, E. (1962). «La edad de los esquistos de Alcudia». *Not. y Com. del IGME*, t. 66, pp. 197-200.
- BOUYX, F. (1962). «Extensión des terrains ante-ordoviciens au sud de Ciudad Real». *C. R. Somm. Soc. Geol. Tr.*, pp. 339-341.
- BOUYX, ET. (1965). «Les conglomérats interstratifiés dans la serie ante-ordovicienne de la province de Ciudad Real». *C. R. Acad. Sc. París*, t. 260, pp. 6148-6150.
- (1966). «Repartition verticale des pistes bilobées dans l'ordovicien inférieur de la province de Ciudad Real». *C. R. Acad. Sc. París*, t. 262, pp. 83-88.
- (1966). «Discordance infra-ordovicienne et schistosité dans la Vallée de l'Alcudia au sud d'Almadén». *C. R. Acad. Sc. París*, t. 262, pp. 1201-1204.
- (1970). «Contribution à l'étude des formations anteordovicaines de la Meseta Meridionale». *Mem. Inst. Geol. y Min. de España*, t. 73, pp. 1-263.
- BOUYX, E., y SAUPE, F. (1966). «Precision sur la limite Arenig-Llandeilo dans l'ordovicien d'Almadén». *C. R. Acad. Sc. París*, t. 263, pp. 321-323.
- CALDERON ARANA, S. (1883). «Catálogo razonado de las rocas eruptivas de la provincia de Ciudad Real». *Bol. Com. Mapa Geol. Esp.*, t. 10, pp. 165-175.
- (1884). «Rocas eruptivas de Almadén». *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 13, vol. 2, pp. 227-258.
- CAPDEVILA, R.; MATTE, P., y PAREDES, J. (1971). «La nature du pré-cambrien et ses relations avec le paleozoïque dans la Sierra Morena». *C. R. Acad. Sc. París*, pp. 1359-1362.
- CAPOTE, R.; CASQUET, C.; FERNANDEZ-CASALS, M. J.; MORENO, F.; NAVIDAD, M.; PEINADO, M., Y VEGAS, R. (1977). «The precambrian in the central part of the iberian massif». *Estudios geol.*, t. 33, pp. 343-355.
- CARRE, D.; HENRY, J. L.; POPUON, G., y TAMAIN, G. (1970). «Les quartzites botella et leur faune trilobitique le problème de la limite llandeiliense caradocien». *Bull. Soc. Geol. Fr.*, t. 2, vol. 5, pp. 774-785.
- CIRY, G. (1936). «Contribution à l'étude géologique de la région d'Almadén». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, bol. 36, pp. 293-300.

- CORTAZAR, D. (1894). «Reseña física y geológica de la provincia de Ciudad Real». *Bol. Com. Mapa Geol. Esp.*, t. 7, pp. 289-329.
- COULLAUT, J. L.; VILLOTA, J., y AGUILAR, M. J. (1975). *Estudio geológico-co-minero de la zona norte de Gargantiel*. CGS, inédito, pp. 1-91.
- COULLAUT, J. L.; VILLOTA, J.; BABIANO, F., y AGUILAR, M. J. (1977). *Estudio geológico-minero de la zona Arroyo del Mimbre*. CGS, inédito, pp. 1-51.
- EZQUERRA DEL BAYO, J. (1845). «Des formations tertiaires du centre de l'Espagne». *An. Minas Esp.*, t. 3.
- (1838). «Details géologiques sur Almadén». *Bull. Soc. Geol. Fr.*, t. 10, pp. 106-108.
- GARCIA, J.; FERNANDEZ, Y, y COULLAUT, J. L. (1981). *Estudio geológico-co-minero en el Área de Abenajar*. CGS Minas de Almadén (INED).
- HABERFELNER, R. (1931). «Eine revision der graptolithen der Sierra Morena». *Abh. senckenberg naturforsch Gessells Dtsch.*, t. 43, vol. 2.
- HERNANDEZ SANPELAYO, P. (1926). «Yacimientos de graptolítidos en la zona de Almadén». *Bol. R. Sociedad Esp. Hist. Natural*, t. 26, pp. 435-438.
- (1960). «Graptolítidos españoles». *Not. Com. Inst. Geol. y Minero de España*, t. 57, pp. 3-78.
- HERRANZ, P.; DE SAN JOSE, M. A.M, Y VILAS, L. (1977). Ensayo de correlación del precámbrico entre los Montes de Toledo Occidentales y el Valle del Matachel». *Estudios Geol.*, t. 33, pp. 327-342.
- LEUTWEIN, J.; SAUPE, F., y BOUYX, E. (1970). «Première mesure géochronologique en Sierra Morena: La granodiorite de Fontanosas». *Geol. En Mijnbouw Nederl.*, t. 49, pp. 297-304.
- LOTZE, F. (1970). «El Cámbrico de España». *Mem. del Inst. Geol. y Minero de España*, t. 76, pp. 1-245.
- LUJAN, F. de (1850). «Estudios y observaciones geológicas relativos a terrenos que comprenden parte de la provincia de Badajoz y de las de Sevilla, Toledo, Ciudad Real y cortes de estos terrenos». *Memor. Acad. Cienc.*, t. 1, vol. 1, pp. 3-34; t. 2, pp. 3-71.
- MARQUEZ TRIGUERO, E. (1963). «Nueva división del Silúrico en la región de Almadén». *Not. y Com. IGME*, t. 72, pp. 199-218.
- MONTOUCHET, M. (1943). «Contribution à l'étude de la faune des schistes à calimenes de la region d'Almadén». *DES, Université de París*, pp. 1-50.
- MORENO SERRANO, F. (1974): «Las formaciones anteordovícicas del anticlinal de Valdelacasa». *Bol. Geol. y Min. IGME*, t. 85, pp. 396-400.
- (1975). «Olistostromas fangoconglomerados y "slump folds". Distribución de facies en las series de tránsito precámbrico-cámbrico en el anticlinal de Valdelacasa». *Estudios Geológicos. Inst. Lucas Mallada CSIC*, vol. 31, pp. 249-260.
- (1977). Estudio geológico de los Montes de Toledo Occidentales». *Tesis Univ. Complutense*, pp. 1-186.
- (1977). «Tectónica y sedimentación de las series de tránsito (precámbrico terminal) entre el anticlinal de Valdelacasa y el Valle de

- Alcudia. Ausencia del Cámbrico». *Studia Geológica*, vol. 12, pp. 123-136.
- MORENO, F.; VEGAS, R., y MARCOS, A. (1976). «Sobre la edad de las series ordovícicas y cámbicas relacionadas con la discordancia sárdica en el anticlinal de Valdelacasa». *Breviora. Geol. Astúrica*, t. 20, pp. 8-16.
- MULLER, N. (1929). «Die fauna der frasne-stufe bei Almaden». *Abh. senkenberg naturforsch, Gesellsch Dtsch.* t. 41, pp. 243-282.
- OUTRACH, A., y TAMAIN, G. (1970). «Tectonique en Sierra Morena». *C. R. Acad. Sc. París*, t. 270, pp. 2634-2636.
- PARGA, J. R. (1971). «Sobre el límite inferior del Cámbrico y la existencia de Eocámblico en el Macizo Hespérico». *Bol. Geol. y Min.*, t. 82, pp. 234-238.
- PRADO, C. de (1855). «Sur la géologie d'Almaden d'une partie de la Sierra Morena et des montagnes de Tolède». *Bull. Soc. Geol. Fr.*, t. 12, pp. 182-204.
- PUIGDEFABREGAS, C. (1974). *Estudio de las relaciones entre Paleocorrientes y direcciones de mineralización de la Mina de Almadén*. CGS inédito.
- QUIROGA, F. (1880). «Estudio micrográfico de algunos basaltos de Ciudad Real». *An. Soc. Esp. Histo. Nat.*, t. 92, pp. 161-179.
- SAN JOSE LANCHA, M. A. de (1971). *Mapa geológico de España*. E/1:200.000, Hoja núm. 60 (Villanueva de la Serena-Memoria). IGME.
- SAUPE, F. (1971). «La série ordovicienne et silurienne d'Almaden. Point des connaissances actuelles». *Mem. BRGM*, t. 73, pp. 335-365.
- (1971) «Stratigraphie et petrographie du quartzite du criadero (Valentien) à Almaden». *Mem. BRGM*, t. 73, pp. 139-147.
- (1973). «La géologie du gisement de mercure d'Almaden». *Sciences de la terre*. ENSG. Nancy, pp. 1-343.
- TAMAIN, G. (1972). *Recherches géologiques et minières en Sierra Morena Orientale*. These Université de Paris Sud (centre d'Orsay), pp. 1-648.
- TAMAIN, G.; OUTRACH, A.; CARRE, O.; HELOIR, J.P.; PERAN, M., y POUPOUN, G. (1969). «L'Ordovicien de la Sierra Morena Orientale». *C. R. 94.º Congre. Nat. Soc. Sav. Pau.*, t. 2, pp. 275-292.
- TRIGUERO, E. M. (1963). «Nueva división del Silúrico en la región de Almadén». *Not. y Com. IGME*, pp. 199-218.
- VEGAS, R. (1971). «Precisiones sobre el Cámbrico del centro y sur de España. El problema de la existencia de Cámbrico en el Valle de Alcudia y en las sierras de Cáceres y N. de Badajoz». *Estudios geológicos*, vol. 27, pp. 419-425.
- VERGES MASIP, J.; MARTINEZ RIUS, A., y VIDAL FUNES, A. (1981). *Estudio geológico-minero de la zona de Colmenares-Teruellos*. CGS inédito.
- VERGES MASIP, J.; MARTINEZ RIUS, A., y VIDAL FUNES, A. (1981). *Estudio geológico-minero de la zona de Esteras-Siruela*. CGS inédito.
- VERNEUIL, M. de, y BARRANDE, J. (1855). «Description des fossiles de la région de Almaden». *Bull. Soc. Geol. Fr.*, t. 12, pp. 964-1025.

**NIPO: 232-87-007-3**

**Depósito Legal: M. 36281-1987**

**Gráficas Lormo. Isabel Méndez, 15. Tel. 430 05 26. 28038-MADRID**

INSTITUTO GEOLOGICO  
Y MINERO DE ESPAÑA

RIOS ROSAS, 23 - MADRID-3