

ESTUDIO GEOLOGICO DEL CAMPO  
DE GIBRALTAR

Realizado

Por el Instituto Geológico y Minero de España  
Con la colaboración de J. Didon •

# I N D I C E

|  | <u>Pags.</u> |
|--|--------------|
| 1. <u>INTRODUCCION</u> .....   | 1            |
| 1.1. <u>GENERALIDADES</u> .....  | 1            |
| 1.1.1. EL METODO DE TRABAJO .....  | 2            |
| 1.1.2. DOCUMENTACION .....   | 3            |
| a) <u>Memoria y Laboratorios</u> .....                                       | 3            |
| b) <u>Fotografías y planos</u> .....   | 4            |
| 1.2. <u>AGRADECIMIENTOS</u> .....  | 5            |
| 1.3. <u>CRITERIOS UTILIZADOS PARA LA REDAC-<br/>CION DE LA MEMORIA</u> ..... | 5            |
| 1.4. <u>ENCUADRE GEOLOGICO REGIONAL Y RASGOS<br/>GENERALES</u> .....         | 6            |
| 1.4.1. <u>ESTRATIGRAFIA</u> .....  | 7            |
| 1.4.1.1. <u>Unidades anteorogénicas</u> .....                                | 7            |
| 1.4.1.1.1. Unidad del Aljibe .....   | 7            |
| 1.4.1.1.2. Unidad de Algeciras .....   | 8            |
| 1.4.1.1.3. Unidad de Nogales .....   | 8            |
| 1.4.1.1.4. Unidad de Almarchal .....   | 8            |
| 1.4.1.1.5. Subbético .....   | 9            |
| 1.4.1.2. <u>Los terrenos postorogénicos</u> .....                            | 9            |
| 1.4.1.2.1. Mioceno .....   | 9            |
| 1.4.1.2.2. Plioceno .....  | 9            |
| 1.4.1.2.3. Cuaternario .....   | 9            |
| 1.4.2. <u>TECTONICA</u> .....  | 10           |

|  | <u>Págs.</u> |
|--|--------------|
| 1.4.2.1. <u>Unidades anteorogénicas</u> .....                      | 10           |
| 1.4.2.1.1. El substrato Subbético .....                            | 10           |
| 1.4.2.1.2. La unidad paraautóctona de Almarchal..                  | 10           |
| 1.4.2.1.3. El conjunto de unidades alóctonas del --<br>Flysch..... | 11           |
| 1.4.2.2. <u>Terrenos postorogénicos</u> .....                      | 12           |
| 1.4.3. HISTORIA GEOLOGICA .....                                    | 12           |
| 1.5. <u>BIBLIOGRAFIA</u> .....                                     | 12           |
| 2. <u>ESTRATIGRAFIA E HISTORIA SEDIMENTARIA</u> ....               | 14           |
| 2.1. <u>GENERALIDADES</u> .....                                    | 14           |
| 2.2. <u>LAS UNIDADES ANTEOROGENICAS</u> .....                      | 15           |
| 2.2.1. LA UNIDAD SUBBETICA .....                                   | 16           |
| 2.2.1.1. <u>Trías</u> .....  | 17           |
| 2.2.1.2. <u>Lías</u> .....   | 18           |
| 2.2.1.3. <u>Jurásico superior</u> .....                            | 20           |
| 2.2.1.4. <u>Cretáceo inferior</u> .....                            | 21           |
| 2.2.1.5. <u>Resumen</u> .....                                      | 21           |
| 2.2.2. LA UNIDAD DE ALMARCHAL .....                                | 23           |
| 2.2.3. LAS UNIDADES DEL FLYSCH .....                               | 24           |
| 2.2.3.1. <u>Unidad de Algeciras</u> .....                          | 26           |
| 2.2.3.1.1. Facies del Flysch senonense .....                       | 26           |
| 2.2.3.1.2. Facies margosa .....                                    | 27           |
| 2.2.3.1.3. Facies del Flysch de Algeciras .....                    | 29           |
| 2.2.3.1.4. Resumen   |              |
| 2.2.3.2. <u>Unidad de Nogales</u> .....                            | 33           |
| 2.2.3.3. <u>Unidad del Aljibe</u> .....                            | 35           |

|  | <u>Págs.</u> |
|--|--------------|
| 2.2.3.3.1. La facies arcillosa basal .....                 | 36           |
| 2.2.3.3.2. Facies de Benaiza .....                         | 37           |
| 2.2.3.3.3. Facies de las areniscas del Aljibe ....         | 38           |
| 2.2.3.3.4. Resumen .....                                   | 40           |
| <br>   |              |
| 2.3. <u>LOS TERRENOS POSTOROGENICOS</u> .....              | 41           |
| 2.3.1. MIOCENO SUPERIOR .....                              | 41           |
| 2.3.2. PLIOCENO .....                                      | 42           |
| 2.3.2.1. <u>La unidad arenosa inferior</u> .....           | 42           |
| 2.3.2.2. <u>La unidad superior carbonatada</u> .....       | 44           |
| 2.3.3. CUATERNARIO .....                                   | 44           |
| <br>   |              |
| 3. <u>TECTONICA</u> .....                                  | 46           |
| 3.1. <u>GENERALIDADES</u> .....                            | 46           |
| 3.2. <u>LAS UNIDADES ANTEOROGENICAS</u> .....              | 47           |
| 3.2.1. SUBBETICO .....                                     | 47           |
| 3.2.2. UNIDAD DE ALGECIRAS .....                           | 48           |
| 3.2.3. UNIDAD DE NOGALES .....                             | 48           |
| 3.2.4. UNIDAD DEL ALJIBE .....                             | 49           |
| 3.2.4.1. <u>Areniscas del Aljibe</u> .....                 | 50           |
| 3.2.4.2. <u>Facies de Benaiza y arcillas basales</u> ..... | 51           |
| 3.3. <u>TERRENOS POSTTECTONICOS</u> .....                  | 51           |
| 3.4. <u>EVOLUCION TECTONICA</u> .....                      | 52           |
| 3.4.1. LA ETAPA OROGENICA .....                            | 52           |
| 3.4.1.1. <u>Primera fase</u> .....                         | 53           |
| 3.4.1.2. <u>Segunda fase</u> .....                         | 54           |
| 3.4.2. LA ETAPA POSTOROGENICA .....                        | 55           |

|  | <u>Págs.</u> |
|--|--------------|
| 4. <u>GEOLOGIA APLICADA</u> .....                                | 56           |
| 4.1. <u>AGUAS SÚBTERRANEAS</u> .....                             | 56           |
| 4.1.1. SECTOR DE ALGECIRAS .....                                 | 57           |
| 4.1.1.1. <u>Unidad impermeable</u> .....                         | 57           |
| 4.1.1.2. <u>Unidad de las areniscas del Aljibe</u> .....         | 57           |
| 4.1.1.3. <u>Unidad del Cuaternario</u> .....                     | 57           |
| 4.1.1.4. <u>Resumen</u> .....                                    | 58           |
| 4.1.2. SECTOR DE CASTELLAR .....                                 | 58           |
| 4.1.3. SECTOR DE LOS BARRIOS Y VALLE DEL -<br>GUADARRANQUE ..... | 58           |
| 4.1.4. SECTOR ORIENTAL .....                                     | 59           |
| 4.1.5. CONCLUSIONES .....  | 59           |
| 4.2. <u>MATERIALES CANTERABLES</u> .....                         | 60           |
| 4.2.1. ARCILLAS .....  | 60           |
| 4.2.2. CALIZAS .....   | 60           |
| 4.2.3. ARENAS.....   | 61           |
| LABORATORIOS .....   | 62           |
| <u>INTRODUCCION</u> .....  | 62           |
| <u>INFORME DE SEDIMENTOLOGIA</u> .....                           | 63           |
| <u>Subbético</u> .....   | 63           |
| <u>Unidad de Almarchal</u> .....                                 | 64           |
| <u>Unidad de Algeciras</u> .....                                 | 65           |
| <u>Unidad de Nogales</u> .....                                   | 70           |
| <u>Unidad del Aljibe</u> .....                                   | 72           |
| <u>Mioceno</u> .....   | 76           |
| <u>Plioceno</u> .....  | 77           |

|   |     |
|---|-----|
| DESCRIPCION DE MUESTRAS ESTUDIADAS SEDIMENTOLOGICAMENTE ..... | 80  |
| INFORME DE MICROPALAEONTOLOGIA .....                          | 109 |
| <u>Unidad de Almarchal</u> .....                              | 109 |
| <u>Unidad de Algeciras</u> .....                              | 110 |
| <u>Unidad de Nogales</u> .....                                | 116 |
| <u>Unidad de Benaiza</u> .....                                | 117 |
| <u>Unidad del Aljibe</u> .....                                | 119 |
| <u>Sedimentos miopliocénicos</u> .....                        | 120 |
| DESCRIPCION MICROPALAEONTOLOGICA DE MUESTRAS                  | 122 |

## 1. INTRODUCCION

### 1.1. GENERALIDADES

El Departamento de Geología y Fotogeología del Instituto Geológico y Minero de España, manteniendo el criterio de que, sin menospreciar lo más mínimo el carácter científico y de investigación, de sus estudios, se encaminen estos primeramente hacia -- aquellas regiones en las que se prevea una rentabilidad inmediata para la economía del país, propuso en Enero de 1.968 al Estado, el interés que existía en hacer un estudio geológico y fotogeológico del área del Campo de Gibraltar; zona con numerosos y variados problemas, para los que puede ser solución un estudio geológico -- detallado.

El interés que el Plan de Desarrollo Económico y Social ha dedicado al Area del Campo de Gibraltar, está produciendo en dicha comarca un creciente desarrollo industrial y turístico y, como consecuencia, demográfico.

Todo ello da lugar al planteamiento de un sin fin de problemas, de los cuales algunos estan ligados a las características geográficas y geológicas del terreno y, es necesario, para su resolución llegar a un conocimiento profundo del suelo y subsuelo de la región. Por ello, el levantamiento de una cartografía geológica detallada de la zona es fundamental para ulteriores estudios de aplicación.

Este estudio servirá de base, y ya está sirviendo hoy, - para resolver problemas de necesidades de aguas, condiciones de cimentación y acondicionamiento del terreno bien sea para construcciones industriales o urbanismo, fijación de dunas, ubicación e investigación de canteras para materiales de construcción y otros -- usos, elección del trazado mas favorable para futuras autopistas y carreteras, etc:...

El trabajo de campo y gabinete fue realizado por los geólogos D. Bernardo García Rodrigo y D. Marco Antonio Lamolda Palacios.

Se utilizaron los mapas topográficos publicados por el Instituto Geográfico y Catastral, para la cartografía geológica definitiva y construcción de cortes estructurales.

#### 1.1.1. El método de trabajo.

El hecho de hallarnos, felizmente, ante una cartografía geológica levantada a escala 1:50.000 por el geólogo M. Jean Didon, ha facilitado enormemente nuestro trabajo.

Como consecuencia, nuestra labor se ha dirigido especialmente a hacer un estudio, lo más detallado posible de la litología de la zona, por considerar que esto podrá facilitar enormemente las investigaciones posteriores de aplicación. Con tal objeto se estableció el plan de trabajo que a continuación se expone:

- 1.- Trabajos de campo. Se llevaron a cabo cortes geológicos, que representan otras tantas columnas estratigráficas con un total de unos 1.740 mts. de potencia. Se realizó una recogida de muestras sistemática en cada cambio litológico importante, midiéndose asimismo de un modo aproximado las potencias. Asimismo se



realizaron itinerarios para cartografía geológica con recogida de muestras. En total se recogieron 523 - muestras, las cuales fueron situadas sobre fotogra- fía aérea, y sometidas a una primera descripción de campo.

2.- Trabajos de Laboratorio. Se prepararon las mues- tras en levigados y en láminas delgadas para su ul- terior estudio. Se llevó a cabo un primer estudio de Micropaleontología. En él se determinaron las faunas y se suministró una cronología. A continuación se - llevó a cabo el estudio petrológico de las muestras en lámina delgada.

3.- Trabajos de Gabinete. Con los datos obtenidos de los distintos laboratorios se procedió a la construcción de las columnas estratigráficas, correspondientes a los - itinerarios de campo.

Por último, se redactó la Memoria, la cual consta de documentación siguiente:

#### 1.1.2. Documentación

Este informe comprende los siguientes documentos:

- a) Memoria y estudios de muestras en laboratorios.
- b) Fotografías y planos.

A continuación daremos una somera explicación de cada -- uno de estos documentos.

##### a) Memoria y Laboratorios

Se ha redactado, evitando en todo lo posible las descripcio

nes prolijas y atendiendo especialmente a la claridad y concisión.

Para facilitar la lectura y comprensión de lo escrito se hace constantemente referencia a planos, muestras y fotografías, -- así como a esquemas intercalados en la misma.

Los capítulos de esta memoria quedan condensados en el índice que antecede.

Los estudios de los laboratorios de Micropaleontología y Sedimentología, van acompañados de una introducción, donde se detallan las características de estos informes.

#### b) Fotografías y Planos

En este documento van reunidas las fotografías de campo y laboratorio y los planos.

Las fotografías de laboratorio están separadas en dos grupos: Micropaleontología y Sedimentología.

Los planos se indican con un índice.

La geología se ha representado a escala 1:50.000 en dos Hojas que comprende el estudio. Esta dibujada sobre un fondo topográfico, tomado de los mapas del Instituto Geográfico y Catastral, -- con curvas de nivel cada 100 metros. A partir de dicha cartografía también se han representado poblaciones, ríos, arroyos y vías de comunicación principales.

Complementan dichos planos un corte estructural interpretativo a escala 1:50.000 y cinco columnas estratigráficas.

Como complemento de los documentos a, b, y sobre base geológica y topográfica somera (poblaciones y vías de comunicación) a la que va superpuesta una cuadrícula indicadora, se han situado:

- 1.- Muestras tomadas en el campo y que vienen descritas en el documento a).

en la evolución paleogeográfica, por lo que debe ser incluido en la historia de esta evolución.

En el caso que nos ocupa, y dadas las especiales características tectónicas de las unidades alóctonas que cubren prácticamente toda el área estudiada, no es procedente la utilización de ninguno de los dos criterios antes expuestos. Por otra parte, la mecánica de depósito debida en general a corrientes de turbidez, hace inviable un análisis de la evolución paleogeográfica. Así pues el método expositivo de la presente memoria, se apoyará necesariamente en un criterio -- basado en el análisis por separado de las distintas unidades tectoestratigráficas. Para cada una de dichas unidades se estudian los caracteres litológicos de las diferentes facies que las integran, y se intenta, a través de los procesos genéticos, una reconstrucción paleogeográfica a nivel de unidad. Este método conduce a un resumen paleogeográfico general, así como a una interpretación tectónica del mecanismo de la situación de las unidades alóctonas en el área del Campo de Gibraltar. Por último los terrenos postorogénicos, son objeto de un tratamiento aparte, habida cuenta de su papel de "relleno".

#### 1.4. ENCUADRE GEOLOGICO REGIONAL Y RASGOS GENERALES.

La zona comprendida en el presente estudio se sitúa en el extremo suroccidental de las Cordilleras Béticas, en la parte meridional del Flysch del Campo de Gibraltar.

De las Unidades distinguidas por J.DIDON (1960) se hallan representadas en esta área de trabajo las que siguen:

Terrenos anteorogénicos.

- Unidad del Aljibe
- Unidad de Algeciras
- Unidad de Nogales

- Unidad de Almarchal
- Subbético

Terrenos postorogénicos.

La descripción somera de las distintas Unidades anteorogénicas y Terrenos postorogénicos es la siguiente:

#### 1.4.1. ESTRATIGRAFIA

##### 1.4.1.1. Unidades anteorogénicas

##### 1.4.1.1.1. Unidad del Aljibe.

Se halla constituida por tres tramos de representación litológicas diferente:

a) Areniscas del Aljibe. (Gabala, 1916). Se trata de un flysch en el que los intervalos areníticos son dominantes, dispuestos en bancos potentes los cuales resaltan claramente en la topografía y se siguen fácilmente en foto aérea. En los términos lutíticos, la fracción arcillosa es poco importante en el conjunto, mientras que los limos son dominantes. La edad probable de este tramo es aquitano-burdigaliense.

b) Facies de Benaiza. (Blumenthal, 1937). Se halla constituida por arcillas y margas con intercalaciones de calizas organógenas en capas de una potencia máxima de 60 a 70 cm. Estos materiales se encuentran bajo las Areniscas del Aljibe. El contacto entre ambos tramos no siempre es claramente determinable ya que hay pasos de contactos normales a contactos mecánicos. La edad en general corresponde al Eoceno-Oligoceno, pudiendo en ocasiones llegar a la parte terminal del Cretáceo superior.

2.- Posición y en su caso orientación de las fotografías de --  
campo correspondientes al documento b).

3.- Situación de los cortes en base a los cuales se han con--  
feccionado las columnas estratigráficas.

### 1.2. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a M. Jean Didon por su valiosísima con-  
tribución.

Nuestro sincero agradecimiento a las Autoridades Civiles y  
Militares que nos han dado toda clase de facilidades para el desarro-  
llo de nuestra investigación.

### 1.3. CRITERIOS UTILIZADOS PARA LA REDACCION DE LA MEMORIA.

La idea de base en la confección de una memoria geológi-  
ca, es la de reconstruir una historia de todos los fenómenos geológi-  
cos que han afectado al área objeto de estudio; se trata por tanto de  
una historia geológica lo más completa posible. En vistas a cubrir --  
este objetivo, se establecen una serie de capítulos de tiempo los cua-  
les corresponden a divisiones o unidades cronoestratigráficas. Ilega-  
dos a este punto, se pueden adoptar dos criterios o métodos a seguir:  
el método clásico, que consiste en dividir la historia geológica en dos  
partes las cuales se superponen en el tiempo; una primera parte se -  
centra en la descripción y estudio de la Estratigrafía; la segunda se  
dedica al estudio de la Tectónica. Un segundo método que se utiliza en  
la actualidad, se basa en criterios no descriptivos sino de génesis de  
sedimentos, localización de los mismos y evolución paleogeográfica de  
la cuenca de sedimentación; el diastrofismo interviene de un modo más  
o menos directo en todos los fenómenos citados y participa asimismo -

c) Tramo basal. (Didon, 1960). Arcillas y margas rojas y verdes. La edad de estos materiales corresponde al Cretáceo superior.

#### 1.4.1.1.2. Unidad de Algeciras.

Se trata de la unidad alóctona más baja - del conjunto de unidades anteorogénicas; constituida por un flysch -- con características variables tanto en el espacio como en el tiempo, ya que el tramo inferior es calcáreo mientras que el superior se -- halla más influenciado por aportes terrígenos; asimismo las secuencias turbidíticas son poco potentes en el tramo inferior, de 20 a 30 cm., mientras que en la parte superior alcanzan hasta más de una docena de metros; los cambios laterales de facies afectan a la parte superior de la unidad, principalmente en cuanto al tamaño de grano, mayor o menor proporción del tamaño arena.

#### 1.4.1.1.3. Unidad de Nogales.

Es también un flysch, muy parecido en el relieve a las areniscas del Aljibe, pero fácilmente diferenciable de -- este porque el grano de sus intervalos de arenisca es fino y además no hay heterometría en el grano, al menos en el grado en que la -- tienen las del Aljibe. En su parte inferior hay estratos de calizas -- arcillosas de colores claros que alternan con arcillas y margas verdes.

#### 1.4.1.1.4. Unidad de Almarchal.

Está poco representada en el conjunto, además de que sus afloramientos son pequeños y aislados; se distinguen dos tramos:

El inferior es arcilloso con algunos bancos calizos, a veces dolomitizados, de colores oscuros.

El superior lo forman alternancias de calizas arcillosas de co--lores claros con margas rojizas y verdes.

#### 1.4.1.1.5. Subbético.

Además de las unidades antes citadas, -- existe una pequeña representación del Subbético en la carretera de Algeciras a Tarifa, a poca distancia de la primera localidad. Dicha unidad se considera como el substrato de todas las anteriores y dada su escasa representación es inútil pretender establecer su origen. De todos modos, el afloramiento en cuestión ha sido considerado por J. Didon como isleó tectónico dado su aspecto "extrusivo".

#### 1.4.1.2. Los terrenos postorogénicos.

Desde el punto de vista cronológico, esta unidad abarca las siguientes unidades menores:

##### 1.4.1.2.1. - Mioceno.

Representado por dos afloramientos: uno, inmediato a la carretera de Algeciras a Los Barrios; - el segundo, muy próximo al anterior hacia el norte.

##### 1.4.1.2.2. - Plioceno.

Con una importante representación en extensos afloramientos. El tramo basal lo constituyen arenas y lutitas; el superior con un par de decenas de -- metros, se halla constituido por calcilitas.

##### 1.4.1.2.3. - Cuaternario.

Se trata de afloramientos aislados de distinta naturaleza litológica. Según su edad y génesis, es posible distinguir varios tipos distintos:

- a) Terrazas en relación con el Plioceno
- b) Terrazas aluviales
- c) Aluvial
- d) Playas y dunas
- e) Derrubios

## 1.4.2. TECTONICA

### 1.4.2.1. Unidades anteorogénicas

#### 1.4.2.1.1. El substrato Subbético.

Dado el escaso valor del único afloramiento de esta unidad y las peculiares características de sus contactos con los terrenos limitantes, es prácticamente imposible establecer la significación tectónica de este pretendido substrato. Por otra parte de los -- contactos antes citados -los cuales son fallas probablemente inversas y muy verticales- se desprende el carácter "extruido" del conjunto -- del afloramiento, carácter ya puesto de manifiesto por J. Didon (1967) No se trata en ningún caso, por tanto de verdaderos isleos tectónicos sino posiblemente de un caso de "núcleos perforantes" aunque su parcial incompetencia -en cuanto al comportamiento mecánico de parte de sus materiales- imponga alguna reticencia a este respecto, toda vez que los núcleos perforantes son "núcleos duros". En todo caso estos retazos tectónicos, parecen haberse emplazado "después" de la instalación de la unidad considerada como paraautóctona de Almarchal, -- cuyos terrenos de edad senonense le rodean enteramente.

#### 1.4.2.1.2. La unidad paraautóctona de Almarchal.

El carácter paraautóctono le ha sido atribuido por J. Didon en 1967. Aunque su papel en la tectónica general no queda -- bien definido, no resulta aventurado lanzar la hipótesis de que el emplazamiento de la citada unidad, es anterior a la llegada de las unidades consideradas como genuinamente alóctonas. Tal hecho unido a la presencia de los retazos tectónicos subbéticos -el otro representante es el Peñón de Gibraltar, considerado como tal por E. Bailey-, -- presupone una actividad tectónica anterior al emplazamiento de las -- unidades alóctonas o unidades del Flysch. La valoración de la intensidad de este tectonismo, queda para el capítulo que se dedica al análisis tectónico; no obstante debe avanzarse la hipótesis que la fase --



principal de la orogenia alpina, es aquí posterior al Mesozoico y anterior al Eoceno.

#### 1.4.2.1.3. El conjunto de unidades alóctonas del Flysch.

Dicho conjunto se halla a su vez integrado por tres unidades a las que se da el nombre de:

- unidad de Algeciras
- unidad de Nogales,
- unidad del Aljibe

La característica tectónica principal, común a todas ellas es la de la aloctonía. Por otra parte, estas unidades presentan -- estructuras propias como consecuencia de su emplazamiento.

a) Unidad de Algeciras.-- Didon (1967), considera a esta unidad como la inferior de este conjunto; todas las observaciones de campo efectuadas a este respecto en el presente estudio, corroboran tal aserto.

b) Unidad de Nogales.-- Reposas sobre la unidad de Algeciras. En cuanto a sus relaciones con la unidad del Aljibe, las observaciones de campo no conducen a ningún criterio definido, ya que en el único lugar en que es observable un contacto entre ambas --extremo SE de la sierra del Arca--, la unidad de Nogales es inferior sólo topográficamente a la del Aljibe, lo cual no presupone que se haya establecido antes que esta última. Queda por tanto a dilucidar si la instalación de ambas unidades es sincrónica, o bien si la unidad del Aljibe es realmente más reciente.

c) Unidad del Aljibe.-- En principio y como mera hipótesis consideramos esta unidad como la última en emplazarse en la zona de estudio. Es interesante poner de relieve el hecho de que --entre el tramo superior de la misma --areniscas del Aljibe-- y los materiales subyacentes --facies de Benaiza-- el contacto es generalmente mecánico.

#### 1.4.2.2. Terrenos postorogénicos

En lo que se refiere a los terrenos postorogénicos, Mioceno y Plioceno, éstos han sido afectados por una última fase de descompresión con la instalación de fallas de escasa importancia y las deformaciones consiguientes.

#### 1.4.3. HISTORIA GEOLOGICA

Varios procesos de distinta naturaleza -sedimentaria, tectónica- han tenido lugar a lo largo del tiempo en la zona objeto de estudio:

- 1.- Depósito de los materiales que constituyen la unidad Subbética.
- 2.- Depósito del paraautóctono de la unidad de Almarchal.
- 3.- Fase principal de la orogenia alpina, la cual afecta a los terrenos anteriormente depositados.
- 4.- Instalación de las sucesivas unidades alóctonas -Algeciras, Nogales, Aljibe- con formación de estructuras de plegamiento como consecuencia de la traslación y emplazamiento.
- 5.- Depósito de los terrenos postorogénicos.
- 6.- Emerción finipliocena, erosión y modelado actual.

#### 1.5. BIBLIOGRAFIA

DIDON, J. (1960).- Le flysch gaditan au Nord et au Nord-Est d'Algésiras. B.S.G.F., (7), II pp.352-361.

(1960-62).- Les unités ultra-bétiques de la zone du Flysch gaditan au Nord et Nord-Est d'Algésiras (schéma tectonique et interpretation paleogéographique). In Livre à la memoire du prof. Paul Fallot, t.I. p.p.265-272. Mém. h.sér. Soc. géol. France.

(1966).- Styles tectoniques de l'Unité de l'Algibe au Nord du détroit de Gibraltar (Espagne méridionale)-- B.S.G.F., VIII, pp. 521-526, 2 fig.

(1967).- L'unité parautochtone d'Almarchal dans la zone du flysch du Campo de Gibraltar (Espagne méridionale), C.R.S.G.F., fac.5 p.201.

DURAN

DELGA M. (1959).- Existence d'un Flysch marno-gréseux du Tithonique-Néocomien au Nord de Gibraltar (Espagne méridionale), C.R.Ac.Sc.t.248, pp.2779-2781.

GAVALA

y

LABORDE (1924).- Mapa geológico de la provincia de Cadiz. Inst. Geol. y Min. España.

PERCONIG

E. (1960-62).- Sur la constitution de l'Andalousie occidentale, en particulier du Bassin du Guadalquivir (Espagne méridionale) In libre à la memoire du Prf. Fallot, t.1 - pp. 228-256, Mém.h.-sér.Soc.géol.France.

## 2.- ESTRATIGRAFIA E HISTORIA SEDIMENTARIA

### 2.1. GENERALIDADES

Los materiales que afloran en el área estudiada se hallan comprendidos en edades cuyo límite inferior corresponde al Triás, y el superior al Cuaternario. Dada la especial disposición de estos terrenos, cualquier intento de representación de una columna virtual regional resulta de todo punto imposible. Debe tenerse presente que la mayor parte de los depósitos aflorantes pertenecen a una serie de unidades alóctonas, las cuales a su vez representan tan sólo una -- parte de la columna estratigráfica local de la zona del geosinclinal -- bético en el que fueron originariamente depositadas.

De este modo, se comprende claramente la significación de una serie de hechos que de otro modo serían de muy difícil interpretación; tales hechos son entre los siguientes:

- La truncadura al muro o al techo de las secuencias, tanto en las unidades alóctonas como en las paraautóctonas.
- La diferente naturaleza litológica en unidades de la misma edad.
- Y el que constituye la consecuencia normal de la aloctonía: el apilamiento de unidades cuya cronología no guarda un orden estratigráfico.

Es por tanto forzoso que dadas estas especiales circunstancias, se deba contar en este capítulo con el papel que la tectóni-

ca ha jugado en el área que nos ocupa, al introducir en la misma unidades que si bien lo son desde el punto de vista tectónico, sin embargo también deben ser consideradas como unidades sedimentarias, dados sus caracteres litológicos. Así pues, y ya que la historia de la evolución sedimentaria, no puede referirse a un ámbito único de la cuenca geosinclinal sino a varias zonas de la misma cuyo emplazamiento nos es desconocido, se tratarán aquí las diversas unidades tectónicas como unidades -en cierto modo independientes- con especial significación sedimentaria, y sobre cada una de ellas se hará un intento de establecer una historia sedimentaria parcial.

El conjunto de los terrenos aflorantes en la zona objeto del presente estudio, queda agrupado en dos unidades tectónicas mayores:

1. Las unidades anteorogénicas
2. Los terrenos postorogénicos

Las primeras abarcan una secuencia de materiales cuya edad se halla comprendida entre el Trías y el Burdigaliense, y como su nombre indica han sido afectadas por la orogenia alpina a lo largo de la historia de la misma, de modo muy diferente. En cuanto a los terrenos postorogénicos, constituyen un material de relleno "fossilizante" sobre las estructuras alpinas y cuya edad abarca desde un Mioceno superior hasta los terrenos recientes cuaternarios.

## 2.2. LAS UNIDADES ANTEOROGENICAS

El nombre de esta unidad tectónica mayor, ya presupone un conjunto de unidades menores a las cuales se ha hecho alusión en las páginas que anteceden. No obstante se hace hincapié sobre las mismas

- Unidad Subbética
- Unidad de Almarchal
- Unidades alóctonas del Flysch, cuyo conjunto lo forman:
  - Unidad de Algeciras
  - Unidad de Nogales
  - Unidad del Aljibe

De estas unidades a la Subbética, se la supone la unidad basal de las restantes; la unidad de Almarchal es considerada como paraautóctona; y, finalmente, las restantes unidades del Flysch son todas alóctonas como ya queda indicado en el título que las engloba a todas ellas.

#### 2.2.1. LA UNIDAD SUBBÉTICA

El único afloramiento existente en la zona estudiada, se localiza en el km. 102,5 de la carretera nacional de Cadiz a Málaga, a 2,5 km. al SW de Algeciras.

A pesar de su aspecto "extrusivo" -sus contactos con los materiales circundantes se hacen por medio de fallas, probablemente inversas- es considerado en su conjunto como un girón o retazo tectónico por J. Didon; E. Bailey considera asimismo el Peñón de Gibraltar como otro retazo. Es probable que ambos afloramientos constituyan la única representación visible del substrato subbético.

El afloramiento estudiado, comporta un conjunto de unidades cronoestratigráficas -Triás, Lías, Jurásico, Neocomiense- de las cuales, dada su pequeña extensión, es difícil extraer conclusiones generales desde el punto de vista sedimentario; no obstante, se harán a continuación algunas consideraciones sin otro valor que el meramente indicativo dada la escasa representatividad de los materiales que integran dichas unidades. Los datos estratigráficos, han sido --

tomados de la memoria explicativa que J. Didon ha confeccionado para su cartografía, y de nuestros propios datos de campo.

Las edades a que corresponden los materiales que integran este afloramiento, abarcan el Triás, Lías Jurásico superior y Neocomiense.

#### 2.2.1.1. Trias

No es en absoluto segura la presencia de depósitos triásicos y aunque en la cartografía ha sido respetada su representación, no lo es sin graves reservas por nuestra parte. La litología de estos materiales se halla constituida predominantemente por arcillas y margas de color rojo, aunque también se hallan representadas las areniscas, así como dolomias y carniolas. La presencia de evaporitas entre los materiales lutíticos, hacen pensar en medios restringidos de sedimentación marina, de plataforma probablemente próximos a la costa. Tales medios son normalmente del tipo de albufera o bahía cerrada, pero habida cuenta de la universalidad de caracteres para los depósitos del Triás superior, y asimismo de las potencias importantes en las que se acumulan, es posible aquí lanzar la hipótesis de que tales materiales han sido acumulados rápidamente en la plataforma continental. La presencia de evaporitas es explicable como depósito generalmente extendido a toda el área de plataforma.

La gran cantidad de los aportes terrígenos a la cuenca de sedimentación marina, eleva el nivel de base de depósito para la fracción fina muy por encima de su límite normal, el cual se sitúa por debajo de la isobata de los 100 metros. En el caso que nos ocupa, estos materiales se reparten por toda la plataforma continental. Para que los materiales tan rápidamente sedimentados no presenten caracteres de "escombrera", con mezclas importantes de elementos terrígenos de tamaños de grano de los tipos arenita y rudita, es necesario admitir unas ciertas condiciones tectónicas, morfológicas, climáticas y litológicas, del área-fuente de la cual proceden estos mate-

riales. El fenómeno o fenómenos que permiten la acumulación de los materiales lutíticos durante Keuper, tienen lugar en dos fases sucesivas:

- 1) A lo largo de la primera fase y bajo condiciones de estabilidad tectónica, con suaves relieves de tipo senil y en un clima de tipo tropical, las rocas aflorantes se meteorizan rápida y profundamente con la consecuencia de un importante desarrollo de suelos de tipo laterítico.
- 2) Durante la segunda fase, se producen cambios en el cuadro de condiciones precedentes. Una elevación del área continental provoca, como consecuencia de un descenso en el nivel de base de la red hidrográfica, una denudación intensa de los suelos formados en el tiempo que dura la fase anterior y, finalmente, un depósito masivo de los materiales que formaron parte de aquellos en un mar epicontinental de escaso fondo.

Las pasadas de areniscas, suponen una "reliquia" de la sedimentación típica de esta zona de depósito marino, de poca profundidad y por tanto de alto nivel de energía, cuyo condicionamiento queda enmascarado por la anormal velocidad de sedimentación de los materiales lutíticos.

La presencia de evaporitas, así como la de dolomias y carnioles son explicables en medios restringidos hipersalinos, los cuales se establecen normalmente en ciertos puntos de la plataforma continental inmediatos a la costa. No es improbable la hipótesis de que en ciertos casos se trate de medios cuya restricción o aislamiento se deba a pantallas orgánicas, tales los arrecifes coralinos o incluso los bancos de algas.

#### 2.2.1.2. Lías

Los materiales que se depositan a lo largo de este perio



do de tiempo -calizas oolíticas con cemento espático y otras "espartitas", calizas en estratificación brechoidea, dolomías en gruesos -- bancos-, son el resultado de la capacidad seleccionadora del medio en una zona de sedimentación marina de alto nivel de energía, el -- cual elimina la fracción más fina -arcillas y barros carbonatados microcristalinos- rápidamente. Los oolitos, genéticamente, coinciden -- con el cuadro de condiciones mecánicas de una tal zona sedimentaria marina. Las calizas brechoideas o en estratificación "flaser", tienen un significado diferente; se trata de sedimentos de barro micrítico, -- frecuentemente mezclado con arcilla frecuentes en zonas más profundas y de menor nivel de energía que las consideradas anteriormente, pero que han sufrido los efectos de aumentos de energía violentos y de escasa duración; tal fenómeno puede suceder en la cuenca marina a profundidades por debajo de los 40 metros, a las que aún llega de tanto en tanto el efecto de un oleaje poco frecuente.

La existencia de importantes masas de dolomías, supone una hipersalinidad de la cuenca. Resultaría fácil ceder a la tentación de intentar conectar este hecho con la probable existencia de arrecifes orogénicos; pero el fenómeno de la dolomitización en el Lías es un hecho generalizado a escala regional en el ámbito de las Béticas; por lo que no puede ser explicado sino a través de un fenómeno de recristalización o tal vez de neomorfismo posterior a una sedimentación normal carbonatada. La dolomitización es tan completa, que ha destruido toda traza de textura substituyéndolo por un mosaico de cristales de dolomía, y haciendo imposible todo análisis en el que se -- puedan establecer precisiones sobre la posible génesis de dichas rocas.

Resumiendo cuanto queda dicho, con el comienzo del Lías tienen lugar cambios importantes en las condiciones que hicieron posible la sedimentación de los materiales triásicos. Estos cambios se refieren particularmente a las características fisiográficas del área-fuente, con la instalación de un relieve senil sobre la misma. Cesan

por tanto los aportes masivos de materiales terrigenos a la cuenca marina, dando paso a una sedimentación carbonatada normal sobre el fondo de un mar epicontinental. Por esta razón los depósitos liásicos son pues, depósitos de plataforma, de una cuenca carbonatada hipersalina, los cuales han tenido lugar en zonas de nivel de energía alto y alto-a-medio; es decir costera a costera interior.

Tras el levantamiento del área continental que tiene lugar en el Triás superior, se establece una etapa de quietud tectónica en la que no se aprecian movimientos que hayan repercutido en una modificación de los caracteres físicos de la cuenca de sedimentación.

#### 2.2.1.3. Jurásico superior

Entre el Lías y el Malm, no aparecen depósitos en el área de la Unidad subbética. Debido a la escasa extensión del afloramiento, así como a la tectonización sufrida por esta unidad, no es posible la interpretación de esta aparente laguna estratigráfica.

La litología del Malm, se halla representada por micritas y micritas arcillosas alternantes en estratificación por lo general regular, aunque aparecen micritas nodulosas. Estos materiales representan un cambio importante en las condiciones de depósito ya que corresponden a zonas de sedimentación con niveles de energía débiles. No obstante, la estratificación irregular a la que antes se ha hecho alusión, es un índice de ascenso brusco en el valor de dicho nivel de energía. Así pues la zona de sedimentación se halla fuera del alcance habitual de la acción violenta de los agentes del medio, pero localizada en puntos donde se deja sentir su influencia en condiciones extraordinarias. Esta zona, se sitúa por debajo de la isobata de los 40 metros y corresponde a la que se ha denominado de plataforma exterior.

Hecha la salvedad de que dado lo exiguo del afloramiento de la unidad subbética, no es prudente establecer conclusiones de ti-

po general, cabe decir en relación con los terrenos que ya han sido estudiados que con el Jurásico superior se inaugura un cuadro de condiciones sedimentarias las cuales difieren esencialmente de las que han regulado la sedimentación a lo largo de un período de tiempo -- que abarca desde el Triás superior al Lías por lo menos. Como -- acaba de verse, estas condiciones, suponen un ahondamiento de la -- cuenca el cual a su vez puede representar una deformación de la -- misma o un simple movimiento de descenso; tanto en uno como en -- otro caso, se trata de una tectónica paleoalpina.

Las faunas de Belemnites, Ammonites y Aptychus del Oxfordense superior, se encuentran en una facies roja de micritas y -- micritas arcillosas. El Titónico, estaría representado por una facies de calizas micríticas blancas con Calpionella.

#### 2.2.1.4. Cretáceo inferior

Continúan las mismas condiciones sedimentarias que en la etapa anterior, con el depósito de micritas arcillosas y micritas de -- colores blanco y rojo, las cuales alternan en estratificación regular, con capas de poco espesor. Se encuentran faunas de Belemnites y -- Aptycus, estos últimos del Barremiense. El color dominante es el -- rojo y son frecuentes los nódulos pequeños de óxido de hierro.

#### 2.2.1.5. Resumen

Una vez más debe hacerse hincapié en el hecho de que -- la unidad que denominamos Subbético, no sólo posee una muy pequeña representación superficial, sino que se halla tan tectonizada, que -- no es posible establecer conclusiones válidas no sólo a escala regio-- nal sino ni tan siquiera local. Cuanto queda dicho, lo es por tanto a título meramente indicativo, como una hipótesis, la cual carece de su -- ficientes elementos de apoyo, dada la escasez de datos.

La sedimentación a lo largo del tiempo en el que se depositan los materiales que constituyen esta unidad, presenta dos etapas de características diferentes: durante la primera etapa sedimentaria, el depósito responde a condiciones de sedimentación propias de la zona costera a costera interior, con un alto nivel de energía el cual se halla enmascarado durante el Triás superior debido a la desmesurada cantidad de aportes terrígenos finos procedentes de un área continental en trance de desmantelamiento gracias a un movimiento de elevación de conjunto de dicha área-fuente. Tal cuadro de condiciones permanece invariable a lo largo del Liás, por lo que se refiere a la cuenca sedimentaria marina; no así por lo que respecta al área-fuente continental cuyo arrasamiento tiene como consecuencia la falta de aportes terrígenos al medio marino y por tanto el que los sedimentos en éste presenten sus caracteres normales de depósito químico carbonatado, con marcada influencia de la hipersalinidad ya observada durante el depósito de materiales triásicos; este carácter se traduce en la presencia entre los materiales de espesores importantes de dolomías secundarias.

La segunda etapa sedimentaria, se inicia -al menos en lo que es dable observar- con el Jurásico superior y se caracteriza por condiciones de sedimentación de menor nivel de energía aunque aún bajo la influencia de la acción circunstancial de los agentes mecánicos de una zona de nivel de energía más elevado. Se trata de sedimentos depositados en una zona de plataforma exterior.

Puede decirse por tanto, que en líneas generales los materiales que forman parte de esta unidad subbética, han sido sedimentos de plataforma, la cual sufre un hundimiento -bien debido a una deformación tectónica, o bien a un descenso general del fondo de la cuenca- a partir del Malm. Así pues, desde el punto de vista del diastrofismo en general, es posible admitir dos etapas las cuales afectan de un modo muy directo a los materiales de la unidad tectoestratigráfica subbética: a) una primera etapa de movimientos epiro-

génicos con elevación del área continental al principio del Trías superior; b) una etapa posterior, a la que es difícil aplicar la etiqueta de epirogenia o bien la de orogenia, y que en definitiva comporta un hundimiento de la cuenca a partir por lo menos del Malm.

Probablemente ya durante la primera etapa durante el -- Trías superior, el movimiento vertical ascensional en el área continental, se halla compensado con un movimiento vertical de sentido contrario en la cuenca sedimentaria marina; con lo cual no habría sino una sola etapa tectónica de descenso constante del fondo de la cuenca a modo de una subsidencia. Dicha subsidencia podría no haber sido otra cosa que una deformación -consecuencia de una tectónica paleoalpina- de la plataforma con la instalación sobre la misma de surcos, que explicarían doblemente, el espesor acumulado de materiales finos del Trías y de las calizas costeras liásicas. Una aceleración en el proceso de la deformación del fondo de la cuenca, tendría como consecuencia la sedimentación y conservación de materiales con facies correspondientes a zonas sedimentarias más profundas.

#### 2.2.2. LA UNIDAD DEL ALMARCHAL (Fot. 14)

Desde el punto de vista cronoestratigráfico, y a través de sus microfauas datadas por J. Magné (J. Didon, 1967), los materiales que constituyen esta unidad abarcan todos los pisos del Cretáceo superior e incluso, con reservas, comprenden asimismo el Turonense.

Aunque estos terrenos afloran ampliamente a lo largo de la franja costera que se extiende a poniente del meridiano de Tarifa, en la zona que constituye el objeto del presente estudio no presentan un gran desarrollo. No obstante se le ve constituir el substrato de las restantes unidades, las que han sido denominadas como unidades ---

alóctonas del Flysch del Campo de Gibraltar. Por la razón apuntada de ser ésta una unidad inferior a las unidades alóctonas, es por lo que se la estudia en primer lugar a pesar de que desde un punto de vista estrictamente cronológico, sea posterior a la Unidad de Nogales.

La litología de los materiales es de una gran monotonía.- Se halla constituida por micritas arcillosas, entre las que se intercalan frecuentes pasadas de capas delgadas de micritas con limo. El conjunto presenta una coloración gris de tonos oscuros. Hacia el este del área estudiada, J. Didon (1967) describe una facies arcillosa o arcilloso-arenosa de colores abigarrados rojos y verdes, a la que atribuye edad Aptense superior, y a la que supone en la base de los terrenos cretácicos senonenses y en continuidad estratigráfica. Esta facies arcillosa basal, denominada por dicho autor "de Facinas", no es visible en la zona objeto del presente estudio.

Las margas de la facies superior calco-margosa de esta unidad, se presentan en estratificación fina, hojosa. (Fot. 16 y 17)

Los caracteres litológicos de los materiales de la unidad de Almarchal, indican que el proceso sedimentario correspondiente, ha tenido lugar en una zona de la cuenca marina con un nivel de energía débil; dicha zona se sitúa en cualquier lugar de la cuenca, por debajo de los 100 metros de profundidad. De todos modos, la presencia de limo puede suponer un dato de localización de estos materiales al menos sobre la plataforma continental o como mucho en la zona de talud. (Fot. 34, 49, 50 y 51)

### 2.2.3. LAS UNIDADES DEL FLYSCH

Tal como ya queda indicado, estas unidades son:

- Unidad de Algeciras
- Unidad de Nogales
- Unidad del Aljibe

La separación en unidades del Flysch del Campo de Gibraltar, se hace atendiendo a razones cronoestratigráficas, pero -- también y más fundamentalmente a criterios tectónicos. Se trata por tanto de entidades independientes, cuyo análisis estratigráfico puede hacerse no importa en qué orden. No obstante y para seguir un orden lógico se hace este estudio estratigráfico bajo un criterio de ordenación tectónica; puesto que se trata de unidades alóctonas, se sigue el orden de llegada de las mismas; este orden es el que se expresa unas líneas más arriba. De esta manera, la unidad de Nogales constituida por terrenos más antiguos que los correspondientes a la unidad de Algeciras, son tratados aquí después. Por otra parte, las unidades de Algeciras y del Aljibe son sincrónicas, pero la unidad de Algeciras es la primera en emplazarse por cuya razón será estudiada en primer término.

Las tres unidades tienen en común una mecánica de sedimentación debida a las corrientes de turbidez, gracias a las cuales los sedimentos terrígenos han invadido zonas de la cuenca sedimentaria que en rigor no les son propias, con la aparente anomalía de que estos materiales se han depositado en medios marinos de escaso nivel de energía. El fenómeno sedimentario de este tipo, es intermitente; con lo que en ciertos períodos entre corrientes de turbidez, se produce una sedimentación normal -en general carbonatada- de tales zonas con un nivel de energía débil. Ante un tal cuadro de condiciones de sedimentación, el resultado final en cuanto a la facies que presentan los materiales -sobre todo en lo que atañe a su distribución en la vertical, pero asimismo en cuanto a los cambios laterales- es aunque no de gran variedad, sí de gran complejidad. Las secuencias turbidíticas alternan con los depósitos carbonatados a los que conviene el nombre de "normales"; tal hecho puede presentarse tanto a pequeña como a gran escala en cada unidad, pudiendo en el primer caso constituir unidades litológicas menores a las que se ha dado el nombre de facies.

La litología de detalle de estas tres unidades supone no sólo áreas-fuente distintas para cada una de ellas, sino que aún la localización de los materiales es asimismo muy diversa en la cuenca del geosinclinal bético.

#### 2.2.3.1. Unidad de Algeciras

Como ya queda apuntado más arriba, esta unidad comporta tres unidades litológicas menores o facies:

- La facies basal del flysch senonense.
- La facies media margosa, la cual se halla comprendida entre el Eoceno medio y el superior, pudiendo alcanzar incluso la base del Oligoceno localmente. Hacia la base de esta facies o tramo margoso pueden darse cambios laterales de facies locales a:
  - facies de calizas con *Microcodium*.
  - facies conglomerática.

cuya edad se data en el Eoceno medio; aunque las calizas con *Microcodium* pueden incluir en la base términos finales del Senonense.

- La facies superior del flysch de Algeciras, que en parte es de edad Eoceno superior, y abarca Oligoceno y Aquitaniense.

##### 2,2.3.1.1. Facies del flysch senonense

Se trata de una serie de secuencias turbidíticas con términos basales constituídos por esparitas limosas, los cuales pasan a micritas arcillosas, para terminar normalmente en arcillas. Al final de cada secuencia turbidítica, tiene lugar un depósito normal -



carbonatado, constituido por biomicritas con Globotruncana y prismas de Inoceramus; tal tipo de depósito, corresponde a una zona de sedimentación de débil nivel de energía, es decir de plataforma interior a talud y por tanto, por debajo de la isobata de los 100 metros. Las corrientes que actúan posteriormente al periodo de sedimentación normal, erosionan parte de este depósito produciendo truncaduras o lavados de la fracción fina del mismo. A continuación se depositan los materiales arrastrados por la nueva corriente de turbidez.

De la naturaleza de los materiales depositados en los intervalos entre dos corrientes de turbidez se deduce que la zona de depósito en la cuenca marina a la que han llegado estos aportes, es asimismo una zona de plataforma interior a talud.

Los términos más carbonatados limosos de las sucesiones turbidíticas, presentan frecuentemente "convoluted beds".

Debe tenerse presente la escasa influencia de los elementos terrígenos del grupo arenitas y ruditas, y por el contrario la gran cantidad de aportes de la fracción fina lutítica.

#### 2.2.3.1.2. Facies margosa.

La abundancia de micritas arcillosas y arcillas da una apariencia de continuidad de las condiciones de sedimentación que han regulado la etapa sedimentaria anterior; y si bien es esto cierto en líneas generales, se observan una serie de hechos premonitorios de un cambio en dichas condiciones, el cual tiene lugar de un modo claro en la etapa siguiente. Los hechos a que se hace alusión son los siguientes:

- a) La presencia de frecuentes intercalaciones de intrabiosparitas arenosas o limosas, las cuales representan de una parte un aumento en la intensidad de las corrientes y de otra, la inauguración de una etapa intermitente en el caso que nos ocupa de influencia de terrígenos del grupo de las arenitas.

- b) El cambio lateral de facies a conglomerados -de tipo intraformacional al menos en parte-, supone asimismo un aumento - en el nivel de energía de las corrientes, además de una influencia de terrígenos del grupo ruditas.

En ambos casos se trata de hechos no generalizados sino localizados temporal y espacialmente; por lo que puede decirse que - si bien el tipo de sedimentación general corresponde por sus caracteres litológicos a materiales depositados en zonas de plataforma interior a talud, no obstante la tranquilidad energética del medio se ve - alterada gracias a impulsos en la energía de las corrientes, probablemente locales e intermitentes, provocados por aumentos de la carga de las mismas, muy verosimilmente.

Esta facies presenta colores variados, rojos rosas y verdosos. Descansa directamente sobre la facies flysch senonense, y - soporta la facies denominada flysch de Algeciras. Como en parte -- queda indicado, en su base, presenta variaciones laterales de facies a las de calizas con microcodium y a la facies de conglomerados.

La facies de calizas con microcodium constituye un cambio lateral de la facies margosa en la base de la misma y representa un material depositado muy localmente. Es difícil establecer con seguridad la génesis de estas calizas, toda vez que éstas se hallan recristalizadas; a título de hipótesis se supone que en su origen se trataba de biomicritas correspondientes a depósitos de zonas de nivel de energía medio a débil, situadas entre las isobatas de 40 y 100 metros. La presencia de algas pelágicas si bien no constituye en si un dato decisivo, sí al menos impide pensar en que los sedimentos entre los que se depositaron no lo pudieron hacer en zonas de alto nivel de energía. La ausencia de material terrígeno en materiales -- tan localizados como lo son éstos, no indica otra cosa que un condicionamiento muy circunstancial que de ningún modo afecta a la facies general margosa.

La facies conglomerática representa el segundo y más importante de los pasos laterales de facies del llamado por J. Didon "Eoceno margoso". Dada su posición, siempre en la base de la facies margosa, su edad se sitúa en el Eoceno medio, gracias a las asociaciones (J. Didon, com. lit., 1968) de Foraminíferos (Nummulites millecaput, N. gr. aturicus, Assilina exponens, Asterodiscus, Fabiania, etc.), los cuales indican, según dicho autor un Luteciense superior, cuya edad coincide con la obtenida del análisis micropaleontológico de nuestras muestras. El conglomerado se ha nutrido de elementos de caliza jurásica y también, aunque en menor proporción de calizas con microcodium por lo que en tales casos se le puede considerar como conglomerado intraformacional. Esta facies, presenta un cemento carbonatado en el que se encuentran las asociaciones antes descritas. Su localización en el área estudiada se circunscribe al cuadrante NW de la hoja de La Línea, en donde aparecen varias barras las cuales constituyen probables indentaciones de este material conglomerático. Se trata de nuevo de un cambio de facies de los materiales calco-margosos "normales" de la cuenca durante este periodo de tiempo, gracias a una modificación profunda de las condiciones de sedimentación general, provocada por la acción de importantes corrientes de tipo continental, cuya acción llega a afectar a zonas marinas, en las que el nivel de energía es normalmente débil, aunque como ya queda indicado, sufren periódica y localmente los efectos de los incrementos de energía de las corrientes, así como la influencia no muy importante de aportes terrígenos del tamaño arenas.

#### 2.2.3.1.3. Facies del flysch de Algeciras. (Fot. 32 y 33)

Esta facies superior de la unidad de Algeciras que, como queda indicado en páginas anteriores, comprende un Eoceno superior (localmente), el Oligoceno y, finalmente el Aquitaniense, ha sido estudiada con detenimiento en la costa occidental de la bahía de -

Algeciras, al sur de esta localidad hasta la Punta del Carnero, -- donde existe un buen corte. Este análisis proporciona una primera división -incompleta, puesto que en el corte no se alcanza el Aquitaniense- en tres tramos:

- 1.- Tramo basal de turbiditas, predominantemente carbonatado. Su edad corresponde al Eoceno superior.
- 2.- Tramo medio lutítico, de edad Oligoceno inferior.
- 3.- Tramo superior del flysch, de carácter predominantemente arenoso. Su edad, corresponde a un Oligoceno más alto que el tramo anterior.

- 1.- Tramo basal.- Comporta una sucesión de secuencias turbidíticas en las que los términos basales se hallan constituidos -- por intrabiosparitas o intrasparitas arenoso-limosas con interstratificación laminar y frecuentes huellas sedimentarias, como "flute casts", "bounce casts" y "convoluted beds". Los términos medio y superior se hallan representados por fangolitas y argilolitas o arcillas.

Se trata de secuencias turbidíticas a las que faltan los dos términos típicos de la base, y que por lo tanto son truncadas al muro.

Las calizas de los términos basales poseen una significación genética típica de materiales depositados en un medio de alto nivel de energía, como corresponde a las corrientes de turbidez. La ausencia de términos areníticos, supone que las corrientes de turbidez se originan en la zona de plataforma interior a talud.

- 2.- El tramo medio, difícilmente puede ser considerado como -- una sucesión turbidítica ya que se halla constituido por fangolitas y argilolitas con intercalaciones de limolitas, intrasparitas

e intrabiósparitas arenoso-limosas y escasas micritas limoso-arcillosas.

Estos depósitos, representan los aportes terrígenos "normales", es decir aquellos que por su tamaño corresponden a la zona de depósito de plataforma interior a talud -o aún mas profunda- con un nivel de energía débil. La escasa representación de micritas, hace pensar en un enmascaramiento de los depósitos normales carbonatados por una excesiva cantidad de aportes terrígenos. En cuanto a la presencia de las esparitas con mezcla de terrígenos, suponen aumentos circunstanciales y de breve duración en el nivel de energía correspondiente a dichas zonas, debidos a las corrientes.

3.- Tramo superior.- Es un flysch muy potente, en el que las secuencias turbidíticas presentan términos basales areníticos. Las fangolitas que constituyen el término intermedio, adquieren en algunas de estas secuencias un desarrollo desmesurado. El término lutítico superior, falta en ocasiones, como asimismo ocurre con el término basal arenítico.

En la parte superior de este tramo, se encuentran unos 20 metros de biomicritas limosas con chert, estratificadas en capas gruesas, con muy buenos ejemplos de "flute casts", "groove" y "convoluted beds". Estos materiales, representan los depósitos normales de una cuenca carbonatada, los cuales han sido sedimentados en una zona de débil nivel de energía, situada por debajo de la isobata de los 100 m., es decir en las zonas de plataforma interior a talud. (Fot. 21, 22, 23, 24, 25, 26 y 27)

Los términos areníticos, son chertarenitas las cuales proceden de un área-fuente sedimentaria. La falta de redondeamiento de los granos -el buen redondeamiento que poseen algunos tamaños de granos de cuarzo es significativo por ser "heredado"- presupone un transporte y una sedimentación breves,

así como que la carga de materiales en suspensión en las corrientes ha sido muy importante. En apoyo de la idea de que el fenómeno transporte-sedimentación en el interior de la cuenca ha sido rápido, debe tenerse en cuenta la ausencia de cuarzarenitas: estas areniscas -salvo en casos especiales de una prolongada estabilidad de la línea de costa- representan el último término de un proceso de madurez tanto mineralógica como textural, proceso que tiene lugar en parte en medio subaéreo y en una parte importante en la misma cuenca de sedimentación marina. (Fot. 35, 37, 38, 52, 53 y 54)

De cuanto queda dicho sobre el flysch de Algeciras, se desprende que esta facies es el resultado de una "invasión" de materiales terrígenos, por obra de corrientes de turbidez, en un medio de débil nivel de energía cuyos depósitos normales se hallan constituidos por barros carbonatados micríticos en mezcla con diferentes proporciones de arcilla. La zona de depósito final de estas secuencias turbidíticas puede situarse en la plataforma interior, en el talud continental, o incluso en zonas aún más profundas.

#### 2.2.3.1.4. Resumen

Toda la Unidad de Algeciras responde al esquema de depósitos originados gracias a las corrientes de turbidez. Estos materiales han sido sedimentados en zonas de débil nivel de energía en el seno de una cuenca marina carbonatada, y han provocado casi un total enmascaramiento de los sedimentos normales químicos, de los cuales queda tan sólo una reliquia en la parte superior del corte que ha sido estudiado en la bahía de Algeciras. Incluso en el tramo medio de dicho corte, en el que no aparecen secuencias turbidíticas, depositado durante el Oligoceno inferior, la cantidad de aportes terrígenos finos propios del nivel de energía débil, enmas-

cara por completo la posible sedimentación carbonatada. Las corrientes de turbidez, afectan solamente el tramo basal y el superior de esta unidad; la significación geológica de estas facies es la de una fase de relleno de un surco miogeosinclinal, es decir que se trata de una facies inmediatamente posterior - y aun en parte - sincrónica de la orogenia principal. El área-fuente de naturaleza sedimentaria, hace pensar en que los materiales que de ella provienen, constituyen en realidad el primer capítulo del desmantelamiento de los relieves producidos durante dicha orogenia; es decir que el proceso erosivo no ha llegado a afectar a la zona metamorfizada, la cual es típica de los umbrales miogeoanticlinales.

#### 2.2.3.2. Unidad de Nogales (Fot. 20.39.40,41 y 55)

Los materiales que constituyen esta unidad, la cual se halla escasamente representada en el sector estudiado, han sido dados como pertenecientes al Neocomiense y al supraneocomiense.- Se trata aquí de una unidad no claramente típica del flysch, sino más bien de una sucesión alternante de micritas arcillosas, biomicritas arcillosas -ambas pueden poseer una cantidad de limo no superior al 10%- y areniscas. En general ésta últimas presentan potencias superiores a las margas, las cuales vienen a representar los depósitos típicos de una zona de sedimentación marina con un débil nivel de energía. Las areniscas, por el contrario, corresponden a un nivel de energía alto y por lo tanto a zonas de sedimentación de tipo costero en general; en realidad, se repite para esta unidad el mismo fenómeno que ha sido discutido en la unidad anteriormente expuesta: que los aportes terrígenos llegan hasta una zona de transporte de sedimentación que les es habitualmente extraña, dada la incapacidad de las corrientes que normalmente llegan hasta dicha zona; solamente, y gracias a corrientes a las que puede calificarse de poco frecuentes, de turbidez, los materiales terrígenos llegan a

depositarse en espesores considerables en un medio en el que normalmente sólo lo pueden hacer los terrígenos más finos y los de precipitación química.

No se trata sin embargo de facies típicas del flysch, como queda apuntado anteriormente, aunque ciertos caracteres turbidíticos son innegables. Lo interesante de la estratigrafía de esta unidad, estriba sin embargo en que existe una ritmicidad de aportes terrígenos de tamaño arena en el seno de una sucesión de materiales carbonatados-arcillosos. No es posible atribuir esta alternancia a pulsaciones rítmicas que sucesivamente provoquen movimientos de ascenso y descenso de la cuenca, para que alternativamente, la misma zona presente unas veces caracteres de plataforma interior y otras notas distintivas costeras. Mas bien se trata de incrementos intermitentes en la energía de las corrientes, o bien de pulsaciones tectónicas que ponen en marcha el fenómeno de las corrientes de turbidez sin afectar profundamente la forma de la cuenca.

Las areniscas más frecuentes en esta unidad son las subarkosas, aunque también se hallan presentes las chertarenitas y en menor proporción las cuarzarenitas. La cantidad de feldespatos que contienen las subarkosas es pequeña; los feldespatos de la serie potásica, se encuentran muy alterados. Todo hace suponer por tanto, que la meteorización ha sido muy intensa sobre un área-fuente, con el resultado de una parcial eliminación de feldespatos y de la alteración de buena parte de los que han resistido la meteorización antes de ser incorporados a la cuenca marina.

Las subarkosas, proceden en general de áreas-fuente plutónicas, pero en las que forman parte de los materiales de esta unidad, se aprecia que en los tamaños más grandes de los granos de cuarzo, existe un buen redondeamiento aunque el calibrado es malo; este redondeamiento parcial no tiene otra posible interpretación que la de que se trata de una herencia de areniscas antiguas



del mismo tipo, las cuales se encuentran en el área-fuente; es decir que el área-fuente es de naturaleza sedimentaria. La falta de calibrado en un sedimento marino, supone que el período de tiempo durante el cual los materiales se hallan expuestos a la acción selectiva de un medio de alto nivel de energía ha sido muy corto. Debe recordarse a este respecto, que en la zona costera, el calibrado sobre las arenas comienza inmediatamente después de la incorporación de estos materiales, y que el proceso queda terminado muy rápidamente. Por lo que a estas subarkosas se refiere, han atravesado las zonas de alto y medio nivel de energía sin detenerse, incorporadas a una corriente, la cual las ha depositado en un medio cuyas condiciones de energía normalmente débil, se ve perturbado por la llegada masiva de estos aportes terrígenos que le son habitualmente extraños. Estas condiciones en la sedimentación de estos materiales son similares a las que tienen lugar en las corrientes de turbidez, y aunque dichos depósitos no presentan las características típicas de un flysch, si al menos pueden ser denominados como turbiditas.

Las escasas cuarzarenitas reconocidas, representan muy verosimilmente el término final de madurez mineralógica de las subarkosas.

#### 2.2.3.3. Unidad del Aljibe (Fot. 1 y 2)

Tres son las unidades litológicas o "facies" que integran el conjunto de materiales de la Unidad del Aljibe:

- La facies arcillosa basal. La cual es de edad Cretáceo superior, si bien puede abarcar todos los términos inferiores a la facies superior de "areniscas del Aljibe", cuando éstos son indiferenciados; en estos casos dicha facies arcillosa abarca hasta la base del Aquitaniense o incluso la base del Aquitaniense.

- Facies de Benaiza, la cual abarca Eoceno y Oligoceno pudiendo en ocasiones incluir el Aquitaniense inferior.
- Facies de las areniscas del Aljibe. De edad Aquitaniense-Burdigaliense.

#### 2.2.3.3.1. La facies arcillosa basal.

Se trata de una sucesión muy uniforme de arcilla, la cual, como queda indicado, puede alcanzar la base de las "areniscas del Aljibe", abarcando en estos casos los restantes términos intermedios.

Estos depósitos arcillosos, indican una zona sedimentaria con un nivel de energía débil; es decir, zonas de plataforma interior a talud y aún mas profundas, y zonas costeras restringidas tales albuferas bahias cerradas, etc. Del espesor y continuidad de los depósitos correspondientes a esta facies, se desprende que puede tratarse de las zonas más alejadas de la costa.

De otro lado la abundancia de terrígenos finos, y la ausencia de sedimentos carbonatados a lo largo a veces de un tiempo que abarca Cretáceo superior, Eoceno y Oligoceno, y aun base del Aquitaniense, pueden hacer pensar que tal sedimentación carbonatada no tuvo lugar durante este lapso de tiempo. Pero no debe olvidarse que la facies de Benaiza, la cual será estudiada a continuación, asimismo arcillosa, presenta frecuentes intercalaciones carbonatadas las cuales incluso dan lugar al norte de La Línea a un grueso paquete de calizas. Esta facies de Benaiza puede considerarse como una variación lateral de la facies arcillosa pura de la base, a lo largo del Terciario. Por tanto es muy posible que en lo que respecta a la facies arcillosa, ésta sera la consecuencia de aportes masivos lutíticos, los cuales han desplazado a la "fase" carbonatada normal.

## 2.2.3.3.2. Facies de Benaiza. (Fot. 42 y 43)

Como ya queda dicho, esta facies, constituida esencialmente por una alternancia de arcillas rojizas y micritas y micritas arcillosas, constituye una variación lateral de facies de la facies basal -- arcillosa estudiada en el capítulo anterior. No obstante han sido observados unos hechos, los cuales introducen alguna modificación ciertamente significativa en el cuadro de condiciones de sedimentación; tales hechos son la presencia de calizas de tipo esparítico (biointraparruditas e intrabiosparitas, ambas con arena, y biosparitas) en -- frecuentes intercalaciones en capas de 40 a 60 cm. La significación genética de estos tipos de esparitas es la de un esencial incremento del nivel de energía de las corrientes del medio, el cual posee un -- nivel de energía débil como lo muestran los materiales que forman la mayor parte de esta facies de Benaiza. Tal incremento de energía --forzosamente local y temporal-- impone un condicionamiento sedimentario semejante al de una zona costera del alto nivel de energía; de esta forma tienen lugar "lavados" de barros micríticos y arcillas, y depósitos de calizas esparíticas de los tipos antes indicados con posibilidad de mezclas con terrígenos de tamaño arena. Dado el carácter circunstancial de estas corrientes, los cuerpos litológicos originados gracias a su concurso, no tienen una distribución generalizada; -- de esta manera, llega a producirse al norte de La Línea el paquete calizo al que antes se ha hecho alusión.

Todo el proceso sedimentario que acaba de comentarse -- posee unos evidentes puntos de contacto con el que ha dado lugar a la facies margosa --también del tramo intermedio-- de la unidad de -- Algeciras antes estudiada. En definitiva, dicho proceso tiene lugar -- enteramente en zonas de plataforma interior a talud, con las influencias temporales y locales de corrientes que han visto crecer su --- energía habitual. Aunque no se trata ciertamente un período de estabilidad tectónica, no parece que sea ésta la causa directa de tales cambios litológicos, que en tal caso hubieran requerido una serie de

movimientos rápidos en la vertical y repetidos con una cierta frecuencia.

#### 2.2.3.3.3. Facies de las areniscas del Aljibe. (Fot. 3, 4, 6, y 8)

Debe decirse inmediatamente, que esta facies es en realidad un flysch el cual presenta caracteres diferentes en los dos sectores en los que aparecen en la zona estudiada; es decir, en el sector oriental de una parte -Sierra de Almenara, del Arca y Sierra Carbonera-, y de otra en el sector noroccidental.

En la parte sur del sector oriental, existe un buen corte en Sierra Carbonera, el cual sólo comprende el Burdigaliense. Dicho corte estudiado con detalle, presenta una sucesión de secuencias turbidíticas un tanto particular, ya que en dichas secuencias se hallan ausentes los términos lutíticos superiores, y sólo aparecen los términos areníticos basales, y los fangolíticos. Por otra parte, los términos areníticos adquieren a veces un gran desarrollo, por lo que aparentemente se presentan tramos areníticos con intercalaciones de fangolitas. Las areniscas de este sector son en casi su totalidad, cuarzarenitas en las que es frecuente una matriz arcillosa.

En el área occidental, los caracteres de las secuencias turbidíticas presentan algunas diferencias notables respecto al sector oriental. En primer término y aunque se producen algunas truncaduras al techo, las secuencias presentan los términos principales areníticos, estas rocas son en general cuarzarenitas, aunque también aparecen en el corte del Guadarranque las subarkosas, algunas de estas con glauconia. Por otra parte, los términos areníticos y lutíticos, poseen aproximadamente el mismo valor.

Como caracteres comunes a todas las areniscas de la zona objeto del presente estudio, conviene destacar la abundancia de cuarzo -aun las subarkosas lo poseen en porcentajes superiores al 80%; el redondeamiento en general nulo, excepto para los tamaños de grano mayores de cuarzo, en cuyo caso se da frecuentemente -

una buena esfericidad; el calibrado es malo; frecuente la presencia de matriz de naturaleza arcillosa, sericítica o ferruginosa; cuando no existe matriz, se encuentra un cemento de naturaleza feldespática y menos frecuentemente silíceo; los feldespatos pertenecen casi exclusivamente a la serie potásica. (Fot. 44.45 y 56)

El conjunto de datos antes expuestos, permite establecer las siguientes conclusiones.

La inmadurez o submadurez de las areniscas, desde un punto de vista textural, indica que estos materiales no han absorbido una gran cantidad de energía del medio sedimentario en lo que se refiere a la capacidad del mismo en seleccionar y erosionar; es decir, dada la distancia a la costa y el espesor importante de estos depósitos, la permanencia de los materiales en las zonas de alto nivel de energía, ha sido muy breve. Prácticamente, el triaje de los tamaños de grano en estos sedimentos no ha sido posible hasta el momento de su sedimentación; durante la sedimentación solamente, tiene lugar una selección de tamaños no completa totalmente. (Fot. 44, 45 y 56).

El depósito de este importante volumen de materiales terrígenos, desplaza la sedimentación propia de la cuenca, la cual en lo que se refiere a esta unidad litológica de las "areniscas del Aljibe", es inexistente. Solamente pequeños porcentajes de matriz micrítica o la presencia muy poco frecuente de cemento carbonatado en las areniscas, constituyen las únicas reliquias de una sedimentación carbonatada que debe considerarse como la normal en las zonas donde ha tenido lugar la sedimentación turbidítica de terrígenos, ya que son las corrientes de turbidez las que presentan típicamente la serie de caracteres que se han ido exponiendo. Los términos lutíticos de estas secuencias turbidíticas, se conservan gracias a la debilidad energética del medio sedimentario. Tal hecho hace suponer como emplazamiento de este medio en la cuenca marina, una zona un tanto amplia que se sitúa por debajo de los 100 metros de profun-

didad y que abarca las zonas denominadas de plataforma exterior, plataforma interior, talud y aun profunda. Las huellas de corriente, frecuentemente observadas y las truncaduras tienen su origen en la capacidad erosiva de las sucesivas corrientes. (Fot. 9 y 10)

La presencia de subarkosas, pone en evidencia la naturaleza plutónica del área-fuente, la cual, dado el tipo de feldespatos, posee un carácter ácido. No obstante, debe tenerse presente, la posibilidad de que tales areniscas procedan de un área-fuente de naturaleza muy diferente, como lo puede ser la sedimentaria. El hecho de que predominen con un amplio margen las cuarzarenitas sobre las subarkosas invalida la posibilidad de que aquellas areniscas puedan ser consideradas como producto final de la madurez mineralógica de las segundas. De otra parte la existencia de cuarzarenitas en volúmenes tan importantes y sedimentadas a través de un proceso muy rápido, y procedentes de un área-fuente sometida a una actividad intensa tanto tectónica como erosiva, no permite la posibilidad de que tal área-fuente sea de naturaleza plutónica, sino que con seguridad se trata de un área-fuente sedimentaria. Finalmente, el redondeamiento e incluso la esfericidad parcial observada en los granos de cuarzo, suponen rasgos heredados de antiguas areniscas del área-fuente.

#### 2.2.3.3.4. Resumen.

Digamos como resumen de la Unidad del Aljibe, que los materiales que a ella pertenecen, han sido depositados en una zona de la cuenca sedimentaria marina, de débil nivel de energía, equivalente a las zonas exterior o interior de plataforma continental o incluso más profundas. La influencia de terrígenos es predominante en todas las facies que integran esta unidad; en la facies inferior y media, dichos materiales terrígenos pertenecen a la fracción lutítica y su adecuación a las condiciones del medio sedimentario, perfecta. La presencia de precipitados carbonatados en la facies inter-

media de Benaiza, supone un indicio importante para suponer que tal tipo de sedimentación química, hubiera sido el depósito normal único de no existir un condicionamiento especial debido a la tectónica alpina, la cual pone en marcha un doble mecanismo de plegamiento y desmantelamiento de materiales sedimentarios, cuyos residuos son suministrados a la cuenca sedimentaria en grandes cantidades — que desplazan parcial o a veces incluso totalmente la sedimentación normal carbonatada. Dicha incorporación de residuos terrígenos a la cuenca marina, alcanza en ciertos momentos caracteres de escombrera, gracias a la exacerbación de la tectónica y sus consecuencias tales: la acusada subsidencia, las pulsaciones del fondo de la cuenca, y los importantes acarrees mediante corrientes de turbidez. En tales casos se borra por completo la posibilidad siquiera de una sedimentación química, la cual queda desplazada por una sedimentación turbidítica brusca y continuada.

### 2.3. LOS TERRENOS POSTOROGENICOS

Integran esta unidad los materiales depositados después de la orogenia alpina. Desde el punto de vista cronoestratigráfico, las unidades que se definen son las siguientes:

- Mioceno superior
- Plioceno
- Cuaternario

#### 2.3.1. MIOCENO SUPERIOR (Fot. 46)

Se halla escasamente representado en la zona estudiada, y aparece en dos afloramientos vecinos, situados al NW y muy cerca de Algeciras. La edad es incierta toda vez que las asociaciones de las microfacies estudiadas son banales.

Las biosparruditas, biosparitas con arena y calclititas - (antiguas "moladas"), suponen una zona de sedimentación marina cuyo nivel de energía es alto, por lo que se las puede situar en una zona costera. El carácter "arrecifal" de alguna de las muestras estudiadas, se halla acorde con la afirmación precedente.

No han sido halladas las micritas, aunque existiendo arrecifes orgánicos, no debe descartarse la posibilidad de que tales depósitos químicos normales deben existir, y aunque tal hecho no ha sido observado, la presencia de calcita esparítica como cemento puede constituir un buen indicio sobre el carácter carbonatado de la cuenca.

#### 2.3.2. PLIOCENO (Fot. 18.19.47.48 y 57)

Los materiales correspondientes a esta unidad cronoestratigráfica, se dividen a su vez en dos unidades litológicas netamente distintas:

- a) Una unidad arenosa inferior
- b) La unidad superior carbonatada

##### 2.3.2.1. La unidad arenosa inferior

Aunque de su nombre parece desprenderse una unidad en cuanto al carácter exclusivamente arenítico, no obstante debe advertirse, que se hallan presentes cuerpos lenticulares intercalados, de material carbonatado, así como de lutitas.

No obstante, el carácter de esta facies queda bien determinado por la abundancia del material arenítico. Dichas arenas son en su mayor parte calclititas, estando las de tipo cuarzarenita escasamente representadas. El redondeamiento y esfericidad presentes, no tienen otra significación que la de ser caracteres heredados y ya



en una segunda generación, toda vez que nos es conocida el área-fuente constituida a su vez en una parte importante por areniscas — que a su vez lo heredaron parcialmente de otras areniscas más antiguas. Por otra parte en las arenas que nos ocupan, debe decirse que este carácter —redondeamiento y esfericidad— se halla sólo en — una parte de los granos de cuarzo, el resto no posee tal carácter. Sin embargo, el calibrado es bueno en general.

Todo parece indicar que la sedimentación ha tenido lugar en una zona de la cuenca marina con un alto nivel de energía; los agentes mecánicos del medio actuando rápidamente sobre los materiales les ha seleccionado en un breve espacio de tiempo. Por el — contrario, la velocidad de acarreo de arenas a la cuenca ha impedi— do que la acción abrasiva se haya llevado a cabo. La meteorización en el área-fuente ha debido ser intensa, hecho sólo posible en un — clima húmedo, al cual debe añadirse —para este período de tiempo— la estabilidad tectónica.

La abundancia de calclititas —no debe olvidarse el hecho — de que el cuarzo contenido en estas rocas alcanza el 65% del volu— men total— y de litarenitas, y la presencia de cuarzarenitas, supone un área-fuente de naturaleza sedimentaria, en la que abundan las — areniscas y calizas preferentemente, aunque probablemente también — las arcillas, las cuales no han sido conservadas en estos materiales por la razón antes señalada de la eficaz labor de triaje que el medio costero efectúa rápidamente sobre los materiales incorporados a la — cuenca marina.

El carácter carbonatado de la cuenca sedimentaria, queda puesto de relieve merced a las rocas carbonatadas que aparecen en algunas intercalaciones en la masa de areniscas. Debido a que — dichas calizas se hallan actualmente recristalizadas, nada puede decirse respecto a su génesis.

### 2.3.2.2. La unidad superior carbonatada

Aparte del manchón del cerro del Aguila, los restantes afloramientos de esta facies superior pliocena, son de escasa importancia. Se hallan constituidos por biosparitas, biosparruditas e intra biosparitas (calizas espáticas) mezcladas con abundante proporción de arena (menos del 50%) de cuarzo, con chert y asimismo con feldespatos. La mayor potencia estimada para estos materiales alcanza los 50 metros.

La significación genética de estas calizas supone una continuidad en lo que respecta a una parte de las condiciones de sedimentación que tuvieron lugar durante la etapa sedimentaria anterior. Es decir, que dichos materiales han sido depositados en la zona costera, la cual posee un alto nivel de energía. No obstante se observa un cambio notable en lo que se refiere al tipo de depósito, a favor de una sedimentación predominante carbonatada. La brusca desaparición de los materiales arenosos, indica que la cantidad de aportes terrígenos de esta naturaleza ha disminuido notablemente; este hecho puede ser atribuido de una parte, a que el relieve ha sido peneplanizado, y de otra a que el clima haya podido evolucionar hacia una mayor sequedad, la cual se ve en cierta manera confirmada con la presencia de porcentaje de evaporitas.

Los terrenos pliocénicos, se extienden en grandes afloramientos, ocupando las zonas bajas en el sector al norte de Los Barrios, en el valle del curso inferior del Guadarranque, y a lo largo de la costa en el sector oriental. Por modo general, descansan sobre un relieve preexistente modelado sobre la unidad de Algeciras o sobre los términos inferiores de la unidad del Aljibe. Su potencia de conjunto estimada, es de unos 150 metros.

### 2.3.3. CUATERNARIO

Los terrenos que integran esta unidad cronoestratigráfica

proceden en su mayor parte de ambientes sedimentarios continentales. Según el medio del que proceden y el tipo de depósito, estos materiales se pueden clasificar del siguiente modo:

- Terrazas en relación con el Plioceno. Son terrazas en general colgadas de edad probablemente Plioceno-Villafranquiese, las cuales se relacionan en su base con un Plioceno o con un Cuaternario antiguo marino. Se localiza en el sector de los Barrios, al norte de dicho pueblo.
- Terrazas aluviales. Existen varios niveles en el sector del Guadiaro, con los materiales típicos de gravas, arenas y limos. Las terrazas más antiguas son las que presentan mayor cantidad de materiales rudíticos.
- Aluviones modernos. Constituidos por una mezcla de arenas y limos, aunque en cauces de menor importancia se dan -- gravas angulosas.
- Playas y dunas. Materiales areníticos muy desarrollados en ciertos sectores.
- Derrubios. Son especialmente importantes en la zona estudiada, en la que los deslizamientos son frecuentes y actualmente vivos. Este fenómeno provoca la dispersión de los materiales consolidados en amplias áreas al pié de los relieves importantes, donde suelen producirse.

### 3. TECTONICA

#### 3.1. GENERALIDADES

Este aspecto tiene gran importancia en la delimitación de las unidades establecidas, ya que lo han sido atendiendo principalmente a este particular, aunque también se ha considerado la litología y la edad.

Se distinguen dos grandes grupos de terrenos atendiendo a la tectónica:

- Terrenos anteorogénicos y postorogénicos.

Entre los primeros se distinguen las siguientes unidades alóctonas: (Didon 1966).

- Unidad del Aljibe
- Unidad de Nogales
- Unidad de Algeciras

El orden antes expuesto es de superior a más baja, aunque con algunas particularidades que serán discutidas más adelante.

La unidad de Almarchal es considerada por J. Didon (1967), como paraautóctona y no entrará, en este trabajo, en discusión por las razones dadas en la introducción.

El substratum de todas estas unidades, lo constituye el subbético, como lo han mostrado los sondeos de Cerro Gordo, Puerto Ojén y Almarchal, Perconig (1960-62),-

como asinismo el afloramiento que se encuentra junto al Río Pícaro, en la carretera de Algeciras a Tarifa, -- constituido por terrenos mesozoicos del Subbético.

- Terrenos postorogénicos.

Mioceno.- Solo existen dos afloramientos de poca extensión en la Hoja de la Línea, junto al ferrocarril Madrid-Algeciras.

Plioceno.- Ocupa grandes extensiones en la Hoja de San Roque, sobre todo en su parte central y oriental.

La tectónica que afecta a estos terrenos es poco importante, reposan discordantemente sobre los anteriormente citados.

Terrenos recientes.- No han sido afectados, al menos -- apreciablemente, por fenómenos atribuibles a la tectónica.

### 3.2. LAS UNIDADES ANTEOROGENICAS

#### 3.2.1. SUBBETICO

Solo aparece en la zona un pequeño afloramiento, como ya antes se ha indicado, se trata de un monoclinal que comprende -- desde el Triás-Keüper hasta el Neocomiense, según Didon constituye una masa aislada sobre la unidad de Almarchal, en este caso -- concreto; no obstante, su contorno actual parece responder a bordes fallados, aparte de pequeñas fallas que originan disposiciones -- particulares entre sus distintos terrenos.

### 3.2.2. UNIDAD DE ALGECIRAS

Es la unidad alóctona mas antigua, se extiende en toda la zona de forma irregular, rodeando en cartografía los afloramientos de la unidad del Aljibe y las de Nogales.

La estructura que presenta esta unidad es complicada y difícil de seguir por lo suave de sus relieves, los derrubios, la vegetación, y los suelos. Las estructuras más complicadas se encuentran en la Hoja de La Línea, con fuertes pliegues, de directrices no bien determinadas, que localmente derivan a pliegues-falla.

En el ángulo SW de la Hoja de San Roque hay una alineación clara, de dirección N50E que tiende a situarse según una dirección E-W; se aprecian repeticiones de niveles característicos pero no es determinable con seguridad la causa de tales repeticiones, y como el buzamiento general es hacia NW-NNW, caben dos posibilidades: Pliegues tumbados con vergencia Sur o bien escamas que repiten la serie; sobre todo en la mitad septentrional de este sector, es mas aplicable la segunda posibilidad.

En el resto de los afloramientos debido a su menor extensión y a la discontinuidad existente entre ellos, no es posible dar una estructura de conjunto y solo hacer notar que hay varias directrices de plegamiento muy localizadas y que posiblemente son explicables, — en parte por los cambios de facies dentro de esta unidad y también por el paso de las unidades alóctonas superiores, por lo que establecer una discusión sobre ello no tiene objeto dada la escasa información respecto a los hechos que han sido descritos.

### 3.2.3. UNIDAD DE NOGALES

Está poco representada en extensión y se dispone en masas aisladas de forma alargada que siguen la estratificación. Sus principales representaciones estan en el Guijo Alto y en el Tambor; la estructura que presentan es monoclinas, aunque con repeticiones

debidas a fallas. El cepillamiento basal se pone muy manifiesto, como puede apreciarse en el Guijo Alto. Descansa sobre la unidad de Algeciras y su relación tectónica con la Unidad del Aljibe no está bien delimitada, pues el único punto de contacto entre ambas es al Este de Sierra del Arca. Aquí parece ser que las areniscas del Aljibe solapan un poco a la unidad de Nogales, pero esto pudiera ser debido a la tectónica particular de dichas areniscas respecto al conjunto de la unidad del Aljibe, como ya se ha visto antes, por lo que no tendría ninguna significación en cuanto a la disposición de las distintas unidades, o sea en relación directa con la fase principal de mantos de corrimiento.

#### 3.2.4. UNIDAD DEL ALJIBE

Es la mas reciente de todas las unidades alóctonas; reposa sobre cualquiera de ellas asi como sobre la unidad paraautóctona de Almarchal (Hoja de La Línea); generalmente lo hace sobre la de Algeciras, pues la unidad de Nogales y la de Almarchal tienen poca representación en extensión en la zona estudiada.

Ocupa las partes altas de la topografía; las principales masas de esta unidad están al W-NW de La Almoraima en la Hoja de San Roque y en la de La Línea, en las Esclarecidas, Sierra de Algarrobo y Sierra del Bujeo; asimismo aunque menos importantes en volumen están Sierra Carbonera, Sierra del Arca, Sierra Almenara, Las Mesas y Loma Negra, estas dos últimas forman una franja costera al Norte de la desembocadura del Rio Guadiaro.

Desde el punto de vista tectónico esta unidad comprende dos términos:

- a) Areniscas del Aljibe
- b) Terrenos inferiores

pues sus comportamientos tectónicos son muy diferentes debido en

último término a las litologías de ambas.

### 3.2.4.1. Areniscas del Aljibe. (Fot. 1, 2, 3, 4, y 6)

Los estilos tectónicos que presentan pueden agruparse en dos tipos fundamentales:

- 1.- Pliegues agudos, tumbados, que pasan a pliegues-falla, en asociación con las facies de Benaiza.
- 2.- Pliegues relativamente suaves, con estructuras de poca -- envergadura.

- 1.- En este estudio quedan limitados, a la mitad superior de la Hoja de San Roque, al W del Rio Guadarranque, aunque también con este estilo, pero menos desarrollados, se encuentran en la franja de alternancias de Areniscas del Aljibe y facies de Benaiza al Norte de La Línea. (Véase el corte geológico interpretativo de la zona, sobre 10).

Es de notar que el sentido de vergencia en los pliegues-falla cambia a uno y otro lado de las estructuras en champinón, que hay al W de Castellar de la Frontera.

Hacia el Sur este conjunto toma caracteres del apartado 2º, -- como lo hace notar Didon (1966).

- 2.- Se trata de masas aisladas con estructura sinclinal en términos generales como es el caso de Las Esclarecidas, Sierra de Algarrobo y Sierra del Bujeo en la Hoja de la Línea; y en la Hoja de San Roque, en Sierra Carbonera, Sierra del Arca, Las Mesas y Loma Negra, mientras que Sierra Almenara es una serie monoclinial. Está muy generalizado el cepillamiento basal de las estructuras, pues mientras que el contacto de las areniscas del Aljibe con sus términos basales y/o con las unidades



inferiores es subhorizontal, los buzamientos son relativamente fuertes al menos para ser interceptados por aquella superficie. Este fenómeno a veces es muy evidente, como es el caso del flanco W de Sierra Carbonera.

La estructura de Sierra del Arca corresponde a una cubeta sinclinal, con una verticalización de los flancos hacia la parte central, además de una estructura anticlinal secundaria en su flanco sur. Toda la estructura ha sido fallada posteriormente.

#### 3.2.4.2. Facies de Benaiza y arcillas basales.

Su comportamiento tectónico va ligado a las areniscas del Aljibe en la zona II (Didon 1966), como ya se ha dicho anteriormente.

En las otras zonas, IV y I del mismo autor, su comportamiento es mas independiente con estructuras propias, aunque en parte ligadas al deslizamiento de las areniscas del Aljibe sobre ellas, ya que han servido de nivel de deslizamiento dada su composición. Localmente presentan disarmonias y pliegues de pequeño tamaño.

### 3.3. TERRENOS POSTTECTONICOS

Su tectónica es muy simple y además la que les afecta directamente es poco importante; sólo algunas pequeñas fallas normales han sido observadas en el Plioceno al W del Cerro del Aguila.

Ocupan grandes extensiones sobre todo en la zona central y oriental de la Hoja de San Roque y reposan discordantemente sobre una antigua superficie de erosión.

### 3.4. EVOLUCION TECTONICA

Las etapas principales que jalonan la historia de la evolución tectónica en la zona objeto de este estudio, son dos:

1. Etapa orogénica
2. Etapa postorogénica

#### 3.4.1. LA ETAPA OROGENICA

Por desgracia, de las cinco unidades que se localizan en el área estudiada, nos son casi totalmente desconocidas las características no sólo tectónica sino litológicas de dos de ellas; las dos — que constituyen teóricamente el substrato de las otras tres: el Subbético y la unidad de Almarchal. Con los datos que de ellas se poseen, resulta aventurado intentar siquiera sea un esbozo del desarrollo evolutivo de la tectónica local. No obstante debe señalarse aquí que la unidad subbética aparece fallada en su contacto con la de Almarchal y parece hallarse "extruida" perforando los terrenos que — han debido recubrirla en principio, es decir los pertenecientes a la citada unidad de Almarchal. Así pues, se limitarán estas notas a — las tres unidades —Algeciras, Nogales y Aljibe— que poseen unas notas características desde el punto de vista tectónico, y las cuales — son consideradas por los autores anteriores como las "unidades alóctonas del flysch".

De las unidades que forman el conjunto alóctono, la segunda de ellas, la unidad de Nogales, es la que se halla formada — por terrenos más antiguos de edad cretáceo inferior, y es la segunda en emplazarse en la zona. Las otras dos, la de Algeciras —la — primera en emplazarse— y la del Aljibe, se hallan constituidas por — terrenos que abarcan desde el Cretáceo superior hasta el Mioceno — inferior. Ciertas analogías y diferencias entre las tres unidades dan pie a su agrupación de la siguiente manera:

- Grupo Nogales-Algeciras. La unidad de Nogales, si bien no puede considerarse como un flysch auténtico, si es al menos una sucesión de secuencias turbidíticas, la cual se vería prolongar en un verdadero flysch senonense de la base de la unidad de Algeciras.

El término intermedio de este grupo es de naturaleza calcáreo-arcillosa de edad eocena.

El término superior se halla constituido por un flysch -el flysch de Algeciras- de edad oligoceno-aquitaniense.

- Unidad del Aljibe. El término inferior, de edad cretácea superior es aquí de naturaleza arcillosa.

El término medio, como en el grupo anterior, calcareo-arcilloso, es aquí de edad eocena-oligocena.

El término superior de edad aquitano-burdigaliense, es también como en el grupo anterior un flysch -las "areniscas del Aljibe".

Partiendo de los datos que proporcionan la cronología y la litología y siempre dentro del terreno de la hipótesis, cabe establecer para la cuenca en la que se han depositado las unidades alóctonas, la siguiente evolución tectónica.

3.4.1.1. Primera fase: en la que tienen lugar diversos estadios tectónicos:

- a) Primer estadio, el cual tiene lugar durante el Cretáceo inferior. Pueden producirse Plegamientos o una emergencia de un área-fuente sedimentaria. Se producen depósitos turbidíticos. El fenómeno se prolonga atenuándose durante el Cretáceo superior.

- b) Un segundo estadio de quietud tectónica. Dicho estadio abarca todo el Eoceno para la unidad de Algeciras, y se prolonga hasta el Oligoceno y en parte hasta la base del Aquitaniense para la unidad del Aljibe. Depósitos de lutitas y carbonatos.
- c) Tercer estadio. Actividad tectónica importante: pulsaciones: elevación o plegamiento en áreas emergidas. Subsistencia en la cuenca. En la unidad de Algeciras comprende Oligoceno y Aquitaniense. En la unidad del Aljibe, comprende el Mioceno inferior. Depósitos potentes de flysch, procedente de un área-fuente sedimentaria.

#### 3.4.1.2. Segunda fase: traslación de unidades.

Este fenómeno no requiere forzosamente una deformación de la cuenca provocada por un tectonismo; puede tener lugar simplemente siguiendo el proceso de los deslizamientos por gravedad, en los que solo se requiere un gradiente mínimo en la superficie sustentadora del fenómeno el cual tiene lugar gracias a un nivel plástico -o que se convierte en plástico por obra de la carga de materiales que se hallan sobre él-.

- La unidad de Algeciras, se traslada al final del Aquitaniense.
- Entre el Aquitaniense y el final del Burdigaliense, tiene lugar la traslación de la unidad de Nogales.
- La unidad del Aljibe sufre su traslación, al final del Burdigaliense.

Un intento de explicación de la mecánica del fenómeno aparece en esquema nº 1.

De todos modos, el paroxismo tectónico coincide con el emplazamiento de estas unidades.

### 3.4.2. LA ETAPA POSTOROGENICA

Tras la erosión de los relieves emergidos y depósito de los materiales correspondientes al Mioceno superior en un mar epicontinental de escaso fondo, tiene lugar una nueva etapa erosiva y la sedimentación pliocena. Algunos movimientos de descompresión -- aún afectan poco profundamente los materiales pliocenos.

Posteriormente a la sedimentación pliocena, tiene lugar -- una emersión general, con el establecimiento de la línea de costas actual.

#### 4. GEOLOGIA APLICADA

##### 4.1. AGUAS SUBTERRANEAS

Aunque dada la índole del presente informe, no es pertinente un análisis de detalle de las posibilidades de la zona respecto a la reserva en aguas subterráneas, sí al menos es indicado -- hacer patente nuestras ideas al respecto, las cuales se apoyan en los hechos observados sobre el terreno, así como en las características litológicas de las distintas unidades tanto a escala de observación natural como a escala microscópica.

Con el objeto de centrar las ideas, dividimos la zona -- estudiada en cuatro sectores, del modo que sigue:

- Sector de Algeciras; el cual se localiza en la parte sudo--ccidental de la zona estudiada, formando el río Palmones su límite norte.
- Sector de Castellar; cuyo límite sur, lo forma aproximadamente el del término municipal de dicho pueblo; el límite --oriental, se encontraría en el borde este de las estribaciones de la Sierra de Montecoche.
- Sector de los Barrios y valle del Guadarranque. Es una --zona que en parte sigue el curso bajo de dicho río y que se extiende hasta el Palmones y la costa norte de la bahía de Algeciras.
- Sector oriental; situado al este aproximadamente del meridia--no de San Roque.

#### 4.1.1. SECTOR DE ALGECIRAS

En su conjunto, se puede dividir este sector en tres -- grandes unidades litológicas; esta división, establecida de un modo esquemático, es la siguiente:

##### 4.1.1.1. Unidad impermeable.

Constituida por las margas de la Unidad de Alnarchal y el flysch de la Unidad de Algeciras; ambos materiales constituyen el substrato de la sucesión turbidítica denominada "areniscas del Aljibe" la cual forma los relieves denominados Las Esclarecidas; - la base margosa del flysch de Algeciras forma el substrato sobre el que descansa un variado Cuaternario.

##### 4.1.1.2. Unidad de las areniscas del Aljibe.

Descansan como queda dicho, sobre el flysch de Algeciras o incluso sobre la facies margosa basal de dicho flysch.

Aunque se trata de sucesiones turbidíticas, teóricamente impermeables, sin embargo los bancos de areniscas con una potencia en ocasiones de cuatro y cinco metros, pueden representar reservorios de mediana importancia, dada la permeabilidad media de estos materiales. Avala este criterio la presencia de fuentes no muy numerosas en los flancos del cerro del Rayo -la de Las Minas, -- abastece Algeciras- y de la sierrecilla del Algarrobo. Debe tenerse presente, que un arroyo muy profundo -el de la Miel- diseca este macizo de las Esclarecidas drenándolo.

##### 4.1.1.3. Unidad del Cuaternario.

De todos los tipos de materiales cuaternarios que se encuentran en este sector, el único que presenta un interés desde el punto de vista de reservas de agua es el constituido por las terra-

zas situadas en el curso del Palmones; por desgracia, la superficie que ocupan dichas terrazas, es despreciable.

#### 4.1.1.4. Resumen.

El sector de Algeciras, no presenta un especial interés como área de reservas importantes de aguas subterráneas. Solamente la superficie ocupada por la facies de las areniscas del Aljibe podría ser considerada acreedora a un estudio más detallado a este respecto.

#### 4.1.2. SECTOR DE CASTELLAR

Prácticamente toda su superficie se halla ocupada por las areniscas del Aljibe, las cuales forman las estribaciones por el este de la Sierra de Montecoche. A la base de las mismas se encuentra la facies impermeable de la facies de Benaiza. El conjunto, muy replegado hacia su borde oriental, se encuentra drenado por rios que discurren encajados, tales el Codos y el Guadarranque.- Las fuentes son muy escasas y con un caudal muy pobre.

Dadas las condiciones tectónicas, litológicas y morfológicas, es desaconsejable toda investigación en este sector.

#### 4.1.3. SECTOR DE LOS BARRIOS Y VALLE DEL GUADARRANQUE

Es éste el sector con mayores posibilidades de reservas en aguas. Un gran afloramiento de Plioceno arenoso, se extiende profundamente hacia el norte ocupando todo el fondo del valle del Guadarranque y prolongándose casi hasta el del Hozgarganta. Estas arenas -con una potencia máxima de unos 100 a 120 metros- -descansan sobre un substrato impermeable -Unidad de Algeciras o



facies de Benaiza-. Con casi total seguridad, las arenas pliocenas se hallan recargadas por los drenajes de los relieves de Montecoche, Castellar y por los situados al este -sierras de Almenara, El Guijo, el Arca y aun en parte quizás, Carbonera-.

Se aconseja, por tanto, un estudio de detalle de esta posible cuenca, y se hace especial hincapié en las precauciones a adoptar en evitación de una salinización de este sector, dadas su proximidad y su escasa cota. A este respecto, conviene apuntar el grave riesgo que corre el área del polo de desarrollo industrial de la bahía de Algeciras, si no se adoptan desde ahora las disposiciones pertinentes.

#### 4.1.4. SECTOR ORIENTAL

Los cuerpos litológicos de mayor permeabilidad -constituidos por areniscas del Aljibe y por los materiales turbidíticos de la Unidad de Nogales- descansan sobre una base impermeable constituida por los tramos basales de la Unidad del Aljibe o por el flysch de Algeciras. Los paquetes con una relativa permeabilidad, coronan las zonas altas de una serie de cerros -Almenara, El Guijo Alto, El Arca- los cuales tienen muy poca conexión entre sí.

El drenaje es casi total en este sector, en el cual escasean notablemente las fuentes.

No parece presentar especial interés el sector, excepto por lo que se refiere a la posibilidad en reservas, del afloramiento plioceno situado inmediatamente al SW del río Guadiaro, entre éste, los relieves antes citados y la costa. Las cotas que alcanza -80 a 100 metros- hacen recomendable un estudio de detalle de esta pequeña posible cuenca.

#### 4.1.5. CONCLUSIONES

La zona estudiada de Campo de Gibraltar, no posee un

marcado interés en lo que se refiere a reservas acuíferas subterráneas. Solamente el sector central de Los Barrios y curso final del Guadarranque poseen probablemente unas reservas importantes, pero limitadas en cuanto al tiempo; es decir, que la utilización de tales reservas con fuertes caudales, no podrá mantenerse por un plazo de tiempo superior a los diez o quince años máximo, y desde luego, manteniendo un control a lo largo de este periodo de tiempo.

No obstante, de comprobarse la importancia de esta cuenca, su explotación podría ser interesante a corto plazo, para subvenir a las necesidades inmediatas del polo de desarrollo industrial, hasta que dicha demanda de agua pueda ser atendida mediante los embalses proyectados.

#### 4.2. MATERIALES CANTERABLES

##### 4.2.1. ARCILLAS

Las masas de este material más importantes, se pueden dar en las facies inferiores a las areniscas del Aljibe. Son buenas arcillas para la fabricación de materiales de construcción.

Las arcillas de la facies de Benaiza, tienen menos interés por la presencia de pasadas carbonatadas.

##### 4.2.2. CALIZAS

Se explotan actualmente las calizas jurásicas de El Guijo cerca de Algeciras, sobre la carretera de Cadiz-Málaga, a la altura del km. 102,6.

Al norte de Los Barrios, se encuentran canteras o posibilidad de las mismas, sobre el camino a Castellar, al este de -

La Coracha. Dichas calizas pertenecen a la Unidad de Algeciras, a las facies inferiores al flysch.

De menor interés, es el afloramiento de "calizas del -- norte de La Línea", las cuales tienen una potencia de unos 20 metros, pero entre las que aparecen frecuentes intercalaciones margosas. Existe una explotación muy modesta al este de sierra Carbonera.

La utilización de todos estos materiales es la de áridos en general.

#### 4.2.3. ARENAS

Las masas más importantes y menos explotadas, son las de los afloramientos del Plioceno, los cuales alcanzan una extensión importante, con potencias de hasta 100 metros. Junto con las calcilitas pliocenas y miocenas -ambas muy explotadas- constituyen un -- material excelente para edificación y para rellenos de subbase y -- terraplenes de carretera.

## INTRODUCCION

Este documento consta de los informes de los laboratorios de Sedimentología y Micropaleontología. Ambos comienzan por un resumen de las características fundamentales de las cuencas de sedimentación. A continuación se hace una descripción muestra por muestra en cada uno de los informes.

En el primero se da la situación de la totalidad de las muestras por cuadrículas que vienen representadas en los planos de situación que se adjuntan a este estudio. Cuadrícula que también se ha representado en el "Mapa índice".

En el segundo hemos de señalar que faltan muchas muestras del primero. Ello es debido a que dichas muestras son azoicas.

También es de advertir que en algunas muestras se repite el mismo número acompañado de una letra; ello se debe a que son muestras de distintos niveles en un mismo punto.

Ambos informes se complementan, para una mejor comprensión, con fotografías que están incluidas en el documento de "Plano y Fotografías".

La situación de las muestras que pertenecen a columnas estratigráficas, viene dada por la cuadrícula en la que están y el número de columna de la que forman parte.

## INFORME DE SEDIMENTOLOGIA

Los materiales estudiados, pertenecientes al sector meridional de la extensa área conocida como Campo de Gibraltar, -- presentan unas características litológicas muy diversas, las cuales corresponden al variado cuadro de condiciones que han estado presentes en la génesis de las rocas hoy aflorantes. Es necesario -- recordar aquí, que los terrenos que hoy constituyen la zona estudiada, forman parte de unidades que proceden de diversos lugares de la cuenca geosinclinal bética y que no siempre son sincrónicas. De aquí la necesidad de tomar en consideración en el presente -- informe las unidades tectoestratigráficas y establecer las precisiones sedimentológicas para cada una de ellas por separado.

El orden en el que se exponen estas precisiones, es -- por tanto el que se ha seguido en la descripción cronoestratigráfica de las distintas unidades que integran el Campo de Gibraltar en su sector meridional, es decir: Subbético, Unidad de Almarchal, Unidad de Algeciras, Unidad de Nogales, Unidad del Algibe, todas -- ellas correspondientes a los materiales afectados por la orogenia -- alpina. Por último los terrenos postorogénicos: Mioceno y Plioceno.

### Subbético

Esta unidad se halla integrada por materiales correspondientes al Triás, Lías, Jurásico superior y Neocomiense.

A lo largo del Triás, la sedimentación corresponde a -- condiciones de aguas poco profundas, en las que tienen lugar depósitos importantes de arcillas y margas de color rojo con evaporitas, dolomías y carníolas, y areniscas. Parece contradictorio aceptar -- un importante depósito de arcillas en un medio de aguas someras; la

explicación de esta aparente contradicción, se basa en un cambio climático el cual tiene como consecuencia la erosión de suelos de tipo laterítico y su brusca acumulación en zonas de plataforma -- costeras; la velocidad de depósito impediría la acción seleccionadora del medio, con el resultado de un ascenso aparente del nivel de base de depósito de materiales finos. Por otra parte, el depósito de evaporitas, y la presencia de dolomías, hace pensar en un medio restringido, tipo estuario o bahía cerrada.

Durante el I.ías, los materiales que se depositan --calizas espáticas frecuentemente oolíticas, brechoideas-- suponen una sedimentación normal costera de aguas someras y agitadas.

Con el Jurásico superior, se entra en un proceso sedimentario de características netamente diferentes a las que hasta -- aquí han sido consideradas. Durante dicho proceso, que abarca -- hasta el Barremiense, tiene lugar una sedimentación de barro calizo microcristalino normal en mezcla con diferentes proporciones de arcilla (micritas arcillosas--margas). Se trata por tanto de un proceso de sedimentación en zonas de la cuenca marina, con un nivel de energía débil; la presencia de colores verdosos en algunas de estas margas y de micritas de tipo noduloso, son prueba de que la tranquilidad del medio ha sufrido la influencia de bruscos aumentos del nivel de energía. Cabe por lo tanto asignar a estos depósitos una zona de sedimentación marina comprendida entre los 40 y 100 metros, fuera del alcance normal del efecto del oleaje, pero no -- exento de su influencia en condiciones poco frecuentes.

Como resumen de lo antes expuesto, debe pensarse en que la cuenca ha sufrido una deformación, probablemente a consecuencia de una tectónica paleoalpina, con el efecto de un ahonda--- miento a partir del Malm.

#### Unidad de Almarchal

Se trata de materiales de edad correspondiente al Seno-

nense. Por las razones al principio de este informe apuntadas y a pesar de que la génesis de los materiales que la constituyen -- apunta hacia un proceso sedimentario semejante al que tiene lugar durante el transcurso del Malm y Neocomiense de la unidad Subbética, no puede establecerse una continuidad en dicho fenómeno, y sí únicamente una convergencia entre ambos procesos.

Micritas, micritas arcillosas, biomicritas (Fot. 51) y micritas con limo, son los depósitos correspondientes a esta unidad de Almarchal. Tal naturaleza litológica, supone un proceso -- sedimentario típico de zonas de cuencas marinas con nivel de energía débil, las cuales se sitúan en la plataforma continental por debajo de la isobata de los 100 metros, o bien en zonas de talud o -- aún más profundas.

#### Unidad de Algeciras

Esta unidad se halla constituida por varias unidades litológicas, las cuales poseen significación genética distinta, y a las que denominamos facies.

- Facies flysch cretáceo-superior. Constituido por calizas -- (micritas y esparitas limosas), y micritas arcillosas o arcillas en secuencias turbidíticas; las calizas suelen presentar "convoluted -- laminations". Es difícil precisar la zona de depósito para una sucesión turbidítica, aunque son poco frecuentes dichos tipos de depósito en zonas costeras. La presencia de Globotruncana en asociación con prismas de Inoceramus en las micritas, constituye una microfacies típica de ambiente marino con un nivel de energía débil. Es decir, que al final de cada secuencia turbidítica, tiene lugar un -- depósito normal de la cuenca (biomicritas de plataforma interior a talud) el cual queda truncado -y en parte lavado- por el depósito - de materiales que proceden de una nueva corriente de turbidez.

- Facies de calizas con microcodium. Debido a que estas rocas se hallan recristalizadas, (Foto 35) no es posible dar una noticia segura acerca de la zona de sedimentación marina en la que se depositaron los sedimentos originales. La presencia de algas tampoco aclara este punto, toda vez que se trata de organismos de tipo pelágico cuyos fragmentos son extremadamente abundantes en este tipo de material. No es aventurado suponer que en su origen se tratara de biomicritas correspondientes a zonas de nivel de energía débil a medio, es decir situadas por debajo de la isobata de los 40 metros.

Esta facies descansa sobre el flysch cretáceo-superior, y puede representar un cambio lateral de facies de la base de la que denominamos "Eoceno margoso", aunque estos materiales basales como los de las "calizas con microcodium" sean de edad paleocena. Asimismo puede considerarse como tránsito lateral de la facies conglomerática, al menos parcialmente.

Es por tanto muy aparente, que la facies de calizas con microcodium ha sido depositada muy localmente.

- Facies conglomerática. Se trata, como ocurre en la facies anteriormente descrita, de un depósito local aunque con mayor desarrollo que el de las calizas con microcodium, de las cuales se origina en parte.

El hecho de que estos conglomerados con trama calcárea, como lo es asimismo el cemento (intrabiosparitas limosas), (Fot. 37), se nutran en buena parte de elementos de caliza con microcodium, hace posible su denominación -al menos parcial- como conglomerado de tipo intraformacional. Este hecho, así como la mera presencia de conglomerados del tipo que fueren, supone que en la génesis de los mismos ha intervenido un aumento notable del nivel de energía, en relación con el que ha regido el depósito de



las calizas con microcodium. Es aventurado asegurar si se trata de varios niveles, o bien de uno sólo el cual presenta una serie de indentaciones más o menos profundas; como quiera que se -- trata de una facies local, más bien debe pensarse en el segundo caso.

Por otra parte, el hecho de que se trate de una varia ción lateral de facies localizada, hace pensar en una influencia de corrientes importantes de tipo continental cargadas de material terrígeno grosero, y capaces, en su itinerario dentro de la cuenca marina, de erosionar los sedimentos de los fondos sobre los que - transita. No es verosímil la hipótesis de invocar movimientos o de formaciones del fondo de la cuenca marina, tan excesivamente limi tados.

- Facies margosa. En su conjunto, constituye un depósito de micritas arcillosas y arcillas, entre las que aparecen intercalaciones de intrabiosparitas arenosas ó limosas en estratificación fina.

De nuevo predomina un nivel de energía sedimentario débil, si bien la presencia de las esparitas indica un nivel de ener gía alto. Este aumento del nivel de energía debe aceptarse no como breves y relativamente frecuentes pulsaciones tectónicas de ascensos y descensos repetidos del fondo de la cuenca, sino más bien como variaciones en la intensidad de las corrientes existentes en el medio de sedimentación, las cuales han lavado el barro microcristalino carbonatado y han dado lugar a los intraclastos. El aumento de energía en estas corrientes hace posible asimismo, la incorpo ración al sedimento del material terrígeno de tamaño limo y arena.

Esta facies margosa puede pasar lateralmente hacia la - base, bien a la facies conglomerática, bien a la facies de calizas con microcodium. Es decir, que en unos casos reposa directamente sobre la facies del flysch senonense, y en otros sobre las calizas de microcodium o bien sobre la facies conglomerática carbona tada.

- Flysch de Algeciras. El flysch de la bahía de Algeciras puede dividirse en los siguientes tramos característicos:

1.- Tramo basal. Formado por una sucesión de secuencias turbidílicas, las cuales presentan:

- término basal de intrabiosparitas e intrasparitas arenoso-limosas (Fot. 36 y 38), con huellas de corriente "flute casts", "convoluted lamination", - "bounce casts".
- término intermedio, representado por fangolitas.
- término final arcilloso.

2.- Tramo medio. Constituido por un depósito lutítico, representado por limolitas, fangolitas y argilolitas, en el cual se presentan intercalaciones de: intrasparitas e intrabiosparitas arenoso-limosas, y algunas micritas limoso-arcillosas.

3.- Tramo superior. Es el tramo más potente del flysch de Algeciras. Consiste en numerosas secuencias turbidílicas, cuyos términos basales son siempre areniscas. (Fotos. 52 y 53). En algunas de estas secuencias, el término intermedio de fangolitas se halla enormemente desarrollado y falta el término superior arcilloso. También puede estar la secuencia truncada por la base arenítica, la cual falta totalmente en estos casos que son muy poco frecuentes.-- Hacia la parte superior de este tramo, tiene lugar un depósito importante de intrabiomicritas limosas con chert.

Son frecuentes en este tramo, las estructuras sedimentarias tales los "groove cast", magníficos ejemplos de "flute cast", y los muy abundantes "convoluted laminations".

Este flysch de Algeciras, parece representar un depósito de materiales terrígenos -arenas, limos y arcillas- en una "cuenca carbonatada" cuyos depósitos normales quedan enmascarados por los aportes terrígenos de corrientes de turbidez. Es significativo el potente depósito de intrabiomicritas limosas al que se ha hecho referencia en la descripción del tramo superior; este material representa el depósito normal de la cuenca, sedimentado durante una pausa de la actividad de las corrientes de turbidez y su presencia supone una zona de sedimentación marina en la que el nivel de energía es medio a débil, situada aproximadamente entre las isobatas de 40 a 100 metros, en la zona que se denomina de plataforma exterior.

Las areniscas de los términos basales de las secuencias turbidíticas, son en su mayor parte chertarenitas. Se trata de sedimentos, cuya área-fuente o área distributiva se halla constituida por rocas sedimentarias; por lo tanto aunque el redondeamiento de los cantos es frecuentemente bueno, este hecho nada supone en cuanto a la acción abrasiva del medio ya que es un carácter normalmente "heredado" de antiguas areniscas del área-fuente. Por el contrario, el hecho de que no se encuentren cuarzarenitas, las cuales representan el término final del proceso de madurez de estos materiales, indica que el transporte y el tiempo de permanencia en suspensión en el medio han sido cortos, así como la sedimentación muy rápida y la carga de materiales muy importante.

Resumen.- Recogiendo las ideas y datos que han sido expuestos para la Unidad de Algeciras, queda patente el hecho de que los materiales correspondientes a esta unidad han sido depositados en un medio de bajo nivel de energía en general. La parte basal y la terminal de la unidad han sufrido la acción de las corrientes de turbidez con el efecto de una contaminación y enmascaramiento rítmicos por los correspondientes aportes terrígenos.

El tramo medio corresponde también a una zona de débil nivel de energía. En la base de dicho tramo, aparecen contaminaciones locales de material terrígeno grosero, debidas a corrientes locales cuyo origen se debe muy probablemente a la prolongación en la cuenca de corrientes continentales. Es de señalar que en los sedimentos que han dado origen a los materiales típicos del tramo que nos ocupa, se han producido frecuentes y cortos aumentos en el nivel de energía con el resultado de lavados del barro microcristalino y aportes terrígenos de tamaño de arena y limo. Tales fenómenos son atribuibles -como queda indicado- a un aumento de la energía cinética de las corrientes, y no a una serie de elevaciones y descensos del fondo de la cuenca difíciles de aceptar por otra parte.

En general puede decirse que los materiales de esta unidad, han sido depositados en una zona marina correspondiente a la plataforma interior y que tan sólo la facies de calizas con microcodium así como la facies conglomerática, deben -- corresponder a una zona más externa de la plataforma situada entre las isobatas de 40 a 100 metros de profundidad.

#### Unidad de Nogales.

Se halla integrada por una alternancia de micritas y biomicritas con y sin limo, y areniscas.

De depósito de barro microcristalino (Fot. 40), se deduce que el nivel de energía del medio en la zona de sedimentación era débil. La presencia de potentes bancos de areniscas, las cuales corresponden a un nivel de energía mucho más alto, parecen suponer la necesidad de cambios en la zona de depósito. Tal como ha sido considerado para la unidad anteriormente tratada, la oscilación del nivel de base de depósito de las areniscas, no se halla li-

gado a movimientos o deformaciones del fondo de la cuenca de sedimentación, sino a la variación en la intensidad de las corrientes submarinas y a la carga útil de las mismas. De este modo, la sedimentación normal de barro microcristalino, puede verse enmascarada por los aportes masivos de arenas durante lapsos de tiempo — de diferente duración.

Así pues, tanto los barros de calcita microcristalina como las arenas se han sedimentado en una zona de débil nivel de energía, aunque la llegada de estos últimos materiales suponga un aumento de dicho nivel. No es necesario como acaba de verse, invocar un cambio en la zona de sedimentación marina, la cual se localiza para el conjunto del depósito, en la plataforma a profundidades comprendidas entre los 100 y los 200 metros.

Los tipos de areniscas frecuentes pertenecen a las clases de: Cuarzarenitas (Fot. 55), subarkosas y chertarenitas (Fot. 41). De estas tres rocas, las más frecuentes son las subarkosas, las cuales proceden de áreas-fuente plutónicas en general graníticas o gneísicas. Excepto las cuarzarenitas que suponen un transporte — más largo o una abrasión más prolongada, tanto las subarkosas como las chertarenitas no requieren forzosamente un largo periodo de erosión para formarse; de todas formas las subarkosas pertenecientes a los materiales de la unidad que nos ocupa, poseen una pequeña cantidad de feldespatos y algunos tamaños de grano de cuarzo se — hallan bien redondeados aunque su calibrado no es bueno; todo hace suponer para este tipo de rocas que la meteorización sobre el área fuente ha sido intensa — además los feldespatos de la serie potásica — se hallan muy alterados — y que por lo tanto el periodo de abrasión no ha sido necesariamente largo. Se trata pues de sedimentos que han "invadido" una zona que no les corresponde y cuyo depósito ha sido brusco; todo parece indicar un condicionamiento sedimentario — semejante al de las corrientes de turbidez y aunque los depósitos — no puedan ser asimilados a un verdadero flysch, sin embargo pue-

den recibir el nombre menos comprometedor de flyschoides y turbidíticos.

### Unidad del Aljibe.

Tal como sucede en la unidad de Algeciras, esta unidad -- del Aljibe se halla constituida por varias unidades litológicas las -- cuales poseen una significación sedimentaria propia. Como en el -- caso de la unidad de Algeciras, se denominan las diferentes unidades litológicas con el nombre de facies.

- Facies arcillosa basal. Se trata de un depósito de arcillas y argilolitas de la base de la unidad. Esta facies puede establecerse como un depósito monótono hasta alcanzar la base de las "areniscas del Aljibe", las cuales constituyen el término más alto de la unidad del Aljibe; en tal caso, estos materiales arcillosos, comprenden todos los términos inferiores a las areniscas del Aljibe (Facies de Benaiza y Facies caliza del norte de La Línea).

Los depósitos de lutitas, corresponden por lo general a zonas de sedimentación cuyo nivel de energía es débil. Se trata por lo tanto de materiales típicos de zonas de plataforma interior a talud, las cuales se sitúan por debajo de la isobata de los 100 metros.

- Facies de Benaiza. Los materiales que integran esta facies, se han depositado formando una alternancia de argilolitas rojizas y micritas arcillosas. Son frecuentes las intercalaciones de capas más gruesas de biointrasparruditas (Fot. 43).. intrabiosparitas -ambos tipos con arena- y biosparitas (Fot.42). Estas intercalaciones calizas, llegan a formar una barra al norte de La Línea, la cual constituye una facies muy local denominada por J. Didon "calizas del norte de La Línea".

El mecanismo de sedimentación de los materiales que --

constituyen esta facies es muy semejante al que originó la facies margosa de la unidad de Algeciras. Se trata por tanto, de materiales sedimentados en una zona de depósito de débil nivel de energía -zona de plataforma interior a talud- el cual ha sido incrementado de un modo temporal y local, produciendo un lavado de arcillas y barros micríticos con la consecuencia de la formación de calizas esparíticas. Tal modificación de la energía cinética del medio, como consecuencia de un incremento de la velocidad en las corrientes submarinas, ha tenido una mayor duración en un punto de la cuenca; gracias a este hecho, ha sido posible el establecimiento del paquete calizo del norte de La Línea.

Hay un paso lateral de esta facies a la facies anteriormente considerada arcillosa, como consecuencia de una influencia importante de los aportes terrígenos de la fracción lutítica y probablemente de una disminución notable de la sedimentación carbonatada normal.

- Facies de las areniscas del Aljibe.- Puede decirse que los materiales que forman parte de esta unidad litológica, constituyen una sucesión de secuencias turbidíticas cuyas características más importantes se exponen a continuación.

En el sector sur de la zona estudiada -Sierra Carbonera-, las secuencias turbidíticas se hallan formadas por cuarzarenitas (Fotos, 54, 56, 45 y 44) y fangolitas, faltando de un modo sistemático la fracción más fina arcillosa, por lo que se hallan truncadas al techo. Es frecuente en ciertos niveles el gran desarrollo de los términos areníticos, de manera que en dichos tramos cabe adoptar el criterio de definirlos como depósitos de cuarzarenitas con intercalaciones de fangolitas. Las cuarzarenitas presentan frecuentemente arcilla.

En el área NW -presa del pantano del Guadarranque- los términos que integran las secuencias turbidíticas son, areniscas fangolitas y argilolitas; de estos términos, en ocasiones faltan los

arcillosos y menos frecuentemente los fangos. Excepto una cuarzarrenita con glauconia, el resto de las areniscas son subarkosas.

Son características comunes de las areniscas del área estudiada, las siguientes: 1) desde el punto de vista de su composición mineralógica, la abundancia de cuarzo, toda vez que aún las subarkosas lo contienen en proporciones que pasan del 80%; los feldespatos pertenecen, casi en su totalidad a la serie potásica; 2) en cuanto a su textura, es frecuente la presencia de cemento feldespático, ferruginoso y prácticamente en la mayor parte se acusa un -- contenido en arcilla importante que constituye en estos casos la única matriz; el redondeamiento es en general inexistente, tan sólo se da en ciertos casos pero solo para los tamaño de grano mayores; el calibrado es malo en general y se da una dispersión muy amplia en los tamaños de grano de la clase arenas.

Se trata por tanto de areniscas inmaduras o submaduras desde el punto de vista de la madurez textural. Son materiales que no han sufrido un largo proceso de abrasión, que han sido transportados rápidamente hasta un punto de la cuenca marina, en el que el nivel de energía era débil; estas condiciones unidas a lo rápido del depósito, han hecho inviable un buen triaje de tamaños de grano; dicha selección ha tenido lugar únicamente y de modo parcial durante el proceso de depósito de los materiales. Todos estos fenómenos tienen lugar, de un modo típico en la mecánica de las corrientes de turbidez.

Las subarkosas, suponen la existencia de un área-fuente plutónica de carácter ácido dada la presencia netamente dominante de feldespatos potásicos. Si se tiene en cuenta la escasa cantidad de feldespatos en el sedimento -los cuales en la roca del área-fuente plutónica se hallan en porcentajes vecinos al 60%; la velocidad -- del fenómeno transporte-depósito en la cuenca de sedimentación marina, y la significación tectónica de las facies turbidíticas -depósitos de relleno de surcos fuertemente subsidentes durante una etapa in--



mediata a la orogenia principal-, debe convenirse en que estas subarkosas no son de origen, climático sino tectónico. De todos modos el área-fuente -posiblemente, un umbral eugeoanticlinal- constituida -paleogeográficamente como un cordón de islas, ha tenido un clima húmedo el cual ha debido influir notablemente mediante una meteorización en la transformación de los feldespatos en arcillas.

El depósito de estos materiales terrígenos ha venido a substituir prácticamente el depósito normal carbonatado de la cuenca. De tal modo es esto cierto, que en toda la facies de areniscas del Aljibe, no existen las rocas carbonatadas como tales y sí únicamente pequeñas cantidades de micrita o algunos casos de cementos esparíticos en las areniscas. Tal influencia de materiales terrígenos en el sedimento, que enmascara o desplaza una sedimentación normal carbonatada, supone un tectonismo muy acusado previo que -ha provocado un fuerte relieve, y una etapa de erosión -tanto química como mecánica- muy intensa la cual da lugar a importantes masas de derrubios vertidos en la cuenca.

La presencia de las cuarzarenitas -con una mayor representación global que las subarkosas para toda el área estudiada-, en depósitos de la misma facies, pueden suponer bien un estadio más avanzado de madurez mineralógica, del mismo tipo de material que -las subarkosas, bien una procedencia de un área-fuente sedimentaria; la presencia de redondeamiento en sólo algunos granos-siempre los de tamaño mayor- hace suponer que tal carácter es heredado de un sedimento antiguo, probablemente unas areniscas maduras texturalmente.

Es importante, retener el dato de que en estas secuencias turbidíticas, se conservan términos lutíticos de un valor casi equivalente a los términos areníticos. El depósito y permanencia de esta fracción fina, solo es posible en un medio en el que los agentes mecánicos del mismo no poseen una capacidad erosiva importante para "lavar" este material lutítico. Tan solo las sucesivas co---

corrientes de turbidez, producen un efecto erosivo -en general parcial- sobre la superficie de los materiales finos depositados por las corrientes inmediatamente precedentes. Dicho efecto erosivo produce huellas de corriente del tipo de los llamados "flute casts", "groove casts" etc.

### Resumen.

La zona de la cuenca de sedimentación marina en la que han sido depositados los materiales que integran la Unidad del Aljibe -- presenta unas características típicas -débil nivel de energía- de -- plataforma interior o de talud continental. Se trata de una cuenca -- carbonatada cuyo depósito químico no es muy importante; esta razón unida a aportes terrígenos muy importantes -hasta el extremo - que para la facies de las areniscas del Aljibe toma carácter de "vertedero" o "escombrera"-, da como consecuencia la escasa representación de rocas carbonatadas en la columna virtual de la unidad que nos ocupa. Los lavados de materiales lutíticos y barros micríticos con aportes terrígenos de tamaño limo o arena -facies de Benaiza- con la aparición de cemento espático abundante, señalan en cierta manera el prólogo de los fenómenos que siguen a continuación: una exarcebación del tectonismo del área fuente, la aparición de corrientes de turbidez -probablemente originadas por pulsaciones del fondo de la cuenca- y la consiguiente invasión masiva de materiales terrígenos. Este cuadro de condiciones "rechaza" el depósito carbonatado normal de la cuenca, el cual desaparece por completo a lo largo de esta fase de depósito final de la unidad, constituido por lo que se ha denominado desde antiguo "areniscas del Aljibe".

### Mioceno

Se halla integrada esta unidad por calizas arenosas (biosparritas, biosparitas con arena (Foto, 46) y calcilitas (a las que autores precedentes dan el nombre de "molasa". Son materiales sedi--

mentados en una zona de depósito marino cuyo nivel de energía - es alto en general, correspondiente a una zona costera.

No puede hablarse aquí de una verdadera "precipitación normal química", toda vez que el barro microcristalino caso de -- que fuera precipitado, fue lavado por los agentes erosivos del medio, aunque la precipitación de un depósito intersticial en forma de cemento, pueda dar lugar a admitir la posibilidad de la naturaleza carbonatada de la cuenca en este tiempo.

### Plioceno

Es posible distinguir dos unidades litológicas para los depósitos sedimentados durante el plioceno, ambas en un ámbito: a) la unidad arenosa inferior; b) la unidad superior carbonatada.

- a) La unidad arenosa inferior.- La denominación empleada -- para este nivel inferior del Plioceno, ya presupone su carácter predominante arenítico; no obstante, debe añadirse que aparecen intercalaciones -las cuales muy frecuentemente adoptan la forma de cuerpos lenticulares- de rocas carbonatadas y de lutitas.

Las rocas carbonatadas se hallan recristalizadas, por -- cuya razón es aventurado intentar establecer su génesis. Se trata de "microsparitas" y de "intrabiomicrosparitas", ambos tipos de rocas con tal proporción de arena que hace posible el apelativo de -- "arenosas" (entre el 10 y el 50% de arena); y con un porcentaje -- de chert y feldespatos inferior al 10%.

El carácter de conjunto de esta facies del Plioceno inferior, se halla determinado por la abundancia de terrígenos del tamaño arena, tal como ya queda indicado. Se trata de tipos de arena -- en su mayor parte litareníticos, en los que tienen una representación de cierta importancia los calclíticos, por el contrario las arenas muy cuarzosas tipo cuarzarenítico, son muy escasas. La can-

tividad de feldespatos, oscila entre un 10 y un 1% en los tipos de arena litareníticos. El cuarzo, para este mismo tipo de rocas, no pasa de un 60%. Los índices de calibrado, son en general buenos, situándose el tamaño medio de grano en las clases de arena fina o arena media. El redondeamiento muy bueno para un porcentaje de los elementos de la trama, es inexistente en el resto. Es segura la existencia de una escasa matriz -inferior al 5%- de tipo feldespático.

Por los caracteres antes expuestos, se trata de arenas litareníticas -menos de un 75% de cuarzo y más de un 50% de los elementos restantes, de fragmentos de diversas rocas- las cuales pueden considerarse como submaduras a maduras, texturalmente.-- Conviene advertir sin embargo, que el redondeamiento parcial observado en estos materiales, el cual da "teóricamente" como media un redondeamiento bueno para las muestras que lo poseen, no es sino un redondeamiento ya de "segunda generación" puesto que el área-fuente, se halla constituida por las "Areniscas del Aljibe" en su mayor parte, las cuales presentan un redondeamiento "heredado" a su vez, tal como queda indicado en páginas anteriores. Estos depósitos arenosos, con una potencia máxima estimada de unos 150 metros, carentes prácticamente de matriz arcillosa y con un calibrado bueno, suponen sedimentos marinos de materiales terrígenos cuya área-fuente continental se encuentra muy próxima al lugar de depósito. La escasa cantidad de feldespatos en su mayor parte muy alterados, queda explicada por el bajo porcentaje de estos materiales en el área-fuente, en el caso de que ésta se halle constituida por la facies de las areniscas del Aljibe, y en el caso de que su origen continental sea el de las subarkosas, debe invocarse una etapa importante de meteorización, sólo posible en condiciones de clima húmedo y de estabilidad tectónica. El hecho de que el redondeamiento sea, a fin de cuentas, nulo, y de que el calibrado sea bueno, debe interpretarse como una característica de materiales depositados en una zona de alto nivel de energía. costera y que el depósito ha sido tan rápido como para evitar la acción erosiva del

medio, aunque no lo bastante para impedir una acción seleccionadora, la cual (Folk, 1964) puede ser considerada como inmediata.

Por tanto, la presencia de esta importante facies arenosa, es la consecuencia de un depósito local producido a expensas de un área-fuente arenítica muy desarrollada.

- b) La unidad superior carbonatada.- Los materiales que forman parte de esta unidad litológica, son calizas del tipo de biosparitas, intrabiosparitas, biosparruditas, todas ellas muy frecuentemente recristalizadas, con mezclas de arena (de cuarzo, en general, con chert y asimismo con feldespatos) cuya proporción se halla -- comprendida entre el 10 y el 50%.

Los afloramientos de esta unidad o más bien facies superior pliocena, son muy escasos y si se exceptúa el de el Cerro --- del Aguila, de poca importancia; en este último lugar, la potencia - estimada es de unos 50 m. para estas calizas.

Los tipos de caliza aludidos son específicos de una zona de sedimentación marina de un nivel de energía alto -costera- entre la línea de costa y la isobata de los 20 metros. La situación de -- esta facies en la columna estratigráfica, siempre sobre la facies inferior arenosa, supone un cambio en el cuadro de condiciones de - sedimentación, con una disminución muy notable de aportes terrígenos a favor de una sedimentación carbonatada normal. Gracias a la acción seleccionadora del medio, la matriz micrítica ha sido total-- mente "lavada" de los sedimentos normales, y en su lugar aparece el cemento espático.

La presencia de yesos y dolomitizaciones en algunas de estas calizas, hace pensar en un clima seco y en la presencia probable de arrecifes orgánicos.

DESCRIPCION DE MUESTRAS ESTUDIADAS

| <u>Muestra</u> | <u>Situación</u> | <u>Descripción</u>   |
|----------------|------------------|--|
| 1              | C-1              | Micrita recristalizada, dolomitizada y en parte silicificada, con glauconia - en pequeña cantidad y con fósiles. <u>Ca</u> librado bueno.                                  |
| 1a             | C-1              | Micrita recristalizada, dolomitizada, - con menos del 10% de arena fina.   |
| 1b             | C-1              | Biosparrudita con intraclastos, recris-<br>talizada y en parte dolomitizada.   |
| 1c             | C-1              | Biosparrudita con intraclastos.  |
| 2              | C-1              | Biosparita recristalizada con intraclas-<br>tos, con restos de matriz micrítica y<br>glauconia. Tiene menos del 10% de --<br>Cuarzo de tamaño arena fina-arena -<br>media. |
| 2a             | C-1              | Cuarzarenita con matriz arcillosa.   |
| 3              | C-1              | Micrita con arcilla, limo y arena. Hay<br>un principio de recristalización y dolo-<br>mitización. Algunos cuarzos estan co-<br>rroidos.                                    |
| 4              | C-1              | Cuarzarenita con glauconia. Los can-<br>tos de gravilla estan bien redondeados.  |
| 5              | C-1              | Cuarzarenita con glauconia.  |
| 6              | C-1              | Biosparrudita con intraclastos y oolitos<br>y menos de 1% de limo.   |
| 7              | C-1              | Biointrasparita recristalizada y proba--<br>blemente dolomitizada con restos de ma-<br>triz micrítica y 1% de limo.  |

| <u>Muestra</u> | <u>Situación</u> | <u>Descripción</u>   |
|----------------|------------------|--|
| 8              | C-1              | Biosparrudita arenosa.   |
| 9              | A-1              | Roca recristalizada en microsparita y pseudosparita, probablemente dolomitizada y silicificada.  |
| 10             | A-1              | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.  |
| 11             | A-1              | Subarkosa. Los granos de cuarzo -- son angulosos en general y redondeados los de mayor tamaño, hay algunos corroidos y rotos.  |
| 12             | A-1              | Cuarzarenita con matriz arcillosa.   |
| 13             | A-1              | Subarkosa con algo de mica.  |
| 14             | A-1              | Cuarzarenita. Los granos de mayor diámetro de cuarzo están bien redondeados.   |
| 15             | A-1              | Cuarzarenita.  |
| 16             | A-1              | Argilolita arenoso-limosa.   |
| 17             | A-1              | Cuarzarenita.  |
| 18             | A-1              | Subarkosa con glauconia.   |
| 19             | A-1              | Cuarzarenita con matriz arcillosa.   |
| 20             | A-1              | Cuarzarenita.  |
| 21             | A-1              | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno para los tamaños mayores de grano.  |
| 21b            | A-1              | Argilolita con manchas de óxidos de hierro. Granos más gruesos de --- cuarzo redondeados.  |
| 22             | A-1              | Cuarzarenita. Los granos de cuarzo de mayor tamaño están mejor redondeados, algunos después del redondeamiento han sido fracturados y las fisuras rellenas por óxidos de hierro. |

| <u>Muestra</u> | <u>Situación</u> | <u>Descripción</u>  |
|----------------|------------------|---|
| 23             | A-1              | Cuarzarenita. Tamaños mayores -- de cuarzo mejor redondeados, con mica.                             |
| 24             | A-1              | Cuarzarenita con glauconia.   |
| 25             | A-1              | Cuarzarenita con mica.  |
| 26             | A-1              | Cuarzarenita con algo de mica.  |
| 26b            | A-1              | Cuarzarenita.   |
| 27             | B-2              | Roca recristalizada probablemente -- dolomítica, con 5% de limo.                                    |
| 28             | B-2              | Cuarzarenita con algo de mica; el -- redondeamiento es mejor en los -- granos mas gruesos.          |
| 29             | B-2              | Cuarzarenita.   |
| 30a            | B-1              | Cuarzarenita. Granos de mayor -- tamaño muy bien redondeados.                                       |
| 30b            | A-1<br>col.1     | Cuarzarenita.   |
| 31             | A-1<br>col.1     | Cuarzarenita con matriz arcillosa. - Redondeamiento bueno para los tamaños grandes.                 |
| 32             | A-1<br>col.1     | Cuarzarenita con algo de mica. Redondeamiento bueno en tamaños de -- grano mayores.                 |
| 33             | A-1<br>col.1     | Cuarzarenita con glauconia. con matriz arcillosa. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores. |



| <u>Muestra</u> | <u>Situación</u> | <u>Descripción</u>   |
|----------------|------------------|--|
| 34             | A-1<br>col.1     | Cuarzarenita con matriz arcillosa. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.                     |
| 35             | A-1<br>col.1     | Cuarzarenita con matriz arcillosa. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.                     |
| 36             | A-1<br>col.1     | Cuarzarenita con algo de mica, con matriz arcillosa. Redondeamiento - bueno en tamaños de grano mayores. |
| 37             | A-1<br>col.1     | Limolita con arena, bien calibrada.  |
| 38             | A-1<br>col.1     | Cuarzarenita con el cuarzo en mosaico suturado y algo de mica.   |
| 39             | A-1<br>col.1     | Cuarzarenita con limo. Bien calibrada.   |
| 40             | A-1<br>col.1     | Subarkosa.   |
| 41             | A-1<br>col.1     | Argilolita con limo.   |
| 42             | A-1<br>col.1     | Cuarzarenita.  |
| 43             | A-1<br>col.1     | Argilolita limoso-arenosa.   |
| 44             | A-1<br>col.1     | Cuarzarenita.  |
| 45             | A-1<br>col.1     | Argilolita limosa. Bien calibrada.   |
| 46             | A-1<br>col.1     | Cuarzarenita.  |
| 47             | A-1<br>col.1     | Limolita arenosa con matriz arcillosa.   |
| 48             | A-1<br>col.1     | Subarkosa.   |

| <u>Muestra</u> | <u>Situación</u> | <u>Descripción</u>  |
|----------------|------------------|---|
| 49             | A-1<br>col. 1    | Subarkosa.  |
| 50             | A-1<br>col. 1    | Cuarzarenita.   |
| 51             | C-1              | Subarkosa.  |
| 52             | C-1              | Biointramicrosparita con 3% de limo y arena.                    |
| 53             | C-1              | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores. |
| 54             | C-1              | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores. |
| 55             | C-1              | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores. |
| 56             | C-1              | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores. |
| 57             | C-1              | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores. |
| 58             | C-1              | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores. |
| 59             | C-1              | Cuarzarenita.   |
| 60             | C-1              | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores. |
| 61             | C-1              | Cuarzarenita con glauconia.                                     |
| 62             | C-1              | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores. |
| 63             | C-1              | Cuarzarenita.   |
| 64             | B-3<br>col.2     | Cuarzarenita.   |
| 65             | B-3<br>col.2     | Cuarzarenita con el cuarzo en mosaico suturado.                 |

| <u>Muestra</u> | <u>Situación</u> | <u>Descripción</u>   |
|----------------|------------------|--|
| 66             | B-3<br>col. 2    | Cuarzarenita.  |
| 67             | B-3<br>col. 2    | Cuarzarenita.  |
| 68             | B-3<br>col. 2    | Cuarzarenita.  |
| 69             | B-3<br>col. 2    | Cuarzarenita.  |
| 70             | B-3<br>col. 2    | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.  |
| 71             | B-3<br>col. 2    | Limolita arenosa.  |
| 72             | B-3<br>col. 2    | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.  |
| 73             | B-3<br>col. 2    | Cuarzarenita con mica.   |
| 74             | B-3<br>col. 2    | Cuarzarenita.  |
| 75             | B-3<br>col. 2    | Cuarzarenita. Cuarzo en mosaico -- suturado. Hay bandas en las que el tamaño de grano varía. en algunas -- la máxima frecuencia es de arena -- muy fina y en otras de arena muy -- gruesa. |
| 76             | B-3<br>col. 2    | Cuarzarenita con matriz arcillosa. Redondeamiento bueno en tamaños de -- grano mayores.  |
| 77             | B-3<br>col. 2    | Cuarzarenita con los granos de cuarzo dispuestos en mosaico suturado.  |
| 78             | B-3<br>col. 2    | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.  |
| 79             | B-3<br>col. 2    | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.  |
| 80             | B-3<br>col. 2    | Cuarzarenita con calcedonia. el cuarzo esta soldado en mosaico suturado.   |

| <u>Muestra</u> | <u>Situación</u> | <u>Descripción</u>  |
|----------------|------------------|---|
| 81             | B-3<br>col.2     | Cuarzarenita con el cuarzo en mosaico suturado.   |
| 82             | B-3<br>col.2     | Cuarzarenita.   |
| 83             | B-3<br>col.2     | Cuarzarenita.   |
| 84             | B-3              | Intrabiosparita con restos de matriz micrítica, arena y limo, dolomitizada. Bien calibrada.   |
| 85             | B-3              | Cuarzarenita con el cuarzo en mosaico saturado.   |
| 86             | B-3              | Cuarzarenita.   |
| 87             | B-3              | Cuarzarenita.   |
| 88             | B-3              | Cuarzarenita.   |
| 89             | B-3              | Cuarzarenita.   |
| 90             | B-3              | Cuarzarenita.   |
| 91             | B-3              | Cuarzarenita.   |
| 92             | B-3              | Cuarzarenita.   |
| 93             | B-3              | Cuarzarenita.   |
| 94             | B-3              | Biointrasparita limoso-arenosa con bandas en la que solo hay matriz micrítica faltando la esparita. Hay posiblemente un principio de recristalización y dolomitización. |
| 95             | B-3              | Intrasparita arenosa con micrita -- parcialmente dolomitizada y recristalizada. Calibrado bueno.  |
| 96             | B-3<br>col.2     | Cuarzarenita con matriz arcillosa. - Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.  |
| 97             | B-3<br>col.2     | Cuarzarenita con matriz arcillosa. - Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.  |

| <u>Muestra</u> | <u>Situación</u> | <u>Descripción</u>  |
|----------------|------------------|---|
| 98             | B-3<br>col.2     | Cuarzarenita.   |
| 99             | B-3<br>col.2     | Cuarzarenita.   |
| 100            | B-3<br>col.2     | Cuarzarenita.   |
| 101            | B-3<br>col.2     | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.                               |
| 103            | B-3<br>col.2     | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.                               |
| 104            | B-3              | Cuarzarenita.   |
| 105            | B-3              | Cuarzarenita.   |
| 106            | B-3              | Cuarzarenita.   |
| 107            | B-3              | Cuarzarenita.   |
| 108            | C-3              | Cuarzarenita.   |
| 109            | C-3              | Cuarzarenita.   |
| 110            | C-3              | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.                               |
| 111            | B-3              | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.                               |
| 112            | B-3              | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.                               |
| 113            | B-3              | Cuarzarenita. Cuarzo en mosaico - suturado. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores. |
| 114            | B-3              | Cuarzarenita con algo de mica.  |
| 115            | B-3              | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.                               |
| 116            | B-3<br>col.2     | Cuarzarenita.   |

| <u>Muestra</u> | <u>Situación</u> | <u>Descripción</u>   |
|----------------|------------------|--|
| 117            | B-3<br>col.2     | Cuarzarenita con algo de mica. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores. |
| 119            | B-3<br>col.2     | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.                  |
| 120            | B-3<br>col.2     | Cuarzarenita.  |
| 121            | B-3<br>col.2     | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.                  |
| 123            | B-3<br>col.2     | Cuarzarenita.  |
| 124            | B-3<br>col.2     | Cuarzarenita. Bien calibrada.  |
| 127            | C-3              | Cuarzarenita con matriz arcillosa.   |
| 128            | C-3              | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.                  |
| 129            | C-3              | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.                  |
| 130            | B-C-3            | Cuarzarenita.  |
| 131            | B-3              | Cuarzarenita.  |
| 132            | B-3              | Cuarzarenita.  |
| 133            | B-3              | Cuarzarenita.  |
| 134            | B-3              | Cuarzarenita.  |
| 135            | B-C-3            | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.                  |
| 136            | C-3              | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.                  |
| 137            | C-3              | Cuarzarenita con el cuarzo dispuesto en mosaico suturado.                        |
| 138            | C-3              | Cuarzarenita.  |

| <u>Muestra</u> | <u>Situación</u> | <u>Descripción</u>  |
|----------------|------------------|---|
| 139            | A-3              | Sublitarita con cemento carbonatado, dolomitizado, con oxidos de hierro.  |
| 140            | A-3              | Sublitarita con cemento carbonatado, dolomitizado.  |
| 141            | A-3              | Sublitarita con cemento carbonatado, dolomitizado, y matriz micrítica.  |
| 142            | A-3              | Micrita arenosa dolomitizada con oxidos de hierro.  |
| 143            | A-3              | Intrasparita arenosa con fosiles; se observa un principio de recristalización y dolomitización. Bien calibrada. |
| 144            | A-3              | Intrasparita arenosa con fósiles dolomitizada y recristalizada. Calibrado bueno.                                |
| 146            | A-3              | Micrita arenosa recristalizada dolomitizada con oxidos de hierro. Calibrado bueno.                              |
| 147            | A-3              | Calclitita dolomitizada, bien calibrada.  |
| 148            | A-3              | Calclitita dolomitizada, bien calibrada.  |
| 149            | A-3              | Calclitita con mica y hornblenda orientadas, dolomitizada.  |
| 150            | A-3              | Calclitita recristalizada con un proceso de dolomitización.   |
| 151            | A-3              | Biointrasparita arenosa con intraclastos, recristalizada y dolomitizada.  |
| 152            | A-3              | Biointrasparita arenosa recristalizada, con restos de matriz micrítica.   |
| 153            | A-3              | Intrabiosparita con menos de 10% de cuarzo de tamaño arena muy fina. -- Calibrado bueno.                        |
| 154            | A-3              | Intrabiomicrita arenosa con esparita.   |
| 155            | A-3              | Intrasparita arenoso-limosa con restos de matriz micrítica y mica.  |

| <u>Muestra</u> | <u>Situación</u> | <u>Descripción</u>  |
|----------------|------------------|---|
| 156            | A-3              | Intrabiosparita arenosa con feldespatos y Chert. y resto de matriz micrítica.   |
| 157            | A-3              | Intrasparita arenosa con fósiles, -recristalizada en parte y con restos de matriz micrítica. Hay mica orientada y Hornblenda. Calibrado bueno.            |
| 158            | A-3              | Intrasparita arenoso-limosa con --fósiles, recristalizada y dolomitizada. Calibrado bueno.  |
| 159            | A-3              | Cuarzarenita. Hay dos zonas de --tamaño de grano, cuando éste es -mayor abunda el cemento feldespático. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores. |
| 160            | A-3              | Limolita arcillosa con arena y bastante mica. Calibrado bueno.  |
| 161            | A-3              | Cuarzarenita.   |
| 162            | A-3              | Subarkosa con matriz arcillosa.   |
| 163            | A-3              | Intrabiosparita arenoso-limosa con fósiles y restos de matriz micrítica.  |
| 165            | A-3              | Biointrasparita arenosa con restos de matriz micrítica, hay también glauconia. Calibrado bueno.   |
| 166            | A-3              | Intrabiosparita arenoso-limosa par---cialmente dolomitizada. Calibrado bueno.   |
| 167            | A-3              | Intrasparita arenoso-limosa con fósiles parcialmente recristalizada y dolomitizada. Calibrado bueno.  |
| 169            | A-3              | Biosparrudita recristalizada con limo.  |
| 170            | A-3              | Biosparita con limo, parcialmente recristalizada.   |



| <u>Muestra</u> | <u>Situación</u> | <u>Descripción</u>  |
|----------------|------------------|---|
| 171            | A-3              | Intrasparita arenoso-limosa, dolomitizada, con oxidos de hierro. Calibrado bueno. |
| 172            | A-2              | Intrasparita arenoso-limosa, dolomitizada, con Oxidos de hierro.                  |
| 173            | A-2              | Limolita arcillosa. Calibrado bueno.  |
| 173b           | A-2              | Litarenita con cemento carbonatado.   |
| 174            | A-2              | Litarenita.   |
| 175            | A-2              | Intrabiosparita arenoso-limosa dolomitizada. Calibrado bueno.                     |
| 176            | A-2              | Intrasparita arenoso-limosa dolomitizada con oxidos de hierro. Calibrado bueno.   |
| 177            | A-2              | Intrasparita arenoso-limosa dolomitizada, con oxidos de hierro. Calibrado bueno.  |
| 178            | A-2              | Biosparrudita dolomitizada.   |
| 179            | A-2              | Biosparita con intraclastos, recristalizada.                                      |
| 180            | C-3              | Cuarzarenita.   |
| 181            | C-3              | Intrabiosparita.  |
| 182            | C-3              | Cuarzarenita.   |
| 183            | C-3              | Biointrasparita con limo.   |
| 184            | C-3              | Cuarzarenita con matriz arcillosa.  |
| 185            | C-3              | Intrabiosparita con matriz micrítica.   |
| 186            | C-3              | Cuarzarenita.   |
| 187            | C-3              | Cuarzarenita.   |
| 188            | C-3              | Cuarzarenita.   |

| <u>Muestra</u> | <u>Situación</u> | <u>Descripción</u>   |
|----------------|------------------|--|
| 189            | C-3              | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.                                    |
| 190            | C-3              | Cuarzarenita.  |
| 191            | C-3              | Biointrasparita recristalizada.  |
| 192            | C-3              | Intrabiosparita.   |
| 193            | C-3              | Cuarzarenita con matriz arcillosa.   |
| 194            | C-3              | Intrabiosparita con menos de 3% de limo.   |
| 195            | C-3              | Cuarzarenita con matriz arcillosa.   |
| 196            | C-3              | Intrabiosparita con restos de matriz micrítica y con 7% de cuarzo de tamaño arena fina-limo medio. |
| 197            | C-3              | Intrabiosparita recristalizada con -- menos de 1% de arena fina-limo.                              |
| 198            | C-3              | Cuarzarenita.  |
| 199            | C-3              | Cuarzarenita con matriz arcillosa. - Calibrado bueno.  |
| 200            | C-3              | Cuarzarenita limosa con matriz arcillosa. Calibrado muy bueno.                                     |
| 201            | A-5<br>col.3     | Intrabiosparita arenoso-limosa con restos de matriz micrítica.                                     |
| 203            | A-5<br>col.3     | Microsparita arenoso-limosa con micrita. Los granos de cuarzo no tienen un contorno neto.          |
| 205            | A-5<br>col.3     | Intrabiointrasparita arenoso-limosa, con algo de matriz micrítica. Calibrado bueno.                |
| 207            | A-5<br>col.3     | Micrita arenoso-limosa recristalizada, con intraclastos. Calibrado bueno.                          |
| 208            | A-5<br>col.3     | Biointrasparita con limo. Calibrado bueno.   |

| <u>Muestra</u> | <u>Situación</u> | <u>Descripción</u>  |
|----------------|------------------|---|
| 209            | A-5<br>col.3     | Intrabiomicrosparita limosa con restos de micrita, posiblemente provienen de una intrabiomicrorita. |
| 211            | A-5<br>col.3     | Intrabiosparita limosa con micrita.   |
| 213            | A-5<br>col.3     | Intrabiosparita con algo de matriz micrita, con menos de 5% de limo.                                |
| 214A           | A-5<br>col.3     | Intrabiosparita limosa con bastante matriz micrítica.   |
| 214B           | A-5<br>col.3     | Intrabiomicrorita con esparita, con menos de 10% de limo.   |
| 215            | A-5<br>col.3     | Intrabiosparita limosa con restos de matriz micrítica.  |
| 216            | A-5<br>col.3     | Intrabiosparita limosa muy recristalizada.  |
| 217            | A-5<br>col.3     | Intrabiosparita limosa. Calibrado bueno.  |
| 218            | A-5<br>col.3     | Intrabiosparita limosa con bastante esparita. Calibrado bueno.                                      |
| 219            | A-5<br>col.3     | Intrabiosparita limosa con restos de matriz micrítica. Calibrado bueno.                             |
| 221            | A-5<br>col.3     | Intrabiosparita limoso-arenosa con restos de matriz micrítica. Calibrado bueno.                     |
| 222            | A-5<br>col.3     | Intrabiosparita arenosa con restos de matriz micrítica, recristalizada. Calibrado bueno.            |
| 223            | A-5<br>col.3     | Intrabiosparita arenoso-limosa, recristalizada con restos de matriz micrítica. Calibrado bueno.     |
| 223b           | A-5<br>col.3     | Intrabiosparita arenosa-limosa recristalizada, con restos de matriz micrítica. Calibrado bueno.     |

| <u>Muestra</u> | <u>Situación</u> | <u>Descripción</u>   |
|----------------|------------------|--|
| 224a           | A-5<br>col.3     | Intrabiosparita arenoso-limosa re--<br>cristalizada, con restos de matriz -<br>micrítica. Calibrado bueno. |
| 224b           | A-5<br>col.3     | Intrabiosparita arenoso-limosa re--<br>cristalizada, con restos de matriz -<br>micrítica. Calibrado bueno. |
| 225            | A-5<br>col.3     | Intrabiosparita arenoso-limosa recri-<br>stalizada con restos de matriz micri-<br>tica. Calibrado bueno.   |
| 226            | A-5<br>col.3     | Intrabiosparita arenoso-limosa recri-<br>stalizada con restos de matriz micrít-<br>ca. Calibrado bueno.    |
| 227            | A-5<br>col.3     | Intrabiosparita arenoso-limosa recri-<br>stalizada con restos de matriz micrít-<br>ca. Calibrado bueno.    |
| 228a           | A-5<br>col.3     | Intrabiosparita limosa.  |
| 228b           | A-5<br>col.3     | Intrabiomicrita limosa recristalizada,<br>con esparita. Calibrado bueno.                                   |
| 228c           | A-5<br>col.3     | Intramicrita limosa recristalizada, --<br>con fósiles y un lavado incipiente.                              |
| 229            | A-5<br>col.3     | Intrabiosparita arenoso-limosa recri-<br>stalizada, con restos de matriz micri-<br>tica. Calibrado bueno.  |
| 230            | A-5<br>col.3     | Intrabiomicrita arenoso-limosa con --<br>esparita. Calibrado bueno.  |
| 231            | A-5<br>col.4     | Cuarzarenita. Matriz arcillosa.  |
| 232            | A-5<br>col.4     | Intramicrita arenoso-limosa con un -<br>lavado incipiente. Calibrado bueno.                                |
| 234            | A-5<br>col.4     | Intrasparita arenoso-limosa.   |
| 235            | A-5<br>col.4     | Intrasparita arenoso-limosa.   |

| <u>Muestra</u> | <u>Situación</u> | <u>Descripción</u>   |
|----------------|------------------|--|
| 237            | A-5<br>col.4     | Micrita arenosa-limosa recristalizada, dolomitizada. Se observa también un proceso de silicificación. Calibrado - bueno. |
| 240            | A-5<br>col.4     | Micrita arenoso-limosa recristalizada dolomitizada. Calibrado bueno.   |
| 241            | A-5<br>col.4     | Caliza recristalizada y dolomitizada - que procede probablemente de una -- micrita arenoso-limosa. Calibrado -- bueno.   |
| 242            | A-5<br>col.4     | Intrasparita arenoso-limosa recristalizada, dolomitizada, con restos de - matriz micrítica. Calibrado bueno.             |
| 243            | A-5<br>col.4     | Intrasparita arenoso-limosa recristalizada, dolomitizada con algunos restos de matriz micrítica. Calibrado -- bueno.     |
| 244a           | A-5<br>col.4     | Micrita arenoso-limosa dolomitizada.- recristalizada. Calibrado bueno.   |
| 244b           | A-5<br>col.4     | Intrabiosparita arenosa-limosa con -- restos de matriz micrítica. Calibrado bueno.                                       |
| 244c           | A-5<br>col.4     | Micrita arcilloso-limosa recristalizada, dolomitizada. Calibrado bueno.  |
| 244d           | A-5<br>col.4     | Limolita con cemento calcáreo. Calibrado bueno.  |
| 245            | A-5<br>col.4     | Limolita con cemento calcáreo.   |
| 247            | A-3              | Cuarzarenita.  |
| 248            | A-3              | Intrasparita arenoso-limosa recristalizada, dolomitizada. Calibrado bueno.   |
| 249            | A-3              | Intrabiosparita arenosa-limosa recristalizada.   |
| 250            | A-3              | Intrabiomicrosparita arenosa recristalizada. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.                           |

| <u>Muestra</u> | <u>Situación</u> | <u>Descripción</u>  |
|----------------|------------------|---|
| 251            | A-3              | Biointrasparita arenosa recristalizada.   |
| 252            | A-3              | Cuarzarenita.   |
| 253            | A-3              | Cuarzarenita con matriz arcillosa.  |
| 254            | A-3              | Intrabiosparita parcialmente recristalizada y dolomitizada, con algunos romboedros de dolomia rodeados de oxidos de hierro, con 7% de cuarzo. |
| 257            | A-2              | Cuarzarenita.   |
| 258            | A-2              | Intrabiosparita arenoso-limosa parcialmente recristalizada, con restos de matriz micrítica.   |
| 259            | A-2              | Intrabiosparrudita recristalizada con 3% de limo y arena muy fina.  |
| 260            | A-2              | Intrabiomicrosparita arenosa.   |
| 261            | A-2              | Cuarzarenita con matriz arcillosa.  |
| 264            | A-3              | Limolita con arena y cemento carbonatado.   |
| 265            | A-3              | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.   |
| 266            | A-3              | Cuarzarenita.   |
| 267            | A-3              | Intrabiosparita arenosa.  |
| 268            | C-2              | Cuarzarenita.   |
| 269            | C-2              | Cuarzarenita.   |
| 270            | C-2              | Intrabiosparita con arena. Calibrado bueno.   |
| 271            | C-2              | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.   |
| 272            | C-2              | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.   |

| <u>Muestra</u> | <u>Situación</u> | <u>Descripción</u>   |
|----------------|------------------|--|
| 273            | C-2              | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.          |
| 274            | C-2              | Intrabiosparita con arena y matriz micrítica.                            |
| 275            | C-2              | Intrabiosparita recristalizada con arena.                                |
| 276            | C-2-3            | Cuarzarenita.  |
| 277            | C-2              | Cuarzarenita.  |
| 278            | C-2              | Intrabiosparita con arena, recristalizada.                               |
| 279            | C-2              | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.          |
| 280            | C-2              | Cuarzarenita. Cuarzo en mosaico suturado.                                |
| 281            | C-2              | Intrabiosparita con arena.   |
| 282            | C-2              | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.          |
| 283            | C-2              | Intrabiosparita arenosa.   |
| 283B           | C-2              | Cuarzarenita.  |
| 284            | A-2              | Intrabiosparita con 5% de limo-arena fina                                |
| 285            | A-2              | Intrabiosparita con arena, parcialmente recristalizada. Calibrado bueno. |
| 286            | A-2              | Calclilita con mica. Calibrado bueno.                                    |
| 287            | A-2              | Intrabiomierita limosa. Calibrado --- bueno.                             |
| 288            | A-2              | Intrabiosparita arenosa con un principio de recristalización.            |
| 290            | A-2              | Cuarzarenita, con matriz arcillosa.                                      |
| 291            | A-2              | Intrasparita limoso-arenosa.   |

| <u>Muestra</u> | <u>Situación</u> | <u>Descripción</u>  |
|----------------|------------------|---|
| 292            | A-2              | Intrasparita limoso-arenosa con restos de matriz micrítica. Calibrado bueno.  |
| 293            | A-2              | Biointrasparita en su origen. Actualmente recristalizada por un proceso degrading. Contornos fosiles difusos. Proceso incipiente de silicificación. |
| 294            | A-2              | Caliza recristalizada limoso-arenosa, con feldespatos y chert.  |
| 295            | A-2              | Biosparita recristalizada con intraclastos y 10% de cuarzo de tamaño limo.  |
| 296            | A-2              | Intrabiosparita arenoso-limosa recristalizada.  |
| 298            | A-2              | Microsparita limosa.  |
| 299            | A-2              | Litarenita con feldespatos (7%).  |
| 300            | A-2-3            | Cuarzarenita.   |
| 302            | A-3              | Litarenita.   |
| 303            | A-3              | Cuarzarenita.   |
| 304            | A-3              | Micrita arcillosa-limosa con fósiles.   |
| 305            | A-2              | Biosparita.   |
| 306            | A-2              | Intrabiosparita limosa.   |
| 307            | A-2              | Biosparita con limo.  |
| 308            | A-2              | Intrabiosparita arenosa con chert y restos de matriz micrítica. Hay posible dolomitización y proceso de silicificación.                             |
| 309            | A-2              | Biosparita con menos del 3% de Cuarzo, tamaño Arena fina-limo.  |
| 310            | A-2              | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.   |



| <u>Muestra</u> | <u>Situación</u> | <u>Descripción</u>   |
|----------------|------------------|--|
| 311            | A-2              | Cuarzarenita.  |
| 312            | A-2              | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.                                    |
| 313            | A-2              | Intrabiomicrorita lavada con menos del 5% de cuarzo, parece haber un principio de dolomitización.  |
| 314            | A-2              | Cuarzarenita.  |
| 316            | A-2              | Intrabiomicrorita arenoso-limosa con -<br>esparita.  |
| 317            | A-2              | Intrabiosparita arenosa con microrita.   |
| 318            | A-2              | Biomicrosparrudita con intraclastos, -<br>arena y restos de matriz micrítica.                      |
| 320            | A-2              | Microrita limosa con intraclastos.   |
| 320B           | A-2              | Microrita arenosa con intraclastos. Hay un proceso incipiente de recristalización. Calibrado bueno |
| 321            | A-2              | Biointrasparita con arena. Calibrado bueno.  |
| 322            | A-2              | Intrabiosparita con arena. Calibrado bueno.  |
| 323            | A-2-3            | Cuarzarenita.  |
| 325            | A-1<br>col.1     | Subarkosa. Hay micas y glauconia.  |
| 326            | A-1<br>col.1     | Cuarzarenita. Hay mica y glauconia. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.              |
| 327            | C-3              | Cuarzarenita.  |
| 328            | C-3              | Cuarzarenita.  |
| 329            | C-2              | Cuarzarenita.  |
| 330            | C-2              | Intrabiosparita con arena. Calibrado -<br>bueno.   |

| <u>Muestra</u> | <u>Situación</u> | <u>Descripción</u>  |
|----------------|------------------|---|
| 331            | C-2              | Intrabiosparita con arena y micrita parcialmente recristalizada y dolomitizada. Calibrado bueno.    |
| 332            | C-2              | Intrasparita arenosa con fósiles. Calibrado bueno.  |
| 334            | C-2              | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.                                     |
| 335            | C-2              | Intrabiosparrudita recristalizada.  |
| 337            | C-2              | Cuarzarenita.   |
| 338            | A-3              | Intrabiosparita arenosa.  |
| 339            | A-3              | Microsparita arenosa, dolomitizada, con chert y fragmentos de rocas metamórficas.                   |
| 340            | A-3              | Intramicrosparita arenosa con chert y fragmentos de roca.   |
| 342            | A-3              | Intrabiosparita con arena recristalizada.   |
| 343            | A-3              | Intrabiosparita recristalizada con arena.   |
| 345            | A-3              | Intrabiosparita con arena y feldespatos.  |
| 347            | A-3              | Intrabiosparita arenoso-limosa.   |
| 348            | A-3              | Microsparita arenosa dolomitizada con chert y óxidos de hierro rodeando los romboedros de dolomita. |
| 349            | A-3              | Biointrasparita limoso-arenosa parcialmente recristalizada. Calibrado bueno.                        |
| 350            | A-3              | Caliza recristalizada arenoso-limosa, en su origen probablemente micrita arenosa.                   |
| 351            | A-3              | Biointrasparita limoso-arenosa con chert y feldespatos.   |

| <u>Muestra</u> | <u>Situación</u> | <u>Descripción</u>  |
|----------------|------------------|---|
| 352            | A-3              | Microsparita limoso-arenosa dolomitizada con chert.   |
| 353            | A-3              | Intramicrosparita arenosa dolomitizada con oxidos de hierro. Calibrado bueno.   |
| 356            | A-3              | Intrabiosparita limoso-arenosa recristalizada, con el cuarzo concentrado en zonas paralelas.  |
| 357            | A-1<br>col.1     | Subarkosa.  |
| 359            | A-1<br>col.1     | Subarkosa.  |
| 361            | A-1<br>col.1     | Subarkosa.  |
| 363            | A-1<br>col.1     | Subarkosa. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.  |
| 365            | A-1<br>col.1     | Subarkosa. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.  |
| 367            | A-1<br>col.1     | Subarkosa. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.  |
| 369            | A-1<br>col.1     | Cuarzarenita con glauconia. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.   |
| 373            | A-1<br>col.1     | Subarkosa.  |
| 375            | A-1<br>col.1     | Subarkosa. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.  |
| 377            | A-1<br>col.1     | Subarkosa. En algunas zonas predomina el cemento feldespático, en otras el ferruginoso. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores. |
| 379            | A-1<br>col.1     | Subarkosa. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.  |

| <u>Muestra</u> | <u>Situación</u> | <u>Descripción</u>   |
|----------------|------------------|--|
| 381            | A-1<br>col.1     | Subarkosa. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores. |
| 383            | A-1<br>col.1     | Subarkosa.   |
| 387            | A-1<br>col.1     | Subarkosa. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores. |
| 391            | A-1<br>col.1     | Subarkosa. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores. |
| 393            | A-1<br>col.1     | Subarkosa. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores. |
| 395            | A-1<br>col.1     | Subarkosa. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores. |
| 397            | A-1<br>col.1     | Subarkosa. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores. |
| 399            | A-1<br>col.1     | Subarkosa. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores. |
| 401            | A-1<br>col.1     | Subarkosa. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores. |
| 403            | A-1<br>col.1     | Subarkosa. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores. |
| 405            | A-1<br>col.1     | Subarkosa. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores. |
| 409            | A-1<br>col.1     | Subarkosa. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores. |
| 411            | A-1<br>col.1     | Subarkosa. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores. |
| 413            | A-1<br>col.1     | Subarkosa. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores. |
| 415            | A-1<br>col.1     | Subarkosa. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores. |
| 417            | A-1<br>col.1     | Subarkosa. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores. |

| <u>Muestra</u> | <u>Situación</u> | <u>Descripción</u>   |
|----------------|------------------|--|
| 419            | A-1<br>col.1     | Subarkosa.   |
| 421            | A-1<br>col.1     | Subarkosa.   |
| 422            | A-4              | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores.  |
| 423            | A-4              | Biointrasparita recristalizada. Con - menos del 5% de cuarzo, tamaño arena muy fina a arena fina.                    |
| 424            | A-4              | Cuarzarenita.  |
| 426            | A-5              | Roca dolomitizada con arena. (Probablemente original).   |
| 427            | A-5              | Micrita limosa.  |
| 428            | A-5              | Intrapseudosparita arenoso-limosa -- con restos fósiles.   |
| 429            | A-5              | Biomicrosparita arenoso-limosa que procede probablemente de una biomicrocrita arenoso-limosa, con feldespatos.       |
| 430            | A-5              | Intrabiomicrosparita arenoso-limosa, -- dolomitizada. Procede probablemente de una biomicrocrita, tiene feldespatos. |
| 431            | A-5              | Biomicrocrita con cuarzo (3%) tamaño -- limo.  |
| 432            | A-2              | Micrita con limo.  |
| 435            | B-5<br>col.5     | Chertarenita con feldespatos.  |
| 436            | B-5<br>col.5     | Litarkosa (con feldespatos calco-sódicos).   |
| 437            | B-5<br>col.5     | Limolita arcillosa con abundante mica y matriz arcillosa.  |
| 438            | B-5<br>col.5     | Limolita arenosa con abundante mica.   |

| <u>Muestra</u> | <u>Situación</u> | <u>Descripción</u>   |
|----------------|------------------|--|
| 439            | B-5<br>col.5     | Limolita arenosa con arcilla.  |
| 440            | B-5<br>col.5     | Sublitarenita con cemento carbonatado.   |
| 441            | B-5<br>col.5     | Sublitarenita con abundante mica.  |
| 442            | B-5<br>col.5     | Limolita con mica.   |
| 443            | B-5<br>col.5     | Limolita arenosa con cemento carbonatado dolomitizado.   |
| 444            | B-5<br>col.5     | Limolita con cemento carbonatado dolomitizado.   |
| 445            | B-5<br>col.5     | Intrabiosparita arenoso. Roca parcialmente recristalizada.   |
| 447            | B-5<br>col.5     | Chertarenita con cemento calcáreo -- con fósiles.  |
| 448            | B-5<br>col.5     | Limolita arenoso-arcillosa, con cemento carbonatado.   |
| 449            | B-5<br>col.5     | Limolita arcillosa con abundante mica.   |
| 451            | B-5<br>col.5     | Intrabiosparita arenosa recristalizada. Ha habido un proceso de silicificación con Chert feldespatos y mica.                     |
| 452            | B-5<br>col.5     | Sublitarenita con cemento espático.  |
| 453            | B-5<br>col.5     | Argilolita limosa con mica.  |
| 454            | B-5<br>col.5     | Chertarenita con cemento espático -- recristalizado y dolomitizado.  |
| 455            | B-5<br>col.5     | Sublitarenita con cemento espático y matriz micrítica.   |
| 456            | B-5<br>col.5     | Sublitarenita con matriz y cemento -- carbonatado, con algunos restos fósiles. Redondeamiento bueno en tamaños de grano mayores. |

| <u>Muestra</u> | <u>Situación</u> | <u>Descripción</u>  |
|----------------|------------------|---|
| 457            | B-5<br>col.5     | Sublitarita con cemento espático, -<br>intraclastos y fósiles.                                |
| 458            | B-5<br>col.5     | Intrabiosparita arenosa recristalizada<br>igual a 451, silicificada.                          |
| 459            | B-5<br>col.5     | Intrabiomicrosparita arenosa-limosa -<br>con feldespatos y chert.                             |
| 460            | B-5<br>col.5     | Intrabiomicrita arenoso-limosa, re--<br>cristalizada y dolomitizada, con óxidos<br>de hierro. |
| 461            | B-5<br>col.5     | Intrabiomicrita limosa, con chert.  |
| 462            | B-5<br>col.5     | Limolita con cemento calcáreo.  |
| 464            | A-5              | Roca recristalizada y dolomitizada.--<br>Intrabiopseudosparita con arena.                     |
| 465            | C-2              | Micrita con limo.   |
| 466            | C-2              | Litarkosa.  |
| 467            | C-2              | Subarkosa.  |
| 468            | C-2              | Pseudosparita limoso-arenosa.   |
| 469            | C-2              | Micrita con limo y arcilla.   |
| 470            | C-2              | Biosparita parcialmente recristaliza-<br>da, cuarzo menos del 2% tamaño limo-<br>arena fina.  |
| 471            | C-2              | Cuarzarenita. Redondeamiento bueno -<br>en tamaños de grano mayores.                          |
| 472            | C-1              | Intrabiosparita con arena. Roca par-<br>cialmente recristalizada y dolomitizada.              |
| 473            | B-2              | Chertarenita con 5% de feldespatos.   |
| 474            | B-2              | Chertarenita con feldespatos (6%).  |
| 475            | B-2              | Chertarenita con feldespatos (5%).  |

| <u>Muestra</u> | <u>Situación</u> | <u>Descripción</u>   |
|----------------|------------------|--|
| 476            | B-2              | Chertarenita (con feldespatos !6%).  |
| 477            | C-2              | Biosparita recristalizada con restos de matriz micrítica.  |
| 479            | C-2              | Biosparita.  |
| 480            | C-2              | Intrabiopseudosparita con cuarzo - (10%) tamaño arena media-arena fina.                                |
| 481            | C-2              | Biointrasparudita recristalizada con arena.  |
| 482            | C-2              | Micrita con esparita rellenando fisuras.   |
| 483            | C-2              | Subarkosa.   |
| 484            | C-2              | Subarkosa.   |
| 485            | C-2              | Subarkosa.   |
| 486            | C-2              | Subarkosa.   |
| 487            | C-2              | Intrabiosparita arenoso-limosa con micrita con chert y feldespatos.                                    |
| 488            | C-2              | Micrita limosa con fósiles y esparita dispersa.  |
| 489            | C-2              | Subarkosa.   |
| 490            | C-2              | Subarkosa.   |
| 491            | C-2              | Biomicrita.  |
| 492            | B-2              | Microsparita arenosa, con restos fósiles recristalizados, con chert y feldespatos.                     |
| 495            | B-2              | Microsparita arenosa con fósiles. -- Hay chert abundante y fragmentos de rocas, junto con feldespatos. |
| 496            | B-2              | Microsparita arenosa con fósiles chert y feldespatos.  |
| 497            | C-1              | Biointrasparita recristalizada.  |



| <u>Muestra</u> | <u>Situación</u> | <u>Descripción</u>  |
|----------------|------------------|---|
| 498            | C-1              | Intrabiosparrudita recristalizada, dolomitizada, con yeso? y con cuarzo, menor de 10% de tamaño limo-arena media. |
| 499            | B-1              | Intrabiopseudosparrudita dolomitizada.  |
| 500            | B-2              | Biomicrosparrudita arenosa con chert feldespato y fragmentos de rocas metamórficas.                               |
| 501            | B-2              | Biomicrosparrudita arenosa con chert feldespatos y fragmentos de rocas -- metamórficas.                           |
| 502            | A-2              | Biomicrosparrudita arenoso-limosa, -- con arcilla.  |
| 503            | A-2              | Biomicrosparrudita con menos del 10% de cuarzo de tamaño arena muy fina arena muy gruesa.                         |
| 504            | A-2-3            | Intrabiomicrosparita arenosa, con -- chert, fragmentos de rocas metamórficas y feldespatos.                       |
| 506            | A-3              | Intrabiomicrosparita arenosa, con -- chert, fragmentos de rocas metamórficas y feldespatos.                       |
| 508            | A-5              | Limolita arcillosa.   |
| 509            | A-5              | Micrita con limo.   |
| 510            | A-4              | Biomicrosparita con arena. Roca -- recristalizada.  |
| 511            | C-2              | Biopseudosparita arenosa con restos de matriz micrítica.  |
| 512            | A-3              | Biopseudosparita arenosa con chert.   |
| 513            | A-4              | Cuarzarenita con cemento feldespático.  |
| 514            | A-4              | Cuarzarenita con cemento feldespático.  |
| 515            | A-4              | Cuarzarenita con cemento feldespático.  |

| <u>Muestra</u> | <u>Situación</u> | <u>Descripción</u>  |
|----------------|------------------|---|
| 516            | B-3              | Biomicrosparita arenosa..   |
| 517            | C-2              | Biosparita con arena y abundante --<br>microsparita y pseudoesparita. Re--<br>cristalizada. |
| 519            | D-1              | Biopseudoesparita con arena. Roca -<br>recristalizada y en parte dolomitizada.              |
| 520            | C-1              | Biopseudoesparita arenosa con restos<br>de matriz micrítica.                                |

## INFORME DE MICROPALAEONTOLOGIA

## DISCUSION Y RESUMEN DE LOS DATOS OBSERVADOS

Se apoya esta discusión y resumen en los datos facilitados por el geólogo de campo, quien por la posición en el terreno de las muestras recogidas, las ha atribuido a una u otra de las "unidades geológicas".

Las características micropaleontológicas prescindiendo de la mecánica de sedimentación última de las series estratigráficas que forman las diversas unidades geológicas, según las observaciones reunidas en el presente estudio, son las siguientes:

UNIDAD DE ALMARCHAL

Solo eran fosilíferas 4 muestras de esta unidad.

Las 429, 430 y 431 contienen escasos restos menudos, -- con predominio de *Pithonella sphaerica*. a la que acompañan algunas espículas de esponjas, *Hedbergella* y *Heterohelix*. Todos ellos en ejemplares de talla muy pequeña, aproximadamente 1/3 de su tamaño habitual (Fot. 34).

Son depósitos de facies epicontinental en aguas con nivel de energía medio, probablemente de la parte exterior de la plataforma, a profundidades de 40 a 200 m. El ambiente parece poco favorable al desarrollo de la fauna.

La muestra 464, incluida en esta Unidad, nos da una asociación muy diferente, con fragmentos de *Microcodium* y algunos Cibícidos, algo de cuarzo (1%) y de glauconita. Esta microfacies es mas bien propia del Paleoceno y su ambiente de sedimentación es la plataforma epicontinental (40-100 m.)

## UNIDAD DE ALGECIRAS

Incluye sedimentos desde el Paleoceno al Oligoceno-Aquitaniense, en microfacies muy uniformes, pertenecientes a una misma secuencia epicontinental.

### PALEOCENO

El Paleoceno (muestras 428, 519), es análogo al descrito en la unidad precedente, con frecuentes restos de *Microcodium elegans* Glück (muchas veces aparecen sueltas las piezas triangulares que forman esta Alga), acompañados por otras Algas (*Epilithon* y *Lithothamnium*), Equínidos, Cibícidos y Globigerináceos.

Es notable la abundancia de restos pelágicos en la muestra 519 (Fot. 35): *Globorotalia ehremergi* Bolli, *G. pusilla* Bolli, *G. angulata* (White), *G. aequa* Cushman y Renz, *G. velascoensis* (Cushman) *G. pseudomenardii* Bolli y *Globigerina linaperta* Finlay. Esta asociación define al Montense superior (zona con *G. pseudomenardii*).

La presencia, junto a esta fauna pelágica, de las Algas y de granos de glauconita, señalan para el depósito un ambiente de sedimentación en mar libre y poco profundo, es decir: de plataforma epicontinental más allá de la zona nerítica, a profundidades de 40 a 200 m.

### LUTECIENSE

El Eoceno medio (muestras 151, 152, 153, 154, 258, 259 y 260) presenta pequeñas variaciones de facies.

a) Las más neríticas son 151 y 260, areniscas con fragmentos de calizas cretáceas (y *Globotruncanas* sueltas resedimentadas) y escasos restos rotos por la abrasión: *Lithophyllum*, *Lithothamnium* alguna *Globorotalia* (*G. spinulosa* Cushman) y Cibícidos. Probable—

mente fueron sedimentadas a solo 5-10 m. de profundidad.

b) También son muy neríticas las muestras 153 y 259 (Fot. 36) con cantos de calizas del Secundario y muchos restos gruesos de *Nummulites aturicus*, Joly y Leymerie, *Operculina*, *Discocyclina sella d'Ardi*, D. *Discus Rutimeyer*, *Lithothamnium abrardi Lemoine*, *L. aggregatum Lemoine*, *Corallina aff. prisca*, *Epilithon nitidum*, --- *Archaeolithothamnium varium Mastroilli*, Gypsinidos, Briozoos, -- *Assilina*, *Alveolina* y fragmentos de Equínidos. El ambiente es análogo al de las muestras precedentes, 5-10 m. de profundidad con aguas agitadas por el oleaje.

c) Y También neríticas, pero de aguas algo menos agitadas, son las muestras 152, 154 y 258, que incluyen, además del cuarzo y de los organismos neríticos, restos pelágicos, en general mal conservados. Hemos reconocido restos rotos de *Melobesias* (entre ellas *Lithothamnium aggregatum Lemoine*), de Equínidos, de *Discocyclinas*, Gypsinidos, Cibícidos, *Amphistegina*, *Quinqueloculina* y *Acervulina* y entre los pelágicos, siempre en escaso número pero importantísimos para definir edades: *Globigerina yeguaensis Weinzierl* y *Applin*, *G. linaperta Finlay*, *G. senni (Beckmann)*, *Hastigerina micra (Cole)* *Globigerapsis Sp.*, *Globorotalia bolivariana (Peters)*, *G. renzi Bolli*, *G. centralis Cushman* y *Bermúdez* y *Clavigerinella jarvisi (Cushman)*. Esta asociación es común a varias zonas dentro del Luteciense (desde la zona con *G. Kugleri* a la de *Truncorotaloides rohri*).

El ambiente, algo menos litoral, puede corresponder a profundidades de 10-40 m.

#### TRANSITO LUTECIENSE SUPERIOR-PRIABONIENSE INF.

Entre los niveles claramente lutecienses y los sin duda Priabonienses hay continua la serie nerítica con edad no definida por la escasez de restos (muestras 140, 141, 142, 143, 144, 156, 157,

158, 159, 160, 163, 164, 165, 166, 167, 175, 176, 177, 257, 286, 287, 295, - 298, 299, 300, 301, 302, 303 y 304). Son areniscas con variaciones en el tamaño del grano y en la proporción grano/cemento, en las que se ven escasos restos rotos, o incluso hay niveles estériles. En su conjunto hemos encontrado *Globigerina parva* Bolli, *Globorotalia increbescens* (Bandy) Melobesias, espículas, dudosas Algas? en pirita, fragmentos de *Discocyclinas*, de Equínidos y de *Lamelibranchios*.

Son sedimentos neríticos de aguas agitadas, poco profundas y con fuerte aporte terrígeno; profundidad 5-20 m.

#### PRIABONIENSE

Según los cortes estratigráficos en la serie detrítica del Priaboniense alternan los niveles fosilíferos y los casi estériles, unos y otros de facies muy neríticas, pero con variaciones ambientales pequeñas.

a) Las facies más profundas (muestras 201, 205, 208, 209, 211, 213, 214, 215, 217, 218, 219, 221, 223, 224, 225, 226, 228, 229, 230, 267, - 296, 316, 321, 322 y 343) son epicontinentales y muy terrígenas y contienen en mezcla restos litorales abundantes, como Cibícidos, Ostrácodos, fragmentos de Equínidos, *Nummulites incrassatus* de la Harpe, *N. fabianii* Prever, Gypsínidos, *Discocyclinas* y *Melobesias*, y restos pelágicos, con arreglo a cuyas asociaciones se reconocen dos niveles diferentes.

a1) Un Priaboniense inferior, que es la zona con *Truncorotaloides rohri* (muestras 201 y 208) caracterizado por *Globigerina linaperta* Finlay, *G. senni* (Beckmann), *Globigerinatheka barri* Bronnimann, *Globorotalia centralis* Cushman y Bermúdez, *G. bolivariana* (Petters), *Globigerapsis index* (Finlay), *Truncorotaloides rohri* Bronnimann y Bermúdez y *Globigerina yeguaensis* Weinzierl y Applin.

a2) Y un Priaboniense medio, equivalente a la zona con *Globigerapsis semiinvoluta* (muestras 213, 214 y 215), caracterizada por *Globigerina linaperta* Finlay, *G. yeguaensis* Weinzierl y Applin, *G. ouachitaensis* Howe y Wallace, *G. parva* Bolli; *Globorotalia centralis* Cushman y Bermúdez, *Globorotalia increbescens* (Bandy) *G. cerroazulensis* (Cole) y *Hautkenina* sp.

Estas facies, aunque las hemos llamado profundas, están siempre dentro del ámbito epicontinental, con profundidades de 20-40 a 100 m. La mezcla de restos pelágicos con neríticos y la alternancia de niveles más o menos detríticos según las variaciones del nivel de energía son normales en la parte más profunda de la zona nerítica.

b) Las facies más litorales (muestras 1, 2, 168, 169, 170, 178, 179, 284, 285, 293, 295, 305, 309, 317 y 318), son todavía más detríticas e incluyen niveles muy ricos en restos neríticos (foto 37), acompañando a los cuales no suele faltar alguno pelágico, y niveles casi estériles, muy pobres en restos. Predominan entre los microfósiles los restos rotos por la acción del oleaje, de los que hemos identificado: *Cibícidos*, *Discocyclina discus* Rutimeyer, *D. sella* d'Archiac, *Asterodiscus stellaris* Brunner, *Lithophyllum simplex* Lemoine, *Lithothamnium abrardi* Lemoine, *L. aggregatum* Lemoine, *Archaeolithothamnium varium* Mastroianni, *A. nummulitium* (Gümbel), *A. oulianovi* Pfeuder, *Corallina aff. prisca*, *Epilithon nitidum* (Johnson), *Calliarthron?*, *Nummulites incrassatus* De la Harpe, *N. fabianii* Prever, *Operculina*, *Gypsínidos*, *Briozoos*, fragmentos de *Equinodermos*, *Alveolinas* deformadas, *Textularia*, *Amphistegina aff. cubensis* Palmer, *Miliólidos*, *Rotalidos*, *Heterostegina*, *Ocalana?* Cushman. Acompañan algunas *Globorotalias* (*G. centralis* Cushman y Bermúdez, *G. increbescens* (Bandy)) y *Globigerinas* (*G. parva* Bolli, *G. anachitaensis* Howe y Wallace, y *G. yeguaensis* Weinzierl y Applin). Aunque escasos, estos restos pelágicos definen el Priaboniense medio o superior.

El ambiente de sedimentación es muy nerítico (5-40 m. de profundidad).

#### TRANSITO PRIABONIENSE SUPERIOR-OLIGOCENO

Entre los niveles fosilíferos priabonienses acabados de describir y los también fosilíferos con faunas oligocenas hay muestras estériles o muy pobres en restos, que han quedado sin definir en cuanto a la edad (muestras 246, 247, 248, 338, 342, 349, 350, 351 y 444). Contienen restos rotos muy escasos de Melobesias, Ostrácodos, Cibícidos y Globigerínidos no identificados y corresponden a sedimentos en la zona nerítica, con profundidades de 5 a 20 metros.

#### OLIGOCENO

Es la continuación de la serie detrítica única que forma esta unidad geológica, con facies epicontinentales que muestran pequeñas diferencias, y que podemos agrupar así:

a) Las facies menos neríticas contienen faunas con Foraminíferos pelágicos (muestras 244, 308 y 445): *Globigerina yeguaensis*, *Weinzierl* y *Applin*, *G. parva* Bolli; *G. nana* Bolli y *G. dissimilis* (Cushman y Bermúdez), *G. ciperensis* Bolli, *Globoquadrina rohri* Bolli, y *Globorotalia mayeri* Cushman y Ellisor.

Dentro del ambiente epicontinental terrígeno, son las más profundas, tal vez de 40 a 100 m. y además de cuarzo contienen siempre fragmentos de los restos neríticos que serán citados más adelante.

b) Otras facies son parecidas, pero con predominio de los restos neríticos (muestras 249, 306, 307, 313, 347, 356, 446, 451, 457, 458 y 459). El ambiente es epicontinental con profundidades próximas a los 40 m.



c) Otras facies contienen casi exclusivamente restos neríticos relativamente gruesos (muestras 250, 251 y 456) entre los que clasificamos: *Lithophyllum simplex* Lemoine, *L. johnsoni* --- Ishijima, *L. prelichenoides* Lemoine, *Lithothamnium isthmi* Howe, *L. subtile* Conti, *L. perplexum* Johnson, *L. concretum* Howe, --- *L. vaughani* Howe, *Cibicides*, *Discocyclina*, *Lepidocyclinas* (*Eulepidina dilatata* Michelotti, *E. toumoueri* Leum y Douv), *Amphistegina*, *Heterostegina*, *Spiroclypeus*, *Gypsina*, *Sphaerogypsina*, --- fragmentos de Equinodermos, de Lamelibranquios y de Briozoos (Fot. 38). Los restos pelágicos, siempre en escaso número, no suelen faltar: *Globoquadrina rohri* Bolli, *Globorotalia mayeri* --- Cushman y Ellisor y *Globigerina* (*Catapsydrax*) *dissimilis* (Cushman y Bermúdez).

En ambiente es epicontinental, claramente nerítico, con profundidades muy pequeñas (5-40 m.).

d) Finalmente, las facies más terrígenas (muestras 252, 253, 254, 255 y 461) son muy pobres en restos de los mismos organismos acabados de citar. El ambiente es nerítico, tal vez a 5-10 m. de profundidad.

Respecto a las edades, dentro del Oligoceno, conviene señalar que no ha sido estudiada ninguna muestra que corresponda claramente al Oligoceno superior (zona con *G. kugleri*), el cual debiera venir definido entre las microfaunas neríticas por la asociación de *Lepidocyclinas* y *Miogypsinoides complanatus* y entre --- las pelágicas por la asociación de *Globoquadrina* venezolana, *G. biniaensis*, con *G. kugleri*, *G. rohri*, *G. mayeri* y *G. dissimilis*.

En cambio esta representado sin duda el Oligoceno inferior (zona con *G. ampliapertura*) por ejemplo con la muestra --- 244b, caracterizada por la asociación: *Globigerina yeguaensis* --- Weinzierl y Applin, *G. parva* Bolli, *G. nana* Bolli, *G. dissimilis*, --- Cushman y Bermúdez, *G. ciperensis* Bolli y *Globoquadrina rohri*

Bolli y el Oligoceno medio (zona con *G. opima* y *G. ciperensis*), por ejemplo, en las muestras 451 y 458, con la asociación de *Globigerina dissimilis* Cushman y Bermúdez, *G. nana* Bolli y *Globoquadrina rohri* Bolli, con *Turborotalia mayeri* Cushman y *Ellisor*.

#### Unidad de Nogales

Según las muestras estudiadas hay dos formaciones -- muy diferentes en esta unidad geológica, una es de aguas marinas tranquilas y edad Cretáceo inferior y la otra es muy terrígena sin datos para definir su edad.

#### CRETACEO INFERIOR

Son calizas margosas muy finas con microfacies muy características del Neocomiense y Barreniense Subbéticos (muestras 465, 469, 482, 487, 488, y 491).

Entre ellas, la 487 es Berriasiense inferior, con restos epicontinentales, como nódulos margosos muy pequeños y algo de cuarzo, junto con una gran variedad de Tintínidos: *Tintinopse*lla *carpathica*, *T. doliphormis*, *T. oblonga*, *Stenosenellopsis hispánica*, *Calpionella alpina*, *C. elliptica*, *C. oblonga*, *C. undelloides* y *Calpionellites darderi* (Fot. 39).

Aunque los Tintínidos son comunes en las facies pelágicas es evidente que en este caso no se trata de sedimentos profundos, sino más bien de la parte externa de la plataforma epicontinental (100-200 m.).

Las demás muestras contienen enorme cantidad de --- *Nannoconus* y deben corresponder a niveles altos del Neocomiense y Barreniense. Por ejemplo, las 488 y 491, que contienen además de los *Nannoconus* alguna pequeña *Hedbergella*, son de edad

Barreniense o Hauteriviense (Fot.40).

La profundidad debe ser la misma que en el Berriasien-  
se, o algo mayor, es decir: de la parte externa de la plataforma -  
epicontinental o del talud (100-200 o más m.).

#### FORMACION SUPRANEOCOMIENSE

Pertenecen a ella una serie de muestras (466, 467, 468,  
474, 475, 476, 483, 484, 485, 486, 489 y 490) de características muy  
similares entre sí: areniscas margosas con variable proporción -  
de cemento/grano y muy variable tamaño de grano, que va desde  
argilolitas o lutitas a areniscas, pero siempre exclusivamente terri-  
genas y sin fósiles (Fot. 47).

La falta total de fósiles, incluso de fragmentos de fósiles,  
impide datarlas. Tal falta es muy rara dentro de la escala estra-  
tigráfica de esta parte de Andalucía. Solo conozco otro caso pa-  
rejo en las "areniscas del Aljibe" a las que por todos los caracte-  
res microscópicos se parecen mucho esta formación supraneocomien-  
se de Nogales (compárense las fotos 41 y 44).

#### Unidad de Benaiza

Incluye terrenos que van del Senoniense al Oligoceno -  
en facies parecidas a las descritas en las unidades precedentes.

#### PALEOCENO

Solo la muestra 472 es de esta edad; contiene frecuen-  
tes restos de Microcodium y alguno de Cibícides en una microfa-  
cias fina análoga a la del Paleoceno de la Unidad de Algeciras.

En el presente caso no hay restos pelágicos en los --  
que basar una datación más segura. Su ambiente de sedimentación

tampoco queda definido. Es epicontinental, del borde externo de la zona litoral; tal vez 20-40 o hasta 100 m.

## EOCENO

La posición en los cortes estratigráficos da como Eocenos varias muestras con restos muy escasos y mal conservados y otras ricas en fósiles. siempre de edad Priaboniense. La identidad de microfacies con la unidad de Algeciras es total.

Así las muestras 196, 197, 181 y 270, contienen ricas - asociaciones de formas neríticas: *Lithothamnium abrardi* Lemoine, *Archaeolithothamnium oulianovi* Pfeuder, fragmentos de Equinodermos, Briozoos, *Discocyclina discus* Rutimeyer, *Asterodiscus stellaris* Brummer, *Eorupertia bermudezi* Anisgard, Operculina, --- *Nummulites incrassatus* De la Harpe, *N. fabianii* Prever, Cibícides, *Heterostegina*, *Amphistegina* aff. *cubensis* Palmer. A las que acompañan muy raros ejemplares de especies pelágicas (*G. yeguaensis*); y como elementos detríticos el cuarzo y fragmentos de calizas del Secundario.

Su ambiente de sedimentación es epicontinental nerítico, de profundidad escasa, entre 10 y 40 m.

## OLIGOCENO

Es también análogo al de la serie de Algeciras, con facies epicontinentales, en las que se pueden hacer dos grupos.

a) Las facies menos litorales, con muchas muestras fosilíferas (6, 7, 52, 183, 185, 191, 192, 194, 274, 275, 278, 281, 330, 331, 470, - 477, 479, 480, 481, 497 y 499), continen una gran abundancia de --- restos neríticos, en general rotos, pero no suelen faltar los pelágicos. Identificamos en el conjunto: Cibícides, Briozoos, *Amphistegina*, *Discocyclinas*, *Rotalia*, *Heterostegina*, *Eulepidina dilatata* - Michelotti, *E. tournoueri* (Lem y Douville), *Lithothamnium concre*

tum Howe, *L. isthmi* Howe, *L. perplexum* Johnson, *Lithophyllum simplex* Lemoine, *L. prelichenoides* Lemoine, fragmentos de Equí-  
nidos, Planorbulina y algunos Globigerínidos y Globorotálidos. Co-  
mo elementos terrígenos hay cuarzo y fragmentos de calizas di-  
versas, especialmente del Jurásico (es curiosa la presencia de -  
oolitos del Bathoniense resedimentados) (Fotos. 42 y 43).

Los escasos restos pelágicos no han permitido preci-  
siones en cuanto a la edad, pero se reconocen tres zonas en el -  
Oligoceno.

- a1) Oligoceno inferior (183, 191, 192, 193) con *Globigerina ye-*  
*guaensis* Weinzierl y Applin, *G. ciperoensis* Bolli, *G. -*  
*dissimilis* Cushman y Bermúdez y *Globoquadrina rohri -*  
*Bolli*.
- a2) Oligoceno medio (331, 477 y 479) con *Globigerina cipe--*  
*roensis* Bolli, *G. nana* Bolli, *G. opima* Bolli, *Globoqua-*  
*drina venezuelana* Hedberg y *G. selli* Borsetti.
- a3) Oligoceno superior ( 185, ) con *G. kugleri* Bolli, *Globo-*  
*quadrina rohri* Bolli, *G. venezuelana* Hedberg y *Globo-ro-*  
*talia (Turborotalia) mayeri* Cushman y Ellison.

En todos los casos son sedimentos de escasa profundidad,  
con predominio total de elementos detríticos y neríticos y algún --  
aporte pelágico; es decir de la zona nerítica a 10-40 m. de pro--  
fundidad.

- b) Todavía más litorales son las facies de areniscas muy pobres  
en restos (muestras 184, 190, 193, 276, 332) cuya sedimentación de-  
be haber tenido lugar entre los 0 y 5 m. de profundidad.

#### Unidad del Aljibe

Esta unidad, que incluye a la "facies de Benaiza" está

Sedimentada a profundidad escasa, 20-40 a lo sumo.

PLIOCENO (muestras 8, 492, 495, 496, 498, 500, 501, 502, 503, -  
504, 506, 512, 516, 517 y 520).

Son un conjunto de areniscas litorales, análogas entre sí, que contienen siempre restos fósiles, en proporciones muy variables.

a) Las mas litorales (495, 496, 498, 500, 501, 502 y 512) (Fot. 47) dan: Lamelibranquios (entre ellos Pectínidos), Equínidos, - Balanus, Briozoos, Cibícidos Iobatulus (Walker y Jacob), Rota lia beccarii inflata (Seguenza), Nonion boueanus (d'Orbigny), -- Amphistegina lessoni (d'Orbigny). Elphidium crispum Lithophy--- llum prelichenoides Lemoine y Porolithon onkodes (Heydrich).

Dentro de la zona nerítica corresponden al litoral -- (0-5 m.).

b) Las menos litorales contienen, junto con los citados --- restos litorales algunos ejemplares de restos pelágicos (Fot. 48) de los cuales hemos podido reconocer en las diversas muestras (números 492, 503, 504, 506 y 512) las siguientes especies: Glo bigerinoides ruber (d'Orbigny), G. sacculiferus (Brady), G. - trilobus (Reuss), Orbulina universa d'Orbigny, O. suturalis --- Bronnimann, Globigerina acostaensis Blow, Globorotalia dutertrei (d'Orbigny), G. tumida (o G. menardii), G. scitula (Brady), -- G. tosaensis Takayanagui y Saito, G. crassaformis (Galloway y - Wissler) Pulleniatina obliquiloculata (Parker y Jones), Candaina nítida d'Orbigny, Sphaeroidinella dehiscens (Parker y Jones) y - Hastigerina aequilateralis (Brady).

Dentro de la zona nerítica deben corresponder al sub litoral (5-20 metros de profundidad) de un mar libre.

rematada por las "areniscas del Aljibe".

Solo 6 muestras han pasado al estudio Micropaleontológico.

a) facies menos terrígena.

Una de las muestras (84) continen abundantes restos -- menudos y rotos: Lithophyllum, Equínidos, Cibícidos, Globigerina, dissimilis, Cushman y Bermúdez, G. nana Bolli y Globorotalia (Turborotalia) mayeri Cushman y Ellisor, lo que la define -- como del Oligoceno Superior. Es un sedimento nerítico de 10-40 m. de profundidad, perteneciente a la facies de Benaiza (es análogo a la muestra 185).

b) facies más terrígena.

Las otras cinco muestras (471, 511, 513, 514 y 515) son areniscas estériles, con elementos exclusivamente terrígenos --- cuarzo y arcillas y corresponden a las "areniscas del Aljibe" - (Fot. 44 y 45). La edad no puede definirse (posterior al Oligoceno superior de la muestra 84) y el ambiente de sedimentación debe haber sido a nivel del mar (0 m.) o un poco por encima de él.

## SEDIMENTOS MIOPLIOCENOS

### MIOCENO SUPERIOR (muestra 510)

La edad ha sido definida por el geólogo de campo, -- pues realmente no ha sido posible precizarla por microfacies --- (Fot. 46).

Esta muestra es una caliza arrecifal, está construida a base de Briozoos y Melobesias (Porolithon onkodes (Heydrich), Lithophyllum ukrainium Maslov, L. prelichenoides Lemoine y --- Amphiroa lemoineae Sonaya) y acompañan fragmentos de otros -- organismos, principalmente Equinodermos y Lameabranquios.

DESCRIPCION MICROPALAEONTOLOGICA DE LAS  
MUESTRAS ESTUDIADAS

| <u>Muestra</u> | <u>Datos Micropaleontológicos</u>   | <u>Edad</u>    |
|----------------|---|----------------|
| 1              | Frecuentes restos mal conservados: Cibícides, Lithophyllum simplex, Discocyclina.   | Priaboniense   |
| 1b             | Muy abundantes: Lithothamnium abrardi, L. aggregatum, Archaeolithothamnium varium, A. nummuliticum, Lithophyllum simplex, Discocyclina, Cibícides. Nummulites, Operculina, Gypsinidos, Briozoos, Equinodermos.  | Id.            |
| 1c             | Id.   | Id.            |
| 2              | Abundantes restos rotos: Lithothamnium abrardi, Calliarthron, Epilithon nitidum, Discocyclina, Alveolinas deformadas, Equinodermos, Lamelibranquios, Cibícides, Textularia.   | Id.            |
| 6              | Abundantes restos rotos: Calizas jurásicas, oolitos rodados, Cibícides, G. ampliapertura, G. increbescens, Briozoos, Discocyclina, Amphistegina, Rotalia mexicana, Heterostegina israelsky, Eulepidina, Lithothamnium concretum, Globoquadrina venezuelana. | Oligoceno      |
| 7              | Id.   | Id.            |
| 8              | Abundantes: Lamelibranquios, Equinidos, Amphiroa lemoineae, Serpula, Briozoos, Elphidium crispum, Balanus, Miliólidos, Textularia, Cibícides, Acervulina, Globigerinoides ruber, Turbo-rotaia scítula, G. tosaensis.  | Plioceno       |
| 52             | Abundantes y mal conservados: Lithophyllum simplex, L. prelichenoides, Equinidos, Cibícides, Planorbulina, Eulepidina, G. ciperoensis, Globoquadrina rohri, G. dissimilis.  | Oligoceno Med. |



| <u>Muestra</u> | <u>Datos Micropaleontológicos</u>   | <u>Edad</u>    |
|----------------|---|----------------|
| 84             | Abundantes restos menudos y rotos: -<br>Lithophyllum, Equínidos, Cibícides, -<br>G. dissimilis, T.nana, T. mayeri.  | Oligoceno Sup. |
| 94             | Restos menudos: Heterohelix, Hedber-<br>gella?  | Cretáceo Sup.? |
| 143            | Restos menudos escasos y mal conser-<br>vados: Globigerina, Globorotalia.   | Terciario      |
| 144            | Id.   | Id.            |
| 151            | Escasos restos rotos: Lithophyllum --<br>Lithothamnium, fragmentos de calizas -<br>cretáceas. Globotruncanas. Globorota-<br>lia spinulosa.  | Luteciense.    |
| 152            | Muchos restos: Lithothamnium aggrega-<br>tum, Cibícides, Globigerina yeguaensis<br>G.linaperta, Globigerapsis, Globorotalia<br>oolivariana, G.renzi, Amphistegina, --<br>Quinqueloculina, Acervulina. | Id.            |
| 153            | Muchos restos: Nummulites, Operculina,<br>Dicyclina, Lithothamnium abrardi, Cora-<br>lina prisca y cantos pequeños de calizas.  | Luteciense     |
| 154            | Muchos restos finos mal conservados: -<br>fragmentos de Melobesias, Globigerina -<br>linaperta, G.yeguaensis.   | Id.            |
| 156            | Muy escasos restos rotos: Planorbulina<br>Melobesias.   | Terciario      |
| 157            | Muy escasos restos: espículas y Globi-<br>gerínidos?  | Id.            |
| 158            | Escasos restos alterados: Melobesias, -<br>Globigerínidos?  | Id.            |
| 160            | Dudosos restos de: Algas? en pirita.  | Indeterminada  |
| 163            | Escasos restos: Melobesias y Globige-<br>rínidos.   | Terciario      |
| 165            | Frecuentes restos mal conservados: --<br>fragmentos de Melobesias y de Equíni-<br>dos, Globigerina parva, Globorotalia in-<br>crebescens.   | Priaboniense   |
| 166            | Frecuentes restos rotos: Melobesias, --<br>Equínidos, Cibícides, Discocyclina, G.<br>increbescens.  | Id.            |
| 167            | Escasos fragmentos de Melobesias y de<br>rocas del Secundario algún Globigerínido<br>en pirita.   | Terciario      |

| <u>Muestra</u> | <u>Datos Micropaleontológicos</u>   | <u>Edad</u>  |
|----------------|---|--------------|
| 169            | Abundantes restos de Gypsínidos, —<br>Archaeolithothamnium varium, A. --<br>nummuliticum, Lithothamnium abrardi,<br>Cibícides, Amphistegina cubensis, —<br>Discocyclina, Miliólidos, Nummulites.  | Priaboniense |
| 170            | Id.   | Id.          |
| 175            | Escasos fragmentos de Melobesias y<br>de Equínidos.   | Terciario    |
| 178            | Muy abundantes restos de Lithotham-<br>nium aggregatum, L.abrardi, Calliar-<br>thron, Equinodermos. Gypsínidos, --<br>Briozoos, Discocyclina, Cibícides, —<br>Operculina, y Rotálidos. Alguna Glo-<br>borotalia centralis, G.increbescens.  | Priaboniense |
| 179            | Id. id. alguna Alveolina.   | Id.          |
| 181            | Muy abundantes: granos de calizas —<br>del Secundario (especialmente del Ju-<br>rásico), Nummulites, Archaeolitho--<br>thamnium oulianovi, Lithothamnium --<br>abrardi, Equinodermos, Briozoos, --<br>Discocyclina, Asterocyclina, Eorupertia<br>bermudezi, Operculina, Globigerina --<br>yeguaensis.           | Id.          |
| 183            | Muchos restos rotos: Lithothamnium --<br>isthmi, L. concretum, Lithophyllum --<br>prelichenoides, Equínidos, Cibícides, —<br>Briozoos, Discocyclina, Eulepidina, ---<br>Amphistegina, Rotalia mexicana, R. --<br>viennoti, Globoquadrina rohri, Catapsy-<br>drax dissimilis, G. ciperensis, G. ye-<br>guaensis. | Oligoceno    |
| 185            | Muy abundantes: Melobesias, Equínidos<br>Cibícides, Briozoos, Rotálidos, Eulepidi-<br>na, Amphistegina. Gl.venezuelana, G.--<br>mayeri, G.rohri.  | Id.          |
| 191            | Muy abundantes restos rotos: Equínidos<br>Lepidocyndina (Eulepidina). Lithothamnium<br>perplexum, Lithophyllum, Cibícides, Glo-<br>boquadrina rohri, Globigerina ciperensis,<br>Catapsydrax dissimilis, G. yeguaensis.  | Id.          |
| 192            | Id.   | Id.          |

| <u>Muestras</u> | <u>Datos Micropaleontológicos</u>  | <u>Edad</u>                |
|-----------------|--|----------------------------|
| 194             | Id.  | Id.                        |
| 196             | Muy abundantes restos rotos: Microcodium, Lithothamnium, Cibícides, -- Briozoos.   | Terciario Eoceno?          |
| 197             | Muy abundantes restos: Lithothamnium abrardi, Briozoos, Equinodermos, -- Operculina, Amphistegina, Nummulites? Heterostegina ocalana y fragmentos de calizas del Secundario.                     | Id.                        |
| 201             | Muy abundantes restos rotos de Gypsínidos, Discocyclina, Nummulites, Globorotalia centralis, Truncorotaloides rohri, Globigerina linaperta, G. senni, G. yeguaensis, Globigerapsis index.        | Priaboniense o Lutec. sup. |
| 205             | Escasos restos mal conservados: Cibícides, Ostrácodos, Globigerina linaperta.  | Priaboniense?              |
| 208             | Frecuentes restos menudos: Cibícides Equínidos, Globigerina linaperta, G. -- senni, Globigerinatheka barri, Globorotalia centralis, G. bolivariana.  | Priaboniense inf.?         |
| 209             | Id.  | Id.                        |
| 211             | Restos menudos de Cibícides, Globigerina parva, G. onachitaensis, G. yeguaensis.   | Priaboniense               |
| 213             | Abundantes restos: Cibícides, Lithothamnium abrardi; Epilithon nítidum, Globigerina onachitaensis, G. parva, Globorotalia centralis, G. increbescens, G. bolivariana, Gypsínidos y Discocyclina. | Id.                        |
| 214a            | Restos menudos escasos: Cibícides, -- Globigerina parva, G. onachitaensis, Ostrácodos.   | Priaboniense               |
| 214b            | Muy escasos restos menudos: Globigerínidos?.   | Terciario?                 |
| 215             | Abundantes restos finos: Cibícides, Globigerina parva, G. onachitaensis, Ostrácodos, Globorotalia increbescens, G. cerroazulensis, Gypsínidos, fragmentos de Melobesias.                         | Priaboniense               |

| <u>Muestra</u> | <u>Datos Micropaleontológicos</u>   | <u>Edad</u>   |
|----------------|---|---------------|
| 216            | Sustancia ferruginosa, Ostrácodos?  | Indeterminada |
| 217            | Abundantes restos finos de Cibícides, Globigerina parva, G. onachitaensis, Globorotalia increbescens, G. centralis, Globigerapsis, Ostrácodos, fragmentos de Melobesias.  | Priaboniense  |
| 218            | Id.   | Id.           |
| 219            | Id.   | Id.           |
| 221            | Abundantes restos finos: Cibícides Equínidos, Ostrácodos, Lithothamnium, Globorotalia centralis, G. increbescens, Globigerina yeguaensis, G. onachitaensis.   | Id.           |
| 222            | Id.   | Id.           |
| 223            | Abundantes restos menudos: fragmentos de Melobesias y de Equínidos, Cibícides, Ostrácodos, Gypsínidos, Discocyclina, Globorotalia centralis, G. cerroazulensis, G. increbescens, Globigerina onachitaensis.                         | Id.           |
| 224            | Abundantes restos menudos mal conservados: Globigerínidos, Ostrácodos, fragmentos de Melobesias y de Equinodermos. Gypsínidos.  | Terciario     |
| 224b           | Abundantes restos menudos de Equínidos, Gypsínidos, Cibícides, G. increbescens, Hantkenina, G. centralis.   | Priaboniense  |
| 225            | Abundantes restos menudos de Melobesias, Equínidos, Gypsínidos, Discocyclina, Cibícides, Globigerina parva, G. yeguaensis.  | Priaboniense  |
| 226            | Id.   | Id.           |
| 228a           | Id.   | Id.           |
| 228b           | Con muchos óxidos de hierro y dudosos restos de Ostrácodos?   | Indeterminada |
| 228c           | Id.   | Id.           |
| 229            | Abundantes restos menudos: Cibícides Lithothamnium abrardi, Gypsínidos, Ostrácodos, Globigerina ampliapertura, G. parva, G. onachitaensis, G. yeguaensis, Globorotalia increbescens, G. centralis, G. cerroazulensis, Discocyclina. | Priaboniense  |

| <u>Muestra</u> | <u>Datos Micropaleontológicos</u>  | <u>Edad</u>    |
|----------------|--|----------------|
| 230            | Escasos restos menudos: Cibícidos Ostrácodos y Globigerínidos no determinados.   | Terciario      |
| 244b           | Abundantes restos menudos: Globigerina yeguaensis, G. parva, G. nana, G. dissimilis, G. ciperensis, Globoquadrina rohri, Ostrácodos.   | Oligoceno inf. |
| 249            | Abundantes restos: Equínidos, Lithophyllum prelichenoides, Lithothamnium concretum Howe, Discocyclinas rotas, Globigerina ciperensis, Globoquadrina rohri, G. venezuelana?, G. nana, Eulepidina.   | Oligoceno      |
| 250            | Fragmentos de rocas del Secundario Alveolinas rotas, Briozoos, Eulepidina dilatata, E. tournoueri, Lithophyllum simplex, Jania vetus.  | Oligoceno      |
| 251            | Abundantes restos de: Eulepidina, --- Amphistegina, Rotalias, Equínidos, --- Briozoos, Lithothamnium subtile, L. - perplexum, Lithophyllum johnsoni, L. - simplex, Spiroclypens, Heterostegina aff. israelsky, fragmentos de rocas del Secundario. | Id.            |
| 254            | Escasos restos menudos: Ostrácodos Globigerina nana, G. ciperensis.  | Id.            |
| 258            | Muy abundantes restos menudos: Equínidos, fragmentos de Discocyclinas, Cibícidos, Gypsínidos, Globigerina yeguaensis, G. senni, G. linaperta, Hastigerina micra, Clavigerinella parvisi, --- Globorotalia centralis, G. renzi, Globigerapsis.      | Luteciense     |
| 259            | Muy abundantes restos gruesos: Nummulites aturicus, Discocyclina, Operculina, Briozoos, Assilina, Alveolina, --- Equínidos, Gypsínidos, Archaeolithothamnium varium, Epilithon nitidum, Lithothamnium aggregatum.                                  | Luteciense     |
| 260            | Escasos restos menudos: Cibícidos, --- Melobesias, Globigerínidos no identificados.  | Terciario      |

| <u>Muestra</u> | <u>Datos Micropaleontológicos</u>  | <u>Edad</u>                |
|----------------|--|----------------------------|
| 267            | Frecuentes restos: Cibícidos, Equínidos, Ostrácodos, Lithothamnium -- abrardi, Globigerina yeguaensis, G. parva, Globorotalia centralis, G. - cerroazulensis, G. increbescens.                                 | Priaboniense               |
| 270            | Abundantes restos finos: Cibícidos Equínidos, Melobesias, fragmentos de Discocyclinas y Lepidocyclinas, Globorotalia increbescens.   | Oligoceno o Eoceno sup.    |
| 274            | Abundantes restos rotos: Lithothamnium subtile y Lithophyllum, Equínidos, Spiroclypens, Rotalia, Discocyclina, Gypsínidos, Microcodium.  | Terciario                  |
| 275            | Abundantes restos rotos: Equínidos Cibícidos, Lepidocyclina, Lithophyllum, Planorbulina, Globigerina dissimilis.   | Oligoceno                  |
| 278            | Id.  | Id.                        |
| 281            | Abundantes restos finos: Lithophyllum prelichenoides, Lepidocyclinas (Eulepidina), Rotalia mexicana, Ostrácodos, Cibícidos, Globigerina.   | Oligoceno                  |
| 284            | Abundantes restos rotos y gruesos: Lithothamnium abrardi, Archaeolithothamnium, Equínidos, Discocyclina, Gypsínidos, Miliólidos, Cibícidos, Alveolinas deformadas, trozos de rocas del Secundario, Nummulites? | Eoceno<br>Priaboniense?    |
| 285            | Frecuentes restos mal conservados: Epilithon, Lithothamnium, Cibícidos, Equínidos, Gypsinidos, Discocyclina.   | Terciario<br>Priaboniense? |
| 287            | Muy abundantes restos muy finos - Coccolites?  | Terciario                  |
| 288            | Abundantes restos mal conservados de: Melobesias, Lepidocyclinas, Miliólidos, Equínidos, Sphaerogypsina.   | Oligoceno?                 |

| <u>Muestra</u> | <u>Datos Micropaleontológicos</u>  | <u>Edad</u>            |
|----------------|--|------------------------|
| 293            | Abundantes restos de: Cibícidos, - fragmentos de Equinodermos y de Melobesias, Gypsínidos, Cibícidos, pequeñas Alveolinas deformadas, - Globigerina aff. parva.  | Terciario              |
| 295            | Abundantes restos: Discocyclinas, Archaeolithothamnium varium, Lithothamnium abiaradi, Gypsínidos, - Equínidos, Amphistegina, Globorotalia centralis, G. increbescens, - Globigerina yeguaensis, G. parva, G. onachitaensis. | Priaboniense           |
| 296            | Abundantes restos con predominio de los pelágicos: Ostrácodos, Melobesias, Equínidos, Globigerina onachitaensis, G. parva, G. yeguaensis, Globorotalia centralis, G. increbescens, Globigerapsis, Cibícidos, Lagénidos.      | Priaboniense           |
| 305            | Abundantes restos gruesos: Discocyclina, Asterodiscus, Operculina, Linderina, Heterostegina, Nummulites, Gypsínidos, Ovulites, Lithothamnium aggregatum, L. abiaradi.  | Priaboniense           |
| 306            | Abundantes restos rotos: Lithophyllum johnsoni, Lepidocyclina, Miliólidos, Discocyclina, Globoquadrina rohri, Globigerina dissimilis.  | Oligoceno              |
| 307            | Id.  | Id.                    |
| 308            | Restos escasos: Globigerínidos, - Melobesias.  | Id.                    |
| 309            | Abundantes restos gruesos: Nummulites, Discocyclina, Assilina, fragmentos de rocas del Jurásico y Cretáceo, Globotruncanas sueltas.  | Eoceno o resedimentado |
| 313            | Abundantes restos finos: fragmentos de Melobesias, Lepidocyclinas, Briozoos, Equínidos, Globoquadrina rohri, Globigerina dissimilis.   | Oligoceno              |
| 316            | Frecuentes restos muy finos de Globigerínidos.   | Terciario              |

| <u>Muestra</u> | <u>Datos Micropaleontológicos</u>  | <u>Edad</u>               |
|----------------|--|---------------------------|
| 317            | Abundantes restos rotos de Gypsinidos, Lythophyllum, Spiroclypeus, Discocyclina, Amphistegina, Globigerina yeguaensis, Globorotalia centralis.   | Priaboniense              |
| 318            | Abundantes restos: Lithothamnium aggregatum, Equínidos, Lamelibranchios, - Cíbicidos, Textuláridos, Miliólidos, - Trifarina, Globigerina yeguaensis.   | Eoceno sup.<br>Oligoceno. |
| 321            | Abundantes restos: Cíbicidos, Equínidos, Gypsinidos, Discocyclina, Globorotalia centralis, G. cerroazulensis, G. increbescens, Globigerina yeguaensis, Gonachitaensis.   | Priaboniense.             |
| 322            | Id   | Id.                       |
| 330            | Abundantes restos: Equínidos, Lithothamnium concretum, L. vaughani, L. subtile, ?Jania?, Gypsinidos, Discocyclina, Cibicidos, Globorotalia aequa, - Globigerina linaperta, G. dissimilis. - (restos del Eoceno y Oligoceno). | ?Oligoceno?               |
| 331            | Abundantes: Cibicidos, Equínidos, Lithothamnium vaughani, Lithophyllum prelichenoides, Lepidocyclina (Eulepidina) tournoneri, Globigerina ciperensis, G. selli, G. nana.   | Oligoceno                 |
| 332            | Escasos restos mal definidos: ?Ostrácodos, ?Melobesias?.   | Indeterminado             |
| 335            | Abundantes restos de: Lithothamnium, Equínidos, Discocyclina, Gypsinidos, Miliólidos, Briozoos, Trozos de Nummulites.  | ?Eoceno sup.?             |
| 338            | Escasos restos: Cíbicidos, Melobesias, Ostrácodos.   | Terciario,                |
| 342            | Escasos restos: Cíbicidos, Epilithon, Lithophyllum, Globigerina yeguaensis, - Globorotalia increbescens.   | Eoceno sup.<br>Oligoceno  |
| 343            | Abundantes restos finos: fragmentos de Melobesias, Cíbicidos, Equínidos, Globigerina yeguaensis, G. nana, G. onachitaensis, Globorotalia increbescens.   | Priaboniense              |



| <u>Muestra</u> | <u>Datos Micropaleontológicos</u>  | <u>Edad</u>    |
|----------------|--|----------------|
| 345            | Muy abundantes restos rotos: Gypsínidos, Discocyclina, Lithophyllum. Lithothamnium abrardi; Equínidos, Cíbicides, Miliólidos, Briozoos.  | ?Priaboniense? |
| 347            | Abundantes restos finos: Melobesias, - Cíbicides, Discocyclina, Lepidocyclina?.  | Oligoceno.     |
| 349            | Escasos restos: Globigerina onachitaensis?, Cíbicides, Ostrácodos, Lithothamnium, aggregatum?.   | Priaboniense?. |
| 350            | Id.  | Id.            |
| 351            | Id.  | Id.            |
| 356            | Frecuentes restos: Cíbicides, Lithophyllum simplex, L. prelichenoides, Discocyclina, Amphistegina, Heterostegina (o Spiroclipeus), Lepidocyclina, Globigerina dissimilis, Globoquadrina rohri, Globigerina ciperensis. | Oligoceno      |
| 428            | Frecuentes restos rotos de Melobesias (Epilithon, Lithophyllum), Equínidos, Cíbicides, Microcodium.  | Paleoceno?     |
| 429            | Escasos restos finos de Pithonella sphaerica, spiculas. Hedbergella, Heterohelix.  | Senoniense.    |
| 430            | Id.  | Id.            |
| 431            | Id.  | Id.            |
| 444            | Limolita con óxido de hierro en su matriz sin fósiles.   | Indeterminada  |
| 445            | Frecuentes restos menudos: Globigerina yeguansis, G. nana, Cíbicides, Melobesias.  | Oligoceno.     |
| 446            | Escasos restos: Lepidocyclina, Equínidos, Lithophyllum simplex, L. prelichenoides, Lithothamnium perplexum, - Globigerina dissimilis, Globoquadrina rohri.   | Id.            |
| 451            | Frecuentes restos: Lithophyllum simplex, Cíbicides, Globigerina dissimilis, Globoquadrina rohri, Turborotalia mayeri, G. nana.   | Oligoceno med. |

| <u>Muestra</u> | <u>Datos Micropaleontológicos</u>  | <u>Edad</u>                  |
|----------------|--|------------------------------|
| 456            | Frecuentes restos: Spiroclypens, Lepidocyclina, (Eulepidina) tournoueri, Rotalia, fragmentos de Melobesias y de Equínidos.   | Oligoceno.                   |
| 457            | Escasos restos: Rotalia, Amphistegina, Lithophyllum johnsoni, Corallina?, Gypsina.   | Terciario                    |
| 458            | Frecuentes restos: Lithophyllum simplex, Cibícides, Globigerina dissimilis, Globoquadrina rohri, Turborotalia mayeri.  | Oligoceno                    |
| 459            | Id.  | Id.                          |
| 460            | Frecuentes restos menudos: Globigerina dissimilis, Turborotalia mayeri, Cibícides.   | Oligoceno o Aquitaniense     |
| 461            | Algas? fosilizadas en pirita.  | Indeterminada                |
| 464            | Frecuentes: Fragmentos de Microcodium, Cibícides, Glauconita.  | Paleoceno?                   |
| 465            | Abundantísimos Nannoconus, partículas de calcita hialina.  | Barreniense<br>Hauteriviense |
| 469            | Abundantísimos Nannocunus, partículas de calcita hialina.  | Barreniense<br>Hauteriviense |
| 470            | Llena de restos rotos de Lithothamnium perplexum, Lithophyllum simplex, Cibícides, Equínidos, Lepidocyclina, Globigerina selli, G. nana, Globorotalia opima, Heterostegina, algo de Glauconita, Globotruncanas.  | Oligoceno                    |
| 472            | Frecuentes Cibícides y Microcodium.  | Paleoceno?                   |
| 477            | Muy abundantes restos rotos: Lithothamnium subtile, L. perplexum, Equínidos, Cibícides, Lepidocyclina, Heterostegina nana, G. dissimilis, G. selli.  | Oligoceno                    |
| 479            | Muy abundantes restos: Archaeolithothamnium varium, Lithothamnium isthmi, Eulepidina tournoueri, E. dilatata, Heterostegina, Amphistegina, Briozoos, Rotalia, Equínidos, Spiroclypens, Sphaerogypsina, Globoquadrina rohri, Globigerina dissimilis, fragmentos de rocas jurásicas. | Oligoceno med.               |

| <u>Muestra</u> | <u>Datos Micropaleontológicos</u>   | <u>Edad</u>                  |
|----------------|---|------------------------------|
| 480            | Muy abundantes restos: Melobesias, Equínidos, Cibícidos, Lepidocyclina, Globigerínidos.   | Oligoceno                    |
| 481            | Id.   | Id.                          |
| 482            | Muy abundantes: Nannoconus, partículas de calcita hialina.  | Barreniense<br>Hauteriviense |
| 487            | Nódulos margosos muy pequeños, esquirlas finas y cortas, Tintinopse-<br>lla carpathica, T. doliphormis, T.<br>oblonga, Stenosemellopsis hispanica<br>Calpionella alpina, C. elliptica, C.<br>oblonga, C. undelloides, Calpionelli-<br>tes darderi.  | Berriasiense<br>inf.         |
| 488            | Muy abundantes Nannoconus, esquir-<br>las finas y cortas, Hedbergella.  | Hauteriviense<br>Barreniense |
| 491            | Muy abundantes Nannoconus, parti-<br>culas de calcita hialina, finas esquir-<br>las cortas, Radiolarios, Hedberge-<br>lla?  | Barremiense<br>Hauteriviense |
| 492            | Cuarzo en grano medio bien rodado,<br>escasos restos: Lamelibranquios, Equí-<br>nidos, Briozoos, Cibícidos, Globige-<br>rina acostaensis, G. dutertrei, Globi-<br>gerinoides conglobatus, G. saculife-<br>rus, Globorotalia crassaformis, G.-<br>scitula, Orbulina universa, Pulleniati-<br>na obliquiloculata, Elphidium crispum,<br>Rotalia beccarii inflata. | Plioceno                     |
| 495            | Escasos restos: Briozoos, Lameli-<br>branquios (Pecten), Equínidos, Ba-<br>lanus, Rotalia beccarii, Elphidium --<br>crispum, Nonion boucanum.   | Id.                          |
| 496            | Id.   | Id.                          |
| 497            | Muy abundantes restos rotos: Epili-<br>thon, Amphistegina. Equínidos, Lame-<br>libranquios, Briozoos, Rotalia, Lepi-<br>docyclina, Heterostegina, Globoquadri-<br>na rorhi, Sphaerogypsina, pequeños -<br>cantos de calizas del Secundario.   | Oligoceno                    |
| 498            | Amphiroa Lemoineae, Lithophyllum --<br>prelichenoides, Porolithon onkodes, --<br>Lamelibranquios, Equínidos, Elphidium<br>Briozoos, Amphistegina, Balanus, Pyr-<br>go.  | Plioceno                     |

| <u>Muestra</u> | <u>Datos Micropaleontológicos</u>   | <u>Edad</u>                        |
|----------------|---|------------------------------------|
| 499            | Muy abundantes <i>Lithophyllum simplex</i> , <i>L. johnsoni</i> , <i>Lepidocyclina</i> , Equínidos, Cibícidos, <i>Spiroclypens</i> , <i>Amphistegina</i> , <i>Globoquadri-<br/>na rohri</i> , <i>Briozoos</i> , <i>Heterostegina</i> .  | Oligoceno                          |
| 500            | Arenisca con frecuentes restos: <i>Lamelibranquios</i> , <i>Briozoos</i> , Equínidos, <i>Balanus</i> , <i>Elphidium</i> , <i>Rotalia beccarii</i> .   | Plioceno                           |
| 500            | Arenisca con frecuentes restos: <i>Lamelibranquios</i> , <i>Briozoos</i> , Equínidos, <i>Balanus</i> , <i>Elphidium</i> , <i>Rotalia beccarii</i> .   | Plioceno                           |
| 501            | Id.   | Id.                                |
| 502            | Id.   | Id.                                |
| 503            | Arenisca rica en restos: Equínidos, <i>Lamelibranquios</i> , <i>Robulus cultratus</i> , <i>Globigerina riveroae</i> , <i>Globigerinoides sacculiferus</i> , <i>G. fistulosa</i> , <i>Candeina nítida</i> , <i>Globorotalia scítula</i> , <i>G. tumida</i> , <i>G. tosaensis</i> , <i>Sphaeroidinella dehiscens</i> , <i>Planulina ariminensis</i> . | Id.                                |
| 504            | Id.   | Id.                                |
| 506            | Id.   | Id.                                |
| 509            | Muy abundantes <i>Nannoconus</i> , partículas de calcita y esquirlas finas y cortas.  | Barremiense<br>Neocomiense<br>sup. |
| 510            | Arrecife de <i>Briozoos</i> y <i>Melobesias</i> -- ( <i>Porolithon onkodes</i> , <i>Lithophyllum ukrainicum</i> , <i>L. prelichenoides</i> , <i>Amphiroa lemoineae</i> ) algunos restos de Equínidos y <i>Lamelibranquios</i> .   | Mioceno sup.<br>Plioceno           |
| 511            | Muy abundantes restos finos: <i>Hedbergella</i> , <i>Heterohelix</i> , <i>Pithonella</i> , <i>Globotruncana</i> , <i>Pseudo textularia</i> .  | Senoniense                         |
| 512            | Arenisca con algunos restos: <i>Lamelibranquios</i> , Equínidos, <i>Balanus</i> , <i>Globigerinoides trilobus</i> , <i>G. ruber</i> , <i>Elphidium crispum</i> , algo de <i>glauconita</i> .  | Plioceno Mioceno sup.              |
| 516            | Muy abundantes restos: Equinodermos, <i>Lamelibranquios</i> , <i>Briozoos</i> , <i>Balanus</i> , <i>Melobesias</i> , <i>Planulina</i> , <i>Elphidium</i> , <i>Rotalia</i> , <i>Orbulina universa</i> , <i>Globigerinoides ruber</i> .   | Plioceno                           |

| <u>Muestra</u> | <u>Datos Micropaleontológicos</u>  | <u>Edad</u>           |
|----------------|--|-----------------------|
| 517            | Id.  | Id.                   |
| 519            | Muy abundantes restos de Microcodium, Cibícides, Globorotalia ehrembergi, G. pusilla, G. angulata, G. abundocamerata, G. aequa, G. velascoensis, Globigerina linaperta, glauconita y algo de --- cuarzo. | Montiense sup.        |
| 520            | Cuarzo, glauconita y muchos restos: Equínidos, Lamelibranquios, Melobesias, Balanus, Briozoos, Cibícides, Elphidium, Globigerinoides, Turborotalia, Globorotalia sítula.                                 | Plioceno Mioceno sup. |

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

DIRECTOR

Ilmo. Sr. D. Juan Antonio Gómez Angulo

DIVISION DE GEOLOGIA

Dr. Ing<sup>o</sup>.: D. Manuel M<sup>a</sup> Alvarado Arrillaga

DPT<sup>o</sup>. DE ESTUDIOS GEOLOGICOS

Dr. Ing<sup>o</sup>.: D. Ramón Rey Jorissen

Geólogos que han realizado este trabajo:

Dr. D. Bernardo Garcia Rodrigo  
D. Marco Antonio Lamolda Palacios

Micropaleontología

Dr. D. Jose Luis Saavedra Garcia  
Srta. M<sup>a</sup> del Carmen Fernández-Luanco

Sedimentología

Dr. D. Bernardo Garcia Rodrigo  
Srta. M<sup>a</sup> del Carmen Fernández-Luanco

COLABORADOR

M. Jean Didon