

**ESTUDIO GEOLOGICO A ESCALA 1:50.000
(MAGNA), DE LAS HOJAS NUMEROS 919,
920, 921, 922, 923, 940, 941, 942, 962 Y 963
(SEVILLA-CORDOBA).**

**MEMORIA DE LA HOJA DE CORDOBA
Nº 923 (16-37)**

La presente hoja ha sido realizada por INVESTIGACIONES GEOLOGICAS Y MINERAS, S.A. (INGEMISA) con Normas, Dirección y Supervisión del INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA (ITGE), habiendo intervenido:

Cartografía y Memoria:

ROLDAN GARCIA, F.J.	Dr. en Ciencias Geológicas (INGEMISA)
APALATEGUI ISASA, O.	Lic. en Ciencias Geológicas (INGEMISA)
SANCHEZ CARRETERO, R.	Lic. en Ciencias Geológicas (INGEMISA)

Sedimentología:

ROLDAN GARCIA, F.J.	Dr. en Ciencias Geológicas (INGEMISA)
---------------------	---------------------------------------

Petrología Sedimentaria:

MARTIN PENELA, A.	Dr. en Ciencias Geológicas (Autónomo)
-------------------	---------------------------------------

Petrología Ignea y Metamórfica:

SANCHEZ CARRETERO, R.	Lic. en Ciencias Geológicas (INGEMISA)
-----------------------	--

Micropaleontología:

SERRANO LOZANO, F.	Dr. en Ciencias Geológicas (Univ. Málaga)
--------------------	---

Macropaleontología:

LIÑAN GUIJARRO, E.	Dr. en Ciencias Geológicas (Univ. Zaragoza)
--------------------	---

Hidrogeología:

ROLDAN GARCIA, F.J.	Dr. en Ciencias Geológicas (INGEMISA)
---------------------	---------------------------------------

Recursos Minerales:

ROLDAN GARCIA, F.J.	Dr. en Ciencias Geológicas (INGEMISA)
---------------------	---------------------------------------

Dirección y Supervisión del I.T.G.E.:

GABALDON LOPEZ, V.	Dr. en Ciencias Geológicas (ITGE)
--------------------	-----------------------------------

INFORMACION COMPLEMENTARIA

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

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Album fotográfico.
- Mapa de situación de muestras, columnas y fotografías.
- Columnas estratigráficas.

INDICE

	<u>Pág.</u>
0.- INTRODUCCION	1
0.1.- SITUACION Y CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS	2
0.2.- ANTECEDENTES	3
1.- ESTRATIGRAFIA	7
1.1.- PRECAMBRICO	11
1.1.1.- Esquistos (cuarzoesquistos y neises) 14)	11
1.1.2.- Pizarras y tobas (5) (Vendiense)	12
1.1.3.- Volcanitas básicas (6) (Vendiense)	14
1.2.- CAMBRICO	14
1.2.1.- Conglomerados, areniscas y pizarras (7) (F. Torreárboles)	15
1.2.2.- Pizarras, areniscas y calizas (9) con intercalaciones de calizas masivas (8)	17
1.2.3.- Cuarcitas (10)	20
1.2.4.- Pizarras, areniscas y cuarcitas (11)	21
1.3.- DEVONICO	23
1.3.1.- Pizarras, areniscas y cuarcitas (13)	23
1.4.- CARBONIFERO	24
1.4.1.- Brechas (12)	25
1.4.2.- Pizarras y areniscas (13)	27
1.4.3.- Olistolitos calcáreos (15)	29
1.5.- NEOGENO (MIOCENO)	30
1.5.1.- Conglomerados y arenas (17)	31
1.5.2.- Calcarenitas, arenas y gravas (18)	32
1.5.3.- Areniscas y arenas (19)	34
1.5.4.- Conglomerados y areniscas (20)	35
1.5.5.- Margas gris-azuladas (21)	36
1.6.- PLIOCUATERNARIO	37
1.6.1.- Gravas, arenas y arcillas. Abanicos aluviales (22)	37
1.7.- CUATERNARIO	38
1.7.1.- Gravas, arenas y limos. Terraza 1ª (23)	39
1.7.2.- Gravas, arcillas. Coluviones (24)	39
1.7.3.- Gravas, arenas y limos. Terraza 2ª (25)	40
1.7.4.- Gravas, arenas y limos. Llanura de inundación 26)	41
1.7.5.- Gravas y arenas. Canal fluvial (27)	41

	<u>Pág.</u>
2.- TECTONICA	43
2.1.- ENCUADRE REGIONAL	44
2.2.- OROGENIA CADOMIENSE	46
2.3.- OROGENIA HERCINICA	47
2.4.- OROGENIA ALPINA	49
3.- PETROLOGIA	51
3.1.- ROCAS IGNEAS	52
3.1.1.- Magmatismo cadomiense	53
3.1.1.1.- Coladas andesíticas (F. San Jerónimo) (6)	53
3.1.2.- Magmatismo hercínico	55
3.1.2.1.- Rocas volcánicas (15)	55
3.1.2.2.- Gabros (1)	57
3.1.2.3.- Granito de Los Arenales (2)	58
3.1.2.4.- Diques riolíticos (3)	60
3.2.- ROCAS METAMORFICAS	61
3.2.1.- Rocas de metamorfismo regional	61
3.2.2.- Metamorfismo de contacto	64
4.- HISTORIA GEOLOGICA	67
4.1.- CICLO CADOMIENSE	68
4.2.- CICLO HERCINICO	70
4.3.- CICLO ALPINO	71
5.- GEOLOGIA ECONOMICA	74
5.1.- HIDROGEOLOGIA	75
5.1.1.- Climatología	75
5.1.2.- Hidrología Superficial	78
5.1.3.- Características Hidrogeológicas	78
5.1.3.1.- Unidad Carbonatada del Cámbrico	79
5.1.3.2.- Unidad del Mioceno de Base	80
5.1.3.3.- Unidad Detrítico del Guadalquivir	80
5.2.- RECURSOS MINERALES	81
5.2.1.- Minerales metálicos y no metálicos	81
5.2.2.- Rocas Industriales	82
6.- BIBLIOGRAFIA	84

0.- INTRODUCCION

0.- INTRODUCCION

0.1.- SITUACION Y CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS

Esta hoja se extiende entre las siguientes coordenadas geográficas:

37° 50' 04,8"	---	38° 00' 04,8"	Latitud norte
4° 31' 10,8"	---	4° 51' 10,7"	Longitud oeste

Se encuentra situada en el centro de la provincia de Córdoba y alberga en su totalidad el municipio de Córdoba.

En esta hoja coexisten tres áreas geográficas perfectamente diferenciables; la Sierra de Córdoba, ubicada en la mitad septentrional; la Vega del Guadalquivir, que recorre en diagonal la hoja; y la Campiña caracterizada por un relieve de lomas y valles suaves en los que tiene lugar el cultivo de cereales principalmente.

La mayor cota se ubica en la esquina NO, en el vértice Torre Arboles que alcanza una cota de 693 m, y la más baja en el cauce del río Guadalquivir, cerca del aeropuerto, con 80 m.

La hoja es atravesada por el río Guadalquivir según la dirección NE-SO. Los principales afluentes son: arroyo Pedroche, arroyo Rabanales, arroyo del Guadalbarbo y arroyo del Molino; además está el río Guadalmellato, regulado por el embalse de San Rafael de Navallana (158 Hm³ de capacidad), que abastece de agua a la población de Córdoba.

El principal núcleo de población en Córdoba con 310.500 habitantes. Está situado a una altura media de 123 m y el término municipal ocupa 1245 km². Otros núcleos de población son: Villafranca de Córdoba, Alcolea, El Higuerón y Cerro Muriano. Las comunicaciones son excelentes, destacando la autovía N-IV y la N-432 Granada-Badajoz. También existen numerosos caminos, muchos de ellos asfaltados, que recorren la zona de campiña (parte meridional de la hoja).

La economía de estos núcleos de población es parcialmente agrícola y ganadera, y en gran parte de servicios al estar en el entorno de Córdoba.

Los principales relieves ocupan la parte septentrional de la hoja, donde se encuentra el Parque Periurbano de los Villares.

0.2.- ANTECEDENTES

Las referencias bibliográficas sobre la geología y especialmente sobre la minería, de la hoja de Córdoba, las describió LIÑAN (1978) en su tesis doctoral, de la que se hace un extracto en este epígrafe.

Le PLAY (1834) identificó foraminíferos en las areniscas calcáreas del Mioceno de la Sierra de Córdoba.

ARCHIAC (1850) citó en las calizas de Córdoba erizos y pectínidos, atribuyéndoles una edad Aquitaniense–Burdigaliense.

MALLADA (1880) identificó cerca del Castillo de la Albaida (borde occidental de la hoja), erizos, pectínidos y ostreidos en las "calizas toscas", así mismo cita esta fauna en las calizas de Villafranca.

GROTH (1913) hizo referencia a la existencia de la falla del Guadalquivir en Córdoba.

HERNANDEZ–PACHECO (1917) encontró los primeros yacimientos de arqueociatos en la Sierra de Córdoba.

CARBONELL, a partir de 1920, realizó numerosos trabajos en la Sierra de Córdoba en relación con la minería, paleontología, tectónica, arqueología, etnología, hidrología, etc.

CARANDELL (1921 Y 1925) estudió las terrazas del Guadalquivir.

SAN MIGUEL DE LA CAMARA (1924) citó por vez primera la presencia de rocas ígneas en la Sierra de Córdoba.

HERNANDEZ SAMPELAYO (1933) estudió los arqueociatos de las Ermitas.

SIMON (1939) elaboró una monografía sobre los arqueociatos.

CABANAS (1963–1971) aportó nuevos datos a la estratigrafía de Córdoba.

PEREJON (1969) realizó su tesis de licenciatura sobre los arqueociatos de Córdoba. En 1975 y 1976 publicó los resultados más importantes de su trabajo sobre la Sierra de Córdoba.

En 1970 HERNANDEZ–PACHECO y CABANAS aportaron datos estratigráficos sobre el Carbonífero de la cuenca del santuario de Linares (5 km al N de Córdoba).

En 1971 el I.T.G.E. realizó el mapa a E.1:200.000 de Córdoba.

CAPDEVILLA et al. (1.971) comentaron las relaciones entre el Precámbrico y Cámbrico de Córdoba.

Posteriormente, el I.T.G.E. publicó la hoja de Córdoba a E.1:50.000 del Mapa Geológico de España (1973).

Entre 1972 y 1978, LIÑAN, E., realizó la tesis doctoral sobre la bioestratigrafía de la Sierra de Córdoba. Define varias formaciones cámbricas y pone de manifiesto el hallazgo de trilobites en dichas formaciones.

En 1974 LIÑAN y DABRIO describieron la litoestratigrafía del tramo inferior de la Formación Pedroche en las inmediaciones de Córdoba.

En 1979 DELOCHE y SIMON interpretaron las rocas blastomiloníticas del eje Badajoz–Córdoba.

LIÑAN y PALACIOS (1983) aportaron datos micropaleontológicos para el conocimiento del límite Precámbrico-Cámbrico en la Sierra de Córdoba.

GARCIA-HERNANDEZ y LIÑAN (1983) describieron las facies asociadas en la Formación de Santo Domingo, en las que indican la presencia de estromatolitos.

FEDONKIN, LIÑAN y PEREJON (1985) identificaron icnofósiles en las rocas Precámbrico-Cámbrico de la Sierra de Córdoba.

FERNANDEZ REMOLAR (1995) realizó la tesis de licenciatura sobre los microfósiles del Proterozoico superior y Cámbrico inferior de la Sierra de Córdoba.

ROLDAN (1995) en su tesis doctoral estudió una transversal al E y S de Córdoba, en la que pone de manifiesto un sistema turbidítico longitudinal a la cuenca del Guadalquivir.

LIÑAN et al., (1995) estudiaron el Cámbrico medio de la Sierra de Córdoba a partir de trilobites y paleoicnología, describiendo las implicaciones bioestratigráficas y paleoambientales de estos organismos.

LIÑAN, GAMEZ y GOZALO (1996), elaboraron una guía para la segunda conferencia de campo, dentro del Grupo de Trabajo para la Subdivisión del Cámbrico (Subcomisión Internacional de la Estratigrafía del Cámbrico).

1.- ESTRATIGRAFIA

1.- ESTRATIGRAFIA

En la hoja de Córdoba se encuentran sedimentos de edades comprendidas entre el Precámbrico y el Cuaternario, si bien existen importantes periodos de no depósito entre los periodos señalados.

El sector septentrional está principalmente ocupado por materiales atribuibles al Precámbrico y al Paleozoico. El primero presenta series metamórficas fragmentariables y otras volcanoclásticas incompletas. El Paleozoico dispone de series de edad Cámbrico muy bien estudiadas desde el punto de vista bioestratigráfico, al igual que las series carboníferas. El Devónico aflora muy reducidamente y está muy deformado.

La parte central está recorrida por el Río Guadalquivir, y a él se asocian sistemas de depósito de la propia dinámica fluvial.

La revisión de la idea de los dominios geológicos de la ZOM fue acometida por APALATEGUI, O. et al., al comprobar que idénticos materiales o grupos de materiales estaban representados en distintos dominios, si bien la evolución dinamotérmica que presentan puede ser diferente.

Dichos autores sugirieron que todos los materiales de la ZOM se pueden integrar en dos grandes grupos o supergrupos de rocas caracterizadas por la asociación de formaciones litológicas que siempre aparecen relacionados en el campo y entre los cuales se suelen dar tránsitos graduales, y denominaron:

Grupo de Córdoba–Fuente Obejuna

Grupo de Sierra Albarrana

Las formaciones que integran el primer grupo son, de techo a muro, las siguientes:

Formación detrítica

Formaciones carbonatadas y detríticas

Formación detrítica (Torreárboles)

Formación volcánica (Malcocinado)

Serie Negra

Neises de Azuaga

El segundo grupo (grupo de Sierra Albarrana) queda perfectamente definido en Sierra Albarrana, y está formado por:

- Cuarcitas de Sierra Albarrana
- Micaesquistos de la Albariza
- Filitas con pasadas arenosas (Formación de Azuaga)

Según dichos autores los materiales de segundo grupo son posiblemente de edad Cámbrico medio–Ordovícico inferior, y se situarían sobre los del anterior grupo.

Paralelamente a este trabajo, y debido al mejor conocimiento estructural de la ZOM, empezó a ponerse de manifiesto una estructura tangencial de gran envergaduras con el desarrollo de pliegues tumbados, mantos y cabalgamientos de gran amplitud. Debido a ello, se planteó una división en Unidades tectónicas, entendiendo como tal una porción de la corteza con una estratigrafía y estructura determinada que presentaba problemas de conexión con las rocas de su entorno. Sin lugar a dudas se ha abusado de este criterio, y el resultado es una proliferación de unidades que no tienen razón de ser.

Una vez finalizados los trabajos de cartografía a escala 1:50.000 en la ZOM, y acometidos ciertos trabajos de síntesis, se puede plantear una secuencia estratigráfica única muy próxima a la anteriormente referida, si bien conviene diferenciar entre las secuencias que afloran a uno y otro flanco del anticlinorio Olivenza–Monesterio, el cual se bislumbra como un límite paleogeográfico de entidad dentro de la ZOM, en el tránsito precámbrico–cámbrico.

En el presente trabajo se mantiene además el término de Unidad Loma del Aire, caracterizada por una secuencia de materiales más propios del flanco sur del anticlinorio Olivenza–Monesterio, que aflora sin embargo en el flanco norte.

La Cuenca del Guadalquivir se inscribe en un marco geológico de cuenca de antepaís (PORTERO y ALVARO, 1984 y ROLDAN, 1995), producto de la compresión por colisión oblicua entre las placas Africana y Euroasiática. El relleno sedimentario de la cuenca del Guadalquivir se efectuó, sobre un basamento constituido en su mayor parte por la Meseta Ibérica (borde pasivo) y la parte más septentrional de las Zonas Externas (borde activo).

La hoja de Córdoba se sitúa sobre un segmento del borde pasivo, en el cual se desarrollan facies de abanicos aluviales (de carácter mixto) sobre una plataforma terrígeno-carbonatada que se hunde suavemente hacia el sur, hasta conectar con la cuenca o parte axial de la Cuenca del Guadalquivir.

Los materiales aflorantes corresponden a Mioceno superior y la edad de los mismos es Messiniense, que solapan a su vez a materiales de edad Tortoniense hacia posiciones más orientales de la cuenca.

1.1.- PRECAMBRICO

1.1.1.- Esquistos (cuarzoesquistos) y neises (14)

Se distribuyen en un pequeño afloramiento situado en las inmediaciones de la localidad de Cerro-Muriano, en el borde norte de la hoja.

Desde el punto de vista litológico la serie es muy compleja ya que posee diversas facies y en su conjunto muy metamorfizadas; así mismo presenta importantes rasgos de deformacionales, lo que hace que las identificaciones litológicas en cartografía sean muy difíciles de efectuar.

La litología más común está formada por esquistos y cuarzoesquistos con pasadas de neises, todos ellos de carácter milonítico. DELOCHE y SIMON (1979) denominaron a estos materiales como "milonitas filitosas", caracterizadas por abundantes porfirocristales de moscovita, intercalaciones cuarcíticas y neises de color gris.

Los esquistos presentan una composición mineralógica constituida por: cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, moscovita y elementos metálicos en menor proporción. Estas rocas, de origen sedimentario, fueron afectadas por un metamorfismo regional y/o dinamotérmico en condiciones de grado variable. Además, presentan una

foliación de tipo milonítico en la que se aprecian formas sigmoidales asimétricas, tanto de feldespatos como de micas, de los que se deduce una componente de cizalla sinistra.

Los cuarzoesquistos presentan una composición mineralógica esencialmente formada por cuarzo, moscovita y feldespatos. No obstante, se reconocen, eventualmente, restos de biotita deflecadas y transformadas a moscovita; dichas biotitas parecen estar claramente de forma inestable bajo condiciones tectono-metamórficas, que dan lugar a la fábrica de tipo milonítico con la cual se muestran. Esta deformación intensa, el tamaño de grano fino y el carácter milonítico y/o filonítico, caracterizan de forma específica estos materiales. Es posible que estos materiales estén afectados por dos etapas tectonometamórficas; una que correspondería a un metamorfismo regional de grado medio y otra, en relación con un metamorfismo dinamotérmico (cizalla) en grado bajo. La fábrica que muestra la roca y su mineralogía se atribuye a la segunda etapa, si bien ambos procesos podrían ser coetáneos.

Los neises tienen una composición mineralógica constituida esencialmente por: cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, epidota y clorita. Estas rocas proceden de una roca granítica neisificada (ortoneis). La fábrica es milonítica y está caracterizada por la presencia de porfirocristales de feldespatos, envueltos por la foliación milonítica; así mismo el cuarzo muestra un generalizado estiramiento dúctil de forma acintada que envuelve a los feldespatos, dando como resultado un neis ocelar (augen) milonítico.

1.1.2.- Pizarras y tobas (5) (Vendiense)

Sólo están representadas cartográficamente en un afloramiento de escasa extensión (< de 1 km²), en el borde occidental de la hoja. Pueden ser observadas en los taludes de la carretera que accede a Santa María de Trassierra y en algunos desmontes de la urbanización Casilla del Aire.

Estos materiales aparecen intercalados en una serie de carácter volcanoclástico y están claramente interestratificados en la secuencia volcánica andesítica que se describe en el posterior apartado.

Litológicamente estos materiales están constituidos por pizarras gris-verdosas, en la que eventualmente se intercalan niveles de conglomerados y tobas volcánicas.

Las pizarras son lutitas que muestran una laminación alternante de horizontes claros (lutitas medias-gruesas) y oscuros (lutitas finas). Los estratos generalmente se presentan tableados y su espesor es de orden métrico. No se observan estructuras de ordenamiento interno significativas, excepción hecha de laminaciones; muestran buzamientos muy suaves, inclinados hacia el norte.

Los conglomerados, en esta hoja, son muy minoritarios, solamente se han observado en la Casilla del Aire. Se presenta intercalados entre las pizarras. Los cantos son de naturaleza esencialmente granítica y cuarcítica; el tamaño medio es de 2 a 4 cm; el redondeamiento y la esfericidad son muy altos y tienen la particularidad de tener una superficie muy pulida. Estos cantos se suelen encontrar inmersos en una matriz lutítica y por lo general dispersos y desconectados unos de otros.

Las tobas al igual que los conglomerados están escasamente representadas, se muestran intercaladas entre pizarras en estratos de orden centimétrico a decimétrico. Son rocas esquistosas de color verde en las que se reconocen fragmentos volcánicos. Estos fragmentos suelen ser cristales de plagioclasa inmersos en una mesostasis esquistosa, formada por agregados de anfíbol, epidota y productos micáceos. Muestran una fábrica esquistosa desarrollada en condiciones de metamorfismo regional de grado bajo (esquistos verdes). Estas rocas son de origen volcanoclástico procedentes de lavas andesíticas.

La potencia máxima de este paquete no supera los 100 m de espesor.

1.1.3.- Volcanitas básicas (6) (Vendiense)

Sólo se registran dos afloramientos de escasa entidad en la hoja. Uno está situado 4 km al oeste de Córdoba, y el otro, mucho más reducido, se localiza 5 km al noreste de Córdoba.

Estos materiales, atribuidos al Vendiense de acuerdo con criterios de índole regional, no muestran relación estratigráfica con otros más antiguos, sin embargo sus relaciones de techo son muy claras respecto a sedimentos más modernos, que son claramente discordantes. Estas relaciones de superposición son muy claras en afloramiento en las proximidades del cerro de las Ermitas (4 km al noroeste de Córdoba).

Las coladas están formadas por rocas de origen volcánico, en las cuales se reconocen fragmentos de lavas básicas o intermedias de carácter piroclástico. Estos fragmentos aparecen soldados, lo que indica una génesis explosiva de la actividad volcánica. Así mismo, la roca suele presentar fragmentos con distinta textura (microlítica, microlítica fluidal, porfídica, microcristalina, etc.), parcialmente alterada a productos ferruginosos, responsables en su mayor parte del color violáceo que presentan.

Una descripción más detallada de estos materiales se acomete en el capítulo de petrología.

1.2.- CAMBRICO

Muchos autores son los que han estudiado el Cámbrico en la Sierra de Córdoba, y especialmente referido a su bioestratigrafía y más concretamente a la

presencia de arqueociatos. HERNANDEZ-PACHECO (1917), CARBONELL (1926), RICHTER (1927), HERNANDEZ SAMPELAYO (1935), SIMON (1939), MELENDEZ (1943), MAASS (1957), LOTZE (1961), CABANAS (1964 y 1971) y PEREJON (1969), estudiaron diversos cortes en los cuales pusieron de manifiesto la presencia de arqueociatos y los asignaron al Cámbrico.

Posteriormente, LIÑAN (1972 y 1978) realizó un estudio bioestratigráfico del Cámbrico de la Sierra de Córdoba, identificando y definiendo varias formaciones. Estas formaciones de muro a techo son las siguientes: Formación Torreárboles, Formación Pedroche, Formación Santo Domingo y Formación Los Villares. La segunda y tercera formaciones se caracterizan por ser una secuencia carbonatada y detrítico-carbonatada, y la de los Villares exclusivamente detrítica. En estas formaciones se reconoce fauna de trilobites, que junto con la fauna de arqueociatos permite definir el Cámbrico inferior y medio con precisión.

1.2.1.- Conglomerados, areniscas y pizarras (7) (F. Torreárboles)

Están representados en tres afloramientos independientes; uno de ellos muy reducido cerca del cerro de las Ermitas (4 km al NO de Córdoba) y los otros dos al N y NE de dicha localidad (unos 9 km). LIÑAN, 1978 definió estos materiales como Formación Torreárboles.

Se sitúan discordantes sobre las coladas andesíticas, y los clastos que tienen estos sedimentos proceden en su mayor parte de ellos. Así mismo, se disponen bajo sedimentos detrítico-carbonatados o carbonatados, también en discordancia, de modo que pueden quedar parcial o totalmente cubiertos por materiales suprayacentes, desapareciendo sus afloramientos. Este aspecto está reflejado en cartografía en las inmediaciones de las Ermitas, donde los materiales cámbricos se sitúan directamente sobre las coladas andesíticas.

El espesor de esta unidad es difícil saberlo en el contexto de esta hoja, puesto que en uno de los afloramientos está parcialmente tapada y en los otros dos se muestra bastante plegada y sus límites son tectónicos. No obstante puede sugerirse que la potencia puede oscilar entre 100 y 200 m.

Esta unidad se ordena en estratos generalmente masivos de espesor variable comprendido entre varios decímetros y el metro. Las superficies de estratificación son irregulares, destacando las bases onduladas de los estratos.

Litológicamente la sucesión la forman cuarcitas y areniscas moscovíticas de color variable, blancas y cremas y violáceas. En ocasiones hay pasadas de conglomerados intercalados entre los bancos de areniscas, con morfologías lenticulares y canaliformes. Las estructuras de ordenamiento interno más comunes son laminaciones paralelas, estratificaciones cruzadas, generalmente de gran ángulo, y granoselecciones. Las areniscas son de naturaleza arcósica (metaarcosa) procedentes de un sedimento detrítico formado por cuarzo y feldespatos, y en menor proporción fragmentos de rocas; los elementos clásticos suelen ser angulosos y/o subangulosos y de baja esfericidad y de tamaño inferior al milímetro; además, conforman una trama muy densa en la que los clastos están en contacto mutuo, con lo cual la matriz micácea que ocupa los espacios intergranulares es escasa (menos del 5%). Los clastos de los conglomerados son generalmente redondeados y de tamaño variable, llegando a alcanzar hasta varios decímetros de diámetro; la naturaleza de los mismos depende en gran medida del sustrato sobre el que se asienten, así pues en las inmediaciones de las Ermitas, la mayoría de los cantos pertenecen a coladas andesíticas y en menor proporción existen los de naturaleza cuarcítica y granítica.

La escasez de buenos afloramientos de estos materiales no permite establecer con garantías el medio sedimentario en el ámbito de la hoja. Sin embargo, estudios sedimentológicos realizados en la vecina hoja de las Navas de la Concepción, sugieren que estos sedimentos debieron estar adscritos a un ambiente fluvial.

La edad atribuida a estos materiales es Cordubiense según LIÑAN (1978), al haber determinado algunos icnofósiles de tipo *Planolites sp.* y *Teichichus sp.*

1.2.2.- Pizarras, areniscas y calizas (9) con intercalaciones de calizas masivas (8)

Este conjunto sedimentario está muy bien representado en una franja de la parte centro-occidental de la hoja y en las inmediaciones de la localidad de Córdoba.

Los materiales que integran esta unidad se sitúan en paraconformidad sobre sedimentos o volcanitas atribuidos al Precámbrico (en algunos puntos alcanzan el Cámbrico); también pueden estar sobre los conglomerados, areniscas y pizarras anteriormente descritos. Todo el conjunto cartografiado, que pertenece a este epígrafe, corresponde a las Formaciones Pedroche y Santo Domingo en el sentido de LIÑAN (1978).

Las formaciones antes reseñadas representan dos secuencias dentro de la misma unidad sedimentaria, de tal forma que la similitud de facies existente entre ellas, impide poder separarlas cartográficamente con criterios objetivos a la escala de este trabajo. El espesor de toda la unidad puede superar los 500 m de potencia.

La secuencia estratigráfica más común está constituida por una alternancia de calizas grises y pizarras y areniscas de colores variados (cremas, verdes y violáceos). Una sección representativa de esta unidad se ha obtenido junto al arroyo Pedroche, donde LIÑAN (1978) definió la formación que lleva este nombre. Se han reconocido 170 m de secuencia, en la cual se han identificado 17 intervalos. Los tres intervalos sedimentarios inferiores muestran, de modo irregular, niveles alternantes de lutitas, areniscas finas, y bancos tableados y lenticulares de calizas; también hay calizas nodulosas, calizas masivas carstificadas y calizas grises con arqueociatos a techo. Los intervalos restantes muestran 14 ciclos granodecrecientes constituidos por: areniscas finas y lutitas y carbonatos (en su mayor parte calizas grises tableadas o masivas con

arqueociátos y trilobites). Las calizas suelen tener componentes calcíticos formados por oolitos y oncolitos, además son muy comunes los estromalitos, probablemente en relación con estructuras algales. Las lutitas suelen presentar laminación paralela y las areniscas ripples y estratificaciones cruzadas de pequeña escala.

Por encima de la secuencia descrita se sucede un conjunto detrítico-carbonatado (Formación Santo Domingo, LIÑAN 1978), formado por una alternancia más o menos irregular de calizas grises con sílex, areniscas y pizarras violáceas. Las areniscas evidencian un gran aporte de terrígenos a la cuenca, y denuncian un cambio en la sedimentación. Estas areniscas están constituidas por fragmentos de tamaño arena fina, cuya naturaleza es de cuarzo, feldespato y placas de moscovita; el cemento que envuelve a los clastos es de naturaleza dolomítica y siderítica, y se dispone formando un bandeado que determina la estratificación.

La sedimentación de esta unidad debió realizarse en un ambiente de plataforma externa muy somera, con un régimen sedimentario de carácter mixto, caracterizado por intervalos cíclicos de terrígenos y carbonatos con abundante fauna de: arqueociatos, hyolítidos, gasterópodos, ostrácodos y trilobites. La sucesión de estos intervalos (Formación Pedroche), terrígenos-carbonatos, con estructuras sedimentarias de tipo laminación y ripples en los primeros y estromatolitos en relación con algas y fauna variada, sugiere un ambiente de llanura mareal. La presencia ocasional de oolitos indicaría reactivaciones energéticas del medio carbonatado que originaría este tipo de texturas en las rocas. Así mismo, la presencia de niveles de calizas nodulosas podría estar en relación con horizontes de sedimentación muy someros (condensados). A techo de la unidad donde los intervalos sedimentarios son más irregulares y donde dominan los terrígenos sobre los carbonatos, denunciaría un cambio en las condiciones de sedimentación pasando a ser una plataforma con mayor incidencia detrítica.

Dentro de esta unidad se han distinguido unos niveles de calizas masivas que se extienden desde Córdoba hasta el borde occidental de la hoja. Los lugares más

característicos son: Las Ermitas, vértice de la Torrecilla y fuera de la hoja en el Mirador de Las Niñas.

El espesor de estos sedimentos es muy variable, de forma que pueden alcanzar más de 80 m y lateralmente disminuir considerablemente hasta cambiar de facies con la unidad detrítico-carbonatada en la que se incluye.

En el sector de Las Ermitas los estratos son bastante masivos, de espesor métrico y frecuentemente evidencian acusados procesos de carstificación.

Litológicamente son calizas grises dentro de las cuales hay pequeñas intercalaciones de lutitas o calcilutitas de orden centimétrico. Generalmente se muestran muy recristalizadas y carstificadas, por lo que las estructuras de ordenamiento interno están ausentes. En ocasiones suelen mostrar abundante fauna de arqueociatos, que representan auténticos biohermos calcáreos.

Desde el punto de vista ambiental PEREJON (1989), LIÑAN et al. (1995) asociaron estos depósitos con montículos recifales bioconstruidos.

MINGARRO y LOPEZ DE AZCONA (1969) estudiaron un ejemplar de arqueociatos de Las Ermitas e indicaron que los biohermos de arqueociatos fueron en su origen de naturaleza silíceo, y se desarrollaron en aguas muy claras y poco profundas.

La edad de esta unidad ha sido determinada por numerosos autores como Cámbrico inferior en base a la presencia de arqueociatos en las calizas. LIÑAN (1978) y LIÑAN et al. (1995) han datado el Ovetiense para la Formación Pedroche, con los hallazgos de trilobites de los géneros *Lemdadella* y *Bigotina*.

1.2.3.- Cuarcitas (10)

Están representadas cartográficamente por un nivel largo y estrecho que ocupa generalmente los relieves más altos. Se localizan al norte de Córdoba, próximos a la Ermita de Santo Domingo y en el Parque Periurbano de los Villares, donde fue definida primero por DELGADO QUESADA, M. 1976 como cuarcita de Castro y Picón, y posteriormente por LIÑAN, E. 1978, como cuarcita de los Villares.

Estos materiales constituyen un buen nivel guía que separa las unidades detrítico-carbonatadas (formaciones Pedroche y Santo Domingo) de la detrítica (F. los Villares) del Cámbrico inferior y medio respectivamente.

El espesor de esta unidad, en las inmediaciones de Santo Domingo, es de 70 m. Sin embargo, dicha unidad no es continua y en ocasiones puede estar ausente, como ocurre hacia el borde occidental de la hoja.

La morfología de los estratos es variable según los intervalos sedimentarios; así pues, puede ser tabular con espesor de orden centimétrico a métrico y tabular con tendencia cuneiforme o sigmoidal en estratos de potencia métrica.

La litología está formada por una alternancia de areniscas cuarzosas y cuarcitas de color gris claro, en las que eventualmente se reconocen niveles lutíticos de orden centimétrico. En una sección estratigráfica levantada en las proximidades de la ermita de Santo Domingo, se han reconocido 11 intervalos de depósito. Están caracterizados de forma general por ciclos métricos en los que se reconoce, una parte inferior formada por areniscas tabulares con laminación paralela probablemente de alta energía, y una parte superior con cuarcitas que presentan abundantes estructuras onduladas de tipo *hummocky*, si bien a muro de estas se reconocen laminaciones paralelas. Eventualmente se localizan a techo de estos ciclos, niveles de espesor milimétrico a centimétrico de lutitas algo arenosas. Este tipo de secuencia podría ser

compatible con la secuencia de estratificación cruzada *hummocky* en el sentido de WALKER et al. (1983) y DOTT y BOURGEOIS (1982), en las cuales los estratos de areniscas con laminaciones paralelas serían compatibles con el término P, las cuarcitas con estructuras de tipo *hummocky* con el término H, las estructuras onduladas de techo con el término X y los niveles lutíticos con el término M. En líneas generales la secuencia se presenta relativamente amalgamada, en la cual la secuencia elemental más común es de tipo PHX.

El medio sedimentario que se deduce de esta secuencia podría estar relacionado con una plataforma siliciclástica de carácter proximal dominada por tormentas, en la cual cada intervalo representaría episodios cíclicos de tempestad-calma. Durante las tormentas el material que se pone en suspensión, es distribuido y después depositado bajo la acción de las corrientes de retorno primero y posteriormente por los flujos oscilatorios producidos por estos fenómenos meteorológicos. La escasa presencia de niveles lutíticos se asocia con los periodos de calma, sin embargo la sucesiva actividad de estos fenómenos debió actuar de forma rápida, de modo que no diera tiempo a consolidar este sedimento.

Estos materiales correlacionados por LIÑAN et al. (1995) con la Formación Castellar, los atribuyen al Bilbiliense, que es el tránsito entre el Cámbrico inferior y medio.

1.2.4.- Pizarras, areniscas y cuarcitas (11)

Afloran 5 km al norte de Córdoba y ocupan la mayor parte del Parque Periurbano de Los Villares.

Se sitúan sobre las cuarcitas inferiores sin que exista ningún aparente cambio brusco en la sedimentación, y/o de igual manera sobre las formaciones detrítico-carbonatadas del Cámbrico inferior.

El espesor total de esta unidad es difícil de conocer puesto que está replegada y además está cubierta por materiales discordantes, de edad Carbonífero. No obstante, se puede hacer un cálculo aproximado de la potencia en función de los buzamientos de las capas en zonas de flanco que puede alcanzar los 400 m.

La morfología de los estratos es generalmente tabular.

La litología está constituida por una alternancia de pizarras y areniscas con niveles de cuarcitas intercaladas. Estos materiales suelen presentar coloraciones grises y verdes en corte fresco y marrón claro cuando se alteran. Las estructuras de ordenamiento más comunes son laminación paralela, que se pone de manifiesto por un bandeado milimétrico de lutitas finas de color oscuro y lutitas algo limosas de color claro. También se observan estratificaciones cruzadas de pequeña escala asociadas a ripples y estructuras de tipo hummocky muy minoritarias. La granoselección a veces se observa, pero debido al tamaño tan fino del sedimento, esta estructura no es muy común.

La presencia de fauna de ostrácodos, braquiópodos y trilobites, y las estructuras sedimentarias observadas, sugieren un medio de plataforma somera, la cual quedaría al menos parcialmente fuera de la influencia de las tormentas.

La presencia de *Paradoxides* (SDZUY), *Badulesia tenera*, *Parasolenopleura aculeata* y *Dolichometopus sp.*, indica un Cámbrico medio que comprende los pisos Leoniense y Cesaraugustiense.

Esta unidad presenta metamorfismo de contacto en las inmediaciones del granito de los Arenales, situado en el ángulo noroccidental de la hoja. Las pizarras y

cuarcitas evidencian un moteado formado por cordierita y agregados micáceos y una recristalización generalizada que no llega a borrar la fábrica primaria de la roca.

1.3.- DEVONICO

1.3.1.- Pizarras, areniscas y cuarcitas (13)

Están representadas cartográficamente en el ángulo nororiental de la hoja, próximos a Villafranca de Córdoba. La extensión de afloramientos es inferior a 7 km².

La relación estratigráfica con otros materiales no puede determinarse en el ámbito de las hojas de Córdoba y Adamuz, puesto que los límites que presentan están fuertemente tectonizados.

El espesor tampoco puede calcularse debido a la intensa tectonización que muestran estos materiales, especialmente en su borde meridional.

La morfología de los estratos es generalmente tabular, excepción hecha de los afloramientos, que aparecen entre los kilómetros 4,5 y 5,5 de la carretera que une las localidades de Villafranca y Adamuz, que muestran una disposición sigmoidal truncada en relación con la fuerte tectonización existente.

La litología más común está definida por una alternancia de pizarras y areniscas de color gris-verdoso, con intercalaciones de cuarcitas blanquecinas. Las pizarras presentan a veces un bandeado formado por niveles de areniscas de color blanquecino, que muestran en ocasiones concentraciones o engrosamientos de este sedimento a modo de bolas o lentes de arena fina; el material detrítico está formado por un sedimento fino constituido por granos de cuarzo, feldespatos y materiales micáceos en los que se reconocen placas de moscovita y biotita de tamaño inferior al milímetro. Las cuarcitas se componen de granos de cuarzo (tamaño arena fina) que suponen más

del 95% de la roca, el resto lo forman minerales pesados y micas; estos sedimentos están muy recristalizados y al microscopio los granos de cuarzo presentan bordes suturados ligeramente debido a procesos de presión–disolución.

El medio sedimentario es difícil de precisar, sin embargo, la presencia de braquiópodos, encontrados entre los kilómetros 6 y 7 de la carretera que une Pedro Abad con Adamuz (hoja de Montoro), permite sugerir un ambiente de plataforma.

La edad de estos materiales se ha efectuado a partir de la fauna antes citada y que está compuesta por: *spirifer disjunctus* (PHILLIPS), *rhynchonella pleurodon* (PHILLIPS), *streptorhyncus cf.* (UMBRACULUM), *orthis striatula* (SCHOLTEIM), *productus sp.*, *atripa reticularis* (LINNE), (memoria de Córdoba, ITGE, 1973).

1.4.– CARBONIFERO

Existen citas antiguas sobre el Carbonífero en la Sierra de Córdoba, entre las que destacan las de: HERNANDEZ–PACHECO (1917), CARBONELL (1920), CABANAS (1963) y HERNANDEZ–PACHECO y CABANAS (1970). Los dos primeros autores hacen mención a las litologías dominantes del Carbonífero. CABANAS delimita los afloramientos de esta edad y reconoce varios afloramientos fosilíferos.

Más recientemente, LIÑAN (1976), levanta algunas series estratigráficas en las inmediaciones de Córdoba y establece una columna estratigráfica general de la cuenca.

En las últimas décadas se han hecho y continúan realizándose diversas investigaciones sobre la fauna del Carbonífero (braquiópodos, corales, conodontos, etc.).

El Carbonífero se extiende en el tercio septentrional de la hoja y hacia la parte oriental.

A continuación se describen las rocas detríticas carboníferas, mientras que las rocas volcánicas asociadas se describen más adelante en el capítulo de petrología.

1.4.1.- Brechas (12)

Estos materiales ocupan la parte basal de la secuencia carbonífera y se sitúan discordantes de forma indistinta sobre Precámbrico, Cámbrico o Devónico, si bien sobre estos últimos materiales el contacto es mecánico en el ámbito de la hoja.

Se localizan cartográficamente en dos áreas preferentemente. Una situada 5 km al N de Córdoba y la otra en las inmediaciones de Villafranca de Córdoba.

El espesor de estos sedimentos es muy variable, pudiendo oscilar entre varios metros y más de doscientos. En una sección estratigráfica levantada en el arroyo Linares (5 km al norte de Córdoba), el espesor es de 32 m, aunque a medida que se asciende en la serie puede haber recurrencias sedimentarias de estos materiales; esta potencia contrasta con la que estos mismos sedimentos presentan en afloramientos continuos (cortijo de las Pilas y talud de la carretera nacional 432 – Granada-Badajoz – entre los kilómetros 260 y 261) donde alcanza 200 metros. En el sector de Villafranca, su espesor es más uniforme como lo demuestra la cartografía elaborada.

Estos materiales se caracterizan, especialmente en la parte al norte de Córdoba, por presentarse de forma semimasiva, de manera que no se reconocen apenas superficies de estratificación. A veces se observan cicatrices erosivas de morfologías plana, cóncava e irregular que permiten deducir la estratificación. En el área de Villafranca las brechas alternan con estratos más o menos deformados y generalmente distorsionados y rotos de sedimentos de tamaño de grano considerablemente fino.

Litológicamente las brechas están constituidas por clastos de tamaño variable (orden centimétrico a decimétrico) y naturaleza poligénica. El redondeamiento

de los cantos puede clasificarse de anguloso a subanguloso. Generalmente están desprovistas de matriz, de modo que los clastos están autosoportados; estas facies pueden considerarse como auténticas brechas sedimentarias, generadas por procesos de tipo flujo de cantos (*debris flow*). En el sector de la ermita de Nuestra Señora de Linares, estos materiales poseen casi en su totalidad cantos de calizas con arqueociatos y pizarras, procedentes de los relieves Cámbricos que están próximos. En el sector de la carretera N-432 (km 260-261), la naturaleza de los cantos es diferente y en su mayor parte están constituidos por cuarcitas y pizarras procentes del Cámbrico medio (F. Villares). En el área de Villafranca de Córdoba estos materiales presentan una litología más variada, en la cual se encuentran mezclados estratos de brechas de tamaño mucho más variable, junto con otros de areniscas y lutitas que presentan una tasa de deformación sedimentaria muy alta; los clastos más predominantes corresponden a cuarcitas y pizarras del Devónico colindante; aunque menos abundantes, también se localizan brechas calcáreas, cuya procedencia hay que relacionarla con la destrucción de materiales carbonatados de edad carbonífera a juzgar de la fauna que presentan. El carácter grosero y masivo generalizado de estos sedimentos, no permite desarrollar apenas estructuras de ordenamiento interno; sin embargo, se reconocen algunas granoselecciones inversas; en general el mecanismo de transporte que origina estos sedimentos puede asociarse con flujos en masa, en los que los *slump*, *slide* y *olistolitos* están presentes. Dichos sedimentos están en relación con procesos gravitatorios de tipo *debris flow*, *slumping*, *sliding* y desplome de rocas (*rock fall*), respectivamente.

La génesis de estos sedimentos está en relación con procesos de deslizamiento gravitatorio. Dichos procesos generalmente se asocian con la erosión de un acusado relieve próximo al borde de cuenca, o en los bordes tectónicos que delimitan la cuenca y que en algunos casos debieron compartimentarla. Este tipo de sedimentos es muy característico de cuencas en las que los procesos tectónica-sedimentación se producen de forma simultánea.

1.4.2.- Pizarras y areniscas (13)

Son los materiales cartográficamente mejor representados y los que caracterizan el Carbonífero. Se distribuyen por el tercio septentrional de la hoja.

Se disponen concordantes con los anteriores o configuran una discordancia sobre materiales más antiguos, no obstante, muchos de los límites de estos sedimentos se encuentran mecanizados.

El espesor varía de la posición de estos materiales respecto de la cuenca. Así, al norte de Córdoba la potencia puede alcanzar los 200 m, mientras que en el sector de Villanueva de Córdoba es considerablemente superior, puede rebasar los 500–600 m si bien toda la secuencia está muy replegada.

Los estratos se caracterizan por ofrecer una secuencia rítmica, en la cual la morfología de los mismos es tabular. El espesor más común de los bancos suele ser de orden centimétrico.

La litología más dominante la constituyen una alternancia de areniscas y pizarras, si bien suele haber hacia la base de la secuencia niveles de orden métrico de lutitas y calcilutitas y areniscas masivas. Estos niveles basales suelen tener abundante fauna de bivalvos, braquiópodos, briozoos, corales, trilobites, etc.; también es común la presencia de foraminíferos y conodontos. En general se muestran masivos y bioturbados, por lo que las estructuras de ordenamiento interno apenas se reconocen. En la secuencia rítmica se observan granoselecciones en los niveles arenosos, así como laminación paralela y laminación cruzada asociada a ripples; a techo de los niveles arenosos y en la parte inferior de los horizontes lutíticos se localizan abundantes restos de plantas flotadas y bioturbación.

En esta secuencia se localizan puntualmente bancos interestratificados de brechas de orden métrico constituidos por clastos angulosos y subangulosos de materiales paleozoicos fundamentalmente; así mismo, existen clastos y fragmentos de estratos de areniscas y pizarras de la propia unidad sedimentaria, que demuestran que durante la sedimentación no sólo se destruye, erosionan y transportan a la cuenca elementos de fuera de la misma, sino que además se produce un fenómeno de autodestrucción de los propios materiales de la cuenca, que indica que la cuenca sufre un proceso de movilidad tectónica durante la sedimentación. Estos fenómenos, localizados puntualmente al norte de Córdoba –arroyo de Linares–, están bien representados en el sector de Villafranca de Córdoba.

De acuerdo con las estructuras de ordenamiento interno y la disposición de los intervalos sedimentarios, estos materiales se han generado a partir de corrientes de turbidez. La secuencia más generalizada corresponde con la asociación de facies D y E de MUTTI y RICCI LUCCHI (1972) y WALKER (1967), que sería congruente con un contexto de abanico distal. La presencia de brechas y olistolitos de dentro y fuera de la cuenca, interestratificados en la secuencia, sugiere que durante la sedimentación se estaban produciendo fenómenos tectónicos de consideración, especialmente en sectores próximos a los límites con otras unidades más antiguas. El medio de depósito podría estar en relación con una plataforma proximal, para los intervalos sedimentarios basales, en los que las brechas representarían escarpes estructurales o incluso el borde de la cuenca. Los sedimentos de carácter turbidítico podrían pertenecer a una plataforma distal o cuenca, en las que la aparición de brechas u olistolitos podrían estar asociados a zonas de talud submarino.

La edad de estos materiales se ha fijado en el Visense superior (CABANAS, 1963 y LIÑAN, 1978) en base a fauna variada, encontrada en el Cerro de los Pradillos y en el arroyo Linares. La fauna más característica es la siguiente: *goniatites sp.*, *productus punctatus*, *productus fimbriatus*, *productus giganteus*,

productus semireticulatus, productos aculeatus, spirifer sp., gigantoproductus, dyctioclóstidos, epidomatoceras, etc.

1.4.3.- Olistolitos calcáreos (15)

Se localizan en el sector de Villafranca de Córdoba, jalonando el borde septentrional de la cuenca carbonífera.

Se presentan incluidos en la secuencia de pizarras y areniscas y se sitúan preferentemente hacia la parte media y baja de la serie.

El tamaño de estos elementos exóticos es variable y oscila entre pocos metros a tener dimensiones hectométricas de longitud y decamétricas de anchura.

La morfología de estos bloques es elongada, de modo que la longitud excede entre cinco y diez veces la anchura. Los límites que presentan estos elementos, respecto a los sedimentos de la propia cuenca, son muy netos, manifestándose como contactos bruscos. Estos contactos suelen ser muy claros, y quedan definidos por lo general, entre una roca competente que es la brecha o el olistolito con otra roca más blanda.

La litología más común está representada por brechas calcáreas muy cementadas. Los fragmentos o clastos que integran las brechas en su mayor parte pertenecen a calizas carboníferas que se reconocen en otros lugares próximos (hoja de Adamuz). También coexisten conglomerados cuyos cantos son de naturaleza variada, tanto de elementos pertenecientes a secuencias carboníferas como más antiguas.

Estos materiales de carácter olistostrómico se sitúan preferencialmente en el borde septentrional de la cuenca. Este borde delimitado por materiales atribuidos al Devónico, está mecanizado según una superposición de escamas con vergencia sur, que

por una parte cobija a los materiales Carboníferos, a la vez que actúa como área fuente para el suministro de sedimentos (brechas basales). Estos aspectos sugieren proximidad al borde de la cuenca (en este sector al menos), y que éste era móvil durante la sedimentación y se estaba desplazando hacia el sur; este movimiento probablemente de elevación y desplazamiento es congruente con la génesis de estos olistolitos, que explicaría su procedencia a partir de plataformas carbonatadas carboníferas que se estaban desmantelando más al norte.

La edad de estos materiales se atribuye al Viseiense, al encontrarse como elementos que forman parte de todo el cortejo sedimentario de la unidad carbonífera.

1.5.- NEOGENO (MIOCENO)

Uno de los aspectos que han sido más debatidos desde final del siglo pasado hasta la década de los años 50, ha sido considerar o no la "Falla del Guadalquivir", como elemento límite entre la Meseta Ibérica y la Cuenca del Guadalquivir.

MACPHERSON (1899 A), en LIÑAN (1976), indicó que el relieve actual es consecuencia de una falla en el terreno orientada en dirección ENE-OSO. Hasta principio de siglo autores posteriores aceptan esta misma interpretación.

GROTH (1913) y GAVALA (1961), observan que el Zócalo Paleozoico se hunde suavemente, bajo los materiales del Mioceno de la Cuenca del Guadalquivir, debido a una inclinación gradual de los pliegues hercínicos. Por lo tanto, desechan la idea de la existencia de la "Falla del Guadalquivir".

Muchos argumentos, todos ellos sin gran validez, se han propuesto para justificar o no la presencia de la mencionada falla. La información que se dispone en la actualidad, referente a datos de subsuelo, que pertenece a investigación de hidrocarburos, demuestra que el zócalo sobre el que se asientan los terrenos del Mioceno, conforma una gran flexura a la que acompañan ocasionalmente fracturas que nada tienen que ver con la gran falla citada.

Según ROLDAN (1995) el relleno sedimentario de la Cuenca del Guadalquivir se ha ordenado en seis secuencia de depósito, delimitadas por discordancias o sus correlativas paraconformidades; a cada secuencia se le ha asignado un intervalo cronológico concreto, utilizando dataciones de flora y fauna. En el ámbito del Guadalquivir estas seis unidades comprenden un periodo de tiempo de aproximadamente 13 millones de años (Langhiense–Plioceno).

En la hoja de Córdoba está únicamente representada la Unidad de edad Messiniense, que ocupa una parte del borde septentrional de la cuenca y otra parte de la zona axial de la misma. Dentro de esta Unidad se han separado cinco tipos de facies litoestratigráficas asociadas a sistemas deposicionales diferentes.

1.5.1.- Conglomerados y arenas (17)

Se sitúan en afloramientos de dimensiones reducidas salpicados en el tercio septentrional de la hoja. Los afloramientos de más envergadura se ubican a un lado y otro de la urbanización El Brillante, en Córdoba, y en la urbanización El Sol, al norte de Alcolea.

Desde el punto de vista estratigráfico se localizan discordantes sobre el Paleozoico, y cuando tienen sedimentos encima, estos corresponden a las facies marinas de la cuenca a las que pasan transicionalmente.

El espesor de estos materiales no rebasa nunca los 20–30 m de potencia.

La morfología de los estratos cuando se observa suele ser cuneiforme o lenticular.

Litológicamente están formados por conglomerados entre los que se intercalan niveles de arenas, aunque estas son muy minoritarias. Los cantos son de

naturaleza preferentemente cuarcítica, muy redondeados y de tamaño medio comprendidos entre 3 y 7 cm; la matriz suele ser de naturaleza grava fina o arena, aunque en ocasiones estos conglomerados presentan un cemento cuarcítico que traba los cantos. Las coloraciones más comunes son rojizas, ocres y amarillentas. En localizados sectores (Parque Periurbano de los Villares y en el Cerro del Tabaco (norte de Villafranca), los conglomerados presentan cantos subangulosos y la naturaleza de los mismos es más heterogénea, en la cual abundan los clastos pizarrosos. En general no presentan estructuras de ordenamiento interno, si bien en las inmediaciones de la fuente de La Palomera, estos conglomerados se ordenan en grandes *set* cruzados de orden métrico y decamétrico. Eventualmente se han reconocido algunas estructuras de granoselección inversa, que pueden estar en relación con flujos en masa de sedimentos.

Estos materiales se interpretan que se depositaron en un medio aéreo y en ocasiones subaéreo, en relación con una dinámica aluvial asociada al borde pasivo de la cuenca marina del Guadalquivir. Los afloramientos que presentan cantos extremadamente redondeados y matriz arenosa roja, podrían estar en relación con sistemas fluviales próximos al litoral. Aquellos materiales en los que se han reconocido granoselecciones inversas y de cantos subangulosos se asocian con una dinámica de abanicos aluviales próximos o adosados a relieves circundantes. En el caso de los conglomerados que presentan paquetes de *set* cruzados, podría sugerirse que corresponden a los *top set* o estratos de carácter mixto, que progradan en la plataforma marina; esta interpretación es congruente con la disposición de bancos de calcarenitas horizontales a techo sin que se observe una superficie de discordancia entre ambos materiales.

1.5.2.- Calcarenitas, arenas y gravas (18)

Se distribuyen por todo el borde de la Meseta en afloramientos, más o menos continuos, desde el ONE de Córdoba hasta las inmediaciones de Villafranca.

Se disponen generalmente sobre materiales paleozoicos pertenecientes al zócalo de la Meseta, aunque en ocasiones están sobre materiales conglomeráticos de la secuencia miocena subyacente.

El espesor es variable y puede alcanzar 30–40 m en las inmediaciones de Córdoba, en el embalse de San Rafael de Navallana y en Villafranca.

La morfología de los estratos suele ser muy tabular, aunque en algunos sectores en los que domina la panorámica (Loma de los Escalones – 6 km al norte de Córdoba –), se observa una morfología cuneiforme de gran escala que determina un dispositivo de *onlap* sobre Paleozoico o sobre estratos de calcarenitas inferiores.

La litología más común es de calcarenitas bioclásticas; los principales afloramientos se reconocen en las inmediaciones de Córdoba, sector de las canteras antiguas de Asland y loma de los Escalones. También hay secuencias de calcarenitas alternantes con arenas y areniscas bioclásticas de color amarillo, que muestran evidencia de bioturbación debida a anhelidos; preferentemente los afloramientos se reconocen en las inmediaciones del embalse de San Rafael de Navallana y en Villafranca. En casi todos los casos es frecuente encontrar gravas asociadas a la base de las calcarenitas, bien como estratos intercalados o como cantos aislados incluidos en la matriz de estos sedimentos carbonatados. Desde el punto de vista petrológico las calcarenitas están constituidas generalmente por un *grainstone* con más del 25–30% de terrígenos (cuarzo y fragmentos de rocas), clastos de glauconita en proporción inferior al 2% y el resto bioclastos de briozoos, equínidos, lamelibranquios, algas rojas, etc., así como abundantes foraminíferos bentónicos y escasos planctónicos.

La presencia de materiales carbonatados con biofacies características de anfesteginas y fauna variada de briozoos, equínidos, lamelibranquios, etc., sugiere que estos depósitos se han producido en un sistema de plataforma marina somera; los elementos clásticos, en algunos casos muy abundantes, podrían provenir de la

denudación de relieves próximos al borde de cuenca, y en parte suministrados por los sistemas aluviales antes aludidos.

1.5.3.- Areniscas y arenas (19)

Sus afloramientos son de tamaño reducido, se distribuyen salpicados por la zona de campiña, y están especialmente localizados en el cuadrante suroriental de la hoja.

Estos sedimentos se encuentran interestratificados en margas gris-azuladas, a veces se han podido cartografiar en zonas donde ocupan rellanos en las lomas, pero en otros casos se han identificado como trazas de capas, dado que el espesor suele ser de orden métrico.

La morfología de los estratos es tabular y en general plano-paralela.

Litológicamente están constituidos por areniscas y arenas de color amarillo, parcial o totalmente cementadas. Eventualmente pueden tener algunos cantos de tamaño grava inmersos en una matriz de arena. Desde el punto de vista petrológico suelen presentar más del 50-60% de cuarzo en granos subredondeados a subangulosos, 20-30% de fragmentos de rocas y el resto pueden ser bioclastos o cemento calcítico. Suelen presentar estructuras de corriente (*flute y grove cast*) en la base de los estratos, que indican dirección y sentido de las mismas hacia el SE (Cortijo La Morena, unos 12 km al SE de Córdoba), en otros lugares próximos, aunque fuera de la hoja, la dirección de corrientes más común es oeste-suroeste. Como estructuras de ordenamiento interno más comunes destacan la laminación paralela; también se observan granoselección y ripples aunque menos abundantes.

Estos sedimentos están incorporados a los sistemas de depósito de la parte axial de la cuenca, constituidos por facies de canal y lóbulos turbidíticos, los cuales se

disponen de forma longitudinal a la cuenca; sin embargo existen sistemas turbidíticos instalados en la zona de *by passing* (entre la plataforma y la cuenca s.s.), que indican un aporte de sedimento desde el borde pasivo de la cuenca (Meseta Ibérica) hacia la zona axial que es donde se ubican los sistemas turbidíticos con facies de canal y lóbulo.

1.5.4.- Conglomerados y areniscas (20)

Fundamentalmente se distribuyen en dos grandes afloramientos situados a 5 y 10 km al SE de Córdoba, cortijos El Judío y Montalbo respectivamente.

Estos sedimentos de igual manera que los anteriores, se intercalan entre las margas gris-azuladas, si bien y dada la naturaleza de unos y otros y lo cultivado de los terrenos, no pueden verse los límites entre ellos. Sin embargo, la interpretación de la documentación de subsuelo consultada, pone de manifiesto la disposición antes aludida.

El espesor no suele sobrepasar los 15-20 m de potencia.

La morfología de estos depósitos es tabular a escala métrica y decamétrica, si bien es cuneiforme a escala hectométrica.

La litología principal está constituida por gravas gruesas, de cantos redondeados de tamaño centimétrico a decimétrico, dentro de las cuales hay niveles de areniscas, poco cementadas, intercaladas; la coloración de éstas últimas y de la matriz arenosa que traba los cantos es grisácea. No se observan estructuras de ordenamiento dado el grosor de los sedimentos. En ocasiones se advierten algunas estratificaciones inclinadas deducidas del alineamiento de los cantos por tamaños, que sugieren que estos depósitos pueden estar asociados a canales (cañones submarinos), dentro de los cuales estas superficies podrían estar asociadas a migraciones de los canales. La naturaleza de

los cantos, cuarcitas y pizarras, así como la presencia de algunas imbricaciones de cantos, sugieren que el aporte de estos sedimentos proviene de la Meseta.

1.5.5.- Margas gris-azuladas (21)

Es la litología más dominante en el contexto de la Cuenca del Guadalquivir, y sus afloramientos están ampliamente desarrollados en el tercio meridional de la hoja.

Se sitúan sobre las calcarenitas del borde de la Meseta e intercalan los sedimentos tratados en los dos últimos epígrafes.

El espesor deducido, de acuerdo con la interpretación realizada sobre el cruce de dos perfiles sísmicos (inmediaciones del cortijo La Morena - km 16 de la carretera de Córdoba-Santa Cruz -), es de unos 420 m aproximadamente.

Los estratos son tabulares y plano-paralelos, si bien en algunos casos las reflexiones internas de estos sedimentos (según los datos de subsuelo), muestran una morfología cuneiforme, especialmente asociada con los sectores en los que se localizan los materiales detríticos intercalados que se han citado anteriormente.

La litología más común está formada por margas gris-azuladas, con gran contenido en materia orgánica; en afloramiento estos materiales se oxidan y adquieren un color marrón claro. Se caracterizan por presentar abundantes foraminíferos planctónicos, si bien muchos de ellos son resedimentados y proceden de series no solo pertenecientes al propio Mioceno, sino a unidades paleógenas y cretácicas. Suelen intercalar niveles de orden métrico de arenas y areniscas cuyas características sedimentarias han sido anteriormente tratadas.

La presencia de abundante fauna de foraminíferos planctónicos y nannoplancton calcáreo, ha permitido datar no solo estos materiales sino el resto de la unidad. La edad Messiniense establecida para esta secuencia deposicional, está argumentada por la presencia de *globorotalia mediterránea* y *discoaster quinqueringus*. La fauna de foraminíferos más representativa, estudiada en varias muestras es la siguiente:

Globorotalia mediterranea (CATALANO & SPROVIERI)

Neogloboquadrina humerosa (TAK & SAITO)

Globigerina bulloides (d'ORBIGNY)

Globigerina nepenthes (TODD)

Globigerinoides extremus (BOLLI & BERMUDEZ)

Orbulina universa (d'ORBIGNY)

Neogloboquadrina acostaensis (BLOW)

Globorotalia pseudomiocenia (BOLLI & BERMUDEZ)

Globorotalia dali (PERCONIG)

1.6.- PLIOCUATERNARIO

1.6.1.- Gravas, arenas y arcillas. Abanicos aluviales (22)

Se extienden por el borde de la Meseta y ocupan la mayor parte de la margen derecha del río Guadalquivir.

Se sitúan discordantemente de forma indistinta sobre cualquier material más antiguo que ellas.

El espesor puede alcanzar los 20 metros de potencia.

La morfología de los estratos es planocónvexa o planoparalela, la primera en relación con dispositivos canaliformes.

La litología más común es de gravas y arenas alternantes, cuyos cantos están trabados por una matriz arcillosa de color rojizo. La naturaleza de los cantos es muy variable en función del área de procedencia y de la situación de los sedimentos subyacentes. Los cantos son redondeados y de un tamaño medio que oscila entre los 5 y 10 cm, aunque se advierte una generalizada tendencia a disminuir hacia posiciones más alejadas del borde de la Meseta. No se reconocen apenas estructuras de ordenamiento interno, sino eventuales imbricaciones de cantos y ligeras granoselecciones inversas.

La presencia de canales de gravas con una disposición ortogonal al borde de la Meseta y la morfología alomada del relieve que presentan, así como su ubicación, sugiere que estos materiales están asociados a una dinámica aluvial. Los sistemas aluviales, adosados y procedentes de la Meseta, incidirían en la Cuenca del Guadalquivir ya en régimen continental, de modo que la coalescencia por aproximación de unos y otros, ha generado una orla bastante continua que tapiza la mayor parte del mencionado borde.

La edad que se atribuye a estos sedimentos es absolutamente subjetiva, pero por correlación con otros sedimentos y su ubicación en el contexto de cuenca se asigna al Pliocuatrnario.

1.7.- CUATERNARIO

En este epígrafe se reseñan todos los materiales que tienen relación con la dinámica fluvial del río Guadalquivir, ya sea de forma directa o por acción del cambio en el nivel de base.

1.7.1.- Gravas, arenas y limos. Terraza 1ª (23)

Estos materiales están bien representados al este del Barrio de los Angeles de Alcolea, al sur del Polígono Industrial de Las Quemadas y en general en el casco urbano antiguo de Córdoba.

El espesor puede alcanzar los 10–20 m de potencia.

La litología es la expresada en el epígrafe. El tamaño medio de los cantos varía entre 5 y 15 cm. No suelen presentar estructuras de ordenamiento interno ya que se muestran masivos sin ningún tipo de granoselección.

Estos materiales se asocian con la primera terraza fluvial del río Guadalquivir. La cota aproximada a la que se sitúa oscila entre 100 y 140 m, dependiendo de la posición en el contexto de la hoja.

1.7.2.- Gravas y arcillas. Coluviones (24)

Se encuentran situados preferentemente en la vertiente que está al lado de la margen izquierda del río Guadalquivir, si bien se localizan algunos afloramientos de estos materiales en la otra margen. Así mismo, estos sedimentos remontan por algunos arroyos en la parte meridional de la hoja como son: Galapagares, Calderitos y Guadatín.

El espesor es variable ya que la morfología de los estratos es cuneiforme, sin embargo en la pared de algunas canteras se han podido medir más de 10 m.

La litología más común es de gravas de tamaño medio de orden centimétrico a decimétrico, trabadas por una matriz de gravas finas y arenas, y en

ocasiones de arcillas. También en zonas próximas al sustrato de margas azules, las arcillas dominan sobre los cantos.

Estos sedimentos se interpretan que están asociados a una dinámica de vertientes de carácter aluvial, en la cual los procesos gravitatorios suelen predominar sobre los tractivos. La generalizada orla cartográfica que muestran, estaría en relación con una coalescencia de abanicos.

1.7.3.- Gravas, arenas y limos. Terraza 2ª (25)

Está bien representada cartográficamente a ambos lados del cauce del río Guadalquivir, constituyendo las áreas de cultivo agrícola de vega más importantes.

El espesor es muy variable, así pues de la documentación consultada a partir de sondeos efectuados para captación de agua, se deduce que la potencia máxima puede estar comprendida como mínimo entre 10 y 18 metros.

La litología es la indicada en el epígrafe, si bien en algunos casos estos materiales tienen una abundante matriz arcillosa. En algunos taludes excavados de antiguas canteras se ha podido observar la estructura masiva que presentan, sin que se adviertan otros rasgos de interés.

Estos materiales están en relación con la segunda terraza del río Guadalquivir. La cota aproximada de esta terraza en la hoja varía entre 80 y 120 m, desde posiciones occidentales a orientales respectivamente.

1.7.4.- Gravas, arenas y limos. Llanura de inundación (26)

Se distribuyen en pequeños afloramientos asociados preferencialmente a los sectores meandriformes del río Guadalquivir, junto al cauce del citado río.

El espesor puede alcanzar los 10–15 m de potencia.

La litología es variable, generalmente está constituida por gravas, arenas y limos, sin embargo en épocas de crecidas fluviales puede haber zonas de mayor dominio de limos e incluso arcillas.

Estos sedimentos constituyen los depósitos que se producen en áreas de desbordamiento del río Guadalquivir, si bien durante el periodo 1996–97, se han producido inundaciones parciales, incluso, en la terraza segunda mencionada anteriormente. Las cotas a las que se sitúan estos materiales, están comprendidas entre 70 y 110 m desde la parte occidental de la hoja hasta la oriental respectivamente.

1.7.5.- Gravas y arenas. Canal fluvial (27)

Estos materiales se sitúan en el cauce fluvial del río Guadalquivir, que surca en diagonal la hoja.

El espesor no puede saberse, puesto que el agua discurre sobre estos materiales, y se desconoce la potencia de estos materiales para hacer los pilares de algunos viales (v.g. puente de El Arenal).

La litología dominante está formada por gravas y arenas, si bien en las márgenes del canal hay facies limo–arcillosas, en ocasiones con desarrollo de suelos en época estival.

Las características sedimentarias que pueden observarse en estos sedimentos, está en relación con grandes barras arenosas que quedan en medio del cauce cuando el nivel de agua es bajo.

2.- TECTONICA

2.- TECTONICA

2.1.- ENCUADRE REGIONAL

La hoja de Córdoba se sitúa sobre las estribaciones meridionales de la Meseta Ibérica y el borde norte de la Cuenca del Guadalquivir.

La Meseta Ibérica o Macizo Ibérico constituye a grandes rasgos los afloramientos de rocas proterozoicas y paleozoicas, que cubren la mitad occidental de la Península Ibérica. A su vez representa el vestigio más occidental de la denominada Cadena Hercínica Europea.

El Macizo Ibérico constituye, a su vez, un conjunto de terrenos tectonoestratigráficos (en el sentido de CONEY et al. 1980), con características estratigráficas, estructurales y petrológicas propias. En el ámbito del trabajo objeto de estudio, la hoja de Córdoba se inscribe en el Terreno de Ossa-Morena o Zona de Ossa-Morena.

El conocimiento que se tiene de Ossa–Morena por parte de numerosos autores, ha suscitado numerosas controversias respecto a su relación con otras zonas del Macizo Ibérico. En este sentido la presencia de un zócalo precámbrico diferente al de otras zonas, de igual manera que las series paleozoicas que lo recubren y el límite que los separa (Zona de cizalla Badajoz–Córdoba), han hecho considerar, entre otras cosas, que se trataba de un bloque continental exótico, respecto del Bloque Autóctono Ibérico.

Sin embargo, la mayoría de los autores concuerdan que los grandes eventos tectonosedimentarios que acontecen en estos bloques son similares, si bien las series estratigráficas son generalmente de componente más terrígena en Ossa–Morena; este cambio en la sedimentación (QUESADA, 1992), sugiere que Ossa–Morena podría corresponder a la parte externa del Bloque Autóctono Ibérico.

El zócalo de Ossa–Morena representa un margen continental activo formado por el crecimiento de un arco magmático durante el intervalo Rifeiense superior–Vendiense (SANCHEZ–CARRETERO et al. 1989a y QUESADA, 1990 a,b) durante la Orogenia Cadomiense.

Por otra parte destaca en la Zona de Ossa–Morena la superposición de depósitos anquimetamórficos del Paleozoico inferior, sobre el zócalo precámbrico muy deformado en esta banda de sutura.

La reactivación de etapas de tipo *rifting* durante el Paleozoico inferior, puesta de manifiesto por numerosos efusiones y plutones de carácter alcalino, sugieren que Ossa–Morena formó parte del margen continental externo adelgazado del Bloque Autóctono Ibérico.

La situación actual del Macizo Ibérico resulta de un proceso complejo de convergencia durante el Paleozoico superior, por colisión del Bloque Autóctono Ibérico con otros bloques continentales. Estos bloques deberían estar separados entre si por

cuencas oceánicas, que fueron aproximándose hasta yuxtaponerse. Esta yuxtaposición es el resultado de la formación de la Banda de cizalla Badajoz-Córdoba, que une la Zona de Ossa-Morena con la Zona Centro-Ibérica.

La Cuenca del Guadalquivir se inscribe en un marco geológico de cuenca de antepaís, producto de la compresión por colisión oblicua entre las placas Africana y Euroasiática durante el Neógeno. La cuenca así generada tuvo diversos episodios de relleno clástico, relacionados espacial y temporalmente con el desplazamiento y evolución de segmentos orogénicos, que constituyeron los elementos de las Zonas Externas de la Cordillera Bética. Esta Cordillera junto con el Rif de Marruecos, constituyen los segmentos más occidentales de las cadenas alpinas perimediterráneas.

2.2.- OROGENIA CADOMIENSE

A escala regional la orogenia finiprecámbrica queda definida por una serie de procesos ígneos-metamórficos y deformacionales, visibles en el Anticlinorio Olivenza-Monesterio, y en el borde sur de la Zona Centro-Ibérica (ZCI) en el Anticlinal de Peralda y en Oliva de Mérida.

Desde el punto de vista deformacional, la orogenia finiprecámbrica queda contrastada en la zona que nos ocupa por la existencia de un conglomerado con cantos estructurados de materiales precámbricos en la base de la Formación Torreárboles.

Otro argumento en favor de una orogenia finiprecámbrica, es la existencia de un volcanismo calcoalcalino de tipo andino de edad Precámbrico Superior (F. Malcocinado), que se supone relacionado con un margen activo o arco isla de dicha edad (SANCHEZ CARRETERO, et al. 1989a).

La casi totalidad de las superficies penetrativas más patentes reconocidas en los materiales precámbricos se supone que son de edad Hercínica, pues son paralelos

con las observadas en los materiales paleozoicos suprayacentes, y afecta tanto a unos como a otros materiales.

En las proximidades de Córdoba los materiales atribuidos al Vendense presentan la misma deformación que sedimentos asignados al Cámbrico. Sin embargo, es notorio que la F. Torreárboles tiene clastos procedentes de unidades sedimentarias más antiguas (v.g. Vendense, F. San Jerónimo) y que las formaciones Santo Domingo y Pedroche, a su vez, son discordantes sobre las dos anteriores. Estos aspectos sugieren que la Orogenia Cadomiense, probablemente actuó en este segmento de Ossa-Morena como una tectónica de pliegues de gran radio, que se ha traducido en el levantamiento de relieves y la consecuente erosión y denudación de los mismos.

2.3.- OROGENIA HERCINICA

La Orogenia Hercínica se manifiesta de forma compleja y diferencial en los sedimentos paleozoicos de la hoja de Córdoba.

En primer lugar hay que indicar que entre los materiales de edad Carbonífero y Cámbrico inferior y medio, existe una discordancia provocada por un levantamiento importante del edificio Cámbrico, que suministró grandes cantidades de elementos clásticos durante el inicio de la sedimentación carbonífera. De igual manera sucedió con los materiales del Devónico (probablemente de afinidad a la Zona Centro-Ibérica), en la primera etapa de sedimentación carbonífera.

Estos movimientos tectónicos, que en parte condicionaron la cuenca carbonífera, continuaron a lo largo del Carbonífero, como así lo atestigua la presencia de elementos no solamente pertenecientes a los bordes de cuenca (Cámbrico y Devónico), sino a materiales bien de la cuenca carbonífera o de cuencas adyacentes pero de edad equivalente. En este sentido cabe señalar la secuencia de brechas en la base de la Unidad Carbonífera, producto del desmantelamiento de relieves próximos y el

depósito por medio de procesos gravitatorios. Así mismo, la presencia de olistolitos de naturaleza calcárea y edad Viseense (igual edad que los aquí tratados), incluidos en la Unidad Carbonífera, demuestra que durante la sedimentación en el periodo Viseense, plataformas carbonatadas situadas al norte de la cuenca carbonífera de Córdoba se estaban desmantelando. Este último proceso descrito es congruente con el frente cabalgante de los materiales devónicos hacia el sur, que además se sucede en el tiempo, enmascarando en muchos casos el límite estratigráfico entre las unidades carboníferas y devónicas.

Los procesos tectónicos continuaron, de modo que la Unidad Carbonífera se replegó, junto con otras más antiguas. En la hoja de Córdoba se pueden observar pliegues diversos. Así, en el embalse de San Rafael de Navallana existe un gran pliegue sinclinal que recorre el ángulo nororiental de la hoja; de igual manera, en los materiales devónicos existe un pliegue anticlinal de la misma tipología, si bien en este sector y próximo al límite con el Carbonífero, se suceden en estos materiales numerosas superposiciones de escamas tectónicas, que son congruentes con la vergencia del cabalgamiento hacia el sur.

Las estribaciones occidentales de la cuenca carbonífera, al norte de Córdoba, junto con los materiales cámbricos, se pliegan conjuntamente conformando un gran sinclinal en el Parque Periurbano de los Villares. Esta estructura es relativamente suave la cual forma un pliegue de gran radio, que apenas si genera esquistosidad, aspecto que no permite saber hacia donde son las vergencias. Sin embargo, en una zona próxima (Loma del Cerrajero, 4 km al este de la anterior), se advierten en materiales cámbricos, varias escamas superpuestas de vergencia meridional, que, al menos en parte deben condicionar y generar el depósito de brechas carboníferas.

Esta deformación generalizada que originó cuencas y pliegues alineados según la dirección NO-SE, fue además la responsable de fracturas de igual dirección, y que en muchos casos actuaron como límites tectónicos entre unidades diferentes.

La intrusión plutónica del granito de los Arenales y de las rocas volcánicas al norte de Alcolea, respectivamente, debieron ser más tardías que la deformación aludida, según se deduce de la dirección observadas en las estructuras que acompañan a los sedimentos paleozoicos.

La presencia de una fracturación de dirección NE-SO, que seccionó y desplazó contactos, sin duda es aún más tardía. También la presencia de un pliegue de dirección aproximada N 10-30°E que afecta, al menos en su flanco meridional, al gran pliegue sinclinal del Parque Periurbano de los Villares, es indicativa de movimientos compresivos posteriores. La ubicación en el tiempo de estos elementos deformacionales no se sabe con seguridad, pero deben corresponder con la últimas etapas de deformación Hercínica, aunque no convendría descartar que al menos, algunas estructuras o fracturas, tuvieran relación con la Orogenia Alpina, responsable del arqueamiento del Macizo Ibérico en su borde meridional.

2.4.- OROGENIA ALPINA

La Orogenia Alpina que es observable en la hoja de Córdoba tuvo lugar en el Messiniense (Mioceno superior). Durante este periodo se produjo un nuevo desplazamiento hacia el NNO de las Zonas Externas de las Cordilleras Externas, producto de la colisión por convergencia oblicua de las placas Africana y Europea.

Este proceso generó un apilamiento de unidades tectónicas en el borde meridional (activo) de la Cuenca del Guadalquivir. El peso acumulado originó una sobrecarga sobre el borde litosférico del margen suribérico, que produjo una flexura y la génesis de la Cuenca del Guadalquivir en este periodo. Esta flexura causó un abombamiento del borde de la Meseta al que acompañó una suave pendiente hacia el sur, que condicionó la actual disposición, morfología y ambiente a los sedimentos neógenos en este segmento de cuenca.

Probablemente la disposición de algunos de los sistemas aluviales adosados al borde de la Meseta (inmediaciones de la urbanización de El Patriarca, NO de Córdoba, barrio del Naranjo, N de Córdoba y N de Alcolea), pudiera estar asociada a escarpes de dirección NE-SO, condicionados a su vez por fracturas. Estas fracturas presentan una dirección que es compatible con la directriz general de la Cuenca del Guadalquivir y en consecuencia con las directrices béticas.

3.- PETROLOGIA

3.- PETROLOGIA

En este capítulo se describen las rocas en cuya génesis han intervenido procesos que han tenido lugar en el interior de la corteza terrestre (procesos endógenos), tales como los relacionados con la actividad magmática (rocas ígneas), o aquellas otras rocas, que en estado sólido, han experimentado variaciones mineralógicas y/o texturales como consecuencia de condiciones físico-químicas diferentes a las que se encontraban originalmente (rocas metamórficas).

3.1.- ROCAS IGNEAS

Las rocas ígneas aflorantes dentro de la presente hoja, se generaron como consecuencia de episodios magmáticos que tuvieron lugar durante los siguientes ciclos orogénicos: cadomiense (de edad fini-precámbrico) y hercínico (de edad carbonífero).

3.1.1.- Magmatismo cadomiense

Durante el Precámbrico terminal (Rifeense superior–Vendiense), y como consecuencia de la orogenia cadomiense, tuvo lugar una importante actividad magmática de tipo efusivo o lávico y, en menor medida, de naturaleza intrusiva (plutones), que actualmente se encuentra representada en amplios sectores de la zona de Ossa–Morena (SANCHEZ CARRETERO, et al. 1989a).

Estos materiales lávicos aparecen interestratificados con sedimentos detríticos y, localmente, carbonatados, lo que da lugar a una sucesión volcánico–sedimentaria conocida geológicamente a escala regional como Formación Malcocinado. La naturaleza andesítica–riolítica de este volcanismo dió lugar a fenómenos explosivos, generándose importantes depósitos de tipo piroclástico con fragmentos de tamaño variado, que alternan con coladas lávicas y con secuencias estrictamente detríticas (pizarras, grauvacas, arcosas, etc.) o mixtas de tipo volcánico–detríticas, a veces retrabajadas.

3.1.1.1.- Coladas andesíticas (F. San Jerónimo) (6)

Dentro de la hoja de Córdoba, el volcanismo fini–precámbrico está representado por una serie de coladas lávicas de composición andesítica que intercalan niveles detríticos. Estas rocas constituyen la parte superior del complejo volcánico–sedimentario finiprecámbrico (F. Malcocinado), y fueron definidas como Formación San Jerónimo (LIÑAN, 1978). Afloran en la parte suroeste de la hoja, conformando las primeras estribaciones de la Sierra de Córdoba, al sur–suroeste de las Ermitas, prolongándose hacia el oeste por la vecina hoja de Santa María de Trassierra, donde alcanza un amplio desarrollo.

En la hoja de Córdoba aparecen bajo los niveles carbonatados del Cámbrico inferior (F. Pedroche; LIÑAN, 1978), si bien en su prolongación occidental

se sitúan a muro de una serie detrítica arcósica (F. Torreárboles; LIÑAN, 1978). Se trata de coladas de lavas andesíticas de coloración morada, debido a la presencia de abundantes óxidos de hierro, con marcado carácter explosivo (piroclástico), como se deduce por la abundante presencia de fragmentos lávicos, hasta el punto de que a veces lo que se observa es un acúmulo aglomerático donde los fragmentos (de tamaño variables) se amoldan unos a otros dando texturas soldadas sin apenas matriz.

La composición mineralógica es la siguiente: plagioclasa, anfíbol, \pm piroxeno, biotita, clorita, menas metálicas, óxidos ferruginosos, circón, albita, \pm cuarzo, epidota, esfena, sericita y calcita. En general son rocas afectadas por procesos generalizados de alteración que desestabilizan las paragénesis magmáticas primarias, las cuales son sustituidas por clorita, calcita, epidota y óxidos de hierro, alteración típica de rocas espilíticas.

Las texturas son microporfídicas con fenocristales milimétricos de plagioclasa y máficos en una matriz microcristalina a vítrea con plagioclasa microlítica, clorita y otros productos de alteración y menas metálicas oxidadas. Las texturas brechoides son muy numerosas, y consisten en fragmentos lávicos de tamaño variable (milimétrico o varios centímetros) dando fábricas soldadas sin apenas matriz, y donde los fragmentos se reconocen por aspectos composicionales y texturales propios (a veces de textura fluidal). En algunos casos estas brechas parecen estar remocionadas, ya que la matriz está formada por finos agregados detríticos, en parte de origen andesítico.

Aunque se desconoce en detalle la geoquímica de estas rocas, su naturaleza andesítica, junto con su carácter explosivo, y ubicación espacio-temporal con el resto de episodios volcánicos fini-precámbricos (andesítico-riolíticos), sugieren una naturaleza calco-alcalina sinorogénica para estas rocas, al igual que ha sido puesta de manifiesto para otros episodios volcánicos que integran el magmatismo cadomiense de la zona de Ossa-Morena (SANCHEZ CARRETERO et al., 1989a).

3.1.2.- Magmatismo hercínico

Durante este periodo orogénico, y en estrecha relación espacial y temporal con la génesis y desarrollo de las cuencas carboníferas, tiene lugar una importante actividad magmática en la zona de Ossa–Morena.

Dentro de la presente hoja, las rocas ígneas de esta edad están representadas por las manifestaciones volcánicas asociadas a los afloramientos carboníferos existentes en la parte centro–norte de la misma, por el macizo granítico de Los Arenales, y por un conjunto de diques que intruyen a diversas formaciones.

3.1.2.1.- Rocas volcánicas (15)

Estas rocas afloran en estrecha relación espacial con los materiales pizarrosos carboníferos existentes en la mitad norte de la hoja, los cuales constituyen la terminación oriental de la cuenca del Guadiato–Cerro Muriano.

La presencia de actividad magmática ligada a la génesis y evolución tectonosedimentaria de las cuencas carboníferas de Sierra Morena es un hecho frecuente. La propia generación de estas cuencas, ligadas a un régimen de fracturación cortical profundo y transtensivo dió lugar a la generación y ascenso de diversos productos magmáticos, tanto desde el punto de vista composicional (basaltos a riolitas), como de yacimiento (volcánicos, subvolcánicos y plutónicos).

Las rocas volcánicas que aquí se describen se presentan como coladas interestratificadas con los sedimentos lutíticos–areníticos (pizarrosos) o bien como cuerpos subvolcánicos intruyendo a los sedimentos. La mayor parte de estas rocas son de composición andesítica a dacítica y, más raramente, como diques o sill basálticos o diabásicos.

Su aspecto de visu corresponde a rocas microporfídicas en las que se reconocen fenocristales milimétricos ($\leq 3-4$ mm) de feldespatos y biotitas en una matriz afanítica o microcristalina de colores grises o rosáceos.

Al microscopio se reconoce la siguiente mineralogía para los tipos de composición intermedia (andesitas-dacitas): plagioclasa y biotita cloritizada, ocasionalmente feldespato-k en las dacitas, como minerales fenocristalinos; plagioclasa, clorita, \pm feldespato-k, \pm cuarzo, \pm epidota, \pm sericita, apatito, \pm calcita, opacos, circón, restos de anfíbol y óxidos ferruginosos, como constituyentes de la trama que forma la matriz; si bien, muchos de ellos corresponden a transformaciones secundarias de alteración. Este es el caso del cuarzo, epidota, clorita, sericita, calcita, etc.

La textura dominante es porfídica en matriz criptocristalina a microcristalina, a veces con presencia de formas vacuolares o en venillas rellenas de cuarzo, epidota y calcita, formando crecimientos concéntricos. También se han identificado texturas volcanoclásticas formadas por fragmentos milimétricos a centimétricos de lavas con texturas diferentes, las cuales se generaron como consecuencia de una actividad explosiva durante la emisión de la lava (rocas piroclásticas). Asimismo, se han reconocido niveles de conglomerados epiclásticos formados por fragmentos de distintas rocas volcánicas y monominerálicos (cuarzo y feldespatos), lo que indica actividad erosiva y transporte (escaso dada la angulosidad de los fragmentos) en el interior de la cuenca previa consolidación de estas rocas.

Estos depósitos de conglomerados epiclásticos sugiere la emergencia subaérea, al menos parcialmente, de los edificios volcánicos, su erosión mecánica y su redistribución por las aguas marinas que cubrían la cuenca. Este tipo de mecanismo ha sido también sugerido por GARROTE y SANCHEZ CARRETERO (1983) para las rocas epiclásticas del arroyo Orejón, al sur de Villaviciosa de Córdoba, donde estos depósitos estrato y granocrecientes con estratificación cruzada de bajo ángulo y superficies

erosivas, han sido interpretados en un ambiente de *laggon* poco profundo afectado por la acción del oleaje (GABALDON et al., 1983).

Otro paralelismo a destacar entre este volcanismo carbonífero y el desarrollado al sur de Villaviciosa de Córdoba (complejo volcánico de La Campana; DELGADO QUESADA et al., 1985; SANCHEZ CARRETERO et al., 1989 b) es la similitud de los tipos litológicos (andesitas de La Campana y dacitas de Ceperuela) con las rocas aquí muestreadas, tanto en su mineralogía y alteraciones como en aspectos texturales. Por último, indicar que la edad que los afloramientos de la hoja de Córdoba (datación en niveles de calizas) es Viseense medio-superior (DELOCHE y SIMON, 1979), mientras que para el carbonífero de Villaviciosa (cuena de Benajarafe) sería Tournaisiense superior a Viseense medio-superior.

Otra litología volcánica corresponde a cuerpos tabulares (diques) aflorantes al sur de Cerro Muriano (este del cerro del Pastor), se trata de diabasas de textura intergranular a intersertal de grano fino compuestas por plagioclasa, clinopiroxeno y anfíbol, junto con otros minerales minoritarios o de alteración, tales como esfena, clorita, epidota, apatito, ± cuarzo y ± feldespato-K. La presencia de diques de diabasa tardíos asociados a la actividad magmática carbonífera, es bastante frecuente en el sector medio-oriental de Sierra Morena.

3.1.2.2.- Gabros (1)

En el borde NO de la hoja, y en contacto con el granito de Los Arenales, aparece un pequeño afloramiento de rocas básicas granudas que representa la terminación más occidental del macizo gábrico que se extiende por la esquina NE de la hoja nº 922 (Santa María de Trassierra).

Estas rocas aparecen intruidas por la masa granítica principal y por una serie de pequeñas apófisis o venillas de granito con él relacionadas, dando lugar, en

muchos casos, a estructuras brechoides como consecuencia de la intrincada red de fracturas rellenas de material granítico. A su vez los gabros, en su prolongación hacia el oeste, intruyen a las series cámbricas produciendo un metamorfismo térmico de contacto con formación de skarn en los materiales carbonatados.

Los gabros son rocas de coloración oscura, grano medio a fino y fábrica isotropa. Su composición mineralógica está compuesta por plagioclasa cálcica, anfíbol, y \pm piroxeno, como minerales principales; menas metálicas, esfena, circón, clorita, sericita, cuarzo, feldespato-k y epidota, como minerales accesorios o productos de alteración.

3.1.2.3.- Granito de Los Arenales (2)

La mayor parte de sus afloramientos se localizan en el extremo noroeste de la hoja, para continuar hacia el norte en la hoja nº 902 (Adamuz) y localmente hacia el oeste de la hoja nº 922 (Santa María de Trassierra). Se trata de un macizo de unos 24 km², de geometría elipsoidal, con su eje mayor orientado norte-sur, que intruye en su terminación norte a materiales metamórficos del dominio Azuaga-Cerro Muriano, mientras que en su mitad meridional lo hace sobre series de Cámbrico inferior, desarrollando una aureola térmica de contacto a lo largo de todo su perímetro.

Desde el punto de vista composicional se trata de un granito biotítico bastante homogéneo, con textura equigranular de grano medio, color rosáceo y fábrica isotropa. De forma local existen algunos afloramientos de microgranitos de escaso desarrollo, a veces porfiroides, que ocupan posiciones marginales del plutón, en su parte norte, fuera del área de esta hoja.

Su mineralogía la integran: cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y biotita, como minerales principales; anfíbol, apatito, circón, turmalina y fluorita, como minerales accesorios.

El cuarzo se presenta en cristales subredondeados o xenomorfos intersticiales de escasa o nula extinción ondulante. En ocasiones forma crecimientos gráficos con el feldespato-k dando lugar a texturas granofídicas.

El feldespato-K es micropertítico con exsoluciones albíticas filiformes y maclado de Carlsbad. Se presenta en cristales de tendencia xenomorfa y más raramente subidiomorfa. En su interfase con otros cristales suele estar orlado por pequeños cristales xenomorfos de albita.

La plagioclasa se presenta en cristales subidiomorfos con maclado diverso y composición sódica (oligoclasa); por lo general se altera a finos agregados micáceos de tipo sericítico.

La biotita es el máfico dominante, y se presenta en cristales cuyos bordes frecuentemente muestran desferrificaciones y/o cloritizaciones, que llegan a sustituir totalmente a muchos cristales.

Entre los minerales accesorios destacan la presencia local de anfíbol, menas metálica, turmalina y fluorita en cristales cúbicos idiomorfos incoloros.

La textura microscópica es de tipo equigranular, hipidiomórfica, grano medio (2-4 mm) y, localmente, microgranofídica. Otro aspecto textural de este granito es la presencia de cavidades miarolíticas subredondeadas, como espacios vacuolares centimétricos entre la masa granítica o bien asociadas a espacios de fracturas. Los rellenos minerales que cristalizan en el interior de estas cavidades son: cuarzo, feldespato alcalino, biotita, clorita, hematites, turmalina, fluorita y moscovita.

El granito de Los Arenales es, desde el punto de vista petrológico y geoquímico, similar a otros granitos en su entorno, tales como Peñas Pardas, Cañada del Gamo y La Cardenchoza, todos ellos forman parte de una estructura magmática de edad

Carbonífero, conocida como "alineación magmática de Villaviciosa de Córdoba-La Coronada" (DELGADO QUESADA et. al, 1985; SANCHEZ CARRETERO et al., 1989b). Estos granitos comparten un quimismo de tendencia alcalina, un nivel de emplazamiento epizonal somero, incluso parcialmente subvolcánico en el caso de Peñas Pardas, texturas granofídicas, variedades de grano fino, mineralizaciones de fluor y bario, etc. Estas características les asemejan a los granitos tipo-A o granitos alcalinos anorogénicos (SANCHEZ CARRETERO et al., 1989b).

Con respecto a su edad, las relaciones cartográficas indican que no sólo es posterior al Cámbrico inferior al que metamorfiza, sino que intruye a rocas gábricas que a su vez intruyen a pizarras carboníferas, lo que nos permite asignarle una edad carbonífera. Dataciones absolutas por el método K/Ar (BELLON et al., 1979) han dado una edad de 316 ± 16 m.a. (roca total) y 332 ± 17 (roca total y biotita), lo que situaría a este granito entre el Viseense superior-Namuriense.

3.1.2.4.- Diques riolíticos (3)

Se trata de rocas de composición ácida, con texturas microgranudas o porfídicas, que intruyen tanto al granito como a las rocas de su entorno. Generalmente corresponden a cuerpos subverticales de espesor métrico y corridas hasta kilométricas. Algunos de estos diques aparecen cartografiados al sureste del macizo granítico de Los Arenales, donde se disponen con orientaciones NO-SE, si bien pueden adoptar otras (N-S, NE-SO, etc.).

Están compuestos por cuarzo, feldespato alcalino, plagioclasa sódica y diversos productos micáceos de alteración. Los minerales máficos son muy escasos y corresponden a pequeños cristales de biotita alterada. Los feldespatos y el cuarzo forman parte tanto de la asociación fenocristalina, en los tipos porfídicas, como de la matriz.

3.2.- ROCAS METAMORFICAS

Las rocas metamórficas existentes en la presente hoja se han originado como consecuencia de dos procesos metamórficos diferentes: metamorfismo regional y metamorfismo de contacto.

3.2.1.- Rocas de metamorfismo regional

En la mitad noroccidental de la hoja aflora una unidad heterogénea compuesta por gneises, micasquistos y anfibolitas de edad Proterozoico, cuyo contacto con las formaciones cámbricas y carboníferas se resuelve mediante accidentes mecánicos. El contacto sur (falla de Torreárboles) constituye la prolongación formal de la falla de Castro y Picón, la cual queda interrumpida por la intrusión granítica de Los Arenales, cuyo emplazamiento debió ser posterior a dicho accidente ya que no parece afectarle (DELOCHE y SIMON, 1979; PASCUAL, 1981).

Estos materiales, forman parte de las unidades que integran el denominado "Corredor Blastomilonítico de Badajoz-Córdoba", o a escala más local se corresponden con la Serie de Cerro Muriano ["Alternancia de los Mollejones (gneises y micasquistos)" y "milonitas filitosas"] de DELOCHE y SIMON (1979); o "Formación Cerro Muriano-Campo Alto" de PASCUAL (1981).

Las litologías que afloran dentro de esta hoja (no diferenciadas en cartografía) corresponden a micaesquistos, paragneises de grano fino, ortogneises oclares y anfibolitas. Todas ellas han sido afectadas por diferentes fases de deformación acompañadas de metamorfismo polifásico en condiciones P/T variables.

Los micasquistos son en apariencia bastante uniformes, destacando la presencia de placas de moscovita. Su mineralogía está compuesta por cuarzo, moscovita, biotita, feldespato-K, plagioclasa, ± sillimanita, ± granate y otros minerales accesorios

o de alteración como opacos, circón, productos ferruginosos, etc. Estas rocas se caracterizan por el desarrollo de fábricas miloníticas tardías que afectan a otras superficies y minerales previos, lo que evidencia el carácter polifásico de la deformación.

Las muestras estudiadas corresponden a cuarzoesquistos y cuarzoesquistos feldespáticos de grano fino con predominio de moscovita y \pm biotita, afectados por una deformación milonítica. La esquistosidad milonítica es muy penetrativa e individualiza formas sigmoidales asimétricas, tanto de porfiroblastos de feldespato como de moscovita, que indican cizallamiento sinistro. Todos los minerales presentan un marcado estiramiento mineral, más desarrollado en los cuarzos y micas que en los feldespatos. Las biotitas muestran cierta inestabilidad durante este episodio deformativo, transformándose parcialmente a moscovita, por lo que las condiciones metamórficas acompañantes con la milonitización debieron corresponder a la parte baja de facies de esquistos verdes.

Los paragneises de grano fino forman intercalaciones bandeadas de desarrollo limitado entre los micasquistos, y son especialmente frecuentes al oeste de Cerro Muriano. Están compuestos por cuarzo, feldespato-K, plagioclasa, biotita, moscovita y clorita, principalmente. Y al igual que los micasquistos muestran una fábrica milonítica bien desarrollada, como última fase deformativa.

Los ortogneises forman cuerpos intercalados (intruidos) en los anteriores materiales y se caracterizan por ser rocas más granudas, en las que se reconocen porfirocristales de feldespato de hasta 1 cm en una mesostasis granítica más fina y foliada. Alguno de estos cuerpos aparece en los alrededores de la casa de la Almenta, y está compuesto por cuarzo, plagioclasa, feldespato-K, clorita, epidota, esfena, circón y sericita. La plagioclasa, feldespato-K, clorita, epidota, esfena, circón y sericita. La textura responde a una fábrica milonítica, en la que los feldespatos aparecen fracturados y rotados, y envueltos por una foliación marcada por fortísimo estiramiento dúctil de

cuarzo en bandas acintadas muy desarrolladas (ribbon). No se reconocen minerales máficos, sólo restos cloríticos. La epidota es frecuente y se presenta en agregados formando bandas paralelas a la foliación entre la trama de cristales rotos.

Las anfibolitas aparecen intercaladas entre los micasquistos y corresponden a paraanfibolitas en tránsito gradual con éstos y a ortoanfibolitas de carácter intrusivo (ígneo). Las primeras están compuestas por plagioclasa, anfíbol, biotita, epidota, granate, cuarzo y moscovita; mientras que las de origen ortoderivado están constituidas esencialmente por anfíbol y plagioclasa, con o sin presencia variables de epidota (PASCUAL, 1981). En estas rocas la deformación milonítica no llega a precisarse con la misma intensidad que en las litologías anteriores.

Los materiales aquí descritos, y en general el conjunto de unidades que integran el Corredor Blastomilonítico de Badajoz-Córdoba, muestran evidencias claras de una dilatada y compleja evolución tectono-metamórfica. La presencia de varias superficies o esquistosidades sinmetamórficas penetrativas, el desarrollo de asociaciones minerales de condiciones metamórficas diferentes, las relaciones blastesis-deformación, entre otros caracteres, constituyen argumentos en este sentido.

El hecho, de que tanto las series paleozoicas del Cámbrico como del Carbonífero, e incluso las series volcano-sedimentarias del Precámbrico terminal (Rifeense superior-Vendiense), muestren una evolución tectono-metamórfica más simple, sin apenas metamorfismo (anquimetamorfismo a metamorfismo de grado bajo a muy bajo) ha sido un argumento tradicionalmente esgrimido por la mayoría de los investigadores que han tratado este problema para atribuir dicho metamorfismo y deformación a una orogenia pre-hercínica antigua (precámbrica).

De hecho, este argumento es en parte válido, ya que estos materiales fueron afectados por un metamorfismo y deformación polifásico durante la orogenia cadomiense en el Proterozoico superior (hace aproximadamente 600 m.a.), alcanzándose,

en algunas partes de la banda Badajoz-Córdoba, condiciones metamórficas de alta presión (facies eclogíticas) (EGUILUZ et al., 1990). Sin embargo, durante la orogenia hercínica (Devónico superior-Carbonífero inferior) dicha banda se comportó como una cizalla dúctil transcurrente sinistral con metamorfismo asociado de grado bajo a medio (facies de esquistos verdes/anfibolitas) que trastoca las asociaciones minerales y estructuras previas (ABALOS y EGUILUZ, 1990; QUESADA, 1991). La foliación milonítica que presentan estos materiales se genera durante este evento hercínico.

Resumiendo lo expuesto, se puede decir que los materiales descritos, y en general las unidades del Corredor Blastomilonítico, son de naturaleza poliorogénica. Existen datos estructurales, petrológicos y geocronológicos que permiten poner de manifiesto varios episodios tectonometamórficos mayores en el Proterozoico terminal y el Carbonífero. El primero (orogenia cadomiense), dió lugar a metamorfismo polifásico de grado alto, a veces también de altas presiones (según unidades), con cabalgamientos de vergencia sur. Durante la orogenia hercínica la deformación es de tipo transcurrente sinistral y se centra en la banda de cizalla Badajoz-Córdoba (cizalla intracontinental). Se reconocen dos fases principales, la primera tiene lugar bajo un régimen dúctil a dúctil-frágil, y lleva asociado un metamorfismo regional de grado bajo-medio; la segunda es de carácter frágil y está estrechamente relacionada con el funcionamiento de grandes fallas longitudinales NE-SO que controlan el desarrollo y sedimentación de las cuencas carboníferas y el magmatismo a ellas asociado.

3.2.2.- Metamorfismo de contacto

Las rocas afectadas por metamorfismo térmico de contacto aparecen formando una orla o aureola alrededor del plutón granítico de Los Arenales. La amplitud de la misma varía según la naturaleza de las rocas encajantes, estando mejor desarrollada y con mayor riqueza paragenética en las series cámbricas que en los materiales precámbricos de su parte norte.

Estas rocas de metamorfismo de contacto (corneanas) han sido estudiadas con detalle, junto con mineralizaciones de sulfuros asociadas, por DELGADO QUESADA et al. (1978) y PASCUAL (1981), y cuyos resultados se resumen a continuación.

En la parte occidental del plutón (zona de Los Riscos), ya dentro de la hoja de Santa María de Trassierra, al norte de la intersección de la falla de Castro y Picón con el granito, existe un indicio minero rico en magnetita en rocas carbonatadas cámbricas con las siguientes asociaciones minerales: diópsido–humatita–zoisita–calcita, hastingsita ± biotita ± diópsido–epidota–magnetita, fluorita–cuarzo, grossularia–diópsido ± hastingsita ± vesuvianita, magnetita y blenda–cuarzo–calcopirita–bornita. Todas estas asociaciones pueden encontrarse dentro de la misma muestra, correspondiendo no sólo a paragénesis de contacto sino también a paragénesis hidrotermales más tardías en relación con la mineralización.

En la aureola occidental (norte de la Priorita) y próximo a la falla de Castro y Picón aparecen las siguientes asociaciones minerales en rocas carbonatadas cámbricas: granate–hastingsita–cuarzo, vesuvianita–calcita–epidota, magnetita y esfalerita–calcopirita–cuarzo–galena. Los minerales de alteración supergénica de los sulfuros corresponden a hematites–goethita, covellina–calcosina y malaquita. Las paragénesis y relaciones texturales indican que estas rocas han sido afectadas por un metamorfismo de contacto seguido de otro hidrotermal responsable de las mineralizaciones de sulfuros. Las paragénesis de contacto indican condiciones propias de corneanas hornbléndicas.

En materiales pelíticos en el contacto inmediato con el granito, las rocas muestran las siguientes asociaciones minerales: biotita–plagioclasa–cordierita–cuarzo, biotita–andalucita–cordierita–cuarzo, biotita–cordierita–feldespato–K–cuarzo. Estas asociaciones son indicativas de al menos corneanas hornbléndicas, mientras que la

última con cordierita-feldespato-K en ausencia de moscovita primaria indica ya condiciones de corneanas piroxénicas.

En la aureola oriental (zona de Berlanga), sobre materiales carbonatados cámbricos se han reconocido las siguientes asociaciones: diópsido-epidota \pm hastingsita \pm vesuvianita, magnetita, esfalerita-calcopirita-cuarzo, granate-epidota-clorita, esfalerita-calcopirita-cuarzo-galena-calcita. Todas ellas indicativas de condiciones metamórficas elevadas, al menos en facies hombléndicas.

Por último, en materiales pizarrosos cámbricos en el contacto con el granito (proximidades del km. 12 de la carretera de Córdoba a Villaviciosa), las rocas muestran una textura granoblástica poligonal con los siguientes minerales: cuarzo, feldespato-K, cordierita, biotita, moscovita y turmalina. Lo que indica condiciones de corneanas en facies hombléndicas, ya que la presencia de moscovita en contacto con cuarzo invalida que el par cordierita-feldespato-K pueda ser indicativo de facies piroxénicas. La moscovita es abundante en esta muestra, y si bien parte de ella es secundaria procedente de la alteración de cordierita, existen placas que han sido consideradas como primarias (paragenéticas).

Como conclusión a lo expuesto, se puede decir que el metamorfismo de contacto producido por el granito de Los Arenales tuvo lugar a temperaturas relativamente elevadas (facies hombléndicas), y que localmente existen indicios con paragénesis de cordierita-feldespato-K (a veces con presencia de moscovita de alteración o primaria ?), que junto con la presencia local de corindón podrían indicar que se alcanzaron condiciones en facies piroxénicas. Además, existe un hidrotermalismo, aparentemente posterior, responsable de las mineralizaciones de sulfuros y magnetita que aparecen en las proximidades del granito.

4.- HISTORIA GEOLOGICA

4.- HISTORIA GEOLOGICA

Es difícil hacer una reconstrucción paleogeográfica completa de los sedimentos aflorantes en la hoja de Córdoba, máxime cuando, especialmente las series precámbricas, las cámbricas o las carboníferas, o no están completas o la relación estratigráfica es difícil de precisar, no sólo entre ellas, sino a nivel particular de cada una.

No obstante, dentro de las posibilidades que muestra este sector, se hará una tentativa de reconstrucción de la historia geológica, de acuerdo con los ciclos orogénicos anteriormente citados.

4.1.- CICLO CADOMIENSE

Los sedimentos probablemente más antiguos que se reconocen en la hoja pertenecen al Proterozoico. La superposición de dos etapas metamórficas (regional y dinamotérmica), ha supuesto que se borren los caracteres primarios de naturaleza

sedimentológica, con lo cual no puede saberse la adscripción de estos sedimentos a medios sedimentarios concretos. No obstante, la presencia de esquistos, cuarzoesquistos y neises en la secuencia, sugiere un medio generalizado de carácter volcanosedimentario sin más precisiones.

Durante el Vendense debió existir una amplia cuenca sedimentaria, donde tuvo lugar el depósito de una potente secuencia volcanosedimentaria. La distribución y secuencialidad de los sedimentos sugiere, que la cuenca se inició con el depósito de sedimentos clásticos generalmente finos, entre los que se intercalaron otros gruesos de tamaño grava. Estos conglomerados de clastos de naturaleza variable (granitoides, cuarcíticos y cuarcitas negras), presentan un redondeamiento y esfericidad altos, pero en muchos casos están inmersos en una matriz lutítica, que no justifica en principio que sean depósitos generados por corrientes tractivas, muy al contrario, podrían tener relación con procesos de carácter gravitacional, en los que los clastos van autosoportados por la matriz. Sin embargo, este último aspecto no explica la esfericidad y redondeamientos de los cantos si previamente no hubieran estado sometidos a un proceso erosivo (tracción u otro similar).

A techo de la secuencia terrígena se sucede un episodio volcánico, constituido por coladas volcánicas piroclásticas (tobas soldadas) de carácter fundamentalmente intermedio (andesitas).

Este ciclo culmina presumiblemente en el Cámbrico inferior con un generalizado levantamiento de la cuenca, que generó un importante episodio erosivo de gran parte de los sedimentos atribuidos a secuencias anteriormente aludidas. Los elementos procedentes de la denudación de los relieves mencionados se acumularon mediante mecanismos tractivos, en la mayoría de los casos, asociados con una importante dinámica fluvial y/o fluviolacustre. La secuencia estratigráfica que se produjo durante este periodo fue de naturaleza conglomerático-arenosa (F. Torreárboles), variable en facies y potencia en los escasos afloramientos que existen en la hoja de Córdoba.

4.2.- CICLO HERCINICO

Se inició con una generalizada transgresión marina en régimen extensivo, determinada por una gran cuenca marina, cuyo registro sedimentario evidenció, fundamentalmente facies de plataforma.

Los primeros sedimentos, atribuidos al Cámbrico inferior –Ovetiense–, están constituidos por una secuencia detrítico-carbonatada, que evidencia intervalos rítmicos de carácter somerizante (terrígenos y a techo carbonatos). La presencia de estromatolitos, probablemente en relación con algas, y abundante fauna de arqueociatos, sugiere un medio de plataforma somera de aguas limpias y protegidas. En algunos casos el predominio de carbonatos (sector de las Ermitas), con abundantes organismos bioconstructores, fueron la consecuencia de auténticos biohermos de carácter recifal.

Hacia el Cámbrico medio, la cuenca debió modificar su fisonomía ambiental, de modo que la entrada de terrígenos, entre otras causas, condicionó que la plataforma fuese siliciclástica y con carácter proximal. Los rasgos sedimentológicos tales como abundantes estructuras debidas a corrientes (laminación paralela y *hummocky*), denuncian una plataforma denominada por tormentas (ermita de Santo Domingo). Sin embargo, en otros sectores la plataforma siliciclástica pudo estar más protegida de estos fenómenos meteorológicos, a juzgar por la abundante fauna de trilobites, ostrácodos y lamelibranquios, encontrados en la F. de los Villares en la vecina hoja de Santa María de Trassierra.

En el sector próximo a Córdoba no se reconocen sedimentos paleozoicos situados entre el Cámbrico medio y el Carbonífero inferior (Viseense), con lo cual se deduce que esta zona debió estar emergida. Sin embargo, en el sector al norte de Villafranca si hay materiales atribuidos al Devónico (ITGE, 1973), que presentan una facies que sugiere que estos sedimentos se han depositado en una plataforma detrítica somera, a juzgar por la presencia de braquiópodos. No obstante, debido a la naturaleza

de estos sedimentos, que son de afinidad a la Zona Centro-Ibérica, y por el grado de deformación que presentan, puede que su cuenca original estuviera situada hacia posiciones más septentrionales de la que realmente ocupan.

En el Carbonífero inferior (Viseense superior), en la hoja de Córdoba, se individualizó una cuenca marina, que evidenció rasgos característicos de que tectónica y sedimentación fueron dos procesos que se originaron de forma coetánea. Estos aspectos se ponen de manifiesto por la presencia de sedimentos de naturaleza fundamentalmente clástica, que debieron estar generalmente asociados a escarpes estructurales de origen tectónico, y cuyos sedimentos se gestionaron a partir de procesos gravitacionales. Estos fenómenos son aún más acusados y llamativos al norte de Villafranca de Córdoba, en donde el cabalgamiento de materiales devónicos progresó hacia el sur, y condicionó en gran medida la sedimentación de las brechas basales de la cuenca carbonífera, evidenciando estructuras de deformación gravitacional y poniendo de manifiesto la presencia de elementos exóticos (olistolitos), procedentes de una plataforma carbonatada situada hacia posiciones septentrionales.

4.3.- CICLO ALPINO

Durante la evolución neoalpina de las Cordilleras Béticas, se produjo un desplazamiento de mantos tectónicos hacia el norte. El apilamiento de estos mantos, junto con la flexura del basamento, dio origen a la Cuenca de antepaís del Guadalquivir en el Neógeno.

Los sedimentos depositados, durante el Messiniense en el sector de Córdoba, se caracterizan porque sus sistemas de depósito afloran entre el antepaís (Meseta Ibérica) y el Manto Bético. Este manto constituyó el borde meridional activo de la cuenca, que en algunos casos actuó como basamento móvil, individualizando cuencas satélites.

La reconstrucción paleogeográfica se ha efectuado a partir de los datos cartográficos y de subsuelo (perfiles sísmicos), teniendo en cuenta: extensión y disposición de los sistemas deposicionales en la cuenca.

El emplazamiento progresivo del Manto Bético hacia el norte fue muy acentuado a final del Tortonense en la región de Córdoba, produciéndose un nuevo desplazamiento del eje de la cuenca en el mismo sentido. El límite septentrional de la sedimentación igualmente avanzó hacia el norte, sobre el borde de la Meseta, en la cual se reconocen sistemas aluviales que irrumpieron en la cuenca. Estos sistemas claramente de carácter continental, quedan en la actualidad aislados como pequeñas reliquias cartográficas. Sin embargo, próximos a la cuenca, estos sistemas son de carácter mixto, pasando transicionalmente a las facies de plataforma detrítico-carbonatada, que caracteriza en la actualidad el borde de la Meseta. Estos sedimentos carbonatados con abundante fauna de briozoos, equínidos, lamelibranquios, etc., sugiere un ambiente de plataforma somera.

Esta plataforma, buzante hacia el sur, se va hundiendo progresivamente, hasta dar paso a los sedimentos de cuenca, dentro de los cuales se advierten, por un lado entrada de terrígenos procedentes del antepaís y por otro distribución de terrígenos en sentido longitudinal a la cuenca. Estos sedimentos están en relación con sistemas turbidíticos; los primeros situados probablemente en una zona de *by passing*, que quedan situados a mitad de camino entre el borde norte y la parte axial de la cuenca; los segundos adscritos a la zona axial de la cuenca.

El análisis y la interpretación de la estratigrafía sísmica en la zona axial de la cuenca (parte meridional de la hoja), permite deducir varios aspectos. En primer lugar que las facies detrítico-carbonatadas que aparecen en el borde de la Meseta, no continúan adosadas al sustrato hacia el sur, sino que debajo de ellas aparecen materiales de naturaleza arcillosa (posiblemente en relación con una unidad de edad más antigua, atribuida al Tortonense, ROLDAN, 1995). En segundo lugar, indicar que en una

transversal sísmica ortogonal al eje de cuenca situada al SE de Córdoba, se deduce en profundidad un sistema turbidítico caracterizado por reflectores planoconvexos y planocóncavos, que sugieren facies de canales y lóbulos, respectivamente. En tercer lugar, en otra transversal sísmica longitudinal a la cuenca, también al SE de Córdoba, se pueden deducir morfologías cóncavas bajo los afloramientos situados entre los cortijos Montalbo y La Morena, que permiten argumentar la entrada de sistemas turbidíticos a la cuenca procedentes de la Meseta.

La caída eustática que se produjo a final del Messiniense (ROLDAN, 1995), originó una brusca retirada del mar en el sector de Córdoba, de modo que no ha quedado registro sedimentario de carácter marino en época más reciente. Durante el Pliocuatnario y Cuaternario, aconteció un periodo erosivo con denudación de los relieves preexistentes y la dinámica fluvial del río Guadalquivir que se observa en la actualidad.

5.- GEOLOGIA ECONOMICA

5.- GEOLOGIA ECONOMICA

En este capítulo se reseñan los aspectos más notables en relación con la hidrología y los recursos minerales de la hoja de Córdoba.

5.1.- HIDROGEOLOGIA

5.1.1.- Climatología

La hoja de Córdoba se encuentra sobre el límite entre Sierra Morena y la campiña del Guadalquivir. Esta situación especial favorece que la climatología y las precipitaciones, presenten gran variabilidad a lo largo del año entre unos sectores y otros.

Los datos termopluiométricos referidos a la hoja se han medido en el aeropuerto de Córdoba, y la solicitud y cesión de los mismos procede del Centro Metereológico Territorial de Andalucía Occidental (Sevilla). Estos datos contemplan el periodo 1960-1995, si bien hay ausencia de los mismos entre 1982-1986. La consulta de otros datos, referidos también a la termopluiometría en la Sierra de Córdoba, indican

que existen variaciones de cierta consideración entre esta zona y el valle del Guadalquivir. La pluviometría que se especifica para el año 1996 procede del Diario Córdoba.

Así pues, la temperatura media anual en Córdoba se sitúa en 17,5°C (periodo 1960-95). La mínima de las temperaturas medias es de 10,3°C y la máxima es de 24,5°C.

La precipitación media anual para el periodo (1960-1996) es de 633 mm. La media del mes más lluvioso corresponde a Diciembre con 89,5 mm y Enero y Febrero con 83 mm. La media de los meses menos lluviosos corresponden a Julio y Agosto con 3,4 y 3,1 mm respectivamente.

Por otro lado, los datos consultados correspondientes a estaciones termopluviométricas en la Sierra de Córdoba, indican que la temperatura media anual es de 15,4°C y las medias de las mínimas y máximas son de 7,8 y 24,6°C, respectivamente. Así mismo, la pluviometría media es de 780 mm.

Como puede observarse hay una notable diferencia en las precipitaciones medias anuales, variando en más de 160 mm al año entre la Sierra y la Vega (Campiña). En cuanto a temperaturas cabe destacar que la media anual baja aproximadamente 2°C y la máxima 5°C, manteniéndose la media de las mínimas.

En suma pueden diferenciarse dos regiones climáticas sensiblemente diferentes, la Sierra de Córdoba y la Vega (Campiña). No obstante, según la clasificación de Köppen el clima de Córdoba es Mesotermal (templado, húmedo, con verano seco e invierno lluvioso). Según el índice de Martonne (índice de aridez), el clima de Córdoba pertenece al tipo de "cultivo de secano y olivares". Para Dautin y Revenga el índice pluviométrico equivale al índice de aridez antes expuesto, con lo cual catalogan a Córdoba que está dentro de una zona "semiárida".

	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	AÑO
1960	135.2	265.1	185.6	5.0	44.4	50.7	IP	0.0	1.0	296.6	98.6	119.4	1201.6
1961	39.4	IP	23.4	56.9	97.6	25.4	16.3	0.0	59.8	32.2	292.4	144.7	188.1
1962	118.6	72.5	210.8	145.0	4.1	56.6	0.0	IP	47.2	226.9	62.3	226.2	1170.2
1963	277.7	166.1	52.3	0.0	33.9	26.2	23.4	0.0	42.8	23.2	273.7	213.6	1132.9
1964	21.5	210.9	124.7	19.5	44.0	9.4	0.0	0.7	28.4	10.0	42.7	68.0	579.8
1965	76.7	70.7	69.3	13.4	1.8	IP	0.0	IP	111.6	78.7	77.9	49.2	549.3
1966	86.0	135.4	7.0	83.9	5.0	9.6	IP	0.0	33.0	66.8	71.1	3.9	501.7
1967	46.6	77.7	23.1	40.2	33.1	39.5	0.0	0.0	1.6	95.9	118.7	13.5	489.9
1968	7.0	168.9	101.1	58.1	33.6	25.9	0.0	14.3	5.8	35.2	90.2	40.7	580.8
1969	159.3	175.9	138.7	54.7	21.0	21.2	0.0	11.6	114.6	0.0	129.9	74.7	901.6
1970	293.4	16.9	14.1	24.4	22.5	46.9	0.0	0.0	0.0	13.8	51.2	54.2	537.4
1971	105.7	3.7	75.1	149.2	132.4	17.5	4.2	4.9	IP	0.8	11.5	30.3	535.3
1972	84.5	84.9	84.9	5.9	19.6	12.3	0.0	0.0	36.3	91.1	35.7	53.6	484.3
1973	42.7	20.8	35.1	1.6	38.0	22.5	1.0	9.4	IP	60.1	31.8	74.3	337.3
1974	35.7	71.2	35.4	64	6.4	34.0	0.0	0.0	6.4	1.2	16.0	19.0	389.9
1975	42.4	69.6	89.1	67.2	80.6	17.7	0.0	IP	4.9	8.8	9.6	81.2	471.1
1976	15.7	81.6	52.7	127.7	16.8	11.0	8.8	6.8	54.6	85.8	65.8	203.5	730.8
1977	145.3	110.4	1.7	IP	2.4	13.8	7.4	3.8	0.8	48.8	114.5	122.2	571.1
1978	17.7	72.1	23.2	87.7	29.3	42.0	0.0	IP	7.6	6.1	21.0	166.5	473.2
1979	129.2	117.1	55.2	28.8	5.3	25.0	0.8	0.0	9.6	227.7	12.7	22.4	633.8
1980	43.0	36.3	83.0	18.4	56.4	1.2	0.0	IP	7.0	45.6	106.3	0.5	397.7
1981	0.0	23.0	29.3	61.9	22.0	11.6	IP	2.9	9.8	3.8	0.2	144.8	309.3
1982	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1983	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1984	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1985	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1986	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1987	126.9	92.1	11.7	65.0	14.4	17.6	1.0	0.0	20.3	43.4	49.4	31.6	819.6
1988	99.7	15.4	10.5	46.2	4.7	0.3	45.8	31.3	9.0	107.2	86.9	238.7	---
1989	---	---	---	---	37.1	28.9	1.1	0.0	17.8	120.2	---	---	---
1990	---	---	---	---	29.7	0.1	IP	0.2	40.9	53.2	307.3	126.8	---
1991	73.6	0.0	20.7	119.3	1.1	0.0	1.8	1.6	11.8	115.5	85.0	16.9	447.3
1992	28.8	133.3	152.9	16.7	9.5	10.6	IP	IP	108.4	102.8	43.4	25.8	632.2
1993	4.6	69.2	32.3	96.1	29.0	122.5	0.3	1.2	29.1	133.7	5.2	26.0	549.2
1994	12.5	13.1	18.5	82.2	53.9	2.2	0.0	0.2	14.6	138.2	82.6	0.3	418.3
1995	37.2	52.0	0.7	29.9	48.8	0.7	0.4	0.0	---	62.9	57.5	27.1	---
1996	31.0	---	32.0	25.6	0.3	---	0.3	0.3	---	---	---	---	---
1996	238.3	40.8	30.7	36.1	119.8	9.8	2.9	12.7	122.7	58.8	70.6	355.0	1097.3
TOTAL	2.551.8	2.466.3	1.824.8	1.731.2	1.097.6	712.7	115.5	101.9	957.4	2.395.0	2.521.7	2.774.6	17.731.0
MEDIA	82.3	82.2	58.8	55.8	33.3	22.3	3.4	3.1	30.9	74.8	81.3	89.5	633.25
Nº DE DATOS	31	30	31	31	33	32	34	33	31	32	31	31	28

Fuentes: Centro Meteorológico Territorial de Andalucía Occidental y Diario Córdoba.

Precipitación total en mm, periodo 1960-1996 (Aeropuerto de Córdoba)

5.1.2.- Hidrología Superficial

La totalidad de la hoja se ubica en la Cuenca del Guadalquivir, transcurriendo por la diagonal de la misma el río que le da nombre a la cuenca.

Además del río Guadalquivir, cuatro arroyos de cierta entidad desembocan en el mencionado río, todos ellos por la margen derecha y procedentes de la Sierra. Los arroyos son: Pedroche, Rabanales, Guadalbarbo y Molino. Además está el río Guadalmellato que está regulado por el embalse de San Rafael de Navallana, que tiene una capacidad de 158 Hm³ y abastece de agua a la población de Córdoba. Dicho embalse también suministra agua para riego a las vegas de la margen derecha del Guadalquivir, entre las localidades de Alcolea y Villarrubia mediante un canal (canal del Guadalmellato).

El resto de los arroyos que confluyen al Guadalquivir por la margen izquierda, proceden de la campiña y se ubican sobre un sustrato de permeabilidad muy baja. Unicamente estos arroyos llevan agua en épocas de fuertes precipitaciones, estando casi todo el año sus cursos secos.

5.1.3.- Características Hidrogeológicas

De acuerdo con la capacidad de almacenar y transmitir agua, los materiales de interés hidrogeológico de la hoja de Córdoba pertenecen a las calizas cámbricas, las calcarenitas y gravas del Mioceno y las gravas del sistema fluvial del Guadalquivir.

Las calizas deben su permeabilidad a la fracturación y procesos de carstificación, mientras que las calcarenitas y las gravas lo deben a su porosidad intergranular.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, los afloramientos permeables principales, se han agrupado en tres unidades hidrogeológicas. Estas unidades son las siguientes: Unidad Hidrogeológica Carbonatada del Cámbrico, Unidad Hidrogeológica del Mioceno de Base y Unidad Hidrogeológica Detrítico del Guadalquivir.

5.1.3.1.- Unidad Carbonatada del Cámbrico

Se sitúa al norte de la localidad de Córdoba, y se extiende desde el borde de la hoja hasta el noroeste de Alcolea. La extensión aproximada que ocupa esta unidad es de unos 40 km².

Desde el punto de vista hidrogeológico esta Unidad está formada por una sucesión de calizas, pizarras y areniscas que varían los contenidos de unas y otras de forma irregular, dominando las primeras especialmente al NNO de Córdoba. En líneas generales las características hidráulicas, de porosidad y permeabilidad, son medias a bajas.

Existen dos manantiales asociados a estos materiales que son: Fuente de las Ermitas y Fuente del Cuadrante, que dan caudales, aunque bajos pero se mantienen durante todo el año.

La Fuente de las Ermitas está asociada a la descarga de las calizas, que en este sector son más potentes y están más carstificadas que en otras zonas, donde la proporción de pizarras y areniscas es mayor. La cota a la que se produce la surgencia es de 480 m. La Fuente del Cuadrante descarga también la sucesión de calizas y pizarras, afectadas por una importante fractura de dirección NNE. La cota de esta surgencia es de 380 m.

5.1.3.2.- Unidad del Mioceno de Base

Sus afloramientos se encuentran situados sobre materiales paleozoicos del borde de la Meseta.

Esta Unidad se extiende desde el borde occidental de la hoja hasta las inmediaciones de Villafranca prácticamente sin interrupción. La superficie de los afloramientos es de aproximadamente 20 km², si bien la mayor extensión cartográfica corresponde al sector situado en las inmediaciones de Córdoba.

La litología principal es de calcarenitas y arenas amarillas, las cuales suelen tener a muro gravas y arenas. El espesor medio de estos sedimentos oscila entorno a los 20-30 m de potencia, aunque en algunos puntos la cantidad de arenas y gravas es mayoritaria, respecto de las calcarenitas (v.g. sector de Alcolea) y puede alcanzar 40 m.

Las características hidráulicas son altas en cuanto a porosidad y permeabilidad se refiere. Se han reconocido sobre esta Unidad numerosos manantiales en la hoja de los cuales los más significativos son: fuente cortijo los Nogales, fuente de la Palomera, fuente cortijo Hernán-Pérez y fuente del Puente de los Mochos. Estas surgencias no tiene caudales significativos, oscilan entre 1 y 5 l/s; sin embargo, la Unidad puede tener rendimientos hidráulicos del orden de 10-15 l/s, como lo ha puesto de manifiesto un sondeo efectuado en las inmediaciones de Alcolea que ha sido aforado.

5.1.3.3.- Unidad Detrítico del Guadalquivir

Esta Unidad comprende las terrazas del río Guadalquivir, ampliamente representadas en los márgenes del citado río. La extensión aproximada es de unos 85 km².

La litología principal es de gravas, arenas y limos. El espesor puede variar entre 10 y 20 m.

Los recursos hidráulicos de esta Unidad dependen esencialmente del nivel del río Guadalquivir. En la época de sequía periodo 1990–1995, gran cantidad de pozos construidos para regadío, han visto considerablemente mermadas sus reservas. En cambio en el año 1996, el cual ha tenido una pluviometría de más de 1000 mm, estos pozos han recuperado de forma rápida sus niveles.

5.2.- RECURSOS MINERALES

5.2.1.- Minerales metálicos y no metálicos

En el sector de Cerro Muriano antiguamente hubo explotaciones filonianas de óxidos de hierro y sulfuros. En la bibliografía se describen labores mineras de: Fe, Cu, Zn y Pb, hoy día no sólo están abandonadas sino tapadas y restituida la morfología del terreno. La génesis de estas mineralizaciones es hidrotermal y se asocia a diques y/o filones que están en relación con la intrusión granítica de los Arenales.

Hasta la década de los 80 ha habido actividad minera en el límite de la hoja, con la extracción de espato-fluor (fluorita). Esta minería empezó a cielo abierto y continuó con pozos de más de 400 m de profundidad. La disposición del mineral es filoniana y está también en relación con el plutón granítico. Los bajos costes de este mineral en el mercado y los altos costes de explotación en su último periodo han sido las causas de su abandono. En la actualidad los estériles se están utilizando, previo machaqueo, como áridos.

5.2.2.- Rocas Industriales

En la zona de Córdoba la actividad extractiva de piedra natural data de los árabes y prosiguió hasta bien entrado el siglo XIX. Muestras de ello se registran en los muros de los edificios de esta localidad tan emblemáticos como La Mezquita e innumerables iglesias. Aun en la actualidad quedan zonas donde se reconocen las antiguas explotaciones de piedra natural de tipo calcarenita (Mioceno); tal son los casos de las inmediaciones del Castillo de la Albaida (borde occidental de la hoja) y numerosos puntos de la zona del Brillante, en el mismo núcleo urbano.

Los materiales antes citados (calcarenitas del Mioceno), son desde hace varias décadas también objeto de explotación para obtener aglomerante. La empresa ubicada en este sector es Cementos Asland. Durante la primera etapa de producción tomaban la materia prima de unas canteras, situadas en uno y otro lado de la carretera N-432 (Granada-Badajoz), entre los kilómetros 266 y 267. La fuerte demanda de este producto en la década de los 70, propició una actividad intensa que hizo agotar las reservas en este sector. Sin embargo, en años posteriores y hasta la actualidad, la actividad de las canteras ha ido desarrollándose hacia el este, en donde se sitúa la única cantera activa, junto al arroyo Rabanales.

Por otro lado, al norte de Alcolea existe una cantera de áridos de machaqueo sobre materiales carboníferos. La silicificación que estos materiales presentan como consecuencia de la proximidad de las rocas volcánicas, las caracteriza con un buen coeficiente de desgaste. En la actualidad su uso está destinado a la capa de rodadura de caminos y carreteras.

También existen dos canteras de áridos para la construcción sobre materiales aluviales próximos al río Guadalquivir y al sur de Alcolea. Dichas canteras son las que abastecen de material la industria de la construcción en Córdoba y

localidades próximas. Hasta época reciente había gran actividad de este sector a lo largo y ancho del río Guadalquivir en el ámbito de la hoja.

6.- BIBLIOGRAFIA

6.- BIBLIOGRAFIA

ABALOS, B. y EGUILUZ, L. (1990). El Corredor Blastomilonítico de Badajoz-Córdoba: un complejo orogénico de subducción/colisión durante la Orogenia Pan-Africana. Cinemática, geodinámica e historia de levantamiento del apilamiento de unidades tectónicas. *Geogaceta*, pp. 7, 73-76.

APALATEGUI, O.; BORRERO, J.D. e HIGUERAS, P. (1983). División en grupos de rocas en Ossa-Morena oriental. 5ª Reunión del Grupo de Ossa-Morena. *Temas Geológicos*. ITGE. pp. 73-80.

D'ARCHIAC (1850). *Histoire des progrès de la géologie de 1834-49*. T.3. Traducción al español: *Historia de los progresos de la Geología, con una lista de fósiles recogidos en España, clasificados por N. Bornemann y d'Archiac*. MADRID, 1856.

BELLON, H.; BLACHERE, H.; CROUSILLE, M.; DEL OCHE, CH.; DIXSAUT, C.; HERTRICH, B.; PROS-DAME, V; ROSSI, P.; SIMON, D. y TAMAIN, G. (1979).

Radiochronologie évolution tectono-magmatique et implication métallogéniques dans les Cadomo-variscides de Sud-Est hespérique. *Bull. Soc. Géol. France*, 7, XXI, 2. pp. 113-120.

CABANAS, R.

1963 a.- Modificaciones recientes del curso del Guadalquivir en las proximidades de Córdoba y obras de defensa a que han dado lugar. *Est. Geog.* t. 24, nº 93. MADRID. pp. 465-474

1963 b.- Contribución a los estudios del Carbonífero de los alrededores de Córdoba. *B. Geol. Astur.* nº 1 1-4, 1 fig. 2 fo. OVIEDO. pp. 63-67.

1964.- Notas estratigráficas de la provincia de Córdoba. *Notas com. Inst. Geol. Min. España*, nº 74, 2 fig. MADRID. pp. 69-74.

1967.- Notas sobre la zona de meandros encajados del Guadalquivir, al este de Córdoba. *Acta Geol. Hispán.*, 1 fig. BARCELONA. pp. 85-88.

1971.- Observaciones sobre el Cámbrico de la provincia de Córdoba. *Bol. Inst. Geol. Min. España*. t. 32, nº 3-4. MADRID. pp. 321-323.

CAPDEVILA, R.; MATTE, P. y PAREDES, J. (1971). La nature du Précambien et ses relations avec le Paléozoïque dans la Sierra Morena centrale (Sud de l'Espagne). *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 273, série D, PARIS. pp. 1359-1362.

CARANDELL, J. (1921). Breves apuntes acerca del curso del Guadalquivir entre Villa del Río y Alcolea (Córdoba). *Rev. Ibérica*, vol. 15, nº 365. BARCELONA.

CARBONELL, A.

- 1920.- Nuevos antecedentes acerca de la prolongación oriental de la cuenca de Bélmez. Bol. Inst. Geol. Min. España, t. 41, 18 fig. 1 mapa. pp. 281-309.
- 1923.- Contribución al estudio de la tectónica del petróleo en el Valle medio del Guadalquivir. Asoc. Esp. Progr. Cienc. Congreso de Salamanca.
- 1926 a.- Nota sobre la clasificación geológica de los estratos paleozoicos en la Sierra Morena. Rev. Min. Met. Ing., 1 de Enero. MADRID nº 3006, pp. 5-6.
- 1926 b.- Nota sobre los yacimientos de Archaeocyathidos de la Sierra de Córdoba y deducción para el análisis tectónico. Bol. Inst. Geol. Min. España. Vol. 7, 3ª serie, MADRID, pp. 311-315. Y en: Contribución al estudio de la geología y de la tectónica andaluza. Bol. Inst. Geol. Min. España. 3ª Serie, vol. 49. MADRID. 1927. pp. 128-132.
- 1926 b.- Aplicación del estudio de algunos materiales litológicos de la provincia de Córdoba a la interpretación de la línea tectónica del Guadalquivir. Bol. Of. Min. Met., año 10, nº 108. XIV Congr. Geol. Int. MADRID. pp. 440-441.
- 1926 c.- La línea tectónica del Guadalquivir, libro guía Exc. A-4, XIV Congr. Geol. Inst. MADRID. Inst. Geol. España, 8 fig. 2 planos. MADRID. pp. 1-201.
- 1926 d.- La Sierra de Córdoba. En: De Sierra Morena a Sierra Nevada. Libro guía Exc. A-5, XIV Congr. Geol. Int. Madrid. Inst. Geol. España; 1 mapa. MADRID. pp. 1-16.

- 1926 f.- Nota sobre los depósitos de foraminíferos de Córdoba. Bol. Com. Map. Geol. España, t. 47, 2ª parte. XIV Congreso Geol. Int. MADRID. pp. 283-288.
- 1926 g.- Aplicación del estudio petrográfico de algunos materiales de la provincia de Córdoba a la interpretación de la línea tectónica del Guadalquivir. Bol. Com. Map. Geol. España, t. 47, 2ª parte, pp. 291-298. Congr. Geol. Int. MADRID. pp. 291-298. Y en: Contribución al estudio de la geología y la tectónica andaluza. Bol. Inst. Geol. Min. España, 3ª serie, vol. 49, pp. 108-114. MADRID. pp. 108-114.
- 1926 h.- Nota sobre los vertebrados terciarios hallados en Córdoba. Bol. Com. Esp. Geol. España, t. 47, 2ª parte. XIV Congr. Geol. Int. MADRID. pp. 301-308.
- 1929.- Un nuevo yacimiento de Archaecyathidee en Córdoba. Consecuencias tectónicas. M.R. Soc. Española Hist. Nat. Geol., t.15, pp. 271-274. MADRID. Rev. Min. Met. Ing. año 81. MADRID, 1930. pp. 3204-3205.
- CASTELLO, R. y RAMIREZ, J. (1975). Memoria Explicativa de la hoja 923. Santa María de Trassierra. Escala 1:50.000. Inst. Geol. Min. España, 11 fig. 1 mapa. pp. 1-47.
- DELGADO-QUESADA, M., LIÑAN, E., PASCUAL, E. & PEREZ LORENTE, F. (1977). Criterios para la diferenciación de Dominios en Sierra Morena Central. Studia Geologica. 12, pp. 75-90.
- DELGADO QUESADA, M.; PASCUAL MARTINEZ, E. y FENOLL HACH-ALI, P. (1978). A geological and metallogenic study of some occurrences of magnetite and sulphides in Sierra Morena (NNW of Córdoba, Spain). Estudios Geol., 34, pp. 461-474.

DELGADO QUESADA, M.; GARROTE, A. y SANCHEZ CARRETERO, R. (1985). El magmatismo de la Alineación La Coronada-Villaviciosa de Córdoba en su mitad oriental, Zona de Ossa-Morena. *Temas Geol. Min.* 5ª Reunión del Grupo de Ossa-Morena, 41-64.

DELOCHE, C. y SIMON, D. (1979). Geologie et Géologie du Cerro Muriano (Cordoue-Espagne). Le charriage majeur Cadomien sud-hesperique: Interpretation des blastomylonites de L'axe de Badajoz-Cordoue. Thèse présentée à l'Université Paris-Sud, Centre d'ORSAY, pp. 1-240.

DOTT, R.H. y BOURGEOIS, J. (1982). Hummocky cross stratification: significance of its variable bedding sequence. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 93, pp. 663-680.

EGUILUZ, L.; ABALOS, B. y GIL IBARGUCHI, J.I. (1990). Eclogitas de la banda de Cizalla Badajoz-Córdoba (Suroeste de España). Datos petrográficos y significado geodinámico. *Geogaceta*, 7. pp. 28-31.

FEDONKUN, M., LIÑAN, E., PEREJON, A. (1985). Icnofósiles de las rocas precámbrico-cámbricas de la Sierra de Córdoba, España. Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Geológicas), 81, (1983), pp. 5-14.

FERNANDEZ REMOLAR, D.C. (1995). Los microfósiles del Proterozoico Superior y Cámbrico Inferior de la Sierra de Córdoba. Tesis de Licenciatura. Univer. Complutense de Madrid, pp. 94 (Inédita).

FERNANDEZ-PACHECO, E. (1917). La fauna primordial de la Sierra de Córdoba. Asoc. Esp. Progr. Cienc. Congreso de Sevilla, t. 2. SEVILLA. pp. 76-84. Traducción al francés por el autor en dos notas: Le Cambrien de la Sierra de Córdoba. C.R. Acad. Sc. París, t. 166. PARIS. pp. 691-614. 1918a. Les Archaeocyathidae de la Sierra de Córdoba (Espagne). C.R. Acad. S. París, t. 166. PARIS. 1918b. pp. 691-693.

FERNANDEZ-PACHECO, F. y CABANAS, R. (1970). Notas estratigráficas de la provincia de Córdoba. El carbonífero y sus brechas de pendiente del talud submarino. Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.), t. 68. MADRID. pp. 165-169.

GABALDON, V.; GARROTE, A. y QUESADA, C. (1983). El Carbonífero inferior del norte de la Zona de Ossa-Morena (SW de España). En: Estratigrafía y Geología del Carbonífero. X Congreso Internacional del Carbonífero. Madrid, 3. pp. 173-185.

GARCIA HERNANDEZ, M. y LIÑAN, E. (1983). Estromatolitos y facies asociadas en la Formación Santo Domingo (Cámbrico inferior de la Sierra de Córdoba). In: COMBA, J.A. (Coord.). Libro Jubilar José María Ríos, 3. Instituto Geológico Minero de España, Madrid, pp. 125-132.

GARROTE, A. y SANCHEZ CARRETERO, R. (1983). Materiales volcanoclásticos en el Carbonífero inferior al S-SW de Villaviciosa de Córdoba (Zona de Ossa-Morena). Com. Serv. Geol. Portugal, 62, 2, pp. 249-257.

GIL CID, M.D. (1985). Trilobites Agnóstidos del Cámbrico Medio de la Sierra de Córdoba. Boletín Geológico y Minero, 96 (4), pp. 367-371.

GROTH, J. (1913). Sur la bordure méridionales de la meseta Ibérique. C. R. Acad. Sc. Paris, t. 156, nº 23. PARIS. pp. 1794-1976.

HERNANDEZ SAMPELAYO, P. 1933. El Cambriano en España. Memorias XVI Congreso Geológico Internacional, Instituto Geológico y Minero de España, pp. 1-199.

I.G.M.E. (1971). Mapa Geológico de España E.1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. nº 76. CORDOBA. Inst. Geol. Min. España. 1 mapa. MADRID. pp. 1-29.

LIÑAN, E. (1972). Estudio Geológico de un sector de Sierra Morena situado en la provincia de Córdoba. Tesis de Licenciatura. Univ. Granada, 23 fig., 1 mapa. Mem. inéd. pp. 1-113.

LIÑAN GUIJARRO, E. (1974). Las formaciones cámbricas del norte de Córdoba. Acta Geológica Hispánica, 9 (1), pp. 15-20.

LIÑAN, E. & DABRIO, C. (1974). Litoestratigrafía del tramo inferior de la Formación de Pedroche (Cámbrico Inferior). (Córdoba). Acta Geológica Hispánica, 9 (1), pp. 21-26.

LIÑAN GUIJARRO, E. (1976). Bioestratigrafía de la Sierra de Córdoba. Tesis doctoral, Universidad de Granada, pp. 212 (Inédita).

LIÑAN GUIJARRO, E. (1978). Bioestratigrafía de la Sierra de Córdoba. Tesis doctorales de la Universidad de Granada, 191. Universidad de Granada, Granada. pp. 212.

LIÑAN, E., MORENO-EIRIS, E., PEREJON, A. y SCHMITT, M. (1982). Fossils from the basal levels of the Pedroche Formation, Lower Cambrian (Sierra Morena, Córdoba, Spain). Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Geológica), 79 (3-4), (1981), pp. 277-286.

LIÑAN, E. y PALACIOS, T. (1983). Aportaciones micropaleontológicas para el conocimiento del límite Precámbrico-Cámbrico en la Sierra de Córdoba, España. Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal, 69, pp. 227-234.

LIÑAN, E., PALACIOS, T. y PEREJON, A. (1984). Precambrian-Cámbric boundary and correlation fo the southwestern and central part of Spain. Geological Magazien, 121 (3), pp. 221-228.

LIÑAN, E., PEREJON, A. y SDZUY, K. (1993). The Lower–Middle Cambrian stages and stratotypes from the Iberian Peninsula: a revisión. Geological Magazine, 130 (6), pp. 817–833.

LIÑAN, E., ALVARO, J. GOZALO, R., GAMEZ–VINTANED, J.A. y PALACIOS, T. (1995). El Cámbrico Medio de la Sierra de Córdoba (Ossa–Morena, S de España): trilobites y paleoicnología. Implicaciones bioestratigráficas y paleoambientales. Revista Española de Paleontología 10 (2), pp. 219–238.

LIÑAN, E., GAMEZ–VINTANED, J.A. y GOZALO, R. (1996). II Field Conference of the Cambrian Stage Subdivisión working groups. International Subcommittee on Cambrian Stratigraphy. Spain 13–21 September, 1996. pp. 129.

LOTZE, F. (1945). Zur Gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta. Geotektonische Forschungen, 6: pp. 78–92. Traduc. Ríos, J.M., 1950. Observaciones respecto a la división de los variscides de la Meseta Ibérica. Publicaciones extranjeras sobre Geología de España, 5, pp. 149–166.

MAASS, R. (1957). Stratigraphie und Tektonik im Raum nordöstlich Córdoba. Diss. math. naturwiss. Fak. Univ. Münster, 36 fig., 1 mapa MUNSTER. Me. Inéd. pp. 1–201.

MALLADA, L. (1889). Reconocimiento geológico de la provincia de Córdoba. Bol. Com. Esp. Geol. España. t. 7, 1 mapa 1:800.000. MADRID. pp. 1–55.

MELLENDEZ, B. (1943).– Los terrenos cámbricos de la Península Ibérica. Trabajos Inst. "J. Acosta", Geol. nº 1, 15 fig. 39 lám., 2 mapas. 4 cortes. MADRID. pp. 1–179.

MINGARRO, F. y LOPEZ DE AZCONA, M^a C. (1969). Estudio petrogenético de las calizas biotermales de Arqueociátidos. Estudios Geol., Vol. 25, 5 fig. 1 tab. MADRID. pp. 107–112.

MORENO-EIRIS, E.

- 1987 a.- Los montículos arrecifales de Algas y Arqueociatos del Cámbrico Inferior de Sierra Morena. I: Estratigrafía y Facies. Boletín Geológico y Minero, 98 (3), pp. 295-317.
- 1987 b.- Los montículos arrecifales de Algas y Arqueociatos del Cámbrico Inferior de Sierra Morena II: Las algas calcáreas. Boletín Geológico y Minero, 98 (4), pp. 449-459.
- 1987 c.- Los montículos arrecifales de Algas y Arqueociatos del Cámbrico Inferior de Sierra Morena. III: Microfacies y Diagénesis. Boletín Geológico y Minero, 98 (5), pp. 591-621.
- 1987 d.- Los montículos arrecifales de Algas y Arqueociatos del Cámbrico Inferior de Sierra Morena. IV: Bioestratigrafía y Sistemática de los Arqueociatos. Boletín Geológico y Minero, 98 (6), pp. 729-779.

PASCUAL, E. (1981). Investigaciones geológicas en el sector Córdoba-Villaviciosa de Córdoba. Tesis, Universidad de Granada. pp. 521.

PEREJON, A.

- 1969.- Estudio paleontológico de Arqueociátidos de los alrededores de Córdoba. Tesis Licenciatura Univ. Madrid. 2 tomos, Mem. inéd.
- 1971.- Pachecocyathus, nuevo género de Arqueociátidos del Cámbrico español. Estudios Geol., t. 27, 1 lám., MADRID. pp. 81-83.
- 1975-76.- Nuevas faunas de Arqueociatos del Cámbrico Inferior de Sierra Morena. Tecniterrae, nº 8, pp. 8-28 y nº 9, 3 fig. 9 lám. MADRID. pp. 7-24.

- 1976 a.- Arqueociatos de los subórdenes Nonocyathina y Dokidocyathina. Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.), t. 73, 3 lám., 4 cuadros. MADRID. 1975. pp. 125-145.
- 1976 b.- Arqueociatos regulares del Cámbrico Inferior de Sierra Morena (SW de España). Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.), t. 73, 7 lám., 4 cuadros. MADRID, 1975. pp. 147-193.
- 1976 c.- Nuevos datos sobre los Arqueociatos de Sierra Morena. Estudios Geol. nº 33, 6 lám., 2 cuadros. MADRID. pp. 5-53.
- 1977.- Arqueociatos con túmulos en el Cámbrico inferior de Córdoba (Sierra Morena Oriental). Estudios geológicos. 33 (6). pp. 545-555.
- 1989.- Arqueociatos del Ovetiense en la sección del Arroyo Pedroche. Sierra de Córdoba, España. Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Geológicas), 84 (3-4). pp. 143-247.

QUESADA, C. (1991). Geological constraints on the Paleozoic tectonic evolutions of tectonostratigraphic terranes in the Iberian Massif. Tectonophysics, 185. pp. 225-245.

RAMIREZ, J., CASTELLO, R. y ARMENGOT, J. (1973). Memoria explicativa de la hoja 923 Córdoba, escala 1:50.000. Inst. Geol. Min. España, 4 fig. 1 mapa. MADRID. pp. 1-59.

RITCHER, R. y E. (1927). Eine crustaces (*Isoxis carbonelli* n. sp.) inden Archaeocyathus-Bildungen der Sierra Morena, und ihre stratigraphische Beurteilung. Senckenbergiana, nº 9, 3 fig. FRANFURT. pp. 188-195. Traducción por J. Carandell: Un crustáceo (*Isoxis carbonelli*, n. sp.) en las formaciones de Archaeocyathus de la Sierra Morena y su análisis estratigráfico.

ROLDAN, F.J. (1995). Evolución Neógena de la Cuenca del Guadalquivir. Tesis Doctoral. Universidad de Granada (inédita). pp. 1-260.

ROLDAN, F.J. (1996). El Mioceno de Córdoba, su evolución paleogeográfica. Revista de la Asociación Cordobesa de Mineralogía y Paleontología (ACMIPA). Noviembre, 1996. pp. 4-12.

SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1924). Notas petrográficas. Treb. Mus. Cienc. Nat. Barcelona, Vol. VI. Barcelona.

SANCHEZ CARRETERO, R.; CARRACEDO, M.; EGUILUZ, L.; GARROTE, A. y APALATEGUI, O. (1989a). El magmatismo calcoalcalino del Precámbrico terminal en la Zona de Ossa-Morena (Macizo Ibérico). Rev. Soc. Geol. España, 2, 7. pp. 21.

SANCHEZ CARRETERO, R.; CARRACEDO, M.; GIL IBARGUCHI, J.I. y ORTEGA CUESTA, L.A. (1989b). Unidades y datos geoquímicos del magmatismo hercínico de la "Alineación de Villaviciosa de Córdoba-La Coronada" (Ossa-Morena oriental). Studia Geologica Salmanticensia, 4, pp. 105-130.

SIMON, W. (1939). Archaeocyathaua. I. Kritische Sichtung der Superfamilie. II. Die Fauna im Kambriun der Sierra Morena (Spanien). Abh. senckenberg. naturf. Ges., t. 448. FRANKFURT. pp. 1-27.