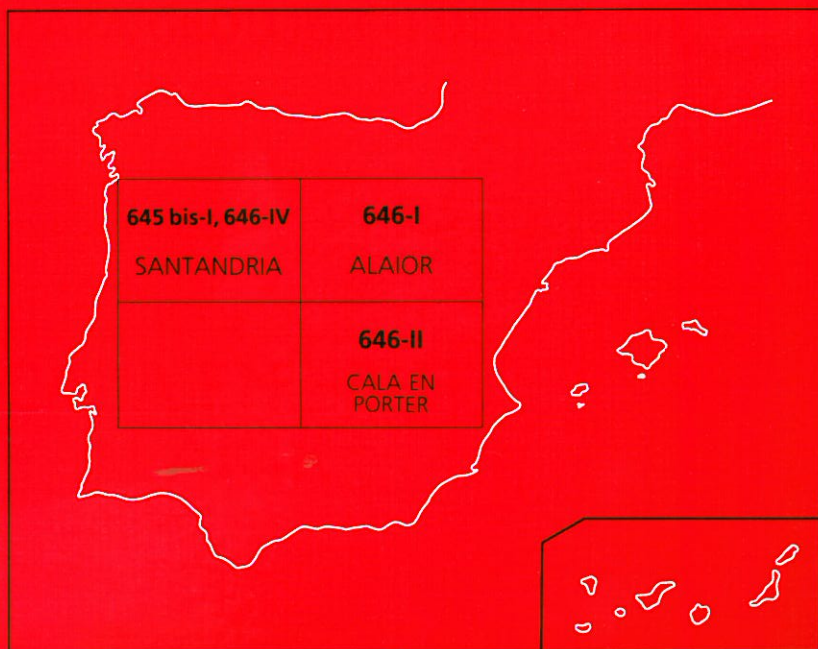




MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:25.000

Segunda serie - Primera edición



ISLA DE MENORCA

CALA EN BRUT Y ALAIOR

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.

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:25.000

CALA EN BRUT Y ALAIOR

Primera edición

MADRID, 1989

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por la Universidad Autónoma de Barcelona (Dpto. de Geología, Area 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 Llompарт (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.
Jozep Wiczorek (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, album 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.

INDICE

	<i>Páginas</i>
1. INTRODUCCION	5
2. ESTRATIGRAFIA	7
2.1. Generalidades	7
2.2. Paleozoico	7
2.2.1. Devónico (D)	7
2.2.2. Carbonífero (C ₁ y C ₂)	8
2.2.2.1. Serie turbidítica (C ₂)	8
2.2.2.2. Nivel olistostrómico (C ₁)	9
2.2.3. Pérmico (P)	10
2.3. Mesozoico	11
2.3.1. Triásico	11
2.3.1.1. Facies Buntsandstein (B ₁ y B ₂)	11
2.3.1.2. Facies Muschelkalk (M)	12
2.3.1.3. Facies Keuper (K)	13
2.3.2. Jurásico (Jm y J)	13
2.4. Terciario	13
2.4.1. Mioceno	13
2.4.1.1. Unidad intermedia calcarenítica (Mc)	14
2.4.1.2. Unidad superior arrecifal (Ma)	14
2.5. Cuaternario	15
2.5.1. Complejo dunar (D ₁ , D ₂ y D ₃)	15
2.5.2. Aluvial-coluvial (Q ₂ Al-C)	16
2.5.3. Marismas (M _r)	16
2.5.4. Playas (Q, P)	16
3. GEOMORFOLOGIA	17
4. TECTONICA	19
4.1. Tectónica herciniana	19
4.2. Tectónica alpina	19

5. GEOLOGIA HISTORICA	20
5.1. Introducción	20
5.2. Paleozoico	20
5.3. Mesozoico	21
5.4. Cenozoico	22
6. GEOLOGIA ECONOMICA	23
6.1. Canteras y minas	23
6.2. Hidrogeología	24
7. BIBLIOGRAFIA	25

INDICE

1	Introducción	20
2	Geología histórica	20
3	Geología económica	23
4	Bibliografía	25
5	Geología estructural	26
6	Geología ambiental	27
7	Geología regional	28
8	Geología aplicada	29
9	Geología de ingeniería	30
10	Geología de recursos	31
11	Geología de paisaje	32
12	Geología de patrimonio	33
13	Geología de riesgos	34
14	Geología de salud pública	35
15	Geología de la energía	36
16	Geología de la agricultura	37
17	Geología de la industria	38
18	Geología de la construcción	39
19	Geología de la urbanización	40
20	Geología de la infraestructura	41
21	Geología de la movilidad	42
22	Geología de la comunicación	43
23	Geología de la cultura	44
24	Geología de la educación	45
25	Geología de la ciencia	46
26	Geología de la tecnología	47
27	Geología de la innovación	48
28	Geología de la competitividad	49
29	Geología de la sostenibilidad	50
30	Geología de la calidad	51
31	Geología de la seguridad	52
32	Geología de la salud	53
33	Geología de la vida	54
34	Geología de la naturaleza	55
35	Geología de la cultura	56
36	Geología de la educación	57
37	Geología de la ciencia	58
38	Geología de la tecnología	59
39	Geología de la innovación	60
40	Geología de la competitividad	61
41	Geología de la sostenibilidad	62
42	Geología de la calidad	63
43	Geología de la seguridad	64
44	Geología de la salud	65
45	Geología de la vida	66
46	Geología de la naturaleza	67
47	Geología de la cultura	68
48	Geología de la educación	69
49	Geología de la ciencia	70
50	Geología de la tecnología	71
51	Geología de la innovación	72
52	Geología de la competitividad	73
53	Geología de la sostenibilidad	74
54	Geología de la calidad	75
55	Geología de la seguridad	76
56	Geología de la salud	77
57	Geología de la vida	78
58	Geología de la naturaleza	79
59	Geología de la cultura	80
60	Geología de la educación	81
61	Geología de la ciencia	82
62	Geología de la tecnología	83
63	Geología de la innovación	84
64	Geología de la competitividad	85
65	Geología de la sostenibilidad	86
66	Geología de la calidad	87
67	Geología de la seguridad	88
68	Geología de la salud	89
69	Geología de la vida	90
70	Geología de la naturaleza	91
71	Geología de la cultura	92
72	Geología de la educación	93
73	Geología de la ciencia	94
74	Geología de la tecnología	95
75	Geología de la innovación	96
76	Geología de la competitividad	97
77	Geología de la sostenibilidad	98
78	Geología de la calidad	99
79	Geología de la seguridad	100
80	Geología de la salud	101
81	Geología de la vida	102
82	Geología de la naturaleza	103
83	Geología de la cultura	104
84	Geología de la educación	105
85	Geología de la ciencia	106
86	Geología de la tecnología	107
87	Geología de la innovación	108
88	Geología de la competitividad	109
89	Geología de la sostenibilidad	110
90	Geología de la calidad	111
91	Geología de la seguridad	112
92	Geología de la salud	113
93	Geología de la vida	114
94	Geología de la naturaleza	115
95	Geología de la cultura	116
96	Geología de la educación	117
97	Geología de la ciencia	118
98	Geología de la tecnología	119
99	Geología de la innovación	120
100	Geología de la competitividad	121
101	Geología de la sostenibilidad	122
102	Geología de la calidad	123
103	Geología de la seguridad	124
104	Geología de la salud	125
105	Geología de la vida	126
106	Geología de la naturaleza	127
107	Geología de la cultura	128
108	Geología de la educación	129
109	Geología de la ciencia	130
110	Geología de la tecnología	131
111	Geología de la innovación	132
112	Geología de la competitividad	133
113	Geología de la sostenibilidad	134
114	Geología de la calidad	135
115	Geología de la seguridad	136
116	Geología de la salud	137
117	Geología de la vida	138
118	Geología de la naturaleza	139
119	Geología de la cultura	140
120	Geología de la educación	141
121	Geología de la ciencia	142
122	Geología de la tecnología	143
123	Geología de la innovación	144
124	Geología de la competitividad	145
125	Geología de la sostenibilidad	146
126	Geología de la calidad	147
127	Geología de la seguridad	148
128	Geología de la salud	149
129	Geología de la vida	150
130	Geología de la naturaleza	151
131	Geología de la cultura	152
132	Geología de la educación	153
133	Geología de la ciencia	154
134	Geología de la tecnología	155
135	Geología de la innovación	156
136	Geología de la competitividad	157
137	Geología de la sostenibilidad	158
138	Geología de la calidad	159
139	Geología de la seguridad	160
140	Geología de la salud	161
141	Geología de la vida	162
142	Geología de la naturaleza	163
143	Geología de la cultura	164
144	Geología de la educación	165
145	Geología de la ciencia	166
146	Geología de la tecnología	167
147	Geología de la innovación	168
148	Geología de la competitividad	169
149	Geología de la sostenibilidad	170
150	Geología de la calidad	171
151	Geología de la seguridad	172
152	Geología de la salud	173
153	Geología de la vida	174
154	Geología de la naturaleza	175
155	Geología de la cultura	176
156	Geología de la educación	177
157	Geología de la ciencia	178
158	Geología de la tecnología	179
159	Geología de la innovación	180
160	Geología de la competitividad	181
161	Geología de la sostenibilidad	182
162	Geología de la calidad	183
163	Geología de la seguridad	184
164	Geología de la salud	185
165	Geología de la vida	186
166	Geología de la naturaleza	187
167	Geología de la cultura	188
168	Geología de la educación	189
169	Geología de la ciencia	190
170	Geología de la tecnología	191
171	Geología de la innovación	192
172	Geología de la competitividad	193
173	Geología de la sostenibilidad	194
174	Geología de la calidad	195
175	Geología de la seguridad	196
176	Geología de la salud	197
177	Geología de la vida	198
178	Geología de la naturaleza	199
179	Geología de la cultura	200
180	Geología de la educación	201
181	Geología de la ciencia	202
182	Geología de la tecnología	203
183	Geología de la innovación	204
184	Geología de la competitividad	205
185	Geología de la sostenibilidad	206
186	Geología de la calidad	207
187	Geología de la seguridad	208
188	Geología de la salud	209
189	Geología de la vida	210
190	Geología de la naturaleza	211
191	Geología de la cultura	212
192	Geología de la educación	213
193	Geología de la ciencia	214
194	Geología de la tecnología	215
195	Geología de la innovación	216
196	Geología de la competitividad	217
197	Geología de la sostenibilidad	218
198	Geología de la calidad	219
199	Geología de la seguridad	220
200	Geología de la salud	221
201	Geología de la vida	222
202	Geología de la naturaleza	223
203	Geología de la cultura	224
204	Geología de la educación	225
205	Geología de la ciencia	226
206	Geología de la tecnología	227
207	Geología de la innovación	228
208	Geología de la competitividad	229
209	Geología de la sostenibilidad	230
210	Geología de la calidad	231
211	Geología de la seguridad	232
212	Geología de la salud	233
213	Geología de la vida	234
214	Geología de la naturaleza	235
215	Geología de la cultura	236
216	Geología de la educación	237
217	Geología de la ciencia	238
218	Geología de la tecnología	239
219	Geología de la innovación	240
220	Geología de la competitividad	241
221	Geología de la sostenibilidad	242
222	Geología de la calidad	243
223	Geología de la seguridad	244
224	Geología de la salud	245
225	Geología de la vida	246
226	Geología de la naturaleza	247
227	Geología de la cultura	248
228	Geología de la educación	249
229	Geología de la ciencia	250
230	Geología de la tecnología	251
231	Geología de la innovación	252
232	Geología de la competitividad	253
233	Geología de la sostenibilidad	254
234	Geología de la calidad	255
235	Geología de la seguridad	256
236	Geología de la salud	257
237	Geología de la vida	258
238	Geología de la naturaleza	259
239	Geología de la cultura	260
240	Geología de la educación	261
241	Geología de la ciencia	262
242	Geología de la tecnología	263
243	Geología de la innovación	264
244	Geología de la competitividad	265
245	Geología de la sostenibilidad	266
246	Geología de la calidad	267
247	Geología de la seguridad	268
248	Geología de la salud	269
249	Geología de la vida	270
250	Geología de la naturaleza	271
251	Geología de la cultura	272
252	Geología de la educación	273
253	Geología de la ciencia	274
254	Geología de la tecnología	275
255	Geología de la innovación	276
256	Geología de la competitividad	277
257	Geología de la sostenibilidad	278
258	Geología de la calidad	279
259	Geología de la seguridad	280
260	Geología de la salud	281
261	Geología de la vida	282
262	Geología de la naturaleza	283
263	Geología de la cultura	284
264	Geología de la educación	285
265	Geología de la ciencia	286
266	Geología de la tecnología	287
267	Geología de la innovación	288
268	Geología de la competitividad	289
269	Geología de la sostenibilidad	290
270	Geología de la calidad	291
271	Geología de la seguridad	292
272	Geología de la salud	293
273	Geología de la vida	294
274	Geología de la naturaleza	295
275	Geología de la cultura	296
276	Geología de la educación	297
277	Geología de la ciencia	298
278	Geología de la tecnología	299
279	Geología de la innovación	300
280	Geología de la competitividad	301
281	Geología de la sostenibilidad	302
282	Geología de la calidad	303
283	Geología de la seguridad	304
284	Geología de la salud	305
285	Geología de la vida	306
286	Geología de la naturaleza	307
287	Geología de la cultura	308
288	Geología de la educación	309
289	Geología de la ciencia	310
290	Geología de la tecnología	311
291	Geología de la innovación	312
292	Geología de la competitividad	313
293	Geología de la sostenibilidad	314
294	Geología de la calidad	315
295	Geología de la seguridad	316
296	Geología de la salud	317
297	Geología de la vida	318
298	Geología de la naturaleza	319
299	Geología de la cultura	320
300	Geología de la educación	321
301	Geología de la ciencia	322
302	Geología de la tecnología	323
303	Geología de la innovación	324
304	Geología de la competitividad	325
305	Geología de la sostenibilidad	326
306	Geología de la calidad	327
307	Geología de la seguridad	328
308	Geología de la salud	329
309	Geología de la vida	330
310	Geología de la naturaleza	331
311	Geología de la cultura	332
312	Geología de la educación	333
313	Geología de la ciencia	334
314	Geología de la tecnología	335
315	Geología de la innovación	336
316	Geología de la competitividad	337
317	Geología de la sostenibilidad	338
318	Geología de la calidad	339
319	Geología de la seguridad	340
320	Geología de la salud	341
321	Geología de la vida	342
322	Geología de la naturaleza	343
323	Geología de la cultura	344
324	Geología de la educación	345
325	Geología de la ciencia	346
326	Geología de la tecnología	347
327	Geología de la innovación	348
328	Geología de la competitividad	349
329	Geología de la sostenibilidad	350
330	Geología de la calidad	351
331	Geología de la seguridad	352
332	Geología de la salud	353
333	Geología de la vida	354
334	Geología de la naturaleza	355
335	Geología de la cultura	356
336	Geología de la educación	357
337		

1. INTRODUCCION

La isla de Menorca, la segunda en extensión en el archipiélago balear, posee 702 km² 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 denominada Cala en Brut y Alaior, que comprende los números 645 y 646, abarca tres hojas del mapa 1:25.000, la de Santandría, la más occidental; la de Alaior, la oriental, y la de Cala en Porter, la suroccidental. El área abarcada por estas hojas corresponde en su mayor parte a la región de Migjorn y, por tanto, comprende un sector importante de la plataforma carbonática del Mioceno del S de Menorca. En la Hoja de Santandría, tan sólo en el extremo noroccidental, existe un área ocupada por materiales paleozoicos y mesozoicos característicos de la región de Tramuntana que apenas alcanzan un kilómetro cuadrado de extensión; la Hoja de Alaior se halla dividida casi diagonalmente en dos partes: la mitad noroccidental pertenece a la de Tramuntana y la mitad suroccidental a la de Migjorn. La Hoja de Cala en Porter abarca tan sólo un pequeño sector de la región de Migjorn, hallándose el resto cubierto por las aguas del mar (ver esquema regional).

El contacto entre la unidad de Tramuntana y la de Migjorn en toda el área ocupada por las hojas se presenta como discordante y solapante. En raras ocasiones aflora la unidad conglomerática basal y la mayor parte de la región de Migjorn está formada por la unidad intermedia miocénica.

La región de Tramuntana, que aquí incluye el punto más alto de la isla (Monte Toro, con 361 m), está formada por materiales del Paleozoico y del Mesozoico. Dentro de los paleozoicos afloran las series turbidíticas del Devónico y Carbonífero inferior, así como el nivel olistostrómico del Carbonífero inferior. El Pérmico, unido a las facies Buntsandstein para formar el Permotrias aflora ampliamente en el sector de Ferreries y muy fracturado y laminado en las inmediaciones de Es Mercadal. El resto del Trías aflora tan sólo en Monte Toro, extendiéndose ligeramente al N y al S de este punto. El Jurásico, en su mayor parte dolomítico, constituye no sólo la parte más alta de Monte Toro, sino que se extiende hacia el E formando la plataforma de Alaior, de la que abarca un pequeño sector.

En la región de Migjorn afloran tan sólo las unidades miocénicas más altas. Pues la unidad basal conglomerática queda solapada en discordancia por las calcarenitas de la unidad

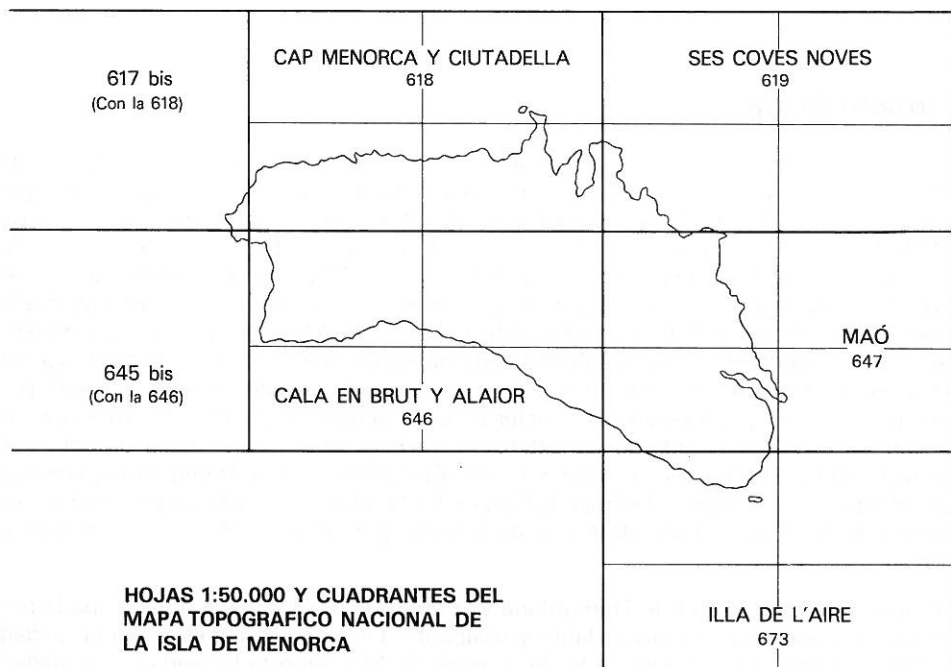


FIGURA 1

intermedia. A ambos extremos del área estudiada, y de una manera especial en el occidental, o sea en el Cap d'Artrux, aflora la unidad arrecifal del Mioceno superior.

Hay que resaltar que en las áreas donde la unidad calcarenítica intermedia del Mioceno aflora en mayor extensión y potencia corresponde a la Hoja de Alaior y gran parte de la de Llucalari, y tan sólo en el extremo más oriental de la de Santandría. La erosión ha excavado en esta unidad calcarenítica profundos barrancos cuyas cabeceras se encuentran en la región de Tramuntana, no lejos del límite con el Mioceno. Estos barrancos, de dirección NE-SW, se han encajado profundamente en estas calcarenitas. Por su magnitud de E a W cabe reseñar el barranco de Santa Galdana-Algendar, el barranco de Trebaluger, el barranco de Sa Cova, el barranco de Binigaus, el torrente de Son Boter, el barranco de Es Bec y el barranco de Cala en Porter, entre los más importantes. Todos ellos en sus desembocaduras dan lugar a calas con, en el fondo de las mismas, playas de arena.

2. ESTRATIGRAFIA

2.1. GENERALIDADES

En esta área afloran materiales del Paleozoico, Mesozoico y del Mioceno (Llombart *et al.*, 1979-80). El Paleozoico está compuesto por el Devónico y el Carbonífero sintectónico incluido el nivel olistostrómico intercalado en la parte superior y un Pérmico de facies «Saxoniense» discordante indistintamente sobre cualquier nivel infrayacente. La unidad del Carbonífero inferior (Namuriense), que aflora en el extremo oriental de la isla, entre los cabos de Favartix y de La Mola, no aflora en el área abarcada por la Hoja. Del Mesozoico afloran el Triás, con su típica facies «germánica», y el Jurásico, predominantemente en sus facies dolomíticas de la parte inferior de la serie. No afloran materiales de los tramos superiores de la serie jurásica de la isla ni el Cretácico. Del Mioceno, a excepción de la unidad basal conglomerática, aflora ampliamente la unidad calcarenítica y en menor extensión la arrecifal. El Cuaternario se limita prácticamente a pequeños afloramientos de dunas eólicas bastante recientes; los depósitos marinos que alcanzan un mayor desarrollo son las calcarenitas con *Cardium*, existentes en el margen occidental de la Cala de Santa Galdana.

2.2. PALEOZOICO

La espesa cobertura vegetal unas veces y la fuerte degradación producida por el cultivo de los materiales paleozoicos otras impiden la obtención de series estratigráficas dentro de los materiales paleozoicos.

2.2.1. Devónico (D)

Los sedimentos devónicos afloran en los alrededores de Es Mercadal en una superficie que se extiende desde el extremo N de la Hoja, al N de esta población, las cercanías de la estación servicio por el W, el Peu del Toro por el E y prácticamente el restaurante de Sa Penya de s'Indio por el S.

En los taludes de las carreteras y caminos, únicos afloramientos donde puede observarse la estratificación, se observa que la serie del Devónico inferior está formada por una alternancia de areniscas de grano fino y pizarras. Corresponden a delgados estratos turbidíticos en los que raramente se observa ciclicidad. Como facies debe asimilarse a turbiditas distales en sentido clásico o bien a turbiditas de llanura abisal en sentido más moderno. A esta serie siliciclástica se le intercalan esporádicas capas de calizas grises que son, asimismo, producto de flujos gravitativos diluidos procedentes de un área fuente distinta.

Las capas de areniscas poseen una estructura interna definible con la secuencia de Bouma predominantemente tipo Tc-e; es decir, con el intervalo de *ripples* en la parte inferior del estrato. A veces, la gran densidad de capas de arenisca por metro de serie podría llevar a interpretarla como un ciclo de franja de lóbulo.

2.2.2. Carbonífero (C₁ y C₂)

Dentro de los materiales carboníferos hay que distinguir entre la serie turbidítica y el nivel olistostrómico intercalado en la misma.

2.2.2.1. Serie turbidítica (C₂)

La serie turbidítica del Carbonífero posee una edad Viseense. Está formada por una sucesión de niveles canaliformes intercalados en otros fundamentalmente pelíticos. Una característica importante que presenta esta serie turbidítica es que tanto en los niveles areniscosos como en los pelíticos, pero sobre todo en estos últimos, existen capas intercaladas de calizas grises o negruzcas que a tramos llegan a dominar sobre las facies siliciclásticas.

No existen afloramientos que permitan la obtención de una serie estratigráfica más o menos completa y detallada. A pesar de ello, sobre todo en los afloramientos de los taludes de las carreteras, pueden definirse las facies con bastante exactitud.

Los cuerpos canaliformes están formados por gruesas capas de granulometría mediana a gruesa con *coarse-tail-grading* en la mayoría de ellas y que raras veces poseen estructura interna. Cuando existe se trata de láminas paralelas, a veces muy incipientes y, en algunos casos, en el techo de las mismas, un muy pequeño intervalo de *ripples*.

Estos cuerpos canaliformes se hallan intercalados en facies turbidíticas muy diluidas, con granulometría de fina a muy fina y con espesor de las capas que raras veces rebasan la veintena de centímetros. Estas capas presentan, por lo general, una organización interna que puede ser definida mediante la clásica secuencia de Bouma. Dominan las secuencias incompletas de tipo Tc-e y en raras ocasiones se presentan secuencias tipo Tb-e y Td-e.

Especialmente en estas facies finas, aunque no en exclusiva, se les intercalan capas con un espesor medio de entre 10 y 20 cm de calizas algo dolomíticas, negruzcas con pátina gris claro. Por lo general, las capas poseen la base plana y el techo ondulado. En raras ocasiones pueden observarse las laminaciones internas y cuando se observan son paralelas. Estas capas, a tramos, pueden llegar a dominar en la serie, dando lugar a verdaderos niveles de

calizas con muy poco material siliciclástico intercalado (pizarroso). Por ello fueron motivo de una incipiente explotación para la fabricación de cemento durante la última guerra mundial (Sa Cimentera, al N del predio de Terra Rotja).

Todos estos materiales, especialmente los carbonáticos y los de las facies finas, se hallan profundamente «eslumpizados», lo cual es síntoma de la fuerte inestabilidad que poseía la cuenca en el momento de su sedimentación.

Esta serie se ha interpretado como turbidítica procedente de dos áreas fuentes. La destrucción de una plataforma siliciclástica de tipo deltaico que ha dado lugar a la sedimentación de los cuerpos canalizados y a las facies de desbordamiento asociadas y la destrucción, con menor intensidad, de una plataforma carbonática que ha originado la resedimentación de las capas calizas.

2.2.2.2. Nivel olistostrómico (C₁)

Este nivel ha deslizado dentro de la cuenca sedimentaria del Paleozoico durante el Viseense o a lo sumo en la base del Namuriense, como producto del cabalgamiento sinsedimentario de una serie devónica y de la base del Carbonífero. Resaltan en el relieve, gracias a su difícil erosionabilidad, alineaciones de colinas con masas rocosas de radiolaritas negruzcas en su cumbre. Este nivel olistostrómico está formado por distintos elementos y, a su vez, de distintas edades.

Coladas fangosas (df)

Corresponden a un nivel de *debris flow* formado por cantos predominantemente calizos formados por fósiles o fragmentos de los mismos entre los que dominan los corales y una matriz pelítica negruzca (CLAUSS, 1956; BOURROUILH, 1973; BOURROUILH & LYS, 1976; BUCHROITHNER *et al.*, 1980; FLÜGEL & FLÜGEL, 1979; HENNINGSSEN, 1984). Los elementos de esta colada poseen una edad givetiense y frasnense. Los cantos, frecuentemente, presentan pátinas ferrificadas como testimonio de paros sedimentarios.

Este *debris flow* se ha interpretado, pues, como procedente de una plataforma conglomerática residual que deslizó junto a arcillas de la base del Carbonífero, dando lugar a estas coladas fangosas. Ha proporcionado una abundante y variada fauna. Aflora en las inmediaciones de los predios de Santa Rita, Rafal Roig y Binifaillet, donde se asientan la mayor parte de sus respectivos campos de cultivo.

Radiolaritas (ra)

Están compuestas por radiolaritas de capas, por lo general, oscilantes entre cinco y diez centímetros, de coloraciones verdes y negruzcas. Se hallan siempre afectadas por pliegues de *slumping*. Afloran ampliamente en los alrededores de los predios de Llucaritx Nou y de Santa Margarida.

Calizas y pizarras rojizas (ca)

Asociadas a las masas de radiolaritas es frecuente encontrar niveles de calizas intercalados, por lo general, en otros de pizarras rojizas. Siempre se hallan afectados por procesos de *slumping*. Las calizas son grises con pátinas blanquecinas. Existe un nivel principal del orden de los tres metros de espesor y el resto está formado por niveles de un número muy reducido de capas únicas. Presentan, a veces, superficies ferrificadas, asimilables a *hard-grounds* poco desarrollados sobre los que se implantaron colonias de crinoideos. Son dignos de mención los afloramientos de los alrededores de Lluçaritx Nou.

Rocas volcánicas (γ)

Formando parte de esta masa olistostrófica existen pequeños olistolitos de cuarzoqueratófidos.

2.2.3. Pérmico (P)

Está formado por facies predominantemente pelíticas de colores rojos que descansan discordantemente sobre la serie paleozoica. Existen dos afloramientos principales que se sitúan en los alrededores de Ferreries y en los de Es Mercadal, donde constituyen la parte inferior de la serie rojiza permotriásica (ROSELL *et al.*, 1988). Dada su composición litológica y su posición topográfica, ocupando las partes bajas de las depresiones, la mayor parte de los campos de cultivo existentes en estas áreas se asientan sobre ellos, lo cual degrada profundamente los afloramientos.

Está formado por niveles predominantemente pelíticos a los que se intercalan otros canaliformes areniscosos. Los pelíticos, rojizos, presentan, a veces, nódulos carbonatados producto de procesos de edafización asimilables a caliche e intercalaciones de capas de areniscas de grano fino a muy fino organizadas internamente en *climbing ripples*. Los canaliformes están formados por uno o varios cuerpos formados por ciclos estrato y granodecrecientes imbricados, su granulometría, por lo general, es media y presentan abundantes laminaciones cruzadas a mediana y gran escala. La mayor parte de estos cuerpos canaliformes se han interpretado como depositados en un medio fluvial de tipo meandriforme y los pelíticos como facies de desbordamiento de estos canales cuando eran activos. La imbricación de los cuerpos canaliformes, dando lugar a niveles areniscosos más o menos potentes, se ha atribuido a un cambio en la velocidad de subsidencia.

La serie posee un espesor de unos 600 m, medidos al S de Monte Toro, en las inmediaciones de Binillubet (GOMEZ, 1987).

Las unidades estratigráficas del Pérmico diferenciadas en un sector de la hoja (una inferior conglomerática y pelítica —a— y una inferior areniscosa y pelítica —b y c—) se describen detalladamente en la memoria de la Hoja 618, Ciutadella.

2.3. MESOZOICO

2.3.1. Triásico

Sobre el Pérmico en discordancia (observada en otras partes de la isla) descansa la serie triásica. Esta es de facies «germánica» típica, es decir, con un tramo inferior de facies roja Buntsandstein que pertenece al Anisiense, un tramo intermedio calizo de facies Muschelkalk del Ladinense y Carniense inferior y uno superior margo evaporítico, de facies Keuper del Carniense.

2.3.1.1. Facies Buntsandstein (B_1 y B_2)

El tramo de facies Buntsandstein en toda la isla puede dividirse en dos niveles de composición litológica distinta: uno inferior arenoso y uno superior predominantemente pelítico. En el área ocupada por la Hoja el nivel superior apenas aflora; ya sea por su base ya por su techo se halla siempre tectonizado.

Nivel de areniscas masivas (B_1)

El límite con su yacente, las facies saxonienses del Pérmico superior, no se ha podido observar en toda el área ocupada por la Hoja, debido a hallarse cubierto por lo general por depósitos cuaternarios. Corresponde a una superficie de discordancia cuya laguna estratigráfica abarca todo el Trías inferior, es decir, el Esquitiense.

Está formado por areniscas, generalmente de grano medio, dando lugar a un tramo masivo compuesto por barras y canales. Las barras de base plana y techo abombado y planoparalelas a la escala del afloramiento, presentan un solo grupo de láminas cruzadas planares y los canales con un contacto inferior fuertemente erosivo y uno superior plano, poseen estratificación cruzada en surco (*festoon*). En conjunto, este nivel se ha interpretado como depositado en un medio de abanicos aluviales de régimen trenzado que desarrollaban importantes llanuras arenosas (*sand flats*).

Los afloramientos más importantes corresponden a los de Ferreries-Es Migjorn (cerros de S'Ermita, Tibidabo y Font Redona) y los de Es Mercadal con el cerro de Es Puigmal, donde existe la famosa Peña de s'Indio.

Nivel pelítico (B_2)

Aflora tan sólo en la base de Monte Toro, donde, además, se halla profundamente laminado por la tectónica.

Está compuesto por una serie pelítica a la que se intercalan esporádicos niveles de areniscas ya canaliformes de grano medio ya delgados, planoparalelos a la escala del afloramiento, de grano fino y formados por *ripples* ascendentes. Puede interpretarse como una serie depositada en un medio de abanicos aluviales de clima húmedo, con canales meandriformes y depósitos de desbordamiento.

Cabe señalar que en la base de Monte Toro, en estos niveles canalizados de areniscas, existen mineralizaciones de calcosina que fueron motivo de prospección durante la primera guerra mundial (mina La Rubia).

2.3.1.2. *Facies Muschelkalk (M)*

Aflora tan sólo en la base de Monte Toro, formando una franja que se extiende hacia el N y S del mismo desapareciendo, en parte por tectónica y en parte por discordancia, bajo las dolomías jurásicas.

El Muschelkalk de la isla ha sido motivo de estudio sintético por parte de LLOMPART *et al.* (1987).

Siguiendo la carretera que conduce al santuario de la cima de Monte Toro, se ha realizado una serie estratigráfica que corresponde a una de las más completas y mejor estudiadas de toda la isla. Se ha iniciado en las inmediaciones del predio de Es Peu del Toro, en la denominada Sa Peña des Bou, y se ha continuado en el frente de la antigua cantera donde se explotaban las calizas y dolomías para la fabricación de áridos.

De abajo a arriba está compuesta por los siguientes niveles:

a) 30 m. Tramo de Sa Peña des Bou. El contacto con su yacente, el Buntsandstein superior, es muy neto. Los dos metros basales son el producto de dolomitización de calizas oolíticas. El resto está formado por cuatro ciclos bien desarrollados de somerización estratocrecientes, compuestos por una parte margosa con estratificación *linsen* en la base y calizas micríticas ligeramente dolomíticas, grises, o con laminaciones algales o totalmente bioturbadas en el techo. Estos ciclos presentan un desigual desarrollo en potencia. En los ciclos inferiores las capas de mayor espesor han sufrido deformaciones por *slumping*. Las capas más altas con estratificación gruesa se hallan completamente bioturbadas. En el techo existen acumulaciones arriñonadas de sílex de coloraciones beig y pátina blanquecina. Las muestras procedentes de este nivel lo datan del Ladiniense. Probablemente dentro de las facies Buntsandstein se halla representado el Ladiniense inferior y su límite con el Anisiense (al W de la isla, la sedimentación de estos pisos, por lo menos en parte, dió lugar al tramo carbonatado inferior del Muschelkalk).

b) 25 m. Calizas con estratificación mediana alternando con otras finas con abundante bioturbación. Este tramo se halla algo tectonizado y cubierto por vegetación en el punto donde se realiza la serie. Su característica más importante es la presencia de abundantes niveles con inicios de formaciones de *hardground* que presentan acumulaciones de fauna (la parte superior de este nivel se sitúa en el inicio del plano inferior de la cantera).

Este nivel es el que presenta mayor abundancia de fauna, entre la que dominan los ceratítidos y las *Daonella*. Esta y las esporas y polen que incluye corresponden al Ladiniense superior.

c) 25 m. Compuestos por calizas grises, micríticas, generalmente bioturbadas con estratificación lenticular y juntas de estratificación margosas. Se les intercalan capas con estratificación mediana de idénticas facies. Los cinco metros más altos de la serie están formados por una capa de dos metros de espesor de caliza dolomítica, algo rosada, y tres metros

de margas gris azuladas. Ambos presentan esporas, polen y dinoflagelados característicos de la transición entre el Ladiniense y el Carniense inferior.

d) 30 m. Calizas micríticas grises con estratificación lenticular, totalmente bioturbadas, con juntas de estratificación margo arcillosas, que presentan en la parte media un nivel irregular de unos 8-10 m de espesor de una dolomía rosada masiva. Este nivel, al NW de la isla (Fontanilles-S'Aprés) ha proporcionado fauna típicamente Carniense.

e) 10 m. Dolomías finamente estratificadas de transición a las facies Keuper.

2.3.1.3. *Facies Keuper (K)*

Las facies Keuper, formando una unidad cartográfica con el tramo margoso del Jurásico, están formadas por margas versicolores a las cuales se intercalan frecuentes niveles de dolomías tableadas gris claro.

En el área abarcada por la Hoja afloran tan sólo en Monte Toro, rodeando la masa dolomítica que forma la cima, extendiéndose ligeramente al N. Es un nivel que por su plasticidad se ve frecuentemente reducido en su potencia. Al E de la isla se puede observar claramente que yace discordantemente (discordancia angular) sobre el Triásico. Generalmente se halla cubierto en su totalidad por la vegetación, por lo que es muy difícil realizar un corte de detalle, así como observar los tipos de facies que componen la serie. En Monte Toro posee un espesor de un centenar escaso de metros.

2.3.2. **Jurásico (Jm y J)**

Aparte de la formación margosa basal del Jurásico de la isla afloran los niveles inferiores formados por dolomías masivas grises, a veces, algo brechoides, en cuya parte superior se adivinan localmente laminaciones que pueden ser atribuidas a algas.

2.4. Terciario

2.4.1. **Mioceno**

Dentro de las tres unidades cartografiables que se han distinguido en el Mioceno de la isla (ROSELL & LLOMPART, 1983) afloran, ampliamente, en el área abarcada por esta Hoja, tan sólo las dos superiores. La más inferior, conglomerática (Mg), aflora tan solo en forma de una pequeña cuña en la carretera de Son Mercé de Dalt en Ferreries y queda, en esta área, solapada por la unidad intermedia. Este Mioceno ha sido motivo de estudio principalmente por BOURROUILH & COLOM (1968), OBRADOR (1972-73), BARON *et al.* (1979), JURADO (1984), OBRADOR *et al.* (1983).

2.4.1.1. *Unidad intermedia calcarenítica (Mc)*

La unidad calcarenítica es la que posee mayor potencia y extensión en esta Hoja. Se halla aún afectada en el margen septentrional, en las inmediaciones del accidente tectónico que separa la región de Tramuntana y de Migjorn, por los últimos impulsos alpinos en esta área.

En la cartografía se han distinguido tres zonas que forman en conjunto un sistema arrecifal: *lagoon* (Mc 1), cuerpo bioconstruido (Mc 1') y talud arrecifal (Mc 1''). Los contactos entre ellos son transicionales y, por tanto, algo imprecisos.

La más septentrional, adosada a la región de Tramuntana, inicialmente con una estratificación horizontal, ha sido trastornada tectónicamente, en las inmediaciones del contacto (que siempre se presenta solapante) entre las dos regiones: Tramuntana y Migjorn. Esta zona está constituida por calcarenitas bioturbadas en casi su totalidad.

La central, asimismo paralela al límite entre ambas regiones, corresponde a un cuerpo predominantemente bioconstruido, donde existe un claro predominio de algas rojas. Se presenta, en general, como una masa no estratificada. En ella se halla modelada un alineación de pequeños relieves, donde se sitúan gran parte de los vértices de triangulación del S de la isla.

La meridional, que aflora en la línea de costa desde Son Bou hasta Cala Macarella, está formada por taludes arrecifales de composición calcarenítica. Estos taludes presentan gruesas láminas buzantes ligeramente al SW. Cuando presentan preservadas las estructuras sedimentarias primarias puede observarse que se hallan dominadas por procesos de oleaje en épocas de tormentas. Por lo general, estas calcarenitas se hallan completamente bioturbadas con abundantes y diversos *burrows*.

La fauna que incluyen está formada predominantemente por pectínidos, braquiópodos, equínidos irregulares y crustáceos. Los braquiópodos de Son Bou fueron estudiados por LLOMPART & CALZADA (1982).

La edad de este sistema arrecifal es Tortoniense.

2.4.1.2. *Unidad superior arrecifal (Ma)*

Esta unidad dentro de la isla de Menorca posee un franco desarrollo en los extremos nororiental y suoriental. En ambas partes esta unidad está formada por un sistema arrecifal (cuerpo de arrecife más talud arrecifal) que progresa hacia el S.

El sistema oriental acaba, por erosión (o por continuarse bajo las aguas del mar), en las inmediaciones de la Cala Llucalari, junto a la playa de Son Bou.

El sistema occidental, que posee un amplio desarrollo al N de Ciutadella, se prolonga en sus taludes arrecifales progradando hacia el S, es decir, hacia el Cap d'Artrutx. Viene caracterizado por típicas facies de rodófitas y *Heterostegina*.

Es difícil, en este sector occidental, el individualizar unidades arrecifales, tal como se ha hecho en el extremo oriental de la isla para esta misma unidad. Cabe señalar, no obstante, que en la zona que se extiende desde Es Cap Negre hasta Son Olivaret (vértice de triangu-

lación, donde se emplaza la zona militar) está formada por una bioconstrucción, alineada prácticamente de E a W, que posee sus taludes progradando hacia el S, es decir, hacia el Cap d'Artrutx. Esta unidad arrecifal ha sido de exhaustivo estudio por parte de JURADO (1984).

2.5. CUATERNARIO

Las acumulaciones cuaternarias propiamente dichas se reparten de forma muy desigual en el conjunto de los tres mapas a escala 1:25.000 que componen la Hoja que nos ocupa. Así, las máximas extensiones se concentran en el mapa 1:25.000 de Alaïor, rellenando los fondos de las depresiones. En las otras dos Hojas de la misma escala, propiamente sólo se encuentra Cuaternario en puntos dispersos en la línea de costa, entre los que destaca la franja de Son Bou.

Para la descripción aquí del Cuaternario se observará el mismo orden cronológico relativo bajo el cual se han clasificado los afloramientos cuaternarios del conjunto de la isla de Menorca, aunque no se hallen representados en la presente Hoja todos los componentes.

2.5.1. Complejo dunar (D_3 , D_2 y D_1)

Denominaremos complejo dunar al conjunto de afloramientos de materiales de deposición eólica que en esta Hoja presentan dimensiones de afloramiento muy reducidas en general.

D_3 . Constituye una formación eólica que se presenta bastante bien cementada, con un color entre ocre a marrón claro, el cual destaca al encontrarse adosada a materiales carbonatados miocénicos de color claro. Está constituida por bioclastos cementados por carbonato cálcico y presenta claras estratificaciones oblicuas prácticamente conformes con la pendiente topográfica de afloramiento.

Las manifestaciones de esta formación, de áreas de afloramientos muy reducidas, a veces unos pocos metros, se presentan según un plano superior inclinado hacia el mar y se sitúan al pie de acantilados en general que en ningún caso remontan. Por su situación respecto del nivel del mar actual, bajo el cual se hunde, esta formación podría estar en relación con el descenso del nivel marino correspondiente a la última glaciación.

D_2 . Esta formación, que aflora en el límite norte de la Hoja, constituye la manifestación más septentrional de un extenso afloramiento que avanza desde la costa norte de la isla, a unos 5,9 km de distancia.

Está compuesta por bioclastos de grano medio a grueso y puede presentarse sin cementar, lo que permite su fácil extracción para ser utilizada como fuente de suministro de áridos, o bien puede presentar una cementación incipiente que afecta sobre todo a los niveles más externos. Su color es entre ocre u ocre pálido y descansa sobre el Mioceno.

D_1 . Esta formación la constituyen las acumulaciones eólicas actuales, todavía no fijadas y no cementadas. Está compuesta por bioclastos dominantes y presenta un color claro en general.

Su máximo exponente se encuentra en el cordón de dunas de Son Bou que enlaza con la extensa playa allí existente. Se encuentra también en la pequeña península que avanza hacia el Sur, entre la Cala des Talaier y la Playa de Son Saura, así como en el saliente que culmina en Punta de sa Guarda, ya en el extremo de Poniente. En ambos casos las arenas se depositan sobre el Mioceno, alimentándose de las playas contiguas, pero en este caso más hacia tierra adentro, hacia el NW de la zona de deposición de los sedimentos eólicos.

2.5.2. Aluvial-coluvial (Q₂Al-C)

Esta formación está compuesta, en su conjunto, por materiales un tanto diversos; desde limos arcillosos y arcillas junto con algunos cantos y bloques.

De esta manera en esta formación podemos distinguir dos tipologías: la depositada en los fondos de los barrancos abiertos en el Mioceno con dirección de drenaje hacia el Sur, con productos residuales de la disolución de los carbonatos miocénicos —arcillas preferentemente—, así como detríticos a partir de estos carbonatos, de tamaño de grano muy heterométrico, pero en general grande, como gravas, cantos, bolos e incluso algún bloque, de una parte.

De otra parte, se encuentran materiales limo-arcillosos con algo de arena, que se acumulan en fondos topográficos entre materiales premiocénicos, formados a partir de productos de descomposición y de arrastre superficial de los mismos, sobre todo del Pérmico y de la base del Triásico.

Esta segunda tipología se la encuentra predominantemente en áreas semiendorreicas, con cauces de avenamiento en gran parte artificiales y que constituyen todavía áreas anegables en gran parte bajo precipitaciones un tanto abundantes.

2.5.3. Marismas (Mr)

Se refiere a una acumulación de materiales limosos, con algo de arcilla y con gran abundancia de materia orgánica, depositada en un ambiente de marisma que se encuentra en el área de Son Bou, detrás y tierra adentro del cordón de dunas actuales allí existentes.

2.5.4. Playas (Q, P)

Constituye las acumulaciones arenosas actuales depositadas por el oleaje. En esta Hoja se presentan las playas de mayor extensión de Menorca: la ya nombrada de Son Bou seguida de la de Binigaus.

También se encuentran otras pequeñas playas actuales en el fondo de las calas, como Cala de Santa Galdana; en esta cala precisamente, entre algún otro punto, se encuentra un afloramiento de playa fósil en forma de unos retazos de unos pocos metros y rellenando grietas de disolución, atribuidos por MERCADAL (1959) y MERCADAL *et al.* (1970) como

pertenecientes al Tirreniense II, al igual que un punto que todavía resiste al oleaje en Ses Casores, en la Playa de Son Bou.

3. GEOMORFOLOGIA

La diferenciación cronoestratigráfica de Migjorn y de Tramuntana, se refleja también y fundamentalmente en la geomorfología de esta Hoja.

Así, el relieve de la parte de Tramuntana, sector nororiental de la Hoja, se resuelve en una serie de elevaciones topográficas compartimentadas y discontinuas, sin que se ofrezcan alineaciones marcadas y dominantes en este relieve, sin duda reflejo de las acciones tectónicas que han afectado allí a los materiales premiocénicos.

En este relieve y en esta Hoja se encuentra la elevación topográfica culminante de Menorca, el Monte Toro, con 361 m, y hacia Poniente, al NNW y cerca de Es Mercadal, se eleva la sierra de s'Enclusa, que alcanza los 277 m de altitud, cuya cima se resuelve con una superficie de erosión comprendida entre los 260 y los 277 m.

En esta región de Tramuntana son muchos los relieves que finalizan con formas allanadas en sus cumbres, que se sitúan a niveles altitudinales distintos, sin que se pueda diferenciar de forma clara si ello se debe a superficies de erosión poligénica o al resultado de la acción de elevación y descenso tectónicos; probablemente han influenciado ambos factores.

Tal es el caso, por ejemplo, del macizo de Lluçaitx, en el extremo nororiental de la Hoja, con una superficie de erosión que se sitúa entre los 260 m y los 277 m.

O bien en Rafal Roig a un kilómetro al sur de la carretera que une Es Mercadal con Ferreríes y a mitad de camino entre ambas poblaciones, donde se ofrece también una superficie de erosión somital que se sitúa entre los 200 m y 230 m.

Y también a un kilómetro al norte de la anterior carretera, más hacia Ferreríes, encima de las casas de Terra Rotja, donde las cimas se allanan también en una superficie de erosión que oscila entre los 130 m y los 140 m de altitud.

La parte de Migjorn, por su lado, se presenta mucho más planar en su conjunto, probablemente como resultado de los ambientes sedimentarios que depositaron allí los materiales miocénicos, poco retocados después por accidentes tectónicos de entidad remarcable.

Pero también esta parte de Migjorn presenta superficies de erosión que cortan las estructuras deposicionales, sobre todo en la parte sur de la carretera de Ferreríes a Es Migjorn y tocando a dicha carretera. Allí encontramos, en los afloramientos miocénicos más elevados, una superficie de erosión de anchura reducida al medio kilómetro entre los 130 y los 150 m de altitud.

Inmediatamente por debajo, siempre hacia el Sur, estos mismos materiales miocénicos muy probablemente se han visto también cortados por otra superficie de erosión ya mucho más extensa, que se sitúa entre los 100 y 120 m entre los barrancos de Trebaluger y des Bec.

Hacia Poniente, en la costa occidental los materiales miocénicos se presentan muy allanados, con una suave inclinación hacia el interior, como si la línea de costa se hubiese levantado unos pocos metros y con ellos hubiera basculado una superficie de abrasión marina que originalmente hubiera penetrado algunos kilómetros: desde las últimas casas de Poniente de Ciutadella y siguiendo una línea un tanto ondulante en dirección SSE, hacia la costa sur, hasta Cala des Talaier. En la actualidad esta superficie se sitúa cercana a los 20 metros de altitud en el ángulo límite suroccidental de la Hoja, Cap d'Artruix, descendiendo como se ha dicho unos metros hacia el interior de la isla.

Otro rango morfológico diferencial entre la parte de la Hoja que pertenece a Tramuntana y la que comprende Migjorn la constituye la morfología de la red de avenamiento.

En la parte de Tramuntana las laderas presentan un cierto abarrancamiento con fondo en uve, no muy inciso, que pasa de forma inmediata a confluir a cauces que cruzan fondos de valle amplios, aplanados pero no planohorizontales, anegables, con cauces de drenaje retocados o dirigidos por la mano del hombre, para mejorar las condiciones de desagüe de estos valles.

En cambio, en el Migjorn calcáreo miocénico los cauces de la red de avenamiento se presentan según formas típicas de geomorfología cárstica. Así, en el tercio occidental abundan cauces difusos, orientados hacia la costa oeste o hacia la costa sur. En los otros dos tercios de Migjorn, además de cauces difusos que, a veces, pasan a cauces de incisión lineal, inciden abundantes barrancos de fondo plano que se convierten después de un corto recorrido en verdaderos cañones sinuosos que van a parar a la costa sur.

Por su fondo pocas veces o casi nunca circula agua de escorrentía superficial. En cambio pueden drenar aguas subterráneas, como el caso del cañón que va a parar a la Cala de Santa Galdana, como ejemplo más representativo, donde en el área de la Font dels Eucaliptos tiene lugar una resurgencia de aguas subterráneas por el fondo del cañón, cuyas aguas son recogidas por el lecho, de forma que el cauce allí y en sus últimos 900 m se convierte en un cauce con caudal perenne.

A la vez, estos terrenos de Migjorn ofrecen otras formas de disolución cárstica, como un lapiaz extenso pero mal desarrollado en general, recubierto por *terra rossa*, excepto en una franja cercana a la línea de litoral, cuando esta franja se eleva unos pocos metros por encima del nivel del mar y está bajo la influencia marina, como en la península de Sa Punta des Governador, donde puede que el lapiaz aparezca como el mejor desarrollado de esta Hoja.

También se aprecia la existencia de dolinas de tamaño diverso, sin escarpe, siendo la más extensa la que se ofrece en el área de Son Camp, al sur de Torrellafuda.

El litoral, por su parte y como entidad morfológica, se resuelve mayoritariamente según un acantilado, entre decamétrico y métrico. En los dos tercios orientales, donde abundan los barrancos, es decamétrico, con la interrupción de las de Binigaus y de Son Bou. Hacia la costa de Poniente, y poco menos que en un tercio occidental de la costa, el acantilado es mayoritariamente métrico, con muchos tramos festoneados a favor de diaclasas.

4. TECTONICA

La disposición estructural de los materiales no puede describirse sin tener en cuenta las deformaciones registradas en el resto de la isla. Téngase en cuenta que el sector de Tramuntana abarcado por la Hoja es muy pequeño en comparación con el área ocupada por la región de Migjorn, prácticamente postectónica.

FALLOT (1923) y HOLLISTER (1934) trazaron las líneas generales de la evolución tectónica de la isla. No obstante, hasta la tesis de BOURROUILH (1973) y trabajos posteriores de este autor BOURROUILH & GORSLINE (1979), BOURROUILH *et al.* (1980) no se ha conocido con detalle la evolución tectónica de la isla y su relación con áreas inmediatamente vecinas ya continentales ya insulares. A este último aspecto se refiere además el trabajo de HERBIG (1985).

4.1. TECTONICA HERCINIANA

Las deformaciones paleozoicas se han efectuado en tres fases diferentes: dos de ellas intracarboníferas y una que probablemente tuvo lugar en el Pérmico inferior.

La fase tectónica más antigua registrada en el área estudiada es el cabalgamiento del Devónico sobre el Carbonífero causante de la *mise en place* de la gran masa olistolítica de Santa Rita-Santa Margarida. Esta fase tectónica, con gran probabilidad, tuvo lugar en el Viseense.

La segunda fase tectónica herciniana, poco intensa probablemente intranamuriense no ha quedado registrada, por lo menos visiblemente, en esta parte de la isla. Es, por otro lado, la causante de la deformación de las turbiditas namurienses de facies «Culm» existentes en el extremo oriental de la isla y que queda fosilizada por los materiales pérmicos.

La tercera fase tardihercínica, distensiva, es finicarbonífera o bien de comienzos del Pérmico. Aunque no puede deducirse de la simple área abarcada por la Hoja, ha sido la causante de la distribución de sedimentos en el Pérmico.

4.2. TECTONICA ALPINA

Asimismo, dentro de la tectónica alpina y en función de lo observado en otras áreas de Menorca, pueden distinguirse tres momentos de deformación: una fase prejurásica, una probablemente eocénica y una finioligocénica o del Mioceno más inferior.

Fase prejurásica.— No es visible en el área estudiada y se ha descrito tan sólo de la parte oriental de la isla, donde los pliegues modelados sobre materiales jurásicos son fosilizados por las margas y dolomías del Jurásico. Probablemente las facies que se han incluido cartográficamente en el Keuper, en Monte Toro, aunque no se haya podido verificar paleontológicamente, corresponden al Jurásico inferior, ya que las facies evaporíticas propiamente dichas y características, en otras zonas de la isla, del Keuper no afloran en el corte de Monte Toro.

Fase eocénica (?).—Esta fase de deformación, en la isla, con certeza posee una edad postcretácica. No obstante, a juzgar por las áreas vecinas deformadas durante la orogénesis alpina parece mucho más lógico que la edad de esta fase tectónica sea del Paleógeno y concretamente del Eoceno. A esta fase se atribuyen los cabalgamientos del Paleozoico sobre el Mesozoico, en el ámbito de la Hoja, Pérmico y Buntsandstein de la Peña de s'Indio-Es Mercadal y de Ses Fonts Redones de Dalt-Santa Rita-Terra Rotja.

Fase finioliocena.—Esta ha dado lugar a la última compartimentación de Menorca y es la causante del hundimiento de la zona de Migjorn, con la consiguiente sedimentación de un cinturón conglomerático y de la transgresión de la unidad calcarenítica intermedia. Los niveles basales de esta unidad aún se hallan afectados ligeramente por este movimiento tectónico.

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 km²) y condiciona el carácter fragmentario de las series (por no aflorar materiales). La isla está dividida en dos partes: la N o de Tramuntana (267 km²) está formada por materiales del Paleozoico (Devónico, Carbonífero y Pérmico) y Mesozoico (Triásico, Jurásico y Cretácico) y la S o de Migjorn (435 km²) 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 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 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 subáerea y submarina. Estos tres tramos y las lagunas estratigráficas son las 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, Gedinense.

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 olistostrómica sinsedimentaria con elementos diferentes (turbiditas, calizas, pizarras rojas y negras y calizas tournaisienses, calizas coralinas del Frasnense y fauna de braquiópodos, trilobites y goniatites de edad Givetense), masas de rocas volcánicas ácidas (cuarzoqueratófidos) y masas de rocas volcánicas básicas (basaltos espelíticos).

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. Correspondería a las facies Culm (?) del Carbonífero menorquín. Sus facies son similares a las del tramo superior, 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 arenoso 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 Ladinense 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 dio 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 cobertera 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 Formación Cuevas Labradas = Formación Es Barraca de Mallorca). Los tramos superiores de la serie son mucho más difíciles de caracterizar y, por tanto, de correlacionar.

Cabe la posibilidad de que la intrusión de rocas volcánicas tipo basalto dolerítico en el Paleozoico (Els Alocs) y en el Permobuntsandstein (Penyal de l'Anticrist y Punta Rotja de 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 precretácica. 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, y por la posición tectónica rellenando pequeñas fosas en la zona N de Menorca, es mucho más lógico asignarlos al Mioceno.

Así pues, como consecuencia de esta fase distensiva, de edad Mioceno inferior, se diferencian las zonas 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 parte 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. Lluís 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 predominantemente 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

Dentro de la Geología económica hay que distinguir entre canteras y minas y la hidrogeología. Ambos apartados poseen una incidencia directa sobre el quehacer humano: el primero por condicionar los materiales de construcción y el segundo, y más importante, por condicionar la distribución del agua tanto la de regadío como la destinada al consumo humano.

6.1. CANTERAS Y MINAS

Dentro de la mineralogía, sin ningún tipo de importancia económica, cabe citar las pequeñas mineralizaciones de cobre existentes, prácticamente, en todos los canales fluviales de la serie pérmica. En Monte Toro se realizaron pequeñas prospecciones cuya demarcación recibió el nombre de Mina La Rubia.

Las canteras de explotación de marés tuvieron antaño una gran importancia sobre todo en los alrededores de Alaior-Santa Ponça y Cala Mitjana entre otras. Actualmente estas explotaciones se hallan abandonadas dejando como testimonio enormes huecos paralelepípicos, donde las señales dejadas por las sierras cortadoras les proporcionan un rayado singular.

Las dolomías jurásicas han sido también motivo de explotación dentro del ámbito de la Hoja, sobre todo en las inmediaciones de Alaior. Actualmente estas canteras se hallan abandonadas, pero otras similares de la misma edad son las que proporcionan la mayor parte de los áridos utilizados en la isla.

Asimismo, se utilizaron para la fabricación de áridos las calizas y dolomías del Muschelkalk de Monte Toro, actualmente abandonada. Estas mismas calizas son motivo de explotación, en una cantera vecina a la de obtención de áridos, como piedra ornamental (pedra del Toro). La estratificación de mediana a fina que permite la obtención de losas y la bioturbación figurativa que la caracterizan son los motivos de su explotabilidad como suelos de jardines y como revestimientos de fachadas.

6.2. HIDROGEOLOGIA

Los acuíferos que pueden individualizarse en el área abarcada por la Hoja, por su interés económico son por orden de importancia: el albergado en los materiales cuaternarios del fondo de los torrentes, el de las dolomías jurásicas y el de las calcarenitas miocénicas.

— *El acuífero cuaternario.*

En el fondo de los encajados barrancos que atraviesan las calcarenitas miocénicas desde la región de Tramuntana hasta el mar, existen sedimentos cuaternarios que albergan un pequeño acuífero. Este acuífero antaño fue muy importante por cultivarse en gran parte el verdadero cauce del barranco, área protegida del viento que la hacía muy fértil.

El acuífero se halla sometido a fuertes variaciones por los estiajes. Su explotación con fines agrícolas y su grado de contaminación marina y por abonado es muy elevado.

— *El acuífero del Jurásico.*

Está albergado en las dolomías jurásicas y su nivel de base lo constituye el nivel triásico-jurásico de composición margo evaporítica. Se ha explotado al E de Monte Toro en el área denominada La Roca, con fines urbanísticos.

— *El acuífero del Mioceno.*

Es el más importante de todo el área abarcada por la Hoja, tanto por su volumetría como por su explotación. El nivel piezométrico del mismo se sitúa en las inmediaciones del nivel del mar. De su explotación dependen no sólo las urbanizaciones costeras existentes en esta área sino también núcleos de población importantes como Alaior, Ferreries y Es Migjorn y, además, Es Mercadal y Fornells situados en la zona de Tramuntana. La productividad de este acuífero depende en gran manera de la irregular distribución de la porosidad. Las áreas de construcciones coralinas son las más permeables, mientras que las calcarenitas en algunos puntos son bastante impermeables. A ello, además, hay que sumar la existencia de importantes carstificaciones de edad cuaternaria que lo modifica.

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-modelo 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». Enciclopèdia 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.ª ép., t. II, págs. 153-163.
- BEAUMONT, E. DE (1872): «Note sur la constitution géologique des îles Baléares». Ann. 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 Tyrrhénien dans le cadre de la chronologie quaternaire méditerranéenne». Bull. Soc. Géol. France. 7.º 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^e». Bull. Inst. Océanogr. Monaco, numéro 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 Inferieur continental à Minorque. Consequences paléogéographiques et tectoniques». C. R. Somm. Soc. Géol. France, numéro 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^e 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, precedant 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 comparasion avec le Sud-Ouest de la Sardaigne». IX^{me} Congr. Intern. Sédiment. Nice. Extr. Public., págs. 97-110.
- BOURROUILH, R. (1976): «On the initial fit of continental blocs 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 paléontologiques sur le Vindobonien du Nord de Minorque (Baléares)». C. R. Acad. Sc. Paris, t. 275, págs. 1955-1958.
- BOURROUILH, R., & TERMIER, G. (1973): «*Baleaocrinus breimeri*, Crinoïde nouveau du Viséen 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 Paléozoïque 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 Kordillären, 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), 1, 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., & ESCANDELL, B. (1960-62): «L'évolution du Géosynclinal Balear». Mém. h-Sér. Soc. Géol. Fr. «Livre à la Memoire de Paul Fallot», t. I, págs. 125-136.
- COMPANHIA 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.ª 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.
- ELÍAS, 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. Tesis de Licenciatura. U.A.B. Dept. Estratigrafía, págs. 1-116.
- FALLOT, P. (1922): «Etude géologique de la Sierra de Majorque». Ed. Béranger. Paris, pag. 480.
- FALLOT, P. (1923a): «Le problème de l'île de Minorque». Bull. Soc. Géol. France, 4.ª 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.ª ser., 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.ª 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.ª 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.^a 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.; FOUCAULT, A. & RANGHEARD, Y. (1977): «Liaisons paléogéographiques au Mésozoïque 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 menorquin». 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. Balears, 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. Balears, T. IX, fasc. 1-4, págs. 3-80.
- GASULL, L. (1964): «Las *Helicella* (*Xeroplexa*) de Baleares. Gasterópoda Pulmonata». Bol. Soc. Hist. Nat. Balears, T. X, fasc. 1-4, págs. 3-67.
- GASULL, L. (1965): «Algunos moluscos terrestres y de agua dulce de Baleares». Bol. Soc. Hist. Nat. Balears, 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. Balears, 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.^a 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. Estratigrafia, 104 págs.
- HENNINGSEN, D. (1982): «Zusammensetzung und Herkunft der sandigen Gesteine des Devons und Karbons von Menorca (Balearen, Mittelmeer)». N. Jb. Geol. Palaönt. Mh., 12, págs. 736-746.
- HENNINGSEN, 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 Maláquides 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, pág. 1097.
- HERMITE, H. (1879a): «Description de quelques fossiles nouveaux des îles Baléares». C. R. Somm. Soc. Géol. France, pág. 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 faciès "Muschelkalk" du Domaine Sepharade». Cuadernos Geol. Iber., vol. 4, págs. 511-526.
- HÖERNES, R. (1905): «Untersuchungen der Jüngerer Tertiargebilde 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. Göttingen, 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.
- INSTITUCIO CATALANA HISTORIA 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.^a J. (1984b): «Aspectes paleoecològics de l'escull miocènic del Cap Negre (Menorca)». *Revista de Menorca*, 2.^o trimestre de 1984, Año LXXV, 7.^a època, págs. 236-265.
- KLEMMER, H. D. (1958a): «Regional Geology of Circum Mediterranean Region». *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.* vol. XLII, núm. 3, págs. 477-512.
- KLEMMER, H. D. (1958b): «Geología Regional del país Circum Mediterraneo». *Notas y Comen. del Inst. Geol. y Min. España*, núm. 51, págs. 65-127.
- KOBER, L. (1928): «Der Bau der Erde. Einföhrung in die Geotektonik. Zweite Verbesserte und Vervollständigste Ausgabe». *Gebrüder Borntraeger*, IV, 499 págs.
- KOBER, L. (1931): «Das Alpine Europa. Ein geologisches Gestaltungsbild». *Gebrüder Borntraeger*, IV, 310 págs.
- LAMBERT, J. (1906): «Description des Echinides fossiles de la Province de Barcelona». *Mém. Soc. Geol. Fr.*, t. XIV, fasc. 2-3, núm. 24, págs. 59-128.
- LAMBERT, J. (1928): «Revision des Echinides fossiles de la Catalogne». *Mem. Mus. Cienc. Nat. de Barcelona*, vol. I, núm. 2, págs. 39-42.
- LERICHE, M. (1910): «Note sur les poissons néogènes de la Catalogne». *Butll. Soc. Géol. France*, 4.^a ser., t. X, págs. 471-174.
- LLABRES, A.; ESCANDELL, G.; ESCANDELL, R.; ESCANDELL, A., & FERNÁNDEZ, M. (1980): «Contribución al conocimiento de la fauna fósil del Carbonífero de Menorca». *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 24, págs. 93-96.
- LLOMPART, C. (1979): «Aportaciones a la Paleontología del Lías de Menorca». *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 23, págs. 87-116.
- LLOMPART, C. (1980): «Nuevo afloramiento del Lías fosilífero menorquín». *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 24, págs. 85-88.
- LLOMPART, C. (1982): «Los nódulos algales (rodolitos) del Neógeno de la Cala Binidali (Menorca)». *Inst. D'Estudis Balearics*, V. II, núm. 5, págs. 31-41.
- LLOMPART, C. (1983): «*Amphiope bioculata* (Desm.) del Mioceno del Port de Maó (Menorca)». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 81 (1-2), págs. 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, págs. 201-207.
- LLOMPART, C.; OBRADOR, A., & ROSELL, J. (1979-80): «Geología de Menorca». *Enciclopèdia de Menorca*, T. 1, págs. 1-83.
- LLOMPART, C., & CALZADA, S. (1982): «Braquiópodos messinienses de la Isla de Menorca». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, T. 80, págs. 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, págs. 323-335.
- LLOPIS LLADÓ, N. (1935): «La microfauna de Braquiópodos del Triásico de Monte Toro (Menorca)». *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, T. 35, págs. 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 nordeste 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 incisivo 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. Reichsanstalt, págs. 327-329.

- MUNIER-CHALMAS (1879): «Fossiles recueillis aux Balears 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 (Balears)». Bol. Soc. Hist. Nat. Balears, 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 Balears». C. R. Soc. Géol. France, T. CXVII, núm. 23, págs. 821-823.
- NOLAN, H. (1895): «Structure géologique d'ensemble de l'Archipel Baléaire». 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.
- OBRAADOR, A. (1968): «Interpretación tectónica del puerto de Mahón». Fondo Cultural Caja Pens. Dip. Prov. Barcelona, págs. 303-310.
- OBRAADOR, 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.
- OBRAADOR, A. (1972): «Significado de unos potholes modelados en el Mioceno menorquín». Acta Geol. Hisp., T. 7, págs. 161-163.
- OBRAADOR, A. (1972): «Estudio estratigráfico y sedimentológico de los materiales miocénicos de la Isla de Menorca». Rev. Menorca, 2.º se., págs. 137-197.
- OBRAADOR, A. (1973a): «Estudio estratigráfico y sedimentológico de los materiales miocénicos de la Isla de Menorca». Rev. Menorca, 1.º sem., págs. 35-97.
- OBRAADOR, A. (1973b): «Estudio estratigráfico y sedimentológico de los materiales miocénicos de la Isla de Menorca». Rev. Menorca, 2.º sem., págs. 125-189.
- OBRAADOR, A. (1977): «Bibliografía del Permo-Trías de las islas Balears». Cuad. Geol. Ibérica, número 4, págs. 669-672.
- OBRAADOR, 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.^a 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-PEREA, A., & JURADO, M. J. (1983b) «El Neógeno de Menorca». El Terciario de las Baleares (Mallorca-Menorca). Guía de Excursiones. Inst. Est. Balearics y Universidad de Palma de Mallorca, págs. 59-71.
- OBRADOR, A.; POMAR, L.; RODRÍGUEZ-PEREA, A., & FORNOS, J. J. (1983): «El Neógeno del sector de Maó». El Terciario de las Baleares (Mallorca-Menorca). Guía de las excursiones. Inst. d'Est. Balears y Univ. Palma de Mallorca, págs. 207-232.
- PIVETEAU, J. (1961): «Quelques mamíferes singulaires de Corse et des îles Baleares et leur signficance paleoogeographique». 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 tectosedimentaria de las Baleares». Acta Geol. Hisp., núm. 14, págs. 293-310.
- POMAR, L. (1981): «Hacia una nueva concepción geológica de las Islas Baleares». Estudis Balearics, t. 1, núm. 1, págs. 29-35.
- PONSETI, J. (1909): «Expedición a los terrenos volcánicos de Ferragut». Rev. Menorca, págs. 1-2.
- PRAESSENT, H. (1910): «Die Balearischen Inseln. Beobachtungen auf einer Studienreise». Mitt. Verh. Erdk. Leipzig, págs. 27.

- PRAESSENT, H. (1911): «Bau und Boden der Balearischen Inseln». Jahresber. Geogr. Gesell. Greifswald, t. 13, págs. 19-106.
- PRAESSENT, 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.^a 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.^a ép., págs. 123-145.
- RIBA, O. (1978): «Menorca». Muntanya, págs. 66-68.
- RODRÍGUEZ FEMENÍAS, 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. Göttingen 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 Iberischbalearenischen 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 Alpidas 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 Méditerranéennes de la Péninsule 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 Alpenen 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 Alpenen Leitlinien und Westlichen Mittelmeer». Géol. Médit. Occ., vol. 2, núm. 46, págs. 1-10.
- STILLE, H. (1927a): «Über westmediterrane Gebirgszusammenhänge». Abh. Gess. Wiss. Göttinger. 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 westmediterrane Gebirgszusammenhaage». Geol. Medit. Occ., T. 2, núm. 17, 20 págs.
- STILLE, H. (1933a): «Über westmediterrane 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-balearenischen 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 balearica». 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». Stizlb. 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