



IGME

899

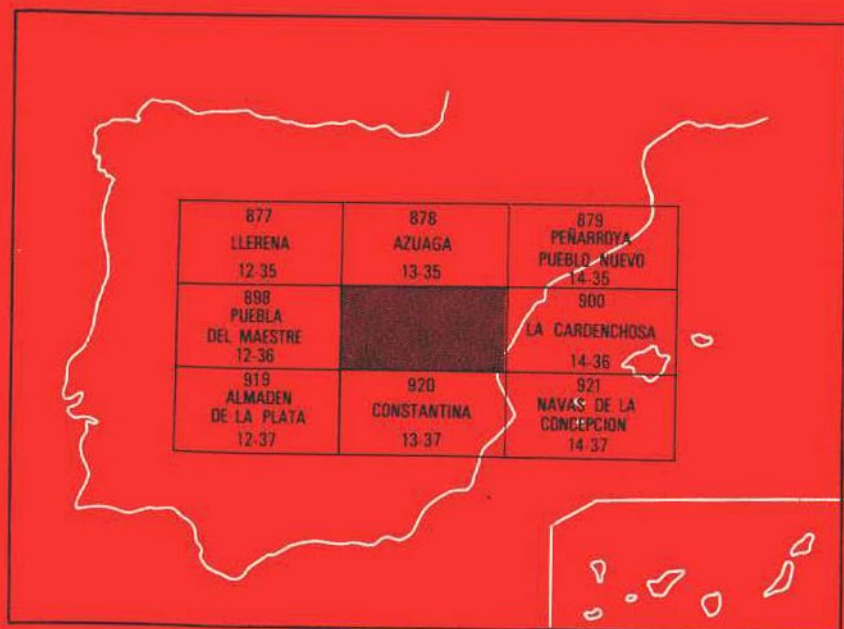
13-36

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

GUADALCANAL

Segunda serie-Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

GUADALCANAL

Segunda serie-Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

La Hoja de Guadalcanal, ha sido realizada por INGEMISA, durante el año 1.983, siguiendo las normas que para estos trabajos marca el I.G.M.E., y bajo la dirección y supervisión de sus técnicos.

Las personas que han intervenido en su realización han sido:

CARTOGRAFIA GEOLOGICA

Octavio Apalategui Isasa (INGEMISA)
José D. Borrero Domínguez (INGEMISA)
Francisco Javier Roldán García (INGEMISA)
Angel Garrote Ruiz (UNIVERSIDAD PAIS VASCO)
Luis Eguiluz Alarcón (UNIVERSIDAD PAIS VASCO)

PETROLOGIA

Angel Garrote Ruiz
Pablo Higuera Higuera (INGEMISA)

MEMORIA

Octavio Apalategui Isasa
José D. Borrero Domínguez
Angel Garrote Ruiz
Pablo Higuera Higuera

PALEONTOLOGIA

Eladio Liñán Guijarro
Teodoro Palacios Medrano

SUPERVISION, COORDINACION Y DIRECCION DEL I.G.M.E.

Cecilio Quesada Ochoa
Lucas A. Cueto Pascual

INFORMACION COMPLEMENTARIA

Se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Geológico y Minero de España existe para su consulta, una documentación complementaria constituida por:

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Album fotográfico.
- Mapa de situación de muestras.
- Informes petrológicos.
- Análisis químicos.
- Fichas bibliográficas.

Servicio de Publicaciones - Doctor Fleming, 7 - Madrid-16

INDICE

	<u>Páginas</u>
0. INTRODUCCION	7
1. ESTRATIGRAFIA	8
1.1. DOMINIO DE SIERRA ALBARRANA	8
1.1.1. Filitas y arenitas con metavolcanitas (Tramo de El Encinajejo) (36-39)	9
1.1.2. Filitas y metaarenitas (Formación de Azuaga) (40 y 43).	10
1.2. DOMINIO DE ZAFRA-ALANIS-CORDOBA	12
1.2.a. Unidad de Casas de Pila	13
1.2.a.1. Materiales volcánicos y volcanoclásticos (Formación Malcocinado) (25, 26, 27, 28, 29, 30, 31)	13
1.2.a.2. Metaarcosas y metagrauvas (Formación Torreárboles) (32)	16
1.2.a.3. Pizarras y grauvas con niveles de mármoles oolíticos (32, 34)	17
1.2.a.4. Calizas y dolomías con intercalaciones de pizarras (35)	17

1.2.b. Unidad de Loma del Aire	18
1.2.b.1. Metatobas y metacineritas con pasadas de vol- canitas ácidas y básicas (20, 21, 22)	19
1.2.b.2. Pizarras sericíticas con intercalaciones de már- moles de colores claros (23, 24)	19
1.2.c. Unidad de Alconera	20
1.2.c.1. Metavolcanitas básicas (Formación Malcocina- do) (6)	20
1.2.c.2. Metaarcosas, pizarras y metaarenitas (Forma- ción Torreárboles) (7 ... 9)	21
1.2.c.3. Calizas y dolomías (Calizas del Agua) (10 ... 12)	22
1.2.c.4. Pizarras verdosas con carbonatos (Capas de Benalija) (13 ... 17)	23
1.2.c.5. Pizarras y grauwacas oscuras (Capas del Arroyo Tamujar) (18, 19)	25
1.2.d. Otras unidades (5)	25
1.3. MATERIALES SIN ADSCRIPCION A NINGUN DO- MINIO CONCRETO	26
1.3.1. Calizas grises fosilíferas (44, 45)	26
1.3.2. Brechas calcáreas (46)	27
1.3.3. Carbonífero	27
1.3.3.a. Brechas y fanglomerados con pasadas de luti- tas (Carbonífero Inferior) (47, 48)	27
1.3.3.b. Conglomerados, arenas y lutitas (Estefaniense- Autuniense) (48, 49, 50)	30
1.3.4. Cuaternario	31
1.3.4.a. Depósitos aluviales (51)	31
1.3.4.b. Travertinos (52)	31
2. TECTONICA	31
2.1. DOMINIO DE SIERRA ALBARRANA	32
2.2. DOMINIO DE ZAFRA-ALANIS-CORDOBA	32
2.3. DEFORMACION RIGIDA: FRACTURAS	33
3. PETROLOGIA	34
3.1. ROCAS IGNEAS	34
3.1.1. Riolitas (1)	35
3.1.2. Zonas silicificadas (2)	35
3.1.3. Diabasas (4)	35
3.2. ROCAS METAMORFICAS	36

3.2.1. Dominio de Sierra Albarrana	36
3.2.2. Dominio de Zafra-Alanis-Córdoba.	37
3.2.2.a. Unidad de Casas de Pila	37
3.2.2.b. Unidad de Loma del Aire	38
3.2.2.c. Unidad de Alconera y otras unidades.	39
4. HISTORIA GEOLOGICA	39
4.1. DOMINIO DE SIERRA ALBARRANA	39
4.2. DOMINIO DE ZAFRA-ALANIS-CORDOBA	40
4.2.1. Unidad de Casas de Pila	40
4.2.2. Unidad de Loma del Aire	41
4.2.3. Unidad de Alconera	41
5. GEOLOGIA ECONOMICA	43
5.1. MINERIA	43
5.2. CANTERAS.	45
5.3. HIDROGEOLOGIA.	45
6. BIBLIOGRAFIA.	46

0. INTRODUCCION

La Hoja de Guadalcanal se sitúa al SE de Tierra de Barros, y dentro de ella se encuentra el límite entre las provincias de Córdoba, Badajoz y Sevilla.

Orográficamente se trata de una zona alomada, sin grandes diferencias de cotas, donde el modelado actual está en gran parte controlado por la litología de los materiales, y por la historia reciente de la región. En Ossa-Morena se observa cómo la red actual se encaja en una antigua superficie de erosión que actualmente ocupa una cota de unos 600 m. y en la que existían determinados relieves residuales.

Los ríos drenan la región hacia el este y/o el oeste, tienen régimen estacional y pertenecen a la Cuenca del Guadalquivir. Dentro de la Hoja existe una divisoria de aguas que coincide con los afloramientos calizos de la Unidad Loma del Aire; al norte de dicha divisoria, las aguas son recogidas por una serie de pequeños arroyos que desembocan en el río Sotillo, y éste a su vez en el Bembézar; al sur las aguas son recogidas en su totalidad por la ribera de Benalija, afluente del río Viar.

Los núcleos de población más importantes son Guadalcanal, Alanís y Malcocinado; son pueblos eminentemente agrícolas y ganaderos, si bien hay que resaltar la existencia de pequeñas explotaciones mineras y de rocas industriales, siempre de pequeña entidad. También existen pequeñas industrias de transformación de las materias primas propias de la región.

Toda la zona está surcada por una amplia red de carreteras locales y comarcas, que permiten acceder a casi cualquier punto de la Hoja.

Geológicamente la Hoja pertenece a la zona de Ossa-Morena, según la división de LOTZE (1.945) y JULIVERT et al. (1.974) para el Macizo Ibérico. Más concretamente y según la división dada por DELGADO QUESADA et al. (1.977) para Ossa-Morena nos situamos en el Dominio de Zafra-Alanis-Córdoba y en el de Sierra Albarrana.

Entre los trabajos previos que de alguna forma hacen referencia a los problemas que aquí se suscitan caben destacar aquéllos de FRICKE (1.941); LOTZE, F. y SDZUY, K. (1.961); JONGMANS y MELENDEZ (1.950); DELGADO QUESADA, M. (1.971); GARCIA VELEZ, A. (1.974); DELGADO QUESADA et al. (1.977) y BROUTIN, J. (1.981).

Durante la realización de esta Hoja se han llevado a cabo una serie de trabajos específicos que se salen fuera de los habitualmente realizados y que constan como documentación complementaria.

Los trabajos antes referidos son los siguientes:

- Estudio del quimismo del magmatismo prehercínico y hercínico.
- Estudio sedimentológico y estratigráfico de las cuencas carboníferas.
- Informes especiales de Tectónica, Metamorfismo, Magmatismo, Bioestratigrafía y Metalogenia y Yacimientos de todo el área comprendida por el proyecto.

1. ESTRATIGRAFIA

La Hoja de Guadalcanal la componen materiales metamórficos, por lo general poco evolucionados, del Precámbrico y del Paleozoico Inferior, y rocas detríticas anquimetamórficas de edad Carbonífero-Pérmico.

Dentro de esta Hoja están representados el Dominio de Sierra Albarrana y el de Zafra-Alanis-Córdoba, separados ambos por la falla de Malcocinado (DELGADO QUESADA, M., 1.971).

En este último dominio se pueden diferenciar otras fallas longitudinales como son la Falla de la Urbana y la de Guadalcanal, las cuales aíslan una serie de materiales con una problemática específica, y que son los límites actuales de algunas de las unidades definidas en el Dominio de Zafra-Alanis-Córdoba.

1.1. DOMINIO DE SIERRA ALBARRANA

En la mitad nororiental de la Hoja aflora un extenso pizarral, con algunas intercalaciones de rocas samíticas, y rocas volcánicas, que representan a la

Formación de Azuaga y al Tramo de El Encinalejo respectivamente. Estos materiales se localizan al norte de la Falla de Malcocinado, dentro ya del Dominio de Sierra Albarrana.

La estratigrafía de los materiales aflorantes es, de muro a techo, la siguiente:

1.1.1. Filitas y arenitas con metavolcanitas (Tramo de El Encinalejo) (36-39)

Al norte de la Falla de Malcocinado afloran unos materiales de naturaleza detrítica y volcánoclastica que se conocen como Tramo de El Encinalejo.

Afloran en una banda de unos 2-3 km. de anchura máxima, que lleva dirección regional y que se acuña hacia el SE, al estar laminada por la Falla de Malcocinado.

Se trata de una sucesión volcánico-sedimentaria con importantes aportes detríticos y pequeñas intercalaciones de volcanitas ácidas y básicas.

Dentro de la sucesión hemos diferenciado los siguientes tipos litológicos: volcanitas básicas (38), volcanitas ácidas (39), arcosas y/o cuarcitas blancas feldespáticas (37) todo ello embalado entre materiales detríticos y/o volcánoclasticos de grano fino (cineritas, pizarras, tufitas, etc.).

El término más común lo constituye una alternancia de materiales finos y gruesos, que proceden de rocas sedimentarias y/o volcánoclasticas de diverso tamaño entre las que estarían representadas las cineritas, tufitas, tobas re-trabajadas, etc. Todos estos tipos litológicos se han integrado en un solo grupo en la cartografía, ya que su identificación es casi imposible a simple vista.

Las pizarras son idénticas a las que aparecen en la Formación de Azuaga y que serán descritas a continuación.

Las tufitas y tobas re-trabajadas son de composición ácida-intermedia, afloran en lechos perfectamente estratificados de potencia centimétrica a decimétrica, donde se han observado estructuras de ordenamiento interno, como granoselección, laminaciones, etc. Entre estos niveles arenosos, aparecen lechos milimétricos de pizarras grafitosas, que han sido muestreadas para acritarcos.

En cartografía se han diferenciado al menos cuatro niveles de arcosas y/o cuarcitas blancas feldespáticas (37) en bancos decimétricos-métricos, por lo general masivos, o con estructuras de ordenamiento interno como: granoselección, laminaciones cruzadas y probablemente estratificaciones cruzadas (*megaripples*).

Estas rocas proceden del metamorfismo en bajo grado de un sedimento arenoso-arcósico con escasa matriz, formado por: cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, biotita, mica incolora, moscovita detrítica, opacos, apatito y turmalina.

Del análisis sedimentológico se deduce que el medio sedimentario era muy enérgico, batido por el oleaje, y somero. Las secuencias observadas son granodecrecientes, que nos indican que la cuenca se va haciendo subsidente y los depósitos se hacen algo más profundos (transgresión marina).

Tanto a muro como intercalados dentro de este tramo, afloran varios niveles lenticulares de volcanitas de composición andesítica y naturaleza tobácea (38).

Se han distinguido, al menos, tres niveles dentro de la serie que no superan los 50-80 m. de potencia y los 2-3 km. de corrida. De su estudio en lámina delgada se deduce que se trata de un sedimento tobáceo de composición básica-intermedia, con textura esquistosa-blastoporfiroclástica formada por: plagioclasa (albita), clorita, calcita, cuarzo, carbonatos y opacos (magnetita).

En el corte del río Onza a techo del Tramo de El Encinalejo hemos encontrado dos niveles de volcanitas ácidas de composición riódacítica, naturaleza tobácea y morfología lentejonar. Se trata de rocas volcanoclásticas-lávicas, con textura esquistosa, blastoporfídica y/o blastoporfiroclástica formada por: plagioclasa (albita), cuarzo, mica incolora, clorita, biotita verde, opacos, circón y esfena. Estos niveles presentan una potencia entre 10 y 20 m. y 500-1.000 m. de corrida.

La potencia del Tramo de El Encinalejo no se puede precisar con exactitud debido a que tanto el techo como el muro se encuentran tectonizados; la potencia de los materiales aflorantes es superior a los 800 m.

En cuanto a la edad de la serie se han realizado toma de muestras para estudios palinológicos (muestras AI-2035, 2036 y 2037) sin que se hayan encontrado restos orgánicos que permitan hacer alguna precisión sobre su edad. Desgraciadamente tampoco se pueden obtener deducciones paleoecológicas ni paleogeográficas del estudio de estas muestras; sin embargo, en el informe remitido por el equipo de paleontología que asesora en este proyecto, se indica que en unos tramos existen facies apropiadas para la presencia y conservación de acritarcos, y que quizás un estudio más exhaustivo y con otra metodología diera resultados positivos.

1.1.2. Filitas y metaarenitas (Formación de Azuaga) (40, 43)

En contacto tectónico y a veces dudoso con los materiales anteriores aparecen otros eminentemente detríticos, con esporádicos niveles volcánicos y volcanoclásticos intercalados.

Estos materiales afloran en la esquina NE de la Hoja, y en una extensión superior a 150 km².

Aunque en cartografía sólo se han diferenciado niveles lentejonares volcánicos (41) y arenosos (43) (cuarcitas y arcosas), dentro de un conjunto piza-

roso-arenoso, se pueden describir cinco tramos, que de muro a techo son los siguientes:

Los materiales más bajos de la serie están constituidos por una alternancia más o menos rítmica de filitas y pizarras con esporádicos niveles arenosos intercalados. Sobre estos materiales aparece un tramo de pizarras y areniscas de colores grisáceos-blancuecinos, en el que se observa un claro aumento de los aportes arenosos. En este tramo se reconocen muy bien las estructuras internas como son: laminación cruzada, granoselección, estructuras *flaser*, estructuras onduladas, *ripples* y bioturbación.

Ocasionalmente hemos encontrado niveles centimétricos y decimétricos de brechas con cantos muy angulosos. Pensamos que se trata de sedimento muy somero influenciado por mareas (llanura mareal). Los niveles de brechas podrían corresponder a grietas de desecación removilizadas.

Sobre el tramo de pizarras y areniscas se sitúa otro de carácter volcansedimentario, que aflora al este de Cerro Miradorcillo y en el sector del Cerro Onza. Está constituido por metavolcanitas de naturaleza intermedia-básica, intercaladas en una serie detrítica, principalmente pizarrosa y/o cinerítica de coloración verdosa. Las volcanitas presentan textura esquistosa, blastoporfírica o blastoporfiroclástica y como componentes mineralógicos: clorita, calcita, plagioclasa, cuarzo y opacos.

En el Cerro de los Mármoles afloran neises procedentes de rocas volcánicas ácidas con fenocristales de cuarzo, plagioclasa y feldespato potásico (escasos). Los afloramientos de estas rocas son lentejones, los cuerpos tienen unos 10-15 m. de espesor y se han seguido en el campo unos 100 o 150 m.; estos materiales aparecen embalados en una serie pelítica y/o cinerítica.

Otras rocas que aparecen relacionadas con este tramo corresponden a anfíbolitas procedentes de rocas diabásicas; se trataría de rocas subvolcánicas básicas que intruyen penecontemporáneamente a la extrusión de las volcanitas básicas. Afloran en proximidad de grandes fracturas (fallas del Onza y Valdeinfierno), que, por tanto, pueden representar superficies de debilidad sin-sedimentarias que han rejugado durante la orogenia hercínica.

Desde el punto de vista petrográfico la roca es una anfíbolita con algunos relictos de texturas granulares de grano medio a porfídicas, constituidas en origen por un entramado de plagioclasa y piroxeno, y actualmente, por efecto del metamorfismo regional que afecta a estas rocas, por plagioclasa sericitizada, hornblenda verde, granate, anfíbol fibroso (tremolita-actinolita) y biotita como fundamentales, y cuarzo, opacos, esfena, apatito, etc. como accesorios.

Su textura es granonematoblástica, evidenciando una blastesis sin-a tardicinemática del anfíbol.

Próximo a las volcanitas ácidas se ha localizado un lentejón bastante pequeño de una roca calcosilicatada formada por calcita, diópsido, biotita, clori-

ta, opacos y turmalina, que procede de un sedimento sílico-carbonatado, metamorfozado en condiciones de grado medio.

Sobre el tramo volcanoclástico, aparece otro más arenoso que se caracteriza por la abundancia de paquetes de areniscas que se intercalan entre otros de pizarras idénticos a los descritos.

Los niveles competentes proceden de sedimentos arenosos formados por cuarzo, plagioclasa y minerales del grupo de la arcilla; actualmente estos materiales aparecen metamorfozados en condiciones de bajo y medio grado, y se clasifican en el estudio de lámina delgada como cuarcitas y/o arcosas.

Los paquetes cuarcíticos presentan abundantes estructuras sedimentarias, tales como laminaciones cruzadas, granoselección, estructuras onduladas, *ripples*, bioturbaciones, etc. A escala de afloramiento se observan bancos que intersectan entre sí, y se ha interpretado como una megaestratificación cruzada.

La asociación de todos los caracteres sedimentológicos de este tramo nos hace pensar en sedimentos depositados en un medio muy energético (*mega-ripples*), con períodos de tranquilidad con desarrollo de organismos (bioturbación); podría tratarse de depósitos de barras (correspondientes a los bancos cuarcíticos) dentro de la llanura mareal.

Por encima del tramo cuarcítico aflora un tramo pizarroso con intercalaciones de niveles arenosos, que ocupa el núcleo de un sinclinorio al norte del Tramo de El Encinalejo. Está constituido por una alternancia más o menos rítmica de pizarras y areniscas (fundamentalmente cuarcitas) tableadas en bancos de varios centímetros. En cuanto a las estructuras observadas en los niveles arenosos, son idénticas a las descritas en el miembro de pizarras y areniscas, por tanto deben tener iguales características ambientales.

La potencia de la Formación de Azuaga no se puede precisar, ya que no se observa el techo de la misma; no obstante la potencia de los materiales aflorantes es aquí superior a los 2.000 m.

Se han recogido y estudiado varias muestras (AI-2039 y AI-2040) para su estudio palinológico; en una de ellas se observa abundantes restos orgánicos totalmente opacos, sin formas reconocibles.

En el campo hemos reconocido bioturbaciones tipo planolites?, que permiten descartar para esta formación una edad superior a los 700 millones de años.

1.2. DOMINIO DE ZAFRA-ALANIS-CORDOBA

Los materiales pertenecientes a este dominio, afloran al sur de la Falla de Malcocinado, según bandas de dirección regional. Podemos distinguir varios afloramientos distintos, separados por accidentes tectónicos, que aíslan materiales que aunque son correlacionables, muestran características litoestratigrá-

ficas y bioestratigráficas propias. En función de estos caracteres se han diferenciado una serie de unidades que de norte a sur son las siguientes:

- Unidad de Casas de Pila
- Unidad de Loma del Aire
- Unidad Alconera
- Otras unidades.

El contacto entre las tres primeras unidades son dentro de la Hoja grandes fallas longitudinales de traza subvertical que se conocen respectivamente con los nombres de Falla de la Urbana y Falla de Guadalcanal.

Las unidades meridionales contactan de otra forma, ya que lo hacen a favor de superficies que en origen debieron ser subhorizontales, que nos hablan de una tectónica tangencial cuyas características son por ahora poco conocidas.

1.2.a. **Unidad de Casas de Pila**

Los materiales de esta unidad se localizan entre la Falla de Malcocinado y la de la Urbana; el afloramiento es en conjunto un gran anticlinorio en el núcleo del cual aparecen las rocas volcánicas y volcanoclásticas de la Formación Malcocinado.

Dentro de esta unidad y de muro a techo se distinguen las siguientes formaciones:

- Formación Malcocinado
- Formación Torreárboles
- Formaciones carbonatadas.

Estos materiales fueron estudiados ya en áreas más occidentales, y diferenciados como una unidad específica, durante la realización para el plan MAGNA de la Hoja de Llerena (APALATEGUI, O. et al., 1.984).

1.2.a.1. *Materiales volcánicos y volcanoclásticos (Formación Malcocinado) (25, 26, 27, 28, 29, 30, 31)*

Integran esta formación materiales diversos, fundamentalmente de origen ígneo que cabe agrupar en tres tipos: granitoides, materiales volcánicos y volcanoclásticos ácidos, y materiales volcánicos y volcanoclásticos de afinidad andesítica.

Los granitoides (27) corresponden a rocas granudas de composición granítico-tonalítica, que se describen en este apartado de Estratigrafía porque

intruyen siempre al mismo nivel, habiéndose sugerido incluso la posibilidad de que correspondan a rocas extrusivas (Hojas MAGNA de Llerena y Usagre).

Dentro de la presente Hoja se han delimitado cartográficamente dos cuerpos de este tipo: el granitoide del Cerro de la Bomba (al O-SO de Malcocinado), y otro de dimensiones reducidas que aflora en la carretera de Guadalcanal a Valverde de Llerena, entre los cortijos de La Peroza y del Rey.

Estos granitoides presentan una cierta variedad en cuanto a facies y a composición, variedad que se refleja en cambios en el tamaño de grano (fino a medio) y en su clasificación (granito s. str., granodiorita o tonalita).

La facies petrográfica más común corresponde a una tonalita de grano medio, con cuarzo, plagioclasa, escasa biotita (cloritizada) y anfíbol.

El cuarzo es intersticial, y suele presentar formas corroidas y fracturación interna, caracteres ambos propios de intrusiones muy someras en condiciones subvolcánicas. En otros casos aparece granulado y recristalizado en agregados granoblásticos más o menos orientados.

La plagioclasa es del tipo oligoclasa, y aparece en cristales idiomorfos macizados y a veces zonados, presenta efectos de deformación cristalina, y se altera a sericita, epidota, y, a veces, a una moscovita birrefringente.

La biotita aparece por lo general alterada a clorita, a la que suelen acompañar epidota y esfena.

El anfíbol es una hornblenda verde, que a menudo muestra efectos de deformación cristalina, y aparece alterado a biotita-clorita.

Como accesorios más comunes hay que mencionar a opacos (pirita y/o magnetita), circón, apatito y esfena. El feldespató potásico es primario y mayoritario en algunas muestras, pero por lo general se asocia a procesos hidrotermales tardíos.

La textura es granuda de grano medio, con cuarzo intersticial, y plagioclasa y ferromagnesianos idiomorfos a subidiomorfos. Cuando el feldespató potásico es mayoritario, suele constituir intercrecimientos gráficos con el cuarzo. Otras variedades presentan texturas microgranudas, e incluso porfídicas.

Un carácter a destacar en este material, y en especial en el granito del Cerro de la Bomba, es la gran extensión que alcanzan las alteraciones de tipo fílico, que se traducen en una muy importante moscovitización de plagioclasas, y cloritización de biotita y anfíbol, y que probablemente correspondan a un proceso de tipo autometasomático, bien penecontemporáneo con la consolidación de la roca, o bien inducido por el metamorfismo de grado muy bajo que afecta a estos materiales.

La presencia de texturas gráficas, cuarzos corroidos e incluso estallados, y facies microgranudas y porfídicas abogan por un emplazamiento muy superficial, posiblemente en condiciones subvolcánicas para estos materiales, sin descartar la posibilidad de que hayan llegado a extruir.

Los materiales ácidos (28, 29, 30, 31) corresponden tanto a lavas como a tobas, de composición riolítica a dacítica, y que afloran en el núcleo de una estructura anticlinal al sur de Malcocinado.

Dentro de estos materiales se han diferenciado en cartografía diversas variedades: un término general de tobas lítica-cristalinas o cristalino-líticas, lavas, tobas soldadas y conglomerados.

Las tobas (28) son lítica-cristalinas o cristalino-líticas dependiendo del predominio de fenoclastos o litoclastos.

Los fenoclastos corresponden fundamentalmente a cuarzo (corroído y estallado) y plagioclasa (oligoclasa subidiomorfa). Los litoclastos son muy variados, pero corresponden en su mayor parte a rocas ígneas ácidas (granitoides tipo Cerro de la Bomba, rocas volcánicas microcristalinas y/o porfídicas, fragmentos de vidrio desvitrificados, etc.).

La matriz suele estar recristalizada en sericita y/o clorita, y comporta diminutos clastos de cuarzo y plagioclasa.

Como minerales accesorios tenemos feldespato potásico (mayoritario en algunas muestras), opacos, circón, apatito, esfena, etc.

La textura más común es la blastoporfirolástica, esquistosa; el tamaño de los clastos no suele superar más que ocasionalmente los 2 mm.

Las lavas (29) son de composición dacítica y están constituidas por fenocristales de cuarzo con formas corroídas y de plagioclasa (oligoclasa idiomorfa a subidiomorfa) en una matriz-mesostasis vítrea en origen, y que comporta algunos microcristales. Su textura es blastoporfídica; el tamaño de fenocristales no supera en general los 2 mm.

Los materiales volcanoclásticos de afinidad andesítica son igualmente bastante variados. Dentro de los mismos se han diferenciado en cartografía lavas y/o tobas, que constituyen el término general, e intercalaciones de: calizas, conglomerados de matriz volcánica o volcanoclástica, y de materiales cineríticos. Estos últimos (conglomerados y cineritas) se diferencian en la cartografía mediante una sobretrama, sin contactos.

El término general (25) corresponde a lavas y/o tobas de composición andesítica, con niveles muy locales de volcanitas ácidas, semejantes a las descritas con anterioridad.

Las lavas andesíticas son las rocas más extendidas. Están constituidas por fenocristales de plagioclasa y melanocratos (anfíbol y/o piroxeno), en una matriz microcristalina de la misma composición. Su textura es blastoporfídica, y el tamaño de fenocristales alcanza ocasionalmente los 2 mm.

La plagioclasa es de composición albita-oligoclasa y aparece parcialmente sericitizada. Los melanocratos (hornblenda y/o augita) se alteran a su vez en parte a clorita-esfena.

Como accesorios se describen cuarzo, opacos, esfena, apatito, etc.

Las tobas andesíticas son rocas de textura blastoporfirolástica esquisto-

sa, que están constituidas por porfiroclastos de plagioclasa, melanocratos y cuarzo (escaso) en una matriz-mesostasis granolepidoblástica con cuarzo, clorita, sericita y calcita.

Las calizas (26) constituyen intercalaciones de potencia y continuidad muy variable entre materiales andesíticos.

Los conglomerados aparecen hacia la parte alta de la serie, y pueden representar discordancias internas de pequeña entidad, puesto que en general reposan siempre sobre andesitas o granitos, y presentan materiales andesíticos intercalados y por encima. Están formados con cantos en general bien redondeados de diversa naturaleza, entre los que predominan los andesíticos, o los graníticos. Otros cantos reconocidos corresponden a cuarcitas, pizarras, rocas volcánicas ácidas, etc.

Su matriz suele ser volcanoclástica o grauváquica.

Las cineritas son rocas laminadas de textura granolepidoblástica esquistosa, constituidas por una fracción clástica, cuarzo-feldespática que en ocasiones comporta pequeños porfiroclastos, por lo general monocristalinos, de plagioclasa o cuarzo, y con una fracción lutítica recristalizada en sericita-moscovita y/o clorita.

La potencia total de esta Formación de Malcocinado no se puede establecer dentro de la presente Hoja, puesto que no aflora el muro de la misma. Una estimación mínima de la potencia de materiales representados se puede situar entre 2.000 y 2.500 m.

Su edad sería, de acuerdo con la posición estratigráfica entre dos series de edad conocida mediante icnofósiles (Formación Torreárboles) y acritarcos (Sucesión Tentudía), Precámbrico Terminal (Rifeense Superior-Vendiense).

1.2.a.2. *Metaarcosas y metagrauvas (Formación Torreárboles) (32)*

Por encima de los materiales de la Formación Malcocinado, y mediante una pequeña discordancia, se sitúan unos materiales arenosos, muy feldespáticos, correlacionables con los de la Formación Torreárboles, definida por LIÑAN, E. (1.974) dentro de esta misma unidad en las inmediaciones de Córdoba.

Se trata de materiales areniscosos de coloración blanquecina, clasificables por su petrología como arcosas o grauvas feldespáticas, constituidos por clastos de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa (más escasa) y fragmentos líticos por lo general de origen volcánico, en una matriz sericítica recristalizada, y con clorita subordinada.

El tamaño de grano es arena media, el grado de redondeamiento, igual que el de esfericidad, bajo; la proporción de matriz lutítica varía entre el 5 y el 20%.

La potencia de estos materiales dentro de la presente Hoja aunque variable es bastante escasa, y está comprendida entre 10 y 200 m.

La edad de estos materiales ha sido establecida en diversos puntos mediante icnofósiles como Precámbrico Terminal-Cámbrico Basal (Vendense-Ovetiense), situándose en los mismos el límite Precámbrico-Cámbrico. Por su posición, edad, y naturaleza, se interpreta que esta formación representa el comienzo de la transgresión cámbrica.

1.2.a.3. *Pizarras y grauvacas con niveles de mármoles oolíticos (32, 34)*

En concordancia sobre los materiales arcóscicos que acabamos de describir, y en tránsito gradual se sitúan unos materiales detríticos con niveles carbonatados, correlacionables a nivel regional con los de la Formación Pedroche definida por LIÑAN, E. (1.974).

La secuencia de estos materiales incluye aquí calizas rizadas hacia la base, seguidas por una alternancia de materiales detríticos con intercalaciones carbonatadas de tipo biohermal: calizas oolíticas, calizas de algas y calizas de Archeociátidos; estas facies biohermales pasan lateralmente a facies laminadas por mallas de algas.

Los materiales detríticos corresponden a pizarras y grauvacas, constituidas en proporción variable por una fracción arena media a muy fina, cuarcítica, y una fracción lutítica sericítica, ligeramente recristalizada por lo general.

Los materiales carbonatados aparecen recristalizados, marmorizados.

La potencia de esta sucesión es del orden de los 250 m.

La edad es Ovetiense, de acuerdo con dataciones disponibles fundamentalmente de la Sierra de Córdoba (LIÑAN, 1.978). Durante la realización del presente estudio se ha localizado la siguiente fauna:

Aqueociátidos regulares: *Dictyoyathus* sp.

Pistas: *Planolites* sp.

Phycodes sp.

Algas: *Epiphyton* sp.

Renalcis sp.

asociación que es característica del Cámbrico Inferior, y que por criterios paleogeográficos debe corresponder a una edad Ovetiense.

1.2.a.4. *Calizas y dolomías con intercalaciones de pizarras (35)*

Aparecen en concordancia estratigráfica sobre los materiales anteriores, y corresponden a bancos dolomíticos y/o calizos tableados que intercalan niveles de areniscas finas, y en menor proporción lutitas de color amarillo o violáceo.

Los materiales carbonatados aparecen recristalizados, marmorizados y corresponden a mármoles calizos o dolomíticos impuros, con una cierta fracción terrígena. No se reconocen elementos aloquímicos, al menos en las muestras estudiadas.

Los materiales detríticos son idénticos a los descritos en el epígrafe anterior: areniscas cuarzosas con bastante matriz, y pizarras limolíticas o arenosas, por lo general laminadas.

La potencia mínima de esta sucesión es de unos 150 m. No se reconoce el techo de la misma.

Se han muestreado con resultados negativos en cuanto a fauna; por su posición estratigráfica deben corresponder a grandes rasgos al Ovetiense.

1.2.b. Unidad de Loma del Aire

Los materiales correspondientes a esta unidad afloran en una banda de unos 3 km. de anchura que cruza la Hoja con dirección N120-130°E; el límite NE es una falla de dirección regional que los separa de los materiales precámbricos de la Unidad de Casas de Pila, el límite sur es la Falla de Guadalcanal, al sur de la cual afloran los materiales cámbricos de la Unidad de Alconera.

Dentro de esta unidad cabe diferenciar dos conjuntos litológicos que son, de muro a techo:

- Metatobas y metacineritas con pasadas de volcanitas ácidas y básicas
- Pizarras sericíticas con intercalaciones de mármoles de colores claros.

Entre ambos tramos el contacto es difuso, difícil de establecer en el campo; por lo general se ha situado a muro de unos niveles muy potentes y continuos de mármoles.

La edad de estos materiales es una incógnita, ya que aparecen limitados por fallas, y hasta la fecha han resultado azoicos. Por semejanzas litológicas cabría pensar que el conjunto inferior sería correlacionable con las formaciones Malcocinado y/o Torreárboles, y la superior, con las sucesiones detrítico-carbonatadas cámbricas, tipo Formación Pedroche. Sin embargo, no hay más criterios que los litológicos que avalen esta suposición. Hay que señalar, por otra parte, la interpretación dada en las hojas de Llerena y Puebla del Maestre, en las que se considera a esta unidad con rango de formación y como un equivalente lateral a la de Malcocinado.

1.2.b.1. *Metatobas y metacineritas con pasadas de volcanitas ácidas y básicas (20, 21, 22)*

Incluimos aquí una sucesión volcansedimentaria, constituida por un término general volcánoclastico, de metatobas y metacineritas, que intercala niveles de potencia y continuidad lateral muy variable de volcanitas ácidas y básicas.

El término general (20) corresponde a metacineritas y metatobas finas de composición ácida-intermedia, ocasionalmente intermedia-básica, constituidas por una fracción clástica cuarzo-feldespática que suele comportar pequeños porfiroclastos de cuarzo y plagioclasa, y una fracción lutítica recristalizada en sericita-moscovita y/o clorita de subfábrica lepidoblástica.

Su textura es de blastoporfiroclástica a granolepidoblástica, o incluso lepidoblástica en los términos más finos.

Los minerales accesorios más comunes son opacos, circón, esfena, apatito, etc.

Las volcanitas ácidas (21) corresponden a metalavas y/o tobas medias-groesas de composición riódacítica-dacítica, constituidas por porfiro/cristales o clastos de cuarzo, plagioclasa sódica (albita-oligoclasa), y ocasionalmente de feldespato potásico, en una matriz/mesostasis recristalizada, vítrea a de grano fino en origen. Su textura es blastoporfídica, con micas de la matriz (sericita y/o clorita) de subfábrica lepidoblástica.

Las volcanitas básicas (22) corresponden a metaandesitas de textura blastoporfídica, con fenocristales de plagioclasa de hasta 1,5-2 mm., en matriz constituida por plagioclasa y ferromagnesianos (píroxeno y/o anfíbol) parcialmente reemplazados por clorita±epidota.

La potencia total de esta sucesión no se conoce, puesto que su muro está laminado por la Falla de la Urbana, y no hay buenas referencias para conocer la estructura interna de los materiales. No obstante, podemos estimar una potencia aparente de materiales aflorantes superior a los 1.000 m.

Su edad es una incógnita, como ya hemos referido. Insistimos en que se maneja la posibilidad de que sea correlacionable con la Formación Malcocinado, con lo que su edad sería Rifeense Superior-Vendiense.

1.2.b.2. *Pizarras sericíticas con intercalaciones de mármoles de colores claros (23, 24)*

Sobre los materiales descritos en el epígrafe anterior, y en contacto gradual, se sitúa una serie pizarrosa sericítica, probablemente derivada de material cinerítico ácido, que comporta niveles calizos marmorizados que llegan a alcanzar gran potencia y continuidad lateral.

El término general (23) corresponde a pizarras sericíticas, procedentes de sedimentos probablemente cineríticos en origen que comportan una escasa fracción clástica, tamaño arena-limo, cuarcítica, embalada por una matriz sericítica recrystalizada. La textura de la roca es lepidoblástica esquistosa. Como accesorios más comunes podemos citar opacos, circón y esfena.

Los mármoles o calizas marmóreas (24) son rocas carbonatadas de colores claros, bioconstruidas por mallas de algas, lo que les confiere un aspecto finamente laminado, que afloran como lentejones de potencia y continuidad muy variable a diversos niveles dentro de la sucesión. Hay que destacar que los lentejones de mayor entidad se sitúan hacia el muro, próximos al contacto con la sucesión infrayacente por lo que han servido de criterio para establecer éste, así como el gran afloramiento que constituye la Sierra del Viento, al norte de Guadalcanal, y que debe corresponder a una gran zona de charnela.

Petrográficamente se trata de calizas marmóreas, recrystalizadas e impuras, con cuarzo terrígeno y niveles con abundantes filossilicatos.

Igual que en el caso anterior, no podemos conocer la potencia real de esta sucesión ya que su techo está laminado por la Falla de Guadalcanal, y tampoco se tienen referencias para conocer la geografía interna de los materiales. La potencia aparente mínima estimable se sitúa por encima de los 2.000 m.

Con respecto a su edad, como ya hemos indicado, se manejan dos posibilidades, en base a correlación litológica y/o posición estratigráfica: que se trate de un equivalente lateral de la Formación Malcocinado, caracterizado por un importante desarrollo de calizas (ver Hoja MAGNA de Llerena y Puebla del Maestre) o que se trate de una formación carbonatada cámbrica, tipo Formación Pedroche, con caracteres estratigráficos diferenciales, y grado de evolución tectonometamórfica ligeramente superior.

1.2.c. Unidad de Alconera

Al sur de la Falla de Guadalcanal, aflora un conjunto de rocas detríticas y carbonatadas, que en principio son correlacionables con las que aparecen en la Unidad de Alconera (ODRIOZOLA, J.A. et al., 1.984 y LIÑAN, E. et al., 1.981).

Este afloramiento está roto por grandes fallas longitudinales, algunas de cierta envergadura (Falla de la Fundición), que nos impiden obtener una columna completa de los materiales que integran esta unidad, que de muro a techo es la siguiente:

1.2.c.1. *Metavolcanitas básicas (Formación Malcocinado) (6)*

Al sur de la Falla de la Fundición, y por debajo del tramo basal de Torreárboles, afloran unos materiales volcánicos de naturaleza andesítica que suponemos pertenecen a la Formación Malcocinado.

El afloramiento es mínimo (aproximadamente 0,1 km²), está muy tectonizado, y además está cubierto por derrubios procedentes de los materiales arcóscicos de Torreárboles.

Las rocas que aquí aparecen son rocas masivas de color verdoso, muy tectonizadas; al microscopio presentan textura porfídica fluidal, y están formadas por fenocristales a veces idiomorfos de plagioclasa y melanocratos, inmersos en una matriz microcristalina de plagioclasa.

La plagioclasa aparece parcialmente sericitizada, y los melanocratos totalmente cloritizados.

Conviene indicar que por la posición que ocupan estos materiales, también pudieran ser volcanitas más recientes (Devónico-Carbonífero), alojadas en la Falla de la Fundición, tal y como sucede más al oeste, justo en el borde occidental de la Hoja.

1.2.c.2. *Metaarcosas, pizarras y metaarenitas (Formación Torreárboles) (7 ... 9)*

Por encima de los anteriores materiales, aparecen otros de naturaleza detrítica, constituidos por arcosas, pizarras y arenitas que identificamos como la Formación Torreárboles.

Afloran estos materiales en varios puntos dentro de esta unidad, pero donde mejor están representados es en la esquina SO de la Hoja, donde hemos diferenciado un miembro inferior, constituido por arcosas masivas de colores claros, y otro superior formado por pizarras y arenitas en bancos alternantes de potencia métrica a centimétrica.

En el resto de los afloramientos lo único que aparece son arcosas masivas, y parece que falta el segundo miembro de esta formación.

Las arcosas son rocas por lo general masivas de colores cremas, a veces con pasadas lutíticas centimétricas, constituidas por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y moscovita como componentes fundamentales, y turmalina, circón, esfena, rutilo, opacos, etc., como accesorios; también se observan pequeños fragmentos de rocas esquistosas con textura lepidoblástica, de *chert*, y de agregados granoblásticos de cuarzo esquistosos.

Las estructuras sedimentarias más frecuentes son la estratificación cruzada y granuloclasificaciones.

El miembro superior se sitúa en concordancia con el anterior y está constituido por una alternancia rítmica de niveles pizarrosos sericíticos con otros más groseros arcóscicos y/o grauváquicos, cuyas secuencias son granodecrecientes hacia el techo, de modo que las arcosas llegan casi a desaparecer. Dentro de estos niveles se observan estructuras sedimentarias como son laminaciones, granuloclasificación, niveles erosivos a pequeña escala, y posiblemente bioturbaciones.

Por último indicar que en la carretera que va de Guadalcanal a Cazalla de la Sierra, hemos observado, a techo de este miembro, unos niveles de unas rocas básicas, que parecen estar interestratificadas en la serie; el estudio microscópico de una muestra recogida (AI-2023) indica que se trata de una roca con textura ofítica, formada por plagioclasa (sausuritizada) y melanocratos (uralitizados), afectada por una potasificación tardía de cierta envergadura.

La Formación Torreárboles fue definida en la Sierra de Córdoba (LIÑAN, 1.974) y se continúa hasta el flanco septentrional del Anticlinorio Olivenza-Monesterio.

La edad de estos materiales es Ovetiense-Vendiense y es, según LIÑAN et al. (1.981), asimilable al Tommotiense de la U.R.S.S.

Las potencias del miembro inferior y superior son respectivamente de unos 200 y 650 m.

1.2.c.3. *Calizas y dolomías (Calizas del Agua) (10 ... 12)*

Sobre los sedimentos anteriores, aparece una sucesión detrítico-carbonatada que se dispone en concordancia aparente sobre ellos.

Se localizan estos materiales en varios afloramientos, el mayor de los cuales es el que da lugar a la alineación de la Sierra del Agua, Hamapega, etc.; otro afloramiento de menores dimensiones se localiza en el borde suroeste de la Hoja, y aquí sólo se observan los términos inferiores de esta formación.

No existe ningún corte completo de la formación, las observaciones son siempre fraccionarias; sin embargo, sí podemos intentar una reconstrucción de la misma, que se caracteriza por un aumento de los carbonatos respecto a los terrígenos, a medida que ascendemos en la serie.

Los términos más bajos de esta formación los constituye una alternancia de materiales terrígenos de diverso tamaño (pizarras, areniscas y arcosas) con otros constituidos por calizas impuras y limolitas carbonatadas. Los terrígenos son de composición idéntica a los ya descritos para el segundo miembro de la Formación Torreárboles; las calizas son de color gris y presentan un bandeo característico marcado por pequeñas diferencias granulométricas y en la cantidad de carbonatos.

Hacia la base de este tramo hemos encontrado unos niveles de una roca básica microgranuda, formada originalmente por plagioclasa y melanocratos y opacos, que han sido clasificadas en el estudio de lámina delgada como meta-diabasas.

Posiblemente los afloramientos que aparecen al sur y sureste de Alanís pertenezcan también a los tramos basales de esta formación.

Los términos siguientes se caracterizan por la mayor abundancia de carbonatos respecto a los terrígenos, y aparecen niveles de calizas con nódulos de sílex que han sido diferenciados en la cartografía con una sobretrama. En es-

tos materiales hemos localizado niveles de rocas básicas interestratificados compuestos por plagioclasa y melanocratos, que han sido clasificadas como metadiabasas (ver muestra AI-2010).

El último tramo diferenciado dentro de esta formación carbonatada, lo constituye un paquete potente (unos 350 m.) de unas calizas marmóreas masivas, en ocasiones karstificadas, que afloran al este de Alanís y al oeste de Guadalcanal.

Se trata de mármoles de colores blancos que se alteran dando una pátina de color marrón debido a la presencia de óxidos de hierro.

Los únicos restos fósiles reconocidos en estas calizas son algas del género *Epiphyton* y *Estromatolitea columnares*, los cuales no permiten mayores precisiones dentro del Cámbrico, aunque por datos regionales estas calizas hay que situarlas en el Ovetiense-Marianiense.

1.2.c.4. *Pizarras verdosas con carbonatos (Capas de Benalija) (13 ... 17)*

Sobre las calizas anteriores, se apoyan unos sedimentos terrígenos, en su mayor parte lutitas verdosas, a veces moradas, siempre con algo de carbonatos, que contienen pasadas de areniscas y volcanitas básicas.

Afloran estos materiales en el borde suroeste de la Hoja, se relacionan con una zona deprimida del terreno, y se les conoce con el nombre de Capas de Benalija o esquistos de Benalija (FRICKE, 1.941).

Dentro de esta formación (creemos que se le debe dar este rango) hemos podido diferenciar unos niveles más carbonatados y otros de pizarras moradas, cuya cartografía nos permite visualizar su estructura interna. Todo el afloramiento no es sino el flanco de un gran sinclinal sinesquistoso, de plano axial subvertical, repetido y roto por varias fallas longitudinales.

Dentro del área de trabajo, se puede obtener una columna bastante exhaustiva de esta formación, si bien hay algunos problemas hacia el muro de la misma, donde como veremos es posible que falten algunos tramos.

Inmediatamente sobre las calizas, aparecen unos niveles de pizarras verdosas, a veces con nódulos de carbonatos, representados al sureste de Guadalcanal, justo en la zona de cierre de las calizas. Estos tramos inferiores afloran en una pequeña cuña entre dos fallas longitudinales y no se observa la relación con los tramos superiores. La potencia de los materiales aquí aflorantes es inferior a 200 m.

Los siguientes materiales se localizan sólo en el borde occidental de la Hoja, y se trata de unos niveles arenosos (17) con intercalaciones carbonatadas a los que se les superponen unas pizarras verdosas a veces con nódulos de carbonatos. Los niveles arenosos (arcosas) han sido diferenciados en cartografía con una sobretrama y afloran en el medio de un anticlinal sinesquistoso

roto por su borde meridional; el estudio petrográfico indica que se trata de una roca homométrica con poca matriz sericítica, formada fundamentalmente por cuarzo y plagioclasa.

Los niveles de pizarras que se superponen a las arcosas son pizarras verdes, con intercalaciones de lechos carbonatados impuros, idénticos al resto de la formación.

Estos materiales están también limitados por fracturas, no se observa el paso a los términos superiores, y en este afloramiento están representados unos 250 m. de serie (ver columna estratigráfica).

Los materiales próximos vuelven a ser pizarras verdes, por lo general de grano fino, a veces carbonatadas, que intercalan hacia el techo esporádicos niveles carbonatados de escaso espesor con restos fósiles como algas y arqueociátidos.

Estos términos están muy bien representados en la carretera Alanis-Cazalla de la Sierra.

Los próximos materiales diferenciados, son una alternancia de pizarras verdosas con pasadas arenosas carbonatadas que en cartografía hemos diferenciado con una sobretrama (14). Estos materiales están muy bien representados en esta Hoja, y buenas observaciones pueden hacerse en la carretera Alanis-Cazalla de la Sierra (kilómetros 64-65). Los niveles arenosos aparecen por lo general rotos, y embalados por material lutítico, dando estructuras almohadilladas muy características.

Por último indicar que entre estos materiales hemos localizado un pequeño nivel de una roca porfídica formada por plagioclasa y melanocratos, que en el estudio de lámina delgada se clasifica como espilita o diabasa porfídica.

A los materiales aquí considerados podría dárseles el rango de miembro, y tienen una potencia de 250 m. aproximadamente.

Por encima de estos tramos más carbonatados, vuelven a aparecer pizarras verdosas, que intercalan pasadas arenosas centimétricas o decimétricas; hacia el techo aparecen niveles de volcanitas básicas a las que asocian pizarras violáceas que han sido diferenciadas en la cartografía (15, 16); también han sido localizados algunos niveles ricos en carbonatos.

Estos materiales se observan muy bien en los arroyos Hornillo y Tamujar, y son asiento de una rica fauna de trilobites, citada ya por LOTZE (1.961).

Dentro de estos materiales hemos localizado diversos yacimientos fósiles que han permitido ratificar los datos cartográficos, modificar la zonación bioestratigráfica de trilobites propuesta por LOTZE, y correlacionar estos materiales con los definidos por ODRIUZOLA et al. durante la realización de la Hoja MAGNA de Zafra como Unidad de Alconera.

Los tres yacimientos estudiados (ver documentación complementaria) proporcionan respectivamente las siguientes edades:

Yacimiento 2.— Marianiense Inferior, y parte baja del Marianiense Medio.

Yacimiento 1.— Marianiense Medio.

Yacimiento 3.— Marianiense Medio (parte alta)-Marianiense Superior.

Las Capas de Benalija se correlacionarían con el miembro superior (La Hoya) de la Formación de Alconera, y con el miembro inferior (Las Vegas) de la Formación La Lapa de la Unidad de Alconera.

1.2.c.5. *Pizarras y grauvacas oscuras (Capas del Arroyo Tamujar) (18, 19)*

Sobre los materiales anteriores, y de forma transicional, aparecen otros sedimentos terrígenos de coloración oscura y sin aportes de carbonatos, formados por pizarras y areniscas con niveles de cuarcitas y/o cuarzoarenitas hacia la base.

Estos materiales afloran al sur de las Capas de Benalija, y son los más altos que aparecen en el núcleo de una gran estructura sinclinal, cuyo flanco meridional está laminado por la Falla de la Fundición.

La serie la constituye una alternancia de lutitas de color oscuro y areniscas de grano fino a medio, por lo general muy micáceas, en las que se observan estructuras de ordenamiento interno como son granoclasificación y laminación cruzada. Hacia la base y entre estos materiales hemos diferenciado en la cartografía dos paquetes discontinuos de cuarcitas y/o cuarzoarenitas que no sobrepasan en ningún caso los 25 m. de potencia.

La serie está constituida por una alternancia de niveles lutíticos oscuros, otros areníticos; los niveles arenosos presentan clastos de cuarzo, plagioclasa, agregados cloríticos microcristalinos y otros plagioclásicos; los niveles lutíticos están formados por cuarzo, plagioclasa, moscovita y sericita.

Como ya indicamos, no se conoce el techo de esta secuencia, y la potencia de los materiales aflorantes se estima en unos 550 m.

Respecto a la edad, indicar que nos situamos por encima de los niveles con *Saukandia* del Cámbrico Inferior, y pensamos que por debajo del nivel de areniscas y conglomerados en el que ODRIOZOLA, J.A. et al. (1.984) sitúan la base del Cámbrico Medio. En consecuencia debemos estar en la parte alta del Cámbrico Inferior (Bilbiliense), pudiéndose por tanto correlacionar estos materiales con la parte alta de la Formación La Lapa (Miembro Vallehondo) de ODRIOZOLA et al. (1.984) y LIÑAN et al. (1.981).

1.2.d. **Otras unidades (5)**

En el borde sur de la Hoja, aparecen unos afloramientos detríticos carbonatados, cuya adscripción a la Unidad de Alconera es por el momento muy problemática.

Incluimos en este apartado un pequeño afloramiento (0,2-0,3 km²) de materiales detrítico-carbonatados, que aflora en el núcleo de una antiforma por debajo de la Formación Torreárboles.

Se trata de una alternancia de pizarras y carbonatos en lechos decimétricos y/o centimétricos, con niveles de sulfuros (pirita) diseminados.

Existen otros afloramientos, cuya relación con la Unidad de Alconera no es excesivamente clara; nos referimos en concreto a algunos de los afloramientos que aparecen por debajo de los depósitos carboníferos y/o pérmicos de la cuenca de San Nicolás del Puerto; por consideraciones de tipo regional, los englobamos dentro de esta unidad, aunque es posible que estudios posteriores nos obliguen a cambiar de opinión.

1.3. MATERIALES SIN ADSCRIPCION A NINGUN DOMINIO CONCRETO

Incluimos en este apartado, a una serie de materiales de edad Devónico-Carbonífero-Pérmico, que siguen una evolución independiente del resto de los materiales antes tratados y que es imposible encuadrarlos en el esquema de dominios que hasta el momento se ha seguido.

Los materiales incluidos en este apartado serán tratados a continuación en orden de más antiguo a más moderno, y son:

1.3.1. Calizas grises fosilíferas (44, 45)

En la mitad suroccidental de la Hoja, y a lo largo de la Falla de Guadalcanal, aparecen unos afloramientos de unas calizas masivas grises muy tectonizadas que presentan abundantes restos fósiles.

Se trata de unas calizas micríticas fosilíferas, con pequeñas fracturas tardías rellenas por calcita.

La única muestra recogida para estudios petrológicos, es una brecha formada por fragmentos de diversa naturaleza pero preferentemente de carbonatos de diversa granulometría, inmersos en una matriz cuarzo-carbonatada con clorita.

Los clastos calizos aparecen alargados y en la matriz se observa neoformación blástica del cuarzo con formas idiomorfas.

Como indicamos, estas calizas aparecen alojadas en la Falla de Guadalcanal, y no se puede establecer relación alguna con otros terrenos próximos. Todo parece indicar que estos materiales han sido arrastrados tectónicamente a esta posición, y que hoy en día están fuera de su contexto inicial.

Incluimos también dentro de este apartado unos afloramientos calizos y rocas básicas (45) que aparecen asociados a la Falla de la Fundición.

Estos afloramientos son continuación de otros mayores, localizados en la Hoja de Puebla del Maestre, donde se encontraron fósiles de edad Devónico-Carbonífero Inferior.

1.3.2. Brechas calcáreas (46)

En la Unidad de Alconera, y más concretamente sobre las Capas de Bena-
lija, aparecen unos sedimentos groseros, poco evolucionados, constituidos por
clastos de diversa litología y tamaños y con cementos de cuarzo y calcita.

Se trata de unos afloramientos aislados, que dan resaltes en el relieve, y
que se siguen por el borde suroccidental de la Hoja, de un extremo a otro de
la misma.

En realidad se trata de una brecha constituida por fragmentos rocosos ya
estructurados, todos ellos atribuibles a diversas facies del Cámbrico.

La roca en el campo tiene aspecto masivo y por lo general los fragmentos
son tan heterométricos, que es difícil observar alguna estructura de ordena-
miento; sólo en las proximidades del Cortijo de Hornillo Viejo hemos visto
una distribución regular de los clastos, que se disponen según una superficie
subhorizontal y que nos indicaría que los aportes procederían del norte.

Estos materiales son posteriores a la estructuración de las series paleozoí-
cas que aquí aparecen, y parece que son anteriores a una etapa de cabalga-
mientos visibles en el borde sur de la Hoja; sería por tanto importante poder
datar estos materiales que solo tienen comparación con otros reconocidos en
la Hoja de Higuera la Real (Brecha calcárea de Sierra Menjuana) y cuya edad
parece que es Devónico Medio-Superior.

1.3.3. Carbonífero

Los materiales carboníferos representados dentro de la Hoja, pertenecen
a dos períodos diferentes:

Carbonífero Inferior
Estefaniense-Autuniense.

1.3.3.a. *Brechas y fanglomerados con pasadas de lutitas (Carbonífero Infe- rior) (47, 48)*

Los únicos materiales del Carbonífero Inferior representados dentro de
esta Hoja, son los correspondientes a la Cuenca de Valdeinferno, la cual se
piensa (GABALDON, V. et al., 1.985) representa los restos de una cuenca
continental emergida, que se situaría sobre un umbral de dirección NO-SE,
que separaba dos cuencas marinas, una septentrional de la cual quedan abun-

dantes restos (Cuenca del Guadiato, Benjarafe, Pedroches, etc.) y otra meridional representada en la zona de Santa Olalla del Cala.

Los materiales carboníferos de esta cuenca se sitúan, mediante una discordancia angular y erosiva —generalmente mecanizada, al menos en el borde norte de la misma— sobre un sustrato ya estructurado, constituido por cuarcitas y pizarras fundamentalmente (Formación de Azuaga).

Los abundantes cambios de facies existentes a lo ancho y largo de la cuenca y la falta de buenos afloramientos en su mitad meridional, no permiten establecer una estratigrafía tipo de toda la cuenca. No obstante, el levantamiento de una columna estratigráfica desde su borde norte hasta las inmediaciones del Cortijo de Valdeinfierno, pone de manifiesto una sucesión de ciclos sedimentarios materializados por unas facies concretas:

Facies conglomeráticas

Están constituidas por brechas, con cantos de angulosos a subangulosos inmersos en una matriz areniscosa. La naturaleza de los cantos es fundamentalmente cuarcítica y pizarrosa, aunque en el borde oriental de la cuenca, fuera de la presente Hoja, aparecen cantos de neises y micaesquistos, presumiblemente provenientes del núcleo metamórfico de Sierra Albarrana.

En cualquier caso los clastos presentan una esquistosidad más o menos penetrativa, dependiendo de la litología que presenten, sea de pizarras o cuarcitas respectivamente. También se observan pliegues de fases tardías (*kink folds*).

El tamaño de los mismos es muy variable, oscilando entre varios centímetros y 2,5 m. de eje mayor.

La angulosidad de los bloques y el aspecto generalmente caótico (ocasionalmente se observan granoselecciones groseras) que presentan, sugiere pensar en depósitos originados mediante un mecanismo de transporte gravitacional muy viscoso (*debris flow*), donde los clastos van en suspensión y quedan preservados del redondeamiento por procesos tradicionales. Probablemente el depósito de estos materiales esté controlado en parte por un dispositivo de abanicos aluviales que irrumpen en la cuenca.

Facies lutítico-arenosas

Desde el punto de vista sedimentario, cabe distinguir, por sus características litológicas, dos facies distintas: a) facies fluvial y/o de llanura de inundación (pantanosas) y facies lacustre (s.str.).

a) Facies fluvial y/o de llanura de inundación (pantanosas)

Están formadas por una alternancia más o menos rítmica de lutitas grises, lutitas arenosas y areniscas claras.

No se aprecian estructuras de ordenamiento interno; sólo hay superficies laminadas y onduladas, deformadas por raíces. Generalmente a techo de los

suelos de vegetación se desarrollan láminas o capas de carbón, a partir de la acumulación de plantas, con un espesor máximo detectado en superficie de 40 cm.

La continua presencia de raíces y suelos de vegetación en niveles lutíticos de una parte, junto con algunas capas canalizadas de areniscas que se intercalan en ellos, sugiere un medio fluvial-pantanosos para este tipo de facies.

b) *Facies lacustre*

La representa un conjunto de lutitas grises y lutitas arenosas y/o areniscas finas blanquecinas alternantes rítmicamente. Las estructuras de ordenamiento interno más destacables son: laminación paralela y granoselección; también son comunes las huellas de carga y los *slumping*.

Hay que significar que este tipo de facies contiene flora muy bien preservada. Ocasionalmente se observan conchas de bivalvos de agua dulce.

La columna estratigráfica sintética, elaborada desde el borde norte de la cuenca, hasta las inmediaciones del Cortijo de Valdeinfierno, refleja un conjunto de ciclos (en base a las facies asociadas) que de muro a techo son las siguientes:

- Brechas
- Lutitas y areniscas con niveles de carbón (facies fluvio-pantanosos)
- Brechas
- Alternancia rítmica de lutitas y areniscas (facies lacustre)
- Brechas
- Alternancia rítmica de lutitas y areniscas (facies lacustre)
- Lutitas y areniscas con niveles de carbón (facies fluvial-pantanosos)
- Brechas
- Lutitas y areniscas con niveles de carbón (facies fluvial-pantanosos)
- Alternancia rítmica de lutitas y areniscas (facies lacustre)
- Brechas.

La potencia mínima observable de esta sucesión supera los 250 m., pudiendo ser superior a los 900 m. para el conjunto de materiales carboníferos que constituyen la cuenca.

La edad corresponde al Tournaisiense Superior (Carbonífero Inferior) en función de la flora encontrada, que es la siguiente:

- *Triphyllopteris collombiana* (Schimper)
- *Neurocardiopteris broillii* (Lutz)
- *Rhodeopteridium atachei* (Stur)
- *Paracalathiops plasensis*
- *Fryopsis frondosa* (Gjöppert).

La clasificación y datación ha sido realizada por el Doctor WAGNER, R.H.

1.3.3.b. *Conglomerados, arenas y lutitas (Estefaniense-Autuniense) (48, 49, 50)*

Los materiales pertenecientes a esta edad, son pequeñas cuencas postorogénicas, relacionadas con grandes accidentes longitudinales; dentro de la Hoja podemos distinguir los siguientes:

- Cuenca del Charco de la Sal
- Cuenca de la Urbana
- Cuenca de Alanís-San Nicolás del Puerto.

Los materiales aparecen subhorizontales, y fosilizando un antiguo paleo-relieve, quizás bastante acentuado; sólo en las proximidades de la Falla de Guadalcanal se observan buzamientos acusados en estos materiales, que han sido afectados por el juego posiblemente tardío de dicha falla.

En la Cuenca del Charco de la Sal y/o de la Urbana, la serie consta de un tramo basal arenoso y conglomerático (en las zonas marginales, los conglomerados son relativamente potentes) sobre el que se sitúa una secuencia lutítico-arenosa con numerosas raicillas que dan paso a capas de carbón y a lutitas laminadas e intensamente bioturbadas. Sobre ellas vuelven a aparecer depósitos arenosos con *ripples* de oscilación, con estructuras *flaser* y *linsen*; este paquete se ha interpretado como un sedimento de borde de lago con influencia de oleaje, debido a la presencia de fósiles de agua dulce.

En la Cuenca de Alanís-San Nicolás del Puerto, los afloramientos reconocidos son de naturaleza arenosa y conglomerática, que es posible se correlacionen con el tramo basal descrito para las anteriores cuencas.

Entre estas arenas y conglomerados hemos localizado, al sur de Alanís, unas rocas oscuras, porfídicas y con vacuolas rellenas de calcita clasificadas en el estudio de lámina delgada como basaltos (50) (ver muestras AI-2031 y AI-2032). Pensamos que se trata de rocas volcánicas de edad Pérmico, y en un afloramiento al sur de Alanís se observan estructuras almohadilladas.

En esta misma cuenca hemos localizado unos niveles carbonatados (49) que creemos se sitúan a techo del tramo de arenas y conglomerados. El estudio de lámina delgada indica que se trata de una roca detrítica formada por fragmentos de material volcánico y restos fósiles, cementado por carbonatos.

Las cuencas mejor conocidas son las del Charco de la Sal y de la Urbana, en las que BROUTIN, J. (1.974, 1.977, 1.981 y 1.982) ha realizado un meticoloso trabajo paleobotánico, que ha permitido datarlas como Autuniense

Superior, si bien por datos de sondeos mineros realizados parece que los niveles basales no aflorantes lleguen al Estefaniense.

La asociación de flora encontrada parece indicar que en estos momentos existía una conexión entre la zona de Ossa-Morena y el continente africano (BROUTIN, 1.981, 1.982); esta particularidad no se observa ya en cuencas más septentrionales, lo que invita a situar un límite fitogeográfico al norte de estos afloramientos.

1.3.4. Cuaternario

Los únicos materiales cuaternarios reconocidos en la Hoja y que tengan cierta entidad, son depósitos aluviales y travertinos.

1.3.4.a. *Depósitos aluviales (51)*

Se trata de depósitos detríticos groseros, en ríos y llanuras de inundación. Estos depósitos están constituidos fundamentalmente por gravas y arenas en su mayor parte.

1.3.4.b. *Travertinos (52)*

Al sur de la Hoja, y siempre en las proximidades de las calizas y/o dolomías del Cámbrico Inferior, se reconocen unos pequeños afloramientos de una roca carbonatada de color claro y con abundantes restos vegetales, que interpretamos como depósitos travertínicos. Los afloramientos localizados, se sitúan al sur de la Sierra del Agua, y en relación con una zona fracturada claramente visible en la cartografía.

2. TECTONICA

La zona en cuestión ha sufrido los efectos de una o varias etapas orogénicas; hay datos evidentes de una orogénesis del Paleozoico Superior, y algunos autores invocan en esta zona y para los materiales del Dominio de Sierra Albarrana una orogenia precámbrica.

Nosotros expondremos el grado de evolución alcanzado por cada uno de los materiales que integran este trozo de corteza, sin entrar en discusión respecto a la correlación de las fases observadas en los distintos dominios. Después haremos una descripción de las estructuras más representativas, y por último centraremos nuestra atención en los principales sistemas de fracturas.

2.1. DOMINIO DE SIERRA ALBARRANA

Los materiales de este dominio presentan una estructuración bastante simple, que es la siguiente:

Existe una primera fase de plegamiento, de dirección N130-145°E, durante la cual se desarrollan amplios pliegues de geometría variada y con esquistosidad de plano axial; esta superficie es la más representativa de la roca y más o menos coetánea con una etapa de metamorfismo en la que se alcanzan localmente condiciones de grado medio.

En la cartografía se han señalado algunas de las estructuras más representativas, y sus planos axiales están muy verticalizados, siempre buzando fuertemente al norte.

Después de esta fase de plegamiento, se observan otras de menor entidad, y peor representadas; se localizan pliegues de la esquistosidad en las proximidades de la Falla del Onza; se trata de pliegues muy laxos de plano axial subvertical, y ejes subhorizontales cuyo significado desconocemos.

Quizás la fase tardía más generalizada es una fase de pliegues *kink*, de plano axial subhorizontal, y con vergencia contraria a la primera fase, que es posible que se hayan formado durante la verticalización de las estructuras anteriores.

La estructuración principal de las rocas de este dominio es anterior al Tournaisiense, edad de los materiales de la Cuenca de Valdeinferno.

2.2. DOMINIO DE ZAFRA-ALANIS-CORDOBA

Los materiales de este dominio aparecen compartimentados por grandes fallas longitudinales, que como dijimos aislan varias unidades distintas.

En la Unidad de Casas de Pila, se observa una fase de pliegues sinesisquitosos y sinmetamórficos de dirección axial N120-140°E y vergentes al sur.

Esta fase se manifiesta a todas las escalas; se observan pliegues cartográficos, como es el cierre sinclinal que se localiza en las proximidades del Cortijo del Coto del Marqués; a escala mesoscópica, como pliegues menores de una estructura mayor, y a escala microscópica por una esquistosidad de flujo sinmetamórfica.

En la Unidad de Loma del Aire y de Alconera se observan los mismos hechos, quizás la única diferencia es que la esquistosidad de flujo que se observa, lleva en estas dos unidades una dirección más meridiana.

Dentro de la Unidad de Loma del Aire, la única estructura reconocida, y con ciertas dudas, la constituye el gran afloramiento calizo de la Sierra del Viento, el cual pensamos es una gran charnela sinclinal.

En la Unidad de Alconera, las estructuras son fácilmente reconocibles, y todo este dominio, pensamos que no es sino el flanco de un gran sinclinal si-

nesquistoso, laminado por la Falla de la Fundición; los materiales que afloran al sur de dicha falla presentan los mismos criterios tectónicos que los anteriores, y según datos cartográficos regionales pensamos que este afloramiento es una repetición por falla del mismo flanco de ese gran sinclinal.

Al sur de la Falla de Guadalcanal, existen evidencias de una tectónica tangencial importante, cuyas características son por el momento poco conocidas.

Por último indicar que en las Capas de Benalija se localizan unas brechas calcáreas, formadas en su mayor parte por cantos estructurados de materiales cámbricos; sería importante datar estos sedimentos, ya que nos permitiría tener información valiosa sobre la edad de los primeros pliegues, los cuales son en nuestra opinión más antiguos de lo que generalmente se piensa.

No disponemos de datos tectónicos lo suficientemente detallados como para hacer una buena clasificación de las distintas familias de pliegues observadas en uno u otro dominio; sin embargo, en los cortes realizados a partir de los datos tomados durante la realización de la cartografía, se observa una geometría muy parecida para los pliegues sinquistosos que se observan por ejemplo en la Formación de Azuaga (Dominio de Sierra Albarrana) y en las Capas de Benalija (Dominio de Zafra-Alanis-Córdoba).

2.3. DEFORMACION RIGIDA: FRACTURAS

Los distintos sistemas de fracturas que actualmente observamos en esta zona del orógeno, responden a un comportamiento rígido del mismo, durante los últimos momentos de la evolución hercínica. Los sistemas de fractura más importantes son los siguientes:

Fracturas N115-135°E

Dentro del área de estudio podemos distinguir una serie de fracturas pertenecientes a esta familia como aquella que nos sirve de límite entre el Dominio de Sierra Albarrana y el de Zafra-Alanis-Córdoba.

En el interior de estos dominios también se observan fracturas de esta índole, como aquellas del Dominio de Zafra-Alanis-Córdoba que representa el límite entre las distintas unidades que aquí aparecen.

Normalmente se acepta que estas fracturas han jugado como desgarres sinestrosos, aunque el movimiento debe ser más complejo, con una cierta componente horizontal como desgarre sinestroso y otra vertical que es posible haya jugado en distintos momentos.

Fallas N75-85°E

Dentro de la Hoja aparecen fracturas cuya dirección es próxima a N80°E. Estas fracturas hay que interpretarlas según la cartografía como desgarres sinestrosos y su movimiento es compatible con el de las fracturas anteriormente

descritas. Este sistema está bien representado en las proximidades de Alanís y al este de Guadalcanal. Estas fracturas parece que son singénicas con las anteriormente estudiadas, posiblemente representen uno de los pares de desgarre dentro de una banda de cizalla, definida entre las grandes fallas longitudinales.

Fallas N45-55°E

Otro sistema de fractura importante es aquel de dirección N45-55°E; este sistema forma aproximadamente unos 30° con el sistema anterior, y la cartografía nos indica que han jugado como fracturas con una cierta componente horizontal sinestrosa. La interpretación de este sistema parece clara, y es posible que represente las líneas de máxima tensión dentro de la banda de cizalla definida por las grandes fracturas longitudinales.

Fracturas N150°E

Estas fracturas pueden observarse al oeste de Guadalcanal, son posteriores a los sistemas de fracturas anteriormente estudiados, juegan como desgarres dextrosos y bien pudieran representar la familia de desgarres menos desarrollada, que aparece en el caso de que exista una deformación rotacional.

En definitiva, el esquema de evolución rígida del orógeno puede interpretarse como resultado de una etapa compresiva en la cual las grandes fracturas longitudinales delimitan trozos rígidos de la corteza; dentro de estas bandas la distribución y el movimiento de la mayoría de las fracturas invitan a interpretarlas como fallas distensivas o de desgarre dentro de una banda de cizalla con movimiento sinestroso.

3. PETROLOGIA

En este apartado se describen en primer lugar los caracteres petrológicos y petrográficos de las rocas ígneas presentes en la Hoja, y posteriormente se hace referencia a la evolución metamórfica de los materiales.

3.1. ROCAS IGNEAS

Dentro de la presente Hoja, hay una gran variedad de rocas ígneas, intrusivas, filonianas y extrusivas ligadas bien a un magmatismo precámbrico o hercínico.

Las rocas ígneas más antiguas son de edad precámbrica, y se trata de rocas extrusivas, volcano-sedimentarias representadas sobre todo en la Unidad

de Casas de Pila; estos materiales han sido ya descritos como rocas metamórficas en el apartado de Estratigrafía.

En cuanto a rocas no directamente relacionadas con las secuencias sedimentarias tenemos dos tipos fundamentales: rocas ácidas (riolíticas) y diques de diabasas. Un tipo un tanto especial lo representan rocas silicificadas, de posible origen hidrotermal, ligadas a zonas de fracturas y que se describen aquí por ser el grupo de rocas más afín.

3.1.1. Riolitas (1)

Incluimos en esta denominación una masa de rocas volcánicas o subvolcánicas ácidas que afloran entre Guadalcanal y Alanís, al sur de la Loma de la Urbana. Se trata de un afloramiento irregular que encaja o reposa en discordancia sobre materiales de la Unidad de Casas de Pila, y que representaría un proceso subvolcánico o volcánico de edad tardi- a posthercínica.

3.1.2. Zonas silicificadas (2)

Bajo esta denominación recogemos una serie de bandas coincidentes con zonas de fractura a las que se asocia un proceso hidrotermal de silicificación, y que se reconocen en los materiales volcánicos y volcanoclásticos de afinidad andesítica de la Formación Malcocinado en la Unidad de Casas de Pila, al norte de Guadalcanal.

A esta silicificación se asocia una oxidación generalizada, tanto de sulfuros asociados al cuarzo, como de los ferromagnesianos de la roca encajante.

3.1.3. Diabasas (4)

Estos materiales afloran en el Dominio de Sierra Albarrana, encajando en las pizarras de la Formación de Azuaga, justamente en la esquina nororiental de la Hoja. Se trata de pequeños afloramientos que aparecen cicatrizando fracturas de direcciones variables.

Al microscopio se trata de una roca masiva, compacta, de colores oscuros, con textura óptica, holocristalina, hipidiomorfa, homogranular.

Los componentes fundamentales son: plagioclasa, piroxeno y, en menor cantidad, biotita.

La plagioclasa es del término andesita, y aparece parcialmente alterada a sericita y clorita (sausuritización).

El piroxeno es del tipo pigeonita, y al igual que la biotita se altera a clorita.

Los componentes accesorios son apatito, esfena, opacos y cuarzo (este último intersticial).

3.2. ROCAS METAMORFICAS

Dentro de la presente Hoja, como en el resto de Ossa-Morena, todos los materiales de edad precarbonífera están afectados en grado variable por metamorfismo regional. Este metamorfismo presenta diferencias de evolución de unos dominios a otros, razón por la cual se describen por separado.

3.2.1. Dominio de Sierra Albarrana

Los materiales correspondientes a este dominio dentro de la Hoja de Guadalcanal (Formación de Azuaga y Tramo del Encinalejo) están afectados por un metamorfismo regional sin- a tardicinemático, en condiciones que varían desde el grado muy bajo al grado medio.

En la Formación de Azuaga las asociaciones características serían las siguientes:

- En rocas metapelíticas:
 - Cuarzo-sericita-clorita
 - Cuarzo-sericita/moscovita-clorita/biotita verdosa
 - Cuarzo-moscovita-biotita marrón
 - Cuarzo-moscovita-biotita marrón-granate
 - Cuarzo-moscovita-biotita marrón-granate-estaurolita.

- En rocas básicas:
 - Albita-clorita
 - Oligoclasa sódica-clorita (/biotita verdosa)-epidota-calcita
 - Oligoclasa-hornblenda verde-(granate)
 - Oligoclasa-hornblenda marrón-(granate).

Hay que destacar que, en rocas metapelíticas fundamentalmente, la blastesis de los minerales por encima de la isograda de biotita se produce con posterioridad a la deformación sinesquistosa principal que afecta a la roca, estando afectados únicamente por el *flattening* de la esquistosidad principal, y por micropliegues tardíos; así mismo, se observa una blastesis sucesiva propia de un aumento gradual de las condiciones termodinámicas del metamorfismo que hace que la estaurolita contenga inclusiones pecilíticas de granate, y que éste, a su vez, sea claramente tardío respecto a la biotita.

Otro carácter a destacar es la distribución espacial de este metamorfismo, con isogras que cortan claramente a las estructuras de plegamiento, sin estar condicionadas aparentemente por éstas.

Los datos de campo y de microscopio, apuntan hacia un esquema del tipo domo térmico, inducido posiblemente por la ascensión de un cuerpo intrusivo, que provoca aquí un aumento de los gradientes térmicos, claramente tardío respecto a la deformación principal.

En el Tramo del Encinalejo no se reconocen muestras en que se haya alcanzado la isograda del granate, siendo las asociaciones características las siguientes:

- En rocas metapelíticas y volcanoclásticas ácidas:
 - Cuarzo-sericita-clorita
 - Cuarzo-sericita/moscovita-clorita
 - Cuarzo-moscovita-biotita.

- En rocas básicas:
 - Albita-clorita-calcita
 - Oligoclasa sódica-clorita/biotita verdosa-epidota-(calcita).

Hay que destacar que en estos materiales la biotita aparece, como en la Formación de Azuaga, como porfiroblastos tardicinemáticos respecto a la esquistosidad principal.

3.2.2. Dominio de Zafra-Alanis-Córdoba

Los materiales que componen las diversas unidades integradas en este dominio se caracterizan en cuanto a metamorfismo por una evolución progradada normal, que hace que las series más bajas estén afectadas por condiciones más estrictas que las más altas, sin que se observen anomalías en cuanto a distribución espacial.

3.2.2.a. Unidad de Casas de Pila

Dentro de la presente unidad existen materiales que están afectados por metamorfismo regional bajo condiciones que varían desde el límite entre los grados bajo y muy bajo, hasta anquimetamorfismo.

Así, la Formación Malcocinado, la más antigua de las representadas en la presente Hoja dentro de esta unidad, comporta asociaciones propias del límite grado bajo-grado muy bajo, o incluso de la parte inferior del grado bajo y que son las siguientes:

- En rocas metapelíticas y/o volcanoclásticas ácidas:
 - Cuarzo-sericita-clorita
 - Cuarzo-sericita/moscovita-clorita/biotita verdosa
 - Cuarzo-moscovita-biotita.

- En rocas básicas:
 - Albita-clorita
 - Oligoclasa sódica-clorita/biotita verdosa-epidota
 - Oligoclasa sódica-actinolita-clorita.

La Formación Torreárboles, dada su composición, detrítica grosera, es poco susceptible a cambios mineralógicos y presenta asociaciones propias del grado muy bajo, pero que podrían ser estables en condiciones algo más estrictas; la más común sería:

- Cuarzo-sericita/moscovita-clorita.

La Formación Carbonatada, por su parte, muestra una marmorización incipiente, no generalizada que se habría producido en condiciones de grado muy bajo o de anquimetamorfismo.

3.2.2.b. *Unidad de Loma del Aire*

Los materiales que integran esta unidad han sufrido los efectos de un metamorfismo regional en condiciones propias del grado muy bajo, no apreciándose diferencias en el grado de evolución entre los dos tramos o sucesiones diferenciadas en esta unidad (ver capítulo de Estratigrafía). En conjunto, las asociaciones paragenéticas características son las siguientes:

- En metacineritas, pizarras y metavolcanitas ácidas:
 - Cuarzo-sericita
 - Cuarzo-sericita-clorita.

- En metavolcanitas básicas:
 - Albita/oligoclasa(?) -clorita-(calcita)-(epidota).

Las rocas carbonatadas de esta unidad están igualmente recrystalizadas, pero no tenemos minerales indicativos de las condiciones termodinámicas bajo las que se habría producido esta recrystalización.

3.2.2.c. *Unidad de Alconera y otras unidades*

Incluimos aquí el resto de las unidades que integran este Dominio de Zafra-Alanis-Córdoba en la presente Hoja, puesto que sus materiales han sufrido una evolución idéntica en cuanto a metamorfismo, y que a su vez es muy semejante a la de las unidades anteriormente descritas.

Los materiales de la Formación Malcocinado y de la Formación Torreárboles están afectados, al igual que en la Unidad de Casas de Pila, por un metamorfismo regional en condiciones de grado bajo a muy bajo, y muy bajo, respectivamente, con asociaciones características idénticas a las descritas en la Unidad de Casas de Pila.

En cuanto a los materiales superiores a la Formación Torreárboles (Formación o formaciones carbonatadas, Pizarras de Benalija, Capas del Arroyo Tamujar, etc.) normalmente aparecen muy ligeramente recrystalizados, recrystalización que se habría producido bajo condiciones propias de grado muy bajo, o de anquimetamorfismo.

4. HISTORIA GEOLOGICA

Para abordar este capítulo, seguiremos el mismo criterio que en el apartado de Estratigrafía, es decir, según dominios y en orden de más antiguo a más moderno.

4.1. DOMINIO DE SIERRA ALBARRANA

Los materiales más bajos de este dominio se conocen como Tramo de El Encinajejo, y lo constituyen materiales detríticos, volcánicos y volcanoclásticos depositados en un ambiente muy energético, batido por el oleaje y somero. Las secuencias observadas son granodecrecientes, lo que nos induce a pensar en una cuenca subsidente relacionada con una etapa de transgresión.

Sobre estos materiales se depositan otros eminentemente detríticos que se conocen como Formación de Azuaga. Los primeros materiales en depositarse son de naturaleza pelítica con escasas pasadas arenosas, que son sin duda los depósitos más profundos reconocidos.

A partir de este momento, la sedimentación es más arenosa, y se realiza en un ambiente de plataforma abierta, con ciertas oscilaciones en el tiempo.

En este tramo hemos reconocido niveles de brechas de cantos blandos y bordes angulosos, que se han interpretado como brechas de desecación, lo que supone una sedimentación influenciada por las mareas.

Los próximos materiales reconocidos son metasedimentos y metavolcanitas de carácter ácido y básico. Los metasedimentos son idénticos a los del tramo anterior, y debieron depositarse en un medio parecido. La originalidad de este tramo es la presencia de volcanitas, posiblemente relacionadas con una etapa distensiva durante la cual debieron formarse fallas profundas que permitieron el ascenso de estos materiales.

Por encima aparece un tramo más grosero, caracterizado por la abundancia de material arenoso, que por el conjunto de estructuras sedimentarias observadas debieron depositarse en un medio somero, muy energético; podría tratarse incluso de depósitos de barras dentro de la llanura mareal. Por encima aparece otro tramo pizarroso, con pasadas cuarcíticas, idéntico al que aparece hacia la base, y que debe indicar un nuevo hundimiento de la cuenca.

En conjunto se trata de un ecosistema marino de poca profundidad, en donde se producirían depósitos continuos y rápidos, y otros de decantación, que permitieron la vida de comunidades bentónicas de metazoos.

4.2. DOMINIO DE ZAFRA-ALANIS-CORDOBA

Los materiales que integran este dominio han sido agrupados por unidades, actualmente separadas por límites tectónicos, y cuyas correlaciones son por el momento problemáticas.

4.2.1. Unidad de Casas de Pila

Los materiales más bajos de esta unidad, son un conjunto de rocas volcánicas de naturaleza ácida-intermedia, y rocas granudas hacia la base, y conglomerados volcanoclásticos y volcanitas básicas hacia el techo. Dentro de esta formación se incluye el granitoide de Ahillones-Los Parrados, el cual se interpreta como una manifestación magmática ligada al volcanismo.

Por datos regionales (MAGNA Hoja de Villaviciosa) se piensa que es un volcanismo submarino, depositado junto con sedimentos y calizas criptalgales (cianofíceas) en un medio marino somero.

Se trata de un volcanismo calco-alcalino, posiblemente ligado a una orogenia del Precámbrico Superior.

Sobre estos materiales, aparecen las arcosas de Torreárboles, las cuales marcan el inicio de una secuencia transgresiva en el límite Precámbrico-Cámbrico.

La naturaleza de los sedimentos, y los icnofósiles encontrados, dan fe de un ecosistema con depósitos arenosos bajo condiciones de rápidos aportes y con una continuidad tal, que no permitieron el desarrollo de comunidades bentónicas de metazoos entre capa y capa.

Sobre las arcosas, aparecen las lutitas y carbonatos del Cámbrico, representantes de los ecosistemas marinos, que se desarrollan a favor de una pulsación transgresiva. Durante este período se observan pequeñas fluctuaciones del nivel del mar, que produjeron en algunos casos la destrucción de los bióhermos existentes.

4.2.2. Unidad Loma del Aire

La reconstrucción de la historia geológica de los materiales de esta unidad es bastante simple; sin embargo tropezamos con la dificultad de incluir estos datos en un esquema general, ya que la conexión de estos materiales con el resto de las unidades de este dominio es un tanto problemática.

Los materiales más bajos reconocidos son tobas, arenitas y volcanitas de naturaleza ácida-intermedia que recuerdan a las que aparecen en la Unidad de Casas de Pila, por lo que sospechamos que ambos materiales son correlacionables, y deben tener más o menos el mismo significado.

Sobre el tramo volcánico, aparece una secuencia de pizarras sericíticas (cineritas ?) con pasadas de mármoles de color claro, procedentes de calizas bioconstruidas por mallas de algas; estas calizas se formaron en un ecosistema marino-somero, en áreas locales donde la precipitación de carbonatos y terrígenos estuvieran en gran parte controlados por factores biológicos. Parece ser que la actividad volcánica persistió durante esta época, los aportes son más distales y habría que deducir que los focos de emisión estarían lo suficientemente alejados como para permitir el florecimiento de las comunidades algales.

4.2.3. Unidad de Alconera

Los materiales más bajos de esta unidad, son rocas volcánicas y volcanoclasticas de la Formación Malcocinado, a las cuales se les asigna una edad Rifeense Superior-Vendiense.

Se trata de un volcanismo calco-alcalino ligado posiblemente a una orogénia del Precámbrico Terminal.

Por encima se depositan unos materiales detríticos, en un medio de playa (posiblemente de tipo deltaico), que se conocen con el nombre de Formación Torreárboles.

Estos materiales están representados en todas las unidades conocidas, y representan el inicio de una importante transgresión marina de edad Precámbrico-Cámbrico.

Con el tiempo (Ovetiense) la cuenca evoluciona hacia un medio más profundo, se forman cuencas marinas muy someras y posiblemente restringidas, que favorecerían el desarrollo de comunidades de algas y otras formas de vida.

En concreto, las calizas se depositarían en la plataforma continental, zona infralitoral (menos de 100 m. de profundidad). Este ecosistema estaba ocupado en principio por algas plantónicas y por metazoos de cuerpo blando; después se le agregan por primera vez comunidades de mallas de algas, que influyeron sobre el clima originando la precipitación selectiva de sales dando lugar a las calizas laminadas. Bajo estas condiciones se depositaron facies variadas de carbonatos ricos en materia orgánica, así como terrígenos, en la época de mayor entrada de energía exosomática al ecosistema.

Con el tiempo se consolida la transgresión, el ecosistema queda más alejado de la costa, y ello produjo la entrada de faunas más conservadoras que forman comunidades arrecifales, al abrigo de las cuales se instalan hyolíticos, braquiópodos inarticulados, esponjas y trilobites.

El depósito de las pizarras de Benalija coincide con el aumento de la profundidad del ecosistema, posiblemente nos situaríamos en la zona cercalitoral de la plataforma, permitiendo la coexistencia de faunas pelágicas y bentónicas, adaptadas a una sedimentación fundamentalmente pelítica.

El depósito de las Capas del Arroyo Tamujar, representa una ruptura definitiva del ecosistema, por la entrada de energía exosomática que repliega definitivamente las faunas conservadoras. Estos materiales representan quizás el inicio de una etapa regresiva que en algunos puntos (ver MAGNA Hoja de Zafra) culmina con la aparición de una barra cuarcítica y/o microconglomerática.

A excepción de los materiales carboníferos y posiblemente devono-carboníferos, el resto de los materiales de la Hoja han sufrido los efectos de una o varias etapas orogénicas.

Las rocas del Dominio de Zafra-Alanis-Córdoba, fueron deformadas durante la orogenia hercínica, y presentan una primera generación de pliegues sinquistosos de cierta envergadura, cuya posición original desconocemos.

Después se forma una segunda generación de pliegues subaxial con la anterior, y que no crea superficies penetrativas.

Los materiales del Dominio de Sierra Albarrana, y la deformación principal que presentan, han sido atribuidos en ocasiones al Precámbrico; otros autores piensan que la formación es precámbrica y la esquistosidad principal hercínica. Nosotros hemos puesto en duda la edad precámbrica de todos los materiales del Grupo de Sierra Albarrana, y por tanto de la deformación y metamorfismo que les afecta.

El único dato seguro es que la deformación y metamorfismo de los materiales de este dominio es anterior al Carbonífero Inferior.

Durante la orogenia hercínica, debió formarse una importante cadena de forma que no hubo sedimentación al menos hasta el Carbonífero. Los sedimentos carboníferos que aquí aparecen se inician en el Tournaisiense, y son depósitos continentales en una zona tectónicamente activa, que funciona co-

mo un umbral en estos tiempos geológicos.

Con el tiempo el orógeno va perdiendo ductilidad, y se forman una serie de fracturas, de las cuales las más importantes son aquellas de dirección N115-130°E y otras menores que implican un campo de esfuerzos compatible con la distribución de las capas.

Los próximos sedimentos que aparecen son de edad Carbonífero-Permiano, son también depósitos continentales, y parece que la sedimentación está controlada por el funcionamiento de algunas de las grandes fallas de la zona.

Los siguientes materiales que encontramos en las proximidades del área de estudio son de edad Mioceno; existe pues una importante laguna de materiales que nos imposibilita reconstruir la historia durante esta época. Lo que sí podemos aventurar, es que nos encontramos en una zona cratonizada que debió comportarse de forma rígida con movimientos y reajustes a favor de antiguas discontinuidades.

Desde esos momentos y hasta nuestros días se produce el encajamiento de la red hidrográfica, debiendo resaltarse que la zona estudiada corresponde a zonas de cabecera en un bloque tectónicamente estable durante el resto del Cuaternario, como lo demuestran la ausencia de niveles de terrazas encajados.

5. GEOLOGIA ECONOMICA

5.1. MINERIA

Desde este punto de vista, la presente Hoja es asiento de una serie de mineralizaciones de cierto interés, que podemos agrupar de la siguiente forma:

- Mineralizaciones en relación con la Formación de Azuaga
- Mineralizaciones de Cu ligadas a la Formación Malcocinado
- Mineralizaciones de barita
- Indicios de Fe.

Mineralizaciones en relación con la Formación de Azuaga

La Formación de Azuaga es asiento de una gran abundancia de indicios mineros que han tenido interés económico a lo largo de la historia.

En la realización del presente proyecto se han reconocido la mayoría de los indicios mineros existentes en la Formación de Azuaga. Por lo general presentan una morfología filoniana, con paragénesis de B.P.G. (Ag) como más importantes, si bien se reconoce alguno con barita predominante y presencia de galena, habiendo sido explotada la primera. Como ganga, estas mineralizaciones llevan asociadas en todos los casos calcita, cuarzo y barita.

Aparte de este tipo de mineralizaciones se han reconocido dos indicios de mineralizaciones claramente estratoides y asociadas al nivel de tobas cloríticas que se intercala en la Formación de Azuaga. La paragénesis que presentan es blenda-pirita-galena-calcopirita con mayor abundancia de la blenda sobre el resto.

A la vista de esto, pensamos que la Formación de Azuaga, o parte de ella, pertenece a una serie volcano-sedimentaria en facies distales de focos volcánicos, donde se han reconocido cineritas, tobas cloríticas y lavas. Sería justamente en este tramo donde se depositó el mineral primario (mineralizaciones estratoides), y/o junto a niveles pizarrosos a los que pasa lateralmente.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, los yacimientos filonianos procederían de la removilización de mineralizaciones primarias volcano-sedimentarias.

El contenido en Ag de las minas que han sido explotadas en la Formación de Azuaga oscila alrededor de 200-400 gr./Tm. por lo que aparte del contenido en Cu-Pb-Zn, su interés minero se centró en el valor económico de esa sustancia.

La mayoría de los indicios que han sido explotados en esta formación, han tenido poca importancia económica, ya que se trata de filones de escasa potencia y poca continuidad tanto lateral como en profundidad, por lo que las reservas de todo uno no han superado las 15.000-350.000 Tm.

Mineralizaciones de Cu ligadas a la Formación Malcocinado

Las mineralizaciones de Cu ligadas a la Formación Malcocinado constituyen un grupo heterogéneo en cuanto a su disposición geométrica, pero que pueden estar conectadas en cuanto a su génesis.

Se trata de mineralizaciones de escaso interés económico que aparecen como masas estratoligadas, asociadas por lo general con las volcanitas de composición intermedia (dacíticas-cuarzoandesíticas) de la Formación Malcocinado, o bien como removilizaciones epigenéticas en relación con fracturas de dirección diversa.

También dentro de este grupo hay que incluir las mineralizaciones asociadas al granitoide de La Bomba, y que han sido investigadas recientemente por el I.G.M.E. para verificar la posibilidad de que correspondiesen a manifestaciones superficiales de mineralizaciones de tipo *porphyry copper*.

Mineralizaciones de barita

Dentro de la Hoja se localizan algunos indicios de barita, siendo los más abundantes los yacimientos filonianos, los cuales encajan en los diversos materiales que aparecen en la Hoja.

Los indicios de mayor envergadura se encuentran dentro de la Unidad de Casas de Pila, y se relacionan con fallas de dirección N-S; se trata de filones de

corrida variable con cuarzo y calcita como ganga, y ocasionalmente con sulfuros (pirita-calcopirita).

Otros indicios se localizan en la Unidad de Alconera; la mineralización encaja en materiales de diversa naturaleza, siendo las fracturas N40-50°E las más frecuentemente mineralizadas.

Por último indicar que hemos localizado dentro de las calizas del Agua, unos niveles mineralizados con barita, que se disponen subparalelos a la estratificación, por lo que pudiera tratarse de mineralizaciones sedimentarias.

Indicios de Fe

En las proximidades de Guadalcanal y en las calizas del Agua se localizan unos indicios de aspecto masivo, en los que la principal mena observada son óxidos de hierro (oligisto).

Estos yacimientos siempre se relacionan con las calizas cámbricas, a veces se acompañan de blenda y galena, y al sur de Guadalcanal se observa una zona mineralizada cuya corrida es aproximadamente de 2 km.

5.2. CANTERAS

La zona en cuestión es muy pobre en canteras; sólo hemos reconocido pequeñas explotaciones en las volcanitas básicas (andesitas) de la Formación Malcocinado, y en los niveles de areniscas de la cuenca Carbonífero-Pérmico de San Nicolás del Puerto. Estas explotaciones son muy pequeñas y han debido de ser utilizadas para materiales de construcción.

Aparte de estas pequeñas canteras, existen otras de mayor envergadura, que se ubican sobre los niveles de calizas masivas diferenciadas en la Unidad de Alconera; hemos reconocido dos explotaciones, de las que se ha sacado material para su utilización como firme de carreteras y como balastro para el ferrocarril.

Los materiales de las escombreras de algunas de las minas de esta zona, han sido utilizados como áridos para la mejora del firme de algunos caminos vecinales.

Presentan buenas posibilidades para su utilización como rocas de aprovechamiento industrial los afloramientos calizos próximos a Guadalcanal y Alanis (para áridos de trituración y roca ornamental) y los afloramientos graníticos del oeste de Malcocinado (granito de La Bomba) (para áridos y roca de construcción).

5.3. HIDROGEOLOGIA

Los terrenos precámbricos y del Paleozoico Inferior que aparecen en esta Hoja, son prácticamente impermeables, salvo los afloramientos calizos de la

Unidad de Casas de Pila y de Alconera, donde se pueden obtener importantes caudales de agua. Las rocas muy competentes también pueden ser buenos acuíferos, si están muy fracturadas (granito de La Bomba). El resto de los materiales presentan muy pocas posibilidades desde este punto de vista, y solo hay que esperar captaciones de relativa importancia en relación con zonas de fracturas, o en zonas muy alteradas.

Los depósitos Devono-Carboníferos, son materiales deleznales depositados sobre un sustrato impermeable. Se trata de materiales con un cierto interés, máxime si se tiene en cuenta que ocupan siempre zonas deprimidas.

6. BIBLIOGRAFIA

- APALATEGUI, O.; GARROTE, A.; HIGUERAS, P.; ODRIOZOLA, J.M. y PEON, A. (1.984).— Mapa geológico de España, escala 1:50.000, 2ª Serie (MAGNA), Hoja número 877 Llerena. I.G.M.E.
- BROUTIN, J. (1.974).— Decouverte de l'Autunien dans le bassin de Guadalcanal. *C.R. Acad. Sci. Paris.*, t. 278, pp. 1709-1710.
- BROUTIN, J. (1.977).— Nouvelles données sur la flore des bassins autono-stéphaniens des environs de Guadalcanal (Province de Seville, Espagne). *Cuad. Geol. Ibérica*, v. 4, pp. 91-98.
- BROUTIN, J. (1.981).— Etude paléobotanique et palynologique du passage Carbonifère-Permien dans les bassins continentaux du Sud-Est de la zona d'Ossa-Morena (environs de Guadalcanal, Espagne du Sud). Implications paléogéographiques et stratigraphiques. *These Doct. Univ. P. et M. Curie Paris 6*, 2 vol.
- BROUTIN, J. (1.982).— Importance paléobiogéographique de la découverte d'une flore continentale mixte dans le Permien inférieur du Sud-Ouest de la Péninsule Ibérique. *C.R. Acad. Sci. Paris*, t. 295, série II, pp. 419-422.
- DELGADO QUESADA, M. (1.971).— Esquema geológico de la Hoja número 878 de Azuaga (Badajoz). *Bol. Geol. Min.*, t. 82 III-IV, pp. 277-286.
- DELGADO QUESADA, M.; LIÑAN, E.; PASCUAL, E. y PEREZ LORENTE, F. (1.977).— Criterios para la diferenciación en dominios en Sierra Morena Central. *Studia Geológica*, número 12, pp. 75-90.
- FRICKE (1.941).— Die Geologie der Grenzgebietes zwischen nordostlicher Sierra Morena and Extremadura. *Diss math-natu. Fak*, 88 pp. Berlín.
- GABALDON, V.; GARROTE, A. y QUESADA, C. (1.985).— El Carbonífero Inferior del Norte de la Zona de Ossa-Morena. *XICC, C.R.*, v. 3, pp. 173-186.

- GARCIA VELEZ, M. (1.974).— Estudio geológico, mineralógico y metalogénico de la zona Guadalcanal-Constantina (Sevilla). *Tes. Lic. Univ. Salamanca*, 418 p.
- JONGMANS; MELENDEZ, D. (1.950).— El hullero inferior de Valdeinfierno. *Estudios geológicos*, t. 5, n° 9-10, pp. 191-210.
- JULIVERT, M.; FONTBOTE, J.M.; RIBEIRO, A. y CONDE, L.N. (1.974).— Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares, escala 1:1.000.000. *Serv. Public. Ministerio de Industria*.
- LIÑAN, E. (1.974).— Las formaciones cámbricas del norte de Córdoba. *Acta Geol. Hisp.*, v. 9 (1), pp. 15-20.
- LIÑAN, E. (1.978).— Bioestratigrafía de la Sierra de Córdoba. *Tesis Doct. Univ. Granada*, n° 191, pp. 1-212.
- LIÑAN, E. y PEREJON, A. (1.981).— El Cámbrico Inferior de la "Unidad de Alconera" Badajoz (SW de España). *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)* 79: 125-148.
- LOTZE, F. (1.945).— Zur Gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta. *Goetekt. Forsch.* H. 6, pp. 78-92.
- LOTZE, F. y SDZUY, K. (1.961).— Das Kambrium Spaniens. Teil I: Stratigraphie. Teil II: Trilobiten-Akad. *Wiss. Lit Abh. math. nat. Kl. Mainz*, 6-8, pp. 1-411.
- ODRIOZOLA, J.M.; PEON, A. y VARGAS, I. (1.984).— Mapa geológico de España, escala 1:50.000, 2ª Serie (MAGNA) Hoja número 854 Zafra. I.G.M.E.



INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA

RIOS ROSAS 23 - 28003 MADRID



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA