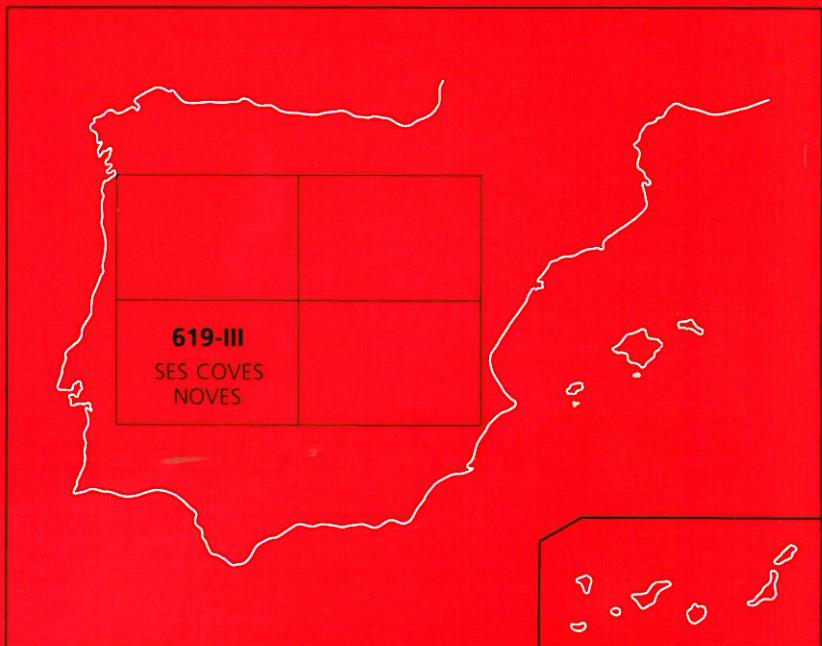




# MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:25.000

Segunda serie - Primera edición



ISLA DE MENORCA

# SES COVES NOVES

El Instituto Tecnológico GeoMinero de España, ITGE, que incluye, entre otras, las atribuciones esenciales de un "Geological Survey of Spain", es un Organismo autónomo de la Administración del Estado, adscrito al Ministerio de Industria y Energía, a través de la Secretaría General de la Energía y Recursos Minerales (R.D. 1270/1988, de 28 de octubre). Al mismo tiempo, la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica le reconoce como Organismo Público de Investigación. El ITGE fue creado en 1849.

**Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España**

**MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA**

**Escala 1:25.000**

**SES COVES NOVES**

**Primera edición**

**MADRID, 1989**

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por la Universidad Autónoma de Barcelona (Dpto. de Geología, Área de Estratigrafía) y la División de Geología del I.T.G.E., habiendo intervenido los siguientes técnicos superiores.

## Autores

- Universidad Autónoma de Barcelona  
Joan Rosell  
David Gómez-Gras
- Instituto Tecnológico y Geominero de España  
Emilio Elízaga

## Colaboradores

- José Arribas (Univ. Complutense). Petrografía.  
Jean P. Colins (Exxon). Micropaleontología de ostrácodos.  
Peter Hochuli (Exxon). Palinología.  
Hans Peter Luterbacher (Univ. de Tübingen). Micropaleontología general.  
Carmen Llompart (Univ. Autónoma de Barcelona). Macropaleontología general.  
Sergio Rodríguez (Univ. Complutense). Paleontología de corales del Paleozoico.  
José Trilla (Univ. Autónoma de Barcelona). Geomorfología y Cuaternario.  
M.ª Luisa Valls (Univ. Autónoma de Barcelona). Geomorfología y Cuaternario.  
Daniel Vachard (Univ. des Sciences et Techniques de Lille). Foraminíferos del Paleozoico y Triásico.  
Josep Wieczorek (Sociedad Geológica Polaca). Paleontología de nerineidos.

Se pone en conocimiento del lector que en el Centro de Documentación del I.T.G.E. existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria constituida por:

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Informes petrográficos, micropaleontológicos y sedimentológicos de dichas muestras.
- Columnas estratigráficas de detalle.
- Fichas bibliográficas, álbum de fotografías y demás información varia.

El I.T.G.E., dadas las características especiales de la isla de Menorca y la división del territorio del Mapa Topográfico Nacional, E. 1:50.000, ha optado por realizar la cartografía a escala 1:25.000 con el deseo de que ésta pueda ser más adecuada para su utilización.

Fotocomposición: Laxes, S.A.

Imprime: Gráficas Marte, S.A.

Depósito legal: M-34.567-1990

NIPO: 232-89-010-6.

## ÍNDICE

	<i>Páginas</i>
1. INTRODUCCION .....	5
2. ESTRATIGRAFIA .....	7
2.1. Paleozoico .....	7
2.1.1. Devónico (D) .....	7
2.1.2. Carbonífero (C <sub>1</sub> ) .....	8
2.1.3. Carbonífero (C <sub>2</sub> ) .....	8
2.1.4. Pérmico (P) .....	9
2.2. Mesozoico .....	9
2.2.1. Triásico .....	9
2.2.1.1. Facies Buntsandstein (B <sub>1</sub> y B <sub>2</sub> ) .....	9
2.2.1.2. Facies Muschelkalk (M) .....	9
2.2.1.3. Facies Keuper (K) .....	10
2.2.2. Jurásico (Jm y J) .....	10
2.2.3. Cretácico (Cr) .....	11
2.3. Terciario .....	12
2.3.1. Mioceno (Mg) .....	13
2.4. Cuaternario .....	13
2.4.1. Dunas (D) .....	13
2.4.2. Playas (Q <sub>j</sub> P) .....	14
2.4.3. Aluvial-coluvial (Q <sub>2</sub> Al-C) .....	15
2.4.4. Albufera (Ab) .....	15
2.4.5. Travertinos (T) .....	15
2.4.6. Derrubios de ladera (Dg) .....	15
3. GEOMORFOLOGIA .....	15
4. TECTONICA .....	16

	<i>Páginas</i>
5. GEOLOGIA HISTORICA .....	17
5.1. Introducción .....	17
5.2. Paleozoico .....	17
5.3. Mesozoico .....	18
5.4. Cenozoico .....	19
6. GEOLOGIA ECONOMICA .....	20
7. BIBLIOGRAFIA .....	21

## 1. INTRODUCCION

La isla de Menorca, la segunda en extensión en el archipiélago balear, posee 702 km<sup>2</sup> de superficie. A causa de su posición geográfica queda dividida en siete cuadrículas que delimitan las hojas 1:50.000 del Mapa Topográfico Nacional y cuya cartografía es la base del MAGNA (Fig. 1). La Hoja 1:50.000 de Ses Coves Noves núm 619 está situada en el extremo nororiental de la isla, y comprende la Hoja del Mapa 1:25.000, Ses Coves Noves.

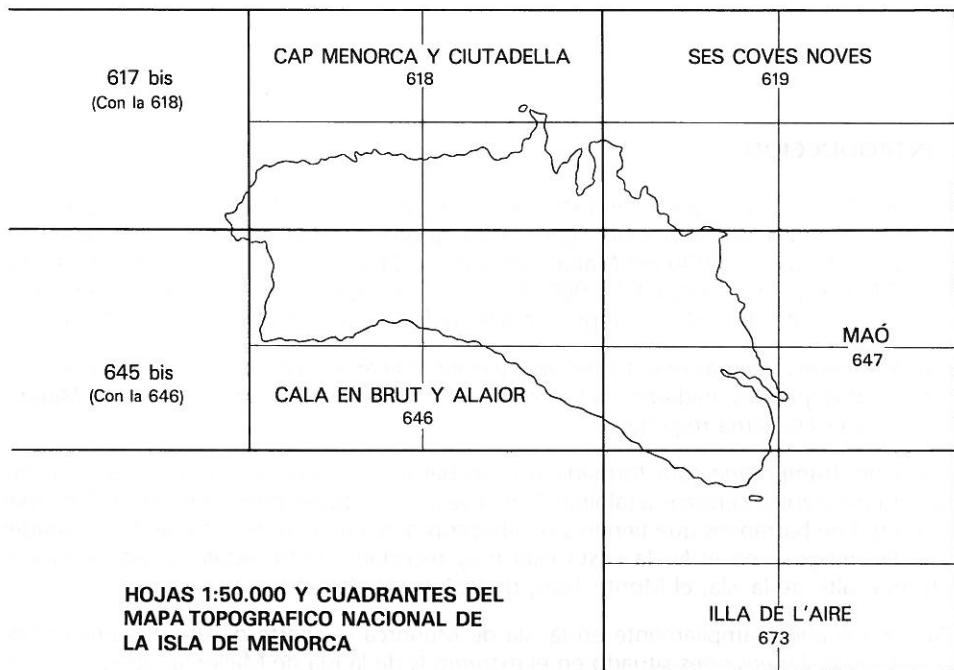
La isla de Menorca, la más oriental del archipiélago balear, está dividida, morfo-estructuralmente, en dos grandes unidades: la N o zona de *Tramuntana* (267 km<sup>2</sup>) y la S o de *Migjorn* (435 km<sup>2</sup>) (ver esquema regional).

La zona de *Tramuntana* está formada por un basamento paleozoico (hercíniano) y una cobertura mesozoica-cenozoica (alpina). El relieve lo constituyen pequeñas colinas limitadas por una red de barrancos que tienen sus cabeceras al S, en el límite entre ambas unidades y que desembocan en el N; la costa está muy recortada. Entre estas colinas destaca el punto más alto de la isla, el Monte Toro, de 361 m de altitud.

El Paleozoico aflora ampliamente en la isla de Menorca y, aparte de un afloramiento de muy reducidas dimensiones situado en el extremo N de la isla de Mallorca, no aflora en el resto de las Islas Baleares. Estos materiales están formados en su casi totalidad por sedimentos terrígenos profundos (turbiditas). La serie posee una edad Devónico inferior (quizás abarque la parte terminal del Silúrico) y Carbonífero inferior, existiendo una laguna estratigráfica en el Devónico medio y hallarse en forma resedimentada (olistostómica) el Devónico superior y el Carbonífero basal.

Sobre el Paleozoico plegado, y en clara discordancia angular, descansa una serie terrígena roja que abarca el Pérmico superior y el Triásico inferior (facies Buntsandstein) separados por un contacto asimismo discordante. El Triásico medio es carbonatado, de facies Muschelkalk y el Triásico superior es de facies Keuper, completando así la serie triásica.

El Jurásico, en su mayoría representado por dolomías, aflora ampliamente en la isla. El Cretácico, calizo y margoso, se limita a dos pequeños afloramientos situados en la base de los cabos de Es Redoble y de Pentinat (ambos formando parte de esta Hoja).



**FIGURA 1**

Dos de los cuadrantes que componen el mapa topográfico nacional de la isla de Menorca corresponden a la parte continental de la isla, que es la parte más elevada y más extensa. Estos cuadrantes son el cuadrante noreste, que incluye la parte continental de la isla, y el cuadrante sureste, que incluye la parte continental de la isla. Los cuadrantes restantes corresponden a la parte insular de la isla, que es la parte más baja y más pequeña. Los cuadrantes insulares son el cuadrante norte, que incluye la parte insular de la isla, y el cuadrante oeste, que incluye la parte insular de la isla.

En Menorca no afloran materiales pertenecientes al lapso de tiempo que va desde la base del Cretácico superior hasta el Mioceno.

A excepción de pequeños retazos de conglomerados, conservados en pequeñas fosas limitadas por fallas directas, los sedimentos miocénicos constituyen por entero la zona de Migjorn, que está formada por una plataforma carbonatada, desarrollada a partir del límite con la zona de Tramuntana. Este límite, posiblemente estructural, formado por un escalonamiento de fallas directas, que hunde el bloque S, se presenta como un contacto solapante «onlap», de los sedimentos de edad miocénica sobre los materiales de la zona de Tramuntana.

Esta plataforma carbonatada, poco afectada tectónicamente, da lugar a un relieve tabular, ligeramente inclinado hacia el S. Sobre ella se ha encajado una red de barrancos, cuya cabecera se halla al N, en el límite con la zona de Tramuntana, y sus desembocaduras al S. En las desembocaduras la costa forma un entrante en cuya parte más interna se acumula arena bioclástica, dando lugar a pequeñas playas, que sólo en ciertos casos, y estacionalmente, se ven atravesadas por las aguas del torrente. Estos entrantes se denominan *calas*. Entre cala y cala la costa está formada por un abrupto acantilado.

## 2. ESTRATIGRAFIA

A pesar de que el área enmarcada en esta Hoja abarca un reducido sector de la isla, en ella afloran materiales paleozoicos (probablemente devónicos y del Carbonífero), triásicos, jurásicos, cretácicos y miocénicos.

Especialmente debe resaltarse que en la isla de Menorca existen sólo dos afloramientos del Cretácico, y que ambos están localizados en esta Hoja y separados por el mar. En ellos puede obtenerse una serie estratigráfica de Cretácico (inferior), bastante completa. El Jurásico, especialmente la parte inferior de la serie, aflora ampliamente. El resto de los materiales (paleozoicos, triásicos, parte alta de la serie jurásica y miocénicos) se hallan muy tectonizados y sus afloramientos permiten tan sólo obtener una descripción parcial de las litologías que los constituyen. Para series más completas de estos últimos materiales es necesario consultar las otras Hojas de la isla.

### 2.1. PALEOZOICO

Los materiales paleozoicos afloran tan sólo en el extremo oriental de la Hoja. Forman la base de la serie carbonífera del E de Menorca, que, en su mayoría, afloran en la Hoja situada al S (Maó, núm. 647, escala 1:50.000).

A pesar de lo reducido de sus afloramientos pueden reconocerse dos unidades de diferente edad. La situada más al N, la inferior, posee una edad devónica y del Carbonífero más inferior, y la más al S, la superior, es carbonífera (Namuriense). El Pérmico unido al ciclo alpino, está poco representado y degradado por la tectónica.

### **2.1.1. Devónico (D)**

Los sedimentos del Devónico afloran en la Punta de Montgofre. Sus materiales están profundamente tectonizados y «eslumpizados», con lo que es imposible la obtención de una serie detallada. Su posición estratigráfica correspondería probablemente a la señalada en la fig. 3.

Pueden distinguirse dos niveles litológica y cronológicamente diferentes, aunque cabe la posibilidad de que el conjunto de estos materiales corresponda a un gran nivel olistostrómico intercalado en la serie carbonífera y en el que existe una mezcla de materiales de diferentes edades:

La parte aparentemente más inferior, aflorante, es una serie turbidítica compuesta por capas de arenisca cuarcítica de orden métrico intercaladas en capas delgadas con granulometría fina. Las capas gruesas presentan abundantes cantos pelíticos en las inmediaciones de la base, poseen una granulometría media, raras veces gruesa y con una ordenación interna, en ocasiones no observable, correspondiente a la secuencia completa de Bouma, y más frecuentemente a una secuencia de tipo Tb-e.

La parte superior está formada por capas de facies finas, dominantemente pelíticas, con delgadas capas intercaladas de arenisca de grano fino y de calizas. Las areniscas están organizadas en secuencias de tipo Tc-e y, por lo general, a la escala del afloramiento, poseen una estratificación lenticular. Las calizas, asimismo lenticulares, son o micríticas o bien formadas por artejos de crinoideos o por tentaculites. Aunque estos fósiles sean de edad devónica, hay que tener en cuenta que estas calizas son producto de una resedimentación. Son frecuentes las amalgamaciones entre las capas. Las capas delgadas poseen una secuencia incompleta tipo Tc-e.

En conjunto, puede interpretarse esta serie como formada por un paleocanal intercalado en facies finas de desbordamiento.

### **2.1.2. Carbonífero (C<sub>1</sub>)**

La parte aparentemente más alta, dentro de este tramo inferior del Paleozoico que aflora en la parte de Montgofre Nou, está formada por capas delgadas de radiolaritas muy replegadas, con intercalaciones o juntas de estratificación de pelitas. Las radiolaritas son verdes, negras y grises. Al igual que en el resto de la isla, esta serie radiolarítica y pelítica debe ser considerada como del Tournaisiense o, a lo sumo, de la base del Viseense.

### **2.1.3. Carbonífero (C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>)**

Los niveles basales de esta serie afloran en Es Sivinar y en un pequeño sector del Cap de Favaritx, denominado Punta dels Timons. Clásicamente se ha calificado de facies Culm.

Está formada por cuerpos canaliformes (C<sub>3</sub>) compuestos por capas gruesas, entre microconglomeráticas y areniscas, de granulometría muy gruesa o gruesa, intercaladas en materiales dominanteamente pelíticos que incluyen capas de turbiditas diluidas con granulometría comprendida entre fina y limo (C<sub>2</sub>).

#### 2.1.4. Pérmico (P)

Aflora tan sólo en el valle cultivado que desde Ses Coves Noves se extiende hacia Son Saura y S'Albufera de Son Parc. Está cubierto en su mayor parte por depósitos cuaternarios. Debido al grado de tectonización que les afecta sus afloramientos se hallan profundamente degradados.

Está formado por una serie dominante pelítica de color rojo en la que se intercalan niveles, de orden métrico, de areniscas.

### 2.2. MESOZOICO

Si bien el Cretácico y el Jurásico afloran ampliamente dentro de la porción de isla incluida en la Hoja, el Triásico se presenta muy tectonizado e incompleto, especialmente en la base y en el techo.

#### 2.2.1. Triásico

Como en el resto de la isla, el Triásico está compuesto por tres tramos: uno inferior, terrígeno rojizo (facies Buntsandstein), uno intermedio calcáreo-dolomítico (facies Muschelkalk) y uno superior margoso y evaporítico (facies Keuper). A juzgar por las dataciones realizadas en el conjunto de la isla, allí donde los afloramientos son mejores y se han podido levantar series estratigráficas, la edad de las facies Buntsandstein es Anisiense (posiblemente falta la parte inferior del Triásico, es decir, el Esquitiense). Las facies Muschelkalk tienen una edad Ladinense, a excepción de la parte más alta, que es ya Carniense.

##### 2.2.1.1. Facies Buntsandstein ( $B_1$ y $B_2$ )

Las facies Buntsandstein, al igual que en el resto de la isla, pueden dividirse en dos unidades: una inferior areniscosa ( $B_1$ ) y una superior fundamentalmente pelítica y limolítica ( $B_2$ ). De la unidad inferior no afloran en esta Hoja los niveles basales conglomeráticos con los que se inicia la serie triásica. Está formada por un tramo masivo de areniscas, en su mayoría de grano medio, organizadas en barras de orden métrico con un solo grupo de láminas cruzadas planares, cortadas por cuerpos canalizados con estratificación cruzada en surco. Las facies del Buntsandstein superior están formadas por pelitas y limolitas rojas con intercalaciones de niveles de areniscas, ya sea de grano fino con *climbing ripples* (facies de desbordamiento), ya de grano mediano o grueso en cuerpos canaliformes, formados por un solo ciclo granodecreciente y en los que se adivinan una cierta acreción lateral (barras de meandro).

##### 2.2.1.2. Facies Muschelkalk (M)

Las facies Muschelkalk están formadas por calizas y dolomías grises, entre las que pueden individualizarse unos niveles inferiores con una intensa bioturbación y localmente con crecimientos algales, un nivel guía formado por nódulos de sílex y unos niveles superiores

con estratificación delgada (centimétrica), con juntas arcillosas, totalmente bioturbados y con intercalaciones de niveles masivos de dolomías grises con tonos rojizos.

En S'Arenal d'en Castell, uno de los mejores afloramientos en facies Muschelkalk, existe una abundante fauna incluida en los tramos situados por encima de los nódulos de sílex (véase LLOMPART *et al.*, 1987). Esta fauna data estos niveles como del Ladiense. Esta serie puede dividirse en tres partes:

- a) Una inferior (20 m) con estratificación de mediana a gruesa, algo dolomítica, muy bioturbada y con un nivel más margoso intercalado en la base.
- b) Una intermedia (25 m) que corresponde a una parte de serie condensada con abundante fauna marina formada por calizas finas con bioturbación (entre la que abundan los ejemplares de *Daonella* y los ceratítidos).
- c) Una superior (70 m) caracterizada por estar formada por calizas micríticas con una estratificación delgada, lenticular y con una intensa bioturbación, a las que se intercalan niveles de dolomías rojizas y masivas. En el techo, pasando a la facies Keuper, existen pequeños ciclos, de orden métrico, intra-supramareales, formados, de arriba a abajo, por una dolomía tableada con crecimientos algales, una brecha de colapso y una marga blanquecina.

#### 2.2.1.3. *Facies Keuper (K)*

Están constituidas por yesos y margas. Los yesos sólo afloran puntualmente en otros puntos de la isla, sin embargo, es conocida su existencia por sondeos.

#### 2.2.2. **Jurásico (Jm y J)**

La base de la sedimentación jurásica está constituida fundamentalmente por un paquete de 10 a 15 m de margas grises en discordancia cartográfica, al menos, sobre los materiales triáxicos.

La falta de afloramientos continuos del Triásico superior (K), existentes en superficie, muy escasos y puntuales, ha impedido diferenciarlos en la cartografía. Por ello se han incluido dentro de la unidad cartográfica de la base del Jurásico (Jm) que representa fundamentalmente a esta última unidad discordante con el Triásico.

Los materiales jurásicos afloran dentro de esta Hoja en dos sectores: en el Cap d'en Pentinat y en un amplio sector que desde Son Parc se extiende hasta Cala Molins.

En el Cap d'en Pentinat la serie jurásica, a excepción del nivel margoso basal, está compuesta por tres niveles distintos:

- a) El inferior está formado por unos 50 m de dolomías masivas, que forman el acantilado N del cabo. El contacto con las facies Keuper se halla bajo el nivel del mar. Las líneas de estratificación están muy marcadas y quizás pueden representar paros importantes en la

sedimentación. Hacia la parte alta se intercalan niveles con estratificación más fina y se adivinan laminaciones algales. Los límites de los niveles son siempre algo rojizos.

b) Nivel, con un espesor mínimo de 15 m, formado por dolomías con estratificación delgada organizadas en pequeños ciclos de somerización, separados entre sí por superficies rojas de erosión y no sedimentación. Cada uno de estos ciclos se inicia por unas dolomías de grano fino, bien estratificadas y terminan con un nivel estromatolítico. El espesor de los ciclos es, como máximo, de 3 m.

Sobre este nivel se desarrolla una superficie de erosión que abarca un lapso de tiempo mucho más importante que los ciclos anteriores y que quizás tenga un valor regional.

c) Nivel calizo de unos 35 m de espesor. Formado por calizas intraclásticas, oolíticas y a veces micríticas, organizadas en ciclos separados asimismo por superficies de erosión. Las calizas oolíticas e intraclásticas en general presentan láminas cruzadas a gran escala. A menudo, son observables abundantes restos de algas. El límite superior de estas calizas corresponde a un nivel de erosión.

En la urbanización Son Parc, en el talud de las calles existe, entre las calizas, un pequeño afloramiento de margas que ha proporcionando una fauna de braquíópodos que las datan como del Toarcense: *Telothyris jauberti* (DESL.), *Homoeorhynchia meridionalis* (DESL.), *H. batalleri* (DUBAR), «*Terebratula*» aff. *wittnichi* (CHOF.) y «*Rhynchonella*» sp.

En el cabo de Na Joanassa, entre cala Molins y la urbanización de Son Parc, la serie es en su totalidad dolomítica. Está formada por unos 230 m de dolomías entre las que se intercalan niveles algo margosos y amarillentos, a veces con superficies algo rojas. En estas dolomías, con frecuencia, se ha observado una estratificación cruzada a gran escala y laminaciones debidas a crecimientos algales.

### 2.2.3. Cretácico (Cr)

Los materiales cretácicos aflorantes en la isla pertenecen en su totalidad al Cretácico inferior. Dominan las calizas ya micríticas, ya intraclásticas u oolíticas, a las que se les intercalan niveles, en general poco potentes, de margas. Son abundantísimas las superficies de estratificación que presentan incipientes mineralizaciones, nodulización y una abundante bioturbación (*hardground*). Han sido estudiados por FALLOT (1923), BOURROUILH (1973), SANCHEZ (1977), aunque ninguno ha dado una serie y sí contradicciones en las dataciones, lo cual ha obligado a realizar una revisión de todos los datos.

La serie cretácea abarcada en la Hoja está dividida en dos partes por la tectonización y por el mar. La inferior se ha realizado al W de la playa de Son Parc (Arenal de s'Olla) hasta Na Tortuga. La superior en Ses Olles-Cap des Redoble. Entre ambas no existe un nivel de correlación lo suficientemente claro como para recomponer la serie completa. No obstante, a juzgar por la continuidad de facies y por las dataciones, el error de la serie propuesta no debe ser grande.

El tramo más inferior de la serie (Na Tortuga-Arenal de s'Olla) está formado por unos 250 m distribuidos como sigue: el centenar de metros inferiores prácticamente corresponde

a calizas micríticas con raras intercalaciones, hacia la parte alta, de calizas con intraclastos o «*pellets*». Abundan las superficies de «*hardground*» incipientes, testigos de paros relativamente importantes en la sedimentación. Presentan miliólidos y restos de tallos y oogonios de carofitas, que indican un área de sedimentación salobre.

Los 150 m siguientes están organizados en ciclos de somerización (*thickening upwards*) limitados por superficies de incipientes «*hardgrounds*». Estos ciclos están formados por un nivel margo noduloso en la base y uno calizo en la parte superior. El nivel margo-noduloso presenta a veces restos de equinídos. Las calizas de la parte alta del ciclo son dominante-mente micríticas y poseen una abundante fauna de nerineas (*Nerinea cf. mansensis* PEEL y *Nerinea cf. bicarinata* PEEL.) y hacia la parte alta del nivel, fragmentos de conchas de rudistas. A veces, son esparísticas u oolíticas y en este último caso presentan siempre estratificación cruzada, entre la que, en ocasiones, se observan incipientes laminaciones onduladas tipo *hummocky*. La superficie superior de estos ciclos está fuertemente bioturbada, presenta localmente una concentración de ostreidos y un inicio de nodulización y/o mineralización.

Todas las muestras procedentes de esta serie parcial la datan como del Berriasiense superior/ Valanginiense.

El corte de Ses Olles-Cap des Redoble está formado por un tramo inferior dominante-mente calizo y uno superior margoso:

- El inferior está compuesto por: a) los 70 m inferiores están formados por calizas masivas micríticas, raras veces con «*pellets*», que incluyen, localmente, miliólidos y restos de gasterópodos y corales. b) 10 m de dolomías de grano fino grises con pátina rosada o amarillenta. Y c) unos 75 m de calizas micríticas a veces con intercalaciones de calizas con «*pellets*» o con intraclastos, con estratificación de gruesa a masiva. Las muestras de este tramo lo datan como parte del Berriasiense y gran parte del Valanginiense.
- El límite entre el inferior y el superior corresponde a una serie condensada en la que abundan los fósiles piritizados (limonitizados) y nódulos de la misma naturaleza que probablemente crecieron a partir de un resto fósil que sirvió de núcleo. Nada tiene, pues, de extrañar que la fauna de ammonites esté mezclada perteneciendo a diversas edades. La edad de los ammonites pertenece al Barremiense y quizás a parte del Aptiense.
- El superior está compuesto por una alternancia de niveles de calizas con otros de margas. En las calizas son frecuentes los restos de ostreidos. La parte alta de este nivel está limitada por una falla que la pone en contacto con sedimentos miocénicos. El espesor mínimo medible es de 50 m.

No afloran, pues, en toda la isla materiales cretácicos de edad posterior a este último nivel

## 2.3. TERCIARIO

En toda la isla no aparecen materiales que, con certeza, pertenezcan al Paleógeno. BOU-RROUILH (1970 y 1973), considera uno de los afloramientos de conglomerados que rellenan una fosa tectónica dentro de esta Hoja como de edad oligocénica. No obstante, a falta de

criterios paleogeográficos definitivos, teniendo en cuenta la evolución general de la isla, se debe señalar que las pequeñas fosas tectónicas desarrolladas en la región de Tramuntana se han rellenado con materiales ya terrígenos, ya carbonatados, del Mioceno, bien continentales bien marinos, respectivamente.

### 2.3.1. Mioceno (Mg)

El Mioceno de la isla puede dividirse en tres unidades o secuencias deposicionales fácilmente distinguibles: la inferior conglomerática, la intermedia calcarenítica y la superior arrecifal.

Los afloramientos miocénicos incluidos dentro de la Hoja pueden asimilarse a la unidad conglomerática. Se hallan siempre en áreas deprimidas limitadas por fallas directas. El más importante es el de Es Macar de sa Llosa; con mucho menor desarrollo y muy pinzado entre fallas es el de Ses Olles, que se prolonga con el existente al S de Na Tortuga.

En ambos casos está constituido por conglomerados (Mg) en niveles canaliformes imbricados o, en algunas ocasiones, separados por sedimentos pelíticos rojos con niveles de nódulos de caliche ocasionales.

Las facies de conglomerados de Es Macar de sa Llosa fueron motivo de estudio por ROSELL *et al.* (1976). Los interpretan como depositados en áreas proximales de abanicos aluviales procedentes de un área fuente cretácica y jurásica. Los cantes se hallan ya sea desorganizados (depósitos residuales o transportados en masa) o bien organizados en barras pudiéndose observar en este caso la disposición imbricada de los cantes con líneas de acreción lateral o frontal bien manifiestas.

## 2.4. CUATERNARIO

Los depósitos cuaternarios de esta Hoja están constituidos dominanteamente por materiales eólicos. A la vez se distinguen algunos retazos travertínicos, así como alguna acumulación de fondo de valle y de albufera; todo ello de dimensiones entre modestas o muy reducidas.

### 2.4.1. Dunas ( $D_1$ , $D_2$ , $D_3$ , $D_4$ y $D_5$ )

Como se ha dicho, las dunas constituyen los depósitos cuaternarios más abundantes dentro de la modestia del conjunto del Cuaternario. Entre éstos, y según una cronología relativa, podemos distinguir las siguientes acumulaciones dunares:

$D_5$

Constituye la acumulación eólica más antigua. Se encuentra en un único afloramiento, que es a la vez de los más amplios de entre los materiales cuaternarios de esta Hoja. Aflora en la parte alta de la Mola de Fornells, con una veintena de metros de potencia. Está formada por siete niveles de calcarenita blanquecina muy endurecida con grandes grupos de láminas

cruzadas de dirección S, en su mayoría planares. Los límites entre los cuerpos de dunas, de unos 3 m de espesor, corresponden a superficies de edafización (rubefactadas), donde se localizan gasterópodos fósiles. Según MERCADAL *et al.* (1970), la edad de este conjunto de dunas puede que sea fini-Mindel.

#### $D_4$

Corresponde a una calcarenita algo amarillenta, que en esta Hoja se encuentra cercana a la línea de costa: en la península de Punta Grossa, donde ofrece la máxima extensión de afloramiento, unas franjas en Cala Molins y unos retazos en Cala Addaia i en la Punta de s'Enclusa.

Los granos de este conjunto de dunas son bioclásticos y su tamaño de medio a grueso.

#### $D_3$

Estas dunas, de color ocre o marrón claro, aparecen muy raramente y siempre cercanas a la línea de costa, sumergiéndose bajo el nivel del mar, por lo que podrían estar en relación con la última oscilación o descenso máximo correspondiente a la glaciaciación Wurm, según la denominación alpina. Aparece en el límite sureste de la Hoja, entre En Brut y Es Savinar.

#### $D_2$

Constituye un depósito eólico poco o nada cementado en profundidad —alguna fracción de metro—, aunque en superficie puede presentar una cierta cementación, probablemente por disolución de sus clastos, bioclastos y reprecipitación posterior. Presenta un color ocre, más rojizo en su base, que está compuesta por un paleosuelo limo-arcilloso muy rubefactado, el cual contiene gasterópodos y aflora ampliamente en el área de Macaret. Más hacia el Norte, en Punta Grossa, se dispone a trechos sobre  $D_4$ .

#### $D_1$

Corresponde a dunas actuales, de color claro, por lo pronto no cementadas y se encuentran a continuación de las playas de S'Arenal de s'Olla, donde se ofrece la máxima extensión y potencia de afloramiento, fosilizando en parte a  $D_2$  y en la playa de S'Arenal d'en Castell, también fosilizando alguna manifestación subyacente de  $D_2$ .

### 2.4.2. Playas (Q, P)

Constituyen acumulaciones de arenas actuales depositadas por el oleaje, de grano medio dominante y de color claro. Propiamente, sólo se presenta en las dos playas que se acaban de nombrar.

#### **2.4.3. Aluvial-coluvial (Q<sub>2</sub> Al-C)**

Se refiere a las acumulaciones depositadas en fondo de valle, de potencia muy reducida, unos pocos metros cuando se encuentran cercanas a la línea de costa, constituidas por limos arcillosos, sin aterrazamientos y surcadas por canal de desagüe artificial, más que por un lecho torrencial.

#### **2.4.3. Albufera (Ab)**

Zona encharcada, de diámetro un tanto variable, según condiciones meteorológicas, con fangos limosos y gran abundancia de materia orgánica en descomposición.

#### **2.4.5. Travertinos (T)**

En esta Hoja afloran algunas masas de travertinos de edad incierta dentro del Cuaternario. Algunos pueden corresponder a pequeños lagos, como los que afloran a la entrada de Son Parc o relacionados con aguas estancadas, como los aflorantes a la entrada del Port d'Addaia, los cuales presentan abundancia de moldes vegetales, incluidos troncos. Otros probablemente se relacionen con surgencias; actualmente no actuantes.

#### **2.4.6. Derrubios de ladera (Dg)**

Corresponden a materiales constituidos por cantos de dolomías y areniscas que bordean los sedimentos de albufera.

### **3. GEOMORFOLOGIA**

Los rasgos geomorfológicos más sobresalientes de esta Hoja, la línea de costa, están dirigidos por las alineaciones tectónicas, dominantemente fracturas que dan lugar a un litoral muy recortado, el cual confiere personalidad geomorfológica a la Hoja.

En este litoral destacan las penínsulas de tamaño diverso, desde la Mola de Fornells a Punta Grossa, o la Punta de Mongrofe y otras de menores dimensiones, así como diferentes islas e islotes y numerosos escollos, sobre todo en la parte de la mitad sur de la Hoja, donde la costa es más baja.

Por la parte de tierra, los rasgos geomorfológicos generales vienen impuestos por dos partes muy distintas: la rampa descendente —La Mola de Fornells—, desde el acantilado y límite norte de la Hoja hacia el interior de la isla y hasta prácticamente S'Albufera y los relieves alineados SE-NW, que encierran el valle de Son Saura-Coves Noves y que van a parar también a S'Albufera.

Externamente y hacia el extremo NE de la Hoja, el relieve se resuelve con las plataformas de Punta Grossa y de Macaret, posibles superficies de abrasión marina cuaternaria más

recientes que  $D_4$ , y al parecer tectónicamente estables, al contrario de la superficie en rampa antes aludida que se ha visto así levantada tectónicamente de forma diferencial y ascendente mar adentro.

De esta forma parece admisible que los materiales jurásicos y cretácicos aquí aflorantes, durante el Cuaternario antiguo o puede que durante el Plioceno (BOURROUILH, 1973) se habían visto sometidos a una abrasión marina anterior a la deposición de los materiales  $D_5$ , de la cual estos podrían representar su fase terminal.

Estos levantamientos tectónicos cuaternarios antiguos, o más probables otros más recientes y de menor importancia podrían ser la causa que explicara las precarias condiciones de desagüe natural del valle de Son Saura-Ses Coves Noves, cuyo nivel topográfico de su fondo se eleva sólo a 10 m a poco más de 2,5 km de la línea de costa. De aquí la existencia de S'Albufera.

La alineación de relieves antes aludida presenta superficies somitales prácticamente horizontales, tanto en Ses Coves Velles, a una altitud de unos 80 m, que continua hacia el W, en Es Pujol Roig, como en Cala Moli, donde la superficie somital va desde 101 m, que constituye el vértice geodésico de la Hoja, a los 80 m de forma muy suavemente inclinada hacia el N.

Por otro lado, hay que destacar como rasgo geomorfológico la existencia de formas cársticas, las cuales afectan, sobre todo, a los materiales jurásicos y cretácicos. Así, en La Mola de Fornells ambas formaciones presentan un lapiaz bien desarrollado, semicubierto e irregular, a la vez que se pueden advertir algunas dolinas de diámetro decamétrico. El complejo dunar  $D_5$  está igualmente afectado por un considerable lapiaz.

Como manifestación cárstica también puede citarse la existencia de cuevas a la altura de Punta Pentinat, con entradas prácticamente al nivel del mar.

El lapiaz también afecta a las dunas  $D_4$ , sobre todo en su afloramiento de Punta Grossa y el Jurásico subyacente; en esta parte de la costa el acantilado presenta vistosas formas de disolución, como balmas, cuevas, así como algún puente natural.

El detalle del litoral, por su parte, presenta una línea de costa con acantilado decamétrico de unos veinte a unos cincuenta metros en la parte norte, festoneado a favor de diaclasas. Costa abajo, la altura del acantilado desciende e incluso llega a desaparecer como tal, reapareciendo en la bahía de Es Macar de sa Llosa, costas E de Punta Grossa y de Punta Mongofre, con abundancia de escollos.

#### 4. TECTONICA

La estructura de la isla viene en gran parte condicionada por tres hechos importantes:

- a) Las discordancias entre las diferentes unidades estratigráficas y el valor temporal de las respectivas lagunas estratigráficas implican tanto las debidas a movimientos tectónicos como las originadas por las variaciones eustáticas del nivel del mar.
- b) Los cabalgamientos del Paleozoico sobre el Pérmico y Triásico a favor de niveles de

despegue localizados en el límite Devónico-Carbonífero y, en menor intensidad, en la parte inferior del Pérmico, en la superior de las facies Buntsandstein y en la base del Jurásico.

c) Por una tectónica distensiva miocénica causante de las pequeñas fosas tectónicas en las que se depositaron aluviones miocénicos.

En el margen suroriental de la Hoja (Punta de Montgofre), y en un pequeño afloramiento, materiales paleozoicos (devónicos y del Carbonífero inferior) cabalgan sobre los sedimentos del Triásico y del Jurásico. Este cabalgamiento se prolonga en la plataforma perinsular bajo el mar. La edad de este cabalgamiento es posiblemente post-cretácica. Aunque sin datos que lo confirmen, se le asigna, con reservas, una edad paleógena (Eoceno ?).

La zona abarcada por la Hoja presenta una tectónica fundamentalmente distensiva, miocénica, que quizás sea generalizable hasta el Cuaternario antiguo, causante de la mayor parte de las fracturas. Estas fracturas poseen una dirección dominante entre NW-SE y NE-SW. Están formadas por una red, sensiblemente paralela, de fallas directas en ocasiones con una cierta componente en dirección. De ellas se han representado en la cartografía las que se han considerado más importantes, de una manera especial aquellas que limitando áreas deprimidas, han permitido la conservación de materiales neógenos.

## 5. GEOLOGIA HISTORICA

### 5.1. INTRODUCCION

La historia geológica de Menorca es muy fragmentaria por dos razones.

La primera y más importante deriva de su pequeña extensión (la isla posee 702 km<sup>2</sup>) y que condiciona el carácter fragmentario de las series (por no aflorar materiales). La isla está dividida en dos partes: la N o. de Tramuntana (267 km<sup>2</sup>) está formada por materiales del Paleozoico (Devónico, Carbonífero y Pérmico) y Mesozoico (Triásico, Jurásico y Cretácico) y la S o. de Migjorn (435 km<sup>2</sup>) enteramente constituida por materiales del Mioceno superior.

La segunda razón es la posición marginal dentro de la Unidad tectosedimentaria de la que forma parte la isla y que justificaría asimismo el que las series estratigráficas fueran incompletas (por lagunas estratigráficas). Constituye el extremo oriental del denominado promontorio balear, que finaliza con la plataforma perinsular de Menorca. Este promontorio es la continuación de las Cordilleras Béticas hacia el Mediterráneo.

Así pues, la historia geológica de Menorca tendrá largos períodos de tiempo del que no existirá representación estratigráfica, lo cual dificultará la datación precisa y, por lo tanto, la individualización de las fases de deformación tectónica que la han afectado.

### 5.2. PALEOZOICO

Los materiales más antiguos aflorados en la isla de Menorca pertenecen al Silúrico más superior de tránsito al Devónico (BOURROUILH, 1973). Presenta facies de plataforma externa claramente dominada por acción de las tormentas.

La serie del Paleozoico menorquín, con un espesor que sobrepasa los 5.000 m, está dividida en tres tramos de facies turbidíticas. La sedimentación, durante el Paleozoico, en el área de Menorca, es muy rápida y, por lo tanto, su serie estratigráfica, aunque potente, abarca muy poco tiempo. Los sedimentos proceden de la destrucción de plataformas carbonatadas poco o mal desarrolladas, originados por sendos descensos del nivel del mar que conllevaban erosión subárea y submarina. Estos tres tramos y las lagunas estratigráficas son los siguientes:

- a) *El tramo más inferior* lo forma una monótona serie de turbiditas siliciclásticas de facies, por la granulometría de la fracción arena y por la proporción arena/pelita, distales y, además, por el acusado paralelismo entre las capas, de franja de lóbulo o de cuenca. La edad de estas turbiditas es Devónico inferior y probablemente, a juzgar por su contenido palinológico, Gediniense.
- b) En esta área, a partir de este momento, existe una prolongada laguna estratigráfica que abarca todo el Devónico y el Carbonífero más inferior.
- c) *El tramo intermedio* es de facies similar al anterior. Procede de la resedimentación de una plataforma deltaica y, en parte, o esporádicamente, de otra carbonática. Corresponde a las partes canalizadas de un complejo turbidítico. Su edad es Viseense. La característica más importante es la de poseer intercalada una gran masa olistostómica sinsedimentaria con elementos diferentes (turbiditas, calizas, pizarras rojas y negras y calizas tournaisienses, calizas coralinas del Frasniente y fauna de braquíópodos, trilobites y goniatites de edad Givetiente), masas de rocas volcánicas ácidas (cuarzoqueratófidos) y masas de rocas volcánicas básicas (basalto espelítico).
- d) Probablemente la fase tectónica causante del emplazamiento del olistostroma ha deformado, además, el resto de la serie, originando el cabalgamiento de la serie devónica sobre la carbonífera.
- e) En discordancia con la serie infrayacente, descansa el *tercer tramo*, y más potente, de turbiditas. Posee una edad namuriense. Está formado por facies canalizadas y depósitos de desbordamiento en un monótono espesor de unos 4.000 m. Correspondría a las facies Culm (?) del Carbonífero menorquín. Sus facies son similares a las del tramo anterior, pero sin apenas capas de turbiditas carbonatadas.
- f) Una segunda fase de deformación, distensiva, afecta a estos materiales compartimentando el área estudiada en multitud de pequeños horts y fosas. En estas últimas se depositan los materiales del Pérmico superior, terrígenos, rojos y ligados al ciclo alpino. Así pues, a partir del Namuriense inferior hasta el Pérmico superior existe una prolongada laguna estratigráfica.

### 5.3. MESOZOICO

El inicio del ciclo alpino viene caracterizado por la sedimentación de facies terrígeno-rojizas, continuación de la serie pérmica, y que se han calificado de «Permotriásica».

La base del Triásico se sitúa en un grueso nivel conglomerático y areniscoso de facies aluviales, que contrasta fuertemente con las facies fluviales de régimen meandriforme característico de la sedimentación pérmica:

a) El Triásico es típicamente germánico y, hasta cierto punto, análogo al Trías de Los Catalánides. Un nivel inferior, fluvial, de facies Buntsandstein de edad Anisiense. Una barra carbonatada inferior, que se inicia incipientemente al W de la isla, de facies Muschelkalk. Una segunda barra carbonatada de edad Ladiense y Carniense en la parte alta. Y, finalmente, un nivel de facies Keuper margoso y evaporítico cuya edad, por lo menos en la parte alta, es probablemente jurásica.

Al final del Triásico o comienzo del Jurásico tuvo lugar una fase de plegamiento que dió lugar a una discordancia cartográfica entre las series triásica y jurásica.

b) El Jurásico está caracterizado por series de carbonatos. Una parte importante de estos carbonatos están dolomitizados. La espesa cobertura vegetal que cubre casi por completo sus reducidos afloramientos y la dolomitización impiden obtener series detalladas que permitan buenas correlaciones con la península. No obstante, en él se hallan representadas las unidades inferiores del Jurásico mallorquín y de la Cordillera Ibérica (Formación Imón y Formación Cuevas Labradas = Formación Es Barraca de Mallorca). Los tramos superiores de la serie son mucho más difíciles de caracterizar y, por lo tanto, de correlacionar.

Cabe la posibilidad de que la intrusión de rocas volcánicas tipo basalto dolerítico en el Paleozoico (Els Alocs) y en el Permabuntsandstein (Penyal de l'Anticrist y Punta Rotja d'Algaiarens) se haya producido en este período. Aunque, teniendo en cuenta la forma de yacer, tan sólo puede asegurarse que la intrusión es post-Trías inferior.

La mayor parte del Jurásico se halla dolomitizado. Por ello es difícil localizar y evaluar las lagunas estratigráficas que presenta la columna.

c) El contacto con la serie cretácica es paraconforme, fosilizando un nivel de carstificación precretácico. Corresponde a una serie carbonatada que abarca hasta el Aptiense (Neocomiense, Barremiense y parte del Aptiense) representado en una serie condensada con fauna de ammonites. A este último nivel se le superponen margas y margocalizas de edad probablemente Albiense.

#### 5.4. CENOZOICO

A partir del Albiense no existen sedimentos en Menorca hasta avanzado el Cenozoico. Posiblemente la deformación alpina mayor que presenta se ha producido durante el Eoceno.

En Es Macar de sa Llosa existe una pequeñísima fosa tectónica limitada por fallas, que afecta los materiales cretácicos por el N y a los jurásicos por el S, rellena de conglomerados aluviales. En ellos se ha caracterizado, por el contenido en carofitas, el Oligoceno. No obstante, a falta de otros datos, por su posición tectónica y por comparación con otras pequeñas fosas de la zona N de Menorca, parece más lógico asignarlos al Mioceno.

Así pues, como consecuencia de esta fase distensiva, de edad Mioceno inferior, se diferencian las zonas de Tramuntana y Migjorn. La primera levantada respecto de la segunda y

limitadas por un escalonamiento de fallas normales. Al pie de las mismas se deposita un cordón conglomerático transportado por un sistema de torrentes que procedían de la zona de Tramuntana.

En momentos de nivel de mar alto, durante el Mioceno superior, se desarrollan dos sistemas de plataformas arrecifales diferentes y separadas por una superficie de discordancia. La primera, discordante sobre el cordón de conglomerados del Mioceno inferior y/o medio, es Tortonense. Corresponde a un sistema arrecifal que limita un *lagoon* entre el macizo de Tramuntana y la masa bioconstruida (cuerpo arrecifal) y, a partir de ésta, hacia el mar, se desarrolla un talud arrecifal. Esta aflora en toda la isla, dado que el cordón de conglomerados de la base del Mioceno se extiende poco hacia el S. La progradación de este sistema arrecifal es la causante de que se apoye en la mayoría de su extensión sobre un zócalo de naturaleza paleozoica en la parte oriental de la isla y mesozoica en la occidental.

Tanto en el extremo oriental como en el occidental de la isla, áreas de St. Lluis y Ciutadella respectivamente, aflora un nuevo sistema arrecifal de edad Messiniense. Este sistema arrecifal posee un *lagoon* poco o nada desarrollado y, por el contrario, con taludes arrecifales con marcadas líneas de progradación hacia el S. Es probable que las unidades más superiores de progradación pertenezcan ya al Plioceno.

El Cuaternario de Menorca se caracteriza, sobre todo, por la presencia de abundantes cordones de dunas costeras, de composición dominante carbonatada bioclástica. En ellas han quedado registrados, aunque parcialmente, los ascensos y descensos del nivel del mar a causa de los movimientos glacioeustáticos.

Estos depósitos y sus coetáneas o sucesivas fases erosivas han dado los últimos retoques que han conducido a la actual Menorca.

## 6. GEOLOGIA ECONOMICA

Los materiales abarcados en la Hoja no han sido motivo de ninguna explotación importante (únicamente hornos de pequeña producción de cal). Tan sólo hay que destacar, por su importancia en la vida de la isla (agricultura y turismo), las características hidrogeológicas del área abarcada por la Hoja.

El clima es el causante de que los veranos presenten un estiaje muy acusado. En invierno la mayor parte de los fondos de los barrancos están encharcados por presentar los acuíferos subálveos el nivel piezométrico por encima de la superficie del relieve. La casi totalidad de los barrancos drenan rápidamente sus cuencas hidrográficas, ya que los depósitos cuaternarios que ocupan el fondo de los mismos poseen un desarrollo muy pequeño. Este acuífero, además, presenta una contaminación salina muy fácil a través de la superficie originada por el transporte de sal por el viento durante fuertes temporales. Asimismo, la contaminación agrícola (por abonos) es muy acusada. Concluyendo: su explotabilidad es muy pequeña y su grado de contaminación muy alto.

Otro de los acuíferos de la zona es el ábergado en la serie calcáreo-dolomítica del Jurásico y Cretácico. Este acuífero es el que surte de agua a las urbanizaciones de la zona. Su sobreexplotación, originará, a no muy largo plazo, intrusión salina.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- ARMSTRONG, J. (1752): «Historia de la Isla de Menorca», M. Casanovas, Ciudadela. Ediciones Nura (1978), págs. 7-249.
- ASHAUER, H.; HOLLISTER, J. S. (1934): «Ostpyrenäen und Balearen». Abh. Ges. Göttingen Klasse. Vol. 3, pág. 3.
- BARÓN, A.; BAYÓ, A. & FAYAS, J. A. (1979): «Relación modelo Geológico-modo Hidrogeológico». Ejemplo: El acuífero mioceno de la Isla de Menorca. II Simp. Nacional de Hidrogeología. Pamplona, 19, págs.
- BARÓN, A.; BAYÓ, A.; FAYAS, J. A. (1984): «Valor Acuífero del Modelo Sedimentario de Plataforma Carbonatada del Mioceno de la Isla de Menorca». Universidad Autónoma de Barcelona. Publicaciones de Geología, 20 libro homenaje Luis Sánchez de la Torre, págs. 189-207.
- BATALLER, J. R. (1933): «Els fòssils del Burdigalià menorquí existents al museu del Seminari de Barcelona». Butll. Inst. Cat. Hist. Nat., t. 33, núms. 6-7, págs. 302-305.
- BATE, D. (1909): «Preliminary note on a new Artiodactyle from Majorca. *Myotragus balearicus* Gen. et sp. nov.». Geol. Magazine N.S., V., Vol. VI, págs. 385-388.
- BATE, D. (1914): «The Pleistocene Ossiferous Deposits of the Balearic Islands». Geol. Magazine N.S. VI, Vol. I, págs. 337-345.
- BAULIES, J. (1916): «Menorca. Notas Geográficas». Imp. Allés, Ciudadela, 120 págs.
- BAULIES, J. (1964): «L'illa de Menorca». Encyclopédia Catalunya. Vol. 33, t. I, cap. II, págs. 27-47. Ed. Barcino.
- BAUZA, J. (1944): «Nota sobre la Paleontología de las Baleares». Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat. XLII, págs. 627-630.
- BAUZA, J. (1947a): «Nuevas aportaciones al conocimiento de la Ictiología del Neógeno catalano-balear». Bol. Real. Soc. Esp. Hist., t. XLV, págs. 523-538.
- BAUZA, J. (1947b): «Nuevas aportaciones al conocimiento de la Ictiología del Neógeno catalano-balear». Bol. Real. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XLV, págs. 619-646.
- BAUZA, J. (1966): «Hallazgo de un fragmento rostral de *Pristis* en el Mioceno de Torrauba Vey (Menorca)». Bol. Soc. Hist. Bal., t. XII, págs. 133-137.
- BAUZA, J., & MERCADAL, B. (1961): «Nuevas contribuciones al conocimiento de la fauna Ictiológica fósil de Menorca». Bol. Soc. Hist. Nat. Bal., t. VII, págs. 45-48.
- BAUZA, J., & MERCADAL, B. (1962): «Contribución al conocimiento de la fauna Ictiológica de Menorca». Rev. Menorca, 7.<sup>a</sup> ép., t. II, págs. 153-163.
- BEAUMONT, E. DE (1872): «Note sur la constitution géologique des îles Baléares». Amm. Soc. Nat. 1 ser., t. X., págs. 423-439.
- BIZÓN, G.; BIZÓN, J. J. & MAUFFRET, A. (1975): «Présence de Miocène Inférieur au large de Minorque (Baléares, Espagne)». Rev. Inst. Fr. Pétrole. V. 30 (5), págs. 713-726.
- BONIFAY, E. (1959): «Le Tyrrhenien dans le cadre de la cronologie quaternaire méditerranéenne». Bull. Soc. Géol. France. 7.<sup>o</sup> ser., págs. 62-78.

- BOUCART, J. (1960): «Carte topographique du fond de la Méditerranée occidentale. Notice et Carte de la Méditerranée occidentale au 1.000.000°». Bull. Inst. Océanogr. Mónaco, número 1.163.
- BOURGOIS, J.; BOURROUILH, R.; CHAUVE, P.; DIDON, J.; DURAND-DELGA, M.; FOURCADE, E.; FOUCAULT, A.; PAQUET, T.; PEYRE, Y., & RANGHEARD, Y. (1970): «Données nouvelles sur la géologie des Cordillères Bétiques». Ann. Soc. Géol. Nord. T, XC, fasc. 4.
- BOURROUILH, R. (1962): «Note préliminaire sur la tectonique de l'île de Minorque (Baléares, Espagne)». C. R. Somm. Soc. Géol. France., núm. 10, págs. 325-326.
- BOURROUILH, R. (1963a): «Nota preliminar sobre la tectónica de la isla de Menorca (Baleares, España)». Notas y Com. Inst. Geol. y Min. de España, núm. 71, págs. 261-264.
- BOURROUILH, R. (1963b): «Decouverte de Silurien à Graptolites à Minorque (Baléares, Espagne)». C. R. Somm. Soc. Géol. France., núm. 10, págs. 344-345.
- BOURROUILH, R. (1964): «Données nouvelles sur l'évolution morphologique de l'île de Minorque depuis le Pliocène supérieur». C. R. Acad. Sc., t. 258, págs. 980-983.
- BOURROUILH, R. (1965): «Descubrimiento de Silúrico con Graptolites en Menorca (Baleares, España)». Notas y Com. Inst. Geol. y Min. de España, núm. 77, págs. 63-66.
- BOURROUILH, R. (1966): «Remarques sur la tectonique anté-Triasique à Minorque (Baléares, Espagne)». C. R. Somm. Soc. Géol. France. Fasc. 10, págs. 391-393.
- BOURROUILH, R. (1967): «Le Dévonien de Minorque (Baléares, Espagne)». Ses limites et sa place en Méditerranée occidentale». Intern. Simp. on the Devonian System (Calgary, Canadá), t. II, págs. 47-60.
- BOURROUILH, R. (1970a): «Découverte d'Oligo-Miocène Inférieur continental à Minorque. Conséquences paléogeographiques et tectoniques». C. R. Somm. Soc. Géol. France, número 7, págs. 247-248.
- BOURROUILH, R. (1970b): «Carte géologique de Minorque au 1/200.000 avec notice». Inst. Géol. y Min. España.
- BOURROUILH, R. (1970c): «Le problème de Minorque et des Sierras de Levante de Majorque». Ann. Soc. Géol. Nord., t. XC, fasc. 4, págs. 363-380.
- BOURROUILH, R. (1972a): «Le Paléozoïque de Minorque (Baléares)». XXIV<sup>e</sup> Congr. Géol. Intern. Montréal (Canadá), vol. résumés, sect. 6, págs. 181.
- BOURROUILH, R. (1972b): «Coulissages de plus 700 km. en Méditerranée occidentale: une tectonique de type Californien, précédant les serrages miocènes». C. R. Acad. Sci. Paris (D), vol. 286, págs. 1339-1342.
- BOURROUILH, R. (1973a): «Stratigraphie, Sédimentologie et Tectonique de l'île de Minorque et du Nord-Est de Majorque (Baléares). La terminaison nord-orientale des Cordillères Bétiques en Méditerranée occidentale». Thèse d'Etat, Université de Paris VI, 2 vol., 822 págs.
- BOURROUILH, R. (1973b): «Stratigraphie, Sédimentologie et Tectonique de l'île de Minorque et du Nord-Est de Majorque (Baléares). La terminaison nord-orientale des Cordillères

Bétiques en Méditerranée occidentale». Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, t. XVIII, págs. 133-140.

BOURROUILH, R. (1975): Flysch dévonien et Culm de Minorque (Baléares, Espagne): Essai de reconstitution des zones de dépôt et première comparaison avec le Sud-Ouest de la Sardaigne». IX<sup>me</sup> Congr. Intern. Sédiment. Nice. Extr. Public., págs. 97-110.

BOURROUILH, R. (1976): «On the initial fit of continental blocks of Western Mediterranean Area». 25 Int. Geol. Congr., Sidney, vol. I, págs. 77.

BOURROUILH, R. (1983): «Estratigrafía, Sedimentología y Tectónica de la Isla de Menorca y del Noreste de Mallorca (Baléares). La terminación nororiental de las Cordilleras béticas en el Mediterráneo occidental». Mem. Inst. Geol. y Min. de España, T. 99, 2 vol., 672 págs.

BOURROUILH, R., & MAGNÉ, J. (1963): «A propos de dépôts du Pliocène supérieur et du Quaternaire sur la côte Nord de l'île de Minorque (Baléares)». Bull. Soc. Géol. France (7), V, págs. 298-302.

BOURROUILH, R., & MOULLADE, M. (1963): «Etude stratigraphique et micropaléontologique d'une série Jurassique de l'île de Minorque (Baléares, Espagne)». Bull. Soc. Géol. France, 7 sér., T. V., págs. 375-382.

BOURROUILH, R., & COLOM, G. (1968): «Sur l'âge du Miocène du Sud de Minorque». C. R. Somm. Soc. Géol. France, fasc. 5, págs. 150-152.

BOURROUILH, R., & BOURROUILH, B. (1972): «Analyse spectrale et filtrage en éventail des cartes structurales de l'île de Minorque et de l'Est de Majorque (Baléares). Conséquences tectoniques». C. R. Acad. Sc. Paris, t. 275, págs. 1335-1338.

BOURROUILH, R.; CHEVALIER, J. P., & MONGIN, P. (1972): «Données sédimentologiques et paleontologiques sur le Vindobonien du Nord de Minorque (Baléares)». C. R. Acad. Sc. Paris, t. 275, págs. 1955-1958.

BOURROUILH, R., & TERMIER, G. (1973): «*Balearocrinus breimeri*, Crinoïde nouveau du Viseen supérieur de Minorque (Baléares)». Ann. Soc. Géol. Nord., XCIII, 3, págs. 225-232.

BOURROUILH, R., & MAUFFRET, A. (1975): «Le socle immergé des Baléares (Espagne): données nouvelles apportées par des prélèvements sous-marins». Bol. Soc. Géol. France (7), XVII, núm. 6, págs. 1126-1130.

BOURROUILH, R., & LYS, M. (1976): «Sédimentologie et micropaléontologie d'olistostromes et coulées boueuses du Carbonifère des zones internes Bético-Kabylo-rifaines (Méditerranée occidentale)». Ann. Soc. Géol. du Nord., t. XCVII, págs. 87-94.

BOURROUILH, R., & GORSLINE, E. (1979): «Pre-Triassic fit and alpine tectonics of continental Blocks in the Western Mediterranean». Geol. Soc. Amer. Bull., vol. 90, págs. 1074-1083.

BOURROUILH, R.; COCCOZZA, T.; DEMANGE, M.; DURAND-DELGA, M.; GUEIRARD, S.; GUITARD, G.; JULIVERT, M.; MARTÍNEZ, F. J.; MASSA, D.; MIROUSE, R., & ORSINI, J. B. (1980): «Essai sur l'évolution paléogéographique, structural et métamorphique du Paleozoïque du Sud de la France et de l'Ouest de la Méditerranée». 26 Congr. Geol. Intern. Paris. Coll. C. Géologie de l'Europe, págs. 159-188.

- BOUVY, P. (1867): «Ensayo de una descripción geológica de la isla de Mallorca comparada con las Islas y el litoral de la Cuenca Occidental del Mediterráneo». Imp. Felipe Guasp. y Vicens. Palma de Mallorca, 67 págs.
- BOCHROITHNER, M. F.; FLÜGEL, E.; FLÜGEL, H. W., & STATTEGGER, K. (1980): «Die Devongerölle des Paläozoischen Flysch von Menorca und ihre Paläogeographische Bedeutung». N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 159/2, págs. 172-224.
- BUCHROITHNER, M. F.; FLÜGEL, E.; FLÜGEL, H. W., & STATTEGGER, K. (1980): «Mikrofazies Fossilien und Herkunft der Kalk-Gerölle im Karbon-“Flysch” der Betischen Kordilleren, Spanien». Facies, 2, págs. 1-54.
- CASTANY, G., & OTTMANN, F. (1957): «Le Quaternaire marin de la Méditerranée occidentale». Rev. Géogr. Phys. et Géol. Dyn. (2), I, 2, págs. 46-55.
- CASTAÑOS, E. (1923): «Nota relativa a los estudios de M. Paul Fallot en las islas Baleares». Rev. Menorca, XVIII, págs. 331-333.
- CLAUSS, K. (1956): «Ueber Oberdevon Korallen Von Menorca». N. Jb. Geol. Pa. Abh., T. 103, núms. 1-2, págs. 5-27.
- COHEN, C. R. (1980): «Plate tectonic model for the Oligo-Miocene evolution of the western Mediterranean». Tectonophysics, 68, págs. 283-311.
- COLOM, G. (1934): «Contribución al conocimiento de las facies litopaleontológicas del Cretácico de las Baleares y del SE de España». Géol. Médit. Occid., vol. 3, págs. 1-11.
- COLOM, G. (1947): «Estudios sobre la sedimentación profunda de las Baleares desde el Lías superior al Cenomanense-Turonense». Inst. Lucas Mallada C.S.I.C., 147 págs.
- COLOM, G. (1957): «El medio y la vida en las Baleares». Publ. Inst. Biol. Aplicada, vol. 27, págs. 115-128.
- COLOM, G. (1960): «Sobre la existencia de tierras emergidas al N y NE de Mallorca al final del Burdigaliense». Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., t. 58, págs. 299-304.
- COLOM, G. (1961): «Sur l’existence d’un massif tyrrhénien à l’est de Minorque pendant le Tertiaire et les possibilités d’un peuplement oriental de Minorque-Majorque». Coll. Intern. C. Nat. Rech. Scient., t. XIX, págs. 29-34.
- COLOM, G. (1964a): «El medio y la vida en las Baleares». Gráficas Miramar. Palma de Mallorca, 292 págs.
- COLOM, G. (1964b): «La connaissance du Pléistocène balear et l’origine de certaines endémismes insulaires». C. R. Soc. Biogéogr., págs. 62-67.
- COLOM, G. (1964c): «Estudios sobre la sedimentación costera balear (Mallorca y Menorca)». Mem. Real. Acad. Cienc. y Art. Barcelona, vol. XXXIV, núm. 15, págs. 495-550.
- COLOM, G. (1974): «Sobre la extensión del Vindoboniense marino en Menorca y los sondeos de la Deep sea Drilling Project (USA). Sugerencias respecto a una nueva interpretación de la biogeografía balear». Bol. Geol. y Min., t. LXXXV-VI, págs. 664-677.
- COLOM, G. (1984): «Los Foraminíferos bentónicos del Cretáceo de las Baleares; su Paleontología, Estratigrafía y Ecología». Ed. Consell Insular de Mallorca, 139 págs.

- COLOM, G., & ESCANELL, B. (1960-62): «L'evolution du Géosynclinal Baleare». Mém. h-Sér. Soc. Géol. Fr. «Livre à la Memoire de Paul Fallot», t. I, págs. 125-136.
- COMPANÍA DE PROSPECCIÓN GEOFÍSICA, S. A. (1960): «Prospección geológico-geofísica de aguas subterráneas realizada en la Isla de Menorca para el Instituto Nacional de Colonización», 13 págs.
- CUERDA, J. (1955): «Notas paleontológicas sobre el Cuaternario de Baleares». Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, t. 1-4, págs. 59-70.
- CUERDA, J. (1959): «Presencia de *Mastus pupa*, Bruguière, en el Tirreniense de las Baleares orientales». Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, t. V, fasc. 1-4, págs. 45-50.
- CUERDA, J.; SACARES, J., & MERCADAL, B. (1966): «Nuevos yacimientos marinos del Pleistoceno superior de Cala Santa Galdana (Menorca)». Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, t. XII, fasc. 1-4, págs. 102-105.
- DARDER, B. (1928): «La Paleogeografía de la Mediterrània occidental segons les idees de Emile Argand». Ciència, T. III, núm. 21, págs. 3-13.
- DARDER, B. (1932a): «Introducción a la Geología de Mallorca con carta geológica y bibliografía geológica de las Islas Baleares». Geol. Medit. Occid., vol. II, 5.<sup>a</sup> partie, págs. 1-12.
- DARDER, B. (1932b): «La Paleogeografía de la Mediterrània occidental segons les idées de Emile Argand». Geología de la Med. Occ., vol. II, núm. 38, págs. 1-8.
- ELIAS, J. (1922): «Relaciones tectónicas entre Cataluña y las Baleares». Publ. Sec. Excur. y de Turismo del Centro Social de Terrasa, págs. 3-11.
- ESTRADA, R. (1977): «Model de sedimentació de conoides submarins: aplicació a un sector del Paleozoico de Menorca». Inédito. Tesi de Licenciatura. U.A.B. Dept. Estratigrafía, págs. 1-116.
- FALLOT, P. (1922): «Etude géologique de la Sierra de Majorque». Ed. Béranger. Paris, pág. 480.
- FALLOT, P. (1923a): «Le problème de l'île de Minorque». Bull. Soc. Géol. France, 4.<sup>a</sup> ser., t. XXIII, págs. 3-44.
- FALLOT, P. (1923b): «Reseña morfológica de la isla de Menorca». Rev. Menorca, t. XVIII, págs. 333-339.
- FALLOT, P. (1925): «Au sujet de la tectonique des Baléares». C. R. Soc. Géol. France, 4.<sup>a</sup> sert., t. XXV, núm. 6, págs. 78-80.
- FALLOT, P. (1926): «Au sujet de la tectonique des Baléares et de la Chaîne Ibérique». C. R. Soc. Géol. France, 4.<sup>a</sup> ser., t. XXVI, núm. 10, págs. 105-107.
- FALLOT, P. (1932a): «Essai de définition des traits permanents de la paléogéographie secondaire dans la Méditerranée occidentale». Bull. Soc. Géol. France, 5.<sup>a</sup> ser., t. 1, págs. 533-552.
- FALLOT, P. (1932b): «La question de Minorque. Rapports stratigraphiques entre les îles Baléares et la zone Subbétique». Géol. Médit. Occid., t. II, part. V, núm. 39-40, págs. 1-2.

- FALLOT, P. (1933): «L'enllaç de Menorca amb les Cadenes Alpines». Butll. Inst. Cat. Hist. Nat., t. XXXIII, págs. 316-321.
- FALLOT, P. (1945): «Le Problème de Minorque». C. R. Acad. Scien., T. 220, págs. 563-565.
- FALLOT, P. (1948): «Les Cordillères Bétiques». Est. Geol., núm. 8, págs. 83-172.
- FALLOT, P., & TERMIER, H. (1923): «Esquisse morphologique des îles Baléares». Rev. Geogr. Alpine, t. XI, fasc. IV, págs. 421-448.
- FALLOT, P., & TERMIER, H. (1923): «Ammonites nouvelles des îles Baléares». Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat. (Sec. Geol.), núm. 32, 85 págs.
- FERRER, J. (1907a): «Relación entre las Islas Baleares y las tierras que las rodean». Rev. Menorca, págs. 1-5.
- FERRER, J. (1907b): «Notas Geológicas. Relación entre las Islas Baleares y las tierras que las rodean». Rev. Menorca, 5.<sup>a</sup> ép., t. II, págs. 193-197.
- FLÜGEL, E., & FLÜGEL, H. W. (1979): «Tabulata, Sclerospongia und Stromatopora aus dem Devon von Menorca». Mitt. Osterr. Geol. Ges., 70 (1977), págs. 49-73.
- FOURCADE, E.; AZEMA, J.; CHABRIE, G.; CHAUVE, P.; FOUCALT, A. & RANGHEARD, Y. (1977): «Liaisons paléogéographiques au Mesozoïque entre les Zones Externes Bétiques Baleares Corso-sardes et Alpines». Rev. de Géographie Phys. et de Géologie Dynam (2), vol. XIX, fasc. 4, págs. 377-388.
- FREEMAN, T., & OBRADOR, A. (1974): «Paleosuelos y carbón en la zona distal del Buntsandstein español». VII Congr. Grupo Esp. de Sedimentología, Bellaterra, Tremp, pág. 56.
- FREEMAN, T., & OBRADOR, A. (1979): «Paleosoils and coal in the distal part of Spanish Buntsandstein (Menorca and Mallorca, Balearic Island)». Bol. Soc. Hist. Nat. Bal., T. 23, págs. 47-50.
- FREEMAN, T.; ROTHBARD, D., & OBRADOR, A. (1983): «Terrigenous dolomite in the Miocene of Menorca (Spain). Provenance and diagenesis». Jour. Sed. Petr., 53, págs. 543-548.
- GARCÍA, J. M. (1986): «Estudio geomorfológico del Karst del migjorn menorquín». Tesis de Licenciatura. Inédito. U.A.B. Dpto. Geodinámica Externa e Hidrogeología, 51 págs.
- GASULL, L. (1963a): «Descripción de unas nuevas formas del género *Helicella* (*Xeroplexa*) de Baleares». Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, T. IX, fasc. 1-4, págs. 83-92.
- GASULL, L. (1963b): «Algunos moluscos terrestres y de agua dulce de las Baleares». Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, T. IX, fasc. 1-4, págs. 3-80.
- GASULL, L. (1964): «Las *Helicella* (*Xeroplexa*) de Baleares. Gasterópoda Pulmonata». Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, T. X, fasc. 1-4, págs. 3-67.
- GASULL, L. (1965): «Algunos moluscos terrestres y de agua dulce de Baleares». Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, T. XI, fasc. 1-4, págs. 7-161.
- GASULL, L. (1966): «La insularidad de las Islas Baleares desde el punto de vista de la malacología terrestre». Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, T. XII, fasc. 1-4, págs. 149-156.

- GLANGEAUD, L. (1966): «Les grandes ensembles structuraux de la Méditerranée occidentale d'après les données de Géomède I». C. R. Acad. Sc., t. 262, ser. D, págs. 2405-2408.
- GÓMEZ, D. (1987): «Estratigrafía física y petrología sedimentaria del Pérmico y Buntsandstein de la isla de Menorca». Tesis de Licenciatura. Inédito. U.A.B. Dpto. de Estratigrafía y Geología Histórica. 117 págs.
- GUILLARD, A. (1902): «Las Baleares». Rev. Menorca, vol. I, 4.<sup>a</sup> ép., págs. 7-25.
- GUIMERA, J. (1985): «Estratigrafía de les fàcies carbonatades miocèniques d'una zona del Migjorn de l'Illa de Menorca». Tesi Llicenciatura. Inédito. U.A.B. Depart. Estratigrafía, 104 págs.
- HENNIGSEN, D. (1982): «Zusammensetzung und Herkunft der sandigen Gesteine des Devons und Karbons von Menorca (Balearen, Mittelmeer)». N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 12, págs. 736-746.
- HENNIGSEN, D. (1984): «The Upper Devonian conglomerates of Menorca (Balearic Islands, Mediterranean)». N. Jb. Geol. Paläontol. Mh., vol. 9, págs. 539-548.
- HERBIG, H. G. (1985): «An Upper Devonian limestone slide block near Marbella (Betic Cordillera, Southern Spain) and the palaeogeographic relations between Malaquides and Menorca». Acta Geológica Hispánica, vol. 20, núm. 2, págs. 155-178.
- HERMITE, H. (1878): «Observations géologiques sur les îles Majorque et Minorque». C. R. Acad. Sc., t. 88, págs. 1097.
- HERMITE, H. (1879a): «Description de quelques fossiles nouveaux des îles Baléares». C. R. Soc. Géol. France, págs. 40.
- HERMITE, H. (1879b): «Etudes géologiques sur les îles Baléares. Première partie Majorque et Minorque». Ed. F. Savy. Paris, 362 págs.
- HERMITE, H. (1888): «Etudes Géologiques sur les îles Baléares. Première Partie Majorque et Minorque». Bol. Com. Mapa Geol. España, t. XV, 233 págs.
- HIRSCH, F. (1977): «Essai de corrélation biostratigraphique des niveaux meso et néotriasiques de facies "Muschelkalk" du Domaine Sepharade». Cuadernos Geol. Iber., vol. 4, págs. 511-526.
- HÖERNES, R. (1905): «Untersuchungen der Jürgeren Tertiärgebilde des Westlichen Mittelmeergebietes II, Sitzb.». Kaiserl. Akad. Wiss. In Wien, t. CXIV, núm. I, págs. 637-660.
- HOLLISTER, J. S. (1934): «Die Stellung der Balearen im variscischen und alpinen Orogen». Abh. Ges. Wiss. Gottingen, T. III, vol. 10, págs. 122-154.
- HOLLISTER, J. S. (1942): «La posición de las Baleares en las orogenias variscas y alpinas». Publ. alem. Geol. Esp., T. I, págs. 71-102.
- INSTITUCIÓ CATALANA HISTÒRIA NATURAL (1933): «Reunió extraordinària a l'illa de Menorca. Abril 1933». Inst. d'Estudis Catalans, págs. 3-57.
- JURADO, M. J. (1984a): «Estudi sedimentològic del Neògen de l'àrea de Ciutadella». Ed. Consell Insular de Menorca, 144 págs.

- JURADO, M.<sup>a</sup> J. (1984b): «Aspectes paleoecològics de l'escull miocènic del Cap Negre (Menorca). Revista de Menorca, 2.<sup>º</sup> trimestre de 1984, Año LXXV, 7.<sup>a</sup> època, pàgs. 236-265.
- KLEMME, H. D. (1958a): «Regional Geology of Circum Mediterranean Region». Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. vol. XLII, núm. 3, pàgs. 477-512.
- KLEMME, H. D. (1958b): «Geología Regional del país Circum Mediterraneo». Notas y Comen. del Inst. Geol. y Min. España, núm. 51, pàgs. 65-127.
- KOBER, L. (1928): «Der Bau der Erde. Einführung in die Geotektonik. Zweite Verbesserte und Vervollständigte Ausgabe». Gebrüder Borntraeger, IV, 499 pàgs.
- KOBER, L. (1931): «Das Alpine Europa. Ein geologisches Gestaltungsbild». Gebrüder Borntraeger, IV, 310 pàgs.
- LAMBERT, J. (1906): «Description des Echinides fossiles de la Province de Barcelona». Mém. Soc. Geol. Fr., t. XIV, fasc. 2-3, núm. 24, pàgs. 59-128.
- LAMBERT, J. (1928): «Revision des Echinides fossiles de la Catalogne». Mem. Mus. Cienc. Nat. de Barcelona, vol. I, núm. 2, pàgs. 39-42.
- LERICHE, M. (1910): «Note sur les poissons néogènes de la Catalogne». Butll. Soc. Géol. France, 4.<sup>a</sup> ser., t. X, pàgs. 471-174.
- LLABRES, A.; ESCANELL, G.; ESCANELL, R.; ESCANELL, A., & FERNÁNDEZ, M. (1980): «Contribución al conocimiento de la fauna fósil del Carbonífero de Menorca». Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, 24; pàgs. 93-96.
- LLOMPART, C. (1979): «Aportaciones a la Paleontología del Lías de Menorca». Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, 23; pàgs. 87-116.
- LLOMPART, C. (1980): «Nuevo afloramiento del Lías fosilífero menorquín». Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, 24; pàgs. 85-88.
- LLOMPART, C. (1982): «Los nódulos algales (rodolitos) del Neógeno de la Cala Binidalí (Menorca)». Inst. D'Estudis Baleàrics, V. II, núm. 5, pàgs. 31-41.
- LLOMPART, C. (1983): «Amphiope bioculata (Desm.) del Mioceno del Port de Maó (Menorca)». Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., 81 (1-2), pàgs. 67-79.
- LLOMPART, C. (1983): «Braquiópodos actuales de la Plataforma Sudoriental de Menorca y su relación con las formas miocénicas de la Isla». Boll. Soc. Hist. Nat. de Balears, T. 27, pàgs. 201-207.
- LLOMPART, C.; OBRADOR, A., & ROSELL, J. (1979-80): «Geología de Menorca». Encyclopédia de Menorca, T. 1, pàgs. 1-83.
- LLOMPART, C., & CALZADA, S. (1982): «Braquiópodos messinienses de la Isla de Menorca». Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.), T. 80, pàgs. 185-206.
- LLOMPART, C.; ROSELL, J.; MÁRQUEZ-ALIAGA, A. & GOY, A. (1987): «El Muschelkalk de la Isla de Menorca». Cuadernos de Geología Ibérica, vol. 11, pàgs. 323-335.
- LLOPIS LLADÓ, N. (1935): «La microfauna de Braquiópodos del Triásico de Monte Toro (Menorca)». Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., T. 35, pàgs. 217-226.

- LOZANO, R. (1884): «Anotaciones físicas y geológicas de la Isla de Menorca. Criaderos sedimentarios de cobre en Menorca y Granada». Bol. Com. Mapa Geol. de España, t. VI, págs. 233-234.
- MANERA, J. (1930): «Breve estudio geológico de la isla de Menorca». Publ. de la Rev. Científico-Militar, 178 págs.
- MARCET, J. (1945): «La evolución paleogeográfica del noreste de España y de las Baleares». Mem. R. Acad. Cienc. y Artes de Barcelona, vol. 27, núm. 9, págs. 227-345.
- MARMORA, A. DE LA (1835): «Observations géologiques sur les deux îles Baléares». Mem. R. Acad. Scienc. di Torino, t. 38, pág. 58.
- MAUFFRET, A.; FAIL, J. P.; MONTADERT, L.; SANCHO, J., & WINNOCK, E. (1973): «Northwestern Mediterranean Sedimentary Basin from Seismic Reflection Profile». The Am. Assoc. of Petrol. Geol. Bulletin, V. 57, núm. 11, págs. 2245-2262.
- MERCADAL, B. (1959): «Noticia sobre la existencia de restos de terrazas tyrrhenienses en la costa sur de Menorca». Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, V. 5, págs. 39-48.
- MERCADAL, B. (1959): «Breve noticia sobre el hallazgo de un inciso de *Myotragus* en una cueva menorquina junto a cerámica neolítica». Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares, t. 5, páginas 57-59.
- MERCADAL, B. (1960): «El Tyrreniense en la costa norte de Menorca». Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, t. 6, págs. 73-74.
- MERCADAL, B. (1962): «El *Strombus bubonius* Lamarck y los restos de terrazas tyrrhenienses de Menorca». Rev. Menorca, págs. 412-419.
- MERCADAL, B. (1966): «Nuevas aportaciones al conocimiento del Cuaternario menorquín». Acta Geol. Hisp., t. 5, núm. 4; págs. 89-93.
- MERCADAL, B. (1966): «Nuevas aportaciones al conocimiento del Cuaternario de Menorca». Rev. Menorca, págs. 147-161.
- MERCADAL, B. (1967): «Nuevos yacimientos de *Myotragus* en Menorca y su cronología». Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares, t. XII, págs. 63-74.
- MERCADAL, B.; VILLALTA, J. F.; OBRADOR, A., & ROSELL, J. (1970): «Nueva aportación al conocimiento del Cuaternario menorquín». Acta Geol. Hisp., t. 5, núm. 4, págs. 89-93.
- MERCADAL, B.; OBRADOR, A., & ROSELL, J. (1972): «Fauna malacológica del Cuaternario marino de la Isla del Aire (Menorca)». Acta Geol. Hisp. T. 7, núm. 6, págs. 178-179.
- MERCADAL, B., & PETRUS, J. L. (1980): «Nuevo yacimiento de *Testudo gymnesicus* Bate, 1914 en la Isla de Menorca». Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, t. 24, págs. 15-21.
- MERCADAL, B.; PILLERI, G., & CASINOS, A. (1985): «A Tooth of *Scaldicetus grandis* (Du Bus, 1872) (Physeteridae) from Aire Island (Menorca, Spain)». Investigations on Cetacea, volumen 17, págs. 31-34.
- MOJSISOVICS, E. (1887): «Über Ammoniten führende Kalke unternorischen Alters Auf den Balearischen Inseln». Verh. Der K. K. Geol. Reichsanstall, págs. 327-329.

- MUNIER-CHALMAS (1879): «Fossiles recueillis aux Baléares par H. Hermite». Bull. Soc. Geol. France (7), III, págs. 497.
- MUNTANER, A. (1959): «Nota preliminar sobre las formaciones tirrenienses de la Isla de Menorca (Baleares)». Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, 5, págs. 34-36.
- NOLAN, H. (1886): «Trías de Menorca y Mallorca». Bol. Com. Mapa Geol. España, t. 15, págs. 234-241.
- NOLAN, H. (1887): «Note sur le Trías de Minorque et de Majorque». Bull. Soc. Geol. France, 3 sér., XV, págs. 593-599.
- NOLAN, H. (1893): «Sur les terrains triassiques et jurassiques des îles Baleares». C. R. Soc. Géol. France, T. CXVII, núm. 23, págs. 821-823.
- NOLAN, H. (1895): «Structure géologique d'ensemble de l'Archipel Baléare». Bull. Soc. Géol. France, 3 sér., T. 23, págs. 76-91.
- NOLAN, H. (1897): «Rasgos generales de la estructura geológica del archipiélago balear». Bol. Com. Mapa Geol. de España, t. 22, págs. 101-120.
- NOLAN, H. (1914): «Notes sur certaines points de la géologie des Baléares: île de Minorque». Manuscrito Inédito. Biblioteca del Ateneo de Mahón, 60 págs.
- NOLAN, H. (1927): «Le Muschelkalk de Minorque». Manuscrito. Inédito. Ateneo de Mahón.
- NOLAN, H. (1933): «Notas sobre diversos puntos de la geología menorquina para dilucidar y comprobar». Rev. Menorca, t. 28, págs. 152-159.
- NOLAN, H. (1933): «Comparación entre el Pérmico y el Trías de los Alpes Marítimos y el del Archipiélago Balear». Rev. Menorca, t. 28, págs. 119-121.
- OBRADOR, A. (1968): «Interpretación tectónica del puerto de Mahón». Fondo Cultural Caja Pens. Dip. Prov. Barcelona, págs. 303-310.
- OBRADOR, A. (1970): «Estudio Estratigráfico y Sedimentológico de los materiales miocénicos de la Isla de Menorca». Acta Geol. Hisp., T. 5, núm. 1, págs. 19-23.
- OBRADOR, A. (1972): «Significado de unos potholes modelados en el Mioceno menorquín». Acta Geol. Hisp., T. 7, págs. 161-163.
- OBRADOR, A. (1972): «Estudio estratigráfico y sedimentológico de los materiales miocénicos de la Isla de Menorca». Rev. Menorca, 2.<sup>º</sup> se., págs. 137-197.
- OBRADOR, A. (1973a): «Estudio estratigráfico y sedimentológico de los materiales miocénicos de la Isla de Menorca». Rev. Menorca, 1.<sup>º</sup> sem., págs. 35-97.
- OBRADOR, A. (1973b): «Estudio estratigráfico y sedimentológico de los materiales miocénicos de la Isla de Menorca». Rev. Menorca, 2.<sup>º</sup> sem., págs. 125-189.
- OBRADOR, A. (1977): «Bibliografía del Permo-Trías de las islas Baleares». Cuad. Geol. Ibérica, número 4, págs. 669-672.
- OBRADOR, A. (1979): «Introducción geológica a la historia de Menorca». Geografía e Historia de Menorca, T. I, págs. 1-76.

- OBRADOR, A. (1983a): «IX. el Carbonífero de Menorca». X Congr. Intern. Estrat. y Geol. del Carbonífero. El Carbonífero y Pérmico de España, págs. 337-342.
- OBRADOR, A. (1983b): «7. El Pérmico de las Baleares». X Congr. Intern. Estrat. y Geol. del Carbonífero. El Carbonífero y Pérmico de España, págs. 463-470.
- OBRADOR, A., & MERCADAL, B. (1969): «Presencia de depósitos travertínicos lacustres de edad cuaternaria en la Isla de Menorca (Baleares)». Rev. de Menorca, año LX, 7.<sup>a</sup> ép., págs. 77-82.
- OBRADOR, A., & MERCADAL, B. (1969): «Sobre la presencia de depósitos cuaternarios continentales en el puerto de Mahón». Rev. Menorca, cuad. III, págs. 171-173.
- OBRADOR, A.; MERCADAL, B., & ROSELL, J. (1971): «Geology of Menorca». Geol. Soc. Am. Thenth International Field Institute. Guidebook, págs. 139-148.
- OBRADOR, A., & MERCADAL, B. (1972): «Nuevas localidades con fauna ictiológica para el Neógeno menorquín». Acta Geol. Hisp., t. 8, núm. 4, págs. 115-119.
- OBRADOR, A., & FREEMAN, T. (1975): «Erosional features and multiple generations of dolomite in the Miocene of Cala St. Esteve (Menorca, Baleares)». IX. Intern. Congr. Sed., T. VII, págs. 159-164.
- OBRADOR, A.; ESTRADA, R., & ROSELL, J. (1978): «Facies de abanico submarino en el Paleozoico de la Isla de Menorca». Est. Geológicos, 34, págs. 133-138.
- OBRADOR, A.; POMAR, L.; RODRÍGUEZ, A., & JURADO, M. J. (1983a): «Unidades deposicionales del Neógeno menorquín». Acta Geol. Hisp., t. 18, núm. 2, págs. 87-97.
- OBRADOR, A.; POMAR, L.; RODRÍGUEZ-PEREÀ, A., & JURADO, M. J. (1983b) «El Neógeno de Menorca». El Terciario de las Baleares (Mallorca-Menorca). Guía de Excursiones. Inst. Est. Baleàrics y Universidad de Palma de Mallorca, págs. 59-71.
- OBRADOR, A.; POMAR, L.; RODRÍGUEZ-PEREÀ, A., & FORNOS, J. J. (1983): «El Neógeno del sector de Maó». El Terciario de las Baleares (Mallorca-Menorca). Guía de las excusiones. Inst. d'Est. Baleàrics y Univ. Palma de Mallorca, págs. 207-232.
- PIVETEAU, J. (1961): «Quelques mammifères singulaires de Corse et des îles Baleares et leur significance paleogeographique». Coll. Intern. du Centre Nat. de la Recherche Scient., T. 19, págs. 49-54.
- POMAR, L. (1979): «La Evolución tectonosedimentaria de las Baleares: análisis crítico». Acta Geol. Hisp., t. 14, págs. 193-210.
- POMAR, L. (1980): «Ensayo de un nuevo modelo para la evolución tectosédimentaria de las Baleares». Acta Geol. Hisp., núm. 14, págs. 293-310.
- POMAR, L. (1981): «Hacia una nueva concepción geológica de las Islas Baleares». Estudis Baleàrics, t. 1, núm. 1, págs. 29-35.
- RONSETI, J. (1909): «Expedición a los terrenos volcánicos de Ferragut». Rev. Menorca, págs. 1-2.
- PRAESENT, H. (1910): «Die Balearischen Inseln. Beobachtungen auf einer Studienreise». Mitt. Verh. Erdk. Leipzig, págs. 27.

- PRAESENT, H. (1911): «Bau und Boden der Balearischen Inseln». Jahresber. Geogr. Gesell. Greifswald, t. 13, págs. 19-106.
- PRAESENT, H. (1912): «Neue Klimatische Werke für Menorca und Ibiza». Meteorologische Zeitschrift, págs. 28.
- RAMIS y RAMIS, J. (1948a): «Aportación del Dr. J. Ramis y Ramis a la obra "Descripciones de las Islas Pithiusas y Baleares" del Dr. J. Vargas Ponce». Rev. Menorca, 6.<sup>a</sup> ép., págs. 48-65.
- RAMIS y RAMIS, J. (1948b): «Aportación del Dr. J. Ramis y Ramis a la obra "Descripciones de las Islas Pithiusas y Baleares" del Dr. J. Vargas Ponce». Rev. Menorca, 6.<sup>a</sup> ép., págs. 123-145.
- RIBA, O. (1978): «Menorca». Muntanya, págs. 66-68.
- RODRÍGUEZ FEMENIAS, J. J. (1865-1868): «Catálogo razonado de las plantas vasculares de Menorca». Imprenta Fábregas Hnos., 116 págs. Mahón.
- RODRÍGUEZ-PÉREZ, A., RAMOS-GUERRERO, E., POMAR, L. PANIELLO, X., OBRADOR, A. & MARTÍ, J. (1987): «El Triásico de las Baleares». Cuadernos de Geología Ibérica, vol. 11, págs. 295-321.
- ROSELL, J., y OBRADOR, A. (1968): «Génesis del Puerto de Mahón». But. Casa de Menorca, págs. 6-10.
- ROSELL, J.; OBRADOR, A.; MERCADAL, B. (1969): «Estudio sedimentológico y estratigráfico de la Isla del Aire (Menorca)». Bol. Geológico y Minero, T. 80, VI, págs. 538-544.
- ROSELL, J.; OBRADOR, A.; MERCADAL, B. (1969): «Sobre la presencia de flysch en los sedimentos paleozoicos de la Isla de Menorca». Acta Geol. Hisp., t. 4, núm. 1, págs. 1-4.
- ROSELL, J.; OBRADOR, A.; MERCADAL, B. (1976): «Las facies conglomeráticas del Mioceno de la Isla de Menorca». Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares, t. 21, págs. 76-93.
- ROSELL, J., y LLOMPART, C. (1983): «Aportaciones al estudio del Mioceno del extremo oriental de Menorca». Acta Geol. Hisp., t. 18, núm. 2, págs. 99-104.
- ROSELL, J.; ARRIBAS, P., ELIZAGA, E. & GÓMEZ, D. (1988): «Caracterización sedimentológica y petrográfica de la serie roja permo-triásica de la isla de Menorca». Bol. Geol. y Minero. T. XCIX-I, págs. 71-82.
- ROSELL, ELIZAGA, E. (1989): «Evolución tectosedimentaria del Paleozoico de la isla de Menorca». Bol. Geol. y Minero, vol. 100-2, págs. 193-204.
- ROSELL, J.; ARRIBAS, J. (1989): «Características petrológicas de las areniscas del Carbonífero de facies Culm de la isla de Menorca. Bol. Geol. y Minero. Vol. 100-5, págs. 853-864.
- RULLÁN, J. B. (1967): «Contribuciones al conocimiento de la ictología actual y fósil de Menorca». Rev. de Menorca, págs. 197-210.
- SALORD BARCELÓ, R. (1955): «Breve resumen de geología menorquina». Monografías menorquinas, núm. 10, 19 págs.
- SÁNCHEZ, J. (1977): «Macrofauna cretácica de la Isla de Menorca». Publ. Geología U.A.B., 9, 159 págs.

- SCHINDEWOLF, O. H. (1934): «Über zwei jungpaläozoische cephalopoden faunen von Menorca». Ann. Ges. Wiss. Gottingen Math-Phys. Kl., t. 10, págs. 155-192.
- SCHINDEWOLF, O. H. (1951): «Glaziale Erscheinungen im Oberdevon von Menorca». Akad. Wissen. Lit. Abh. Math. Nat. Kl., núm. 13, 21 págs.
- SCHINDEWOLF, O. H. (1956): «Fenómenos Glaciares en el Devónico superior de Menorca». Publ. Extr. Geol. Esp., t. IX, págs. 3-24.
- SCHINDEWOLF, O. H. (1958): «Über eine Namur-Fauna von Menorca». N. Ib. F. Geol. Math., t. I, págs. 1-8.
- SCHINDEWOLF, O. H. (1960): «Fenómenos Glaciares en el Devónico Superior de Menorca». Monografías Menorquinas (Separata del «Iris»), núm. 49.
- SCHMIDT, M. (1931): «Weitere Studien in der Iberischbalearischen Trias». Sitz. Preuss. Akad. Wiss. Phys. Math. Kl., t. 32, págs. 3-21.
- SCHMIDT, M. (1935): «Fossilien der spanischen Trias». Abh. Heidelberg. Akad. Wiss. Math. Natur. Kl., t. 22, 140 págs.
- SCHWARZBACH, M. (1958): «Die "Tillite" von Menorca und das Problem devonischer Vereisungen». Sonder Veröffentl. Geol. Inst. Univ. Köln, 3, 19 págs.
- SEIDLITZ, W. VON (1926): «Der Geologische Aufbau Spaniens und Westlichen Mittelmeergebietes». Jenaische Zeits. für Natur. Jena, 3, págs. 1-9.
- SEIDLITZ, W. VON (1933): «Beitrag zur Geologie des Westlichen Mittelmeergebietes». Géol. Méd. Occ., vol. 2, núm. 45-47, págs. 1-16.
- SOLÉ SABARIS, L. (1942): «Estado actual de nuestros conocimientos sobre las Alpides Españolas». Bol. Univ. Granada, t. 14, núm. 71, págs. 425-465.
- SOLÉ SABARIS, L. (1959): «Succession des faunes marines du Pliocène au Quaternaire sur les côtes méditerranéennes d'Espagne et aux Baléares». Centre Nat. Rech. Scient. Paris (LXXXIII ème Colloq. Intern.), págs. 283-293.
- SOLÉ SABARIS, L. (1962): «Le Quaternaire marin des Baléares et ses rapports avec les côtes Méditerranées de la Penínsule Ibérique». Quaternaria, t. 6, págs. 309-342.
- STATTEGGER, K. (1979): «Schwermineraluntersuchungen im Devon und Karbon von Menorca (Spain)». Mitt. Österr. Geol. Ges., V. 70, págs. 43-48.
- STAUB, R. (1926): «Gedanken zu Tektonik Spaniens: zur Kenntnis der Alpinen Leitlinien und Westlichen Mittelmeer». Viert. der Naturf. Gesell. Zürich, t. 71, págs. 196-261.
- STAUB, R. (1927): «Ideas sobre la tectónica de España». R. Acad. Cienc. Bellas Letras y Nobles Artes (Córdoba), págs. 3-83.
- STAUB, R. (1933): «Gedanken zu Tektonik Spaniens: zur Kenntnis der Alpinen Leitlinien und Westlichen Mittelmeer». Géol. Medit. Occ., vol. 2, núm. 46, págs. 1-10.
- STILLE, H. (1927a): «Über westmediterrane Gebirgszusammenhänge». Abh. Gess. Wiss. Gottinger. Kl., T. 12, V. 3, págs. 1-62.

- STILLE, H. (1927b): «Zum Balearischen Problem». Abh. Gess. Wiss. Gottingen. Math-Phys. Kl, V. 12, núm. 3.
- STILLE, H. (1932): «Über westméditerrane Gebirgszusammenhaage». Geol. Medit. Occ., T. 2, núm. 17, 20 págs.
- STILLE, H. (1933a): «Über westméditerrane Gebirgszusammenhaage». Geol. Medit. Occid., T. 2, núm. 47, págs. 1-6.
- STILLE, H. (1933b): «Zum Balearischem Problem». Geol. Medi. Occid., T. 2, núm. 47, págs. 1-6.
- STILLE, H. (1934): «Bemerkungen zur perimesetischen Faltung in ihrem Subpyrenäisch-baleárischen Auteile». Abh. Gessell. Wiss. Göttingen. Math. Phys. Kl, t. 3, núm. 10, págs. 193-208.
- STILLE, H. (1942a): «Nota sobre los plegamientos perimeséticos y su parte sudpirenaica y baleárica». Publ. alem. sobre Geol. España, t. 1, págs. 15-24.
- STILLE, H. (1942b): «Sobre los enlaces de las cadenas de montañas del Mediterráneo Occidental». Publ. Alem. Geol. Esp., T. 1, págs. 26-70.
- THOMAS, J. M., & MONTORIOL, J. (1951): «Los fenómenos cársticos de Parelleta (Ciudadela, Menorca)». Rev. «Speleón», T. 2, núm. 4, págs. 191-215.
- TORNQUIST, A. (1909): «Über die ausseralpine Trias auf den Balearen in Katalonien». Stilzb. Kön Preuss Akad. Des Wiss, t. 36, págs. 902-918.
- VARGAS PONCE, H. (1787): «Descripciones de las Islas Pithiusas y Baleares de orden superior». Imp. Vda. Ibarra y Cía., págs. 1-158.
- VIRGILI, C. (1958): «El Triásico de los Catalánides». Bol. Inst. Geol. y Min. Esp., t. 69, págs. 1-856.
- WURM, A. (1960): «Proyección geológico-geofísica de aguas subterráneas realizadas en la Isla de Menorca para el Instituto Nacional de Colonización». Geoprosco, 33.



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

Ríos Rosas, 23 - 28003 MADRID