

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

ALGECIRAS

Ninguna parte de este libro y mapa puede ser reproducida o transmitida en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluido fotocopias, grabación o por cualquier sistema de almacenar información sin el previo permiso escrito del autor y editor.

© Instituto Geológico y Minero de España

Ríos Rosas, 23. 28003 Madrid
www.igme.es
NIPO: 728-12-006-9
ISBN: 978-84-7840-881-8
Depósito legal: M-34105-2012

Fotocomposición: Rugoma, S. L.
Impresión: Copsell, S. L.

La presente Hoja y Memoria (Algeciras-1078) ha sido realizada por IBERGESA, durante el año 1980, con normas, dirección y supervisión del I.G.M.E., habiendo intervenido los siguientes técnicos:

Autores

- A. Martín-Serrano García. Cartografía y Memoria.
- E. Piles Mate. Cartografía y Memoria.
- J. A. Vera Torres. Estratigrafía.
- J. M. González Donoso. Micropaleontología.
- C. Zazo. Cuaternario.
- J. L. Goy. Cuaternario.
- J. Baena Pérez. Supervisor.
- L. Jerez Mir. Supervisor.

Dirección y supervisión

- P. Ruiz Reig. (IGME).

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

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

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Album fotográfico.
- Mapa de situación de muestras.
- Columnas estratigráficas.
- Informe estructural.
- Fichas bibliográficas.

ÍNDICE

	<u>Pag.</u>
1. INTRODUCCIÓN	7
2. ESTRATIGRAFÍA	7
2.1. COMPLEJO DEL CAMPO DE GIBRALTAR.....	8
2.1.1. Unidad de Algeciras.....	8
2.1.1.1. Arcillas y margas versicolores con calizas (1). Cretácico sup-Eoceno medio.....	8
2.1.1.2. Alternancia de calizas arenosas y margas verdes (2). Paleoceno-Eoceno medio.....	9
2.1.1.3. Alternancia de calizas grises y arcillas rojas (3). Eoceno superior.....	9
2.1.1.4. Margas y arcillas rojas (4). Eoceno-Oligoceno.....	10
2.1.1.5. Alternancia de areniscas y margas grises (5). Oligoceno-Neógeno.....	10
2.1.2. Unidad del Aljibe.....	11
2.1.2.1. Arcillas (6). Arcillas de Jimena. Cretácico superior- Eoceno medio.....	11
2.1.2.2. Alternancia de arcillas margosas y calizas (7). Eoceno.....	12
2.1.2.3. Areniscas (8). Areniscas del Aljibe. Mioceno.....	12
2.2. ZONA SUBBÉTICA (PENIBÉTICA).....	13
2.2.1. Unidad de los Pastores.....	13
2.2.1.1. Arcillas, areniscas, calizas, dolomías y carniolas (9). Triásico....	13
2.2.1.2. Calizas oolíticas, brechas y dolomías (10). Lias-Dogger.....	15
2.2.1.3. Calizas nodulosas, calizas y margas (11). Jurásico-Malm.....	15
2.2.1.4. Alternancia de calizas y margas (12). Cretácico inferior.....	15
2.3. FORMACIONES POSTOROGÉNICAS.....	15
2.3.1. Terciario. Neógeno.....	16
2.3.1.1. Arcillas y margas azules. (13). Mio-Plioceno.....	16
2.3.1.2. Arenas, margas y calizas lumaquélicas (14). Plioceno.....	16
2.3.2 Cuaternario.....	16
2.3.2.1. Conglomerados y bloques (15). Pleistoceno.....	16
2.3.2.2. Arenas rojas (16). Pleistoceno.....	17
2.3.2.3. Arenas y cantos (17, 19 y 22). Rasa litoral. Pleistoceno.....	17

	Pag.
2.3.2.4. Arenas, limos y cantos (18, 20 y 23). Terrazas fluviales. Pleistoceno	18
2.3.2.5. Arenas con carbonatos (21). Depósito litoral antiguo. Pleistoceno	18
2.3.2.6. Arenas (24, 25 y 26). Depósitos litorales. Holoceno	18
2.3.2.7. Arenas (27, 28 y 29). Depósitos eólicos. Holoceno	18
2.3.2.8. Limos y limos arenosos (30 y 31). Marisma. Holoceno	19
2.3.2.9. Limos, arenas y gravas (32, 33 y 34). Aluvial. Holoceno	19
2.3.2.10. Arcillas, bloques, arenas y cantos (35). Colada de soliflucción. Holoceno	19
2.3.2.11. Limos, arenas y cantos (36). Conos de deyección. Holoceno	19
2.3.2.12. Arcillas, arenas y cantos (37). Derrubios de ladera. Holoceno	20
3. TECTÓNICA	20
3.1. INTRODUCCIÓN	20
3.2. DEFORMACIONES PAROXISMALES	20
3.2.1. Subbético	20
3.2.1.1. Unidad de los Pastores	20
3.2.2. Complejo del Campo de Gibraltar	21
3.2.2.1. Unidad de Algeciras	21
3.2.2.2. Unidad del Aljibe	21
3.2.3. Relaciones entre las unidades y fases de deformación	22
3.3. DEFORMACIONES POSTOROGÉNICAS	23
4. HISTORIA GEOLÓGICA	24
4.1. ETAPA DE SEDIMENTACIÓN PREPAROXISMAL	24
4.1.1. Subbético	24
4.1.1.1. Unidad de los Pastores	24
4.1.2. Complejo del Campo de Gibraltar	25
4.1.2.1. Unidad de Algeciras	25
4.1.2.2. Unidad del Aljibe	25
4.1.2.3. Aspectos de conjunto. Evolución sedimentaria	25
4.2. ETAPA PAROXISMAL	26
4.3. ETAPA POSTPAROXISMAL	26
5. GEOLOGÍA ECONÓMICA	27
5.1. RECURSOS MINERALES	27
5.1.1. Rocas industriales	27
5.1.2. Minería	28
5.2. HIDROGEOLOGÍA	28
6. BIBLIOGRAFÍA	29

1. INTRODUCCIÓN

La Hoja, situada en la provincia de Cádiz, comprende tan sólo las costas de la Bahía de Algeciras estando el resto ocupada por el mar. A pesar de la escasa extensión superficial representada se alcanzan, considerando la proximidad del mar, elevadas cotas topográficas (Sierra del Algarrobo, 668 m). Esta circunstancia determina un relieve general abrupto, excepción hecha de una estrecha franja en la ribera interna de la Bahía que es donde se localizan los tres únicos núcleos de población importantes: Algeciras, La Línea y Gibraltar. En torno a ellos gira toda la actividad económica del Campo de Gibraltar, sobre todo en sus aspectos comercial, industrial, pesquero y turístico.

Desde el punto de vista geológico la Hoja forma parte de las Unidades alóctonas del Campo de Gibraltar, conjunto estructural que queda situada al SE de la Cordillera Bética. Estas unidades de carácter flyschoides se extienden por el Sur, al otro lado del mar sobre territorio africano, y por el noreste, donde se adentran en la provincia de Málaga. Describen sus afloramientos un arco que tiene su vértice en el mismo Estrecho de Gibraltar.

Estratigráficamente la característica más destacable de las unidades del Campo de Gibraltar es su carácter flyschoides, consecuencia de una importante sedimentación de carácter turbidítico. Su edad es fundamentalmente terciaria, comunmente comprendida en un entorno que oscila entre el Eoceno y el Mioceno. No obstante algunas unidades se han considerado como más antiguas.

Aparte de estas unidades, existe en la Hoja otro afloramiento de reducidas extensiones. Tanto la Unidad de los Pastores que es como se denomina a este afloramiento, como el Peñón de Gibraltar, pertenecen al dominio subbético.

Los sedimentos postorogénicos que aparecen corresponden a materiales Mio-Pliocenos y Cuaternarios ubicados fundamentalmente al Norte de Algeciras.

Estructuralmente se considera la Unidad de Los Pastores como afloramiento "autóctono relativo" sobre la que se han emplazado las sucesivas unidades alóctonas del flysch.

Desde el punto de vista bibliográfico hay que señalar las tesis de DIDON (1969) y PENDÓN (1978) con las que se ha contado. Aparte de estos dos trabajos fundamentales también cabe citar el realizado por el I.G.M.E. (1969), así como las tesis de CHAUVE (1967) y BOURGOIS (1971). Antes tan solo cabe recordar a GENTIL, L. (1918) que fué el primero en señalar el carácter alóctono del Flysch, GAVALA (1924) por sus trabajos cartográficos donde define las Areniscas de Aljibe, y ROBAUX (1935) que determina las primeras dataciones.

2. ESTRATIGRAFÍA

En este apartado se destacan todos aquellos rasgos que caracterizan a los distintos conjuntos litoestratigráficos que aparecen en la Hoja. Estos han sido divididos en tres grandes unidades, la última de ellas posterior a los grandes paroxismos alpinos. Estas son:

- Subbético, representado por la Unidad de Los Pastores.
- Unidades alóctonas del Campo de Gibraltar, que han quedado subdivididas en dos unidades fundamentales:

- Unidad de Algeciras.
- Unidad del Aljibe.
- Formaciones Postorogénicas en las que se incluyen dos conjuntos. El conjunto Mio-Plioceno y el Cuaternario.

2.1. COMPLEJO DEL CAMPO DE GIBRALTAR

Los afloramientos de estas unidades se extienden desde el Estrecho, por gran parte de la provincia de Cádiz, y también por parte de las de Málaga y Sevilla. Son unidades alóctonas que se disponen tanto sobre las Zonas Internas como sobre las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas.

Están constituidas por materiales de edades comprendidas entre el Cretácico superior y el Mioceno inferior en facies de tipo flysch.

Entre las distintas unidades separadas, DIDON (1969) diferenció en esta zona las unidades del Aljibe, Algeciras, Almarchal y Los Nogales. En este trabajo tan solo se han separado las dos primeras. La unidad de Almarchal no se ha identificado ni cartográficamente ni cronológicamente.

2.1.1. Unidad de Algeciras

Esta unidad definida por DIDON (1960) ocupa un amplio sector del sur de la provincia de Cádiz entre Gaucín y la Bahía de Algeciras al borde mismo de la ribera mediterránea. Aflora en la mayor parte de la Hoja constituyendo las zonas menos elevadas de la misma en torno a la costa.

Está constituida por dos conjuntos litoestratigráficos muy bien individualizados: una formación superior arenisco-margosa muy potente, y otras formaciones inferiores de naturaleza margo-arcillosa calcárea de menos espesor y consistencia morfológica. En orden a su edad y aspecto litoestratigráfico se han diferenciado las siguientes formaciones o facies:

- Arcillas y margas versicolores con calizas arenosas.
- Alternancia de calizas arenosas y margas verdosas.
- Alternancia de calizas grises y arcillas rojas.
- Margas y arcillas rojas.
- Alternancia de areniscas y margas grises.

2.1.1.1. Arcillas y margas versicolores con calizas arenosas (1). Cretácico-sup-Eoceno medio

Estos materiales constituyen la base de la Unidad de Algeciras situándose en esta Hoja en la periferia de la Unidad del Aljibe, al Oeste y Suroeste de Algeciras. Pequeños afloramientos parciales pueden reconocerse en la orilla septentrional del arroyo de la Miel a la altura del Km 174,8 del ferrocarril, en el polígono de desarrollo industrial de Algeciras próximo a Los Pastores, y algunos otros, en las trincheras de la carretera nacional a Cádiz o en las pistas militares situadas al Sur de la Sierra del Algarrobo.

Estos sedimentos están constituidos por arcillas de colores rojos, grises o verdosos e incluso negruzcos, entre los que se intercalan bancos de calizas arenosas a veces muy potentes (un

metro). Estos bancos de calizas arenosas son a veces muy ferruginosos, con espectaculares concentraciones de cristales de pirita.

En el interior de los paquetes competentes cuya potencia media oscila entre los 0,20 m y 0,60 m destaca sobre todo el intervalo c con laminación convoluta. También pueden apreciarse el tramo de laminación horizontal y en ocasiones el a de granuloclasificación. A muro es relativamente frecuente observar estructuras de corriente ("flute cast") y a techo bioturbación con *Cancellophycus*.

A pesar de los escasos afloramientos, las observaciones puntuales y el predominio lutítico, estos sedimentos pueden ser interpretados como una facies de llanura submarina localizada en la parte distal del abanico (PENDÓN, 1978).

La fauna, difícilmente determinable, se ha atribuido al Senoniense (DIDON, 1969).

2.1.1.2. *Alternancia de calizas arenosas y margas verdes (2). Paleoceno-Eoceno medio*

Esta facies que constituye el paso del flysch margo-calcáreo de la Unidad de Algeciras a la formación anterior está integrada en los materiales que DIDON (1969) y PENDÓN (1978) identificaron como pertenecientes al "flysch senonense". Su diferenciación cartográfica responde a dos razones fundamentales: a la proliferación de bancos de calizas más o menos arenosas que destacan por el extraordinario desarrollo de estructuras de laminación convoluta, y a la facilidad de observación del tránsito a la formación suprayacente. Este paso gradual, indudable por razonamientos cartográficos, puede observarse en varios afloramientos, entre los que cabe destacar el situado al Norte de Algeciras entre La Torre del Almirante y el Cementerio de esta localidad. Precisamente en este mismo lugar DIDON (1969) identifica "flysch senonense". Calizas arenosas de colores grises, alternando con arcillas de color gris verdosos pueden observarse en este afloramiento. Los bancos que alcanzan hasta el metro de espesor a muro del corte, están formados por calizas arenosas, a menudo de grano muy grueso, microconglomerados y hasta brechas en algunos lugares, en la base de los lechos más potentes.

Su ordenamiento interno está formado casi exclusivamente por los intervalos b y c, sobre todo este último. Los muros, planos, pueden presentar estructuras de corriente. En los techos es frecuente la bioturbación.

Las características observadas corresponden a la facies D3 y D2 de un abanico turbidítico.

2.1.1.3. *Alternancia de calizas grises y arcillas rojas (3). Eoceno superior*

Estos materiales formados por una alternancia típica de flysch que a menudo constituye un excelente nivel guía, es uno de los tramos más característicos de la Unidad de Algeciras.

Esta formación cuyo espesor oscila entre los 150 y 200 m. está constituida por arcillas y margas rojizas, a veces verdosas, que alternan con pequeños bancos de calizas detríticas, generalmente organógenas, de color gris azulado. La proporción de los pequeños bancos calcáreos cuyo espesor medio oscila entre los 0,05 y 0,25 m es ligeramente inferior a la de los niveles más finos.

Los niveles calcáreos son excelentes ejemplos de secuencias turbidíticas truncadas o completas. El predominio de las secuencias corresponde a los tipos b-c y a-c. Se observa granuloclasificación, laminación paralela, laminación oblicua con deformación a laminación

convoluta, y además el intervalo de laminación superior que está muy afectado una intensa bioturbación. En el muro de estos estratos muy planos existen estructuras de corriente ("flute cast" y "tool marks") y pistas orgánicas ("burrows").

Esta alternancia tan típicamente turbidítica puede interpretarse correspondiente a facies D y E con localización en la parte distal de un abanico submarino.

La edad estimada por DIDON (1969) y por PENDÓN (1978) es Bartonense.

2.1.1.4. Margas y arcillas rojas (4). Eoceno-Oligoceno

El paso de las formaciones margo-calcáreas de la Unidad de Algeciras a la formación superior areniscosa es realizada mediante un tramo de materiales esencialmente pelíticos, que es el que se incluye en este apartado. Aunque no presenta muy buenos afloramientos es relativamente fácil de reconocer por fotogeología ya que constituye un nivel morfológico blando. A veces este término puede faltar. Como esta circunstancia no siempre debe achacarse a causas tectónicas se debe pensar en un paso normal entre los términos calcáreos (3) y areniscos micáceos (5) sin tránsito lutítico.

Este término que puede alcanzar hasta los 150 m de potencia tiene su mejor afloramiento al sur de la playa de Getares, en el Km 7 de la carretera de Punta Carnero. De este lugar se han extraído las observaciones que se exponen a continuación.

El predominio de los materiales pelíticos rojos o violáceos es absoluto, salvo en los últimos metros donde las alternancias areniscosas son más abundantes. Tan solo en muy espaciados intervalos aparecen niveles muy delgados (menos de 0,10 m) de calizas arenosas que gradualmente pasan a areniscas calcáreas a techo del tramo. En estos niveles más competentes se aprecia también un aumento paulatino de cuarzo y micas. En los bancos areniscos superiores, en tránsito a la formación areniscosa, se observan estructuras internas en las que están representadas fundamentalmente los intervalos a, c y d, este último afectado por una intensa actividad orgánica. PENDÓN (1976) reconoce numerosas trazas orgánicas que interpreta, unas de ambientes profundos y otras de comunidades someras.

El autor citado interpreta estos depósitos como facies D3 (MUTTI, 1979) e incluso como facies F que indican un medio de gran inestabilidad (zona de talud). Es muy posible que correspondan a un depósito de llanura abisal, de estabilidad muy acusada.

Estos niveles constituyen el tránsito Eoceno-Oligoceno.

2.1.1.5. Alternancia de areniscas y margas grises (5). Oligoceno-Neógeno.

El más representativo de los términos de la unidad de Algeciras es un flysch areniscoso-margoso cuyos afloramientos superan en ocasiones los 1.000 m de espesor. Este tramo, bien representado en toda la Hoja, está constituido por una alternancia de bancos de arenisca calcárea micácea, y margas y arcillas de colores grises.

Los niveles compactos están constituidos por arenisca de grano medio a grueso en las que además del cuarzo son muy frecuentes, los feldespatos, los fragmentos de roca y sobre todo las micas.

Los bancos areniscos cuando son muy gruesos están normalmente formados por varios ciclos donde se observan secuencias turbidíticas más o menos truncadas y en las que se

pueden reconocer casi todos los intervalos, fundamentalmente los términos a, b y c. Los muros de los lechos areniscosos son bastante planos aunque pueden estar deformados por carga. En ellos son muy significativas las estructuras de corriente representadas por "flute cast", "groove cast", "prod cast" y "bounce cast", y las estructuras orgánicas, fundamentalmente "burrows" y pistas entre las que destacan Nerites, Helmintoides y Paleodyction. Son también destacables los diques clásticos que atraviesan los materiales pelíticos. Estos de tonos pardos o grises azulados son muy compactos y suelen predominar sobre el resto constituido por material areniscoso.

En Punta Carnero, PENDÓN (1978) identifica facies D y E al comienzo de esta etapa para progresivamente dejar paso a facies C y E que constituyen ciclos negativos, más claros a techo de la formación, con área fuente de naturaleza cratónica.

Aún sin datos paleontológicos convincentes, se estima (DIDON, 1969; PENDON, 1978) que estos materiales se depositaron durante una etapa próxima al Oligoceno. DIDON (1969) es de la opinión de que entre el Stampiense superior y el Aquitaniense inferior está incluida toda la formación.

2.1.2. Unidad del Aljibe

La unidad, que fué definida por DIDON (1960) y CHAUVE (1960) es la más elevada de todas las unidades del flysch del Campo de Gibraltar. Se extiende por el Norte y Noreste de esta región hasta la misma depresión del Guadalquivir. Es pues la unidad alóctona más periférica.

Esta unidad queda dividida en dos conjuntos o grupos muy bien diferenciados que ya fueron en alguna forma intuidos por GAVALA (1924) y definidos por DIDON (1960). Un término basal formado por un conjunto calcáreo y margo arcilloso de gran variabilidad lateral y otro esencialmente areniscoso y muy homogéneo. En el primero están englobadas dos formaciones, Arcillas de Jimena (DIDON, 1969) y Formación Benaiza (DIDON, 1969). El segundo corresponde al término más característico e importante, las Areniscas de Aljibe (GAVALA, 1916 y 1924) .

2.1.2.1. Arcillas. Arcillas de Jimena (6). Cretácico superior- Eoceno medio

Regionalmente las Arcillas de Jimena definidas en la localidad del mismo nombre (Hoja nº. 1071) están constituidas esencialmente por arcillas versicolores, frecuentemente rojas y verdes entre las que se intercalan muy delgadas capas calcáreas. Debido a su litología esta formación presenta graves dificultades de observación. Tal circunstancia motiva su separación en sitios muy concretos. Como esto no ha sido posible en otros lugares, las Arcillas de Jimena han quedado englobadas dentro de la Formación Benaiza.

Los afloramientos observados en la Hoja responden a las características generales de estas facies, las arcillas verdosas, rojizas o grises comprenden nivelillos calcáreos de menos de 5 cm de espesor en donde se hace dificultoso apreciar cualquier ordenamiento interno.

Esta formación no sólo se localiza, como ocurre en Jimena, en la base de la Unidad del Aljibe y bajo la Formación Benaiza sino que pueden alcanzar el muro mismo de las Areniscas del Aljibe. Existe pues variación lateral entre las Arcillas de Jimena y la Formación Benaiza.

No se puede cifrar un espesor concreto. PENDÓN (1978) cita que el espesor mínimo observado supera los 200 m. En esta Hoja la centena.

Las facies descritas se interpretan como consecuencia de una sedimentación marina profunda y turbidítica pero muy distal, localizada en llanura abisal (facies D3). Intervienen mecanismos de sedimentación propios de una corriente de turbidez y también de una sedimentación pelágica.

A estas facies arcillosas basales de la Unidad del Aljibe se le atribuyen edades comprendidas entre el Cretácico superior y el Aquitaniense inferior (DIDON, 1969, PENDÓN, 1978).

2.1.2.2. *Alternancia de arcillas margosas y calizas (F. Benaiza) (7). Eoceno*

Al pie mismo de los espectaculares resaltes de las areniscas del Aljibe se extiende una formación margosa de tonos versicolores generalmente pardos o amarillentos entre las que se intercalan bancos calcáreos. Estos materiales que parecen sumergirse bajo la formación areniscosa en relación probablemente mecanizada se ponen directamente en contacto con las formaciones calcáreas del flysch de Algeciras. Como el aspecto de ambas formaciones es muy semejante la diferenciación de uno u otro término es verdaderamente dificultosa.

Desgraciadamente en esta Hoja no existen buenos afloramientos presentándose por lo general como una masa arcillosa en la que aparecen aislados bloques calcáreos o en el mejor de los casos aún reducida observación con no más de cinco metros de serie.

Regionalmente esta formación es una alternancia de arcillas más o menos margosas donde se intercalan bancos calcáreos con mayor o menor profusión.

La caliza es detrítica, organógena (biosparita), con un espesor medio de unos 0,30 a 0,40 metros. En el interior de los bancos se presentan las siguientes estructuras: granuloclasificación y sobre todo laminación oblicua a pequeña escala ("ripples") casi siempre en estructura convoluta. En los muros, planos y continuos se aprecian algunas deformaciones de carga ("load casts") y estructuras de corriente casi siempre "flute casts". En el techo de los estratos se aprecia una intensa bioturbación.

Las secuencias turbidíticas que se observan en estos bancos son bastante completos con los intervalos c sobre todo d intensamente por bioturbación.

Los tramos menos compactos formados por arcillas y margas versicolores son más abundantes que los tramos calcáreos.

PENDÓN (1978) estima para esta formación unos 100 m de potencia. Por la circunstancia que expusimos al comienzo del apartado nos ha sido imposible cifrarla.

Sedimentológicamente es equivalente a la facies C2 y sobre todo D1 del modelo de cuenca turbidítica estandarizada (MUTTI, 1979). Serían turbiditas localizadas en la parte más distal del abanico submarino, o incluso más lejanos (facies D2 o D3) coincidiendo ya con su tránsito a la Formación Arcillas de Jimena.

Regionalmente se ha considerado de edad Eoceno-Oligoceno (DIDON, 1969; PENDON, 1978).

2.1.2.3. *Areniscas. Areniscas del Aljibe (8). Mioceno*

Esta formación que constituye siempre los relieves más destacados de la Hoja es una alternancia de gruesos bancos de areniscas con arcillas o limos. La potencia vista de esta formación es del orden de los 800 m. aunque es posible, de acuerdo con la opinión de PENDON (1978) que sobrepase el millar.

Aunque tal y como se ha apreciado en la vecina Hoja de La Línea de la Concepción (1075), en su origen esta formación se agruparía en contacto normal con los materiales calcáreos inferiores, aquí se ha interpretado por despegue mecánico.

La litología dominante son los paquetes areniscosos que llegan a formar bancos compactos de hasta decenas de metros de espesor. Estos están constituidos por arenas cuarzosas cuyo tamaño de grano oscila entre la grava y la arena medía. En general son bastante deleznales salvo en aquellos casos que existe cementación ferruginosa.

El ordenamiento interno de estos paquetes es generalmente masivo o en el mejor de los casos granuloclasificación. En los muros aparecen estructuras de corriente entre las que cabe destacar los "flute casts" muy alargados y los "groove casts". Es muy significativo el carácter canalizado de los bancos con frecuentes amalgamaciones. También son muy corrientes los cantos blandos de gran tamaño en el seno de los bancos y los diques clásicos.

La proporción de material más fino, arcilloso e incluso también arenoso de tonos verdes, grises, y anaranjados por alteración, es siempre menor que la de los areniscosos.

Esta formación puede interpretarse como una serie turbidítica en la que domina el tipo de facies B1, por lo que hay que relacionarla con la parte medía o interna de un abanico submarino profundo.

Estas arenas y arcillas de la formación Aljibe son azoicas. Su edad se ha interpretado en base a la de los sedimentos infrayacentes es decir, la Formación Benaiza. Como ésta alcanza hasta una edad Oligocena, las areniscas superiores deben tener una edad próxima al Aquitaniense.

2.2. ZONA SUBBÉTICA (PENIBÉTICA)

2.2.1. Unidad de los Pastores

Constituida por materiales mesozoicos se localiza en un único afloramiento situado al SO de Algeciras entre los kilómetros 102 y 103 de la carretera nacional Cádiz-Málaga. El afloramiento, de escasas dimensiones, se encuentra aislado y rodeado por materiales del Flysch con el que se relaciona por contacto mecanizado o por falla inversa. La posición casi subvertical de la serie permite, a pesar de la escasa dimensión del afloramiento, la identificación de varios conjuntos cronoestratigráficos de clara diferenciación litológica. Están representados el Triás, el Jurásico (Lías-Dogger y Malm) y el Cretácico Inferior (Neocomiense) que se suceden en continuidad a pesar de la mecanización de algunos de sus contactos.

En torno a este afloramiento principal existen pequeños isleos calcáreos sin representación cartográfica los cuales ya fueron citados por DIDON (1969). Destacan el situado en la trinchera del ferrocarril (entre km 173 y km 174) y aquellos próximos al cruce de las dos carreteras de Algeciras a la playa de Getares.

2.2.1.1. Arcillas, areniscas, calizas, dolomías y carniolas (9). Triásico

La agrupación de materiales tan variados en un único apartado se debe exclusivamente a criterios de correlación y de posición estratigráfica. Estos criterios los catalogan como de edad Triásica.

La potencia total de esta serie excede de cincuenta metros. De ellos más de la mitad, los que constituyen su parte basal, están formados por alternancia de areniscas y arcillas. Las areniscas

de color beig, son de grano fino, micáceas, algo calcáreas en el techo y contienen abundantes restos vegetales inclasificables. Las arcillas de colores violáceos son muy abundantes hacia el techo de esta primera parte de la serie donde adquieren tonalidades más oscuras.

Los siguientes 15 m corresponden a bancos de hasta un metro de espesor de calizas ("mudstone") con laminación de algas sinuosa horizontal e intercalaciones de margas de color verdoso.

En la última decena de metros aparece una alternancia de carniolas y calizas a veces dolomitizadas y niveles margosos verdes donde pueden observarse cristales de yeso.

Los cuerpos arenosos tienen gran continuidad lateral y están limitados por superficies bastante planas salvo en contadas ocasiones en que aparecen huellas de carga. Las principales estructuras internas corresponden a laminaciones, horizontal y cruzada ("ripples"). También es relativamente frecuente encontrar estratificación "flaser" y "herring bone".

Del segundo, y a veces del tercero de los tramos de la formación, es de destacar la laminación horizontal, sinuosa debida a mallas de algas con lechos de tormenta intercalados.

La formación es claramente transgresiva. Los sedimentos del primer tramo, más arenoso en la base, más lutítico a techo, corresponden a depósitos terrígenos dentro de las áreas de influencia continental y marítima, es decir la transición probablemente de llanura mareal, o más concretamente de estuario como parece seguir su influencia de terrígenos del continente. La segunda mitad de la serie puede interpretarse localizada más lejos de las influencias terrígenas del continente y con mayor predominio de la sedimentación carbonatada en cualquier caso muy somera. Por otro lado la presencia de evaporitas, yeso y dolomita (?), sugiere medios restringidos en todo caso hipersalinos. Pueden pues tratarse de sedimentos de llanuras de marea ("tidal flats") o de lagoón.

La falta de criterios paleontológicos impide una datación precisa de esta serie. Sin embargo no existen muchas dudas de su posición stratigráfica debido esencialmente a dos hechos: su parecido con otras facies del Trías germano-andaluz próximas y a su localización bajo el paquete calizo dolomítico del Jurásico.

2.2.1.2. Calizas oolíticas, brechas y dolomías (10). Lias-Dogger

Estos materiales están formados por calizas oolíticas, calizas brechoideas y dolomías. Constituyen un gran paquete muy compacto cuya potencia total es frecuentemente difícil de determinar a causa de la mecanización de sus límites. No obstante es posible que su espesor oscile entre los 30 y 50 m. Este gran banco carbonatado ("grainstone") completamente trastocado por la tectonización, a pesar de su aspecto masivo suele presentar generalmente hacia la base numerosas estructuras internas. Aparecen sobre todo estructuras estromatolíticas con envolturas de tipo oncolítico, niveles con laminaciones algales ("algal mats") y huecos y porosidades ("birdseyes"). Hacia el techo de la serie abundan más las estructuras brechoideas.

En lo que se refiere a las dolomías existe la opinión generalizada (DIDON, 1969; IGME, 1969) de que son consecuencia de una recristalización secundaria pues el fenómeno de dolomitización en el Lias es un hecho generalizado en todas las Cordilleras Béticas.

Todos los hechos coinciden en señalar que la sedimentación debió producirse en un medio

marino de alta energía, localizado próximo a la costa (de plataforma) de aguas someras pero agitadas.

Macroscópicamente puede observarse gran cantidad de fauna, sobre todo, algas, gasterópodos, foraminíferos e incluso ammonites.

Aunque no puede encontrarse fauna característica, a DIDON (1969) las algas le sugieren el Lías.

2.2.1.3. *Calizas nodulosas, calizas y margas (11). Jurásico-Malm*

Esta formación, de espesores muy reducidos, entre los 12 y 20 m, está fuertemente tectonizada presentando su serie invertida y con una marcada esquistosidad de fractura. La parte basal de la misma, que en algunos lugares llega a desaparecer a causa de la falla que afecta a su límite inferior, la componen calizas micríticas nodulosas de color rojo, de estratificación irregular. En estas facies pueden reconocerse algunos Ammonites y Aptychus.

La segunda mitad de la serie, también invertida y fuertemente tectonizada, son calizas y margas blancas tableadas intercaladas con arcillas violáceas en las que aparecen Belemnites y Aptychus.

El medio de sedimentación es baja energía localizado distante del litoral, de plataforma exterior con batimetría próxima a los 200 metros.

Es muy posible que en esta serie esté representado todo el Jurásico superior. Así lo creen algunos autores (I.G.M.E. 1969) que estiman edad Oxfordiense para las capas rojas, estando el Titónico representado en las calizas claras superiores. No obstante DIDON (1969) cree que se trata de Malm inferior y medio pues no llega a reconocer el Titónico.

2.2.1.4. *Alternancia de calizas y margas (12). Cretácico inferior*

Es el tramo más enmascarado de toda la Unidad. Tectonizado como el piso anterior, tan solo es medianamente observable, en no más de media docena de metros, en la mitad norte del afloramiento de Los Pastores, en la entrada Este de la carretera abandonada. Pueden también pertenecer a esta formación algunos minúsculos afloramientos a los que ya hicimos referencia en la introducción de este capítulo. Litológicamente son calizas micríticas blancas de fractura arcillosa tableadas que alternan con margas de colores grises y verdes.

Las condiciones de sedimentación parecen muy semejantes a las establecidas para los sedimentos precedentes, es decir, de facies pelágica con localización en la plataforma externa.

Presentan también fauna con Belemnites y Aptychus que se han atribuido al Barremiense (IGME, 1969). DIDON data estos materiales como Neocomienses.

2.3. FORMACIONES POSTOROGÉNICAS

Sedimentados a continuación de la etapa paroximal comprenden dos tipos de materiales: Depósitos marinos litorales de edad Neógena y formaciones superficiales cuaternarias.

2.3.1. Terciario. Neógeno

Los depósitos neógenos de esta Hoja son muy reducidos. Están limitados a escasos manchones situados en los alrededores de Algeciras. Atendiendo a su aspecto litoestratigráfico se han diferenciado dos tipos de facies:

- Arcillas y margas azules.
- Arenas, margas y calizas lumaquéticas

2.3.1.1. *Arcillas y margas azules (13). Mio-Plioceno*

No tienen apenas representación pues constituyen el núcleo de una cantera en explotación situada en la base de un afloramiento de arenas y margas lumaquéticas. Desgraciadamente los resultados de los estudios micropaleontológicos de las muestras recogidas en este lugar han sido negativos. Sin embargo como su aspecto es semejante a las facies de margas azules del Valle del Guadalquivir es posible que sean de edad Messiniense (GONZALEZ DONOSO, comunicación personal).

2.3.1.2. *Arenas y, margas y calizas lumaquéticas (14). Plioceno*

Entre los escasos afloramientos Pliocenos de esta Hoja, todos próximos a su límite septentrional, tan solo uno presenta buenas condiciones de observación. Es el localizado entre los kilómetros 1 y 2 a la izquierda de la carretera de Algeciras a Los Barrios, en el paraje llamado San Bernabé. Sobre unas margas azules que aparecen en su base es hoy día una cantera objeto de explotación para materiales de construcción. El afloramiento, que se presenta fuertemente tectonizado con buzamientos que alcanzan los 45°, consta de arenas calcáreas lumaquéticas más o menos consolidadas y margas arenosas con una potencia total visible de unos 30 m. Pueden aparecer niveles de cantos de cuarzo y cuarcita muy bien rodados, concreciones de carbonatos y lo que es más frecuente, potentes bancos organógenos, formados fundamentalmente por conchas de lamelibranchios, en donde se aprecian también numerosas pistas de actividad orgánica. Entre las estructuras inorgánicas predominan los grandes surcos de estratificación cruzada. Existen otros afloramientos dispersos en donde a pesar de sus precarias condiciones de observación se puede apreciar el predominio del material arenoso.

Sedimentológicamente pueden catalogarse como típicas facies litorales (playas s.l.).

No se han podido datar con precisión. Por referencias a otras zonas del litoral gaditano pueden pertenecer al Plioceno, pudiendo alcanzar incluso el Mioceno como límite inferior y el Cuaternario antiguo como límite superior.

2.3.2 . Cuaternario

Las formaciones superficiales cuaternarias han sido separadas en dos grupos fundamentales. El primero (Pleistoceno) que aglutina a aquellos depósitos no actuales comprende tres formaciones antiguas (conglomerados de Aladides, arenas rojas y arenas con cemento carbonatado), las rasas litorales y las terrazas fluviales. El segundo (Holoceno) engloba al resto de los sedimentos subactuales.

2.3.2.1. *Conglomerados y bloques (15). Pleistoceno*

Se trata de materiales conglomeráticos que se encuentran situados al norte de Algeciras, coronando el cerro Aladides que se sitúa a 95 m de altura en relación al cercano nivel del mar.

El afloramiento está constituido por depósitos de conglomerados formados por cantos y bloques (de hasta 2 ó 3 m de diámetro) de arenisca y matriz areno-arcillosa rojiza. Dentro de la heterometría general que presentan, existe una cierta ordenación que tiende a situar

los materiales más gruesos en capas concretas. Cabe también destacar la presencia de imbricaciones y de cantos blandos.

Se trata de depósitos sedimentarios en un ambiente altamente energético. Es muy posible que se trate de materiales pertenecientes a un gran cono de deyección que procedente de las masas montañosas formadas por la Arenisca de Aljibe, se esparciera hacia el centro de la Bahía. La localización temporal o estratigráfica de este afloramiento es dificultosa; por un lado no existe ningún tipo de relación con los depósitos pliocenos; por otro, su situación morfológica no permite tampoco su correlación con ninguno de los niveles de terraza considerados.

2.3.2.2. Arenas rojas (16). Pleistoceno

Sobre el afloramiento plioceno de San Bernabé, al Norte de Algeciras, reposan discordantes unos materiales detríticos rojos. Estos depósitos fosilizan una superficie karstificada labrada sobre la lumaquela pliocena.

Están constituidos por arenas rubefactadas sueltas o ligeramente cementadas entre las que se intercalan niveles de gravas y conglomerados de cantos de cuarzo muy redondeados, así como costras ferruginosas.

Se suelen presentar en cuerpos arenosos de ligera continuidad lateral y canalizados en su base. En su interior se aprecian estratificaciones cruzadas.

Se interpretan como sedimentos depositados en medio fluvial, aunque sin descartar en ningún momento la influencia marina. Por otro lado se piensa que provienen de la removilización de otras formaciones arenosas infrayacentes.

A menudo y aunque su posición original se sitúa inmediatamente sobre el Plioceno, se encuentran otros depósitos arenosos rojos a niveles morfológicos correspondientes a etapas más modernas. No se han separado puesto que es muy posible que constituyan resedimentaciones recientes de las originales formaciones rojas.

2.3.2.3. Arenas y cantos. Rasas litorales (17, 19 y 22). Pleistoceno

A lo largo de toda la costa se pueden reconocer varias terrazas superpuestas que constituyen pequeños rellanos morfológicamente fáciles de reconocer. Aunque pueden existir más niveles se ha creído conveniente diferenciar tan sólo los más representativos. Estos son los que corresponden a las cotas + 12 (22), + 20-25 (19) y + 35 (17).

Estos niveles al sur de la ensenada de Getares constituyen por lo general canturrales de cantos, gravas y bloques, de areniscas o cuarcita, dispersos sobre pequeñas plataformas a medio dismantelar. Sin embargo en el litoral de la Bahía sobre la misma ciudad de Algeciras estos depósitos están muy bien representados. Desde Punta del Rodeo hasta Punta del Rinconcillo se suceden varios rellanos bien conservados y con depósito. Uno de los afloramientos más representativos lo constituye el de Punta del Rodeo. Allí bajo un suelo pardo se observan entre 5 y 10 m de depósito, que está formado por arenas y limos amarillentos y rojizos con nivelillos de costras de hierro que descansan sobre un potente tramo basal de bloques de areniscas subredondeados. En otra terraza, donde se levanta el Hotel Reina Cristina, son también visibles arenas que se entremezclan con cantos y gravas rodadas. Al norte de la ciudad de Algeciras los mismos niveles de rasas se presentan más arenosos y rubefactados.

2.3.2.4. Limos, arenas y cantos. Terrazas fluviales (18, 20 y 23). Pleistoceno

Corresponden al sistema de terrazas del curso bajo del río Palmones que se sitúa en el límite septentrional de la Hoja. Apoyados sobre algunas lomas constituidas por materiales areniscosos de la Unidad del Aljibe y por facies arenosas del Plioceno, se suceden tres escalonamientos principales que a grandes rasgos se corresponden con aquellos otros niveles diferenciados en el litoral. Estos se sitúan a 10-15 (23), 20 (20) y 35 (18) metros sobre el nivel actual de inundación del río.

Son retazos constituidos por canturreal de arenisca, cuarzo y cuarcita, y limos y arenas, estas últimas en un alto porcentaje procedentes de la removilización de las formaciones arenosas pliocenas.

Aún menos importancia revisten los dos pequeños replanos que se sitúan en las margenes del Arroyo Saladillo al sur de la ciudad de Algeciras.

2.3.2.5. Arenas con cemento carbonatado. Depósito litoral antiguo (21). Pleistoceno

Estos depósitos arenosos constituyen un único afloramiento localizado en la parte alta de la playa de Getares junto al río Picaro. Son arenas de grano medio grueso muy homogéneas con pequeños trozos de conchas de lamelibranquios y fuertemente cementados por carbonatos. Presentan estratificación cruzada a gran escala.

Estos depósitos están relacionados con toda seguridad a una antigua acumulación litoral (playa), hoy día levantada unos cuantos metros sobre la costa actual.

2.3.2.6. Arenas. Depósitos litorales (24, 25 y 26). Holoceno

Están representadas en tres lugares concretos, La Línea, la desembocadura del río Palmones y la ensenada de Getares. Atendiendo a criterios morfológicos se han diferenciado playas (24) y flechas litorales (26) entre las que se incluyen el tómbolo (20) (25) de Gibraltar.

Las primeras, presentes en cualquier formación arenosa litoral, tiene su mejor representación en la ensenada del Getares donde pueden apreciarse magníficos ejemplos de cúspides de playa.

El tramo arenoso del litoral al Norte de la Punta del Rinconillo es la terminación de la flecha litoral que desde Carteya cierra las desembocaduras de los ríos Guadarranque y Palmones. Al otro extremo de la Bahía otra barra arenosa de grandes dimensiones une Sierra Carbonera (Hoja de La Línea de la Concepción, nº. 1075) con el Peñón de Gibraltar.

2.3.2.7. Arenas. Depósitos eólicos (27, 28 y 29). Holoceno

Existe un conjunto de formaciones arenosas que se localizan a lo largo de la costa donde constituyen afloramientos paralelos a la misma.

Se trata de removilizaciones eólicas en las que se han distinguido varios tipos de morfologías dunares. Un primer grupo determinado por masas arenosas dunares sin forma determinada (28), un segundo de dunas parabólicas en horquilla (29) y un tercer grupo que corresponde a zonas cubiertas por un ligero manto arenoso eolizado (27).

Proceden fundamentalmente de las formaciones arenosas litorales, flechas (26) y playas (24) y de los sedimentos arenosos pliocenos.

2.3.2.8. *Limos y limos arenosos. Marisma (30 y 31). Holoceno*

Su representación superficial es muy reducida pues corresponde a pequeños entrantes ubicados junto al litoral del extremo septentrional de la Hoja. La zona principal de la marisma está localizada en la Hoja de La Línea, en las desembocaduras de los ríos Palmones y Guadarranque, quedando separada por el mar por una gran flecha litoral que cierra la Bahía de Algeciras por el Noroeste.

Se trata de materiales fundamentalmente limosos que han quedado diferenciados por criterios geomorfológicos o geográficos en zonas de baja marisma o zonas invadidas por las mareas ("Slikke") (31) y zonas de alta marisma ("Schorre") (30).

2.3.2.9. *Limos, arenas y gravas. Aluvial (32, 33 y 34). Holoceno*

El principal curso fluvial de cierta consideración es el del río Palmones, cuyo trazado final se ajusta al límite septentrional de la Hoja.

Aparte de los depósitos de su llanura de inundación esencialmente limosa (34) se han diferenciado también algunas barras de arenas y gravas (33) y depósitos arenosos correspondientes a los meandros (32) que este río describe en los últimos kilómetros de su recorrido.

El resto de los aluviones de la Hoja corresponden a ríos (de la Miel y Picaro) y arroyos de poco desarrollo longitudinal. Están formados por materiales poco consolidados, conglomeráticos y areno-arcillosos.

2.3.2.10 *Arcillas, bloques, arenas y cantos. Coladas de soliflucción (35). Holoceno*

Los deslizamientos tienen una extraordinaria proliferación en todo el campo de Gibraltar. La climatología regional, el relieve y las especiales características litológicas del flysch son extraordinariamente favorables para el desarrollo de tales mecanismos que modelan en mayor o menor grado muchas de las vertientes del paisaje.

En la Unidad de Algeciras a pesar de la suavidad de su orografía las masas calcáreo arcillosas de su miembro inferior presentan en sus vertientes signos de deslizamiento. Sin embargo su término superior, el flysch margo-arenoso micáceo de edad Oligocena (5) parece tener mayor estabilidad.

Donde son extraordinariamente espectaculares es al pie de las sierras formadas por la Arenisca del Aljibe. La especial disposición estructural de la Unidad de Aljibe favorece el desencadenamiento de estos mecanismos. Grandes formaciones de areniscas reposan sobre un sustrato arcilloso muy plástico que en época de lluvia está totalmente saturado de agua. Cualquier pequeño desequilibrio produce el deslizamiento de imponentes bloques de arenisca a favor de las fuertes pendientes, y junto a grandes masas arcillosas del sustrato inferior avanzan hasta el fondo de los valles. Sobre los relieves de la Unidad de Aljibe se pueden reconocer por fotogeología grandes nichos o cicatrices erosivas a partir de las cuales progresan espectaculares y caóticas coladas de soliflucción.

En esta Hoja merecen especial consideración los grandes deslizamientos del Puerto del Bujeo.

2.3.2.11 *Limos, arenas y cantos. Conos de deyección (36). Holoceno*

No son muy frecuentes, al menos los de una cierta consideración, y se desarrollan en las

salidas de algunos valles montañosos a alguno de los cursos colectores principales.

La naturaleza de estos depósitos depende de las áreas fuente. Por lo general son conglomeráticos, con cantos acordes con el espectro litológico de la región, y de matriz arcillosa.

2.3.2.12. Arcillas, arenas y cantos. Derrubios de ladera (37). Holoceno

En contra de lo que cabría esperar dado lo accidentado del relieve, los derrubios de ladera ocupan un plano secundario entre las formaciones superficiales de la Hoja. Esta circunstancia se debe a que los procesos de degradación y modelado del relieve se realizan fundamentalmente por soliflucción. Proliferan sobre todo en las sierras formadas por Areniscas del Aljibe que originan coluviones donde predominan los clastos sobre la matriz que suele ser arcillo-margosa. Sobre la Unidad de Algeciras se instalan derrubios fundamentalmente arcillosos.

3 . TECTÓNICA

3.1. INTRODUCCIÓN

La Hoja queda englobada en el sector occidental de las llamadas Zonas Externas de las Cordilleras Béticas que comprenden Penibético, Subbético y los Flysch del Campo de Gibraltar. De estas tres últimas grandes divisiones tan sólo las dos últimas afloran en esta Hoja, es decir:

- Subbético (Unidad de los Pastores) .
- Unidades Alóctonas del Campo de Gibraltar.

Como el concepto Unidad lleva implícita a la vez que razones de índole litoestratigráfico, razones de orden estructural en este capítulo se utilizará similar sistematización a la empleada en el apartado anterior. Se estudiará la estructura interna, por un lado subbético y por otro, de cada una de las distintas unidades diferenciadas en el dominio del Flysch del Campo de Gibraltar. En segundo lugar se procederá al análisis de las relaciones entre ellas.

También se considerará un último capítulo en el que se incluirán todos aquellos terrenos recientes, es decir, los sedimentos Mio-Pliocenos y las formaciones superficiales cuaternarias. A pesar de su edad, posterior a las grandes etapas paroxismales de Las Béticas, estos materiales han sido o están siendo afectados por manifestaciones posteriores.

3.2. DEFORMACIONES PAROXISMALES

3.2.1. Subbético

3.2.1.1. Unidad de los pastores

Esta Unidad aparece en un único afloramiento aislado en el Flysch. Por lo general presenta una estructura monoclinial invertida, casi subvertical, con buzamientos siempre superiores a los 60°, que está frecuentemente afectada en su periferia por cabeceos de ladera. El afloramiento se encuentra compartimentado por varias fracturas una de las cuales, con dirección meridiana, puede interpretarse como inversa. Esta se sitúa hacia la base del gran banco calcáreo liásico laminando parte de la serie infrayacente.

Se pueden apreciar dos niveles tectónicos diferentes. Por un lado el Trías y la barra carbonatada del Lías, y por otro las calizas nodulosas y las alternancias margo calcáreas del Jurásico y Cretácico Inferior. En los primeros, salvo fracturas y pequeños despegues locales no se aprecian mayores deformaciones. En los segundos es diferente pues las alternancias e incluso el potente banco de calizas nodulosas están afectados por una esquistosidad de fractura. En los niveles más plásticos se desarrollan pliegues en acordeón con vergencia hacia el Oeste. Es muy probable que todo deba relacionarse con la competencia, posición y despegue del gran paquete de calizas liásica y su movimiento a lo largo de la anteriormente citada falla inversa.

Tal y como ya señaló DIDON (1969), en un radio de unos kilómetros a este afloramiento, se encuentran desperdigados restos de calizas jurásicas o neocomienses entre el Flysch. Estos pequeños afloramientos que se presentan aislados no presentan con el Flysch un tipo de relación clara.

3.2.2. Complejo del Campo de Gibraltar

3.2.2.1. *Unidad de Algeciras*

Esta unidad presenta una estructura muy compleja, a veces caótica y sin disposición aparente, que es siempre muy difícil de determinar tanto por observaciones sobre el terreno como por fotogeología.

Se suele disponer en compartimentos más o menos individualizados con series casi siempre invertidas y con unos buzamientos generales al NO cuyos valores oscilan entre los 40 y 60°. Series con estratificación normal sólo se aprecian en casos contados. Estas pequeñas unidades tectónicas contienen a veces, apretadas estructuras sinclinales o anticlinales con vergencia al SE que, por la disposición general de las series, se traducen en sinformas o antiformas, mucho más frecuentes estas últimas. Entre ellas cabe destacar el sinclinal de la Punta del Acebuche y la antiforma de Punta Carnero. Esta estructura de serie estratigráfica invertida es un pliegue asimétrico con vergencia al E y con eje de dirección aproximada NO-SE y algo arqueado.

Los contactos entre estos bloques estructurales, que en ocasiones parecen de bastante ángulo, son cartográficamente líneas bastante arqueadas. Basándose en observaciones estructurales puntuales se pueden interpretar como escamas de bajo ángulo. La verticalidad que se aprecia en algunos contactos es muy posiblemente forzada y en relación con el arqueamiento de su traza. Es muy importante destacar también, que sobre las deformaciones descritas se superponen otras mayores. Estas se insinúan levemente, dibujando pliegues con ejes deformados de idéntica estructura que el señalado en Punta Carnero.

Además de estas deformaciones, toda la unidad se encuentra afectada por una intensa fracturación; cabe señalar las siguientes direcciones fundamentales: N20, N65, N90, N115 y N135.

Algunas de ellas tal vez corresponderían a desgarres. En este sentido se pueden señalar dos accidentes muy significativos: el del río de La Miel, con dirección N120 y el del Arroyo Saladillo, con dirección N100.

3.2.2.2. *Unidad del Aljibe*

Esta unidad está caracterizada por dos términos litológicos muy diferentes: a techo un paquete arenoso muy competente. A muro una serie plástica margo-arcillosa con calizas.

De esta disposición va a depender en gran parte el estilo estructural definido en esta unidad. DIDON (1969) lo define muy expresivamente. Así dice que "constituyen icebergs areniscosos flotando sobre un océano de arcillas". Aunque en nuestro caso esto no es exactamente cierto, gran parte de los contactos entre la formación areniscosa y el substrato plástico se han interpretado mecánicamente, sin embargo, y a pesar de que este contacto es casi siempre invisible por encontrarse cubierto de derrubios, las disarmonías entre una y otra formación no son muy acusadas. A media ladera de la pendiente que articula el relieve de la Unidad del Aljibe con el de la Unidad de Algeciras, aparecen afloramientos aislados de Arenisca de Aljibe. Estos afloramientos constituyen bloques deslizados de la masa areniscosa principal. En algunos casos (Cerro del Rayo) aún se conserva la cicatriz dejada por el bloque en la masa montañosa.

La masa plástica subyacente presenta una estructura irreconocible, al menos desde las perspectivas que ofrece esta escala de trabajo. No obstante en algunos sectores se aprecia existencia de series monoclinales, generalmente normales, que no ofrecen una cierta continuidad con las series areniscosas. Por otro lado en la Hoja y sobre los términos areniscosos, tan solo se reconocen series más o menos monoclinales y terminaciones de pequeños repliegues. Estas imponentes masas areniscosas que constituyen las Sierras del Algarrobo y del Bujeo, corresponden a estructuras mayores que se prolongan hacia el NE, en las Hojas adyacentes. En su terminación meridiana, comprendida en esta Hoja y en la Hoja contigua, describen una incurvación muy semejante a la que estas formaciones dibujan en la Hoja de La Línea (Cerro de La Cotilla) que ya fué descrita por DIDON (1969). Estas grandes alineaciones areniscosas forman estructuras sinclinales pinzadas, muy difíciles de reconocer en esta Hoja. Todos estos paquetes de Areniscas de Aljibe están atravesados por numerosas fracturas transversales, cuyas direcciones más frecuentes son : N30, N100, N45 y N90. También se aprecian despegues o desplomes de paquetes a favor de niveles arcillosos intercalados, que constituyen repliegues o cabeceos de ladera.

3.2.3. Relaciones entre las unidades y fases de deformación

Aislado entre las unidades del Flysch se encuentra la única aparición de Subbético de la zona. DIDON (1969) lo interpreta como un retazo de Subbético depositado en la base de las unidades alóctonas del Campo de Gibraltar, y fijado en la serie de Almarchal. Sin embargo, como esta unidad citada por DIDON no ha sido identificada, la relación se establece directamente con la Unidad de Algeciras .

Por otro lado, el afloramiento que no es único, pues existen pequeñas y numerosas apariciones dispersas en un radio cercano, es alargado y de límites rectilíneos y sigue el arqueamiento general de las estructuras que la Unidad de Algeciras presenta en Punta de Sanz García. Ante este hecho cabe una segunda interpretación, que sería la de considerar el emplazamiento de la Unidad de Los Pastores contemporáneo al emplazamiento del Flysch. El bloque subbético englobado en el dominio estructural de Algeciras habría sido arrancado y arrastrado por la base de la unidad en el desplazamiento de la misma hasta la posición actual.

Es generalizada la idea de que la Unidad del Aljibe se superpone a la Unidad de Algeciras. La primera de ellas reposa sobre la segunda según una superficie general muy plana. Aunque a escala regional este hecho parece evidente, en detalle, las relaciones entre ambas unidades son siempre complejas y difíciles de determinar. A las complicaciones surgidas de la propia arquitectura estructural, tanto por su emplazamiento como por las deformaciones posteriores, hay que unir las derivadas de su litoestratigrafía. Estas vienen motivadas por la dificultad de

identificación de algunas facies que presentan características muy comunes, sobre todo entre la Formación Benaiza y los términos basales de la Unidad de Algeciras.

El conjunto estructural de los Flysch se subdivide en dos dominios estructurales bien diferenciados, el correspondiente a la Unidad del Aljibe y el correspondiente a la Unidad de Algeciras. En ambos se reconocen rasgos estructurales que pueden ser identificados con su propio emplazamiento. Son características del primero de ellos, su disposición en sucesivas escamas o pliegues-falla con vergencia general al NO, y la mecanización de los contactos entre el término superior e inferior. En el segundo cabe destacar la compartimentación en bloques, la existencia de un plegamiento apretado, a veces, y con tendencia a ser isoclinal, y la inversión de las series con buzamiento general al O. En general este dominio presenta, a pesar de la dificultad de observación, una estructura organizada.

También existen otros rasgos estructurales que necesariamente deben ser interpretados como consecuencia de deformaciones posteriores. En la Unidad del Aljibe destaca sobre todo el trazado curvilíneo de las escamas y de los pliegues asociados a ellas. Otro rasgo notable lo constituye la densa red de fractura transversal e íntimamente ligada a la deformación anterior. DIDON (1973) interpreta estos hechos como consecuencia de una etapa de compresión N-S que va acompañada por una accidentación transversal con desgarres dextros profundos.

En la Unidad de Algeciras esta etapa de compresión es también muy clara. Curvaturas sigmoides semejantes a la del Puerto de Cotilla (Hoja de La Línea de la Concepción) y fracturas transversas asociadas son muy frecuentes en esta unidad. Este esfuerzo compresivo póstumo origina la curvatura de los contactos iniciales (mecanizados o no) y el rejuego como fallas inversas de antiguas líneas de despegue mecánico. En el dominio de la Unidad del Aljibe ocasiona, en unos casos la reactivación del juego de escamas, y en otros, el retorcimiento de estos accidentes que los elevan hasta la vertical, invirtiendo los planos de los mismos.

En síntesis la evolución tectónica de esta gran etapa paroxismal queda como sigue:

1. Emplazamiento de la Unidad de los Pastores. En el caso de admitir la segunda de las hipótesis propuestas anteriormente, esta ubicación sería coetánea a la de la Unidad de Algeciras.
2. Emplazamiento por tectónica gravitacional de las Unidades Alóctonas del Flysch.
 - Emplazamiento de la Unidad de Algeciras.
 - Emplazamiento de la Unidad del Aljibe. Esta sobrepasa a la anterior y se instala en zonas más periféricas.
3. Etapa de compresión. Con ella se producen importantes desgarres dextrales que deforman la disposición estructural consecuencia del emplazamiento.

3.3. DEFORMACIONES POSTOROGÉNICAS

Con posterioridad al emplazamiento y deformación de las grandes unidades alóctonas del Campo de Gibraltar existen movimientos epigénicos que quedan detectados en los sedimentos recientes, fundamentalmente a través de las deformaciones que los afectan. La actividad tectónica se traduce fundamentalmente en deformaciones de gran radio de curvatura que elevan a muchos de los sedimentos pliocenos depositados en una etapa reciente en el litoral mediterráneo, a cotas bastante considerables (Hoja 1075, La Línea de

la Concepción). En esta misma Hoja, junto a Algeciras a menos de 500 m de la costa, los afloramientos pliocenos alcanzan una cota de 95 m. En este sentido hay que indicar que durante el Plioceno la Bahía de Algeciras era mucho más extensa y penetrante que en la actualidad. Las zonas ocupadas antaño por el mar hoy emergidas.

En relación con estos movimientos verticales se detectan importantes dislocaciones y basculamientos, que compartimentan el Plioceno, a favor de una red de fracturas preexistente fácilmente visible en la Hoja de La Línea de la Concepción (1075).

Una excelente prueba de estos procesos la constituyen los afloramientos del Norte de Algeciras. En este lugar los sedimentos pliocenos alcanzan 45° de buzamiento.

Durante el Cuaternario, se manifiesta la continuidad de estos procesos. Terrazas, rasas litorales, playas y otros sedimentos recientes elevados varios metros sobre su nivel de depósito original, son testigos y pruebas convincentes de ello.

4. HISTORIA GEOLÓGICA

4.1. ETAPA DE SEDIMENTACIÓN PREPAROXISMAL

El carácter alóctono de las distintas unidades aflorantes en la zona impide el establecimiento riguroso de cualquier sistema evolutivo. Por un lado se desconocen las relaciones paleogeográficas entre la posición original del pequeño afloramiento de la Unidad de Los Pastores y el Flysch. Por otro, y aunque aún se dista mucho de cualquier esquema de reconstrucción paleogeográfica, las unidades del Flysch pueden llegar a tratarse desde una perspectiva común.

Así, por un lado se hará la reconstrucción histórica del Subbético y por otro, separado, la de cada una de las unidades del Flysch, y en segundo lugar en conjunto.

4.1.1. Subbético

4.1.1.1. Unidad de los Pastores

Aunque no se dispone de datos paleontológicos es bastante probable que los depósitos detríticos basales correspondan al Trías. Son sedimentos que corresponden a un medio de transición en el que paulatinamente van progresando las influencias marinas. Durante el Lías, las condiciones ya son francamente marinas, muy próximas a la costa y caracterizadas de una alta energía.

Durante el Jurásico continua el carácter transgresivo prosperando las condiciones marinas. La localización es ya distante de la costa, en la plataforma externa próxima al talud. Similares condiciones se deducen durante el Neocomiense.

4.1.2. Complejo del Campo de Gibraltar

4.1.2.1. *Unidad de Algeciras*

En esta Hoja la sedimentación turbidítica se conoce ya en el Cretácico Superior. Esta está caracterizada por facies muy distales, localizadas en la llanura abisal. Estas condiciones perduran hasta entrado el Eoceno, en que se depositan algunas facies conglomeráticas que en alguna forma son indicativas, por un lado de mayor proximidad en el aparato turbidítico, y por otro de una corta inestabilidad tectónica. Sin embargo durante el Bartoniense se dan otra vez facies distales, característica que se acentúa durante el tránsito Eoceno-Oligoceno. Durante este último piso es cuando se producen las mayores acumulaciones de sedimentos de toda la etapa turbidítica, probablemente consecuencia del acentuamiento de la inestabilidad. Por lo general corresponden a facies algo más proximales que las anteriores.

4.1.2.2. *Unidad del Aljibe*

Como en la unidad anterior parece que se han identificado turbiditas cuya edad se estima en Cretácico Superior (DIDON, 1969). Estas condiciones que corresponden a facies muy distales pueden prolongarse hasta el Oligoceno. Sin embargo en otras zonas alternan con otras facies turbidíticas menos distales (parte externa del abanico).

Ya durante el Oligoceno se produce un gran cambio en la sedimentación, pues desaparecen los aportes calcáreos. Se mantienen las características turbidíticas aunque éstas de naturaleza areniscosa y con ubicación más proximal en la zona media o interna del abanico (PENDON, 1978). Como su equivalente litológica y cronológica de la Unidad de Algeciras, esta etapa es un claro síntoma del aumento de la inestabilidad.

4.1.2.3. *Aspectos de conjunto. Evolución sedimentaria del flysch*

A priori es deducible que cada una de las distintas unidades se componen de dos términos fundamentales: uno inferior arcillo-calcáreo y otro superior arenoso. Uno y otro son isocronos y probablemente correlacionables con los respectivos términos de las otras unidades. Uno y otro se suceden en el tiempo y tienen distinta área de aporte, calcárea el inferior, y plutónica o metamórfica el superior. Entra pues dentro de lo posible que la compleja sistematización cartográfica del Flysch del Campo de Gibraltar puede reducirse en su origen a un simple esquema paleogeográfico en el que tendrán cabida dos únicos abanicos turbidíticos fundamentales superpuestos en el espacio y en el tiempo. El primero abarcaría la sedimentación de la etapa comprendida entre el Cretácico Superior y el Oligoceno y el Segundo a gran parte del Oligoceno y Mioceno inferior.

Sin embargo no todo es tan simple. Mientras que DIDON (1969) es partidario de la existencia de una única cuenca durante todo el proceso turbidítico, PENDÓN (1978) opina que el problema es más complejo. Las diferencias paleogeográficas que este autor encuentra entre las Areniscas de Aljibe y el resto de los Flyschs Oligocenos le llevan a considerar en esta época dos ambientes sedimentarios diferentes. En este sentido es de interés señalar la insistencia de este autor en la problemática del origen del cuarzo de los sedimentos numídicos (Areniscas del Aljibe).

La evolución del dominio sedimentario del Flysch se podría sintetizar así:

- Aunque en la Hoja los sedimentos tipo Flysch más antiguos se atribuyen al Cretácico Superior, DIDON (1969) estima que este dominio se individualizaría en el Berriasiense o quizás en el Titónico Superior.
- Desde el Cretácico superior hasta el Eoceno Inferior predominan las facies turbidíticas calcáreas muy distales. En el Paleoceno son características las calizas con *Microcodium* presentes en otras Hojas (JIMENA DE LA FRONTERA, 1071).
- Durante el Eoceno inferior y medio el hallazgo de facies conglomeráticas es indicativo de la presencia de fenómenos orogénicos próximos. No obstante son apariciones muy localizadas y continúa el predominio de una sedimentación turbidítica distal (abanico externo).
- Durante el Eoceno superior (Bartoniense) las condiciones señaladas en el último párrafo se generalizan. Los depósitos son ahora más finos.
- El tránsito Eoceno-Oligoceno es de sedimentación muy fina. La coloración roja violácea de estos hace pensar en una herencia permo-triásica (DIDON, 1969), una vez que el tramo calcáreo del resto del Mesozoico hubiera desaparecido. Son facies de llanura submarina.

El Oligoceno marca el comienzo de una nueva etapa. Se producen grandes acumulaciones de sedimentos, depositados como facies turbidíticas más proximales, que en opinión de algunos (PENDON) se realizan en ambientes y con procedencia distintas: el área de aportes es ahora cratónica y la estabilidad tectónica va en aumento.

4.2. ETAPA PAROXISMAL

En el Aquitaniense inferior-Mioceno medio se desarrolla un gran periodo paroxismal. Las placas africana e ibérica colisionan y en consecuencia se produce la expulsión de los materiales alóctonos que forman mantos sucesivos por deslizamientos de gravedad. Se instala primero, todo el dominio de la Unidad de Algeciras y a continuación sobreviene el emplazamiento de las unidades numídicas del Aljibe que cubren y sobrepasan a gran parte de la unidad anterior hasta su localización periférica definitiva.

Con anterioridad habría que referirse al problema del emplazamiento del subbético de la Unidad de Los Pastores. Se podrían imaginar dos hipótesis:

- Emplazamiento anterior al de las unidades del flysch.
- Emplazamiento coetáneo con las unidades. Esta hipótesis supone su arrastre en bloque pinzado en la base del deslizamiento de la Unidad de Algeciras.

BOURGOIS (1977) establece la gran etapa geodinámica de génesis del Arco de Gibraltar según dos tiempos. El primero, que llama la hispanización de los flysch rifeños, lo sitúa durante el Burdigaliense. Es el momento de emplazamiento de las unidades alóctonas. El segundo, durante el Helveciense y Tortoniense corresponde a la compresión del conjunto anteriormente formado como consecuencia del empuje del bloque de las Zonas Internas que deriva hacia el Sud-oeste a lo largo del accidente de transformación Nekor-Chella bank. En este sentido hay que achacar muchas de las modificaciones de la estructura original del

emplazamiento de los flysch, en consecuencia de esta etapa. Por una parte, el emplazamiento definitivo, por simple deslizamiento de la Unidad del Aljibe es posible que se prolongará aún durante bastante tiempo (CHAUVE, 1967). Por otro lado ciertos rasgos estructurales, como son el arqueamiento de estructuras y su fracturación asociada, hay que ligarlos a esta etapa. DIDON (1973) los interpreta consecuencia de una accidentación transversal con desgarres dextros más o menos profundos que acompaña a unos esfuerzos de compresión de dirección N-S.

4.3. ETAPA POSTPAROXISMAL

La última etapa se caracteriza tectónicamente por deformaciones poco importantes que se producen con posterioridad al importante período de sedimentación litoral que caracteriza al Plioceno. Durante este período de tiempo la configuración paleogeográfica de la zona era muy semejante a la actual. Deformaciones de gran radio de curvatura elevan la región paulatinamente. Emergidos gran parte de los sedimentos Mio-Pliocenos estos quedan arrasados, originándose sobre ellos una karstificación. Esta superficie es nuevamente cubierta por nuevos sedimentos de ambiente fluvio-marino.

A continuación se reinstauran los movimientos epirogénicos que tienden a levantar la comarca hasta las cotas actuales.

5. GEOLOGÍA ECONÓMICA

5.1. RECURSOS MINERALES

5.1.1. Rocas industriales

La actividad de explotación de rocas industriales de la Hoja está limitada a la extracción de arcillas, arenas, areniscas, calizas y dolomías.

Los materiales finos de la Unidad de Algeciras son utilizados en algunos puntos para la extracción de arcillas que son utilizadas exclusivamente para la industria cerámica (ladrillería). Las principales explotaciones se sitúan en Los Pastores y junto al cementerio de Algeciras.

La explotación de arenas se localiza fundamentalmente en las formaciones arenosas del Plioceno.

Las areniscas que se extraen del Flysch margo-arenoso de la Unidad de Algeciras y sobre todo de la Arenisca de Aljibe, se utilizan en la industria de la construcción a veces como piedra ornamental. Las canteras más importantes, hoy abandonadas, se localizan al oeste de Algeciras en el Cerro del Rayo y la Sierra del Algarrobo.

Las explotaciones de calizas proporcionan materia prima para industrias de la construcción, áridos, rocas ornamentales y aglomerantes (cales) principalmente. Estas canteras que se localizan sobre el flysch margo-calcáreo de la Unidad de Algeciras, están casi todas inactivas.

La más importante explotación de la Hoja se localiza sobre la aparición subbética de Los Pastores, donde se extraen las dolomías del Lías. Existen dos frentes de explotación siendo el abierto en la mitad sur del afloramiento el que continúa en actividad. Toda la producción se utiliza como áridos para hormigón, y de carretera.

5.1.2. Minería

En el dominio del Flysch del Campo de Gibraltar, al que pertenece esta Hoja, las mineralizaciones favorables para albergar importantes acuíferos. En consecuencia la actividad minera es nula.

5.2. HIDROGEOLOGÍA

A pesar de la elevada pluviometría, la Hoja en su conjunto no presenta características demasiado favorables para albergar importantes acuíferos. Desde una perspectiva hidrogeológica esta puede dividirse en tres unidades fundamentales.

La primera de ellas corresponde a un conjunto basal constituido por la Unidad de Algeciras y el término inferior arcillo-calcáreo de la Unidad del Aljibe. De una manera global puede considerarse como impermeable y sin grandes posibilidades de contener acuíferos de consideración. Localmente el flysch arenoso oligoceno de la Unidad de Algeciras constituye zonas de permeabilidad relativamente buenas aunque sin grandes posibilidades en cuanto a acuífero se refiere.

Otra unidad hidrogeológica queda constituida por la Arenisca del Aljibe, el término superior de dicha Unidad. Estas tienen una permeabilidad relativamente buena por percolación y fracturación. Su enérgico relieve así como su posición estructural sobre el término basal impermeable, condicionan su drenaje que es excelente. En este sentido hay que señalar que la mayor proliferación de fuentes de la Hoja se sitúan precisamente en la base de esta formación arenosa. Por las circunstancias anteriores y por las especiales características litoestratigráficas (tipo flysch) que motivan la alternante aparición de cuerpos permeables e impermeables no son de esperar acuíferos importantes.

La tercera unidad hidrogeológica la constituyen los sedimentos arenosos del Plioceno. En general presentan una alta permeabilidad por percolación y buena escorrentía lo que hace que su drenaje sea bueno y profundo. Por ello y aunque pueden existir acuíferos locales de poca importancia, las posibilidades de volúmenes considerables de recursos acuíferos son prácticamente nulas.

En síntesis cabe destacar tres unidades hidrogeológicas, una basal impermeable y dos superiores permeables. Esta disposición estructural, dadas las condiciones de relieve de la Hoja, es idónea para que se den condiciones de drenaje excelentes disminuyendo así la posibilidad de existencia de buenos acuíferos.

6. BIBLIOGRAFÍA

- BOURGOIS, J. (1971). "Etude geologique du Corridor de Boyar et de ses abords (Andalousie, Espagne)". *Thèse 3e cycle. Fac. Sc. Paris.* 205 p.
- BOURGOIS, J. (1977). "D'une étape geodynamique majeure dans la genèse de l'arc de Gibraltar: L'hispanisation des flyschs rifains au Miocene inférieur". *Bull. Soc. Geol. France.* (7), t. XIX, nº 5, p. 1117-1119.
- CANO, F. Y TORRES, R. (1981). "Hoja Geológica 1:50.000, núm. 1071 (Jimena de la Frontera)". *IGME.*
- CHAUVE, P. (1976). "Etude geologique du Nord de la province de Cádiz (Espagne meridionale)". *Mem. Inst. Geol. y Min. Esp., t. LXIX,* 377 p.
- DIDON, J. (1966). "Styles tectoniques de l'Unité de l'Aljibe au Nord du Détroit de Gibraltar (Espagne meridionale)". *B.S.G.F., (7), t. VIII,* p. 521-526.
- DIDON, J. (1969). "Etude geologique du Campo de Gibraltar (Espagne meridionale)". *Thèse. Fac. Sc. Paris.,* 539 p.
- DIDON, J. (1973). "Accidents transverses et conlissages longitudinaux dextres dans la partie N de l'arc de Gibraltar (Cordillères bétiques occidentales. Espagne)". *B.S.G.F. (7) XV, nº 2,* p. 121-127.
- GAVALA, J. (1916). "Regiones petrolíferas de Andalucía". *Bol. Inst. Geol. Min. España.* 51, p. 3-35.
- GAVALA, J. (1924). "Mapa geológico de la provincia de Cádiz". *Inst. Geol. y Min. España.*
- GENTIL, L. (1918). "Sur l'existence de grandes nappes de recouvrement dans la province de Cadix (Espagne meridionale)". *C.R. Acad. Sc. Paris.* 166, p. 1003-1005.
- IGME (1969). "Estudio geológico del Campo de Gibraltar". *Dto. Estudios Geológicos . IGME.*
- MARTÍN-SERRANO, A. Y PILES, E. (1981). "Hoja geológica 1:50.000 núm. 1075 (La Línea de la Concepción)". *IGME*
- MUTTI, E. (1979). "Turbidites et cones sousmarins profonds". *Inst. de Geol. de l'université de Fribourg/Suisse.* p. 353-419.
- PENDÓN, J.G. (1978). "Sedimentación turbidítica en las Unidades del Campo de Gibraltar". *Tesis Fac. Cienc. Univ. Granada.* 261 p.
- PENDÓN, J.G. (1977). "Diferentes tipos de trazas orgánicas existentes en las turbiditas del Campo de Gibraltar". *Est. Geol.,* 33. p. 23-33.
- ROBAUX, A. (1935). "Sur la presence de Cretacé superieur a la base de la serie du Flysch du Sud de la Province de Cadix". *C.R. Acad. Sci . Paris,* 200, 478.